

Resistência de Sorovares de *Salmonella enterica* a Desinfetantes Durante Processamento de Frangos

Resistance of Sorovares of *Salmonella enterica* to Disinfectant During Processing of Broiler Chicken

Aline Catarina Santos dos Passos^{*a}; Daniela Aguiar Penha Brito^a; Juliana Bogéa Santos de Almeida^a; Wandersson Freitas Rodrigues da Costa^a

^aInstituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, MA, Brasil.

*E-mail: danielabrito@ifma.edu.br

Resumo

Salmonella enterica representa o patógeno prioritário para controle na indústria avícola em todo o Mundo. Além de diversos sorovares, essa bactéria possui alta capacidade de adaptação e pode persistir no ambiente de produção e de processamento de frangos, apresentando resistência a diversos desinfetantes e métodos tradicionais de controle. A presença contínua deste patógeno pode levar a surtos de doenças de origem alimentar, com impacto negativo na saúde pública e na economia. Portanto, a eficácia dos desinfetantes utilizados é crucial para prevenir a propagação deste patógeno e garantir a segurança dos produtos avícolas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a suscetibilidade de diferentes sorovares de *Salmonella enterica* isolados da cadeia produtiva de frangos aos desinfetantes cloreto de benzalcônio, hipoclorito de sódio e ácido peracético. Foram avaliadas 50 cepas de *Salmonella enterica* de onze sorovares diferentes, frente à ação dos compostos antimicrobianos em concentrações recomendadas e não recomendadas pelo fabricante e durante 5, 10, 20 e 30 min. Os resultados demonstraram que as cepas foram altamente sensíveis ao cloreto de benzalcônio e ao hipoclorito de sódio, porém apresentaram resistência ao ácido peracético em concentração recomendada e em até 20 min. Os sorovares de *Salmonella Schwarzengrund* e *Enteritidis* apresentaram um perfil de alta resistência ao ácido peracético nas concentrações testadas. Os desinfetantes cloreto de benzalcônio e hipoclorito de sódio são eficazes em seu efeito antimicrobiano contra os sorovares de *Salmonella*, porém a atividade biocida do ácido peracético depende do tempo de exposição e da concentração.

Palavras-chave: Saúde Pública. Desinfetantes. Frango. Eficácia.

Abstract

Salmonella represents the priority pathogen for control in the poultry industry worldwide. In addition to several serovars, this bacterium has a high capacity for adaptation and can persist in the chicken production and processing environment, showing resistance to various disinfectants and traditional control methods. Their continued presence can lead to outbreaks of foodborne illnesses, with a negative impact on public health and the economy. Therefore, the effectiveness of the disinfectants used is crucial to prevent the spread of this pathogen and ensure the safety of poultry products. The objective of this work was to evaluate the susceptibility of different serovars of *Salmonella enterica* isolated from the chicken production chain to the disinfectants benzalkonium chloride, sodium hypochlorite and peracetic acid. 50 strains of *Salmonella* from 11 different serovars, were evaluated against the action of antimicrobial compounds at the concentrations recommended and not recommended by the manufacturer, in 5, 10, 20 and 30 min. The results demonstrated that the strains were highly sensitive to benzalkonium chloride and sodium hypochlorite, but were resistant to peracetic acid at recommended concentrations within 20 min. *Salmonella Schwarzengrund* and *Enteritidis* serovars showed a high resistance profile to peracetic acid at the concentrations tested. The disinfectants benzalkonium chloride and sodium hypochlorite were effective in their antimicrobial effect against *Salmonella* serovars, however the biocidal activity of peracetic acid depend on the exposure time and concentration.

Keywords: Public Health. Disinfectants. Chicken. Efficiency.

1 Introdução

A *Salmonella* spp. é um dos principais patógenos envolvidos em doenças transmitidas por produtos de origem avícola, representando um risco à segurança alimentar em âmbito mundial (USDA, 2020; Duarte *et al.*, 2021). Apesar do crescente aumento da produção e consumo mundial da carne de frango, o controle eficaz de *Salmonella*, na indústria avícola, permanece como grande desafio sanitário (ABPA, 2023; Obe; Kiess; Nannapaneni, 2024).

Os relatos de isolamento de *Salmonella* spp. na produção de frango de corte são frequentes, e estão relacionados, principalmente, com as infecções subclínicas em frangos,

convertendo as aves em uma fonte contínua de contaminação para o meio ambiente e linhas de processamento (Andino; Hanning, 2015). Nesse contexto, uma das medidas fundamentais de prevenção e controle sanitário é o uso de compostos químicos desinfetantes em concentrações capazes de destruir os micro-organismos patogênicos (Scur *et al.*, 2014). Na indústria avícola, os desinfetantes amplamente utilizados são à base de glutaraldeído, iodoform, hipoclorito de sódio e amônia quaternária e clorexidina (Menegaro *et al.*, 2016; Scur *et al.*, 2016).

A averiguação de um produto desinfetante eficaz deve ser a primeira etapa do protocolo de controle de salmonelas em aviários (Jang *et al.*, 2017). De acordo com a Organização

Internacional de Epizootias (OIE, 2000), poucos desinfetantes são universais, com necessidade de controle sobre sua atividade biocida. Isso ocorre em decorrência do fato de que a eficácia dos desinfetantes depende de variáveis relacionadas com a concentração do produto, a superfície de contato, a presença de matéria orgânica e ao micro-organismo alvo (Colla *et al.*, 2014).

A exposição constante de qualquer agente antimicrobiano, incluindo desinfetantes, impõe pressão seletiva sob bactérias comensais e patogênicas que origina as populações tolerantes ou resistentes aos antimicrobianos (Contruccia *et al.*, 2019; Davis *et al.*, 2015). Na rotina de higienização do ambiente de produção de animais ou do processamento de alimentos, a diluição dos desinfetantes em concentração sub-inibitória pode ser fácil de ocorrer e permitir o aumento da tolerância de patógenos aos desinfetantes (Maciel; Machado; Avancini, 2019).

O uso racional de desinfetantes para evitar o desenvolvimento de resistência microbiana tem sido amplamente discutido na comunidade científica mundial, visto que os mecanismos desse tipo de resistência são inespecíficos e ainda pouco elucidados (Carlie; Boucher; Bragg, 2020). Alguns mecanismos de resistência a antibióticos são similares aos usados para resistência aos desinfetantes, tais como a bomba de efluxo e a degradação enzimática de compostos químicos (Stefani *et al.*, 2018).

Órgãos governamentais e a indústria avícola mundial têm se empenhado em reduzir a presença da bactéria *Salmonella* em toda a cadeia produtiva de aves por meio de programas sanitários (Obe *et al.*, 2023). Esses programas abrangem desde os núcleos e estabelecimentos avícolas até as indústrias processadoras de carne de frango, com o objetivo de oferecer ao mercado alimentos seguros para o consumo (Brasil, 2003). Nesse sentido, o uso dos desinfetantes nas práticas rotineiras de higienização e segurança sanitária é imprescindível para controle da *Salmonella* spp. na produção e processamento de aves (Burbarelli *et al.*, 2015).

Para ser economicamente viável e sustentável, o uso dos desinfetantes na avicultura precisa ser racional e baseado na eficácia de ação. Uma das formas de avaliar esta efetividade é realizar testes *in vitro*, como o teste de sensibilidade aos desinfetantes, preferencialmente, com isolados de *Salmonella* spp. de origem ambiental (Colla *et al.*, 2014).

Assim, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a suscetibilidade de diferentes sorovares de *Salmonella enterica* isoladas à compostos desinfetantes durante a produção e processamento de frangos.

2 Material e Métodos

2.1 Amostras bacterianas

Um total de 50 cepas de *Salmonella enterica*, isoladas da produção de frangos de corte do Estado do Maranhão (*swab* de arrasto de aviários, fezes e carcaças de frangos), foram

selecionadas para o estudo. O isolamento e a identificação do gênero bacteriano seguiu a metodologia oficial do Brasil (Brasil, 1995) e a sorotipificação antigênica foi realizada pelo Laboratório de Enterobactérias da Fundação Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz, RJ, Brasil), sendo avaliados os seguintes sorovares: Schwarzengrund (n=13), Albany (n=10), Heidelberg (n=5), Enteritidis (n=4), Kentucky (n=4), Panama (n=3), Typhimurium (n=2), Agona (n=1), Derby (n=1), Orion (n=1), Muenchen (n=1), O:4,5* (n=5). Os isolados foram conservados em caldo tripton de soja (TSB) acrescido de glicerol a 20% e mantidos a -20 °C até o momento das análises.

As cepas foram reativadas em meio de cultura XLD (Agar Xilose Lisina Desoxicolato) e incubados a 37°C por 24 h. Uma colônia do cultivo foi selecionada, inoculada em caldo infusão cérebro coração (BHI) e incubada a 37°C por 24h.

2.2 Desinfetantes avaliados

As cepas foram submetidas à sensibilidade de quatro compostos químicos desinfetantes comerciais indicados para processamento de aves: cloreto de benzalcônio (classe dos compostos amônia quaternária), hipoclorito de sódio (classe dos halogênios clorados), e ácido peracético (classe dos ácidos orgânicos). As concentrações avaliadas foram as recomendadas pelo fabricante (CR) e metade da concentração (½ CR) recomendada para o processamento de aves, diluídos em água destilada estéril sendo, portanto: 1% e 0,5% cloreto de benzalcônio; 2,0% e 1,0% de hipoclorito de sódio e 1% e 0,5% de ácido peracético. Os tempos de contato testados variaram de 5 a 30 min.

2.3 Teste de eficácia *in vitro*

O teste de eficácia dos desinfetantes seguiu a metodologia para teste quantitativo de suspensão adaptada de Scur *et al.* (2014). A partir da cultura bacteriana do caldo BHI, foi preparado o inóculo bacteriano na concentração de 10⁸ UFC/mL, fazendo o ajuste de turbidez em água peptonada tamponada à 0,1% em comparação com a escala de McFarland n°0.5 (Probac do Brasil, São Paulo, Brasil).

Tubos de ensaio contendo 10 ml do desinfetante, com a concentração recomendada (CR), e a metade da concentração (½ CR), receberam 0,1ml da cultura bacteriana. Um controle negativo com uso somente de caldo BHI sem a cultura e um controle positivo do caldo e o inóculo bacteriano foram utilizados. Por meio de alça bacteriológica, após os tempos de contato 5, 10, 20 e 30 min, uma alíquota foi retirada e colocada em tubos de ensaio contendo 1ml do meio de cultura BHI, contendo a solução neutralizante (Bassani *et al.*, 2021). Esses tubos foram agitados, incubados a 37°C e as observações foram realizadas após 24h. Quando o meio de cultura apresentou turbidez, foi considerado resistente a bactérias e sensíveis (S) na ausência de turbidez, sendo as amostras positivas semeadas em ágar XLD para confirmação da viabilidade bacteriana.

2.4 Avaliação dos dados

As diferenças de eficácia dos desinfetantes amônia quaternária, hipoclorito de sódio, ácido peracético e iodoform na concentração recomendada e na metade da concentração recomendada foram submetidas ao teste do qui quadrado (χ^2), com significância de 5%.

3 Resultados e Discussão

O perfil fenotípico de suscetibilidade dos isolados de *Salmonella enterica* frente aos desinfetantes (Quadro 1) mostrou que o cloreto de benzalcônio e o hipoclorito de sódio foram eficazes em todas as concentrações e tempos avaliados, sem isolados resistentes.

Quadro 1 - Perfil de resistência *in vitro* de 50 isolados de *Salmonella enterica* de processamento de frangos frente aos diferentes compostos desinfetantes

Concentração	Tempo	CB	HS	AP
CR	5	0 (0%)	0 (0%)	29 (58%)*
	10	0 (0%)	0 (0%)	4 (8%)*
	20	0 (0%)	0 (0%)	1 (2%)*
	30	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
½ CR	5	0 (0%)	0 (0%)	46 (92%)*
	10	0 (0%)	0 (0%)	30 (60%)*
	20	0 (0%)	0 (0%)	21 (42%)*
	30	0 (0%)	0 (0%)	17 (34%)*

CR = concentração recomendada; ½ CR = metade da concentração recomendada; CB = cloreto de benzalcônio; HS = hipoclorito de sódio; AP = ácido peracético. $\chi^2=68.978$ ($p<0,05$).

Fonte: dados da pesquisa.

Os compostos de cloro e de amônio quaternário são desinfetantes de ação antimicrobiana de amplo espectro, facilmente disponíveis no mercado para fins agropecuários e comumente usados no processamento de aves (Obe; Kiess; Nannapaneni, 2024). O mecanismo de ação desses compostos antimicrobianos é eficiente sob a membrana celular de bactérias Gram negativas como *Salmonella*, provocando a perda da permeabilidade e consequente morte celular (McDonnell; Russel, 1999). Mesmo em concentrações abaixo da recomendada, estes desinfetantes foram eficazes na inativação de todos os sorovares de *Salmonella*.

A alta suscetibilidade de cepas de *Salmonella*, encontrada neste estudo, frente ao hipoclorito de sódio e cloreto de benzalcônio se assemelharam a outros estudos com isolados de processamento de frangos. Bassani *et al.* (2021) verificaram que cepas de *Salmonella* sorovar Heidelberg, isoladas de 2006 a 2016, de granjas avícolas do Brasil, apresentaram alta suscetibilidade ao hipoclorito de sódio e maior suscetibilidade ao cloreto benzalcônio. Maciel, Machado e Avancini (2019) observaram que o hipoclorito de sódio e cloreto benzalcônio foram os compostos desinfetantes mais eficazes para reduzir as salmonelas de produtos de origem avícola.

O ácido peracético apresentou baixa eficácia na concentração recomendada com tempo de contato de 5 min, porém aumentando a eficácia a partir de 10 min. de contato

e com todos os isolados suscetíveis aos 30 min (Tabela 1). Na metade da concentração recomendada, houve alta tolerância dos isolados de *Salmonella* frente ao composto antimicrobiano com diferenças significativas em relação aos demais desinfetantes. Estes resultados indicaram a relevância do tempo de contato e do uso da concentração recomendada do desinfetante quando aplicado em superfícies de processamento ou no ambiente de criação das aves.

Ziech *et al.* (2016) evidenciaram que o uso de concentrações abaixo da recomendada do ácido peracético, em fábricas de processamento de aves, pode facilitar a persistência de biofilmes de *Salmonella*. Kataria *et al.* (2020) constataram diferenças no tempo de eficácia do ácido peracético a 0,5% na redução de *Salmonella Typhimurium*, com melhor resultado aos 60 min. de contato. Já Mion *et al.* (2016) observaram em isolados de *Salmonella* spp. de plantas processadora de frangos do Rio Grande do Sul no Brasil, 100% de inibição pelo ácido peracético.

O ácido peracético é considerado o desinfetante mais comumente adotado em aplicações pré e pós-resfriamento de carcaças de frango (Cadena *et al.*, 2019). Seu mecanismo de ação envolve a capacidade de alterar a permeabilidade da membrana celular e a síntese de proteínas, oxidando as ligações sulfidríla e enxofre na célula bacteriana (Oyazabal, 2005). Segundo relatório europeu de avaliação de produtos biocidas (Echa, 2012), o desenvolvimento de resistência bacteriana ao ácido peracético é baixo, em função das características de rápida degradação em peróxido de hidrogênio e ácido acético e o modo de ação inespecífico do desinfetante. Entretanto, a tolerância aumentada ao ácido peracético em concentrações recomendadas para indústria de alimentos tem sido registrada em *Salmonella enterica* de origem aviária no Brasil nos últimos anos (Brasão *et al.*, 2021; Rebelo *et al.*, 2023; Ziech *et al.*, 2016), o que pode dificultar a eficácia de higienização em linhas de processamento.

Avaliando o perfil de resistência das cepas de *Salmonella*, conforme o sorovar (Quadro 2), observou-se que apenas os sorovares de *Salmonella Albany*, *Typhimurium*, *Derby* e *Orion* se mostraram sensíveis frente ao ácido peracético na CR, porém esses não demonstraram esta sensibilidade quando submetidos a metade da dose recomendada, indicando que o desinfetante só será eficaz se for manipulado como as instruções recomendadas pelo fabricante. Os demais sorovares se apresentaram resistentes ao desinfetante ácido peracético nas duas concentrações avaliadas, mostrando-se ativas em pelo menos um dos tempos avaliados.

Quadro 2 - Perfil de resistência ao ácido peracético de 50 cepas de *Salmonella enterica* de diferentes sorovares, isoladas da cadeia produtiva avícola

Sorovar	n	Concentração	
		CR	½ CR
Schwarzengrund	13	12 (92,3%)	13 (100%)
Albany	10	0 (0%)	10 (100%)
Heidelberg	05	2 (40,0%)	5 (100%)

Sorovar	n	Concentração	
		CR	½ CR
Enteritidis	04	3 (75,0%)	4 (100%)
Kentucky	04	4 (100%)	4 (100%)
Panama	03	1 (33,3%)	1 (33,3%)
Typhimurium	02	0 (0%)	1 (50,0%)
(O: 4,5)	05	4 (80%)	4 (80,0%)
Agona	01	1 (100%)	1 (100%)
Derby	01	0 (0%)	1 (100%)
Orion	01	0 (0%)	1 (100%)
Muenchen	01	1 (100%)	1 (100%)

Fonte: dados da pesquisa.

Os sorovares de *Salmonella Schwarzengrund* e *Enteritidis* apresentaram um perfil de alta resistência ao ácido peracético, o que se reveste de importância para a saúde pública, visto que estão associados a surtos de salmonelose humana e apresentam alta capacidade de formar biofilmes e persistir em ambientes de processamento (Obe; Richards; Shariat, 2022; Borges *et al.*, 2018). Segundo Cadena *et al.* (2019), a seleção de desinfetantes para instalações de criação e processamento de aves deve considerar uma abordagem específica do sorotipo circulante de *Salmonella*, visto que há diferenças na suscetibilidade aos biocidas. Ressalta-se que a cinética da desinfecção frente à *Salmonella* é alterada por outros fatores ambientais como a matéria orgânica, temperatura, tipo de material, entre outros fatores que podem prejudicar a eficácia dos desinfetantes (Jang *et al.*, 2017).

Salmonella é uma bactéria que tem evoluído para escapar das propriedades antimicrobianas empregadas nos processos de desinfecção e no tratamento de doenças (Munita; Arias, 2016). Dessa forma, a vigilância dos padrões de tolerância ou resistência desta bactéria frente aos compostos desinfetantes deve ser contínua, como forma de monitorar as estratégias de controle sanitário da *Salmonella*, em toda cadeia produtiva de alimentos. Ademais, o combate ao desenvolvimento de resistência bacteriana deve envolver o uso racional dos desinfetantes, baseado no composto químico, na concentração, no tempo de aplicação e micro-organismos circulantes (Obe; Kiess; Nannapaneni, 2024).

4 Conclusão

Os desinfetantes a base de amônia quaternária e de hipoclorito de sódio são mais eficazes frente aos diferentes sorovares de *Salmonella enterica* isolados para o processamento de frangos. A atividade biocida do ácido peracético sob o patógeno é dependente do maior tempo de contato e da concentração.

Agradecimentos

Agradecimento à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFMA) pelo financiamento da pesquisa.

Referências

- ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. ABPA. Relatório Anual 2024 - Disponível em: <https://abpa-br.org/>. Acesso em: 8 maio 2024.
- ANDINO, A.; HANNING, I. *Salmonella enterica*: Survival, Colonization, and Virulence Differences among Serovars. *Scie. World J.*, v.2015, n.520179, 2015. doi: <https://doi.org/10.1155/2015/520179>
- BASSANI, J. *et al.* Antimicrobial and disinfectant resistance of *Salmonella Heidelberg* from Brazilian flocks did not increase for ten years (2006-2016). *Pesq. Vet. Bras.*, n.41, e06818, 2021. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-6818>
- BORGES, A.K. *et al.* Biofilm formation capacity of *Salmonella* serotypes at diferente temperature conditions. *Pesq. Vet. Bras.*, v.38, n.1, p.71-76, 2018. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-4928>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 78, de 3 de novembro de 2003. 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, DF, 2003a. Seção 1, p. 3.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Portaria DSA nº. 8, de 23 de janeiro de 1995. Método Analítico de Carcaças de Aves e Pesquisa de *Salmonella*. Diário Oficial [da] União, Brasília, 1995. Seção 1, p. 10.
- BRASÃO, C.S. *et al.* Characterization and control of biofilms of *Salmonella* Minnesota of poultry origin. *Food Biosci.*, v.39, p.100811-100811, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100811>
- BURBARELLI, M.F.C. *et al.* The effects of two different cleaning and disinfection programs on broiler performance and microbiological status of broiler houses. *brasilian J.Poultry Sci.*, v.17, p.575-580, 2015. doi: <https://doi.org/10.1590/1516-635X1704575-58>
- CADENA, M. *et al.* Understanding Antimicrobial Resistance (AMR) profiles of *Salmonella* Biofilm and planktonic bacteria challenged with disinfectants commonly used during poultry. *Proc. Foods*, v.8, n.7, 2019. doi: <https://doi.org/10.3390%2Ffoods8070275>
- CARLIE, S.; BOUCHER, C.E.; BRAGG, R.R. Molecular basis of bacterial disinfectant resistance. *Drug Resist. Updates*, v.48, p.100672, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.drug.2019.100672>
- COLLA, F.L. *et al.* Perfil de sensibilidade aos antimicrobianos e eficácia de sanitizantes frente aos isolados de *Salmonella* spp. oriundos de carcaças suínas no Rio Grande do Sul. *Pesq. Vet. Bras.*, v.34, n.4, p.320-324, 2014. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014000400003>
- CONTRUCCI, B.A. *et al.* Efeito de **óleos essenciais sobre bactérias gram-negativas isoladas de alimentos**. *Ens. Ciênc.*, v.23, n.3, p.180-184, 2019. doi: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2019v23n3p180-184>
- DAVIS, M. *et al.* Recent emergence of *Escherichia coli* with cephalosporin resistance conferred by *bla* CTX-M on Washington State dairy farms. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.81, p.4403-4410, 2015. doi: <https://doi.org/10.1128%2FAEM.00463-15>
- European Chemicals Agency (ECHA); Biocidal Products Committee (BPC). Regulation (EU). No 528/2012 Concerning the Making Available on the Market and Use of Biocidal Products-Evaluation of Active Substances, Assessment Report

- of Peracetic Acid (Product Type 1–6). 2015. Disponível em: <<https://echa.europa.eu/documents/10162/c9726797-83ed-9d53-7dea-d18229e534c1>>. Acesso em: 25 jun 2024.
- DUARTE, P.M. *et al.* Análise Qualitativa da Presença de *Salmonella* spp. em Polpas de Frutas Congeladas Comercializadas em Varejo da Cidade de Primavera do Leste, MT. *Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas Agrárias e da Saúde*, v.25, n.1, p.39-43, 2021. doi: < <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2021v25n1p39-43> >
- JANG, Y. *et al.* Efficacy evaluation of commercial disinfectants by using *Salmonella enterica* serovar Typhimurium as a test organism. *Journal of Veterinary Science*, v. 18, n. 2, p. 209–216, 2017. doi: < <https://doi.org/10.4142%2Fjvs.2017.18.2.209> >
- KATARIA, J. *et al.* Evaluating the efficacy of peracetic acid on *Salmonella* and *Campylobacter* on chicken wings at various pH levels. *Poultry Science*, v. 99, n. 10, p. 5137–5142, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.06.070>
- MUNITA, J.M.; ARIAS, C.A. Mechanisms of antibiotic resistance. *Virulence Mechanisms of Bacterial Pathogens*, p.481–511, 2016. doi: <https://doi.org/10.1128/9781555819286.ch17>
- MACIEL, M.J.; MACHADO, G.; AVANCINI, C.A.M. Investigation of resistance of *Salmonella* spp. isolated from products and raw material of animal origin (swine and poultry) to antibiotics and disinfectants. *Rev Bras. Saúde Prod. Animal*, v. 20, 2019 doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-9940200162019> >
- MCDONNELL, G.; RUSSELL, A.D. Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action, and Resistance. *Clin. Microbiol. Rev.*, v.12, n.1, p.147-179, 1999 doi: <https://doi.org/10.1128/cmr.12.1.147>
- MENEGARO, A. *et al.* Sanitizantes: concentrações e aplicabilidade na indústria de alimentos. *Sci. Agrar. Paran.*, 1983-1471, p.171-174, 2016. doi: <https://doi.org/10.18188/sap.v15i2.13022>
- MION, L. *et al.* Effect of Antimicrobials on *Salmonella* Spp. Strains Isolated from Poultry Processing Plants. *Braz. J. Poult Sci.*, v.18, n.2, p.337-342, 2016. doi: <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2015-0127>
- OBE, T.; KIESS, A.S.; NANNAPANENI, R. Antimicrobial tolerance in *Salmonella*: contributions to survival and persistence in processing environments. *Animals*, v.14, n.4, p.578, 2024. doi: <https://doi.org/10.3390/ani14040578>
- OBE, T. *et al.* Controlling *Salmonella*: strategies for feed, the farm, and the processing plant. *Poultry Sci.*, v.102, n.12, p.103086-103086, 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.103086>
- OBE, T.; RICHARDS, A. K.; SHARIAT, N.W. Differences in biofilm formation of *Salmonella* serovars on two surfaces under two temperature conditions. *J. Appl. Microbiol.*, v.132, n.3, p.2410-2420, 2022. doi: <https://doi.org/10.1111/jam.15381>
- OYARZABAL, O.A. Reduction of campylobacter spp. by commercial antimicrobials applied during the processing of broiler chickens: a review from the United States perspective. *J. Food Protect.*, v.68, n.8, p.1752-1760, doi: <http://dx.doi.org/10.4315/0362-028X-68.8.1752> >
- REBELO, A. *et al.* Exploring peracetic acid and acidic ph tolerance of antibiotic-resistant non-typhoidal *Salmonella* and *Enterococcus faecium* from diverse epidemiological and genetic backgrounds. *Microorganisms*, v.11, n.9, p.2330-2330, 2023. doi: <https://doi.org/10.3390/microorganisms11092330>
- STEFANI, L.M. *et al.* *Salmonella Heidelberg* resistant to ceftiofur and disinfectants routinely used in poultry. *Semina Ciênc. Agrár.*, v.39, n.3, p.1029, 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n3p1029>
- SCUR, M.C. *et al.* Atividade antimicrobiana de desinfetantes comerciais frente a micro-organismos patogênicos de importância avícola. *Acta Iguazu*, v.3, n.3, p.1-10, 2014. doi: <https://doi.org/10.48075/actaiguazu.v3i3.10813>
- SCUR, M.C. *et al.* Atividade de desinfetantes frente a sorotipos de *Salmonella* isolados de granjas avícolas. *Rev Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.17, n.4, p.677-684, 2016. doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402016000400011> >
- USDA. United States Department of Agriculture. Food Safety And Inspection Service. IFSAC. Roadmap to Reducing *Salmonella*. Disponível em: <https://www.fsis.usda.gov/> Acesso em: 25 jun. 2024.
- ZIECH, R.E. *et al.* Biofilm-producing ability and tolerance to industrial sanitizers in *Salmonella* spp. isolated from Brazilian poultry processing plants. *LWT Food Sci., Technol.*, v.68, p.85-90, 2016. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.021>