

Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Medicina Veterinária

Renata Lima Garcia Gomes

Sensibilidade de *Salmonella* Heidelberg a nanopartículas de ácido peracético 0,8% encapsuladas em quitosana

Uberlândia - MG

2021

Renata Lima Garcia Gomes

Sensibilidade de *Salmonella* Heidelberg a nanopartículas de ácido peracético 0,8% encapsuladas em quitosana

Projeto de pesquisa que será apresentado á coordenação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito á aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientadora: Profa. Dr^a. Daise Aparecida Rossi

Co-orientadora: Fernanda Aparecida Longato dos Santos

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	6
	OBJETIVOS.....	7
1.1	Geral	7
1.2	Específico.....	8
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1	<i>Gênero Salmonella e sorovar Heidelberg</i>	8
2.2	Resistência microbiana e uso do ácido peracético nanoparticulado ..	12
2.3	Nanopartículas	11
2.3.1	Nanopartícula de Quitosana.....	11
2.3.2	Plantarem.....	12
3	METODOLOGIA	13
3.1	Cepas.....	13
3.2	Avaliação em teste de inibição em ágar	15
3.3	Análise estatística.....	15
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5	CONCLUSÃO	21
	REFERÊNCIAS.....	21

RESUMO

As doenças transmitidas pelos alimentos como a salmonelose impactam a saúde pública e a economia, e dentre os sorovares, *S. Heidelberg* tem se destacado pelo aumento da prevalência e envolvimento em surtos. Desta forma, há busca constante por agentes sanitizantes mais efetivos para o seu controle no ambiente industrial. Este estudo objetivou verificar a eficiência do ácido peracético 0,8% encapsulado em quitosana com e sem a adição do biosurfactante Plantarem 1200 e Plantarem 2000 em inibir cepas de *S. Heidelberg* isoladas de alimentos, comparativamente ao seu uso em formulação comercial. Os testes de inibição foram realizados em triplicata, com três repetições em dias diferentes utilizando o teste de difusão em discos em 20 cepas de *S. Heidelberg* previamente isoladas de alimentos pela FIOCRUZ-RJ. Os resultados demonstraram que o uso do ácido peracético 0,8% (APA) nanoencapsulado em quitosana (APA-QUI) possui poder inibitório superior ao APA. Considerando o tamanho dos halos de inibição, em 15/20 (75%) das cepas, o encapsulamento do sanitizante foi mais efetivo que o mesmo sanitizante não encapsulado ($p < 0,05$ -Tukey). Já os tratamentos em que o Plantarem foi adicionado, o poder inibidor do nanocomposto só foi superior ao do sanitizante não encapsulado em 2/20 (10%) das cepas. Conclui-se que o encapsulamento do ácido peracético em quitosana aumenta o seu poder inibidor frente a *S. Heidelberg*, o que torna sua utilização promissora para a higienização da indústria de alimentos.

Palavras-chave: higienização, nanocomposto, saúde pública

ABSTRACT

Foodborne diseases such as salmonellosis impact public health and the economy, and among serovars, *S. Heidelberg* has stood out for its increased prevalence and involvement in outbreaks. Thus, there is a constant search for more effective sanitizing agents for its control in the industrial environment. This study aimed to verify the efficiency of 0.8% peracetic acid encapsulated in chitosan with and without the addition of the biosurfactant Plantarem 1200 and Plantarem 2000 in inhibiting *S. Heidelberg* strains isolated from food, compared to its use in commercial formulation. Inhibition tests were performed in triplicate, with three repetitions on different days using the disk diffusion test on 20 *S. Heidelberg* strains previously isolated from food by FIOCRUZ-RJ. The results showed that the use of 0.8% peracetic acid (APA) nanoencapsulated in chitosan (APA-QUI) has an inhibitory power superior to APA. Considering the size of the inhibition halos, in 15/20 (75%) of the strains, the sanitizer encapsulation was more effective than the same non-encapsulated sanitizer ($p < 0.05$ -Tukey). As for the treatments in which Plantarem was added, the inhibitory power of the nanocompound was only superior to that of the non-encapsulated sanitizer in 2/20 (10%) of the strains. It is concluded that the encapsulation of peracetic acid in chitosan increases its inhibitory power against *S. Heidelberg*, which makes its use promising for the hygiene of the food industry.

Keywords: sanitation, nanocompost, public health

1. INTRODUÇÃO

A atividade agroindustrial se mantém em constante crescimento, e o Brasil tem se destacado tanto na produção quanto na exportação de produtos de origem animal, sendo o maior exportador mundial de carnes de frango (ABPA, 2021). Acompanhando o aumento no desenvolvimento desse setor alimentício, torna-se mais intensa as disputas sanitárias, com maior uso de fármacos e possíveis inibidores de infecções (NAKAO et al., 2018).

Doenças transmitidas por alimentos (DTAs) são mundialmente importantes devido ao grande número de pessoas acometidas. Os sintomas variam desde um simples desconforto gastrointestinal, até casos muito graves que levam à óbito. Em sua grande maioria são infecções ou intoxicações causadas por bactérias e suas toxinas (BRASÃO et al., 2017). As DTAs acometem a população pela ingestão de alimentos contaminados, podendo ser devido a deficiente higienização e manipulação na produção, contaminação cruzada, preparo por infectados, ou no caso de carnes de frango, pela contaminação das carcaças durante o abate (MENDONÇA et al., 2020).

No mundo, mais de 500 milhões de pessoas são acometidas por infecções alimentares todos os anos (OPAS/OMS, 2019), sendo grande parte delas relacionadas ao consumo de alimentos de origem animal ou vegetal contaminados por *Salmonella* spp (GABARON; OTUTUMI; PIAU JÚNIOR, 2015). No Brasil, *Salmonella* spp foi o microrganismo mais envolvido em surtos alimentares entre os anos de 2007 a 2017 (BRASIL, 2020).

Os sintomas decorrentes da infecção por *Salmonella* spp são principalmente relacionados ao trato gastrointestinal e inclui diarreia, dores abdominais e febre, porém podem ser muito mais graves e o hospedeiro permanecer com a bactéria por dias ou meses, facilitando a disseminação do agente (MENDONÇA et al., 2020). A enfermidade se torna de difícil tratamento quando esta bactéria apresenta resistência aos antimicrobianos, já que apesar da vigilância ter se tornado cada vez mais rígida na utilização destes fármacos,

é comum o surgimento de cepas mais resistentes, inclusive por pressão de seleção (MELO et al., 2018).

Vários sorovares de *Salmonella* se tornam emergentes ao longo do tempo, tanto pelo aumento no número de isolamentos quanto por seu envolvimento em infecção humana. Dentre eles, *S. Heidelberg* tem se destacado como agente etiológico responsável por surtos alimentares onde há desenvolvimento de quadros mais graves, devido suas características de virulência, além da resistência aos antimicrobianos (NAKAO et al., 2018). No Brasil tem-se observado aumento no número de isolamentos deste sorovar na cadeia produtiva avícola (WEBBER et al., 2019).

Uma das formas de controle de *Salmonella* é a prevenção de sua manutenção e disseminação no ambiente industrial por agentes químicos, como o uso do ácido peracético, que é um sanitizante já conhecido, testado e aprovado para uso na indústria de alimentos. Porém, é desejável que sejam utilizados em uma apresentação mais eficiente, como na forma de nanocomposto, que é uma proposta promissora a ser explorada, já que as nanopartículas geralmente possuem maior poder de penetração, e consequente, melhor ação bactericida ou bacteriostática.

O uso da quitina na produção de nanocompostos de quitosana é promissora, por ser atóxica e biodegradável, e ainda, possuir atividade antibacteriana (VALENCIA, 2020). Isso torna essa substância como uma alternativa que deve ser explorada para a formação de um nanocomposto encapsulando o ácido peracético, que deve ter sua eficiência antibacteriana averiguada, justificando a proposta deste estudo.

OBJETIVOS

1.1. Geral

Analisar a eficácia *in vitro* do uso de nanopartículas de quitosana encapsulando ácido peracético 0,8% para a inibição de *S. Heidelberg*.

1.2. Específico

Utilizar o teste de difusão em discos para avaliar a eficiência de nanopartículas de quitosana encapsulando ácido peracético 0,8%, em inibir cepas de *S. Heidelberg*;

Determinar se a adição do biossurfactante (Plantarem 1200 e Plantarem 2000) influenciam o efeito inibidor do ácido peracético 0,8% encapsulado em quitosana.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Gênero *Salmonella* e sorovar Heidelberg

O gênero pertence à família Enterobacteriaceae, são bacilos Gram-negativos, anaeróbios facultativos, não esporulados, com a maioria dos sorovares móveis (WHO, 2018), com temperatura e pH ótimos de multiplicação de 37°C e 6,5 a 7,5, respectivamente (ADLEY e RYAN, 2016). São micro-organismos ubíquos, com ampla distribuição no ambiente e trato intestinal de animais de sangue quente, que incluem animais de criação, como aves, suínos e bovinos, além de répteis e invertebrados (CDC, 2018).

A salmonelose é uma das principais causas de gastroenterite bacteriana em todo o mundo, tanto em países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento. Isso se deve ao fato de *Salmonella* spp ser bastante disseminada no ambiente, sendo considerado um micro-organismo ubíquo, que somada à variedade de sorotipos, tornam difícil o seu controle, e o gênero, um importante agente etiológico de DTAs, e conseqüentemente, relevante para a saúde pública (WHO, 2018).

Salmonella spp são responsáveis por cerca de 1,35 milhão de infecções, 26.500 hospitalizações e 420 mortes nos Estados Unidos por ano, sendo os alimentos a fonte de transmissão mais recorrente (CDC, 2020). No Brasil entre os anos de 2000 e 2017, foram registrados 12.660 surtos de doenças disseminadas por alimentos, sendo o agente mais isolado *Salmonella* spp. (BRASIL, 2018).

O consumo de carne e ovos de aves contaminados são os principais veiculadores da salmonelose humana, mas carnes bovina e suína, leite e água contaminados também são incriminados (EFSA, 2017; CDC, 2018). Vários fatores podem ser associados à alta incidência nos alimentos de origem

animal, entre eles, criações com excesso de animais alojados em um mesmo ambiente e não adequação às práticas de biossegurança (YAMAWAKI, 2020), que com grande número de animais infectados, conseqüentemente, aumentam as chances da contaminação da carne.

Dentre os diferentes sorovares, *S. Heidelberg* tem se destacado pelo alto número de isolamento em alimentos e envolvimento em infecções humanas (NAKAO et al., 2018). A presença deste sorovar tem sido relatada em plantéis avícolas e abatedouros no Brasil a partir de meados de 1960, e desde então, descritas evoluções nas cepas, como resistência a antibióticos, que resulta em maior dificuldade para o seu controle (VELLANO, 2019). Além disso, *S. Heidelberg* é o 12º sorovar mais frequente em surtos de salmonelose nos Estados Unidos (ETTER et al., 2019). No Canadá, foi o terceiro sorovar mais identificado, de acordo com o Programa Nacional de Vigilância Entérica (NESP), em 2016 (CANADÁ, 2018). Na Argentina, um estudo de Dominguez et al. (2021) identificou isolados multirresistentes em granjas de frango com alta similaridade entre suas granjas integradas.

Dessa forma, *S. Heidelberg* destaca-se pela persistência, virulência e resistência a antimicrobianos, o que pode ser decorrente de estruturação genética da bactéria ou adaptação ao ambiente (BASSANI, 2017). Existem indícios de que *S. Heidelberg* possua maior impacto ao hospedeiro devido a semelhanças ao sorotipo *S. Enteritidis*, que até pouco tempo era considerado como o sorovar de maior patogenicidade, considerando os danos em órgãos afetados (VELLANO, 2019). As doenças causadas por *S. Heidelberg* apresentam-se mais severas, com altas taxas de letalidade e quadros de infecções extra intestinais sistêmicas, além do maior risco de óbito em crianças, grávidas e idosos (COLLINEAU et al, 2020; BOUBENDIR et al., 2020).

2.2. Resistência microbiana e uso do ácido peracético nanoparticulado

A resistência antimicrobiana é uma ameaça à saúde pública mundial. Dados da OMS sugerem que até o ano de 2050, a resistência bacteriana pode gerar custo de aproximadamente US\$100 trilhões, além dos conseqüentes óbitos (ANVISA, 2019). Para o controle da resistência é importante o uso

racional de antimicrobianos na produção animal e o emprego adequado de sanitizantes, respeitando a legislação e dosagem, já que a subdosagem pode trazer como consequência a resistência (COLLA et al., 2012).

A resistência microbiana aos sanitizantes impacta além da saúde pública, a economia, já que leva consequências na exportação de carnes, principalmente a de frango (WEBBER et al., 2019).

Vários sanitizantes são utilizados na higienização de frigoríficos e outros ambientes, destacando-se o ácido peracético (APA), que é eficaz em baixas concentrações, com custo acessível e ação rápida (WEBBER et al., 2019; VOLSCHAN et al., 2019). O APA é utilizado principalmente em superfícies na indústria ou em água aquecida a 85°C para higienização dos utensílios (OLIVEIRA et al., 2019). O modo de ação do APA é complexo e resulta na ruptura de ligações químicas no interior da membrana celular (CREMIEUX; DAVIN-REGLI, 2000).

O APA combina as propriedades do oxigênio ativo do peróxido ligado à molécula de ácido acético, equilibrando as propriedades ácidas e oxidantes. Essa combinação é sinérgica, ou seja, na presença de matéria orgânica também há atividade do sanitizante (BLOCK, 2001). Na indústria, a concentração máxima é de 15%, para garantir a estabilidade química, e diminuir o potencial de autocombustão e intoxicação (ECHA, 2016).

A utilização do APA possui inúmeras vantagens, entre elas, a alta eficácia na sanitização quando utilizada baixas concentrações do produto, ação em diversos microrganismos, baixo tempo de contato, eficiência em amplas faixas de pH, além de não ocorrer bioacumulação de seus resíduos, que aliado às baixas concentrações, acarreta em menor impacto ambiental (ECETOC, 2001; CAVALLINI et al, 2012; LUUKKONEN et al, 2014). Mas, Machado et al. (2010) observaram redução na eficácia desse sanitizante em células livres de *Salmonella* em concentrações de 0,2% e 0,3%, além da ineficiência na inibição de células sésseis.

Entre as desvantagens na utilização do APA destacam-se a instabilidade quando não diluído, alta capacidade de corrosão em metais, baixa atividade em alterações do pH, além do risco para a saúde do manipulador, sendo necessário o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) adequados

para evitar irritação nos olhos, pele e trato respiratório (SILVA & RABELO, 2020).

RDC n. 2, de 8 janeiro de 2004 Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovou o uso do ácido peracético na lavagem de alguns alimentos, com doses satisfatórias para conter microrganismos danosos sem que haja resquício desse sanitizante (ANVISA, 2004).

Para superação destes obstáculos, o desenvolvimento de nanopartículas poliméricas tem sido exponencialmente descrito como opção de agentes antimicrobianos inovadores. Tais nanodispositivos são molecularmente planejados com o objetivo de aumentar a eficácia, contribuir para o reconhecimento e ligação celular, permitindo encapsular moléculas para múltiplas aplicações, sendo assim, sistemas altamente promissores (CHANDRA et al, 2020).

O desenvolvimento de nanopartículas poliméricas aliado a agentes antimicrobianos se mostra uma aliada eficaz no transporte de moléculas, pois promove uma liberação sustentada do agente encapsulado e diminui a sua inativação precoce, atuando como *drug delivery systems*. O produto nanoparticulado pode ser administrado em doses menores, e conseqüentemente, ocorrerá menores riscos de toxicidade, apresentando estabilidade, segurança e eficácia (OLIVEIRA et al., 2018).

2.3. Nanopartículas

As nanopartículas são estruturas em escalas nanométricas, com dimensões entre 1 e 500 nanômetros, obtidas devido aos avanços da nanociência (BAKER et al., 2017). São partículas extremamente pequenas que não são possíveis observar a olho nu. Para melhor compreensão, podemos comparar com estruturas pertencentes à escala nanométrica, como os vírus (100 nm), hemoglobina (10 nm) ou o fulereno (1 nm), uma molécula alotrópica de 60 átomos de carbono (GOESMANN & FELDMANN, 2010).

Devido à miniaturização, essas partículas apresentam um drástico aumento da área superficial quando comparadas com partículas de mesma natureza em macro escala, o que influencia fortemente nas propriedades físico-químicas e atividade biológica das moléculas, possibilitando ainda interações

específicas, que são características de um sistema nanoparticulado (KHAN et al, 2019).

As nanopartículas biopoliméricas possuem propriedades como a biocompatibilidade, biodegradabilidade, baixa toxicidade e facilidade no preparo, o que permite sua aplicação em diversas áreas, tais como a biologia, medicina, odontologia, agronomia, indústrias farmacêuticas, indústrias de alimentos e cosmetologia (SHARIFI et al., 2020).

2.3.1. Nanopartícula de Quitosana

A quitosana é um biopolímero catiônico e biocompatível, obtido a partir da desacetilação da quitina, que pode ser encontrada de forma abundante na natureza no exoesqueleto de animais invertebrados, como insetos, crustáceos (caranguejo, camarão, lagostas), carapaça de moluscos, e também na parede celular de algumas plantas, como algas marinhas e fungos (KMIEC et al, 2017). Seu uso apresenta importância não só econômica, mas também ambiental. Isso se dá, pois a pesca de crustáceos gera um elevado acúmulo de carapaças, consideradas como resíduos poluentes, já que não são utilizadas pela indústria pesqueira. Assim sua reutilização para outros fins diminui o impacto ambiental causado pela pesca extrativa (AZEVEDO, 2007).

Considerado um dos polissacarídeos naturais mais ricos no ambiente, o biopolímero quitina é transformado em quitosana quando transfigura-se por modificação mecânica, resultando em solubilidade em meio aquoso e alguns ácidos, o que confere maior utilidade em distintas operações industriais (VALENCIA, 2020; DE MELO BARROS et al., 2020). Assim, a quitosana tem se mostrado bastante atrativa, e vem adquirindo maior espaço devido atribuições multifuncionais no âmbito alimentício, farmacêutico, antimicrobiano, dentre outros (SOUSA et al., 2019).

A quitosana destaca-se quando comparada a compostos sintéticos por ser um polímero natural solúvel em água e apresentar pH neutro. A nanopartícula de quitosana pode ser adquirida de diferentes maneiras e possui baixos índices tóxicos, o que explica seu constante uso por farmacêuticas (MUSTAFÁ et al., 2017).

Existem diferentes hipóteses da forma como a quitosana atua na inativação de micro-organismos, mas é consistente que a densidade de massa

molecular da quitosana inibe a atividade de bactérias Gram positivas e Gram negativas de formas distintas, inativando ambas de forma satisfatória (DE MELO BARROS et al., 2020). A quitosana tem alta capacidade de conservação e pode atuar contra células de fungos, inibindo a deterioração de alimentos e plantas (SOUSA et al., 2019).

O conjunto das características da quitosana a tornam interessante para o carregamento de sanitizantes já conhecidos e testados como o ácido peracético, o que instiga testes na forma de nanocomposto.

2.3.2. Plantarem

Surfactantes são compostos anfipáticos que conseguem interagir com grupos hidrofóbicos e hidrofílicos, com capacidade de difusão na água e realizar a interfaces ar / água ou óleo / água, o que gera emulsões estáveis com muitas aplicações. Plantarem é uma substância biosurfactante da classe dos poli aquil glicosídeos (MOLDES et al., 2021).

O Plantarem 1200 (Lauryl Glucoside) e Plantarem 2000 (Decyl Glucoside) são tensoativos não iônicos, que atuam tanto como tensoativo primário como secundário em uma grande variedade de formulações de produtos de higiene pessoal, que podem também atuar como coemulsionantes em diversas formulações. São produtos com excelente biodegradabilidade e considerados atóxicos e seguros (BASF, 2021). O uso destas substâncias em nanocompostos contribui para a sua estabilidade e seu efeito deve ser investigado.

3. METODOLOGIA

3.1. Cepas

Foram testadas 20 cepas de *S. Heidelberg* previamente isoladas de alimentos entre os anos de 2011 a 2017, provenientes da coleção de culturas de Enteropatógenos Bacterianos, que integra a Coleção Biológica de Bactérias de Interesse em Saúde do Instituto Oswaldo Cruz (IOC/FIOCRUZ-RJ), que também forneceu as informações sobre a sua origem (Tabela 1).

As cepas foram previamente caracterizadas quanto a resistência aos antimicrobianos, potencial virulento e por análise filogenética por MONTEIRO

(2020), e estão depositadas no banco de culturas do Laboratório de Epidemiologia Molecular da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia.

Para as análises, as estirpes foram descongeladas em temperatura ambiente e reativadas em caldo infusão de cérebro e coração (BHI) por 18 a 24 horas a 37°C e depois estriadas em ágar de desoxicolato lisina xilose (XLD) na mesma temperatura por 24 horas. Após, uma a três colônias puras foram adicionadas em NaCl 0,8% estéril até atingir a turvação de 0,5 da escala de MacFarland que corresponde a aproximadamente $1,5 \times 10^8$ unidades formadoras de colônias por mililitro (UFC/mL).

Tabela 1. Identificação, estado de origem e ano de isolamento de *Salmonella* Heidelberg isoladas de alimentos no Brasil, no período de 2011 a 2017.

Identificação Cepas	Ano de isolamento	Estado de isolamento	Amostra
2H	2016	MG	CF ¹
5H	2012	PR	CFR ²
6H	2014	SC	CF
7H	2016	SP	CN ³
8H	2013	SC	CF
9H	2011	RS	CFR
13H	2017	SC	CF
14H	2013	SC	CF
19H	2017	MG	BS ⁴
20H	2012	PR	CMS ⁵
21H	2015	SC	CF
24H	2017	SP	CTF
25H	2012	PR	CMS
26H	2011	SP	CFR
27H	2014	SC	CF

28H	2015	SC	CF
29H	2011	PR	CFR
31H	2017	MG	SCX6
32H	2013	SC	CF
36H	2013	SC	CF

Adaptada de MONTEIRO (2020). ¹CF = carcaça de frango; ²CFR = carcaça de frango resfriada; ³CN = carne; ⁴BS = barriga suína; ⁵CMS = carne mecanicamente separada; ⁶SCX = sobrecoxa.

3.2. Avaliação em teste de inibição em ágar

Foi verificada comparativamente as capacidades do ácido peracético 0,8% e do ácido peracético 0,8% encapsulado em nanopartículas de quitosana com e sem a adição do biosurfactante Plantarem em inibir o crescimento de 20 cepas de *S. Heidelberg*, resultando nos seguintes tratamentos:

- a) Controle negativo: NaCl 0,9% estéril;
- b) Controle positivo: ácido peracético 0,8% (APA);
- c) Tratamento 1: ácido peracético 0,8% encapsulado em quitosana (APA-QUIT);
- d) Tratamento 2: ácido peracético 0,8% encapsulado em quitosana, com adição de Plantarem 1200 (APA-QUIT/PL1200);
- e) Tratamento 3: ácido peracético 0,8% encapsulado em quitosana, com adição de Plantarem 2000 (APA-QUIT/PL 2000).

Todas as análises foram realizadas em triplicata, com três repetições em dias distintos.

Para os testes de inibição, inicialmente, papel de filtro estéril foi cortado em círculos de 12 mm de diâmetro e esterilizados em autoclave. Estes discos foram impregnados com 30µL de ácido peracético 0,8% (controle) e com 30 µL do mesmo sanitizante, porém, previamente encapsulado em nanopartículas de quitosana, com e sem a adição de Plantarem (tratamentos 2 e 3). Discos estéreis foram adicionados de 30µL de solução de NaCl 0,9% estéril para serem utilizados como controle negativo. Todos discos foram secos assepticamente em estufa regulada a 35°C para as análises posteriores.

O teste de inibição foi realizado a partir de suspensão bacteriana previamente preparada e padronizada a 0,5 na escala de MacFarland. Os cultivos (100 microlitros) foram distribuídos uniformemente na superfície de uma placa de Petri contendo ágar Mueller-Hinton e após a absorção total de inóculo, os discos secos contendo os tratamentos e controles foram depositados em triplicata na superfície da placa.

As placas foram incubadas a 37°C por 24 horas, e após, ocorreu a medição dos halos de inibição em milímetros, dos tratamentos e controles.

3.3. Análise estatística

Os resultados foram tabulados e submetidos a estatística descritiva, com cálculo de médias e desvio padrão. Em paralelo foi realizada a análise para verificar a distribuição normal dos dados pelo teste de Kolmogorov-Sminorv, seguida do teste de ANOVA e os tratamento comparados em duplas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Action.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em nenhuma das triplicatas e repetições foi observado halo de inibição no controle negativo, indicando que não houve contaminação bacteriana.

A comparação dos resultados do controle positivo (ácido peracético comercial 0,8% - APA) ao APA encapsulado em quitosana, considerando o tamanho dos halos de inibição, demonstrou que em 15/20 (75%) das cepas, o encapsulamento do sanitizante se mostrou mais efetivo para a inibição da multiplicação (Tabela 2).

Os nanocompostos são partículas que apresentam uma dimensão inferior a 100nm e são estáveis a altas temperaturas e pressões. Também apresentam efeito mínimo sobre células humanas (REDDY et al., 2007) e podem ser usados para estender a vida de prateleira de produtos frescos e cárneos (STOIMENOV et al.; 2002). São consideradas como uma alternativa promissora ao uso de desinfetantes em processos produtivos, ou como neste estudo, intensificando a ação do antimicrobiano. Estas características foram

comprovadas em nosso estudo, já que em 75% das cepas de *S. Heidelberg* avaliadas, o nanocomposto controle foi mais efetivo.

Na indústria de alimentos brasileira, o ácido peracético está entre os principais agentes químicos utilizados na sanitização ambiental, porém estudos vem demonstrando a emergência de resistência. MELO et al. (2017) isolou e testou cepas de *C. jejuni* em biofilmes e constatou resistência conjunta ao ácido peracético, hipoclorito de sódio e clorexidina em 30% (30/100) das cepas. A presença de cepas tolerantes aos diferentes sanitizantes sugere que o uso desses agentes na rotina do ambiente industrial de forma inadequada pode resultar na exposição subletal a estes biocidas, representando um risco real para a adaptação destas bactérias, além de influenciar positivamente na produção de biofilmes (KEERATIPIBUL, TECHARUWICHIT; 2012; TECHARUVICHIT et al., 2016).

Tabela 2. Tamanho dos halos de inibição (mm) de *S. Heidelberg* frente a ácido peracético 0,8% (APA) e ácido peracético encapsulado em quitosana (APA-QUIT)

CEPAS	Tratamentos		p-valor
	APA-QUIT	CONTROLE (APA)	
2H	29.4±3.0	21.5±2.4	0,0163*
5H	33.8 ±1.4	26.1±2.5	0.0048*
6H	32.9±1.3	22.9±1.2	0,0002*
7H	30.4±3.9	22.1±3.7	0,029*
8H	32.3±2.3	24.3±3.7	0,045*
13H	32.3±2.7	23.3±2.2	0,001*
14H	29.5±3.2	21.9±1.9	0,0320*
20H	30.3±1.4	18.8±2.4	0,0001*
21H	32.2±0.5	24.2±2.8	0,047*
24H	31.7±1.4	22.7±0.9	0,0008*
25H	34.5±2.7	24.8±0.8	0,038*
26H	29.9±1.6	22.2±1.3	0,001*
27H	29.5±0.5	20.7±0.3	0,0001*
28H	30.0±1.0	23.3±1.3	0,001*
32H	32.2±3.4	22.9±2.7	0,0282*

* p < 0,05 – teste de Tukey.

É possível que os bons resultados obtidos no encapsulamento com a quitosana se deva também a atividade deste biopolímero, pois há consenso que a quitosana atua na inativação de microrganismos. Além disso, é consistente que a densidade de massa molecular da quitosana inibe a atividade de bactérias Gram positivas e Gram negativas (DE MELO BARROS et al., 2020).

O Plantarem 1200 (lauryl glucoside) e Plantare 2000 (Decyl Glucoside) são biossurfactantes da classe dos poli aquil glicosídeos, extensivamente utilizados na indústria farmacêutica e que podem ser adicionados a nanocompostos com o objetivo de deixá-los mais estáveis. Em nosso estudo, não foi observado vantagens em sua adição ao nacomposto de APA e quitina. Em somente duas cepas (6H e 20H), o nanocomposto com a adição de Plantarem foi estatisticamente superior ao APA (controle) na inibição do crescimento de *S. Heidelberg* (Tabela 3).

Tabela 3. Halos de inibição (mm) de *S. Heidelberg* frente a ácido peracético 0,8% encapsulado em quitosana com adição de Plantarem 1200 e 2000.

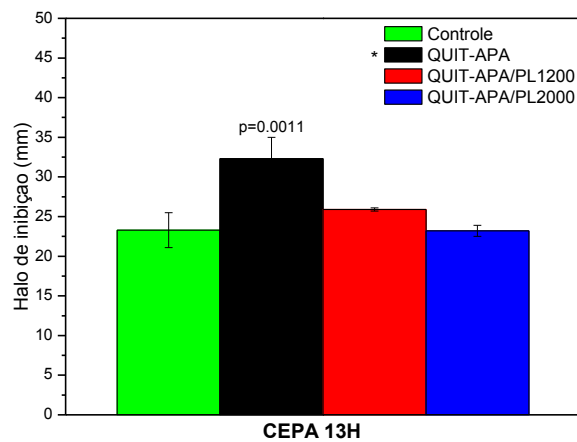
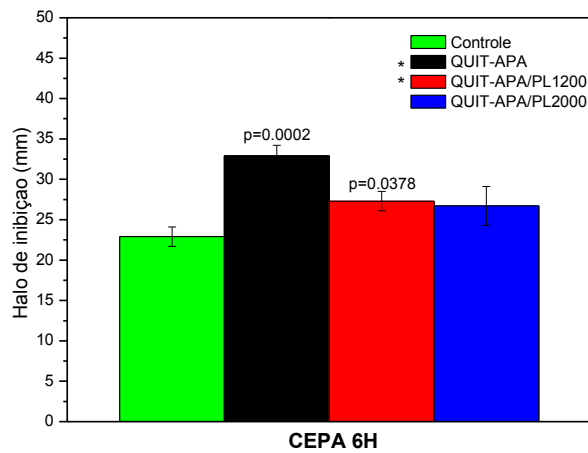
CEPAS	TRATAMENTOS				
	CONTROLE APA	QUIT-APA/ PL1200	p-valor	QUIT-APA/ PL2000	p-valor
6H	22.9±1.2	27.3±1.2	0,0378*	26.7±2.4	0,0688*
20H	18.8±2.4	26.1±1.8	0,00389*	24.2±0.8	0,0213*

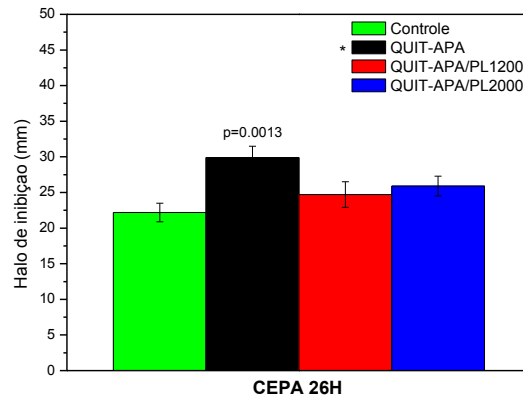
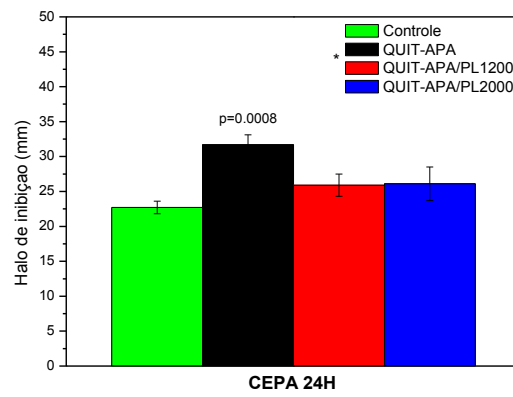
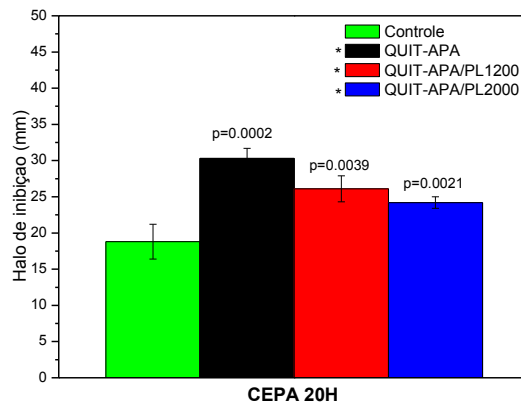
* p < 0,05 – teste de Tukey. APA= ácido acético 0,8%. QUIT-APA/ PL1200= APA encapsulado em quitina + Plantarem 1200. QUIT-APA/ PL2000= APA encapsulado em quitina + Plantarem 2000.

As diferenças entre os todos os tratamentos foram comparadas em relação ao controle positivo (APA 0,8%) pela ANOVA (Figura 1).

Os resultados confirmam o aumento do poder inibitório do ácido peracético 0,8% quando encapsulado em nanocomposto de quitina em relação à solução tradicional, demonstrando seu uso promissor na higienização industrial para controle de *S. Heidelberg*. Porém, apesar de o Plantarem ser um composto anfipático amplamente utilizado em produtos de higiene como estabilizador de emulsões e atuar como coemulsionante em diversas formulações (MOLDES et al., 2021; BASF, 2021), não houve vantagem na sua agregação ao nanocomposto de quitina e ácido peracético

0,8%. Com a adição desse biosurfactante ao nanocomposto, somente 2/20 (10%) das cepas foram mais inibidas em relação ao ácido peracético não encapsulado, enquanto que o nanocomposto de quitina e ácido peracético sem a adição (APA-QUIT) foi superior na inibição de 75% das cepas de *S. Heidelberg*.





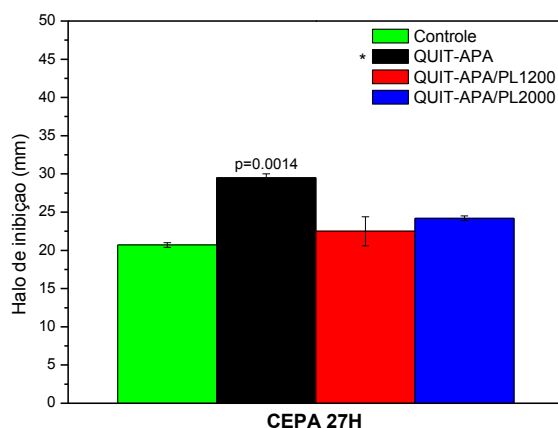


Figura 1. Comparação da eficiência de tratamentos na inibição de seis cepas de *S. Heidelberg* (ANOVA – $p < 0,05$). Controle: ácido peracético 0,8%; QUIT-APA: ácido peracético 0,8% encapsulado em quitosana; QUIT-APA/PL1200: ácido peracético 0,8% encapsulado em quitosana, adicionado de Plantarem 1200; QUIT-APA/PL2000: ácido peracético 0,8% encapsulado em quitosana, adicionado de Plantarem 2000.

5. CONCLUSÃO

A nanotecnologia apresenta-se como estratégia promissora alternativa ao uso de desinfetantes ou no aumento de sua eficiência. O encapsulamento do ácido peracético em quitosana na forma de nanocomposto se mostrou eficiente e capaz de potencializar o efeito inibidor do sanitizante em *S. Heidelberg*, instigando avaliações em outras espécies bacterianas e em outras situações, como o controle de biofilmes.

A adição do biosurfactante Plantarem 1200 e 2000 ao nanocomposto não trouxe vantagens na inibição de *S. Heidelberg*, influenciando negativamente no efeito sanitizante.

6. REFERÊNCIAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual. **ABPA 2018**. São Paulo, 2018. 29 p. Disponível em: <http://abpabr.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2018>. acesso em: 30 mai 2019.

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual. **ABPA 2021**. Disponível em: <http://abpa-br.org/mercados/#relatorios>. Acesso em: 01 de julho de 2021.

ADLEY, C. C.; RYAN, M. P. **The nature and extent of foodborne disease, In: BARROS-VEL'AZQUEZ, J. Antimicrobial Food Packaging**. San Diego: Academic Press; 2016, p. 1–10.

AJUN, W.; YAN, S.; LI, G.; HUILI, L. Preparation of aspirin and probucol in combination loaded chitosan nanoparticles and in vitro release study.

Carbohydrate Polymers, Coimbra, v. 75, n. 4, p. 566-574, fev. 2009. DOI: 10.1016/j.carbpol.2008.08.019. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144861708004062>.

Acesso em: 19 fev. 2021.

AKINBOBOLA, A.B.; SHERRY, L.; MCKAY, W.G.; RAMAGE, G.; WILLIAMS, C. Tolerance of pseudomonas aeruginosa in in-vitro biofilms to high level peracetic acid disinfection. **Journal of Hospital Infection**, Londres, v. 97, n. 2, p. 162-168, out. 017. DOI: 10.1016/j.jhin.2017.06.024. Disponível em:

[https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0195-6701\(17\)30346-8](https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0195-6701(17)30346-8). Acesso em: 14 out. 2020.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **ANVISA 2004. Disponível em:** https://bvsms.saude.gov.br/2004/rdc0002_08_01_2004. Acesso em: 01 de novembro de 2021.

AOUADA, M.R.M. **Aplicação de nanopartículas em filmes utilizados em embalagens para alimentos**. 2009. 119f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/6114/2416.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 fev. 2021.

ARAÚJO, L.V.; FREIRE, D.M.G.; NITSCHKE, M. Biossurfactantes: propriedades anticorrosivas, antibiofilmes e antimicrobianas. **Química Nova** (Impresso). 36: 848-858, 2013.

AZEVEDO, V.V.C.; CHAVES, S.A.; BEZERRA, D.C.; FOOK, M.V.L.; COSTA, A.C.F.M. Quitina e Quitosana: aplicações como biomateriais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v. 2, n. 33, p. 27- 34, dez. 2007. Disponível em: https://www2.ibb.unesp.br/Museu_Escola/4_diversidade/alimentacao/Textos/Quitina_Quitosana.pdf. Acesso em: 14 jun. 2020.

BAKER, T.A.; EDELMAN, M.; WATANABE, N. Debunking the NCAA's Myth that Amateurism Conforms with Antitrust Law: A Legal and Statistical Analysis. **Tennessee Law Review**, Knoxville, v. 85661, p. 661-705, 2017. Disponível em: <https://tennesseelawreviewdotcom.files.wordpress.com/2019/03/1-baker-debunking-the-ncaas-myth.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2021.

BARBOSA, A.M.; CUNHA, P.D.T.; PIGATTO, M.M.; SILVA, M.L.C. Produção e Aplicações de Exopolissacarídeos Fúngicos. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 29-42, jan./jun. 2004. DOI:

10.5433/1679-0375.2004v25n1p29. Disponível em:
<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/viewFile/1558/1309>.
Acesso em: 05 jan. 2021.

BARNES, L.M.; LO, M.F.; ADAMS, M.R.; CHAMBERLAIN, A.H. Effect of milk proteins on adhesion of bacteria to stainless steel surfaces. **Applied Environmental Microbiology**, 65:4543-4548, 1999.

BASSANI, Juliana. **Eficácia de sanitizantes e susceptibilidade antimicrobiana de Salmonella Heidelberg isoladas de fontes avícolas em 2006 e 2016**. 2017. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias na área de Sanidade Avícola) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BILLINGS, N.; MILLAN, M.R.; CALDARA, M.; RUSCONI, R.; TARASOVA, Y. et al. The extracellular matrix component Psl provides fast-acting antibiotic defense in *Pseudomonas aeruginosa* biofilms. **PLoS Pathog**. 2013; 9:e1003526. doi: 10.1371/journal.ppat.1003526.

BIRK, T.; ROSENQUIST, H.; BRONDSTED, L.; INGMER, H.; BYSTED, A. et al. A comparative study of two food model systems to test the survival of *Campylobacter jejuni* at -18 degrees. **C. J. Food Protection**, 2006; 69:2635–2639. PMID: 17133806.

BLOCK, S.S. **Disinfection, Sterilization, and Preservation**. 5. ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2001.

BOARI, C.A.; ALVES, M.P.; TEBALDI, V.M.R.; SAVIAN, T.V.; PICCOLI, R.H. Formação de biofilme em aço inoxidável por *Aeromonas hydrophila* e *Staphylococcus aureus* usando leite e diferentes condições de cultivo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 29(4): 886-895, 2009.

BRASÃO, SILVIA CASSIMIRO. **Biofilmes de Salmonella Minnesota: formação, influência da superfície, inibição por agentes químicos e importância do período entre tratamentos**. 2017. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual técnico de diagnóstico laboratorial de Salmonella spp.:** diagnóstico laboratorial do gênero *Salmonella*/Ministério da Saúde. 2011. Disponível em:
<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2014/dezembro/15/manual-diagnostico-salmonella-spp-web.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2021.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde -SVS. **Doenças transmitidas por alimentos (DTA)**. 2014. Disponível em: <
<http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/doencas-transmitidas-por-alimentos>>. Acesso em: 11 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resistência antimicrobiana é ameaça global, diz OMS**. 2019. Disponível em:
<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2019/resistencia-antimicrobiana-e-ameaca-global-diz-oms>. Acesso em: 18 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Salmonella (Salmonelose):** o que é, causas, tratamento e prevenção. 20???. Disponível em: <https://antigo.saude.gov.br/saude-de-a-z/Salmonella#:~:text=A%20Salmonella%20est%C3%A1%20dispersa%20no,de%20cozinhar%20ou%20manipular%20alimentos>. Acesso em: 24 jan. 2021.

BRESSLER, D.C.; BALZER, M.; DANNEHL, A.; FLEMMING, H.C.; WINGENDER, J. Persistence of *Pseudomonas aeruginosa* in drinking-water biofilms on elastomeric material. **Water science and technology**, Oxford, v. 9, n. 1, p. 81- 87, mar. 2009. DOI: 10.2166/ws.2009.026. Disponível em: <https://iwaponline.com/ws/article/9/1/81/26470/Persistence-of-Pseudomonas-aeruginosa-in-drinking>. Acesso em: 26 jan. 2021.

BROWN, H.L.; REUTER, M.; SALT, L.J.; CROSS, K.L.; BETTS, R.P. et al. Chicken juice enhances surface attachment and biofilm formation of *Campylobacter jejuni*. **Appl Environ Microbiol**. 2014; 80: 7053-7060. doi: 10.1128/AEM.02614-14.

BUREY, P.; BHANDARI, B.R.; HOWES, T.; GIDLEY, M.J. Hydrocolloid Gel Particles: Formation, Characterization, and Application. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 48, n. 5, p. 361–377, mai. 2008. DOI: 10.1080/10408390701347801. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408390701347801>. Acesso em: 19 fev. 2021.

BURROWS, L.L. Weapons of mass retraction. **Molecular microbiology**, Oxford, v. 57, n. 4, p. 878–888, ago. 2005. DOI: 10.1111/j.1365-2958.2005.04703.x. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2958.2005.04703.x>. Acesso em: 25 jan. 2021.

CALVO, P.; REMUÑÁN-LOPEZ, C.; VILA-JATO, J.F.; ALONSO, M.J. Novel hydrophilic chitosan-polyethylene oxide nanoparticles as protein carriers. **Journal of Applied Polymer Science**, v.63, p.125-132, 1997.

CAMARGO, C.R. **Desenvolvimento de membranas de quitosã com fotossensibilizadores incorporados visando à desinfecção de água**. 2012. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2012. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/82/82131/tde-28062013-151057/publico/TDE_CintiaRamosCamargo.pdf. Acesso em: 25 jan. 2021.

CARVALHO, A.P.; RIBEIRO, R.A.C.; ZAGO, S.; BONNAS, D.S. Formação e resistência do biofilme microbiano em indústrias processadoras de alimentos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 16, n. 30, p. 312, dez. 2019. DOI: 10.18677/EnciBio_2019B31. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2019b/formacao.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2021.

CAVALLINI, G.; CAMPOS, S.X.; SOUZA, J.B.; VIDAL, C.M.S. Evaluation of the Physical–Chemical Characteristics of Wastewater After Disinfection with Peracetic Acid. **Water, air and soil pollution**, Dordrecht, v. 224, n. 1752, p. 1-

11, set. 2013. DOI: 10.1007/s11270-013-1752-5. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-013-1752-5>. Acesso em: 27 jan. 2021.

CDC (Centers for Disease Control and Prevention). *Campylobacter* investigation Guideline. **Kansas Disease Investigation Guidelines**. 2012.

CDC - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Preliminary Incidence and Trends of Infections with Pathogens Transmitted Commonly Through Food - Foodborne Diseases Active Surveillance Network (FoodNet): FoodNet 2017 Preliminary Data**. CDC, 2018. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/foodnet/reports/prelim-data-intro-2017.html>> Acesso: 20 jan. 2020

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Multistate outbreak of multidrug-resistant salmonella heidelberg infections linked to contact with dairy calves (final update)**. 2018. Disponível em: <https://www.cdc.gov/salmonella/heidelberg-11-16/>. Acesso em: 24 jan. 2021.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Salmonella: Prevention**. 2019. Disponível em: <https://www.cdc.gov/salmonella/general/prevention.html>. Acesso em: 24 jan. 2021.

CHANDRA, H.; KUMARI, P.; BONTEMPI, E.; YADAV, S. Medicinal plants: Treasure trove for green synthesis of metallic nanoparticles and their biomedical applications. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, Peoria, v. 24, p. 1-11, mar. 2020. DOI: 10.1016/j.bcab.2020.101518. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S187881811931299X>. Acesso em: 19 fev. 2021.

CHMIELEWSKI, RAN.; FRANK, J.F.; Inactivation of *Listeria monocytogenes* biofilms using chemical sanitizers and heat. p 73-104. In: **Biofilms in the food environment**. Blackwell Publishing, Ltd., London, United Kingdom. 2007. doi: 10.1002/9780470277782.ch4.

CORRÊA, Diully França et al. **Contaminação por Salmonella em Abatedouros de Aves, Programas de Prevenção e Pontos Críticos de Controle**. 2020, 45f. Dissertação (Obtenção do Título de Médico Veterinário) - Faculdade de Ciências Agrárias Rurais, Universidade de Santa Catarina, Curitibanos, 2020.

CREMIEUX, A.F.J.; DAVIN-REGLI, A. **Methods of Testing Disinfectants**. In: BLOCK, S.S. *Disinfection, Sterilization, and Preservation*. 5. ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2000, cap. 68, p. 1305-1338.

DANTAS, S. T. A., Rossi, B. F., BONSAGLIA, E. C. R., CASTILHO, I. G., HERNANDES, R. T., FERNANDES, A., & RALL, V. L. M. (2018). Cross-Contamination and Biofilm Formation by *Salmonella enterica* Serovar Enteritidis on Various Cutting Boards. **Foodborne Pathogens and Disease**, 15(2), 81–85. doi:10.1089/fpd.2017.2341

DANTAS NETA, N.B.; CARVALHO, A.M.; FIGUEIREDO, A.F.B.; CERQUEIRA, R.G.M.; SOUSA, M.A.A.; SANTANA, M.A.A.; SANTOS, Y.D. Biomembranas à base de quitosana e aplicação na cicatrização de úlceras cutâneas. **Revista da FAESF**, Florianópolis, v. 3, n. 4. p. 4-10, out-dez. 2019. Disponível em: <https://www.faesfpi.com.br/revista/index.php/faesf/article/view/96/87>. Acesso em: 24 jan. 2021.

DAT, N.M.; HAMANAKA, D.; TANAKA, F.; UCHINO, T. Surface conditioning of stainless steel coupons with skim milk solutions at different pH values and its effect on bacterial adherence. **Food Control**. 2010; 21:1769-1773. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.06.012>.

DEKKER, J.P.; FRANK, K.M. Salmonella, Shigella e Yersinia. **Clinics in Laboratory Medicine**, Philadelphia, v. 35, p. 225-246, jun. 2015. DOI: 10.1016/j.cll.2015.02.002. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4443274/>. Acesso em: 24 jan. 2021.

DE MELO BARROS, Dayane et al. **Utilização de quitosana na conservação dos alimentos**. 2020, Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 4, p. 17717-17731, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-081>>. Acesso: 18 abr. 2021

DHAKAL, J.; SHARMA, C.S.; NANNAPANENI, R.; McDANIEL, C.D.; KIM, T.; KIESS, A. Effect of Chlorine-Induced Sublethal Oxidative Stress on the Biofilm-Forming Ability of Salmonella at Different Temperatures, Nutrient Conditions, and Substrates. **Journal Food Protection**, 2019 Jan;82(1):78-92. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-18-119.

DI DOMENICO, E.G.; RIMOLDI, S.G.; CAVALLO, I.; D'AGOSTO, G.; TRENTO, E.; CAGNONI, G.; PALAZZIN, A.; PAGANI, C.; ROMERI, F.; VECCHI, E.; SCHIAVINI, M.; SECCHI, D.; ANTONA, C.; RIZZARDINI, G.; DICHIRICO, R.B.; TOMA, L.; KOVACS, D.; CARDINALI, G.; GALLO, M.; GISMONDO, M.; ENSOLI, F. Microbial biofilm correlates with an increased antibiotic tolerance and poor therapeutic outcome in infective endocarditis. **BMC Microbiology**, Londres, v. 19, n. 1, p. 228, out. 2019. DOI: 10.1186/s12866-019-1596-2. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmid/31638894/>. Acesso em: 25 jan. 2021.

DROZD, M.; CHANDRASHEKHAR, K.; RAJASHEKARA, G. Polyphosphate-mediated modulation of *Campylobacter jejuni* biofilm growth and stability. **Virulence**. 2014; 5: 680-690. doi: 10.4161/viru.34348. PMID: 25127528. PMCID: [PMC4139409](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25127528/). doi: [10.4161/viru.34348](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25127528/).

EFSA - European Food Safety Authority. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2013. **EFSA Journal**, 13(1): 162 p., 2015.

EFSA - European Food Safety Authority. RASFF - RAPID ALERT SYSTEM FOR FOOD AND FEED 2019. <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=searchResultList>. Acesso em: 21 jul. 2019

EUROPEAN CENTRE FOR ECOTOXICOLOGY AND TOXICOLOGY OF CHEMICALS. **Peracetic Acid (CAS No. 79-21-0) and its Equilibrium Solution**. Brussels, BE: ECETOC, 2001. Disponível em: <https://www.ecetoc.org/wp-content/uploads/2014/08/JACC-040.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2021.

EUROPEAN CHEMICALS AGENCY. **Biocidal Products Comitee (BPC)**. 2016. Disponível em: <https://echa.europa.eu/about-us/who-we-are/biocidal-products-committee>. Acesso em: 27 jan. 2021.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. **Salmonella**. 20???. Disponível em: <https://www.efsa.europa.eu/es/topics/topic/salmonella>. Acesso em: 24 jan. 2021.

ETTER, A.J.; WEST, A.M.; BURNETT, J.L.; WU, S.T.; VEENHUIZEN, D.R.; OGAS, R.A.; OLIVER, H.F. Salmonella enterica subsp. enterica Serovar Heidelberg Food Isolates Associated with a Salmonellosis Outbreak Have Enhanced Stress Tolerance Capabilities. **Food Microbiology**, Londres, v. 85, n. 16, p. 1-22. ago. 2019. DOI: 10.1128/AEM.01065-19. Disponível em: <https://aem.asm.org/content/aem/85/16/e01065-19.full.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2021.

FLEMMING, H.C.; WINGENDER, J.; The biofilm matrix. **Nat Rev Microbiol**. 2010; 8: 623-633. doi:10.1038/nrmicro2415.

FLEMMING, Hans-Curt; WINGENDER, J.; SZEWZYK, U.; STEINBERG, P.; RICE, S.A.; KJELLEBERG, S. Biofilms: an emergent form of bacterial life. **Nature reviews microbiology**, Londres, v.14, n. 9, p.563-575, ago. 2016. DOI: 10.1038/nrmicro.2016.94. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2016.94>. Acesso em: 11 out. 2020.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **CRF - Code of Federal Regulations**. 2020. Disponível em: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=110>. Acesso em: 27 jan. 2021.

GABARON, D. A.; OTUTUMI, L. K.; PIAU JÚNIOR, R. **Surtos de salmonelose notificados no período de janeiro de 2009 a julho de 2014 no estado do Paraná**, Brasil. Arquivos de Ciências Veterinárias, 2015.

GAD, S.C. **Peracetic acid A2**. In: WEXLER, P. (Ed.). Encyclopedia of Toxicology. 3. ed. Oxford: Academic Press, 2014. p. 788-790.

GARCIA, K.C.O.D. **Utilização de bacteriófagos ambientais no controle de biofilmes de *Salmonella* spp. em superfícies na indústria de processamento e comercialização de carcaças de frango de corte e derivados**. 2015. 43p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/132128/000849378.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 fev. 2021.

GOESMANN, H.; FELDMANN, C. Nanoparticulate functional materials. **Angewandte Chemie International Edition**, Alemanha, v. 49, n. 8, p. 1362-1395, fev. 2010. DOI: 10.1002/anie.200903053. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/anie.200903053>. Acesso em: 18 fev. 2021.

GUIBOURDENCHE, M.; ROGGENTIN, P.; MIKOLEIT, M.; FIELDS, P. I.; BOCKEMUHL, J.; GRIMONT, P.A.D.; WEILL, F. Supplement 2003-2007 (No. 47) to the White-Kauffmann-Le Minor scheme. **Research in Microbiology**, Paris, v. 161, n. 1, p. 26-29, out. 2010. DOI: 10.1016/j.resmic.2009.10.002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19840847/>. Acesso em: 24 jan. 2021.

HALL-STOODLEY, L.; STOODLEY, P. Biofilm formation and dispersal and the transmission of human pathogens. **TRENDS in Microbiology**, Cambridge, v. 13, n. 1, p. 7-10, jan. 2005. DOI: 10.1016/j.tim.2004.11.004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15639625/#:~:text=We%20suggest%20that%20the%20dynamics,of%20biofilm%20clusters%20along%20surfaces>. Acesso em: 05 jan. 2021.

HIGA, J.S. Departamento de Microbiologia da Universidade de São Paulo. **Biofilmes bacterianos: vivendo em comunidade**. 20???. Disponível em: <http://microbiologia.icb.usp.br/cultura-e-extensao/textos-de-divulgacao/bacteriologia/bacteriologia-oral/biofilmes-bacterianos-vivendo-em-comunidade/>. Acesso em: 25 jan. 2021.

HUSSAIN, Z.; THU, H.E.; KATAS, H.; BUKHARI, S. N. A. Hyaluronic acid-based biomaterials: a versatile and smart approach to tissue regeneration and treating traumatic, surgical, and chronic wounds. **Polym Rev**. v. 57, p. 594–630, 2017.

HOSOKAWA, M.; NOGI, K.; NAITO, M.; YOKOYAMA, T. **Nanoparticle Technology Handbook**. 1. ed. Oxford: Elsevier, 2007, 644 p.

HOUDT, R.V.; MICHIELS, C.W. Biofilm formation and the food industry, a focus on the bacterial outer surface. **Journal of applied microbiology**, Oxford, v. 109, n. 4, p. 1117–1131, set. 2010. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2010.04756.x. Disponível em: <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2672.2010.04756.x>. Acesso em: 25 jan. 2021.

HWANG, G.; KANG, S.; EL-DIN, MG.; LIU, Y. Impact of conditioning films on the initial adhesion of *Burkholderia cepacia*. **Colloids Surf B Biointerfaces**. 2012; 91:181-188. PMID: 22112498. doi: [10.1016/j.colsurfb.2011.10.059](https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2011.10.059)

ICA, T.; CANER, V.; ISTANBULLU, O.; NGUYEN, H.D.; AHMED, B. et al. Characterization of mono- and mixed-culture *Campylobacter jejuni* biofilms. **Appl Environ Microbiol**. 2012; 78:1033-1038. PMID:22179238. doi: 10.1128/AEM.07364-11.

ILIADIS, I.; DASKALOPOULOU, A.; SIMÕES, M.; GIAOURIS, E. Integrated combined effects of temperature, pH and sodium chloride concentration on

biofilm formation by *Salmonella enterica* ser. Enteritidis and Typhimurium under low nutrient food-related conditions. **Food Res. Int.**, 107 (2018), pp. 10-18

JERÔNIMO, H M.A.; QUEIROGA, R.C.R.E.; COSTA, A.C.V.; BARBOSA, I.M.; CONCEIÇÃO, M.L.; SOUZA, E.L. Adhesion and biofilm formation by *Staphylococcus aureus* from food processing plants as affected by growth medium, surface type and incubation temperature. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, São Paulo, v. 48, n. 4, p. 2012. DOI: 10.1590/S1984-82502012000400018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bjps/v48n4/v48n4a18.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2021.

JOSHUA, G.W.; GUTHRIE-IRONS, C.; KARLYSHEV, A.V.; WREN, B.W. Biofilm formation in *Campylobacter jejuni*. **Microbiology**. 2006; 152: 387-396. PMID:16436427. doi: [10.1099/mic.0.28358-0](https://doi.org/10.1099/mic.0.28358-0).

KEERATIPIBUL, S.; TECHARUWICHIT, P. Tracking sources of *Listeria* contamination in a cooked chicken meat factory by PCRRAPD-based DNA fingerprinting. **Food Control**. 2012; 27: 64–72. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.02.026>

KHAN, I.; SAEED, K.; KHAN, I. Nanoparticles: Properties, applications and toxicities. **Arabian Journal of Chemistry**, Arábia Saudita, v. 12, n. 7, p. 908-931, nov. 2019. DOI: 10.1016/j.arabjch.2017.05.011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535217300990>. Acesso em: 18 fev. 2021.

KMIEC, M.; PIGHINELLI, L.; TEDESCO, M.F.; SILVA, M.M.; REIS, V. Chitosan – Properties and Application in Dentistry. **Advances in Tissue Engineering & Regenerative Medicine**, Budapeste, v. 2, n. 4, p. 205-211, jun. 2017. DOI: 10.15406/atroa.2017.02.00035. Disponível em: <https://medcraveonline.com/ATROA/ATROA-02-00035.pdf>. Acesso em: 11 out. 2020.

KOSTAKIOTI, M.; HADJIFRANGISKOU, M.; HULTGREN, S.J. Bacterial biofilms: development, dispersal, and therapeutic strategies in the dawn of the postantibiotic era. **Cold Spring Harbor Perspect Med**. 2013; 3: a010306. doi: 10.1101/cshperspect.a010306.

KUSUMANINGRUM, H.D.; RIBOLDI, G.; HAZELEGER, W.C.; BEUMER, R.R. Survival of foodborne pathogens on stainless steel surfaces and cross-contamination to foods. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 83, n. 3, p.227-236, ago. 2003. DOI: 10.1016/s0168-1605(02)00540-8. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168160502005408>. Acesso em: fev. 2021.

LACERDA, C. **Otimização da produção de nanopartículas de quitosana de alto peso molecular - tripolifosfato para carregamento de proteína**. In: MARAVIESKI, S.P. Teorias e métodos da Biofísica. 1. ed. Ponta Grossa, PR:

Atena, 2019. 19p. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/10493>. Acesso em: 20 fev. 2021.

LACERDA, C.D.; SEVERINO, P. **Otimização da produção de nanopartículas de quitosana de alto peso molecular - tripolifosfato para carregamento de proteína**. 1. ed. Ponta Grossa: Atena, 2019. 138 p.

LAPIDOT A.; ROMLING, U.; YARON, S. Biofilm formation and the survival of *Salmonella Typhimurium* on parsley. **International Journal Food Microbiology**, Amsterdam, v. 109, n. 3, p. 229-233, jun. 2006. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2006.01.012. Disponível em: [https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168-1605\(06\)00062-6](https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168-1605(06)00062-6). Acesso em: 10 out. 2020.

LIU, W.; ZHU, X. N.; YU, S.; SHI, X. M. Diversity of *Salmonella* isolates using serotyping and multilocus sequence typing. **Food Microbiology**, Londres, v. 28, n. 6, p. 1182-1189, 2011.

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.

LOREVICE, M.V.; MOURA, R.; MATTOSO, L.H.C. Nanocompósito de polpa de mamão e nanopartículas de quitosana para aplicação em embalagens.

Química Nova, São Paulo, v. 37, n. 6, p. 931-936, jul. 2014. DOI: 10.5935/0100-4042.20140174. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v37n6/v37n6a02.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2021.

LUUKKONEN, T.; TEERINIEMI, J.; PROKKOLA, H.; RÄMÖ, J.; LASSI, U. Chemical Aspects of Peracetic Acid Based Wastewater Disinfection. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 40, n. 1, p. 73-80, jan. 2014. DOI: 10.4314/wsa.v40i1.9. Disponível em:

<https://www.ajol.info/index.php/wsa/article/view/99664/88947>. Acesso em: 27 jan. 2021.

MACHADO, S.C.A.; PEREIRA, V.L.A.; AQUINO, M.H.C.; GIOMBELI, A.; RODRIGUES, D.P.; NASCIMENTO, E.R. Qualitative and Quantitative Analysis of *Salmonella* spp. in Broilers Technological Processing and Determination of a Performance Objective (PO) for Frozen Chicken Breast. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 1-12, fev. 2020. DOI: 10.1590/1806-9061-2019-1196. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbca/v22n1/1516-635X-rbca-22-01-eRBCA-2019-1196.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2021.

MACHADO, T.R.M. Avaliação da aderência ao aço inoxidável e ao polietileno por três sorovares de *Salmonella* e da capacidade de desinfecção dessas superfícies. 2007. Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 143p.

MACHADO, T.R.M.; MARCON, T.R.; MALHEIROS, P.S.; BRANDELLI, A.; TONDO, E.C. Avaliação da resistência de *Salmonella* à ação de desinfetantes ácido peracético, quaternário de amônio e hipoclorito de sódio. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 4, p. 475–481, out./dez. 2010.

Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/ses-sp/2010/ses-19246/ses-19246-2277.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2021.

MCKENNA, M. CDC Threat Report: We will soon be in a post-antibiotic era. **Wired**, Sept 16, 2013.

MELO, R.T.; Mendonça, E.P.; Monteiro, G.P.; Siqueira, M.C.; Pereira, C.B.; Peres, P.A.B.M.; Fernandez, H.; Rossi, D.A. Intrinsic and Extrinsic Aspects on *Campylobacter jejuni* Biofilms. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, p. 1-15, 2017.

MELO, R.T.; GRAZZIOTIN, A.L.; JÚNIOR, E.C.V.; PRADO, R.R.; MENDONÇA, E.P.; MONTEIRO, G.P.; PERES, P. A.B.M.; ROSSI, D. A. Evolution of *Campylobacter jejuni* of poultry origin in Brazil. **Food Microbiology**, v. 82, p. 489-496, 2019.

MELO, Eveny Silva et al. Doenças transmitidas por alimentos e principais agentes bacterianos envolvidos em surtos no Brasil: revisão. Pubvet medicina veterinária e zootecnia, Piauí, v. 12, n. 10, p. 1-9, 1 out. 2018. DOI <https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n10a191.1-9>. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/doenccedilas-transmitidas-por-alimento.pdf>. Acesso em: 23 set. 2021.

MOLDES, A.B.; Rodríguez-López, L.; Rincón- Fontán, M.; López-Prieto, A.; Vecino, X.; Cruz, J.M. Synthetic and Bio-Derived Surfactants Versus Microbial Biosurfactants in the Cosmetic Industry: An Overview. *Int. J. Mol.Sci.* **2021**, *22*, 2371. <https://doi.org/10.3390/ijms22052371>

MENDONÇA, E. P. Características de virulência, resistência e diversidade genética de sorovares de *Salmonella* com impacto na saúde pública, isolados de frangos de corte no Brasil. 2016. Tese, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, 131p.

MENDONÇA, L. P. de, Costa, M. G. A., Macedo, R. C. B. da S., Sales Júnior, R. de A., Santana, F. E. de O., & Silva, L. R. C. da. (2020). Doenças emergentes de origem alimentar. **Revista Brasileira De Educação E Saúde**, Pombal, v.10, n.3, jul.2020. Disponível em: < <https://www.editoraverde.org/gvaa.com.br/revista/index.php/REBES/article/view/7570/7728>>. Acesso: 18 abr. 2021

MILLEZI, A.F. **Ação de óleos essenciais sobre biofilmes formados por *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli***. 2012. 112p. Tese (Doutorado em Microbiologia de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/598/1/TESE%20A%C3%A7%C3%A3o%20de%20%C3%B3leos%20essenciais%20sobre%20biofilmes%20formados%20por%20Staphylococcus%20aureus%20e%20Escherichia%20coli.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2021.

MILAN, C.; TIMM, C.D. Fatores de virulência associados à formação de biofilme por *Salmonella enterica*, **Science and animal health**, v.3, n.1, p. 94-102, 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.15210/sah.v3i1.4329>

MILLES, A.A.; Misra, S.S. Estimation of the bactericide power of the bloods. **Journal of Hygiene**. 38:732-749, 1938. doi: 10.1017/S002217240001158X.

MORAES, J.O., CRUZ E.A., SOUZA, E.G.F., OLIVEIRA, T.C.M., ALVARENGA, V.O, PEÑA, W.E.L., SANT'ANA, A.S., MAGNANI, M. Predicting adhesion and biofilm formation boundaries on stainless steel surfaces by five *Salmonella enterica* strains belonging to different serovars as a function of pH, temperature and NaCl concentration. **Int J Food Microbiol**. 2018 Sep 20; 281:90-100. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.05.011. Epub 2018 May 26.

MORAES, J.O.; CRUZA, E.A.; PINHEIRO, I.; OLIVEIRA, T.C.M.; ALVARENGA, V.; SANT'ANA, A.; MAGNANID, M. An ordinal logistic regression approach to predict the variability on biofilm formation stages by five *Salmonella enterica* strains on polypropylene and glass surfaces as affected by pH, temperature and NaCl. **Food Microbiology**, 2019, October, p. 95-103

MORETRO, T.; HERMANSEN, L.; HOLCK, A.L.; SIDHU, M.S.; RUDI, K.; LANGSRUD, S. Biofilm formation and the presence of the intercellular adhesion locus *ica* among Staphylococci from food and food processing environments. **Applied and Environmental Microbiology**. 69(9):5648–5655, 2003.

MORAES, A.I. **Avaliação do mecanismo de quorum sensing entre lactobacillus spp. contra salmonella heidelberg em frangos de corte**. 2019. 57 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2019. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/182401/moraes_aci_me_bo_t_int.pdf?sequence=6&isAllowed=y. Acesso em: 24 jan. 2021.

MULLHER, D.A. Structure and bonding at the atomic scale by scanning transmission electron microscopy. **Nature Materials**, Reino Unido, v. 8, n. 4, p. 263-270, abr. 2009. DOI: 10.1038/nmat2380. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nmat2380>. Acesso em: 18 fev. 2021.

MUSTAFÁ, T. D.; PESSOA, A. C. S. N.; PERLI, G.; SIPOLI, C. C.; LA TORRE, L. G. de. **Sistema microfluídico para produção de nanopartículas de quitosana glicosilada e tripolifosfato de sódio**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica Blucher Chemical Engineering Proceedings, XII., 2017, São Carlos. Anais... São Paulo: Blucher, 2017. ISSN 2359-1757.

NAKAO, J.H., Talkington, D., Boop, C. A., Besse, J., Sanchez, M. L., Guarisco, J. et al. (2018). **Unusually high illness severity and short incubation periods in two foodborne outbreaks of *Salmonella* Heidelberg infections with potential coincident *Staphylococcus aureus* intoxication**. *Epidemiology & Infection*, 146(19), 27.

SOUZA, Felipe Sanderson Ribeiro de et al. **Quitosana no desenvolvimento de novos produtos alimentícios e biotecnológicos**. 2019, 59f. Dissertação

(Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal Rural do Semi Árido, UFERSA/ Mossoró, 2019.

NAKAO, J.H.; TALKINGTON, D.; BOPP, C.A.; BESSER, J.; SANCHEZ, M.L.; GUARISCO, J.; DAVIDSON, S.L.; WARNER, C.; McINTYRE, M.G.; GROUP, J.P.; COMSTOCK, N.; XAVIER, N.; PINSENT, T.S.; BROWN, J.; DOUGLAS, J.M.; GOMEZ, G.A.; GARRETT, N.M.; CARLETON, H.A.; TOLAR, B.; WISE, M.E. Unusually high illness severity and short incubation periods in two foodborne outbreaks of Salmonella Heidelberg infections with potential coincident Staphylococcus aureus intoxication. **Epidemiology and Infection**, Cambridge, v. 146, n. 1, p. 19-27, dez. 2018. DOI: 10.1017/S0950268817002655. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29208063/>. Acesso em: 24 jan. 2021.

NATIONAL ADVISORY COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL CRITERIA FOR FOODS. Response to Questions Posed by the Food Safety and Inspection Service Regarding Salmonella Control Strategies in Poultry. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 82, n. 4, p. 645–668, abr. 2019. DOI: 10.4315/0362-028X.JFP-18-500. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30917043/>. Acesso em: 24 jan. 2021.

NEVES, A.; SCHAFFER, R.A.; KUGELMEIER, C.; WIEST, A.; ARANTES, M. Otimização de processos de obtenção de quitosana a partir de resíduo de carcinicultura para aplicações ambientais. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Palotina, v. 3, p. 34-47, 2013. DOI: 10.5380/rber.v2i1.33800. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/33800/Otimiza%C3%A7%C3%A3o%20de%20processos%20de%20obten%C3%A7%C3%A3o%20de%20quitosana%20a%20partir%20de%20res%C3%ADduos%20da%20carcinicultura%20para%20aplica%C3%A7%C3%B5es%20ambientais>. Acesso em: 24 jan. 2021.

NGUYEN, H.D.N.; YUK, H.G. Changes in resistance of Salmonella Typhimurium biofilms formed under various conditions to industrial sanitizers. **Food Control**, 29(1):236-240, 2013. doi10.1016/j.foodcont.2012.06.006. 432

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**, Sergipe, v. 15, n. 11, p. 1-9, nov. 2019. DOI: 10.14808/sci.plena.2019.116101. Disponível em: <https://scientiaplenuvems.com.br/sp/article/view/5171/2234>. Acesso em: 27 jan. 2021.

OLIVEIRA, J. F. A., SCHEFFER, F., LANDIS, R. F., TEIXEIRA-NETO, E., ROTELLO, V. M., & CARDOSO, M. B. Dual Functionalization of Nanoparticles for Generating Corona-Free and Non-Cytotoxic Silica Nanoparticles. **ACS applied materials and interfaces**, Washington, v. 10, n. 49, p. 41917–41923, nov. 2018. DOI: 10.1021/acsami.8b12351. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acsami.8b12351>. Acesso em: 18 fev. 2021.

Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde (OPAS/OMS).

Segurança dos alimentos é responsabilidade de todos, Brasil, 6 jun. 2019.

Disponível

em:https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5960:seguranca-dos-alimentos-e-responsabilidade-de-todos&Itemid=875. Acesso em: 23 set. 2021.

PEDRO, I.; SARAIVA, S. Intervenções de enfermagem na gestão de biofilmes em feridas complexas. **Journal of Aging and Innovation**, Portugal, v. 1, n. 6, p. 78-88, dez. 2012. Disponível em: <http://journalofagingandinnovation.org/pt/volume1-edicao6-2012/biofilmes-em-feridas-complexas/>. Acesso em: 25 jan. 2021.

PEETERS, E.; NELIS, H.J.; COENYE, T. Comparison of multiple methods for quantification of microbial biofilms grown in microtiter plates. **Journal of Microbiological Methods**.72:157-165, 2008. doi10.1016/j.mimet.2007.11.010.

PENG, J.S.; TSAI, W.C.; CHOU, C.C. Surface characteristics of *Bacillus cereus* and its adhesion to stainless steel. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam. 65:105-111, 2001.

PEREIRA, L.A. **Propriedades biológicas de derivados de quitosana associada ao fármaco ceftazidima**. 2018. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Materiais) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpi.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1608/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Leudimar%20Aires%20Pereira%20FINAL.pdf?sequence=1>. Acesso em: 25 jan. 2021.

POSTAT, J.; BOUSSO, P. Quorum Sensing by Monocyte-Derived Populations. **Frontiers in immunology**, Switzerland, v. 10, p. 1–7, set. 2011. DOI: 10.3389/fimmu.2019.02140. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6749007/pdf/fimmu-10-02140.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2021.

PUI, C. F. et al. Biofilm formation by *Salmonella Typhi* and *Salmonella Typhimurium* on plastic cutting board and its transfer to dragon fruit. **International Food Research Journal**, v. 18, p.31-38, 2011.

RAO, S.; LINKE, L.; DOSTER, E.;HYATT, D.; BURGESS, B.A.; MAGNUSON, R.; PABILONIA, K.L.; MORLEY, P.S. Genomic diversity of class I integrons from antimicrobial resistant strains of *Salmonella Typhimurium* isolated from livestock, poultry and humans. **PLoS One**, São Francisco, v. 15, n. 12, p. 1-14, dez. 2020. DOI: 10.1371/journal.pone.0243477. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7732114/pdf/pone.0243477.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2021.

REDDY, K. M., FERIS, K., BELL, J., WINGETT, D. G., HANLEY, C., PUNNOOSE, A. (2007). Selective toxicity of zinc oxide nanoparticles to prokaryotic and eukaryotic systems. **Appl. Phys. Lett.** 90, 1–3. doi: 10.1063/1.2742324

RIBEIRO, L. N. M. et al. Pectin-coated chitosan-LDH bionanocomposite beads as potential systems for colon-targeted drug delivery. **International journal of pharmaceuticals**, [s. l.], v. 463, n. 1, p. 1–9, 2014b.

RIBEIRO, L. N. M. et al. Bionanocomposites containing magnetic graphite as potential systems for drug delivery. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 477, n. 1–2, p. 553–563, 2014.

RIBEIRO, L. N. M. et al. Nanostructured lipid carriers as robust systems for topical lidocaine-prilocaine release in dentistry. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, [s. l.], v. 93, p. 192–202, 2016.

RIBEIRO, L. N. M. et al. Advances in Hybrid Polymer-Based Materials for Sustained Drug Release. **International Journal of Polymer Science**, p.1-16, 2017.

RIBEIRO, L.N.M.; MÁRCIA, C.; BREITKREITZ, V.A.; GUILHERME, G.H.; SILVA, G.H.R.; COUTO, V.C.; CASTRO, S.R.; PAULA, B.O.; MACHADO, D.; PAULA, E. Natural Lipids-Based NLC Containing Lidocaine: From Pre-Formulation to in Vivo Studies. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, Amsterdam, v. 106, p.102–120, ago. 2017. DOI: 10.1016/j.ejps.2017.05.060. Disponível em: [https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0928-0987\(17\)30299-3](https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0928-0987(17)30299-3). Acesso em: 18 fev. 2021.

RIBEIRO, L. N. M. et al. Nanohybrid hydrogels designed for transbuccal anesthesia. **International Journal of Nanomedicine**, v.13, p.6453-6463, 2018.

RIBEIRO, L. N. M., D.; PAULA, E., ROSSI, D. A., MONTEIRO, G. P., JUNIOR, E. C. V., SILVA, R. R., FRANCO R. R., ESPINDOLA, S. R., GOULART L. R., FONSECA, B. B. 2020. “Hybrid Pectin-Liposome Formulation against Multi-Resistant Bacterial Strains.” **Pharmaceutics** 12: 769

RODRIGUES, C.F. **Pesquisa de coliformes e Salmonella spp. em ovos comercializados em feira livre, no município de Espigão do Oeste – Rondônia**. 2016. 50f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Brasil, Descalvado, SP, 2016. Disponível em: https://universidadebrasil.edu.br/portal/_biblioteca/uploads/20190610163442.pdf f. Acesso em: 24 jan. 2021.

ROVIRA, J. **Sanitization**. In. CABALLERO B.; FINGLAS P.M.; TOLDRÁ F. Encyclopedia of food and Health. 1. ed. Cambridge: Academica Press. 2016, p. 706-713.

SANTOS, G.C.L.; OLIVEIRA, J.S.; DUARTE, A.C. Uma revisão de quitosana: polímero que melhora a eficiência do rebanho e a sustentabilidade do sistema de produção. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 73-88, jan/mar. 2020. Disponível em:

<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/6843/6041>. Acesso em; 24 jan. 2021.

SHARIFI, M.; HOSSEINALI, S.H.; ALIZADEH, R.H.; HASAN, A.; ATTAR, F.; SALIHI, A.; SHEKHA, M.S.; AMEN, K.M.; AZIZ, F.M.; SABOURY, A.K.; AKHTARI, K.; TAGHIZADEH, A.; HOOSHMAND, N.; EL-SAYED, M.A.; FALAHATI, M. Plasmonic and chiroplasmonic nanobiosensors based on gold nanoparticles. **Talanta: an international journal of analytical chemistry**, Londres, v. 212, p. 1-70, mai. 2020. DOI: 10.1016/j.talanta.2020.120782. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0039914020300734>. Acesso em: 18 fev. 2021.

SILAGYI, K.; KIM, S.H.; LO, Y.M.; WEI, C.L. 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**. 26:514-519, 2009. doi:10.1016/j.fm.2009.03.004.

SILVA, R.A.; RABELO, R.G. **Desinfetantes e degermantes utilizados na odontologia**. In: Conselho Regional de Odontologia da Bahia. Cartilha de biossegurança em tempos de COVID-19. Bahia: CRO-BA, 2020. Disponível em: [https://www.croba.org.br/fotos/noticias/377/mg/3.1%20\(4\).pdf](https://www.croba.org.br/fotos/noticias/377/mg/3.1%20(4).pdf). Acesso em: 15 fev. 2021.

SILVA, Tarcísio Macedo. **Modulação da microbiota intestinal de perus de corte desafiados com Salmonella Heidelberg e submetidos a diferentes programas de controle**. 2017. 89f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

SANTANA, E. S.; OLIVEIRA, F. H.; BARNABÉ, A. C. S.; MENDES, F. R.; ANDRADE, M. A. **Uso de antibióticos e quimioterápicos na avicultura** Centro Ci-entífico Conhecer.2011. 21 p. Disponível em:<<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/uso%20de%20antibioticos.pdf> > Acesso em: 18 out. 2021

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

SINDE, E.; CARBALLO, J. Attachment of Salmonella spp. and Listeria monocytogenes to stainless steel, rubber, and polytetrafluorethylene: The influence of free energy and the effect of commercial sanitizers. **Food Microbiology**. 17(24):439-447, 2000.

SREY, S.; JAHID, I.K.; HA, Sang-Do. Biofilm formation in food industries: A food safety concern. **Food Control**, Vurrey, v. 31, n. 2, p.572-585, jun. 2013. DOI: 10.1016/j.foodcont.2012.12.001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713512006536>. Acesso em: 27 jan. 2021.

STEPANOVIC, S.; VUKOVIC, D.; DAKIC, I.; SAVIC, B.; SVABIC-VLAHOVIC, M. A modified micro titer-plate test for quantification of Staphylococcal biofilm formation. **Journal of Microbiology Methods**. 40:175–179. 2000. doi: 10.1016/S0167-7012(00)00122-6.

STOIMENOV, P.K., KLINGER, R.L., MARCHIN, G.L., KLABUNDE, K.J. Metal oxide nanoparticles as bactericidal agents. **Langmuir**, v. 18, p. 6679–6686, 2002.

SUTHERLAND, I.W. The biofilm matrix—an immobilized but dynamic microbial environment. **Trends Microbiol.** 2001; 9: 222–227. PMID: 11336839. doi:10.1016/S0966-842X(01)02012-1

SMRDEL, P.; BOGATAJ, M.; ZEGA, A.; PLANINSEK, O.; MRHAR, A. Shape optimization and characterization of polysaccharide beads prepared by ionotropic gelation. **Journal of Microencapsulation**, Londres, v. 25, n. 2, p. 90–105, mar. 2008. DOI: 10.1080/02652040701776109. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18246487/>. Acesso em: 19 fev. 2021.

TECHARUVICHIT, P.; TAKAHASHI, H.; KUDA, T.; MIYA, S.; KEERATIBIPUL, S.; KIMURA, B. Adaptation of *Campylobacter jejuni* to biocides used in the food industry affects biofilm structure, adhesion strength, and cross-resistance to clinical antimicrobial compounds, **Biofouling**, 2016; 32(7): 827-839, doi: 10.1080/08927014.2016.1198476

TEIXEIRA, P.; LOPES, Z.; AZEREDO, J.; OLIVEIRA, R.; VIEIRA, M.J. Physicochemical surface characterization of a bacterial population isolated from a milking machine. **Food Microbiology**, London. 22: 247-251, 2005.

TRACHOO, N. FRANK, J.F. Effectiveness of chemical sanitizers against *Campylobacter jejuni*-containing biofilms. **Journal Food Protection**, 2002; 65: v1117-1121. PMID: 12117244.

.

TRENTIN, D.S.; GIORDANI, R.B.; MACEDO, A.J. Biofilmes bacterianos patogênicos: aspectos gerais, importância clínica e estratégias de combate. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 14, n. 22, p. 213-236, out. 2013. DOI: 10.31514/rliberato.2013v14n22.p213. Disponível em: http://revista.liberato.com.br/ojs_lib/index.php/revista/article/download/229/200. Acesso em: 25 jan. 2021.

UE - União Europeia. **Regulamento (EU) 2017/1495 da Comissão de 23 de agosto de 2017**. Jornal Oficial da União Europeia, 2017. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/1495/oj>> Acesso em: 30 mai 2019.

UL Prospector. Plantaren® 2000 N U – **BASF Latin America**. Acesso em: 24 junho 2021.

VALENCIA, Marcela Sarmiento. **Obtenção e caracterização de nanopartículas contendo polifenóis com potencial aplicação na indústria**

de alimentos. 2020. 118f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

VELLANO, Igor Henrique Bastos. **Comparação de Aspectos Microbiológicos, Patológicos e Zootécnicos entre frangos e perus de corte desafiados com Salmonella Heidelberg**. 2019. 76f. *Dissertação* (Pós graduação em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.

VIDÁCS, A.; KERÉKES, E.; RAJKÓ, R.; PETKOVITS, T.; ALHARBI, N.S.; KHALED, J.M.K.; VÁGVÖLGYI, C.; J. KRISCHC, J. Optimization of essential oil-based natural disinfectants against *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* biofilms formed on polypropylene surfaces. **J. Mol. Liq.**, 255 (2018), p. 257-262

VIJAY, M.; ANU, Y. Anticancer activity of camellia sinensis mediated copper nanoparticles against HT-29, MCF-7, and MOLT-4 human cancer cell lines. **Asian J Pharm Clin Res**. v.10, p. 82–88, 2017.

VIVIAN, R.C. **Avaliação da formação de biofilme e sensibilidade ao ácido peracético por Salmonella spp. isolada de abatedouro avícola**. 2014. *Dissertação* (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 84p.

VIVIAN, R.C. **Avaliação da formação de biofilme e sensibilidade ao ácido peracético por Salmonella spp. isoladas de abatedouro avícola**. 2014. 84 p. *Dissertação* (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/110628/000788531.pdf?sequence=1>. Acesso em: 24 jan. 2021.

VOLF, J.; STEPANOVA, H.; MATIASOVIC, J.; KYROVA, K.; SISAK, F.; HAVLICKOVA, H.; LEVA, L.; FALDYNA, M.; RYCHLIK, I. Salmonella entérica serovar Typhimurium and Enteritidis infection of pigs and cytokine signaling in palatine tonsils. **Veterinary Microbiology**, Amsterdam, v. 156, n. 1-2, p.127-135, out. 2012. DOI: 10.1016/j.vetmic.2011.10.004. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22019291/>. Acesso em: 24 jan. 2021.

VOLLATH, D. **Nanomaterials: An Introduction to Synthesis, Properties and Applications**. 2. ed. Weinheim: Wiley-VCH, 2008. 386 p.

VOLSCHAN JR., I.; SANTOS, D.S.; TEIXEIRA, L.A.C. IX-024 - Eficiência do ácido peracético na desinfecção de efluentes pluviais contaminados por esgoto doméstico. In: 30º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2019, Natal. **Anais...** Natal, RN: 30º Congresso ABES, 2019. Disponível em: <http://abes.locaweb.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento45/TrabalhosCompletosPDF/IX-024.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2021.

WANG, H.; YE, K.; WEI, X.; CAO, J.; XU, X.; ZHOU, G. Occurrence, antimicrobial resistance and biofilm formation of Salmonella isolates from a chicken slaughter plant in China. **Food Control**, Vurrey, v. 33, n. 2, p. 378–384,

out. 2013. DOI: 10.1016/j.foodcont.2013.03.030. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713513001527>.
Acesso em: 26 jan. 2021.

WEBBER, B., Borges, K. A., Furian, T. Q., Rizzo, N. N., Tondo, E. C., Santos, R. S. et al. (2019). Detection of virulence genes in Salmonella Heidelberg isolated from chicken carcasses. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**. 61:e36

WEBBER, B.; OLIVEIRA, A.P.; POTTKER, E.S.; DAROIT, L.; LEVANDOWSKI, R.; SANTOS, L.R.; NASCIMENTO, V.P.; RODRIGUES, L.B. Salmonella Enteritidis forms biofilm under low temperatures on different food industry surfaces. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 49, n. 7, p. 1-9, nov. 2019. DOI: 10.1590/0103-8478cr20181022. Disponível em:
<https://www.scielo.br/pdf/cr/v49n7/1678-4596-cr-49-07-e20181022.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

WHITCHURCH, C.B.; TOLKER-NIELSEN, T.; RAGAS, P. C.; MATTICK, J. S. Extracellular DNA required for bacterial biofilm formation. **Science**, Washington, v. 295, n. 5559, p. 1487-1487, fev. 2002. DOI: 10.1126/science.295.5559.1487. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11859186/>. Acesso em: 05 jan. 2021.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Typhoid vaccines: WHO position paper. **WHO The Weekly Epidemiological Record**, v. 13, n. 93, p. 153–72, 2018.

WILSON, B.; SAMANTA, M.K.; SANTHI, K.; KUMAR, K.P.; RAMASAMY, M.; SURESH, B. Chitosan nanoparticles as a new delivery system for the anti-Alzheimer drug tacrine. **Nanomedicine**, Nova Iorque, v. 6, n. 1, p. 144-152, fev. 2010. DOI: 10.1016/j.nano.2009.04.001. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1549963409000859>. Acesso em: 19 fev. 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Salmonella (non-typhoidal)**. 2018. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal)). Acesso em: 24 jan. 2021.

WU, Q.; ZHONG, X.; ZHANG, J. Research progress in biofilm formation and regulatory mechanism of Campylobacter jejuni. **Wei Sheng Wu Xue Bao**, Beijing, v. 56, n. 2, p. 180-187, fev. 2016. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27373066/>. Acesso em: 17 nov. 2020.

YAMAWAKI, Roberto Alexandre. **Avaliação da imunidade materna na progênie de reprodutoras pesadas vacinadas com um candidato vacinal recombinante contra Salmonella Enteritidis**. 2020. 78f. Dissertação (Pós graduação em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2020.

ZIECH, R.E. **Caracterização de Salmonella sp. isolada de indústrias de aves baseada na formação de biofilmes, tolerância a sanitizantes e resistência a antimicrobianos**. 2015. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Paraná, Palotina, PR, 2015. Disponível em:
<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/37368/R%20-%20D%20>

%20ROSANGELA%20ESTEL%20ZIECH.pdf?sequence=3&isAllowed=y.
Acesso em: 27 jan. 2021.

ZIECH, R.E.; PERIN, A.P.; LAMPUGNANI, C.; SERENO M.J.; VIANA, C.; SOARES, V.M.; PEREIRA, J.G.; PINTO, J.P.A.; BERSOT, L.S. Biofilm-producing ability and tolerance to industrial sanitizers in Salmonella sp. isolated from Brazilian poultry processing plants. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 68, p. 85-90, dez. 2015. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.12.021.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643815303789>.

Acesso em: 26 jan. 2021.

ZHANG, L.; KOSARAJU, S.L. Biopolymeric delivery system for controlled release of polyphenolic antioxidants. **European Polymer Journal**, Enschede, n. 43, v. 7, p. 2956-2966, jul. 2007. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2007.04.033.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0014305707002509>.

Acesso em: 17 fev. 2021.