

Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza 2

José Max Barbosa de Oliveira Junior
(Organizador)

José Max Barbosa de Oliveira Junior
(Organizador)

Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof^a Dr^a Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.^a Dr.^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A532	Análise crítica das ciências biológicas e da natureza 2 [recurso eletrônico] / Organizador José Max Barbosa de Oliveira Junior. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-358-3 DOI 10.22533/at.ed.583192705 1. Ciências biológicas – Pesquisa – Brasil. I. Oliveira Junior, José Max Barbosa de. II. Série. CDD 610.72
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra *“Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza”* consiste de uma série de livros de publicação da Atena Editora. Com 96 capítulos apresenta uma visão holística e integrada da grande área das Ciências Biológicas e da Natureza, com produção de conhecimento que permeiam as mais distintas temáticas dessas grandes áreas.

Os 96 capítulos do livro trazem conhecimentos relevantes para toda comunidade acadêmico-científica e sociedade civil, auxiliando no entendimento do meio ambiente em geral (físico, biológico e antrópico), suprimindo lacunas que possam hoje existir e contribuindo para que os profissionais tenham uma visão holística e possam atuar em diferentes regiões do Brasil e do mundo. Os estudos que integram a *“Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza”* demonstram que tanto as Ciências Biológicas como da Natureza (principalmente química, física e biologia) e suas tecnologias são fundamentais para promoção do desenvolvimento de saberes, competências e habilidades para a investigação, observação, interpretação e divulgação/interação social no ensino de ciências (biológicas e da natureza) sob pilares do desenvolvimento social e da sustentabilidade, na perspectiva de saberes multi e interdisciplinares.

Em suma, convidamos todos os leitores a aproveitarem as relevantes informações que o livro traz, e que, o mesmo possa atuar como um veículo adequado para difundir e ampliar o conhecimento em Ciências Biológicas e da Natureza, com base nos resultados aqui dispostos.

Excelente leitura!

José Max Barbosa de Oliveira Junior

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AS LIBÉLULAS (ODONATA: INSECTA) DE CONCEIÇÃO DA BARRA, ESPÍRITO SANTO, DEPOSITADAS NA COLEÇÃO ZOOLOGICA NORTE CAPIXABA / CZNC	
Karina Schmidt Furieri Carolini Cavassani Arianny Pimentel Storari	
DOI 10.22533/at.ed.5831927051	
CAPÍTULO 2	10
FORMIGAS (Hymenoptera: Formicidae) ASSOCIADAS ÀS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE UMA HIDRELÉTRICA DO SUL DO BRASIL	
Junir Antonio Lutinski Cladis Juliana Lutinski	
DOI 10.22533/at.ed.5831927052	
CAPÍTULO 3	23
IDENTIFICAÇÃO DA HERPETOFAUNA DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS CERES	
Alexandre Pereira de Oliveira Filho Marcos Vitor dos Santos Almada Jorge Freitas Cieslak	
DOI 10.22533/at.ed.5831927053	
CAPÍTULO 4	32
CRIAÇÃO DE PACAS (<i>Cuniculus paca</i>) COMO ALTERNATIVA DE DIVERSIFICAÇÃO DE PRODUÇÃO E RENDA EM RIO BRANCO - ACRE	
Francisco Cildomar da Silva Correia Reginaldo da Silva Francisco Valderi Tananta de Souza Vania Maria Franca Ribeiro Fábio Augusto Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.5831927054	
CAPÍTULO 5	46
FISCALIZAÇÃO E CONSERVAÇÃO: AVIFAUNA RESGATADA PELO MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DA BAHIA	
Diego Silva Macedo Alanna Barreto dos Santos Lucas Gabriel Souza Santos	
DOI 10.22533/at.ed.5831927055	
CAPÍTULO 6	56
LEVANTAMENTO DA AVIFAUNA EM AMBIENTE URBANO E RURAL NO MUNICÍPIO DE NOVO HAMBURGO, RS, BRASIL	
Brenda Silveira de Souza Marcelo Pereira de Barros	
DOI 10.22533/at.ed.5831927056	

CAPÍTULO 7 68

ASPECTOS PSICOLÓGICOS NO ESPORTE: REFLEXÕES, QUESTIONAMENTOS E INFLUÊNCIAS DO ESTRESSE E ANSIEDADE NOS ATLETAS DE HANDEBOL

Rômulo Dantas Alves
Taís Pelição
Marcos Gabriel Schuindt Acácio
Luan Henrique Roncada
Debora Gambary Freire Batagini
Rubens Venditti Júnior

DOI 10.22533/at.ed.5831927057

CAPÍTULO 8 81

EFEITO DO TAMANHO DA QUADRA SOBRE AÇÕES TÉCNICAS E FREQUÊNCIA CARDÍACA EM JOVENS JOGADORES DE FUTSAL

Matheus Luiz Penafiel
Alexsandro Santos da Silva
Dagnou Pessoa de Moura
Osvaldo Tadeu da Silva Junior
Bruno Jacob de Carvalho
Yacco Volpato Munhoz
Julio Wilson Dos-Santos

DOI 10.22533/at.ed.5831927058

CAPÍTULO 9 90

EFEITOS DO ALONGAMENTO AGUDO SOBRE A FORÇA DE MEMBROS SUPERIORES NO ARREMESSO DO ATLETISMO

Fernando Barbosa Carvalho
Márcio Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.5831927059

CAPÍTULO 10 100

INFLUÊNCIA DA CARGA TABAGÍSTICA SOBRE O TRANSPORTE MUCOCILIAR NASAL DE TABAGISTAS ATIVOS

Alessandra Mayumi Marques Masuda
Iara Buriola Trevisan
Tamara Gouveia
Caroline Pereira Santos
Guilherme Yassuyuki Tacao
Tamires Veras Soares
Ercy Mara Cipulo Ramos
Dionei Ramos

DOI 10.22533/at.ed.58319270510

CAPÍTULO 11 110

LESÃO RENAL AGUDA POR VANCOMICINA: ESTUDO PROSPECTIVO SOBRE A INCIDÊNCIA, FATORES DE RISCO E MORTALIDADE EM PACIENTES CRÍTICOS

Lais Maria Bellaver de Almeida
Isabella Gonçalves Pierri
Karina Zanchetta Cardoso Eid
Welder Zamoner
Daniela Ponce
André Balbi

DOI 10.22533/at.ed.58319270511

CAPÍTULO 12 121

LESÃO RENAL AGUDA POR VANCOMICINA: ESTUDO PROSPECTIVO SOBRE A INCIDÊNCIA, FATORES DE RISCO E MORTALIDADE EM PACIENTES NÃO CRÍTICOS

Isabella Gonçalves Pierri
Lais Maria Bellaver de Almeida
Karina Zanchetta Cardoso Eid
Welder Zamoner
André Balbi
Daniela Ponce

DOI 10.22533/at.ed.58319270512

CAPÍTULO 13 133

POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO CORTICAL EM BEBÊS A TERMO E PRÉ-TERMO

Dayse Mayara Oliveira Ferreira
Letícia Sampaio de Oliveira
Rafaela Cristina da Silva Bicas
Yara Bagali Alcântara
Brena Elisa Lucas
Ana Cláudia Figueiredo Frizzo

DOI 10.22533/at.ed.58319270513

CAPÍTULO 14 146

PROCEDÊNCIA DOS ENCAMINHAMENTOS À MATERNIDADE DO HC- FMB-UNESP DOS CASOS GRAVES E DE MORTE MATERNA ASSOCIADOS À HIPERTENSÃO ARTERIAL

Eduardo Minoru Nomura
Victoria de Carvalho Zaniolo
Ariel Althero Zambon
Ana Débora Souza Aguiar
Eduarda Baccari Ferrari
José Carlos Peraçoli

DOI 10.22533/at.ed.58319270514

CAPÍTULO 15 160

SERIA A ANESTESIA UMA INTERFERÊNCIA NO TRATAMENTO DE ELETROACUPUNTURA EM CAMUNDONGOS INFECTADOS POR *Strongyloides venezuelensis*?

Maria Teresa da Silva Bispo
Luana dos Anjos Ramos

DOI 10.22533/at.ed.58319270515

CAPÍTULO 16 175

ESTUDANTES DE ODONTOLOGIA CANHOTOS E OS DESAFIOS ENFRENTADOS EM ATIVIDADES CLÍNICAS E LABORATORIAIS

Julio Martinez Alves Oliveira
Suzely Adas Saliba Moimaz
Artênio José Isper Garbin
Tânia Adas Saliba

DOI 10.22533/at.ed.58319270516

CAPÍTULO 17 181

ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS DE *MYRTACEAE* CONTRA BACTÉRIAS MULTIRRESISTENTES

Juliana Barbosa Succar
Gabriele Marques Pinto
Tauana de Freitas Pereira
Ida Carolina Neves Direito
Maria Cristina de Assis
Cristiane Pimentel Victório

DOI 10.22533/at.ed.58319270517

CAPÍTULO 18 193

ATIVIDADE DE CELULASES, BETA-GLICOSIDASES E XILANASES DE *Trichoderma harzianum* E *Trichoderma asperellum* EM BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR

Mariane Cristina Mendes
Cristiane Vizioli de Castro Ghizoni
Fabiana Guillen Moreira Gasparin
Maria Inês Rezende

DOI 10.22533/at.ed.58319270518

CAPÍTULO 19 206

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA, CONCENTRAÇÃO DE ENZIMA E TEMPO DE REAÇÃO NA HIDRÓLISE DA LACTOSE

Poline Wilke
Karen Jaqueline Haselroth
Raquel Ströher

DOI 10.22533/at.ed.58319270519

CAPÍTULO 20 223

AVALIAÇÃO DE FONTES ALTERNATIVAS DE CARBONO NA PRODUÇÃO DE QUITINASE EXTRACELULAR POR FUNGOS FILAMENTOSOS

Victoria Pommer
Letícia Mara Rasbold
Jorge William Fischdick Bittencourt
Alexandre Maller
Marina Kimiko Kadowaki

DOI 10.22533/at.ed.58319270520

CAPÍTULO 21 231

AVALIAÇÃO DO EFEITO PROBIÓTICO DE *Lactobacillus rhamnosus* V5 CONTRA *SALMONELLA ENTERICA* sorovariedade *Typhimurium*.

Carina Terumi Tsuruda
Patrícia Canteri De Souza
Erick Kenji Nishio
Ricardo Sérgio Couto de Almeida
Luciano Aparecido Panagio
Ana Angelita Sampaio Baptista
Sandra Garcia
Renata Katsuko Takayama Kobayashi
Gerson Nakazato

DOI 10.22533/at.ed.58319270521

CAPÍTULO 22 241

BIOFILME BACTERIANO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS : TEM COMO EVITAR?

Natara Favaro Tosoni
Naiele Mucke
Márcia Regina Terra
Márcia Cristina Furlaneto
Luciana Furlaneto Maia

DOI 10.22533/at.ed.58319270522

CAPÍTULO 23 258

BIOFILTRO DE RESÍDUO ORGÂNICO APLICADO NA DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUA SALOBRA

Francielle Fernandes Gonçalves de Barros
Rebecca Carvalho Mendes e Silva
Charles Albert Moises Ferreira
Juliana Parolin Ceccon

DOI 10.22533/at.ed.58319270523

CAPÍTULO 24 270

BIOLOGIA E APLICAÇÕES PRÉ-CLÍNICAS DO MODELO EXPERIMENTAL SARCOMA 180

Paulo Michel Pinheiro Ferreira
Renata Rosado Drumond
Carla Lorena Silva Ramos
Rayran Walter Ramos de Sousa
Débora Caroline do Nascimento Rodrigues
Ana Paula Peron

DOI 10.22533/at.ed.58319270524

CAPÍTULO 25 288

BIORREPOSITÓRIO DE SALIVA EM ESTUDOS GENÉTICO-MOLECULARES: AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE EXTRAÇÃO DE DNA APÓS LONGOS PERÍODOS DE ARMAZENAMENTO

Natália Ramos
Thais Francini Garbieri
Thiago José Dionísio
Carlos Ferreira dos Santos
Lucimara Teixeira das Neves

DOI 10.22533/at.ed.58319270525

CAPÍTULO 26 302

CONTROLE DA ESTERILIZAÇÃO DE AUTOCLAVES DO BIOTÉRIO CENTRAL DA UNIOESTE E DE UM ABRIGO PARA IDOSOS, CASCAVEL, PR

Helena Teru Takahashi Mizuta
Fabiana André Falconi
Sara Cristina Sagae Schneider
Rodrigo Hinojosa Valdez
Leanna Camila Macarini

DOI 10.22533/at.ed.58319270526

CAPÍTULO 27	309
ELEIÇÃO DE SISTEMAS MICROEMULSIONADOS PARA INCORPORAÇÃO DE CAFEÍNA PARA TRATAMENTO DE LIPODISTROFIA GINÓIDE	
<ul style="list-style-type: none"> Julia Vila Verde Brunelli Maria Virgínia Scarpa Flavia Lima Ribeiro Maccari Tayara Luísa Paranhos de Oliveira Ribeiro de Almeida 	
DOI 10.22533/at.ed.58319270527	
CAPÍTULO 28	316
ESTATÍSTICA PARAMÉTRICA E NÃO PARAMÉTRICA NA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ENZIMÁTICA NA FERMENTAÇÃO DO CAFÉ	
<ul style="list-style-type: none"> Deusélio Bassini Fioresi Wilton Soares Cardoso Weliton Barbosa de Aquino Luzia Elias Ferreira Vinícius Serafim Coelho 	
DOI 10.22533/at.ed.58319270528	
CAPÍTULO 29	326
ENZYMATIC HYDROLYSIS OF SUGARCANE BAGASSE PRE-TREATED BY ALKALINE SOLUTION IN FLUIDIZED BED REACTOR	
<ul style="list-style-type: none"> Felipe A. F. Antunes Guilherme F. D. Peres Thaís. S. S. Milessi Letícia E. S. Ayabe Júlio C. dos Santos Silvio S. da Silva 	
DOI 10.22533/at.ed.58319270529	
CAPÍTULO 30	331
ESTUDO DESCRITIVO SOBRE O USO DE FOLHAS DA BATATA-DOCE E POTENCIAL PARA REDUÇÃO DE EFEITOS OXIDATIVOS	
<ul style="list-style-type: none"> Thaís Cristina Coelho de Ornelas Salazar Roberta Cattaneo Horn Rodrigo Fernando dos Santos Salazar Diego Pascoal Golle Jana Koefender Andreia Quatrin Carolina Peraça Pereira Regis 	
DOI 10.22533/at.ed.58319270530	
CAPÍTULO 31	339
FITOTOXICIDADE INDUZIDA PELA CO-EXPOSIÇÃO A NANOPARTÍCULAS DE DIÓXIDO DE TITÂNIO E ARSÊNIO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ALFACE CRESPA (<i>L. sativa</i> var. <i>crispa</i>)	
<ul style="list-style-type: none"> Flávio Manoel Rodrigues Da Silva Júnior Eduarda De Moura Garcia Rodrigo De Lima Brum Silvana Manske Nunes Mariana Vieira Coronas Juliane Ventura Lima 	
DOI 10.22533/at.ed.58319270531	

CAPÍTULO 32	345
FOTOBIOREATOR DE MICROALGAS PARA O TRATAMENTO DE EMISSÕES GASOSAS UTILIZANDO MATERIAIS ALTERNATIVOS	
Ana Beatriz Medeiros Dantas	
Luana Valezi	
Vitória Luciana de Souza	
Roberto Shiniti Fujii	
DOI 10.22533/at.ed.58319270532	
CAPÍTULO 33	355
HIDRÓLISE ENANTIOSSELETIVA DE α - E β -BUTIRILOXIFOSFONATOS MEDIADAS POR LIPASE DE CANDIDA RUGOSA	
Lucidio Cristovão Fardelone	
José Augusto Rosário Rodrigues	
Paulo José Samenho Moran	
DOI 10.22533/at.ed.58319270533	
CAPÍTULO 34	365
IDENTIFICAÇÃO DOS CONSTITUINTES QUÍMICOS NOS EXTRATOS DAS CASCAS E AMÊNDOAS DO TUCUMÃ POR MEIO DE PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA E AVALIAÇÃO DA INIBIÇÃO POR BIOFILMES COM <i>C. ALBICANS</i>	
Luis Fhernando Mendonça da Silva	
Ana Cláudia Rodrigues de Melo	
DOI 10.22533/at.ed.58319270534	
CAPÍTULO 35	376
INFLUÊNCIA DE DIFERENTES FONTES DE CARBONO E NITROGÊNIO NA PRODUÇÃO DE TANASE POR FUNGO ISOLADO DE CACAU NO SUL DA BAHIA	
Priscilla Macedo Lima Andrade	
Julyana Stoffel Britto	
Camila Oliveira Bezerra	
Ana Paula Trovatti Uetanabaro	
Andrea Miura da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.58319270535	
SOBRE O ORGANIZADOR	381

BIOFILME BACTERIANO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS : TEM COMO EVITAR?

Natara Favaro Tosoni
Naiele Mucke
Márcia Regina Terra
Márcia Cristina Furlaneto
Luciana Furlaneto Maia

RESUMO: Os equipamentos na indústria alimentícia estão propensos à alta contaminação microbiológica devido à presença de substratos para os micro-organismos, e quando não higienizados permitem que os microrganismos se desenvolvam e até formem biofilmes, contaminando o produto final. Os biofilmes microbianos são comunidades constituídas por células sésseis, mono ou multiespécies, aderidas a um substrato, embebidas em uma matriz de EPS, em cuja formação os microrganismos exibem diferenciados fenótipos, metabolismo, fisiologia e transcrição genética. Este resumo visa trazer aos leitores de diferentes áreas, informações mais detalhadas em relação à formação de biofilme bacteriano, bem como diferentes interferências na formação deste, além de estratégias atuais para combatê-los. É de conhecimento que sanitizantes químicos não eliminam por completo o biofilme formado, sendo que a utilização incorreta desses agentes químicos ou em concentrações inadequadas, pode promover a seleção de algumas espécies bacterianas resistentes, e liberação de células

persisters, que irão constituir biofilme em outra superfície. Como alternativa a esta problemática, abordamos a utilização de bacteriocinas, destacando a eficiência desta contra biofilme de *Enterococcus*, *Escherichia coli* e *Salmonella* spp em estudos realizados pelo nosso grupo de pesquisa.

PALAVRAS-CHAVE: Sanitizantes;
Bacteriocinas; Células *Persisters*

ABSTRACT: The equipment in the food industry is prone to high microbiological contamination due to the presence of substrates for the microorganisms, and when unhygienic they allow the microorganisms to develop and even form biofilms, contaminating the final product. Microbial biofilms are communities composed of sessile, mono or multispecies cells, adhered to a substrate, embedded in a matrix of EPS, in the formation of which the microorganisms exhibit differentiated phenotypes, metabolism, physiology and genetic transcription. This summary aims to bring to readers of different areas, more detailed information regarding the different interferences in the formation of bacterial biofilm, as well as some current strategies to combat them. It is known that chemical sanitizers do not completely eliminate the formed biofilm, and the incorrect use of these chemical agents or in inadequate concentrations may promote the selection of

some resistant bacterial species and the release of persister cells, which will constitute biofilm on another surface . As an alternative to this problem, we discuss the use of bacteriocins, highlighting the efficiency of this biofilm of *Enterococcus*, *Escherichia coli* and *Salmonella* spp in studies conducted by our research group.

KEYWORDS: Sanitizers; Bacteriocins; Persisters Cells

1 | BIOFILME BACTERIANO: FORMAÇÃO E COMPOSIÇÃO

Os biofilmes microbianos são comunidades constituídas por células sésseis, mono ou multiespécies, aderidas a um substrato biótico ou abiótico, circundado por uma matriz exopolissacarídica (EPS), contendo ácidos nucleicos, proteínas e outras substâncias (MOHAMED et al., 2004). Os microrganismos em biofilme podem apresentar diferenciados fenótipos, metabolismo, fisiologia e transcrição genética (DONLAN; COSTERTON, 2002) (Figura 1 A).

A formação de biofilmes é considerada uma problemática com relação à área ambiental, industrial e da saúde, devido essas comunidades microbianas expressarem propriedades específicas, tais como o aumento da resistência a antibióticos, a luz UV, a produtos químicos como os biocidas; aumento das taxas de troca de material genético, alteração na biodegradabilidade e aumento na produção de metabólitos secundário (PRAKASH; VEEREGOWDA; KRISHNAPPA, 2003).

Segundo Watnick e Kolter (2000) os microrganismos, denominados de células planctônicas, se aproximam da superfície, formando uma associação provisória com a própria superfície e/ou outros microrganismos. Essa adesão inicial irá depender do tipo de material que o microrganismo irá se aderir; se for uma superfície abiótica, essas interações podem ocorrer por interações físico-químicas não específicas, já em superfícies bióticas a interação microrganismo/superfície é mediadas por ligações moleculares específicas do tipo receptor-ligante (DUNNE, 2002) (Figura 1B).

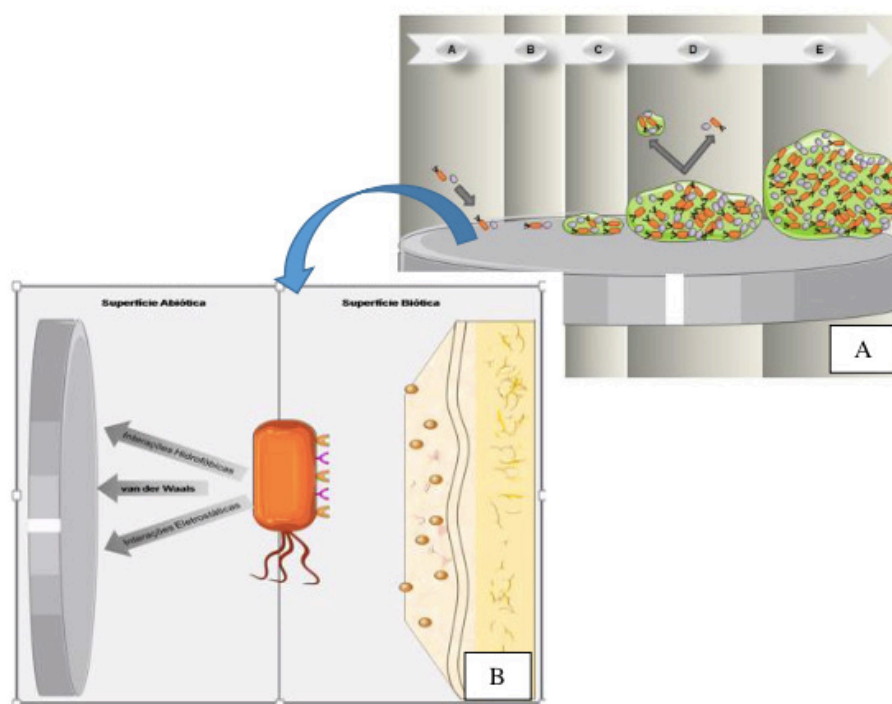


Figura 1 – (A) Representação esquemática da formação de biofilme multi espécie. Em (A/B) adesão do microrganismo na superfície; (C) formação de microcolônias e interação célula-célula; (D) desprendimento de células do biofilme; (E) biofilme maduro. (B) Interações envolvidas na adesão de células bacterianas planctônicas à superfície abiótica e biótica. As interações físico-químicas não específicas, envolvidas na adesão reversível, incluem as interações eletrostáticas de van der Waals e hidrofóbicas, ligações de hidrogênio e por adesinas, podendo culminar na adesão irreversível.

Após o processo de adesão, ocorre à formação de microcolônias e produção de exopolissacarídeos (EPS), que passam a estabilizar a associação. O EPS são componentes primordiais na estrutura e integridade funcional do biofilme, agindo como agregador de células, formação tridimensional e barreira defensiva contra agentes químicos diversos. As células aderidas que compõem o biofilme são denominadas de células sésseis. Vários elementos exercem influência no processo de adesão e formação de biofilmes bacterianos, como hidrofobicidade, carga da superfície, temperatura, presença de substrato, aparatos celulares como pili, fímbrias e flagelos, diferenças existentes entre as superfícies utilizadas no processamento de alimentos e a configuração dos equipamentos em relação à facilidade ou não de limpeza e sanitização. Segundo Pereira et al. (2000) a topografia das superfícies, como sua composição, rugosidade e porosidade também podem ser determinantes para este processo. Uma vez que as bactérias estejam ligadas irreversíveis a uma superfície, o processo de maturação do biofilme inicia-se. A densidade e complexidade do biofilme aumentam à medida que os organismos aderidos iniciam sua replicação e os componentes extracelulares gerados por esses organismos interagem com moléculas orgânicas e inorgânicas do ambiente circundante para formar a matriz ou exopolissacarídeo (EPS). Esta substância envolve as células no interior do biofilme, fortalece a adesão entre as células, promove o suporte estrutural do biofilme e pode

agir como receptor para novas interações. O EPS é composto principalmente de proteínas, polissacarídeos e ácidos nucléicos (STOODLEY et al., 2002).

Além do EPS, também compõem a matriz do biofilme DNA, adesinas e demais proteínas da família de componentes de superfície microbianos, responsáveis por mediar a aderência de diferentes tipos de células às superfícies (CUCARELLA et al., 2001). Os apêndices bacterianos, como pili e fimbrias também estão envolvidos no desenvolvimento de biofilme, pois promovem o contato célula-célula (VAN HOUDT e MICHIELS, 2010).

Fimbrias são finos filamentos proteicos que se projetam da superfície celular e são classificados com base em suas propriedades adesivas, antigênicas ou físicas, ou com base em semelhanças na sequência primária de aminoácidos de suas principais subunidades protéicas. As fimbrias tipo 1, que são em forma de bastonete e têm aproximadamente 7 nm de largura e 1 nm de comprimento, são as adesinas mais comuns encontradas tanto em *E. coli* patogênica quanto comensal, bem como em outras *Enterobacteriaceae*. O papel das fimbrias na formação de biofilme tem sido estudado de forma exaustiva em cepas de *E. coli*, demonstrando ser responsáveis na fixação inicial da célula à superfícies (BELOIN et al. 2004; REN et al. 2004). Foram descritas a adesão por fimbrias cepas de *E. coli* produtoras de toxinas Shiga (COOKSON et al. 2002), em aderência ao Teflon e aço inoxidável por *Salmonella* enterica serovar Enteritidis e na formação de biofilme em poliestireno para *Klebsiella pneumoniae* (SCHEMBRI et al. 2005).

Fimbrias curli (fimbrias finas agregativas em *Salmonella*) são estruturas filamentosas proteicas finas, formadas pela precipitação extracelular. Foi demonstrado aumento na formação de fimbrias curli na formação de biofilme de *E. coli* O157: H7 em aço Inoxidável (RYU et al. 2004). Além das fimbrias curli, a celulose também está geralmente associada com biofilmes de várias salmonelas, incluindo cepas do sorovar Typhimurium (JAIN e CHEN 2007). A produção simultânea de celulose e curli leva à formação de uma matriz extracelular hidrofóbica, altamente inerte, na qual as células são incorporadas (ZOGAJ et al. 2001). Entretanto, outros polissacarídeos capsulares podem estar presentes na matriz de biofilme extracelular de *Salmonella* (de REZENDE et al. 2005), e a composição exata depende das condições ambientais em que os biofilmes são formados (PROUTY e GUNN 2003) (Figura 2).

A camada de lipopolissacarídeo (LPS) em bactérias Gram-negativas, consiste de uma superfície contendo o O-antígeno o, uma estrutura nuclear e uma porção lipídica A que é incorporado na bicamada lipídica da membrana externa. O LPS não afeta apenas a suscetibilidade da bactéria a desinfetantes, antibióticos e outras moléculas tóxicas (RUSSELL e FURR 1986), mas também desempenha um papel na formação de biofilme. O ácido colânico do EPS (ou antígeno M) produzido pela maioria das cepas de *E. coli*, bem como por outras espécies do grupo das *Enterobacteriaceae*, parece ser importante para estabelecer a estrutura complexa e profundidade de biofilmes de *E. coli*, porém não estando correlacionado com a adesão inicial a superfícies abióticas

(PRIGENT-COMBARET et al., 2000).

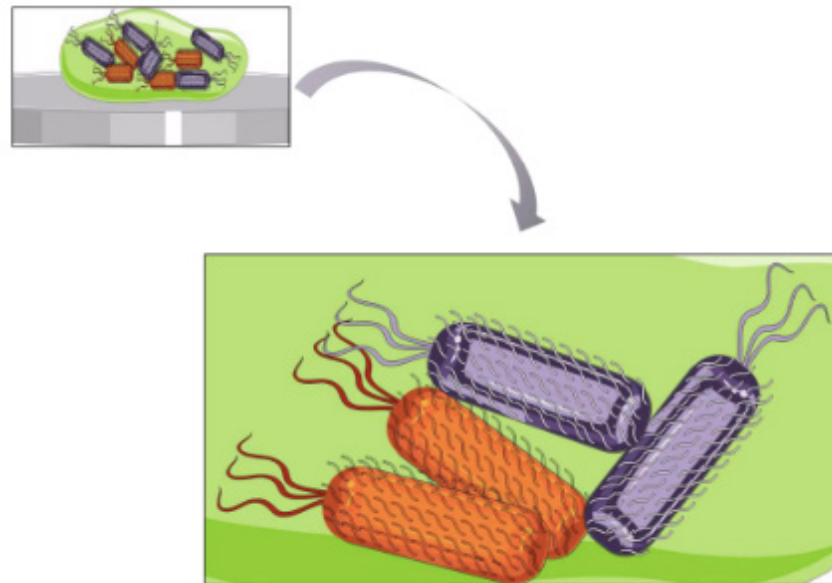


Figura 2– Representação das estruturas flagelo (filamentos maiores), fímbrias *curli* (filamentos menores) e matriz (cor verde) que auxiliam na formação de biofilme

Outros fatores que controlam o amadurecimento das microcolônias são pH, perfusão de oxigênio, fonte de carbono e osmolaridade. Em determinado momento, o biofilme alcança uma massa crítica e um equilíbrio dinâmico é criado de forma que as camadas mais externas do biofilme começam a gerar células planctônicas, ou seja, inicia-se a liberação de células da estrutura formada, sendo capazes de colonizar outras superfícies (DUNNE, 2002). O biofilme maduro pode apresentar microcanais internos, úteis na distribuição de nutrientes e água, no escoamento de metabólitos, enzimas alginatolases e as proteases, necessárias ao destacamento de células do biofilme e na distribuição de moléculas sinalizadoras de *quorum sensing* (QS). Esse sistema de comunicação célula-célula, é outro fator que tem sido considerado de grande importância para a formação de biofilmes microbianos. Neste sistema as bactérias sintetizam compostos sinalizadores de baixo peso molecular, denominados de autoindutores (AIs), que irão modular e influenciar a formação do biofilme, modulando também outras funções como esporulação, produção de bacteriocinas, expressão de fatores de virulência, produção de proteases e pigmentação, além de favorecer o acesso a nutrientes (HALL-STOODLEY et al, 2004).

Sob determinadas situações, devido a uma programação celular, ocorre o desprendimento de células pertencentes ao biofilme (células sésseis) ou de grupos de células unidas pelo EPS que podem colonizar novo local (BAYLES, 2007). O metabolismo de carboidratos também regula a produção de biofilme entre as várias bactérias gram-positivas, incluindo *E. faecalis*, sendo que um regulador transcricional dependente de glicose (PILLAI et al., 2004). Estudos realizados com *E. faecalis* e *E. faecium* demonstraram que a glicose teve influência positiva do carboidrato na capacidade

de formação de biofilme destes microrganismos (PILLAI et al., 2004; CASSENEGO, 2014). Ainda, fatores ambientais como temperatura, pH, presença de nutrientes, osmolaridade, presença de outras bactérias e tipo de superfície também interferem na formação de biofilme (MOHAMED; HUANG, 2007; VAN HOUDT; MICHIELS, 2010). MARINHO et al. (2013) também revelaram que a temperatura influencia na formação de biofilme, sendo que em 10°C inibiu fortemente o desenvolvimento de biofilme e a 37°C ocorreu o melhor desempenho de formação de biofilme nos isolados de *E. faecium*.

2 | BIOFILME BACTERIANO NA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

A formação de biofilme em superfícies utilizadas na produção de alimentos vem recebendo destaque, principalmente no que se refere aos malefícios de sua presença. Uma vez constituídos, os biofilmes agem como pontos de contaminação constante, liberando células de microrganismos patogênicos e/ou deterioradores de alimentos, podendo comprometer a qualidade microbiológica de matérias-primas, produtos pré-acabados e acabados (FUSTER-VALLS et al., 2008; MANSFELD, 2007). Biofilmes de microrganismos potencialmente patogênicos foram detectados em alimentos e em superfícies de processamento de alimentos, comprometendo a higiene dos mesmos bem como podendo atuar como reservatório de patógenos e microrganismos deteriorantes. Em última instância biofilmes microbianos produzidos em superfícies de alimentos representam um risco para a saúde pública (SHI; SHU, 2009; VAN HOUDT; MICHIELS, 2010; FONSECA 2010). A fixação de microrganismos na superfície de alimentos pode ser considerada como um primeiro passo para a deterioração desses produtos, e sua permanência e crescimento dependem de sua capacidade de se manter aderido. Assim o conhecimento sobre as características de formação de biofilmes em alimentos frescos é útil para estabelecer diretrizes sobre armazenamento seguro (BAE et al., 2014).

Outra problemática envolvendo a formação de biofilme na indústria de alimentos é a capacidade das células sésseis serem resistentes aos agentes empregados nos procedimentos de higienização. Alguns pesquisadores relatam que as células sésseis chegam a ser de 500 a 1000 vezes mais resistentes que as células planctônicas (DRENKARD, 2002). Um dos grandes responsáveis por conferir esta proteção é a matriz de EPS, que age como barreira física, impedindo que os agentes sanitizantes cheguem a seus sítios de ação. O EPS é também capaz de adsorver cátions, metais e toxinas, conferir proteção contra radiações UV, alterações de pH, choques osmóticos e dessecação. Ainda, alguns subprodutos celulares do biofilme aceleram a corrosão do aço inoxidável, e dificultam a troca de calor, reduz o fluxo de fluidos e filtração por membranas (LIAQAT et al., 2013). Devido a este agravante, conhecer as condições que propiciam a formação de biofilme e as suas fragilidades é primordial para que

estratégias de controle, mais econômicas e eficazes, sejam dimensionadas para a eliminação de mais esta possibilidade de introdução de microrganismos na cadeia alimentar (HERRERA et al., 2007).

Diversas superfícies utilizadas no setor, tais como o aço inoxidável, vidro, borracha, policarbonato, poliuretano, poliestireno, polipropileno, titânio, alumínio e cerâmica vem sendo investigados quando a capacidade de adesão microbiana (DI CICCIO et al., 2015). Após a formação do biofilme, os microrganismos que se encontram em seu interior são protegidos da remoção quando expostos ao escoamento de líquidos, alta turbulência e à ação de agentes químicos como os utilizados nos procedimentos de higienização (CLONTZ, 2008).

Resíduos de produtos cárneos, como pequenas quantidades de extrato de carne, salsichas ou gordura animal, pode inicialmente interferir na adesão das células para formação de biofilme em *L. monocytogenes*, porém, com o tempo esses resíduos servem de nutrientes, aumentando o número de células no biofilme além da sobrevivida prolongada em uma variedade de materiais, incluindo aço inoxidável, borracha de correia transportadora, e materiais de parede e chão (SOMERS e WONG 2004). Leite desnatado e proteínas do leite, como caseína e lactalbumina, também foram relatados com a redução significativa da fixação de *Staphylococcus aureus*, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas fragi*, *Salmonella* Typhimurium, esporos e células vegetativas de bacilos termofílicos e *L. monocytogenes* a aço inoxidável e gaxetas de borracha buna-n (PARKAR et al. 2001), contudo, posteriormente servindo de nutrientes às células. Allan et al. (2004) mostraram que as taxas de sobrevivência de *L. monocytogenes* a várias superfícies, incluindo aço inoxidável, resina acetal, argamassa e plástico reforçado com fibra de vidro, foram maiores na presença de solo biológico.

2.1 Controle químico de biofilme

A indústria de alimentos utiliza diversas estratégias de higienização dos equipamento, no entanto, tais procedimentos podem não ser totalmente eficazes sobre biofilmes bacterianos, selecionando fenótipos resistentes (SIMÕES et al., 2010). Diferentes produtos químicos podem ser utilizados no processo de sanitização de utensílios e equipamentos, incluindo produtos tensoativos ou alcalinos, usados para suspender e dissolver os restos de alimentos pela diminuição da tensão superficial, ou emulsão de gorduras e desnaturação de proteínas (MAUKONEN et al., 2003).

Uma ampla gama de desinfetantes químicos é usada nos alimentos indústria, que pode ser dividida em diferentes grupos de acordo com o seu modo de ação: (i) agentes oxidantes incluindo compostos à base de cloro, peróxido de hidrogênio, ozono e PAA, (ii) compostos de superfície ativa, incluindo compostos quaternários de amônio e compostos aniônicos ácidos, e (iii) iodóforos. A eficiência da desinfecção é influenciada pelo pH, temperatura, concentração, tempo de contato e interferindo em substâncias orgânicas como alimentos partículas e sujeira (KUDA et al., 2008).

Agentes de limpeza como detergentes e enzimas são freqüentemente combinadas com desinfetantes para aumentar sinergicamente a eficiência da desinfecção. O aumento da resistência de células de biofilme a biocidas, pelo menos parcialmente por causa da interferência da matriz exopolimérica, explica porque o desinfetante que é mais eficaz para as células planctônicas não é necessariamente o mais ativo contra as células do biofilme. Meyer (2003) classificou a eficiência de desinfetantes para eliminar células de biofilme e concluíram que a eficácia aumentou a partir de compostos de amônio quaternário sobre anfóteros, cloro e biguanidas. Embora o hipoclorito seja amplamente utilizado, há controversas sobre sua eficiência em biofilme bacteriano (SREY *et al.*, 2013), devido à baixa eficiência de difusão pelo EPS. Para remover os microrganismos do biofilme, a solução de higienização deve ser capaz de penetrar na matriz de EPS e ganhar acesso às células microbianas promovendo a inativação destas e sua remoção (SOUZA *et al.*, 2014).

Numerosos relatos indicam que a eficácia antimicrobiana de vários sanitizantes aquosos é menor na presença de biofilme de *Salmonella* spp. Nove desinfetantes comumente usados na indústria foram avaliados contra no biofilme de *Salmonella* sp, mostrando um efeito bactericida que variou a eficácia na presença de etanol a 70% (MORETRO e LANGSRUD 2004), fosfato trissódico (SCHER *et al.* 2005) e ao cloro e iodo (JOSEPH *et al.* 2001). Os demais sanitizantes não apresentaram eficácia.

Biofilmes de *Listeria monocytogenes* foram mais resistente a agentes de limpeza e desinfetantes, incluindo fosfato trissódico, cloro, ozônio, peróxido de hidrogênio, ácido peracético (PAA) e amônia quaternária compostos (Stopforth *et al.* 2002; Somers e Wong 2004; Robbins *et al.* 2005). Biofilmes de *Lactobacillus plantarum* apresentaram resistência a vários ácidos orgânicos, etanol e hipoclorito de sódio (KUBOTA *et al.* 2009).

Em estudo realizado por Mucke (2016), demonstrou a eficiência de cinco desinfetantes químicos, utilizados na indústria de alimentos, contra biofilme de *Enterococcus* sp. Este estudo mostrou que mesmo após 1 hora da presença do desinfetante com o biofilme formado, não houve redução total da estrutura de biofilme (Figura 3). Esses dados nos mostram que os microrganismos remanescentes presentes no biofilme são mais resistentes aos agentes químicos. Castro (2012) avaliou a eficiência dos sanitizantes hipoclorito de sódio, ácido peracético e digluconato de clorexidina, sobre a formação de biofilme de *E. faecium*, *E. faecalis*, *Pseudomonas fluorescens*, *P. aeruginosa* em superfície de aço inoxidável. Embora os sanitizantes tenham sido utilizados nas concentrações recomendadas pelos fabricantes e frequentemente utilizadas nas indústrias de alimentos, estes não eliminaram o biofilme formado por estes microrganismos. Jessen e Lammert (2003) explicam que a remoção de microrganismos de superfícies de contato torna-se muito mais complicada após a formação do biofilme maduro, sendo mais eficiente adotar várias ações combinadas.

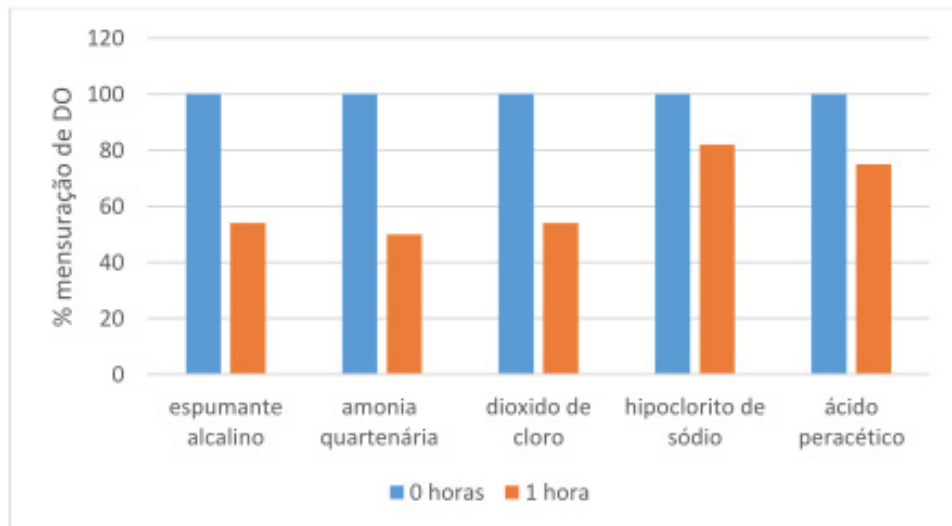


Figura 3 – Porcentual de células viáveis de *Enterococcus* sp após 1 hora na presença dos principais desinfetantes químicos de utilização industrial.

Meira et al. (2012) e Souza et al. (2014) verificaram o efeito de ácido peracético e hipoclorito de sódio sobre biofilmes pré-formados de *S. aureus* em superfícies de poliestireno e aço inoxidável, contudo, estes não foram eficientes para a completa remoção das células do biofilme. As células *persisters*, aderidas às superfícies, após a aplicação de sanitizantes reforçam o biofilme como uma fonte provável de contaminação cruzada, principalmente em superfícies de processamento de alimentos (figura 4). Apesar das estratégias e conceitos de segurança na indústria de alimentos, ainda há vários problemas relacionados à contaminação de alimentos por patógenos alimentares (DI CICCIO et al., 2015). Uma alternativa para aumentar a segurança de alimentos envolve o uso de produtos provenientes do metabolismo das bactérias (ROSS et al. 2002). Dentre estes, destaca-se o uso de bacteriocinas.

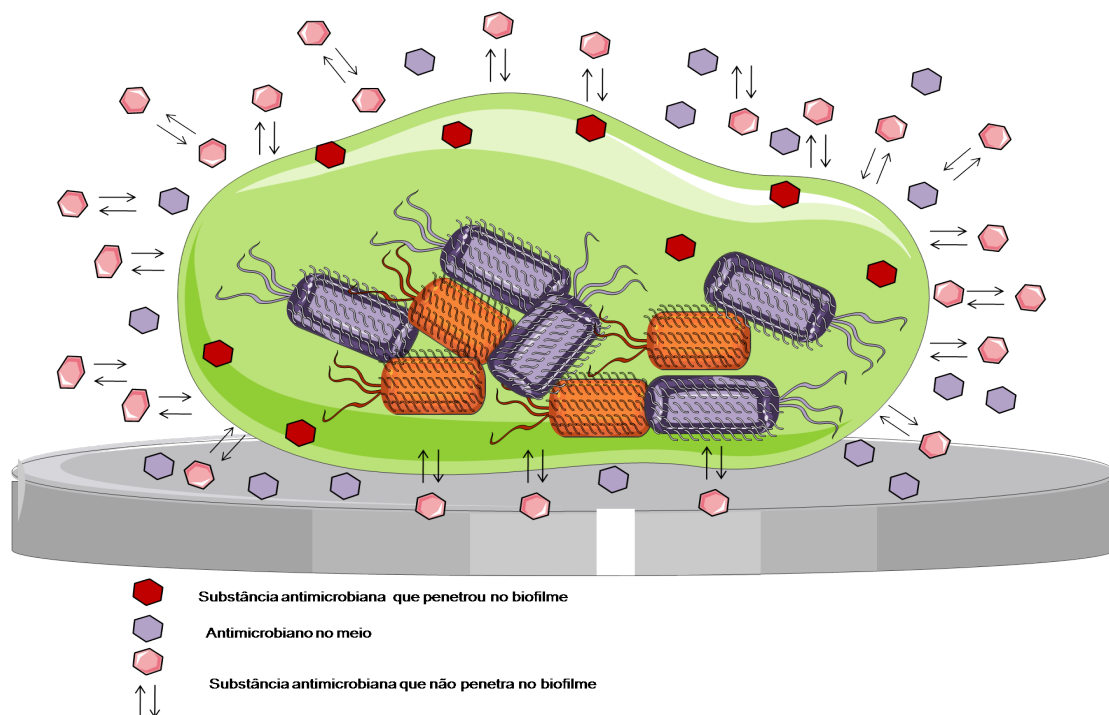


Figura 4 – Ação limitada de substâncias antimicrobianas sobre células do biofilme.

2.2 Bacteriocinas no controle de biofilme bacteriano

Bacteriocinas são peptídeos ou pequenas proteínas com atividade antimicrobiana produzidas por diferentes gêneros bacterianos (Figura 5). Tais peptídeos antimicrobianos são ativos contra patógenos de origem alimentar, como *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *B. cereus* e células vegetativas e esporos de *Clostridium botulinum* (GIRAFFA et al., 2003). As bacteriocinas podem ser agrupadas em quatro grandes grupos com base em sua estrutura como, por exemplo, similaridades entre a sequência primária, propriedades físico-químicas, sequência líder e número de peptídeos que constituem sua atividade, e principalmente com base em seu modo de ação. Cotter et al (2013) definiu quatro classes de bacteriocinas (Figura 6).

A maioria das bacteriocinas interage com lipídeos aniônicos presentes na membrana plasmática das bactérias alvo, sendo ativas principalmente contra bactérias Gram-positivas, já que essas são caracterizadas por um elevado teor de lipídeos aniônicos na membrana. A maioria das bacteriocinas torna permeabilizando à membrana celular permeável por meio da formação de poros, o que promove a dissipação da força próton motora (PMF) e inibição do transporte de aminoácidos. A PMF está envolvida em diversos processos na membrana citoplasmática, tais como o acúmulo de íons e metabólitos, e a síntese de ATP (ABEE et al., 1995).

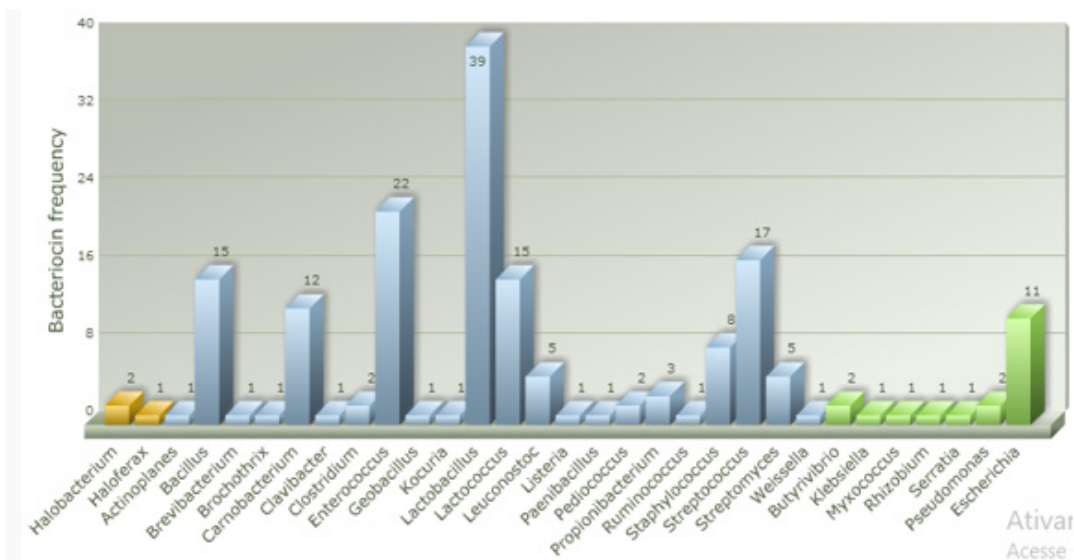


Figura 5 – Bacteriocinas distribuídas entre os gêneros bacterianos fornecidos pela plataforma database Bactibase (2018).

Bacteriocinas também podem inibir bactérias Gram-negativas, neste caso necessitam transpor a membrana externa e alcançar a membrana plasmática da célula alvo para atuarem. Em contato com a membrana plasmática são capazes de interferir na síntese de DNA, RNA e proteínas. A exemplo, microcina B17 inibe a enzima DNA-girase, e microcina J25 inibe a RNA polimerase (COTTER et al., 2013). Bactérias produtoras de bacteriocinas possuem um mecanismo de imunidade que as protegem da ação de suas próprias bacteriocinas. A proteção é conferida por um peptídeo de imunidade expresso concomitantemente às bacteriocinas. A proteína de imunidade pode estar fracamente associada ou não associada às proteínas receptoras de membrana (manose fosfotransferase - Man-PTS). Quando a bacteriocina é produzida, a proteína de imunidade se liga ao receptor evitando que a bacteriocina se ligue a ele e forme poros na membrana citoplasmática, o que provocaria a lise celular.

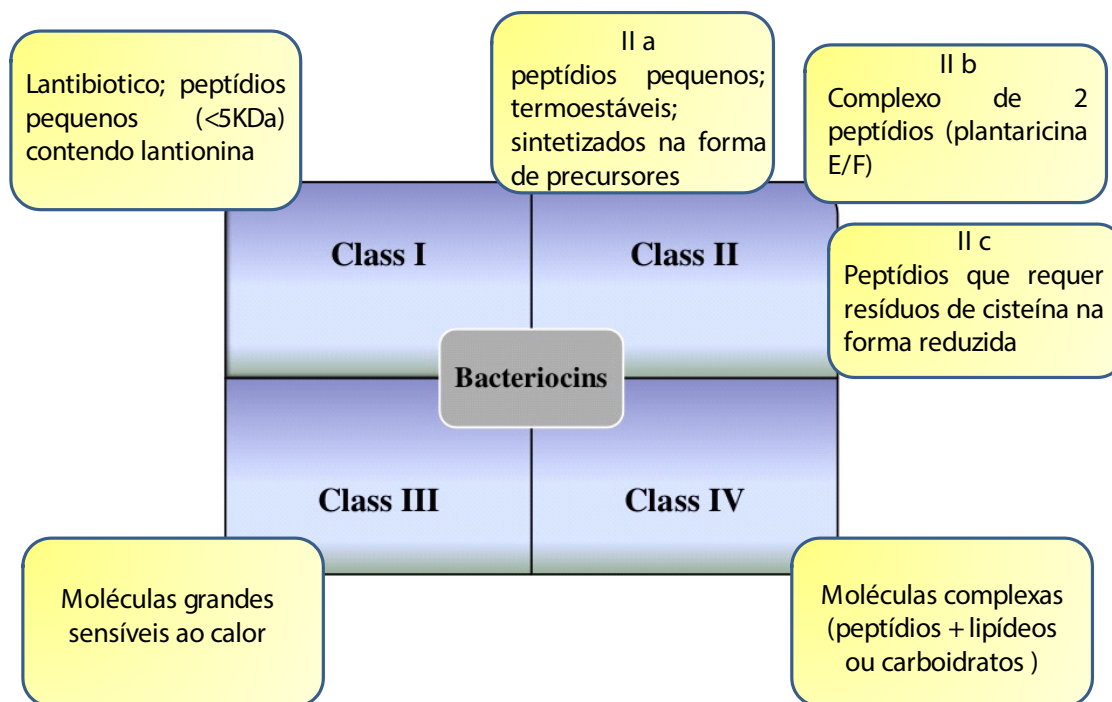


Figura 6 - Classificação das bacteriocinas segundo Cotter et al (2013), com modificações.

Nisina é a bacteriocina mais comumente empregada na conservação de alimentos, tanto a nível nacional quanto mundial, sendo utilizada principalmente em queijos pasteurizados para prevenir o crescimento indesejável de bactérias Gram-positivas esporogênicas deterioradoras. Embora há diversos relatos da inibição de biofilme bacteriano por nisina, este peptídeo possui melhor ação contra bactérias Gram-positivas (JOERGER, 2003). Por este fato, diversos estudos têm focado no isolamento de novos isolados bacterianos produtores de bacteriocina, que apresentem ação antagônica contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, quando em formação de biofilme.

Zhao et al. (2004) demonstraram que bacteriocina produzida por *Enterococcus durans* e *Lactococcus lactis* foram capazes de reduzir mais de 5 log UFC/cm² de biofilme de *Listeria monocytogenes*. Minei et al. (2008) descreveram a redução na formação de biofilme em cupons de aço inox, quando co-cultivado *L. monocytogenes* e *Enterococcus faecium* bacteriogênicos. Winkelströter et al (2015) também comprovaram a diminuição da formação de biofilme quando *Lactobacillus paraplantarum* e *L. monocytogenes* foram crescidos em co-cultivo. Células planctônicas e biofilme de *Bacillus subtilis* foram afetados após contato com bacteriocina produzida por *L. acidophilus*. Nisina A e lacticina Q também apresentaram efeito antagônico contra biofilme de *Staphylococcus aureus* (Okuda et al., 2013).

Nosso grupo de pesquisa avaliou a eficiência de bacteriocina (enterocinas) produzida por isolados de *Enterococcus* sp sobre biofilme formado de *L. monocytogenes*. Foram testados enterocinas produzidas por 4 isolados bacterianos, mostrando diminuição considerável na formação de biofilme (Figura 8 A). A figura 8 (B) apresenta resultado da enterocina contra biofilme de *E. coli* e *Salmonella* sp. Neste estudo,

utilizamos a mensuração da biomassa total do biofilme com o corante cristal violeta. A intensidade da cor revelada é proporcional com a presença de células/biofilme.

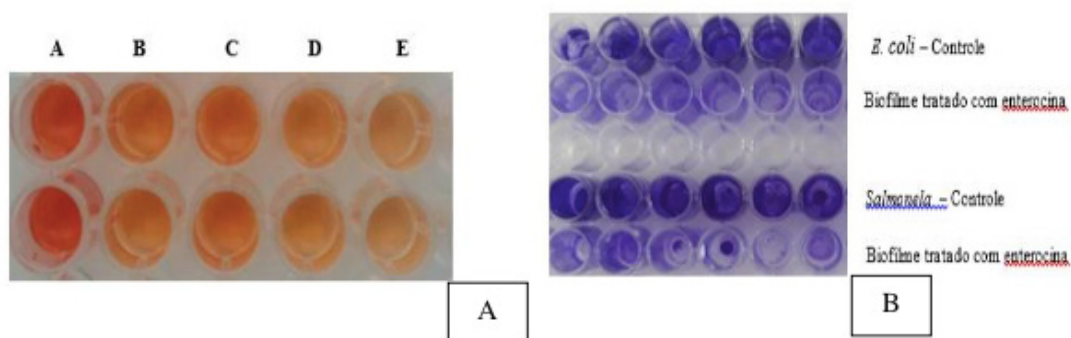


Figura 8 – (A) Biofilme de *Listeria monocytogenes* formado em poços de placa de poliestireno. Em (A) controle; (B a E) biofilme maduro tratado com bacteriocina produzida por *Enterococcus* sp. A revelação da integridade celular no biofilme foi realizada com XTT (cloreto de trifenil tetrazolium), que revela a respiração celular bacteriana. Observar a perda da intensidade de cor (vermelha) no biofilme tratado com enterocina, indicando morte celular. (B) Biofilme de *Escherichia coli*, *Salmonella* sp e *Enterococcus* sp formado em poços de placa de poliestireno. A quantificação do biofilme foi realizada pela mensuração da biomassa total do biofilme formado, utilizando o corante cristal violeta. Observar a perda da intensidade de cor (azul) no biofilme tratado com enterocina, indicando morte celular.

REFERENCIAS

ALLAN, J.T., YAN, Z., GENZLINGER, L.L.; KORNACKI, J.L. **Temperature and biological soil effects on the survival of selected foodborne pathogens on a mortar surface.** J Food Prot, v.67, p.2661–2665, 2004.

BAYLES, K.W. **The biological role of death and lysis in biofilm development.** Nature Reviews Microbiology, v.5; p. 721-726, 2007.

BELOIN, C., et al. **Global impact of mature biofilm lifestyle on *Escherichia coli* K-12 gene expression.** Mol Microbiol, v.51, p.659–674, 2004.

CASSENEGO, A.P.V. **Análise dos fatores de virulência em *Enterococcus faecalis* isolados de humanos, alimentos e frangos,** 2014. 127 f. Tese (Doutorado em Microbiologia molecular de procaríotos) - Instituto de ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

CASTRO, M. S. R. ***Enterococcus* spp. e *Pseudomonas* spp. isolados de ambiente de processamento de produtos lácteos: identificação, formação de biofilmes multi-espécies e controle por agentes sanitizantes.** 2012. 225 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2012.

CLONTZ, L. **A contaminação microbiana pode causar uma redução de fluxo e corrosão das linhas do sistema de água.** Revista Controle de Contaminação, n. 109, 2008.

COOKSON, A.L., COOLEY, W.A.; WOODWARD, M.J. **The role of type 1 and curli fimbriae of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in adherence to abiotic surfaces.** Int J Med Microbiol, v.292, p.195–205, 2002.

COTTER, P. D.; ROSS, R.P; HILL, C. **Bacteriocins – A viable alternative to antibiotics?** Nature Reviews Microbiology, n.11, p.95-105, 2013.

CUCARELLA, C.; SOLANO, C.; VALLE, J.; AMORENA, B.; LASA, I.; PENADÉS, J. R. **Bap, a *Staphylococcus aureus* surface protein involved in biofilm formation.** Journal of Bacteriology, v.183, p.2888-2896, 2001.

de REZENDE, C.E., ANRIANY, Y., CARR, L.E., JOSEPH, S.W.; WEINER, R.M. (2005) **Capsular polysaccharide surrounds smooth and rugose types of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium DT104.** Appl Environ Microbiol, v71, p. 7345– 7351, 2005.

DI CICCIO, P.; VERGARA, A.; FESTINO, A.R.; PALUDI, D.; ZANARDIA, E.; GHIDINIA, S.; IANIERI, A. **Biofilm formation by *Staphylococcus aureus* on food contact surfaces: Relationship with temperature and cell surface hydrophobicity.** Food Control, v. 50, p. 930–936, 2015.

DONLAN, R. M.; COSTERTON, J. W. **Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms.** Clinical Microbiology Reviews, v. 15, n. 2, p. 167-193, 2002.

DRENKARD, E.; AUSUBEL, F. M. ***Pseudomonas* biofilm formation and antibiotic resistance are linked to phenotypic variation.** Nature, v.416, p. 740–743, 2002.

DUNNE JUNIOR, W. M. **Bacterial adhesion: see any good biofilm lately?** Clinical Microbiology Reviews, v. 15, p.155-166, 2002.

FONSECA, J.F.S.G. **Avaliação da capacidade de adesão e produção de biofilme em enterococos clínicos e alimentares,** 2010. 46 f. Dissertação (Mestrado em microbiologia aplicada) – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.

FUSTER-VALLS, N. et al. **Effect of different environmental conditions on the bacteria survival on stainless steel surfaces.** Food Control, v. 19, n. 3, p. 308- 14, 2008.

GIRAFFA, G. **Functionality of enterococci in dairy products.** International Journal of Food Microbiology, v.88, n.2-3, p.215–222, 2003.

HALL-STOODLEY, L., COSTERTON, J.W., STOODLEY, P. **Bacterial biofilms: from the natural environment to infectious diseases.** Nat. Rev. Microbiol. 2, 95–108, 2004.

HERRERA, J. J. R.; CABO, M. L.; GONZÁLEZ, A.; PAZOS, I.; PASTORIZA, L. **Adhesion and detachment kinetics of several strains of *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* under three different experimental conditions.** Food Microbiology, v. 24, n. 6, p. 585-591, 2007.

KUBOTA, H., SENDA, S., TOKUDA, H., UCHIYAMA, H.; NOMURA, N. **Stress resistance of biofilm and planktonic *Lactobacillus plantarum* subsp. *plantarum* JCM 1149.** Food Microbiol, v26, p.592–597, 2009.

LIAQAT, S.I. AHMED, N JAHAN. **Biofilm formation and sporulation in *Bacillus subtilis*.** International Journal of Microbiology Research and Reviews, v.1, p. 61-67, 2013.

JAIN, S.; CHEN, J. **Attachment and Biofilm formation by various serotypes of *Salmonella* as influenced by cellulose production and thin aggregative fimbriae biosynthesis.** J Food Prot, v70, p2473–2479, 2007.

JESSEN, B.; LAMMERT, L. **Biofilm and Desinfection in Meat Processing Plants.** International Biodeterioration & Biodegradation, v. 51, n. 4, p. 265-269, 2003.

JOERGER R. D. **Alternatives to antibiotics: bacteriocins, antimicrobial peptides and bacteriophages.** Poultry Science Association. V. 82, p. 640-647, 2003.

- JOSEPH, B., OTTA, S.K.; KARUNASAGAR, I. **Biofilm formation by *Salmonella* spp. on food contact surfaces and their sensitivity to sanitizers.** Int J Food Microbiol, v.64, p.367–372, 2001.
- OKUDA, K et al. **Effects of bacteriocins on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* biofilm.** Antimicrobial Agents and Chemotherapy Aug, p. 1-28, 2013.
- KLEMM, P.; KROGFELT, K.A. Type 1 fimbriae of *Escherichia coli*. In **Fimbriae, Adhesion, Genetics, Biogenesis and Vaccines** ed. Klemm, p. 9–26, 1994.
- KUDA, T.; YANO, T.; KUDA, M. T. **Resistances to benzalkonium chloride of bacteria dried with food elements on stainless steel surface.** LWT – Food Science and Technology, v. 41, p. 988-993, 2008.
- MANSFELD, F. **The interaction of bacteria and metal surfaces.** Electrochimica Acta, v. 52, p. 7670-7680, 2007.
- MARINHO, A. R. et al. **Biofilm formation on polystyrene under different temperatures by antibiotic resistant *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* isolated from food Brazilian,** Journal of Microbiology, v. 44, 2, p. 423-426, 2013.
- MAUKONEN, J.; MÄTTÖ, J.; WIRTANEN, G.; RAASKA, L.; MATTILASANDHOLM, T.; SAARELA, M. **Methodologies for the characterization of microbes in industrial environments: a review.** Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, v. 30, p.327-356, 2003.
- MEIRA, Q. G. S.; BARBOSA, I. M.; ATHAYDE, A. J. A. A.; SIQUEIRA-JÚNIOR, J. P.; SOUZA, E. L. **Influence of temperature and surface kind on biofilm formation by *Staphylococcus aureus* from food-contact surfaces and sensitivity to sanitizers.** Food Control, v. 25, p. 469-475, 2012.
- MEYER, B. **Approaches to prevention, removal and killing of biofilms.** International Biodeterioration & Biodegradation, v. 51, p. 249–253, 2003.
- MINEI, C.C., GOMES, B.C., RATTI, R.P., D'ANGELIS, C.E.M.; DE MARTINIS E.C.P. **Influence of peroxyacetic acid and nisin and coculture with *Enterococcus faecium* on *Listeria monocytogenes* biofilm formation.** Journal of Food Protection, v. 71, p. 634- 638, 2008.
- MOHAMED, J. A.; HUANG, W.; NALLAPAREDDY, S. R.; TENG, F.; MURRAY, B. E. **Influence of origin of isolates, especially endocarditis isolates, and various genes on biofilm formation by *Enterococcus faecalis*.** Infection and Immunity, v. 72, p. 3658–3663, 2004.
- MOHAMED, J. A.; HUANG, W. **Biofilm formation by enterococci.** Journal of Medical Microbiology, v. 56, p. 1581–1588, 2007.
- MORETRO, T.; LANGSRUD, S. ***Listeria monocytogenes*: biofilm formation and persistence in food processing environments.** Biofilms, v. 1, p. 107–121, 2004.
- PARKAR, S.G., FLINT, S.H., PALMER, J.S.; BROOKS, J.D. **Factors influencing attachment of thermophilic bacilli to stainless steel.** J Appl Microbiol, v.90, p.901–908, 2001.
- PEREIRA, M. A.; ALVES, A. A.; AZEREDO, J.; MOTA, M.; OLIVEIRA, R. **Influence of physico-chemical properties of porous microcarriers on the adhesion of a anaerobic consortium.** Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, v. 24, p. 181-186, 2000.
- PILLAI, S. K.; SAKOULAS, G.; ELIOPOULOS, G. M.; MOELLERING, R. C.; JR, MURRAY, B. E.; INOUE, R. **Effects of glucose on *fsr*-mediated biofilm formation in *Enterococcus faecalis*.** The Journal of Infectious Diseases, v. 190, p. 967–970, 2004.

- PRAKASH, B.; VEEREGOWDA, B. M.; KRISHNAPPA, G. **Biofilms: a survival strategy of bacteria.** Current Science, v. 85, p.1299-1306, 2003.
- PRIGENT-COMBARET, C., PRENSIER, G., LE THI, T.T., VIDAL, O. LEJEUNE, P.; DOREL, C. **Developmental pathway for biofilm formation in curli-producing *Escherichia coli* strains: role of flagella, curli and colanic acid.** Environ Microbiol, v. 2, p.450–464, 2000.
- PROUTY, A.M.; GUNN, J.S. **Comparative analysis of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium biofilm formation on gallstones and on glass.** Infect Immun 71, 7154–7158, 2003.
- REN, D., BEDZYK, L.A., THOMAS, S.M., YE, R.W. WOOD, T.K. **Gene expression in *Escherichia coli* biofilms.** Appl Microbiol Biotechnol 64, 515–524, 2004.
- ROBBINS, J. B., FISHER, C. W., MOLTZ, A. G., MARTIN, S. E. **Elimination of *Listeria monocytogenes* biofilms with ozone, chlorine, and hydrogen peroxide.** Journal of Food Protection, v.68, p.494–498, 2005.
- ROSS, R. P.; MORGAN, S.; HILL, C.; **Preservation and fermentation: past, present and future.** International Journal of Food Microbiology, v. 79, p. 3-16, 2002.
- RUSSELL, A.D.; FURR, J.R. **Susceptibility of porin- and lipopolysaccharide-deficient strains of *Escherichia coli* to some antiseptics and disinfectants.** J Hosp Infect, v. 8, p.47–56, 1986.
- RYU, J.H., KIM, H., FRANK, J.F.; BEUCHAT, L.R. **Attachment and biofilm formation on stainless steel by *Escherichia coli* O157:H7 as affected by curli production.** Lett Appl Microbiol 39, 359–362, 2004.
- SCHEMBRI, M.A., BLOM, J., KROGFELT, K.A. KLEMM, P. **Capsule and fimbria interaction in *Klebsiella pneumoniae*.** Infect Immun, v.73, p. 4626–4633, 2005.
- SCHER, K., ROMLING, U.; YARON, S. **Effect of heat, acidification, and chlorination on *Salmonella enterica* serovar Typhimurium cells in a biofilm formed at the air-liquid interface.** Appl Environ Microbiol. V.71, p. 1163– 1168, 2005.
- SHI, X.; ZHU, X. **Biofilm formation and safety in food industries.** Trends in Food Science & Technology, v. 20, p. 407-413, 2009.
- SIMÕES, M.; SIMÕES, L. C.; VIEIRA, M. J. **A review of current and emergent biofilm control strategies.** LWT – Food Science and Technology, v. 43, p. 573-583, 2010.
- SOMERS, E.B.; WONG, A.C. **Efficacy of two cleaning and sanitizing combinations on *Listeria monocytogenes* biofilms formed at low temperature on a variety of materials in the presence of ready-to-eat meat residue.** J Food Prot, v.67, p.2218–2229, 2004.
- SOUZA, E. L. et al. **Biofilm formation by *Staphylococcus aureus* from food contact surfaces in a meat-based broth and sensitivity to sanitizers.** Brazilian Journal of Microbiology, v.45, p. 67–75, 2014.
- SREY, S.; JAHID, I.K.; HÁ, S.D. **Biofilm formation in food industries: A food safety concern.** Food Control, v. 31, p.572-585, 2013.
- STOPFORTH, J.D., SAMELIS, J., SOFOS, J.N., KENDALL, P.A.; SMITH, G.C. **Biofilm formation by acid-adapted nonadaoted *Listeria monocytogenes* in fresh its beef decontamination washings and its subsequent inactivation with sanitizers.** J Food Prot. V.65, p.1717–1727, 2002.

STOODLEY, P., SAUER, K., DAVIES, D.G., COSTERTON, J.W. **Biofilms as complex differentiated communities.** Annu. Rev. Microbiol. V.56, p.187–209, 2002.

VAN HOUTT, R; MICHIELS, CW. **Biofilm formation and the food industry, a focus on the bacterial outer surface.** Journal Applied Microbiology, v. 109, p. 1117–1131, 2010.

WATNICK, P.; KOLTER, R. **Minireview – Biofilm, City of Microbes.** Journal of Bacteriology, v. 182, p. 2675-2679, 2000.

WINKELSTRÖTER, L. K., TULINI, F. L., DE MARTINIS, E. C. P. **Identification of the bacteriocin produced by cheese isolate *Lactobacillus paraplantarum* FT259 and its potential influence on *Listeria monocytogenes* biofilm formation.** LWT - Food Science and Technology, v.64, p. 586–592, 2015.

ZHAO, T., DOYLE, M.P. ZHAO, P. **Control of *Listeria monocytogenes* in a biofilm by competitive-exclusion microorganisms.** Applied and Environmental Microbiology, v.70, p. 3996–4003, 2004.

ZOGAJ, X., NIMTZ, M., ROHDE, M., BOKRANZ, W. ROMLING, U. **The multicellular morphotypes of *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* produce cellulose as the second component of the extracellular matrix.** Mol Microbiol, v. 39, p.1452–1463, 2001.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-358-3



9 788572 473583