

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANTIBIOFILME DE NANOPARTÍCULAS  
DE PRATA FRENTE A ISOLADOS DE *SALMONELLA* ENTERITIDIS E  
*SALMONELLA* HEIDELBERG DE ORIGEM AVÍCOLA**

**Autora: Brunna Dias De Emery  
Orientador: Prof. Dr. Vladimir Pinheiro do Nascimento  
Co-orientador: Prof. Dr. Thales Quedi Furian**

**PORTO ALEGRE  
2021**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANTIBIOFILME DE NANOPARTÍCULAS  
DE PRATA FRENTE A ISOLADOS DE *SALMONELLA* ENTERITIDIS E  
*SALMONELLA* HEIDELBERG DE ORIGEM AVÍCOLA**

**Autora: Brunna Dias de Emery**

**Tese apresentada como requisito parcial para a  
obtenção do grau de Doutora em Ciências  
Veterinárias na área de Medicina Veterinária  
Preventiva, especialidade Sanidade Avícola**

**Orientador: Prof Dr. Vladimir Pinheiro do  
Nascimento**

**Co-orientador: Prof. Dr. Thales Quedi Furian**

**PORTO ALEGRE  
2021**

**O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001**

### CIP - Catalogação na Publicação

Qadir, Brunna Dias de Emery  
ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANTIBIOFILME DE  
NANOPARTÍCULAS DE PRATA FRENTE A ISOLADOS DE  
SALMONELLA ENTERITIDIS E SALMONELLA HEIDELBERG DE  
ORIGEM AVÍCOLA / Brunna Dias de Emery Qadir. -- 2021.  
79 f.

Orientador: Vladimir Pinheiro do Nascimento.

Coorientador: Thales Quedi Furian.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Salmonella spp. 2. Nanopartículas de prata. 3. Biofilme. 4. Indústria avícola. I. Nascimento, Vladimir Pinheiro do, orient. II. Furian, Thales Quedi, coorient. III. Título.

Brunna Dias De Emery

“ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANTIBIOFILME DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA FRENTE A ISOLADOS DE *SALMONELLA* ENTERITIDIS E *SALMONELLA* HEIDELBERG DE ORIGEM AVÍCOLA.”

Aprovada em 06 de agosto de 2021

APROVADO POR:

---

Prof. Dr. Vladimir Pinheiro do Nascimento  
Orientador e Presidente da comissão

---

Prof. Dra. Kelly Cristina Tagliari de Brito  
Membro da Comissão

---

Prof. Dr. Hamilton Luiz de Souza Moraes  
Membro da Comissão

---

Dra. Karen Apellanis Borges  
Membro da Comissão

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente à Deus, por sempre me dar a direção correta nos momentos de incerteza.

Aos meus pais, Eliene e Ricardo, por todo o apoio, incentivo e confiança. Também aos meus irmãos e sobrinhos, por estarem sempre na torcida. Amo muito vocês!

Agradeço de coração ao meu orientador, Prof. Dr. Vladimir Pinheiro do Nascimento e ao meu Co-orientador e colega, Prof. Dr. Thales Quedi Furian, por nunca terem deixado de me estender a mão quando eu precisei.

Meus sinceros agradecimentos ao Prof. Hamilton Moraes, ao Prof. Tadeu Salle e à colega Karen Furian, por todos esses anos em que nos dedicaram conhecimento, atenção e suporte.

Agradeço aos meus amigos distantes e aqueles que acompanharam de perto toda a minha jornada.

Um agradecimento especial à colega Gabriela Zottis, na qual me inspiro e que está sempre pronta para contribuir em todos os momentos. Obrigada pela amizade e por toda ajuda, minha amiga!

A todos que já passaram e aos colegas que ainda estão no Centro de Diagnóstico e Pesquisa em Patologia Aviária da UFRGS, sentirei saudades.

E agradeço ao meu marido, Muhammad Irfan Qadir, por ter sido sempre meu suporte quando eu mais precisei.

Muito obrigada!!!

## RESUMO

*Salmonella* spp. é uma das principais causas de doenças transmitidas por alimentos em humanos. *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Heidelberg estão entre os sorovares mais predominantes nas granjas avícolas e apresentam habilidade em formar biofilmes em diversas superfícies. As nanopartículas de prata (AgNPs) são conhecidas por serem altamente tóxicas para microrganismos Gram-negativos e Gram-positivos, incluindo-se bactérias multirresistentes. No entanto, o efeito antimicrobiano e antibiofilme das AgNPs contra os diferentes patógenos de importância para a indústria avícola não está totalmente elucidado. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a atividade *in vitro* de AgNPs obtidas por dois métodos de síntese (A1 e A2) e de um composto de polihexametileno biguanida associado a quaternário de amônio contra *S. Enteritidis* e *S. Heidelberg* de origem avícola. Além disso, as atividades de antif formação e remoção de biofilmes em placas de poliestireno e em cupons de polietileno de alta densidade (PEAD) também foram estimadas. A concentração inibitória mínima (CIM) e a concentração bactericida mínima (CBM) das AgNPs A1 foram determinadas por um método de microdiluição em caldo. AgNPs A1 exibiram atividade bacteriana contra *S. Enteritidis* com valores de CIM que variaram entre 17 e 25 µg/mL e de CBM entre 18 e 50 µg/mL. As AgNPs A1 (12,5 µg/mL, 25 µg/mL e 125 µg/mL) inibiram a formação de biofilmes de *S. Enteritidis* em 42,06%, 75,70% e 99,46%, respectivamente. Já as AgNPs A2 (125 µg/mL) apresentaram um percentual de inibição de apenas 14,72% para as cepas analisadas, o qual foi significativamente inferior ao das AgNPs A1. Os percentuais de erradicação de biofilme em microplacas de poliestireno pelas AgNPs A1 (250µg/mL) variaram entre 15,92% e 57,73% e não ultrapassaram 31,79% quando expostos às AgNPs A2 na mesma concentração. Nos tratamentos utilizando cupons de PEAD, simulando superfícies utilizadas em avicultura, as AgNPs A1 mostraram-se a melhor opção na remoção dos biofilmes, seguidas pela ação do sanitizante. A média de redução das amostras de *S. Enteritidis* tratadas com AgNPs A1 (200ppm) e sanitizante (2600 ppm), no tempo de contato de 10 minutos, foi de 3,91 log<sub>10</sub>UFC. cm<sup>-2</sup> e 2,57 log<sub>10</sub>UFC. cm<sup>-2</sup>, respectivamente. A média de redução das cepas de *S. Enteritidis* tratadas por 30 minutos com AgNPs A1 resultou em uma diferença de 1,76 log<sub>10</sub>UFC. cm<sup>-2</sup> em relação ao tempo de 10 minutos. As AgNPs foram capazes de promover redução significativa de *S. Enteritidis* e *S. Heidelberg*, sendo que as AgNPs A1 apresentaram melhores resultados com relação à inibição e erradicação de biofilmes. As nanopartículas e os desinfetantes apresentaram capacidade de controlar biofilmes maduros de *S. Enteritidis* isolados de fontes avícolas. Apesar do sanitizante também ter sido eficaz no controle de biofilmes de *Salmonella*, foi necessária a sua utilização em maiores concentrações.

Palavras-chave: *Salmonella* spp; nanopartículas de prata; biofilme; indústria avícola.

## ABSTRACT

*Salmonella* spp. it is one of the main causes of foodborne illness in humans. *Salmonella* Enteritidis and *Salmonella* Heidelberg are among the most prevalent serovars on poultry farms and have the ability to form biofilms on different surfaces. Silver nanoparticles (AgNPs) are known to be highly toxic to Gram-negative and Gram-positive microorganisms, including multidrug-resistant bacteria. However, the antimicrobial and antibiofilm effect of AgNPs against different pathogens of importance to the poultry industry is not fully elucidated. Therefore, the aim of this study was to evaluate the *in vitro* activity of AgNPs obtained by two synthesis methods (A1 and A2) and a polyhexamethylene biguanide compound associated with quaternary ammonium against *S. Enteritidis* and *S. Heidelberg* of poultry origin. In addition, anti-formation and biofilm removal activities on polystyrene plates and on high density polyethylene (HDPE) coupons were also estimated. The minimum inhibitory concentration (MIC) and the minimum bactericidal concentration (MBC) of AgNPs A1 were determined by a broth microdilution method. AgNPs A1 exhibited bacterial activity against *S. Enteritidis* with MIC values ranging between 17 and 25  $\mu\text{g/ml}$  and MBC between 18 and 50  $\mu\text{g/ml}$ . AgNPs A1 (12.5  $\mu\text{g/ml}$ , 25  $\mu\text{g/ml}$  and 125  $\mu\text{g/ml}$ ) inhibited *S. Enteritidis* biofilm formation by 42.06%, 75.70% and 99.46%, respectively. AgNPs A2 (125  $\mu\text{g/mL}$ ) showed an inhibition percentage of only 14.72% for the strains analyzed, which was significantly lower than that of AgNPs A1. The percentages of biofilm eradication in polystyrene microplates by AgNPs A1 (250 $\mu\text{g/mL}$ ) ranged between 15.92% and 57.73% and did not exceed 31.79% when exposed to AgNPs A2 at the same concentration. In treatments using HDPE coupons, simulating surfaces used in poultry farming, AgNPs A1 proved to be the best option for removing biofilms, followed by the action of the sanitizer. The mean reduction of *S. Enteritidis* samples treated with AgNPs A1 (200ppm) and sanitizer (2600ppm), in the contact time of 10 minutes, was 3.91  $\log_{10}\text{UFC. cm}^{-2}$  and 2.57  $\log_{10}\text{CFU. cm}^{-2}$ , respectively. The mean reduction of *S. Enteritidis* strains treated for 30 minutes with AgNPs A1 resulted in a difference of 1.76  $\log_{10}\text{CFU. cm}^{-2}$  in relation to the time of 10 minutes. AgNPs were able to promote significant reduction of *S. Enteritidis* and *S. Heidelberg*, and AgNPs A1 showed better results in relation to inhibition and eradication of biofilms. The nanoparticles and disinfectants were able to control mature biofilms of *S. Enteritidis* isolated from poultry sources. Although the sanitizer was also effective in controlling *Salmonella* biofilms, it was necessary to use it in higher concentrations.

**Keywords:** *Salmonella* spp, silver nanoparticles, biofilm, poultry industry.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Etapas envolvidas no processo de formação de biofilmes microbianos.....	20
<b>Figura 2 -</b>	Escala de medidas de diferentes materiais e organismos.....	26
<b>Figura 3 -</b>	Esquema de representação do mecanismo de ação biocida das nanopartículas de prata (Ag) e de óxido zinco (ZnO) em células bacterianas.....	28
<b>Figura 4 -</b>	Reator de <i>Fisher-Porter</i> utilizado para a preparação de nanopartículas.....	31
<b>Figura 5 -</b>	Amostra AgNPs A1: (A) Micrografia das nanopartículas de Ag e (B) histograma de distribuição das nanopartículas quanto ao diâmetro (nm).....	39
<b>Figura 6 -</b>	Amostra AgNPs A2: (A e B) Micrografia das nanopartículas de Ag e (B) histograma de distribuição das nanopartículas quanto ao diâmetro (nm).....	40
<b>Figura 7 -</b>	Microdiluição em caldo para determinação da CIM e da CBM das AgNPs	41
<b>Figura 8 -</b>	Teste de prevenção da adesão de <i>Salmonella</i> Enteritidis em placa de poliestireno com o uso de AgNPs.....	48
<b>Figura 9 -</b>	(A) Formação de biofilme por <i>Salmonella</i> Enteritidis em cupons de polietileno após 24 horas de incubação a 28°C. (B) Contagem de unidades formadoras de colônias (UFC) de <i>Salmonella</i> Enteritidis pelo método <i>drop plate</i> , após exposição à 200ppm de AgNPs A1 por 30 minutos.....	52



## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1 -</b>	Média de redução da densidade óptica (DO) das cepas de <i>Salmonella</i> Enteritidis medida após 24h de incubação a 37°C.....	45
<b>Gráfico 2 -</b>	Média de redução da densidade óptica (DO) das cepas de <i>Salmonella</i> Heidelberg medida após 24h de incubação a 37°C.....	45
<b>Gráfico 3 -</b>	Percentual de inibição da formação de biofilme por <i>Salmonella</i> Enteritidis após 48 h de incubação a 28°C e na presença de diferentes concentrações de AgNPs A1.....	48
<b>Gráfico 4 -</b>	Percentual de inibição da formação de biofilme por <i>Salmonella</i> Enteritidis após 48 h de incubação a 28°C e na presença de 125µg/ml de AgNPs A1 e AgNPs A2.....	49
<b>Gráfico 5 -</b>	Contagem bacteriana em $\log^{10}$ .UFC.cm <sup>-2</sup> de <i>Salmonella</i> Enteritidis oriundas do biofilme em superfícies de polietileno conforme o tempo de exposição ao tratamento com AgNps A1 a 200ppm.....	55

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 -</b>	Valores de Concentração Inibitória Mínima (CIM) e de Concentração Bactericida Mínima (CBM) de nanopartículas de prata frente a cepas de <i>Salmonella</i> Heidelberg.....	42
<b>Tabela 2 -</b>	Valores de Concentração Inibitória Mínima (CIM) e de Concentração Bactericida Mínima (CBM) de nanopartículas de prata frente a cepas de <i>Salmonella</i> Enteritidis.....	42
<b>Tabela 3 -</b>	Comparação dos valores médios da Concentração Inibitória Mínima (CIM) e da Concentração Bactericida Mínima (CBM) de nanopartículas de prata conforme o sorovar de <i>Salmonella</i> .....	43
<b>Tabela 4 -</b>	Percentual de remoção de biofilme de <i>Salmonella</i> Enteritidis em placas de poliestireno conforme o tratamento com AgNPs.....	50
<b>Tabela 5 -</b>	Contagem bacteriana em $\log_{10}$ .UFC.cm <sup>-2</sup> de <i>Salmonella</i> Enteritidis oriundas do biofilme em superfícies de polietileno conforme o tratamento.....	53
<b>Tabela 6 -</b>	Tabela 6 - Contagem bacteriana em $\log_{10}$ .UFC.cm <sup>-2</sup> de <i>Salmonella</i> Enteritidis oriundas do biofilme em superfícies de polietileno após tratamento com AgNPs A1 por 30 minutos.....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
Ag	Prata
Ag <sup>+</sup>	Íons de prata
AgBF <sub>4</sub>	Tetrafluoroborato de prata
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i> (Sociedade Americana de Ensaio e Materiais)
BHI	<i>Brain Heart Infusion</i> (Infusão de cérebro-coração)
BMI.BF <sub>4</sub>	Líquido iônico tetrafluoroborado de 1-n-butil-3-metilimidazólio
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i> (Centro de Controle e Prevenção de Doenças)
CBM	Concentração bactericida mínima
CIM	Concentração inibitória mínima
DXR	Difração de Raios-X
EFSA	<i>European Food Safety Authority</i> (Autoridade Europeia de Segurança Alimentar)
EDS	Espectroscopia por Energia Dispersiva de Raio-X
EPS	Matriz exopolissacarídeo
EROs	Espécies reativas de oxigênio
kV	Kilovolt
LaPol	Laboratório de Materiais Poliméricos
LB	Luria-Bertani
mA	Miliampères
MET	Microscopia Eletrônica de Transmissão
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
nm	Nanômetro
NPs	Nanopartículas
PE	Polietileno
PEAD	Polietileno de alta densidade
PEBD	Polietileno de baixa densidade
ppm	Partes por milhão
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
TSA	<i>Trypticase soy agar</i> (Ágar Triptona de Soja)
UV-Vis	Espectroscopia no Ultravioleta-Visível
WHO	<i>World Health Organization</i> (Organização Mundial da Saúde)
XLD	<i>Xylose Lysine Deoxycholate</i> (Ágar Xilose Lisina Desoxicolato)
Zn <sup>2+</sup>	Íons de óxido de zinco
µg	Microgramas

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	15
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	15
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	15
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
<b>3.1</b>	<b>O gênero <i>Salmonella</i></b> .....	16
<b>3.2</b>	<b><i>Salmonella</i> em saúde pública</b> .....	17
<b>3.3</b>	<b><i>Salmonella</i> Enteritidis</b> .....	17
<b>3.4</b>	<b><i>Salmonella</i> Heidelberg</b> .....	18
<b>3.5</b>	<b>Biofilmes bacterianos</b> .....	19
3.5.1	Biofilmes na indústria de alimentos.....	21
3.5.1.1	Polietileno como superfície de adesão .....	22
3.5.1.2	Caixas de transporte de aves como fonte de contaminação .....	23
3.5.2	Controle dos biofilmes.....	24
3.5.2.1	Métodos alternativos para o controle de biofilme.....	25
<b>3.6</b>	<b>Nanopartículas metálicas</b> .....	25
3.6.1	Mecanismo de ação biocida das nanopartículas de prata.....	27
<b>3.7</b>	<b>Nanocompósitos de matriz polimérica</b> .....	28
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	30
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	31
	<b>APÊNDICE A</b> .....	51

## 1. INTRODUÇÃO

A carne de frango é uma das mais consumidas no mundo e isto se deve principalmente aos preços reduzidos comparados às demais proteínas animais, à diversidade de produtos ofertados e as suas características nutricionais. No Brasil, a produção de frango de corte tem evoluído de forma significativa. De acordo com o relatório anual de 2021 da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), o Brasil atualmente é o terceiro maior produtor de carne de frango e o maior exportador mundial do produto. Do total de sua produção, aproximadamente 31% é exportado e 69% é direcionado ao mercado interno, com consumo médio de 45,27 kg de carne de frango/habitante/ano no país. Contudo, o cenário de destaque da indústria avícola requer uma atenção especial na produção de aves, a fim de se garantir um produto final seguro e de qualidade para o consumidor (ABPA, 2021).

Os produtos avícolas são uma das principais fontes de contaminação por patógenos importantes em termos de saúde pública, como, por exemplo, *Salmonella*, uma das causas mais comuns de gastroenterite em humanos no mundo (CARDINALE *et al.*, 2003; CDC, 2016). De acordo com os dados do Centro de Controle e Prevenção de Doenças CDC (*Centers for Disease Control and Prevention - CDC*), 40.000 casos de salmonelose são relatados nos Estados Unidos anualmente (CDC, 2000). No Brasil, estima-se que mais de 34% dos casos de doenças transmitidas por alimentos (DTAs) sejam causadas por *Salmonella* spp. Porém, devido a uma ineficiência no sistema de notificações no país, ainda é difícil determinar a quantidade exata de surtos alimentares relacionados a *Salmonella* spp. (BRASIL, 2005).

Do ponto de vista microbiológico, a adesão e a consequente formação de biofilmes estão diretamente ligadas à veiculação de doenças (ANDRADE, 2008). Muitos estudos demonstram a habilidade de *Salmonella* em formar biofilmes nos mais diversos materiais e ambientes, desde a granja até o abatedouro (SILAGYI, *et al.*, 2009; SCHONEWILLE *et al.*, 2012). O polietileno, por exemplo, é um material bastante irregular e que apresenta mais porosidades e microfissuras, quando comparados com materiais metálicos, o que proporciona maior adesão de microrganismos (HOLAH; THORPE, 1990; STEPANOVIC *et al.*, 2004; STEENACKERS *et al.*, 2012; GIAOURIS, 2015).

Esta característica torna o controle microbiológico um grande desafio, uma vez que a matriz do biofilme reduz significativamente a capacidade de penetração de agentes antimicrobianos e desinfetantes de uso habitual (TRABULSI *et al.*, 1999; MADIGAN *et*

*al.*, 2010). Além de não penetrarem facilmente pela matriz do biofilme, os desinfetantes apresentam outras desvantagens conhecidas, como toxicidade dos resíduos e promoção de resistência antimicrobiana (NOGUEIRA, 2014).

Devido a esses fatores, faz-se necessária a busca pelo desenvolvimento e avaliação de novos agentes antimicrobianos. Uma alternativa é o estudo de nanopartículas (NPs) metálicas, desenvolvidas através da nanobiotecnologia. As NPs metálicas são sistemas nanoestruturados que apresentam características físico-químico-biológicas dependentes da sua composição, tamanho e forma (MITTAL *et al.*, 2014). A elevada relação da área superficial por volume exibida pelas NPs permite que mínimas quantidades destes materiais sejam suficientes para conferir propriedades antibacterianas ao produto final (NOGUEIRA *et al.*, 2014; DUFFY, *et al.*, 2018).

Considerando o cenário problemático dos procedimentos de limpeza e de desinfecção, especialmente de materiais plásticos utilizados em avicultura e na indústria avícola, faz-se necessário o desenvolvimento e a avaliação de novas substâncias com atividade antimicrobiana. Embora existam comprovações científicas referente à ação antimicrobiana e antibiofilme de nanopartículas de prata (AgNPs) sobre determinados microrganismos, novos estudos que visem desenvolver e aprimorar metodologias de síntese, bem como investigar a eficácia desses nanomateriais sobre microrganismos de importância em saúde pública, são necessários. Além disso, testes de eficácia em superfícies poliméricas utilizadas a campo e na indústria avícola são importantes de serem desenvolvidos. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito antimicrobiano e antibiofilme de nanopartículas de prata frente a isolados de *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Heidelberg de origem avícola.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivos gerais

Avaliar a atividade *in vitro* de nanopartículas de prata frente à cepas de *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Heidelberg de origem avícola.

### 2.2 Objetivos específicos

- Sintetizar nanopartículas de prata através de dois métodos distintos (A1 e A2).
- Caracterizar estruturalmente as nanopartículas de prata via ensaios em Microscopia Eletrônica de Transmissão e em Espectroscopia UV-Vis.
- Avaliar o efeito antimicrobiano das nanopartículas A1 AgNPs A1 frente a isolados de *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Heidelberg de origem avícola;
- Avaliar a capacidade antimicrobiana e antibiofilme das nanopartículas de prata (A1 e A2).
- Avaliar a interferência do tempo de contato (10 e 30 minutos) na redução do biofilme das cepas tratadas com (A1);
- Avaliar a eficácia das nanopartículas de prata A1 e de um sanitizante à base de cloridrato de polihexametileno biguanida associado a quaternário de amônio sobre a remoção de biofilme aderido em superfícies poliméricas utilizadas em avicultura.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 O gênero *Salmonella*

*Salmonella* spp. consiste em um bastonete Gram-negativo, aeróbio ou anaeróbio facultativo e não formador de esporos. Seu habitat natural é o trato intestinal de humanos e dos animais. Em sua grande maioria, são bactérias móveis com flagelos peritríquios, com excessão dos sorovares *S. Pullorum* e *S. Gallinarum* (BERCHIERI JR., 2009; TORTORA; FUNKE; CASE, 2012). As salmonelas apresentam faixa de temperatura de crescimento entre 4°C e 48°C, sendo sua temperatura ótima entre 35°C e 37°C, podendo crescer em ambientes com valores de pH entre 4,5 a 9,3 (D'AOUST; MAURER, 2007; ABPA, 2018).

A bactéria *Salmonella* pertence à família *Enterobacteriaceae* e o gênero consiste de duas espécies, *Salmonella enterica* e *Salmonella bongori*. A espécie *S. enterica* é subdividida em seis subespécies: *enterica*, *salamae*, *arizonae*, *diarizonae*, *houtenae* e *indica*. Em cada subespécie, diferentes sorovares são determinados, sendo reconhecidos atualmente mais de 2.600 exemplares (GUIBOURDENCHE *et al.*, 2010). *S. enterica* subsp. *enterica* contempla tanto exemplares associados aos mamíferos quanto às aves e é considerada a subespécie mais importante, já que concentra mais de 99% dos sorovares isolados em seres humanos (FRANCO; LANDGRAF, 2005). A classificação do gênero *Salmonella* teve início em 1926 a partir da identificação de antígenos específicos da bactéria. Tais estudos deram origem ao Esquema de *Kauffman & White*, amplamente empregado, e que propõe a divisão do gênero em sorogrupos e sorovares, com base na caracterização de seus antígenos somáticos, flagelares e capsulares (BELL; KYRIAKIDES, 2002).

Nas aves, as principais enfermidades relacionadas à contaminação por *Salmonella* são a pulrose e o tifo aviário. Além disso, podem abrigar sorovares (paratíficos) que não causam sintomas em aves, mas que são patogênicas ao homem, como os sorotipos *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium* e *S. Heidelberg* (BACK, 2010; FREITAS NETO, 2015; BRASIL, 2020).

Em aves jovens, o sorovar *S. Enteritidis* pode causar sonolência, diarreia, desidratação, redução no consumo de ração, desuniformidade e amontoamento das aves próximo à fonte de calor. Em aves adultas, geralmente a infecção é inaparente, mas algumas cepas podem causar anorexia, diarreia e redução na produção de ovos (BACK,



2010). Pessoas infectadas por *Salmonella* geralmente apresentam, febre, náuseas, eventualmente acompanhada de vômitos, cólicas abdominais e diarreia. O início dos sintomas da doença ocorre entre 6 e 72 horas após infecção, podendo o quadro clínico durar de 2 a 7 dias (EFSA, 2014).

### **3.2 *Salmonella* em saúde pública**

A salmonelose é um dos principais problemas de saúde pública em todo o mundo. A Organização Mundial da Saúde (*World Health Organization* – WHO) afirma que *Salmonella* é responsável por um em cada quatro casos de diarreia no mundo (WHO, 2017). Na União Europeia, a salmonelose é considerada a segunda zoonose mais comum em seres humanos, somente menos prevalente que os casos de campilobacteriose. Estima-se que os quadros de salmonelose gerem gastos estimados de mais de três bilhões de euros por ano (EFSA, 2014).

Em um relatório do Centro de Controle e Prevenção de Doenças (*Centers for Disease Control and Prevention* - CDC), abrangendo os anos de 1968 a 2011, demonstrou-se que dentre as inúmeras fontes possíveis de contaminação de seres humanos por *S. Enteritidis*, o frango ocupou o topo da lista, sendo o principal veiculador deste patógeno (CDC, 2013).

### **3.3 *Salmonella* Enteritidis**

De acordo com o CDC, o sorovar *S. Enteritidis* é o segundo principal agente causador de intoxicações alimentares, nos Estados Unidos, que afetam até um milhão de indivíduos no país, ocasionando 19.000 hospitalizações e 380 mortes por ano (CDC, 2017). De acordo com informações da Rede Global de Infecções por Alimentos (*Global Foodborne Infections Network* - GFN), o sorovar *S. Enteritidis* foi o mais isolado na Europa em amostras provenientes de humanos, animais e alimentos, no ano de 2014 (WHO, 2016).

No Brasil, o grande problema é a subnotificação dos surtos alimentares. Geralmente, as notificações são realizadas apenas em surtos que envolvem um maior número de pessoas ou quando a duração dos sintomas é mais longa (FROTA, 2015). Entre os anos de 1999 e 2009, os surtos alimentares causados por *Salmonella* representaram 42,5% dos casos no país (ALMEIDA, 2015). Entre 2007 e 2016, *Salmonella* spp.

continuou sendo apontada como o principal microrganismo envolvido em surtos de doenças alimentares, sendo identificada em 7,5% dos casos, percentual somente inferior ao dos surtos com causas não identificadas (BRASIL, 2016). No Rio Grande do Sul, o sorovar *S. Enteritidis* ocupa posição de destaque de acordo com a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) do Estado, que o identificou como sendo o causador da maioria das salmoneloses alimentares no período entre 2007 a 2014 (BRASIL, 2014). De acordo com dados epidemiológicos preliminares de surtos alimentares ocorridos no Brasil no período entre 2009 a 2018 gerados pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), o ambiente residencial foi apontado como o local de maior ocorrência dos surtos alimentares, com um índice de 37,2%, seguido por restaurantes/padarias ou similares, com 16% (BRASIL, 2019).

### **3.4 *Salmonella* Heidelberg**

*Salmonella* Heidelberg, classificada como paratífica, tem sido estudada como estirpe de prevalência ambiental em granjas da região sul do Brasil e, que por consequência do incorreto manejo da cama, tem desenvolvido grande capacidade de colonização e de formação de biofilme. É considerado o quinto sorotipo mais associado a doenças em humanos e o segundo mais associado com aves de criação. Em 2019, foi registrada uma prevalência de 87,5% em granjas de frangos de corte no sul do Brasil. De acordo com os relatórios Anuais do Laboratório de Referência Nacional IOC/ FIOCRUZ encaminhados a CGLAB/SVS/MS, sugere-se que possa estar havendo uma mudança na prevalência deste sorovar, em relação a *Salmonella* Enteritidis, sorotipo mais identificado ao longo de 10 anos no país (BRASIL, 2012; VOSS-RECH *et al.*, 2019). Ainda na região sul do Brasil, a partir da análise de dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) no período entre março de 2017 a fevereiro de 2019, verificou-se que o sorovar mais frequentemente isolado nas carcaças também foi *S. Heidelberg*, identificado em 85,3% dos casos (QUEIROZ, 2020).

É evidente a ocorrência de alterações na predominância de sorotipos associados a aves comerciais e a infecções em humanos. Nos últimos anos, a prevalência de *S. Enteritidis* em produtos avícolas apresentou redução gradual. Lane *et al.* (2014), analisando dados da vigilância epidemiológica para as salmoneloses referentes a 67 anos (1945 a 2011), observaram um declínio de infecções alimentares causadas por este sorotipo a partir do ano de 1999, o que coincide com adoção da vacinação das aves e de

medidas de manejo exigidas. No entanto, *S. Enteritidis* ainda é alvo de controle em todo o mundo devido à alta patogenicidade em infecções alimentares (FOLEY *et al.*, 2011). Foley *et al.* (2011) reforçam que essas mudanças na predominância de sorotipos devem-se ao fato de terem surgido programas de erradicação de *Salmonella* e à vacinação. Com a diminuição ou erradicação de alguns sorotipos, ocorre a reemergência de outros. Especificamente no caso de *Salmonella* spp., ocorreu a diminuição de *S. Enteritidis* e o aumento de *S. Heidelberg*.

Embora *S. Heidelberg* não esteja entre os sorovares cujo controle é oficialmente preconizado pelo Plano Nacional de Sanidade Avícola (PNSA) do MAPA, este sorovar deve, obrigatoriamente, ser controlado com a mesma atenção e esforço dedicados aos sorovares *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *S. Pullorum* e *S. Gallinarum* (SESTI, 2010).

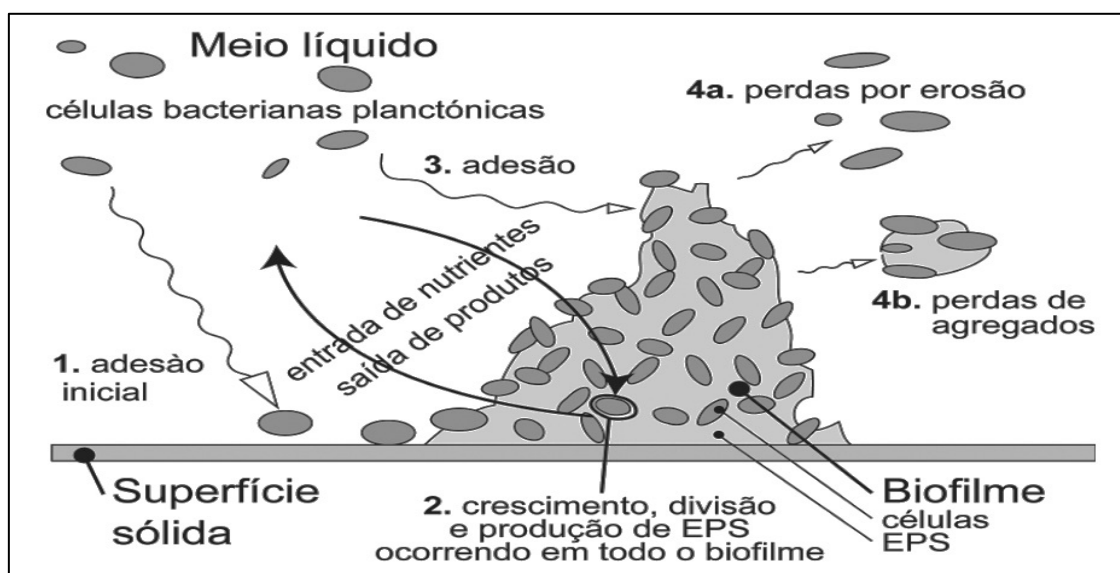
### 3.5 Biofilmes bacterianos

Biofilmes bacterianos podem ser definidos como a união de microrganismos que produzem uma matriz polimérica extracelular junto a superfícies bióticas ou abióticas, formando canais pelos quais é possível o trânsito de células e de substâncias que nutrem as bactérias (FLACH; KARNOPP; CORÇÃO, 2005). A matriz celular compreende até 90% da composição do biofilme e corresponde a biopolímeros de origem microbiana, principalmente polissacarídeos. Além disso, há uma variedade de proteínas, glicoproteínas, glicolipídeos e ácidos nucleicos. Todas estas substâncias conferem estabilidade mecânica ao biofilme, facilitam a adesão a superfícies e formam uma rede coesa e tridimensional, a qual interconecta e imobiliza o biofilme (FLEMMING, WINGENDER, 2010).

A formação do biofilme (Figura 1) inicia com a adesão primária e reversível das bactérias em sua forma planctônica, a uma determinada superfície. Este processo é considerado complexo, pois ocorre através de interações físico-químicas não específicas entre a bactéria e a superfície abiótica. Posteriormente, há a multiplicação destes microrganismos, seguida pela produção de substâncias que têm a função de atrair outros microrganismos e produzir uma matriz de exopolissacarídeo (EPS) (DONLAN *et al.*, 2001; CAIXETA, 2008). Essas substâncias fazem com que a densidade bacteriana aumente; devido à presença de moléculas autoindutoras que ao se acumular induzem a transcrição de genes específicos, regulando várias funções bacterianas, como motilidade, virulência e a capacidade de produção de EPS. Este processo de comunicação é referido

como *quorum sensing* (sistema de comunicação intra e interespécies de microrganismos) (RUTHERFORD; BASSLER, 2012; TRENTI *et al.*, 2013). Na segunda etapa, que consiste na adesão secundária ou adesão irreversível, as bactérias aderidas passam a se multiplicar, formando macro-colônias, as quais sintetizam EPS e estabelecem o processo de adesão (STOODLEY *et al.*, 2002; MENOITA, 2012). Na etapa seguinte, ocorre o processo de troca de substâncias entre o meio interno e o externo. As bactérias que se encontram próximas das extremidades do biofilme possuem o metabolismo mais ativo do que as que foram aderidas inicialmente (MENOITA, 2012). Estes microrganismos consomem o oxigênio, favorecendo o desenvolvimento e manutenção de microrganismos que necessitam de um ambiente microaerófilo ou anaeróbico (HANSEN *et al.*, 2007; YANG *et al.*, 2011; ELIAS; BANIN, 2012). Na última etapa, ocorre o processo de dispersão ou desprendimento da estrutura sésil, conhecido como erosão, e que consiste na perda de células individuais ou de agregados maiores. Neste estágio, as bactérias retornam ao seu estado planctônico e podem vir a colonizar outras superfícies (XAVIER, 2002; MENOITA, 2012; TRENTI *et al.*, 2013).

Figura 1 - Etapas envolvidas no processo de formação de biofilmes microbianos.



Fonte: XAVIER *et al.* (2002).

Os microrganismos em biofilmes são geralmente melhor protegidos contra estresses ambientais, antibioticoterapias, ao uso de desinfetantes e ao sistema imune do hospedeiro. Conseqüentemente, há grandes dificuldades para sua eliminação (DAVIES,

2003; BURMOLLE *et al.*, 2006; STEENACKERS *et al.*, 2012; OGLESBY-SHERROUSE *et al.*, 2014). Vários fatores têm sido sugeridos para explicar a resistência dos microrganismos na forma de biofilmes. Primeiro, as bactérias presentes nas camadas mais internas do biofilme apresentam reduzida taxa metabólica e de crescimento. Além disto, a matriz polimérica extracelular age como um adsorvente, reduzindo a quantidade de antimicrobiano disponível para interagir com as células do biofilme. Por último, a matriz de substâncias poliméricas extracelulares pode reduzir fisicamente a penetração do agente antimicrobiano, e as células em um biofilme são fisiologicamente distintas de células planctônicas, expressando fatores de proteção específicos, tais como bomba de efluxo (MEN *et al.*, 2016).

### 3.5.1 Biofilmes na indústria de alimentos

Na indústria de alimentos, a colonização das superfícies por diferentes microrganismos pode ocasionar vários problemas, tanto de ordem econômica como de saúde pública. Sob o ponto de vista econômico, as bactérias deteriorantes podem contaminar os alimentos, alterando suas características organolépticas e levando à perda dos produtos. Entretanto, o risco à saúde pública é considerado um problema mais grave, pois o biofilme pode ser fonte de contaminação crônica e pode veicular microrganismos patogênicos (CAIXETA, 2008).

Uma das grandes preocupações em saúde pública com relação às salmonelas diz respeito à capacidade do microrganismo em formar biofilmes (BORGES *et al.*, 2018) e aos registros de surtos envolvendo patógenos relacionados a esta forma de vida (SREY; JAHID; HA, 2013). *Salmonella* spp. é capaz de formar biofilmes de maneira significativa e em diferentes tipos de superfícies, sejam elas abióticas (plástico, borracha, vidro e aço inoxidável) ou bióticas (plantas, células epiteliais, alimentos) (AUSTIN *et al.*, 1998; STEENACKERS *et al.*, 2012). De acordo com a World Health Organization (WHO), a contaminação do alimento pode ocorrer durante qualquer etapa do seu processamento, ou seja, desde a produção até o consumo (WHO, 2020).

Nas indústrias de alimentos, a formação de biofilme microbiano na superfície de equipamentos e de utensílios resulta em graves problemas, uma vez que esta pode ser fonte de contaminação, comprometendo a qualidade final do produto e a saúde do consumidor (MILLEZI *et al.*, 2012). Por esta razão, todas as superfícies devem ser sempre higienizadas, para que se evite a adesão microbiana (PEÑA, 2010; GIAOURIS *et*

*al.*, 2013). Uma vez aderidas à superfície, as bactérias apresentam maior resistência à ação de antimicrobianos, quando comparadas às células livres, permanecendo nos equipamentos e nos utensílios mesmo após a desinfecção (CHAVANT *et al.*, 2007).

### 3.5.1.1 Polietileno como superfície de adesão

Na indústria de alimentos, diferentes superfícies permitem o crescimento microbiano e podem originar processos de adesão bacteriana e formação de biofilmes. Dentre os materiais mais utilizados, destacam-se aço inoxidável, polietileno, polipropileno, policarbonato, aço-carbono, madeira, poliuretano, PVC, mármore, silicone, granito, teflon e vidro (LEJEUNE, 2003; ANDRADE, 2008). Considerando-se que a superfície de adesão é essencial para o desenvolvimento de um biofilme, o entendimento a respeito das suas propriedades pode ajudar a desenvolver ações para o controle da adesão microbiana (BERNARDES, 2008).

Polímeros, como o polietileno, são amplamente utilizados na indústria de alimentos, principalmente devido ao seu baixo custo, a sua resistência à oxidação e à atoxicidade (COUTINHO, 2003; ANDRADE, 2008). Contudo, este material é bastante irregular e apresenta mais porosidades e microfissuras, quando comparado com materiais metálicos, como o aço inoxidável, o que proporciona maior adesão de microrganismos e dificulta a ação de agentes desinfetantes (HOLAH; THORPE, 1990; STEPANOVIC *et al.*, 2004; STEENACKERS *et al.*, 2012; GIAOURIS, 2015; CARVALHO, 2019). Além disto, as propriedades físico-químicas da superfície podem exercer uma forte influência sobre a adesão dos microrganismos, os quais aderem mais facilmente às superfícies hidrofóbicas (plásticos) do que às hidrofílicas (vidro ou metais). Estudos mostram que a adesão microbiana torna-se melhor com o aumento da hidrofobicidade, tanto da superfície celular como do substrato de adesão (DONLAN; COSTERTON, 2002; RODRIGUES *et al.* 2009).

De acordo com a norma ASTM D-4976 da American Society for testing materials, o polietileno pode ser classificado segundo sua densidade como: polietileno de baixa densidade (0,910 a 0,925 g/cm<sup>3</sup>), polietileno de média densidade (>0,925 a 0,940 g/cm<sup>3</sup>), polietileno de alta densidade (>0,940 g/cm<sup>3</sup>) (ASTM, 2016). O polietileno de alta densidade (PEAD) é o quarto polímero mais vendido no mundo e é também o principal componente de caixas de transporte de aves. Este tipo de material possui poucas ramificações, formando cadeias principalmente lineares. Devido a esta característica, as

cadeias conseguem “encaixar-se” umas nas outras e, portanto, aproximar-se, formando uma estrutura mais compacta e regular. A proximidade entre as cadeias faz com que as ligações secundárias entre elas sejam mais fortes e mais difíceis de serem quebradas do que em outros tipos de polietileno. Portanto, o PEAD possui maior estabilidade térmica, maior resistência mecânica e maior dureza do que outros exemplos de polietileno (COUTINHO, 2003).

### 3.5.1.2 Caixas de transporte de aves como fonte de contaminação

Diversos microrganismos podem ter origem em diferentes pontos da cadeia produtiva do frango, como incubatórios, fábricas de rações, granjas e abatedouros, disseminando-se amplamente por esses setores e persistindo nos ambientes (CARDOSO; TESSARI, 2008). No caso das aves, *Salmonella* spp. pode estar presente na cloaca, trato digestório ou aderida à pele e às penas das aves, o que é um agravante para a indústria avícola, já que este microrganismo pode contaminar as carcaças ao longo do processamento industrial e representar um risco à saúde pública (REZENDE *et al.*, 2005).

O transporte de frangos da granja para o abatedouro frigorífico é um momento de estresse para os animais (MULDER, 1995). O jejum pré-abate, preconizado pelo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), tem como objetivo reduzir o conteúdo gastrointestinal, a fim de minimizar a possibilidade de contaminação fecal de carcaças durante o abate, principalmente durante a evisceração (BAIÃO *et al.*, 1992; BRASIL, 1998). Contudo, ainda que esse período de jejum seja respeitado, é inevitável a contaminação das caixas de transporte com material fecal, penas e outros detritos que podem ser transportados até o abatedouro (BERRANG; NORTH CUTT, 2006; ALLEN *et al.*, 2008; CISCO, 2015; DIANIN, 2016). Além disso, a presença de microrganismos patogênicos durante o transporte pode causar a contaminação cruzada entre os diferentes lotes (BOLDER, 1998). Para que esta contaminação seja minimizada, são adotados procedimentos rotineiros de limpeza realizados posteriormente à pendura das aves na nória e previamente ao seu carregamento em caminhões, a fim de que retornem às granjas livres dos principais microrganismos patogênicos (OLSEN *et al.*, 2003).

Ainda não existe um padrão comercial para a lavagem de gaiolas. Cada unidade de abate pode adaptar um modelo de lavagem de gaiolas que se enquadre nas suas necessidades e que diminua a contaminação para um nível aceitável. Para ser eficaz, a

lavagem de gaiolas deve compreender duas etapas: remoção completa da matéria fecal, e posterior aplicação de um desinfetante para eliminação de bactérias remanescentes (BERRANG *et al.*, 2003). A ausência da etapa de lavagem e desinfecção das caixas de transporte ou a ineficiência nestas operações pode promover a permanência de microrganismos patogênicos e a contaminação cruzada de lotes subsequentes durante o carregamento e o transporte (CORY *et al.*, 2002; SLADER *et al.*, 2002; OLSEN *et al.*, 2003; RASSCHAERT *et al.*, 2007; ELLERBROEK *et al.*, 2010; PATRIARCHI *et al.*, 2011). Heyndrickx *et al.* (2007) citam a existência de pelo menos três possíveis fontes de *Salmonella* spp. em carcaças de frango: o animal vivo oriundo da granja, as caixas utilizadas no transporte e o abatedouro propriamente dito. Diversos estudos demonstram a presença dos mesmos sorovares de *Salmonella* spp. nas caixas de transporte de frangos e nas carcaças após o processamento (SHACKELFORD, 1988; BAILEY *et al.*, 2001; ROY *et al.*, 2002). Além disto, destaca-se a ineficiência dos processos de higienização em algumas situações, em que possuem pouco ou nenhum efeito sobre a presença de patógenos importantes, como *Salmonella* spp. e *Campylobacter* sp. (BORGES *et al.*, 2019; BORGES *et al.*, 2020 SLADER *et al.*, 2002; PEYRAT *et al.*, 2008).

### 3.5.2 Controle dos biofilmes

Os procedimentos de limpeza e desinfecção através de métodos físicos e químicos estão diretamente relacionados à qualidade do produto final (SIMÕES; SIMÕES; VIEIRA, 2010; GIAOURIS *et al.*, 2013). Como os desinfetantes geralmente não penetram na matriz do biofilme, o processo de limpeza que antecede o uso é um passo fundamental para a remoção física de resíduos sólidos de alimentos e outras sujidades (MAUKONEN *et al.*, 2003). A sanitização, última etapa do procedimento de higienização, visa reduzir a carga de microrganismos deteriorantes e patogênicos até níveis seguros, de modo a obter um produto final de boa qualidade higiênico-sanitária. Dentre os diversos agentes químicos indicados para uso como sanitizantes, encontram-se disponíveis compostos à base de amônia quaternária, cloro, biguanida, iodo, ácido peracético e água oxigenada (MORAES *et al.*, 1997; LEITE, 2002; ASHRAF, 2012).



### 3.5.2.1 Métodos alternativos para o controle do biofilme

Apesar de amplamente utilizados para fins de controle microbiano na indústria de alimentos, os desinfetantes apresentam desvantagens conhecidas, como a toxicidade dos resíduos e a promoção de resistência antimicrobiana (LANGSRUD *et al.*, 2003). Neste contexto, alternativas para o controle da formação de biofilme em superfícies com alta capacidade de adesão ou que entrem em contato com os alimentos têm sido propostas (GIAOURIS *et al.*, 2013). Dentre elas, pode-se destacar o uso de bacteriocinas (GÓMEZ *et al.*, 2012), ionização e radiação UV (BAE; LEE, 2012), água eletrolisada (AYEBAH *et al.*, 2006; WILSMAN *et al.*, 2020), bacteriófagos (POTTKER, 2016), biosanitizantes, ozônio e produtos antimicrobianos naturais (CARVALHO, 2019). Além dos métodos citados, pesquisas com nanopartículas (NPs) têm apresentando resultados promissores para fins de remoção de biofilmes (ROSSI 2017; KOO *et al.*, 2017; MERINO, 2019). As NPs surgem como uma estratégia atual para a eliminação da biomassa dos biofilmes, uma vez que possuem uma grande área superficial/volume, penetram facilmente na matriz do biofilme, são menos propensas ao desenvolvimento de resistência e apresentam efeito mínimo sobre células humanas (COSTA *et al.*, 2011; LU *et al.*, 2012; LIU *et al.*, 2016; PEZZONI *et al.*, 2017).

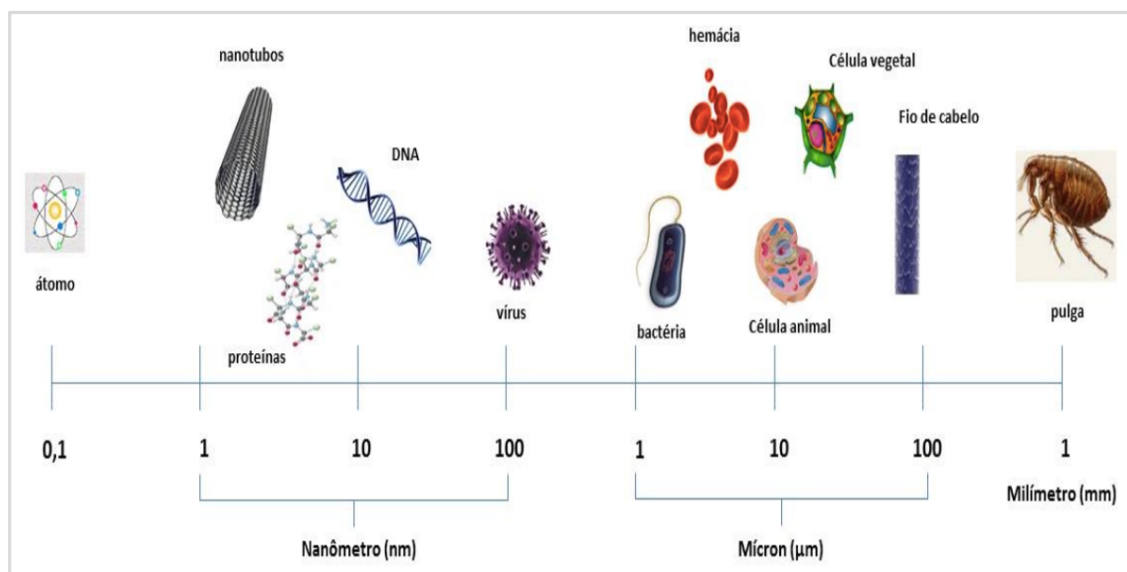
### 3.6 Nanopartículas metálicas

Em 1959, o cientista Richard Phillips Feynman foi o primeiro a sugerir a manipulação da matéria átomo por átomo, apesar da impossibilidade de visualizá-los naquela época (SANTOS *et al.*, 2009). A partir da década de 80, com a criação do microscópio de varredura por tunelamento (STM) e do microscópio de força atômica (AFM), os investimentos na área têm aumentando e no final do ano de 2000 o Brasil começou a investir em pesquisas em nanociência e nanotecnologia (MELO; PIMENTA, 2004).

Nanotecnologia (*nano* em grego significa “anão”) é a ciência que tem a habilidade de criar, controlar e manipular objetos na escala nanométrica, com a finalidade de produzir novos materiais que possuam propriedades específicas e controláveis (ALIVISATOS, 1997; LÊDO, 2006;). O termo “nano” é usado para indicar a bilionésima parte de um metro ou  $10^{-9}$ m (Figura 2). As NPs são agrupamentos de átomos com tamanho variando de 1 a 100 nanômetros (DAY, 1996; RAI *et al.*, 2009; CLARK;

PAZDERNIK, 2016). O tamanho em nanoescala geralmente confere maiores áreas de superfície às NPs em comparação com partículas em escala macrométrica (SEIL; WEBSTER, 2012). Dessa forma, qualquer efeito causado pela interação na superfície da partícula de maior tamanho é passível de ser ampliado em nanomateriais (LOWE, 2000; CAO, 2011; SRIVATSAN, 2012).

Figura 2 - Escala de medidas de diferentes materiais e organismos.



Fonte: SALOMONI(2016).

As propriedades intrínsecas das NPs metálicas, como a prata, são caracterizadas principalmente por seu tamanho, composição, cristalinidade e morfologia. Reduzir o tamanho para nanoescala pode modificar suas propriedades químicas, mecânicas, elétricas, estruturais, morfológicas e ópticas. Materiais nanoestruturados têm uma porcentagem maior de átomos em sua superfície, o que leva a uma alta reatividade superficial (ZEWDE *et al.*, 2016).

Estudos recentes têm demonstrado que vários tipos de NPs metálicas possuem atividade antimicrobiana (DERBALAH *et al.*, 2011), sendo eficientes no combate a bactérias, fungos e vírus (VIGNESHWARAN *et al.*, 2007 *apud* CAVALCANTE, 2014; PEIRIS *et al.*, 2017). As nanopartículas de prata (AgNPs) têm sido amplamente empregadas para várias finalidades, devido a suas propriedades únicas que facilitam inúmeras aplicações antimicrobianas. A indústria têxtil tem empregado AgNPs em diversos produtos, como toalhas, meias, camisetas, calças e forros de calçados. O objetivo é combater a propagação de microrganismos que tenham contato com o usuário, combater bactérias causadoras de mau odor com a transpiração corporal e também diminuir o

consumo de água com lavagens desnecessárias das vestimentas (LARA *et al.*, 2010; FERNANDES, 2010). Além da aplicação em cosméticos, curativos e resinas dentárias, as NPs metálicas também são utilizadas em produtos medicinais em que o controle de infecção é crítico, como bandagens, instrumentos cirúrgicos, catéteres. Atualmente também são estudadas aplicações para próteses em forma de revestimento, visando minimizar os riscos de infecções (LI *et al.*, 2008; FERNANDES, 2010; FATEH, 2014). Já como revestimentos, as NPs apresentam uma gama de aplicações, sendo empregadas em tintas e vernizes, em acessórios de informática, corrimãos, telefones e até em recipientes de alimentos (MAYNARD; MICHELSON, 2005; ANTUNES, 2013).

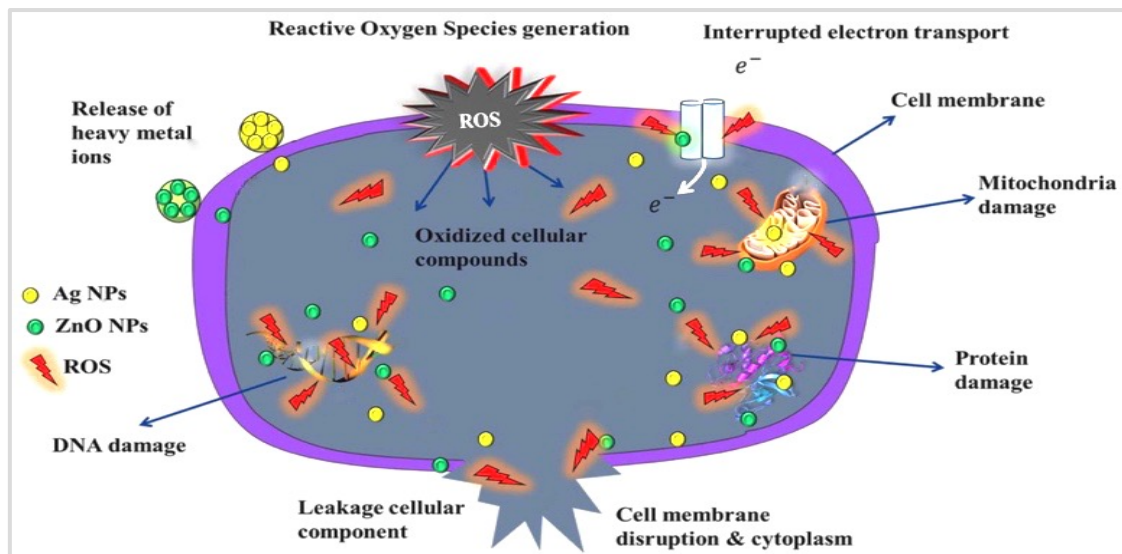
### 3.6.1 Mecanismo de ação biocida das nanopartículas de prata

Devido à escala nanométrica, as NPs podem ter a capacidade de alcançar os sítios de colonização microbianos que, muitas vezes, estão em espaços intercelulares ou fissuras presentes em superfícies (SHAHVERDI *et al.*, 2007). Os mecanismos de remoção e de inibição do biofilme não estão totalmente elucidados, porém se suspeita que o potencial antibiofilme das NPs esteja relacionado ao tamanho extremamente pequeno do material (MORONES *et al.*, 2005) e à penetração da prata através dos poros presentes na matriz do biofilme (SONDI; SALOPEK-SONDI, 2004).

Na literatura, encontra-se a descrição de diferentes possíveis mecanismos de ação das AgNPs sobre as células vegetativas. Alguns dos prováveis mecanismos incluem a interação com os microrganismos, devido à elevada área superficial da prata em escala nanométrica, permitindo a interação com a superfície da célula, a penetração no interior dos microrganismos e a interação com proteínas de membrana celular e com o DNA (PANÁCEK, *et al.* 2006). Tanto as AgNPs quanto os íons de prata ( $\text{Ag}^+$ ) podem interagir com as proteínas da membrana plasmática, ocorrendo adsorção de NPs na membrana celular bacteriana e a consequente formação de poros que ocasionam o extravasamento do conteúdo citoplasmático e a morte celular. Em relação ao DNA, as NPs interagem com estruturas enzimáticas e com bases nitrogenadas, perturbando o funcionamento biológico da célula bacteriana e inibindo suas funções de replicação celular. Além disto, as AgNPs ou os íons ( $\text{Ag}^+$ ) podem provocar danos às mitocôndrias, provocando a morte celular. Outro provável mecanismo de ação é a liberação sustentada de  $\text{Ag}^+$  dentro das células dos microrganismos, podendo formar radicais livres e induzir ao estresse oxidativo (WONG, 2010). As AgNPs são conhecidas por suas propriedades antimicrobianas (Figura 3) e

também por exibirem baixa toxicidade para os humanos. (SILVER; PHUNG, 1996; REDDY *et al.*, 2007).

Figura 3 - Esquema de representação do mecanismo de ação biocida das nanopartículas de prata (Ag) e de óxido zinco (ZnO) em células bacterianas.



Fonte: Adaptado de KHEZERLOU (2018).

### 3.7 Nanocompósitos de matriz polimérica

Um compósito é um material formado por pelo menos dois constituintes com diferentes propriedades físicas e químicas que mantêm as suas propriedades individuais quando são misturados. O objetivo da produção de compósitos é obter um material com propriedades melhores do que aquelas observadas em cada um dos componentes individualmente (SALAVATI-NIASARI; GHANBARI, 2011). As duas fases que compõem um compósito são denominados matriz e reforço. A matriz é a base do compósito, podendo ser polimérica, cerâmica ou metálica. Os compósitos poliméricos possuem a vantagem de poderem ser processados a temperaturas menores, devido à relativamente baixa temperatura de fusão, à fácil conformidade dos polímeros, e por apresentarem baixa densidade e alta resistência específica (SALAVATI-NIASARI; GHANBARI, 2011). O reforço refere-se ao material que é adicionado à matriz para melhorar as suas propriedades. O termo nanocompósito é utilizado quando o reforço apresenta pelo menos uma dimensão nanométrica, isto é, inferior a 100nm (PEIJS, 2015).

Polímeros incorporados com antimicrobianos podem ter várias aplicações. NPs de óxido de zinco (ZnO), por exemplo, têm sido incorporados em diferentes materiais, incluindo vidro, PEBD, polipropileno, poliuretano, papel e quitosana, utilizando distintos métodos de incorporação. Para avaliar a atividade antimicrobiana, ensaios como o de difusão em ágar e o de contato direto dos materiais com o microrganismo em meio de cultura líquido, seguida de contagem de colônia, são comumente utilizados (GHULE *et al.*, 2006; APPLEROT *et al.*, 2009; JIN *et al.*, 2009; LI *et al.*, 2009; LEHOT *et al.*, 2010; EMAMIFAR *et al.*, 2010; PRASAD *et al.*, 2010; VICENTINI *et al.*, 2010; EMAMIFAR *et al.*, 2011; ESKANDARI *et al.*, 2011). Applerot *et al.* (2009) estudaram o mecanismo e a cinética de deposição de nanopartículas de óxido de zinco (ZnONPs) em vidro por irradiação ultrassônica. O vidro revestido com 1 hora de tratamento demonstrou atividade antimicrobiana contra *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, com uma redução da contagem microbiana de 89% e 15%, respectivamente, após 4 horas de incubação. De acordo com Emamifar *et al.* (2010), filmes de PEBD incorporados com AgNPs e ZnONPs por extrusão possuem ação antimicrobiana. NPs de ZnO prolongaram a vida de prateleira de suco de laranja fresco em 28 dias sem causar efeitos sensoriais.

#### 4 CONCLUSÕES

- A solução coloidal utilizada possui partículas de prata dispersas e em tamanhos que estão dentro da faixa recomendada para ação antimicrobiana (<10nm).
- A solução de prata da amostra A1 apresentou atividade bacteriostática e bactericida contra as cepas de *S. Enteritidis* e *S. Heidelberg* nas concentrações de 18 a 100µg/mL.
- As cepas de *S. Enteritidis* e *S. Heidelberg* avaliadas foram sensíveis às soluções de prata em diferentes concentrações. No entanto, o sorovar *S. Heidelberg* mostrou-se mais resistente que *S. Enteritidis*.
- A redução da contagem bacteriana de *S. Enteritidis* e *S. Heidelberg* foi proporcional ao aumento da concentração de nanopartículas de prata.
- A concentração de 125µg/mL de nanopartículas de prata mostrou-se eficaz na prevenção de biofilmes formados por *S. Enteritidis*, sendo uma alternativa aos sanitizantes frente a bactérias planctônicas e sésseis.
- As nanopartículas de prata da amostra A1 foram consideravelmente mais eficientes, quando comparadas as nanopartículas de prata da amostra A2, tanto na capacidade de prevenção quanto na de remoção de biofilmes de *S. Enteritidis*.
- O tempo de exposição às nanopartículas de prata da amostra A1 foi um fator determinante para o sucesso do tratamento.
- As nanopartículas de prata da amostra A1 e o sanitizante à base de cloridrato de polihexametileno biguanida associado a um composto de quaternário de amônio foram capazes de promover redução significativa de *S. Enteritidis* de origem avícola e de controlar biofilmes maduros. Apesar do sanitizante também ter sido eficaz no controle de biofilmes de *S. Enteritidis*, foi necessária a utilização do mesmo em maiores concentrações.

## 5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual ABPA 2018**.

Disponível em: <[http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-  
anuais](http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-<br/>anuais)>. Acesso em: Abril de 2019.

ABPA. Manual de prevenção e controle de Salmonella na produção de aves – 2018 – ABPA. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>  
Acesso em: Abril de 2019.

ALLEN, V. et al. Effect of ultrasonic treatment during cleaning on the microbiological condition of poultry transport crates. **British Poultry Science**, v. 49, n. 4, p. 423-428, jul. 2008.

ALMEIDA, R. Surtos por Salmonella: dados estatísticos, sintomas e prevenção. **Food Safety**. 2015. Disponível em: [http://foodsafetybrazil.org/surtos-por-salmonella-dados-  
estatisticos-sintomas-e-prevencoes/#ixzz4i5x7zH2i](http://foodsafetybrazil.org/surtos-por-salmonella-dados-<br/>estatisticos-sintomas-e-prevencoes/#ixzz4i5x7zH2i). Acesso em: agosto de 2018.

ANDRADE, N.J. **Higiene na indústria de alimentos: avaliação e controle de adesão e formação de biofilmes bacterianos** (1 ed.). São Paulo: Varela. 2008.

ANTUNES, F. S. Síntese, caracterização e avaliação do potencial antimicrobiano de nanopartículas de prata em tintas e vernizes acrílicos à base d'água. **Tese de doutorado**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2013.

APPLEROT, G.; PERKAS, N.; AMIRIAN, G.; GIRSHEVITZ, O.; GEDANKEN, A. Coating of glass with ZnO via ultrasonic irradiation and a study of its antibacterial properties. **Applied Surface Science**, v. 256, n. 3, p. S3–S8, 2009.

ARAKHA, M. Investigation on the effect of zinc oxide nanoparticles in the aggregation of hen egg lysozyme. **Tesis** (Master of Technology) - National Institute of Technology, Rourkela, Orissa, India. 2012.

ASTM. AMERICAN SOCIETY TESTING MATERIALS. Standard specification for polyethylene plastics molding and extrusion materials, D-4976. In **Annual Book of ASTM**; American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA. 2006.

ASTM - AMERICAN SOCIETY TESTING MATERIALS. Standard Practice for Operating Fluorescent Ultraviolet (UV) Lamp Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials, G154-12a. In **Annual Book of ASTM**, Barr Harbor, 2012.

AUSTIN, J. W. et al. Thin aggregative fimbriae enhance *Salmonella* Enteritidis biofilm formation. **FEMS Microbiology Letters**, v. 162, n. 2, p. 295-301, 1998.

ASHRAF, S.; AKHTAR, N.; GHAURI, M.A.; RAJOKA, M.I.; KHALID, Z.M.; HUSSAIN, I. Polyhexamethylene biguanide functionalized cationic silver nanoparticles for enhanced antimicrobial activity. **Nanoscale Research Letters**, v. 7, n. 1, p 267. 2012

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2020**. Disponível em: <[http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa\\_relatorio\\_anual\\_2020\\_portugues\\_web.pdf](http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf)>. Acesso em: 24 mai. 2020.

**ANTONIO CARLOS DE QUEIROZ , A.C. Ocorrência da *Salmonella* spp. na cadeia de frango de corte. 2020**. Dissertação (Mestrado em ciência animal) Universidade Estadual Paulista - UNESP, Araçatuba, 2020.

ASTM (American Society for testing materials). *ASTM D4976*: Standard Specification for Polyethylene Plastics Molding and Extrusion Materials, 2006.

AYEBAH, B *et al.* Efficacy of electrolyzed water in the inactivation of planktonic and biofilm *Listeria monocytogenes* in the presence of organic matter. **Journal of Food Protection**. v. 69, p. 2143–2150, 2006.

BACK, A. Colibacilose Aviária. *In*: BACK, A. **Manual de Doenças de Aves**. 2. ed. Cascavel/PR. p. 132-135, 2010.

BAE, Y. M., & LEE, S. Y. Inhibitory effects of UV treatment and a combination of BAIÃO, N. C. et al. Efeitos do tipo e período de jejum sobre a perda do peso vivo e rendimento de carcaça de frango de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v.44, n.3, p.205-213, 1992.

BAILEY, J. S.; STERN, N. J.; FEDORKA-CRAY, P.; CRAVEN, S. E.; COX, N. A.; COSBY, D. E.; LADELY, S.; MUSGROVE, M. T. Sources and Movement of *Salmonella* through Integrated Poultry Operations: A Multistate Epidemiological Investigation, **Journal of Food Protection**, v.64, n.11, p.1690-1697, 2001.

BARRETO, L. P. D. P. Obtenção e caracterização do diamante policristalino (PCD) com 15%<sub>w</sub>t de nióbio sintetizado via alta pressão e alta temperatura (HPHT). **Trabalho de conclusão de curso**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN, 2018.

BELL, C.; KYRIAKIDES, A. **Salmonella: a practical approach to the organism and its control in foods**. Iowa: Blackwell Science, 2002.

BERCHIERI Jr., A. *et al.* **Doenças das aves**. São Paulo: Facta, p. 1104, 2009.

BERNARDES, P. C. Modelagem da adesão de *Bacillus cereus* ao aço inoxidável em função do tempo e da temperatura e influência da rugosidade e da hidrofobicidade sobre a adesão. **Dissertação de Mestrado** em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, p. 67, 2008.

BERRANG, J. K. NORTH CUTT M. E. Influence of a Chicken Transport Cage-Washing System on Wastewater Characteristics and Bacteria Recovery from Cage Flooring. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 15, n. 3, p. 457-463, 2006.



- BERRANG, M. *et. al.* Role of dump cage fecal contamination in the transfer of *Campylobacter* to carcasses of previously negative broilers. **Journal of Applied Poultry Research**. Georgia, p. 190-195, 2003.
- BIFFI, C.P.; STEFANI, L.M.; MILETTI, L.C.; MATIELLO, C.A.; BACKES, R.G.; ALMEIDA, J.M. Phenotypic and genotypic resistance profile of *Salmonella typhimurium* to antimicrobials commonly used in poultry. **Brazilian J Poultry Sci**, v.16, n.2, p. 93-6. 2014
- BINNING, G. AND ROHRER, H. Scanning tunneling microscopy- from birth to adolescence. **Rev. Mod. Phys**, v. 59, p. 615, 1987.
- BOLDER, N. M. The microbiology of the slaughter and processing of poultry. In: DAVIES, A.; BOARD, R. The microbiology of meat and poultry. **London: Blackie Academic & Professional**, p. 159-173, 1998.
- BORGES, K. A.; FURIAN, T. Q.; SOUZA, S. N.; MENEZES, R.; EDUARDO, C. Biofilm formation capacity of *Salmonella* serotypes at different temperature conditions. **Pesq. Vet. Bras**. v. 38, n. 1, 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa Nº 78, de 3 de novembro de 2003, aprova as Normas Técnicas para Controle e Certificação de Núcleos e Estabelecimentos Avícolas como livres de *Salmonella Gallinarum* e de *Salmonella Pullorum* e Livres ou Controlados para *Salmonella Enteritidis* e para *Salmonella Typhimurium*. **Diário Oficial da União**, Brasília, de 05 de novembro de 2003, seção 1, p. 3.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância em Saúde. Surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil. Informe 2018, Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/doencas-transmitidas-por-alimentos>. Acesso em: abril de 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. 2005. Vigilância Epidemiológica das Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil, 1999 a 2004. **Boletim Eletrônico Epidemiológico**. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/svs>. Acesso em: março de 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS. **Vigilância epidemiológica de Doenças Transmitidas por Alimento - VE- DTA – período de 2000 a 2014**. 2014. Disponível em: [www.saude.gov.br](http://www.saude.gov.br) Acesso em: Abril de 2019.
- BRASIL. Surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil. **Ministério da Saúde**. 2016. Disponível em <<http://u.saude.gov.br/images/pdf/2016/junho/08/Apresentao-Surtos-DTA-2016.pdf>> Acesso em: janeiro de 2019.
- BJARNSHOLT, T., CIOFU, O., MOLIN, S., GIVSKOV, M., HOIBY, N. Applying Insights from Biofilm Biology to Drug Development—Can a New Approach Be Developed?. **Nature Reviews Drug Discovery**, v. 12, p. 791-808. 2013.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Salmonelas. Brasília, 29 jan. 2020. Disponível em:

<http://antigo.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/pnsa/salmonelas>. Acesso em: 01 maio. 2020.

VOSS-RECH, D.; KRAMER, B., SILVA, V.S., REBELATTO, R., ABREU, P. G., COLDEBELLA, A., VAZ, C. S. L. Longitudinal study reveals persistent environmental Salmonella Heidelberg in Brazilian broiler farms. **Veterinary Microbiology**, v. 233, p. 118–123, 2019.

FREITAS NETO, O.C. Patogenia. Mecanismos de invasão e evasão de Salmonella spp. durante a infecção de aves. Salmonella Gallinarum. **Avisite-Encarte Especial**, n.01, p.9-11, março, 2015.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Relatório de pesquisa em vigilância sanitária de alimentos. Monitoramento da prevalência e do perfil de suscetibilidade aos antimicrobianos em enterococos e salmonelas isolados de carcaças de frango congeladas comercializadas no Brasil. Programa nacional de monitoramento da prevalência e da resistência bacteriana em frango - PREBAF. Brasília; 2012. 171p.

BOROWSKY, L. M.; BESSA, M. C.; CARDOSO, M. I.; AVANCINI, C. A. M. Sensibilidade e resistência de amostras de Salmonella Typhimurium isoladas de suínos abatidos no Rio Grande do Sul/Brasil frente aos desinfetantes químicos quaternário de amônio e iodoform. **Ciência Rural**, v. 36, p. 76-79, 2006.

BRIDIERA, A.; BRIANDETA, R.; THOMAS, V.; DUBOIS-BRISSENETA, F. Resistance of bacterial biofilms to disinfectants: a review. **Biofouling**. v. 27, p. 1017-1032, 2011.

BORGES, K.A.; FURIAN, T.Q.; SOUZA, S.N.; SALLE, C.T.P.; MORAES, H.L.S.; NASCIMENTO, V.P. Antimicrobial Resistance and Molecular Characterization of Salmonella Enterica Serotypes Isolated from Poultry Sources in Brazil. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.21, n.1. 2019.

BORGES, K.A.; MARTELO, E.B.; SANTOS, L.A.D.; FURIAN, T.Q.; CISCO, I.C.; MANTO, L.; SANTOS, L.R.D. Detection and quantification of Salmonella spp. in poultry slaughterhouses of southern Brasil. *Salmonella in Brazilian poultry slaughterhouses*. J Infect Dev Ctries. 2019, 13 (5):455-460

BORGES, K.A.; CISCO, I.C.; FURIAN, T.Q.; TEDESCO, D.C.; RODRIGUES, L.B.; NASCIMENTO, V.P.; SANTOS, L.R.D. Detection and quantification of Campylobacter spp. in Brazilian poultry processing plants. J Infect Dev Ctries 2020; 14(1):109-113. doi:10.3855/jidc.11973

BURMOLLE, M *et al.* Enhanced Biofilm Formation and Increased Resistance to Antimicrobial Agents and Bacterial Invasion Are Caused by Synergistic Interactions in Multispecies Biofilms. **Applied Environmental Microbiology**. v. 72, p. 3916-3923, 2006.

CAIXETA, Danila Soares. **Sanificantes químicos no controle de biofilmes formados por duas espécies de Pseudomonas em superfície de aço inoxidável**. 2008. 75f.

Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CDC. CENTER FOR DISEASE CONTROL. Making food safer to eat: reducing contamination from the farm to the table. 2016. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/vitalsigns/foodsafety/>>. Acesso em: 30 outubro 2017.

CARELI, R.T. Adesão de *Pseudomonas fluorescens* em superfícies utilizadas no processamento de alimentos. 81 f. Viçosa, MG. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. 2005.

CAO, G. Physical Chemistry of Solid Surfaces. In: Nanostructures and Nanomaterials - Synthesis, Properties, and Applications. 2. ed. [s.l.] World Scientific Series in Nanoscience and Nanotechnology, p.2, 2011.

CARDINALE, E. *et. al.* Prevalence of Salmonella and Campylobacter in retail chicken carcasses in senegal. **Revue Élev. Méd. Vét. Pays trop**, p.13-16, 2003.

CARDOSO, A. L. S. P.; TESSARI, E. N. C. Divulgação técnica – Salmonela na segurança dos alimentos. **Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 1, p. 11-13, 2008.

CARVALHO, D. Formação de biofilmes por *Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli* e *Campylobacter jejuni*: Aplicação de modelagem preditiva e alternativas para controle. 2019. **Tese de Doutorado** em Ciências veterinárias. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

CAVALCANTE, N. B. Atividade antibacteriana e antifúngica de nanopartículas de prata produzidas por curvularia inaequalis (shear) boedijn. **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE. 2014.

CDC. Centers for disease control and prevention (CDC) - 2000. **Surveillance for foodborne-disease outbreaks**. Disponível em: <[http://www.dhss.mo.gov/CDManual/Foodborne\\_condensed.pdf](http://www.dhss.mo.gov/CDManual/Foodborne_condensed.pdf)> Acesso em: outubro de 2018.

CDC. Centers for disease control and prevention, 2013. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/salmonella/pdf/enteritidis-508c.pdf>> Acesso em: janeiro de 2019.

CDC. Centers for disease control and prevention. Centers for Disease Control and Prevention. Salmonella. 2017. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/salmonella/>>. Acesso em: Dezembro de 2018.

CHAVANT, P. et al. A new device for rapid evaluation of biofilm formation potential by bacteria. [S.l.]: **Journal of Microbiol Methods**, v. 68, n. 3, p. 605-12, 2007.

CISCO, I. C. Detecção de *Campylobacter* spp. em amostras de abatedouros avícolas. **Dissertação de mestrado**. Universidade de Passo Fundo. 2015.

CLARK, D. P.; PAZDERNIK, N. J. Nanobiotechnology. *Biotechnology*, p. 219–248, 2016.

COELHO, M. B. Compósitos de polietileno de ultra alto peso molecular (peuapm) com casca de arroz. **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre, RS. 2016

CORRY, J. E. L.; ALLEN, V. M.; HUDSON, W. R.; BRESLIN, M. F.; DAVIES, R. H. Sources of *Salmonella* on broiler carcasses during transportation and processing: modes of contamination and methods of control. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 92, p. 424-432, 2002.

COSTA, F. et al. Covalent immobilization of antimicrobial peptides (AMPs) onto biomaterial surfaces. **Acta Biomaterialia**, v. 7, n. 4, p. 1431-1440, 2011.

COUTINHO, F. M. B., MELLO, I. L. e SANTA MARIA, L. C. D. "Polietileno: Principais tipos, propriedades e aplicações," **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, p. 1-13, 2003.

D'AOUST, J. Y.; MAURER, J. *Salmonella* species. In: DOYLE, M. P.; BEUCHAT, L. R. (Ed). **Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers**. Washington: ASM Press, 2007.

DAKHIL, A.S. Biosynthesis of silver nanoparticle (AgNPs) using *Lactobacillus* and their effects on oxidative stress biomarkers in rats. **J. King Saud. Univ. Sci.**, v. 29, n.4, p. 462-467. 2017.

DAVIES, D. Understanding biofilm resistance to antibacterial agents. **Nature Reviews Drug Discovery**. v. 2, p. 114-122, 2003.

DERBALAH, A. S.; ELKOT, G. A. E.; HAMZA, A. M. Laboratory evaluation of botanical extracts, microbial culture filtrates and silver nanoparticles against *Botrytis cinerea*. **Ann Microbiol**, v.62, n.3, p. 1331-1337, 2011.

DIANIN, K. C. S. Indicadores de higiene e pesquisa de *Salmonella* spp. em linha de abate e processamento de frango de corte. **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal do Paraná. 2016.

DONLAN, R. M.; et al. Protocol for detection of biofilms on needleless connectors attached to central venous catheters. **Journal Clinical Microbiology**. Washington, v. 39, p. 750-753, 2001.

DUARTE, D.A.M.; RIBEIRO, A.R.; VASCONCELOS, A.M.M.; SANTOS, S.B.; SILVA, J.V.D.; ANDRADE, P.L.A. Occurrence of *Salmonella* spp. in broiler chicken carcasses and their susceptibility to antimicrobial agents. **Brazilian J Microbiol**, v.40, n. 3, p.569-73. 2009

DUFFY, L. L.; OSMOND-MCLEOD, M. J.; JUDY, J.; KING, T. Investigation into the antibacterial activity of silver, zinc oxide and copper oxide nanoparticles against poultry-relevant isolates of *Salmonella* and *Campylobacter*. **Food Control**, v. 92, p. 293 e 300, 2018.

- DAVIDSON P.M. & HARRISON M.A. Resistance and Adaptation to Food Antimicrobials, Sanitizers, and Other Process Controls. *Food Technology*, v. 56, n. 11, p. 69-78. 2002.
- DONLAN R.M. & COSTERTON J.M. Biofilms: Survival Mechanisms of Clinically Relevant Microorganisms. *Clinical Microbiology Review*, v. 15, p.167-193. 2002.
- DUPONT, J; SCHOLTEN, J.D. On the structural and surface properties of transition-metal nanoparticles in ionic liquids. *Chemical Society Reviews*, v.39, p. 1780-1804, 2010.
- EARLE, M. J.; SEDDON, K. R. Ionic liquids. Green solvents for the future. *Pure and Applied Chemistry*, v. 72, n. 7, p. 1391-1398, 2000.
- EFSA - European Food Safety Authority. **EFSA explains zoonotic diseases: Salmonella**. 2014. Disponível em: <[http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate\\_publications/files/factsheetsa\\_lmonella.pdf](http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/factsheetsa_lmonella.pdf)>. Acesso em: dezembro 2018.
- EFSA. European Food Safety Authority European Centre for Disease Prevention and Control the European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2015. *EFSA J*. 2016.
- ELIAS, S.; BANIN, E. Multi-species biofilms: living with friendly neighbors. *FEMS Microbiology Reviews*, v.36, p.990-1004, 2012.
- ELLERBROEK, L. I.; LIENAU, J.-A.; KLEIN, G. Campylobacter spp. in Broiler Flocks at Farm Level and the Potential for Cross-Contamination During Slaughter. *Zoonoses and public health*, v. 57, n. 7, p. 81-88, 2010.
- EMAMIFAR, A.; KADIVAR, M.; SHAHEDI, M.; SOLEIMANIAN- ZAD, S. Effect of nanocomposite packaging containing Ag and ZnO on inactivation of *Lactobacillus plantarum* in orange juice. *Food Control*, v. 22, n. 3-4, p. 408-413, 2011.
- EMAMIFAR, A.; KADIVAR, M.; SHAHEDI, M.; SOLEIMANIAN- ZAD, S. Evaluation of nanocomposite packaging containing Ag and ZnO on shelf life of fresh orange juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 11, n. 4, p. 742-748, 2010.
- ESKANDARI, M.; HAGHIGHI, N.; AHMADI, V.; HAGHIGHI, F.; MOHAMMADI, S. R. Growth and investigation of antifungal properties of ZnO nanorod arrays on the glass. *Physica B: Condensed Matter*, v. 406, n. 1, p. 112-114, 2011.
- FABREGA, J., RENSHAW, J.C., LEAD, J.R. Interactions of silver nanoparticles with *Pseudomonas putida* biofilms. *Environmental Science and Technology*, V.43, p. 9004-9009. 2009.
- FARINA, M. **Uma introdução à microscopia eletrônica de transmissão**. 1a. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2010.

- FATEH, R., DILLERT, R., BAHNEMANN, D. Self-cleaning properties, mechanical stability, and adhesion strength of transparent photocatalytic TiO<sub>2</sub>-ZnO coatings on polycarbonate. **ACS Appl Mater Interfaces**, v. 6, n. 4, p. 2270-2278, 2014.
- FDA - Food and Drugs Administration. Departamento of Health and Human Services, Part 178 Indirect Food Additives: Adjuvants, Producers AIDS and Sanitizers. **Code of Federal Regulation**. Title 21, v. 3. 2012.
- FERNANDES, P.É. Novo método de síntese de nanopartículas de prata e avaliação de seu efeito antimicrobiano. **Dissertação de mestrado**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2010.
- FOLEY S L, NAYAK R, HANNING IB, JOHNSON J, HAN J, RICKE SC. Population dynamics of *Salmonella* enterica serotypes in commercial egg and poultry production. **Appl Environ Microbiol**, v. 77, n. 13, p. 4273-9. 2011.
- FLACH, J.; KARNOPP, C.; CORÇÃO, G. Biofilmes formados em matéria-prima em contato com leite: fatores de virulência envolvidos. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.33, p.291-296, 2005.
- FLEMMING, H. C.; WINGENDER, J. The biofilm matrix. Nature reviews. [S.l.]: **Microbiology**, v. 8, n. 9, p. 623-33, 2010.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Microbiologia de alimentos. São Paulo: Atheneu, 2005.
- FROTA, A.C. Subnotificações de surtos alimentares: até quando?. **Food Safety**. 2015 . Disponível em: <http://foodsafetybrazil.org/subnotificacao-de-surtos-alimentares-ate-quando/>. Acesso em: Junho de 2018.
- FUKUZAKI, S. Mechanisms of Action of Sodium Hypochlorite in Cleaning and Disinfection Processes. **Biocontrol Science**, v. 11, p. 147-157. 2006.
- QUADROS, C.C.; BRUNELLI, M.F.; FARIA, V.W.; SCHEEREN, C.W. Nanopartículas de au em líquido iônico suportadas em filmes biopoliméricos: uma aula prática para investigação da atividade antimicrobiana. **Quim. Nova**, v. 39, n. 8, p. 1015 – 1018. 2016
- GHULE, K.; GHULE, A. V.; CHEN, B.-J.; LING, Y.-C. Preparation and characterization of ZnO nanoparticles coated paper and its antibacterial activity study. **Green Chemistry**, v. 8, n. 12, p. 1034– 1041, 2006.
- GIAOURIS, E *et al.* Differential protein expression patterns between planktonic and biofilm cells of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis PT4 on stainless steel surface. **International Journal of Food Microbiology**, v. 162, p. 105–113, 2013.
- GIAOURIS, E *et al.* Differential protein expression patterns between planktonic and biofilm cells of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis PT4 on stainless steel surface. **International Journal of Food Microbiology**, v. 162, p. 105–113, 2013.
- GIAOURIS, G. In: *Biofilms in the Food Environment* (2. ed.). Chichester: John Wiley e Sons. 2015.

- GITIPOUR, A., R. SOUHAIL, S.R. AL-ABED, K.G. SCHECKEL AND T. TOLAYMAT. Nanosilver as a disinfectant in dental unit waterlines: Assessment of the physicochemical transformations of the AgNPs. **Chemosphere**, v.173, p.245-252. 2017.
- GOGOI, S. K., GOPINATH, P., PAUL, A., RAMESH, A., GHOSH, S. S., & CHATTOPADHYAY, A. Green fluorescent protein-expressing *Escherichia coli* as a model system for investigating the antimicrobial activities of silver nanoparticles. **Langmuir**, v. 22, n. 22, p. 9322-9328, 2006.
- GÓMEZ, N. C *et al.* A. Effect of enterocin AS-48 in combination with biocides on planktonic and sessile *Listeria monocytogenes*. **Food Microbiology**. v. 30, p. 51–58, 2012.
- GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Viçosa: UFV, 370p. 2006.
- GUIBOURDENCHE, M.; ROGGENTIN, P.; MIKOLEIT, M.; FIELDS, P. I.; BOCKEÜHL, J.; GRIMONT, P. A. D.; WEILL, F. X. Supplement 2003 - 2007 (No. 47) to the White-Kauffmann -Le Minor scheme. **Research in Microbiology**, v. 161, p. 26-29, 2010.
- GUIMARÃES, L. M. Perfis de espalhamento Raman ressonante em estruturas unidimensionais de carbono: cadeias lineares e nanotubos quiralmemente enriquecidos. **Tese de doutorado**. Universidade Federal de Minas Gerais, MG, 2011.
- GIBSON, H.; TAYLOR, J.H.; HALL, K.E.; HOLAH, J.T. Effectiveness of cleaning techniques used in the food industry in terms of the removal of bacterial. **J Appl Microbiol**, v. 87, n. 1, p. 41-48. 1999.
- HANSEN, S.K. *et al.* Evolution of species interactions in a biofilm community. **Nature**, v.445, p.533–536, 2007.
- HASTINGS R, COLLES FM, MCCARTHY ND, MAIDEN MC, SHEPPARD SK. *Campylobacter* genotypes from poultry transportation crates indicate a source of contamination and transmission. **J Appl Microbiol**, v. 110, n.1, p. 76-266. Jan, 2011.
- HEYNDRICKX, M. *et al.* Multiple Typing for the Epidemiological Study of the Contamination of Broilers with *Salmonella* from the Hatchery to the Slaughterhouse. **Journal of Food Protection**, v. 70, n. 2, p. 323-334, 2007.
- HOLAH, J.T.; THORPE, R.H. Cleanability in relation to bacterial retention on unused abraded domestic sink materials. **Journal of Applied Microbiology**, v. 69, n. 4, p. 599-608, 1990.
- IRAYYIF, S.M., MOHSENI, A., ARAGHI, S., DEGREE, I.A. Silver nanoparticles and their effect on the biofilm formation in food borne *Salmonella* species. **International Journal of Recent Scientific Research**, v. 6, p. 4343-4346. 2015.

- ISMAIL, A. E. A. Abd El-Moez A. Ismail, Saber A.H. Kotb, Israa M.A. Mohamed, Hosnia S. Abdel-Mohsein Inhibitory Activity of Silver Nanoparticles and Sodium Hypochlorite against Biofilm Produced by Salmonellae Isolated from Poultry Farms. **Journal of Advanced Veterinary Research**, V. 9, N.4, P.151-160, 2019.
- JIN, T.; SUN, D.; SU, J.Y.; ZHANG, H.; SUE, H. J. Antimicrobial Efficacy of Zinc Oxide Quantum Dots against *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* Enteritidis, and *Escherichia coli* O157:H7. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 1, 2009.  
**Journal of Food Science**. v. 77, M61–M64, 2012.
- JÚNIOR, J. F. Q. F. Adesão e formação de biofilmes bacterianos em superfícies de processamento de alimentos funcionalizadas com nanopartículas de prata. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2015
- KAOUD, H.A., YOSSEIF, S. Efficacy of silver nanoparticles and activated electrochemical water as poultry disinfectants against *Salmonella* Enteritidis. v. 1, p. 8–13. 2013.
- KHEZERLOU, A., ALIZADEH-SANI, M. AZIZI-LALABADI, M., EHSANI, A. Nanoparticles and their antimicrobial properties against pathogens including bacteria, fungi, parasites and viroses. **Microbial Pathogenesis**. v. 123, p. 505-526, 2018.
- KOO, H., ALLAN, R. N., HOWLIN, R. P., STOODLEY, P., & HALL-STOODLEY, L. TARGETING. Microbial biofilms: Current and prospective therapeutic strategies. **Nature Reviews Microbiology**. 2017.
- LANE CR, LEBAIGUE S, ESAN OB, AWO FISYO AA, ADAMS NL, FISHER IS, GRANT KA, PETERS TM, LARKIN L, DAVIES RH, ADAK GK. *Salmonella enterica* serovar Enteritidis, England and Wales, 1945–2011. **Emerg Infect Dis** 2014;20:1097–1104
- LANGSRUD, S.; SUNDHEIM, G.; BORGMANN. Intrinsic and acquired resistance to quaternary ammonium compounds in food-related *Pseudomonas* spp. **Journal of Applied Microbiology**. v. 95, P. 874-882, 2003.
- LEITE C.R.C. Desinfecção química aplicada na avicultura: concentrações inibitórias mínimas de desinfetantes derivados da amônia quaternária e hipoclorito de sódio sobre *Salmonella* sp. e *Escherichia coli*. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 30, n. 1, p. 74-75. 2002.
- LANE CR, BAIGUE SL, ESAN OB, AWO FISYO AA, ADAMS NL, FISHER IST, GRANT KA, PETERS T, LARKIN L, DAVIES RH, ADAK GK. *Salmonella enterica* Serovar Enteritidis, England and Wales, 1945-2011. **Emerg Infect Dis**, v. 20, n. 7, p. 1097-104. 2014.
- LARA, H.H.; AYALA-NÚÑEZ, N.V.; et al. Bactericidal effect of silver nanoparticles against multidrug-resistant bacteria. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 26, n. 4, p. 615–621, 2010.



LATASA, C., B. GARCIA, M. ECHEVERZ, A. TOLEDO-ARANA AND J. VALLE *ET AL.* Salmonella biofilm development depends on the phosphorylation status of **RcsB**. **J. Bacteriol.**, v. 194, p. 3708-3722. 2012.

LEJEUNE, P. Contamination of abiotic surfaces: what a colonizing bacterium sees and how to blur it. **Trends in Microbiology**, v. 11, p. 179 - 184, 2003.

LEPOT, N.; VAN BAELE, M.K.; VAN DEN RUL, H.; D'HAEN, J.; PEETERS, R.; FRANCO, D.; MULLENS, J. Synthesis of ZnO nanorods from aqueous solution. **Materials Letters**, v.61, n.13, p. 2624–2627, 2010.

LI, J. H.; HONG, R. Y.; LI, M. Y.; LI, H. Z.; ZHENG, Y.; DING, J. Effects of ZnO nanoparticles on the mechanical and antibacterial properties of polyurethane coatings. **Progress in Organic Coatings**, v. 64, n.4, p. 504–509, 2009.

LI, Q.; MAHENDRA, S.; et al. Antimicrobial nanomaterials for water disinfection and microbial control: Potential applications and implications. **Water Research**, v. 42, n. 18, p. 4591–4602, 2008.

LIU, C., GUO, J., YAN, X., TANG, Y., MAZUMDER, A., WU, S., & LIANG, Y. Antimicrobial nanomaterials against biofilms: An alternative strategy. **Environmental Reviews**, v. 25, n.2, p. 225–24, 2016.

LOWE, C. R. Nanobiotechnology: the fabrication and applications of chemical and biological nanostructures. *Current Opinion in Structural Biology*, v. 10, n. 4, p. 428–434, 2000.

LU, X. et al. Antimicrobial effect of diallyl sulfide on *Campylobacter jejuni* biofilms. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 67, n. 8, p. 1915-1926, 2012.

LUCA, A. N. B; KOERICH, G. M. D. Perfil epidemiológico dos surtos de dta causados por *salmonella* sp em santa catarina, brasil, notificados no sinan net de 2006 a 2008. **Especialização em Microbiologia**. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. 2009.

MADIGAN, T. M.; MARTINKO, J. M.; DUNLAB, P. V.; CLARK, D. P. **Microbiologia de Brock**. 12a edição, São Paulo: Artmed, 2010.

MAUKONEN, J., J. MATTO, G. WIRTANEN, L. RAASKA, T. MATTILA-SANDHOLM AND M. SAARELA. Methodologies for the characterization of microbes in industrial environments: A review. **J. Ind. Microbiol. Biotechnol**, v. 30, p. 327-356. 2003.

MARTINEZ-GUTIERREZ, F., BOEGLI, L., AGOSTINHO, A., SÁNCHEZ, E.M., BACH, H., RUIZ, F., JAMES, G. Anti-biofilm activity of silver nanoparticles against different microorganisms. **Biofouling**, v. 29, p. 651-660. 2013.

MALISKA, A. M. Microscopia eletrônica de varredura e microanálise (2003). **Apostila**. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Disponível em: <[http://www.usp.br/nanobiodev/wp-content/uploads/MEV\\_Apostila.pdf](http://www.usp.br/nanobiodev/wp-content/uploads/MEV_Apostila.pdf)> Acesso em: abril de 2019.

- MANRICH, S. Processamento de termoplásticos, São Paulo: Ed. Artliber, 431p, 2005.
- MARIN, C., HERNANDIZ, A., LAINEZ, M. Biofilm development capacity of *Salmonella* strains isolated in poultry risk factors and their resistance against disinfectants. **Poultry Science**, v.88, p. 424- 431. 2009.
- MARRIOT, N. G.; GRAVANI, R.B. Principles of food sanitation. 5.th. New York: Springer, 2006. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/978-0-387-25025-0/#section=398758&page=3&locus=0>>. Acesso em 24 março. 2019.
- MAUKONEN, J. *et al.* Methodologies for the characterization of microbes in industrial environments: a review. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**. v. 30, p. 327-356, 2003.
- MAYNARD, A.; MICHELSON, E. The Project on Emerging Nanotechnologies. Consumer Product Inventory. 2005 Disponível em: <[http://www.nanotechproject.org/process/files/2753/consumer\\_product\\_inventory\\_analysis\\_handout.pdf](http://www.nanotechproject.org/process/files/2753/consumer_product_inventory_analysis_handout.pdf)>. Acesso em 04 abr. 2019.
- MEDEIROS M.A.N., OLIVEIRA D.C.N., RODRIGUES D.P. & FREITAS D.R.C. Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* in chicken carcasses at retail in 15 Brazilian cities. **Rev. Panam. Salud. Publica**, v. 30, n. 6, p. 555–560, 2011.
- MELO, C. P. DE; PIMENTA, M. Nanociências e Nanotecnologia. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, p. 9, 18 ago. 2004.
- MEN, P.; LI, H. B.; ZHAI, S. D.; ZHAO, R. S. Association between the AUC/MIC Ratio of Vancomycin and Its Clinical Effectiveness: A Systematic Review and Meta-Analysis. **PLOS one**, v. 11, n. 1, 2016.
- MCLAUGHLIN-BORLACE, L., STAPLETON, F., MATHESON, M., DART, J.K.G. Bacterial biofilm on contact lenses and lens storage cases in wearers with microbial keratitis. **Journal of Applied Microbiology**, v. 84, p. 827-838. 1998.
- MENOITA, E. *et al.* Biofilmes: conhecer a entidade. **Journal of aging and innovation**, Lisboa, v.1, n. 3, p. 23-32, 2012.
- MERINO, L., *et al.* Biofilm formation by *Salmonella* sp. in the poultry industry: Detection, control and eradication strategies. **Food Research International**, v. 119, p. 530-540, 2019.
- MILLEZI, F. M.; *et al.* Susceptibility of mono species and dual-species biofilms of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* to essential oils. **Journal of Food Safety**, v. 32, n. 3, p. 351-359, 2012.
- MORETRO, T.; VESTBY, L.K.; NESSE, L. L.; HANNEVIK, S.; KOTLARZ, K.; LANSRUD, S. Evaluation of efficiency of disinfectants against salmonella from the feed industry. **Journal of Applied Microbiology**, v. 106, p. 1005-1012, 2019.

MATTE, L.P.; KILIAN, A.S.; LUZA, L.; ALVES, M.C.M.; MORAIS, J.; BAPTISTA, D.L.; DUPONT, J.; BERNARDI, F. Influence of the CeO<sub>2</sub> Support on the Reduction Properties of Cu/CeO<sub>2</sub> and Ni/CeO<sub>2</sub> Nanoparticles. *J. Phys. Chem*, v. 119, n. 47, p. 26459–26470. 2015.

MITTAL, A.K.; BHAUMIK, J.; KUMAR, S.; BANERJEE, U.C. Biosynthesis of silver nanoparticles: Elucidation of prospective mechanism and therapeutic potential. *Journal of Colloid and Interface Science*. v. 415, p. 39-47, 2014.

MORAES, M. S. V.; ANDRADE, N. J.; CHAVES, J. B. P.; PASSOS, F. J. V.; GOMIDE, L. A. M. . Isolamento de esporos de equipamentos de abatedouros avícolas e avaliação de sua resistência a sanificantes químicos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 17, n.7, p. 1836-1842, 1997.

MORONES J.R., ELECHIGUERRA J.L., CAMACHO J., HOLT K., KOURI J.B., RAMÍREZ J.T. & YACAMAN M.J. The bactericidal effect of silver nanoparticles. *Nanotechnology*, v. 16, n. 10, p. 2346-2353, 2005.

MULDER, R. W. A. W. Impact of transport and related stresses on the incidence and extent of human pathogens in pig meat and poultry. *Journal of Food Safety*. v. 15, p. 239–246, 1995.

MURRAY, C.J. Environmental Aspects of *Salmonella*. In: *Salmonella* in Domestic Animals. Wray, C. and Wray, A. editors, New York, NY. **CABI Publishing**, chapter 16, p. 265. 2000

MZA. Gaiolas transporte de aves vivas: Desenvolvida para proporcionar ventilação, segurança e conforto no transporte de aves vivas. Muito eficiente em todo processo de higienização e desinfecção. Disponível em: [http://estatico.mza.com.br/arquivos/catalogos/Folhetos\\_gaiola.pdf](http://estatico.mza.com.br/arquivos/catalogos/Folhetos_gaiola.pdf). Acesso em: Abril de 2019.

NANOCOMPOSIX. Silver Nanoparticles: Optical Properties. **NanoComposix**. Disponível em: <<http://nanocomposix.com/pages/silver-nanoparticles-optical-properties>>. Acesso em: Março de 2019.

NEVES, G.B.D.; PICK, E.; GIURIATTI, J.; ARAÚJO, D.N.; STEFANI, L.M. A Comparative Study on *Salmonella Enteritidis*, *S. Heidelberg* and *S. Typhimurium* of Poultry Origin from Southern Brazil. *Annals of Medicine and Medical Research*, v.3, p. 1027. Apr, 2020.

NEN EN. Chemical disinfectants and antiseptics- quantitative suspension test for the evaluation of bactericidal activity of chemical disinfectants and antiseptics used in food, industrial, domestic, and institutional areas-test method and requirements (phase 2, step 1). European committee for standardization, Brussels. Vol 1276. 1997.

NUNES, P.L.F.; ALMEIDA, P.C.; REIS, T.F.M.; GOULART FILHO, L.R. SILVA, A.C.A; DANTAS, N.O.; ROSSI, D.A.; HOEPERS, P.G.; FONSECA, B.B. Nanocomposite of Ag-Doped ZnO and Ag<sub>2</sub>O Nanocrystals in Control of *Salmonella*

Heidelberg Biofilms Formed in Eggs. **Research Journal of Poultry Sciences**, v. 8, n. 4, p. 35-39. 2015

NOGUEIRA, A.L.; MACHADO, R.A.F.; DUTRA, G.B.; SOUZA, A.Z.; FRANCO, C.V. Synthesis and Characterization of Silver Nanoparticles Produced with a Bifunctional Stabilizing Agent, *Ind. Eng. Chem. Res.*, v. 53, p. 3426-3434, 2014.

OGLESBY-SHERROUSE, A.G *et al.* The complex interplay of iron, biofilm formation, and mucoidy affecting antimicrobial resistance of *Pseudomonas aeruginosa*. **Pathogens Disease**. v. 70, p. 307-320, 2014.

OGDEN, I.D., MACRAE, M., JOHNSTON, M., STRACHAN, N.J.C., CODY, A.J., DIN- GLE, K.E., NEWELL, D.G. Use of multilocus sequence typing to investigate the association between the presence of *Campylobacter* spp. in broiler drinking water and *Campylobacter* colonization in broilers. **Applied and Environmental Microbiology**, v.73, p. 5125-5129. 2007.

OLIVEIRA, A.P.; WEBBER, B.; POTTKER, E.S.; DAROIT, L.; SANTOS, L.R.; RODRIGUES, L.B. Adesão de *Salmonella* Enteritidis envolvida em surtos alimentares sob diferentes superfícies e condições ambientais. **Scientia Plena**, v. 15, n.11. 2019

OLSEN, J. et al. Cross-contamination with *Salmonella* on a broiler slaughterhouse line demonstrated by use of epidemiological markers. **Journal of applied microbiology**, v. 94, n. 5, p. 826-835, 2003.

PATRIARCHI, A. et al. Molecular Characterization and Environmental Mapping of *Campylobacter* Isolates in a Subset of Intensive Poultry Flocks in Ireland. **Foodborne pathogens and disease**, v. 8, n. 1, p. 99-108, 2011.

PEACOCK, A. J. Handbook of polyethylene: structure, properties and applications. New York: Marcel Dekker, v.57, 2000.

PEIJS, T. Editorial, *Nanocomposites*, v. 1, n. 1, p. 1-2, 2015.

PEIRIS, M.K., GUNASEKARA, C.P., JAYAWEERA, P. M. et al., Biosynthesized silver nanoparticles: are they effective antimicrobials? **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 112, n. 8, p. 537-543, 2017.

PEÑA, S.T. Biofilms and their impact on food industry. *Visanet Outreach Journal*. Publicação online: 12 de maio de 2010. Disponível em: <https://www.visavet.es/en/articles/biofilms-impact-food-industry.php>. Acesso em: 27 de setembro de 2018.

PEYRAT, M. B. et al. Phenotypes and genotypes of *campylobacter* strains isolated after cleaning and disinfection in poultry slaughterhouses. **Veterinary Microbiology**, Amsterdã, v.128, p. 313 – 326, 2008.

PEZZONI, M., CATALANO, P., PIZARRO, R., DESIMONE, M., SOLER-ILLIA, G., BELLINO, M., & COSTA, C. Antibiofilm effect of supramolecularly templated

mesoporous silica coat- ings. **Materials Science and Engineering**, v. 77, p. 1044–1049, 2017.

POTTKER, E. S. **Genômica e caracterização fenotípica de bacteriófagos líticos para biocontrole de salmonella enterica**. Dissertação (mestrado em bioexperimentação) 2016. Universidade de Passo Fundo (UPF), Passo Fundo, RS. 2016.

PISANI. Gaiola de transporte de aves vivas. Disponível em: <https://www.pisani.com.br/produtos/avicultura/gaiola-100>. Acesso em: abril de 2019.

PRASAD, V.; SHAIKH, A.J.; KATHE, A.A.; BISOYI, D.K.; VERMA, A.K.; VIGNESHWARAN, N. Functional behaviour of paper coated with zinc oxide-soluble starch nanocomposites. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 210, n. 14, p. 1962–1967, 2010.

RAI, M.; YADAV, A.; GADE, A.; Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. **Biotechnology Advances**, v. 27, p. 76-83, 2009.

RANKE, J. et al. Design of sustainable chemical products--the example of ionic liquids. **Chemical reviews**, v. 107, n. 6, p. 2183-206, jun. 2007.

RANKE, J. et al. Biological effects of imidazolium ionic liquids with varying chain lengths in acute *Vibrio fischeri* and WST-1 cell viability assays. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 58, n. 3, p. 396-404, jul. 2004.

RAMESH, N.; JOSEPH, S. W.; CARR, L. E.; DOUGLASS, L. W.; WHEATON, F. W. Evaluation of chemical disinfectants for the elimination of *Salmonella* biofilms from poultry transport containers. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, p. 904-910. 2002

RASSCHAERT, G.; HOUF, K.; ZUTTER, L. De. Impact of the slaughter line contamination on the presence of *Salmonella* on broiler carcasses. **Journal of Applied Microbiology**, v. 103, p. 333-341, 2007.

REDDY, K. M., et al. Selective toxicity of zinc oxide nanoparticles to prokaryotic and eukaryotic systems. **Appl. Phys. Lett.** v. 90, 2007.

REDEL, E.; THOMANN, R.; JANIAC, C. First Correlation of Nanoparticle Size-Dependent Formation with the Ionic Liquid Anion Molecular Volume. **Inorg. Chem**, v. 47, n.1, p. 14–16. 2008.

REZENDE, C.S.M. et al. Sorovares de *Salmonella* isolados de carcaças de frangos de corte abatidos no estado de Goiás, e perfil de resistência a antimicrobianos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.100, n.555- 556, p. 199-203, 2005.

ROSA, M. C. O. Avaliação da contaminação por *Salmonella* spp. em gaiolas de transporte de frango vivo após a etapa de higienização. Porto Alegre, 2010. 59 f. **Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação** em Engenharia de Alimentos – Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ROSSI, D. A.; MELO, R. T.; MENDONÇA, E. P.; MONTEIRO, G. P. Biofilms of Salmonella and Campylobacter in the Poultry Industry. By Daise A. Rossi, Roberta T. Melo, Eliane P. Mendonça and Guilherme P. Monteiro. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5772/65254>>. Acesso em: janeiro de 2019.

ROY, P. et al. Results of *Salmonella* isolation from poultry products, poultry, environments and other characteristics. **Avian Diseases**, v.46, n.1, p.17-24, 2002.

RUTHERFORD, S.T.; BASSLER, B.L. Bacterial quorum sensing: its role in virulence and possibilities for its control. **Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine**, New York, v. 2, n. 2, p. 1-26, 2012.

SALAVATI-NIASARI, M. E GHANBARI, D. "Polymeric Nanocomposite Materials," em *Advances in Diverse Industrial Applications of Nanocomposites*, **InTech**, p. 501-520, 2011.

SALOMONI, R. Ação de Nanopartículas de Prata em Linhagens Hospitalares e sua Aplicação em Cateteres Intraluminais. **Tese de doutorado**. Uiniversidade de São Paulo, SP, 2016.

SANSEBASTIANO, G.; ZONI, R.; BIGLIARDI, L. Cleaning and disinfection procedures in the food industry general aspects and practical applications. In: MCELHATTON, A.; MARSHALL, R. Food safety: a practical and case study approach. New York: Springer, 2007. p. 253-280. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/g464056028605237/fulltext.pdf>>. Acesso em: 24 out. 2010.

SANT'ANNA, R.S. e CERQUEIRA, A. M. F. Apostila de aulas Práticas de Microbiologia. Curso de Nutrição. Universidade Federal Fluminense. 2007.

SANTOS, C. A. 2009. Feynman, o profeta da nanotecnologia. Ciência Hoje. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/do-laboratorio-para-a-fabrica/feynman-o-profeta-da-nanotecnologia>. Acesso em março de 2019.

SCALAN, E *et al.* Foodborne illness acquired in the United States--major pathogens. **Emerging Infectious Disease**. v. 17, p. 7-15, 2011.

SCHONEWILLE, E *et al.* Vestby2 Biofilm building capacity of *Salmonella enterica* strains from the poultry farm environment. **FEMS Immunology and Medical Microbiology**. v. 65, p. 360 – 365, 2012.

SCHONEWILLE, W.; NESSE, L.L.; HAUCK, R.; WINDHORST, D.; HAFEZ, H.M.; VESTBY, L.K. Biofilm building capacity of *Salmonella enterica* strains from the poultry farm environment. **FEMS Immunology & Medical Microbiology**, v.65. p.360-365, 2012.

SCHEEREN, C.W. Líquidos Iônicos Aplicados na Síntese e Estabilização de nanopartículas de Pt(0) e Pd/Pt(0), caracterização e estudos em reações de hidrogenação

catalítica. 2006. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

STEWART, P.S., FRANKLIN, M.J. 2008. Physiological heterogeneity in biofilms. **Nature Reviews Microbiology**, v. 6, p. 199–210. 2008.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE, CLSI. Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically: Approved Standard. 10. ed. Pennsylvania, USA, v.35, n.2, 2015.

SEDDON, K. R. Ionic Liquids for Clean Technology. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, v. 68, n. 4, p. 351-356, abr. 1997.

SEIL, J.T. AND T.J. WEBSTER, Antimicrobial applications of nanotechnology: methods and literature. **Int J Nanomed**, v. 7, p. 2767-2781, 2012.

SESTI, L. Tempo de penetração da Salmonella Heidelberg através da casca de ovos comerciais brancos e vermelhos. Caderno Saúde Avícola. Disponível em: [http://www.uniquimica.com/intranet/arq\\_dept/dept\\_arq\\_23022011-120116.pdf](http://www.uniquimica.com/intranet/arq_dept/dept_arq_23022011-120116.pdf). Acesso em: 01 dez. 2020.

SEYFARTH, A.M.; WEGENER, H.C.; FRIMODT-MOLLER N. Antimicrobial resistance in *Salmonella Enterica* subesp. Enterica serovar Typhimurium from humans and production animals. **J Antimicrob Chemother**, v.40, n. 1, p. 67-75. 1997.

SHACKELFORD, A.D. Modifications of processing methods to control *Salmonella* in poultry. **Poultry Science**, v. 67, n. 6, p. 933-935, 1988.

SHAHVERDI A. R. et al. Synthesis and effect of silver nanoparticles on the antibacterial activity of different antibiotics against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. **Nanomedicine**, London, v. 3, n. 2, p. 168-171, 2007.

SIDHU, M.S.; SORUM, H.; HOLCK, A. Resistance to quaternary ammonium compounds in food-related bacteria. **Microbial Drug Resistance**. v. 8, p. 393-399, 2002.

SILAGYI, K. *et al.* Production of biofilm and quorum sensing by *Escherichia coli* O157:H7 and its transfer from contact surfaces to meat, poultry, ready-to-eat deli, and produce products. **Food Microbiology**. v. 26, p. 514-519, 2009.

SILVA, B. M. P. Arquitetura futurista. Novas tecnologias, p. 106, 2010. Disponível em: < <https://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/2206>>. Acesso em: abril de 2019.

SILVER, S.; PHUNG, L. T. **Annu. Rev. Microbiol.**, 50, 753. 1996.

SIMÕES, M.; SIMÕES, L.C.; VIEIRA, M.J. A review of current and emergent biofilm control strategies. **LWT - Food Science and Technology**, v.43, n.4, p.573-583, 2010.

SIRELKHATIM, A., MAHMUD, S., SEENI, A., *et al.* Review on Zinc Oxide nanoparticles: Antibacterial activity and toxicity mechanism. **Nano-Micro Lett.** v. 7, n 3, p. 219-242, 2015.

SLADER, J.; DOMINGUE, G.; JORGENSEN, F.; MCALPINE, K.; OWEN, R. J.; BOLTON, F. J. HUMPHREY, T. J. Impact of transport crate reuse and catching and processing on *Campylobacter* and *Salmonella* contamination of broiler chickens. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 68, n. 02, p. 713-719, 2002.

SONDI I. & SALOPEK-SONDI B. Silver nanoparticles as antimicrobial agent: a case study on *E-coli* as a model for Gram-negative bacteria. **J. Colloid. Interface. Sci.**, v. 275, n. 1, p. 177-182, 2004.

SREY, S.; JAHID, I.K.; HA, S.D. Biofilm formation in food industries: A food safety concern. **Food Control**. v.31, p. 572-585, 2013.

SRIVATSAN, T. S. Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications, A. S. Edelstein and R. C. Cammarata, Editors. **Materials and Manufacturing Processes**, v. 27, n. 10, p. 1145–1145, 2012.

SHARMA, B.K., SAHA, A., RAHAMAN, L., BHATTACHARJEE, S., TRIBEDI, P. Silver inhibits the biofilm formation of *Pseudomonas aeruginosa*. **Advances in Microbiology**, v. 5, p. 677-685. 2015.

STEENACKERS, *et al.* *Salmonella* biofilms: An overview on occurrence, structure, regulation and eradication. **Food Research International**. v.45, p.502–531, 2012.

STEENACKERS, H. et al. *Salmonella* biofilms: an overview on occurrence, structure, regulation and eradication. **Food Research International**, v.45, n.2, p.502-531, 2012.

STEENACKERS, H., HERMANS, K. E VANDERLEYDEN, J. *Salmonella* biofilms: An overview on occurrence, structure, regulation and eradication. **Food Res. Intern.**, v. 45 n. 2, p. 502–531, 2012.

STEPANOVIC S., VUKOVIC D., HOLA V., BONAVENTURA G., DJUKIC S., CIRKOVIC I. & RUZICKA F. Quantification of biofilm in microtiter plates: overview of testing conditions and practical recommendations for assessment of biofilm production by staphylococci. **APMIS**, v.115, p. 891-899, 2007.

STEPANOVIC, S.; IRKOVIC, I.C.; RANIN L, SVABIC-VLAHOVIC M. Biofilm formation by *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* on plastic surface. **Letters in Applied Microbiology**, v. 38, p. 428–432, 2004.

STEPANOVIĆ S., ĆIRKOVIĆ I., MIJAČ V. & ŠVABIĆ-VLAHOVIĆ M. 2003. Influence of the incubation temperature, atmosphere and dynamic conditions on biofilm formation by *Salmonella* spp. **Food Microbiol.** 20:339-343.

STEENACKERS, H., K. HERMANS, J. VANDERLEYDEN AND S.C.J. KEERSMAECKER. *Salmonella* biofilms: An overview on occurrence, structure, regulation and eradication. **Food Res. Int.**, v. 45, p. 502-531. 2011.



SCHONEWILLE E., NESSE L.L., HAUCK R., WINDHORST D., HAFEZ H.M. & VESTBY L.K. 2012. Biofilm building capacity of *Salmonella enterica* strains from the poultry farm environment. **FEMS Immunol. Med. Microbiol.** 65:360-365

SILVA, C.F.; GEHLEN, S.S.; WEBBER, B.; DIEDRICH, L.N.; PILOTTO, F.; SANTOS, L.R.; TONDO, E. C. ; NASCIMENTO, V.P.; RODRIGUES, L.B. *Salmonella* Enteritidis formadoras de biofilmes são multirresistentes a antimicrobianos. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 42, p. 1229. 2014.

SINDE E, CARBALLO J. Attachment of *Salmonella* sp. and *Listeria monocytogenes* to stainless steel, rubber and polytetrafluorethylene: the influence of free energy and the effect of commercial sanitizers. **Food Microbiol.**, v.17, n. 4, p. 439-447. 2000

STEFANI, L.M.; NEVES, G.B.; BRISOLA, M.C. et al. *Salmonella* Heidelberg resistant to ceftiofur and disinfectants routinely used in poultry. **Semina: Ciênc. Agr.**, v. 39, n.3, p.1029-1036. 2018.

STEFANOS MOURDIKOU DIS, S.; PALLARES, R.M.; THANH, N.T.K. Characterization techniques for nanoparticles: comparison and complementarity upon studying nanoparticle properties. **Nanoscale**, v.10, p.12871-12934. 2018.

SANT'ANNA, R.S. e CERQUEIRA, A.M.F. Apostila de aulas Práticas de Microbiologia. Curso de Nutrição. Universidade Federal Fluminense. 2007.

SOUZA, L. V.; LEAL, D. A.; COSTA, T. R.; MENDONCA, R. C. S. Characterization of silver nanoparticles and evaluation of their antimicrobial effect on *Salmonella*. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9. 2020

STOODLEY, P. et al. Biofilms as complex differentiated communities. **Annual Review of Microbiology**, Palo Alto, v. 56, n. 3, p. 187-209, 2002.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F.; GOMPERTZ, O. F.; CANDEIAS, J. A. N. **Microbiologia**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 1999.

TRENTI D.S.; GIORDANI, R.B.; MACEDO A.J.; Biofilmes bacterianos patogênicos: aspectos gerais, importância clínica e estratégias de combate. Programa de Pós-graduação de Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p.24, 2013.

UNIÃO EUROPEIA. NS-EN 13697:2001: Quantitative Non-Porous Surface Test for the Evaluation of Bactericidal and/or Fungicidal Activity of Chemical Disinfectants used in Food, Industrial, Domestic and Institutional Areas. Test Method and requirements without Mechanical Action. Brussels, Belgium: European Committee for standardization. Europa, 2001

VICENTINI, D. S.; SMANIA, A., JR.; LARANJEIRA, M. C. M. Chitosan/poly (vinyl alcohol) films containing ZnO nanoparticles and plasticizers. **Materials Science and Engineering**, v. 30, n. 4, p. 503– 508, 2010.

WEBBER, B *et al.* The Use of Vortex and Ultrasound Techniques for the in vitro Removal of *Salmonella* spp. Biofilms. **Acta Scientiae Veterinariae**. v. 43, 1332, 2015.

WILDMAN, S. At-a-Glance 02: C1V1=C2V2. Student Learning Advisory Service. University of Kent. ResearchGate. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/308201441>. Acesso em: junho de 2019.

WILSMANN, D.E.; CARVALHO, D.; CHITOLINA, G.Z.; BORGES, K.A.; FURIAN, T.Q.; MARTINS, A.C.; WEBBER, B.; NASCIMENTO, V.P. Electrochemically-Activated Water Presents Bactericidal Effect Against *Salmonella* Heidelberg Isolated from Poultry Origin. **Foodborne Pathog Dis.**, v. 17, n. 3. 2020.

WILKS, S.A., MICHELS, H.T., KEEVIL, C.W. Survival of *Listeria monocytogenes* Scott A on metal surfaces: implications for cross- contamination. **International Journal of Food Microbiology**, v.111, p. 93-98. 2006.

WHO. World Health Organization. Global Network Global Foodborne Infections Network. **Global Salm Surv.** 2016. Disponível em: [http://thor.dfvf.dk/pls/portal/GSS.COUNTRY\\_DATA\\_SET\\_REP.show\\_parms](http://thor.dfvf.dk/pls/portal/GSS.COUNTRY_DATA_SET_REP.show_parms). Acesso em: Maio de 2019.

WHO. World Health Organization. Foodborne disease. **Global Salm Surv.** 2020. Disponível em: [https://www.who.int/health-topics/foodborne-diseases#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/foodborne-diseases#tab=tab_1) Acesso em: junho de 2021.

WHO. World Health Organization. Health Topics: *Salmonella*. 2017. Disponível em: <http://www.who.int/topics/Salmonella/en/>. Acesso em: Maio de 2018.

WONG, K. K. Y.; LIU, X. Silver Nanoparticles – The Real “Silver Bullet” in Clinical medicine? **Med. Chem. Commun**, v.1, p.125-131, 2010.

XAVIER, J. B., PICIOREANU, C., ALMEIDA, J. S., VAN LOOSDRECHT, M. C. M. Monitorização e modelação da estrutura de biofilmes. **Boletim de Biotecnologia**. 2002.

YANG, L *et al.* Current understanding of multi-species biofilms. **International Journal of Oral Science**, v.3, p.74–81, 2011.

ZEWDE, B., AMBAYE, A., STUBBS, J. *et al.* A review of stabilized silver nanoparticles – synthesis, biological properties, characterization, and potential Areas of Applications. **JSM Nanotechnology & Nanomedicine**, V. 4, n. 2, p. 1043, 2016. <sup>[1]</sup><sub>[SEP]</sub>

ZHANG, J. Z. ; NOGUEZ, C. Plasmonic optical properties and applications of metal nanostructures. **Plasmonics**, v.3, p. 127–150, 2008.

## APÊNDICE A

Identificação e fonte de isolamento das cepas de *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Heidelberg.

Identificação	Sorovar	Fonte de isolamento	Formação de Biofilme (28°C)	Ano
109	Heidelberg	Suabe de arrasto	Formadora	2006
115	Heidelberg	Carcaça de frango	Não formadora	2006
121	Heidelberg	Carcaça de frango	Formadora	2006
104	Heidelberg	Suabe de cloaca	Formadora	2006
59	Heidelberg	Carcaça de frango	Não formadora	2003
65	Heidelberg	Suabe de cloaca	Não formadora	2003
74	Heidelberg	Carcaça de frango	Não formadora	2003
69	Heidelberg	Suabe de cloaca	Formadora	2003
88	Heidelberg	Carcaça de frango	Não formadora	1995
72	Heidelberg	Carcaça de frango	Não formadora	2003
81	Heidelberg	Suabe de cloaca	Não formadora	2005
116	Heidelberg	Suabe de cloaca	Não formadora	2006
76	Heidelberg	Carcaça de frango	Não formadora	2003
217	Enteritidis	Suabe de arrasto	Formadora	2000
275	Enteritidis	Produto avícola envolvido em surto de salmonelose em humanos	Formadora	2004
282	Enteritidis	Produto avícola envolvido em surto de salmonelose em humanos	Formadora	2007
224	Enteritidis	Órgão de ave	Formadora	2000
311	Enteritidis	Produto avícola envolvido em surto de salmonelose em humanos	Formadora	2011
230	Enteritidis	Suabe de arrasto	Formadora	2001
329	Enteritidis	Produto avícola envolvido em surto de salmonelose em humanos	Formadora	2008
330	Enteritidis	Produto avícola envolvido em surto de salmonelose em humanos	Formadora	2008
338	Enteritidis	Produto avícola envolvido em surto de salmonelose em humanos	Formadora	2008
344	Enteritidis	Produto avícola envolvido em surto de salmonelose em humanos	Formadora	2007