

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM MICROBIOLOGIA CLÍNICA

Daniela Comparsi Laranja

**MECANISMOS DE ADAPTAÇÃO MICROBIANA NO PROCESSAMENTO DA
CARNE DE FRANGO E SUA PRESENÇA EM SOROVARES DE CASOS DE
SALMONELOSE NO BRASIL**

Porto Alegre

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM MICROBIOLOGIA CLÍNICA

Daniela Comparsi Laranja

**MECANISMOS DE ADAPTAÇÃO MICROBIANA NO PROCESSAMENTO DA
CARNE DE FRANGO E SUA PRESENÇA EM SOROVARES DE CASOS DE
SALMONELOSE NO BRASIL**

Porto Alegre

2023

Daniela Comparsi Laranja

**MECANISMOS DE ADAPTAÇÃO MICROBIANA NO PROCESSAMENTO DA
CARNE DE FRANGO E SUA PRESENÇA EM SOROVARES DE CASOS DE
SALMONELOSE NO BRASIL**

Trabalho de conclusão de curso de especialização apresentado ao Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Microbiologia Clínica.

Orientador: Prof. Dra. Mercedes Passos Geimba

Porto Alegre

2023

CIP - Catalogação na Publicação

Laranja, Daniela Comparsi
MECANISMOS DE ADAPTAÇÃO MICROBIANA NO PROCESSAMENTO
DA CARNE DE FRANGO E SUA PRESENÇA EM SOROVARES DE
CASOS DE SALMONELOSE NO BRASIL / Daniela Comparsi
Laranja. -- 2023.
46 f.
Orientadora: Mercedes Passos Geimba.

Trabalho de conclusão de curso (Especialização) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto
de Ciências Básicas da Saúde, Curso de Especialização
em Microbiologia Clínica, Porto Alegre, BR-RS, 2023.

1. Microbiologia Clínica. 2. Salmonella não
Tifóide. 3. Salmonelose. 4. Resistência Antimicrobia.
5. Frango. I. Geimba, Mercedes Passos, orient. II.
Título.

RESUMO

O Brasil é o maior exportador de carne de frango do mundo. Aves e produtos avícolas são frequentemente associados a contaminação por *Salmonella* não tifóide (SNT). Relatos de sorovares de SNT resistentes a antimicrobianos (RAM) em isolados de granjas e produtos avícolas brasileiros são preocupantes. Diante disso, no processamento de carne intervenções são implementadas para remover contaminantes bacterianos, porém podem também exercer uma pressão seletiva. O objetivo do presente estudo foi descrever as principais mudanças que ocorrem *Salmonella* ao longo do processamento de carne de frango e relacionar se estas estão presentes em casos de salmonelose associados a aves no Brasil. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura realizada nas bases de dados PubMed, Embase, Scopus, SciELO e *Web of Science*. No qual foram selecionados 823 estudos entre 2017 a 2023. A partir desta revisão, constatamos que os estresses da produção induzem uma ampla variedade de técnicas adaptativas em SNT, como produção de proteínas de estresse, produção de biofilme e virulência. Durante o processamento da carne de frango, a *Salmonella* pode proteger-se dos estresses nos folículos e dobras da pele da carcaça expressando genes de virulência. Através da contaminação cruzada há a transmissão para ambiente fabril formando biofilmes. Falhas na limpeza e na utilização dos sanitizantes (subdoses, mecanismo de ação único e ineficiência contra sorovares emergentes ou biofilme) podem ocorrer, ocasionando o surgimento da RAM e biofilmes que podem contaminar lotes livres. Os sorovares *S. Enteritidis*, Heidelberg e Minnesota são os mais prevalentes no Brasil e exibem RAM. Portanto, entender as vias de contaminação por *Salmonella* na cadeia avícola e sua adaptação em ambientes de processamento é crucial, visto que esse conhecimento pode melhorar a eficácia das medidas de controle e prevenir o surgimento RAM em sorovares de SNT emergentes.

Palavras-chave: *Salmonella* não Tifóide; Salmonelose; Contaminação Cruzada; Resistência Antimicrobiana; Frango.

ABSTRACT

Brazil is the world's largest exporter of chicken meat. Poultry and poultry products are frequently associated with non-typhoidal *Salmonella* (NTS) contamination. Reports of antimicrobial-resistant (AMR) NTS serovars in isolates from Brazilian poultry farms and products are concerning. In light of this, interventions are implemented in meat processing to remove bacterial contaminants, but they can also exert selective pressure on NTS. The objective of the current study was to characterize the changes that occur in *Salmonella* throughout the chicken meat processing and to relate whether these changes are present in commonly reported AMR serovars associated with poultry-related salmonellosis cases in Brazil. This involved an integrative literature review conducted across the databases PubMed, Embase, Scopus, SciELO, and Web of Science. A total of 823 studies published between 2017 and 2023 were selected for inclusion. From this review, we have observed that production stresses induce a wide range of adaptive techniques in NTS, such as stress protein production, biofilm formation, and virulence. During chicken meat processing, *Salmonella* can shield itself from stresses in follicles and creases of the carcass skin by expressing virulence genes. Cross-contamination leads to transmission to the factory environment, resulting in biofilm formation. Failures in cleaning and the use of sanitizers (underdosing, single mechanism of action, and inefficiency against emerging serovars or biofilms) can occur, leading to the emergence of AMR and biofilms that can contaminate uncontaminated batches. The serovars *S. Enteritidis*, Heidelberg, and Minnesota are the most prevalent in Brazil and exhibit AMR. Therefore, comprehending the pathways of *Salmonella* contamination in the poultry chain and its adaptation in processing environments is crucial, as this knowledge can enhance the effectiveness of control measures and prevent the emergence of AMR in emerging NTS serovars.

Keywords: Non-typhoidal *Salmonella*; Salmonellosis; Cross-contamination; Antimicrobial Resistance; Chicken.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 OBJETIVOS.....	10
1.1.1 Objetivo geral.....	10
1.1.2 Objetivos específicos.....	10
2 ARTIGO CIENTÍFICO.....	11
3 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS	40
REFERÊNCIAS	43
ANEXO A – NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA.....	47

1 INTRODUÇÃO

A carne de frango é uma importante proteína animal e uma das mais consumidas pela humanidade em todo o mundo. Segundo Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico e Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação- OECD-FAO, o mercado deve crescer 17,8% até 2030, o maior aumento entre todos os tipos de carnes animais^{1,2}. Este crescimento deve-se a expansão da indústria avícola, com uma produção mundial anual superior a 120 milhões de toneladas e ocasionada pelo desenvolvimento da seleção genética das aves e as diversas medidas de saúde na criação, como o uso de antibióticos³.

Os antibióticos na avicultura são utilizados para tratamento e prevenção de diversas patologias e isso possibilitou reduzir perdas econômicas e expandir o mercado⁴. Contudo, sua utilização descontrolada provoca a seleção de cepas resistentes³. A resistência antimicrobiana (RAM) é uma ameaça mundial crescente, que põe em risco a eficácia e a prevenção dos tratamentos de infecções em humanos e animais⁵. Por esse motivo, em 2006, a União Europeia proibiu definitivamente o uso de antibióticos como aditivos melhoradores de desempenho na alimentação animal, assim como os Estados Unidos em 2017. Porém, os antibióticos ainda são permitidos para fins terapêuticos em casos restritos conforme as diretrizes da Organização Mundial da Saúde⁵. A União Europeia (UE), estimou que a RAM é responsável por cerca de 33.000 mortes por ano e custa à UE 1,5 bilhão de euros por ano em custos de saúde e perdas de produtividade³. A relação entre o uso de doses subterapêuticas e o desenvolvimento de resistência entre diferentes classes de antibióticos tem sido comprovada⁶. Há evidências das consequências adversas para a saúde humana causadas por organismos resistentes derivados do uso não humano de antibióticos, principalmente *Salmonella* spp.⁵.

Embora, a maioria das tendências de resistência tenha permanecido estáveis nos últimos 4 anos, as bacteremias devido a *Salmonella* spp. resistentes aumentaram pelo menos 15% em comparação com as taxas de 2017⁵. A Organização Mundial da Saúde considera a *Salmonella* uma das quatro principais causas globais de doenças diarreicas, junto a salmonelose não tifoide (NTS). Os principais modos de transmissão de *Salmonella* spp. aos humanos ocorre pelo consumo de carne de frango e ovos⁵. A contaminação da carne de frango acontece, principalmente, devido à presença deste microrganismo no ambiente de criação das aves e posterior disseminação nas carcaças, durante as operações de abate e processamento⁷. Sua maior presença na carcaça está na pele, por esta possuir grande área superficial e ter contato com diferentes fontes de contaminação⁸. A pele do frango também possui alto teor de lipídios

e sua estrutura com micro dobras, folículos e micro fissuras facilita a adesão da *Salmonella*⁹ e proporciona microambientes onde podem se estabelecer e se proteger dos estresses do processamento^{10,11}. Além disso, o processamento pode alterar suas características de virulência e causar contaminação cruzada com o ambiente industrial¹¹⁻¹³. Dentre os processos, os principais pontos de contaminação em carne de frango por *Salmonella* spp. em abatedouro-frigorífico são as etapas de depenamento, escaldagem e evisceração^{14,15}.

Portanto, medidas de prevenção e controle são adotadas nas indústrias de processamento da carne de frango em todo o mundo para prevenir a ocorrência dos principais sorovares de *Salmonella*¹⁶. O Brasil é o segundo maior produtor de carne de frango e o maior exportador de carne de frango do mundo, exportando anualmente mais de 4 milhões de toneladas de frango para mais de 150 países¹⁷. Portanto, é de suma importância que os produtos de frango tenham uma longa vida útil e sejam seguros. Atualmente, a avicultura brasileira é reconhecida como uma das mais desenvolvidas do mundo, com alta produtividade. Esse patamar foi alcançado devido aos programas de qualidade implementados nos últimos anos em todos os pontos da cadeia produtiva, com foco na genética de matrizes, nutrição, manejo, biossegurança, boas práticas de produção, rastreabilidade, bem-estar animal e programas de preservação ambiental¹⁷.

Apesar dessas medidas, várias doenças aviárias e surtos de *Salmonella* transmitidas por alimentos foram relatados no Brasil nas últimas décadas¹⁸. Os cinco principais sorovares *Salmonella* associados a aves detectados na avicultura brasileira ao longo do tempo (Gallinarum, Typhimurium, Enteritidis, Heidelberg e Minnesota) demonstraram estar adaptados ao seu hospedeiro, frango com diferentes patogenicidades e propriedades antigênicas¹⁸. O controle de contaminantes bacterianos na carne de frango é uma área importante de preocupação para a indústria de frangos de corte. Os desafios do processamento de frangos, que incluem a exposição ao calor, frio, pressão osmótica e lavagem com água potável, são usados para controlar a microbiota do produto final¹⁹. A exposição a esses estresses, porém, também pode induzir mudanças adaptativas no transcriptoma e proteoma da *Salmonella*¹⁶. Isolados de *Salmonella* em produtos avícolas ou plantas de processamento podem também ser tolerantes a antimicrobianos, mesmo sem nunca ter tido contato com antibióticos durante a produção²⁰.

Esta revisão integrativa da literatura abordamos as principais interações entre o ambiente de processamento de frangos e seu possível impacto na sobrevivência da *Salmonella* exposta a tais estresses. E, as principais mudanças que ocorrem no metabolismo, produção de proteína de choque frio/calor e fatores de virulência. Enfim, buscou-se compreender se estas

mudanças estão presentes em sorovares com maior prevalência de RAM comumente relatados em casos de salmonelose associados a aves no Brasil.

De acordo com Souza et al.²¹, a revisão integrativa da literatura é um recurso que possibilita a síntese e a análise crítica de pesquisas sobre um tema específico. Este método proporciona uma assistência com base em evidências científicas.

Esta revisão abrangeu o período de janeiro de 2017 a abril de 2023. O revisor consultou os bancos de dados: *U.S. National Library of Medicine* (PubMed), *Biomedical Literature Database* (Embase), *Expertly Curated Abstract & Citation Database* (Scopus), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e *Web of Science* para conduzir a pesquisa bibliográfica. Para selecionar os estudos a serem incluídos na síntese narrativa, o revisor removeu as duplicatas automaticamente e manualmente da biblioteca Mendeley. Em seguida, o revisor fez a triagem dos registros restantes, primeiro com base no título e segundo, com base no resumo. As publicações selecionadas foram recuperadas em texto completo para avaliação de sua elegibilidade e inclusão final. Após a finalização das buscas, todos os registros recuperados foram armazenados em uma única biblioteca no Mendeley.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Caracterizar as mudanças que ocorrem *Salmonella* ao longo do processamento de carne de frango e relacionar se estas estão presentes em sorovares RAM comumente relatados em casos de salmonelose associados a aves no Brasil.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Discutir as principais interações entre o ambiente de processamento de frangos e seu impacto na sobrevivência da *Salmonella*;
- b) Relacionar os principais sorovares *Salmonella* na avicultura brasileira e casos de salmonelose associados a aves no Brasil;

3 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

A avicultura brasileira é um dos mercados mais importantes do mundo, abastecendo diversos países com produtos proteicos de alta qualidade a preços de venda acessíveis²². No entanto, aves e produtos avícolas são frequentemente associados a *Salmonella* não tifóide (SNT), necessitando de intervenções durante a produção e processamento para gerenciar os riscos de contaminação¹⁶.

As pressões seletivas dentro do ambiente de produção são projetadas para remover contaminantes bacterianos, como a SNT, do produto final, impondo várias barreiras e intervenções. No entanto, pouco se sabe sobre as alterações que ocorrem em sorovares SNT durante o processamento de carne de frango e sua associação com a RAM em casos de salmonelose no Brasil.

A partir desta revisão, os seguintes pontos-chave foram constatados:

1. As rotas de contaminação da SNT são diversas e principalmente ambientais. Reservatórios de resíduos de antibióticos, bactérias resistentes a antibióticos ou genes responsáveis por conferir resistência a antibióticos são detectáveis em humanos, animais domésticos, clínicas de saúde e hospitais, animais de produção e ambientes de aquicultura, solo, vida selvagem e muitos sistemas ecológicos diferentes²³⁻²⁶. Portanto, é provável que mesmo sem o uso de antimicrobianos como aditivos melhoradores de desempenho, dificilmente nas granjas de frango de corte não se detectará frangos contaminados com SNT com RAM.
2. Estresses induzem uma ampla variedade de técnicas adaptativas em SNT, como produção de proteínas de estresse, produção de biofilme e virulência¹⁶.
3. Essas mudanças ocorrem em nível fenotípico e genotípico, bem como em células individuais e biofilmes. Elas permitem a persistência bacteriana sob estresse extremo, o que pode influenciar os fenótipos de bactérias no produto final. Ou seja, as mudanças SNT que ocorrem durante o processamento estão presentes nos produtos avícolas contaminados.
4. Equipamentos de processamento contaminados podem servir como uma fonte potencial de contaminação cruzada de carcaças de aves durante o processamento de aves, porque os patógenos são capazes de sobreviver ao procedimento de limpeza e sanitização, causando riscos à segurança e podem desenvolver RAM²⁷⁻²⁹.
5. Os sorovares predominantes nos produtos avícolas do Brasil, *S. Minnesota* e *S. Heidelberg*, atualmente, tem baixos níveis de frequência em infecções humanas³⁰.

6. Não há dados oficiais sobre infecções humanas *S. Minnesota* e *Heidelberg* no Brasil para avaliar se esses sorovares têm ou não impacto na saúde pública brasileira. Porém, a RAM e a multirresistência foram constadas nesses sorovares³⁰.

Neste contexto, podemos definir algumas perspectivas fundamentais na cadeia avícola.

Primeiro, a importância dos controles de biossegurança para garantir baixas contagens de *Salmonella* nos lotes vindos das granjas de corte. Visto que, a taxa de sobrevivência dos microrganismos durante a exposição a diferentes condições de processamento dependerá do nível de contaminação inicial das carcaças de frango recebidas e da eficácia das estratégias de intervenção antimicrobiana aplicadas durante o processamento e manuseio.

Atualmente, os processos de intervenção reduzem a contaminação até um certo ponto e não conseguem retirar bactérias alojadas mais fundo na pele do frango. Um exemplo disso são as lavagens com água potável (0,2 a 2,0 ppm de cloro livre) que são regularmente utilizadas em matadouros de aves brasileiras. Elas reduzem apenas de 1 a 2 log UFC³¹ e não evitam a contaminação cruzada em resfriadores por imersão. A indústria aviária brasileira deve investir em intervenções que consigam efetivamente desagregar a *Salmonella* da pele do frango sem perder a qualidade do produto ou causar RAM.

Segundo, a escalda leve deve ser priorizada, visto que genes de virulência são regulados positivamente em resposta à alta temperatura³². A escalda com alta temperatura pode culminar em resistência cruzada a vários outros tipos de estresses, aumentando assim o potencial de virulência SNT³³. Ocasionalmente a formação de biofilmes que podem contaminar as instalações de processamento.

Terceiro, o biofilme SNT protege contra sanitizantes através da matriz extracelular³⁴, enquanto o agrupamento de células pode facilitar a transferência de genes de resistência antimicrobiana via transferência horizontal de genes³⁵. Além disso, os sistemas de efluxo do biofilme permitem a persistência bacteriana em superfícies industriais limpas regularmente. Em vista disso, é muito importante a escolha do sanitizante na indústria. Os sanitizantes devem ser testados em biofilmes e no sorovar isolado na granja e nas instalações. Alguns sorovares de *Salmonella* sobrevivem no ambiente, mesmo com procedimentos de limpeza e sanitização permitindo maior colonização e formação de biofilme, impedindo sua eliminação das instalações e equipamentos³⁶. O sanitizante deve ter no mínimo dois mecanismos de ação, e se deve fazer um rodízio de diferentes sanitizantes na indústria para dificultar a adaptação bacteriana. Além disso, fazer um monitoramento rigoroso das concentrações e modo de aplicação dos compostos para garantir um efeito antimicrobiano desejado.

Foi demonstrado que a exposição repetida e as concentrações sub-inibitórias de sanitizantes permitem que as bactérias se adaptem, resultando em bactérias resistentes a antibióticos e tolerantes a sanitizantes³⁷. Portanto, é imperativo entender até que ponto a *Salmonella* persiste no ambiente de processamento de aves, pois esse conhecimento pode melhorar a eficácia das atuais medidas de controle de *Salmonella*.

Abordagens alternativas para o controle de bactérias planctônicas e formação de biofilme que não dependem do uso de sanitizantes tradicionais, como enzimas, bacteriófagos e inibidores de detecção de *quorum*, podem ser valiosas para controlar a contaminação microbiana sem induzir RAM e, portanto, podem ser o novo horizonte de segurança antimicrobiana³⁸⁻⁴².

Embora, sejam necessárias mais pesquisas para aprofundar nossa compreensão dos perfis de RAM de SNT em instalações de processamento de aves, esta revisão sugere que entender quais mecanismos de RAM são ativados pelas intervenções podem fornecer informações às instalações de processamento de aves sobre quais sanitizantes utilizar em uma determinada instalação. Portanto, deve-se considerar o monitoramento ativo de patógenos presentes na instalação e utilizar essa informação para definir estratégias de quais sanitizantes empregar na planta de processamento.

Quarto, o estresse pelo frio na produção aumenta na SNT sua taxa de sobrevivência expressando proteínas de choque frio (CSP) e sorovares como *S. Enteritidis* e *Typhimurium* podem sobreviver à exposição prolongada ao frio e entrar na cadeia alimentar através de produtos cárneos contaminados. O rastreamento de sorovares ao longo da cadeia aviária (tempo, região e origem), fornece informações cruciais sobre SNT emergentes e a eficácia de medidas de prevenção e controle RAM, estabelecendo prioridades nacionais e globais, ações de saúde pública e decisões de tratamento.

Finalmente, entidades governamentais, pesquisadores e produtores de aves têm a responsabilidade de gerenciar a resistência a antimicrobianos, reduzir seu uso, fiscalizar com mais rigor a comercialização de antimicrobianos para uso veterinário e implementar vigilância ativa para cepas multirresistentes. Por outro lado, a indústria avícola, além de aprimorar suas barreiras antimicrobianas deve descrever e promover nas embalagens de seus produtos textos e desenhos com intuito de conscientizar os consumidores sobre a importância do manuseio higiênico e da cocção de aves.

REFERÊNCIAS

1. Mak PHW, Rehman MA, Kiarie EG, Topp E, Diarra MS. Production systems and important antimicrobial resistant-pathogenic bacteria in poultry: a review. Vol. 13, Journal of Animal Science and Biotechnology. BioMed Central Ltd; 2022.
2. OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031. 2022 Jun 29 [cited 2023 Aug 5]; Available from: https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2022-2031_f1b0b29c-en
3. Sweileh WM. Global research publications on irrational use of antimicrobials: call for more research to contain antimicrobial resistance. Global Health. 2021 Dec 1;17(1).
4. Roth N, Käsbohrer A, Mayrhofer S, Zitz U, Hofacre C, Domig KJ. The application of antibiotics in broiler production and the resulting antibiotic resistance in *Escherichia coli*: A global overview. Poult Sci [Internet]. 2019 [cited 2023 Apr 8];98(4):1791. Available from: [/pmc/articles/PMC6414035/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34814035/)
5. World Health Organization. Critically Important Antimicrobials for Human Medicine - 6th Revision 2018. World Health Organization [Internet]. 2019 [cited 2023 Apr 8];1–52. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/312266/9789241515528-eng.pdf?ua=1>
6. Cosby DE, Cox NA, Harrison MA, Wilson JL, Jeff Buhr R, Fedorka-Cray PJ. *Salmonella* and antimicrobial resistance in broilers: A review. Journal of Applied Poultry Research. 2015;24(3):408–26.
7. Carrasco E, Morales-Rueda A, García-Gimeno RM. Cross-contamination and recontamination by *Salmonella* in foods: A review. Food Research International [Internet]. 2012;45(2):545–56. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.11.004>
8. Laranja DC, da Silva Malheiros P, Cacciatore FA, de Oliveira Elias S, Milnitsky BP, Tondo EC. *Salmonella* inactivation and changes on texture and color of chicken skin treated with antimicrobials and ultrasound. LWT. 2021 Sep 1;149:111836.
9. Latt KM, Urata A, Shinki T, Sasaki S, Taniguchi T, Misawa N. Effect of morphological changes in feather follicles of chicken carcasses after defeathering and chilling on the degree of skin contamination by *Campylobacter* species. Journal of Veterinary Medical Science. 2018;80(1):49–54.
10. Chantarapanont W, Berrang ME, Frank JF. Direct microscopic observation of viability of *Campylobacter jejuni* on chicken skin treated with selected chemical sanitizing agents. J Food Prot. 2004;67(6):1146–52.

11. Zhang X, Peng Z, Li P, Mao Y, Shen R, Tao R, et al. Complex Internal Microstructure of Feather Follicles on Chicken Skin Promotes the Bacterial Cross-Contamination of Carcasses During the Slaughtering Process. *Front Microbiol.* 2020 Sep 17;11.
12. Thames HT, Fancher CA, Colvin MG, McAnally M, Tucker E, Zhang L, et al. The Prevalence of *Salmonella* and *Campylobacter* on Broiler Meat at Different Stages of Commercial Poultry Processing. *Animals.* 2022 Sep 1;12(18).
13. Dong P, Zhu L, Mao Y, Liang R, Niu L, Zhang Y, et al. Prevalence and profile of *Salmonella* from samples along the production line in Chinese beef processing plants. *Food Control.* 2014 Apr;38(1):54–60.
14. Rouger A, Tresse O, Zagorec M. Bacterial Contaminants of Poultry Meat: Sources, Species, and Dynamics. *Microorganisms.* 2017;5(3):50.
15. Rajan K, Shi Z, Ricke SC. Current aspects of *Salmonella* contamination in the US poultry production chain and the potential application of risk strategies in understanding emerging hazards. *Crit Rev Microbiol.* 2017;43(3):370–92.
16. Marmion M, Macori G, Ferone M, Whyte P, Scannell AGM. Survive and thrive: Control mechanisms that facilitate bacterial adaptation to survive manufacturing-related stress. Vol. 368, *International Journal of Food Microbiology.* Elsevier B.V.; 2022.
17. Brazilian Animal Protein Association A. Annual Report. Brazilian Animal Protein Association. [Internet]. 2021;160. Available from: https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf
18. Kipper D, Mascitti AK, De Carli S, Carneiro AM, Streck AF, Fonseca ASK, et al. Emergence, Dissemination and Antimicrobial Resistance of the Main Poultry-Associated *Salmonella* Serovars in Brazil. Vol. 9, *Veterinary Sciences.* MDPI; 2022.
19. Ministry of Agriculture and Supply. Technical regulation of the technological and hygienic sanitary inspection of Poultry Meat. Ordinance N°. 210, of November 10, 1998. Brazil; 1998.
20. Cadena M, Kelman T, Marco ML, Pitesky M. Understanding Antimicrobial Resistance (AMR) Profiles of *Salmonella* Biofilm and Planktonic Bacteria Challenged with Disinfectants Commonly Used During Poultry Processing. *Foods.* 2019;8(7):275.
21. Souza MT de, Silva MD da, Carvalho R de. Integrative review: what is it? How to do it? *einstein* (São Paulo) [Internet]. 2010 Mar [cited 2023 Aug 5];8(1):102–6. Available from: <https://www.scielo.br/j/eins/a/ZQTBkVJZqcWrTT34cXLjtBx/?lang=en>
22. OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029 [Internet]. OECD; 2020 [cited 2021 Jun 27]. (OECD-FAO Agricultural Outlook). Available from: https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2020-2029_1112c23b-en

23. Marti E, Variatza E, Balcazar JL. The role of aquatic ecosystems as reservoirs of antibiotic resistance. *Trends Microbiol* [Internet]. 2014 Jan 1 [cited 2023 Aug 6];22(1):36–41. Available from: <http://www.cell.com/article/S0966842X13002242/fulltext>
24. Huijbers PMC, Blaak H, De Jong MCM, Graat EAM, Vandenbroucke-Grauls CMJE, De Roda Husman AM. Role of the Environment in the Transmission of Antimicrobial Resistance to Humans: A Review. *Environ Sci Technol* [Internet]. 2015 Oct 20 [cited 2023 Aug 6];49(20):11993–2004. Available from: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.5b02566>
25. Holmes AH, Moore LSP, Sundsfjord A, Steinbakk M, Regmi S, Karkey A, et al. Understanding the mechanisms and drivers of antimicrobial resistance. *The Lancet* [Internet]. 2016 Jan 9 [cited 2023 Aug 6];387(10014):176–87. Available from: <http://www.thelancet.com/article/S0140673615004730/fulltext>
26. Burow E, Käsbohrer A. Risk Factors for Antimicrobial Resistance in *Escherichia coli* in Pigs Receiving Oral Antimicrobial Treatment: A Systematic Review. <https://home.liebertpub.com/mdr> [Internet]. 2017 Mar 1 [cited 2023 Aug 6];23(2):194–205. Available from: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/mdr.2015.0318>
27. Peyrat MB, Soumet C, Maris P, Sanders P. Recovery of *Campylobacter jejuni* from surfaces of poultry slaughterhouses after cleaning and disinfection procedures: Analysis of a potential source of carcass contamination. *Int J Food Microbiol*. 2008 May 31;124(2):188–94.
28. Machado J, Bernardo F. Prevalence of *Salmonella* in chicken carcasses in Portugal. *Journal of Applied Bacteriology*. 1990;69(4):477–80.
29. Zeng H, De Reu K, Gabriël S, Mattheus W, De Zutter L, Rasschaert G. *Salmonella* prevalence and persistence in industrialized poultry slaughterhouses. *Poult Sci*. 2021 Apr 1;100(4).
30. Dias TS, Figueira AA, Costa GA, Machado SCA, da Cunha NC, Abreu DLC, et al. High frequency of non-susceptibility to ciprofloxacin in nontyphoid *Salmonella* recovered from Brazilian broiler chicken. *Br Poult Sci*. 2023;64(1):137–41.
31. Demirok E, Veluz G, Stuyvenberg W V., Castañeda MP, Byrd A, Alvarado CZ. Quality and safety of broiler meat in various chilling systems. *Poult Sci* [Internet]. 2013 [cited 2023 Aug 6];92(4):1117–26. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23472036/>
32. Yang Y, Khoo WJ, Zheng Q, Chung HJ, Yuk HG. Growth temperature alters *Salmonella* Enteritidis heat/acid resistance, membrane lipid composition and stress/virulence related gene expression. *Int J Food Microbiol*. 2014 Feb 17;172:102–9.

33. Morasi RM, Rall VLM, Dantas STA, Alonso VPP, Silva NCC. *Salmonella* spp. in low water activity food: Occurrence, survival mechanisms, and thermoresistance. *J Food Sci* [Internet]. 2022 Jun 1 [cited 2023 Aug 5];87(6):2310–23. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35478321/>
34. Wales AD, Davies RH. Co-Selection of Resistance to Antibiotics, Biocides and Heavy Metals, and Its Relevance to Foodborne Pathogens. *Antibiotics (Basel)* [Internet]. 2015 Nov 13 [cited 2023 Aug 6];4(4):567–604. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27025641/>
35. Balcázar JL, Subirats J, Borrego CM. The role of biofilms as environmental reservoirs of antibiotic resistance. *Front Microbiol*. 2015 Oct 31;6:155551.
36. Voss-Rech D, Kramer B, Silva VS, Rebelatto R, Abreu PG, Coldebella A, et al. Longitudinal study reveals persistent environmental *Salmonella* Heidelberg in Brazilian broiler farms. *Vet Microbiol*. 2019 Jun 1;233:118–23.
37. Ortega Morente E, Fernández-Fuentes MA, Grande Burgos MJ, Abriouel H, Pérez Pulido R, Gálvez A. Biocide tolerance in bacteria. *Int J Food Microbiol*. 2013;162(1):13–25.
38. Steenackers H, Hermans K, Vanderleyden J, De Keersmaecker SCJ. *Salmonella* biofilms: An overview on occurrence, structure, regulation and eradication. *Food Research International*. 2012 Mar 1;45(2):502–31.
39. Srey S, Jahid IK, Ha S Do. Biofilm formation in food industries: A food safety concern. *Food Control* [Internet]. 2013;31(2):572–85. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.12.001>
40. Merino L, Procura F, Trejo FM, Bueno DJ, Golowczyc MA. Biofilm formation by *Salmonella* sp. in the poultry industry: Detection, control and eradication strategies. *Food Research International*. 2019;119(July 2017):530–40.
41. Giaouris E, Heir E, Desvaux M, Hébraud M, Møretrø T, Langsrud S, et al. Intra- and inter-species interactions within biofilms of important foodborne bacterial pathogens. *Front Microbiol*. 2015 Aug 20;6(JUL):144151.
42. Mukhopadhyay S, Sokorai K, Ukuku DO, Fan X, Olanya M, Juneja V. Effects of pulsed light and sanitizer wash combination on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, microbial loads and apparent quality of spinach leaves. *Food Microbiol* [Internet]. 2019;82(December 2018):127–34. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2019.01.022>

ANEXO A – NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA
Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia
(Health Surveillance under Debate: Society, Science & Technology)

<https://visaemdebate.incqs.fiocruz.br/index.php/visaemdebate/about/submissions#authorGuidelines>

1. Seções de publicação

Revisão - Revisão crítica da literatura sobre temas pertinentes à Vigilância Sanitária com descrição de métodos e procedimentos consagrados para revisão (máximo de 7.000 palavras e 5 ilustrações).

2. Apresentação dos manuscritos

O arquivo com o texto do manuscrito deve estar nos formatos .doc (Microsoft Word), .rtf (Rich Text Format) ou .odt (Open Document Text).

A formatação do texto deve seguir os seguintes padrões: utilizar fonte Arial, parágrafo com alinhamento justificado e com espaçamento entre linhas de 1,5. A fonte deve estar em negrito e em tamanho 16 para o título, 14 para os subtítulos. Em itálico e tamanho 12 para a identificação dos autores. Para o corpo do texto, fonte normal e em tamanho 12. Favor não escrever nem título, nem subtítulo em letras capitais. O texto deverá ser numerado por linhas.

As figuras deverão vir na extensão .tiff ou .jpg em alta qualidade, sem compressão e com definição mínima de 300 dpi. Tabelas e legendas de figuras devem ser submetidas no corpo do texto, próximas de onde foram citadas. As ilustrações deverão ser encaminhadas como arquivo suplementar. Notas de rodapé e anexos não serão aceitos.

Estrutura

Dependendo da seção em que o manuscrito for submetido esse, obrigatoriamente, deverá conter: seção na qual o manuscrito se insere, título, título resumido, resumo estruturado, palavras-chave (no máximo cinco), introdução, método, resultados, discussão, conclusões, agradecimentos e referências.

Título – deve ser sucinto, preciso e refletir claramente o conteúdo do manuscrito (no idioma original e em inglês).

Título resumido – é o título que constará no cabeçalho do artigo. Deve conter a essência do assunto em até 50 caracteres com espaços.

Nome(s) do(s) autor(es) – todos devem informar o nome completo e a afiliação institucional (em ordem crescente, por exemplo: Faculdade e Universidade), cidade, estado e país, URL CV Lattes e ORCID, além de e-mail. O autor correspondente e responsável pela submissão deverá informar seu endereço, telefone e e-mail.

Resumo estruturado – deve ser preparado de forma concisa, descrevendo a finalidade e os resultados do estudo. O resumo deverá conter no máximo 260 palavras e possuir os seguintes itens: introdução, objetivo, método, resultados e conclusões. Os textos em português e espanhol devem apresentar resumo com versão em inglês. Se o original estiver em inglês, apresentar versão em português.

Palavras-chave – no mínimo 3 e no máximo de 5, traduzidas em cada língua (*keywords, palabras clave*), dando-se preferência aos Descritores para as Ciências da Saúde (DeCS, <http://decs.bvs.bvs.br/>) na base da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) visando a indexação do texto. Para manuscritos em inglês, utilizar o [Medical Subject Headings \(MeSH\)](#) da *National Library of Medicine* (EUA). Se não forem encontrados descritores adequados para a temática do manuscrito, poderão ser indicados termos livres.

Introdução – deve determinar resumidamente o propósito do estudo, apresentando claramente as justificativas, seus objetivos, o estado da arte e informações que possibilitem ao leitor a compreensão adequada dos resultados apresentados. O objetivo do manuscrito deve estar explícito no final da introdução.

Método (*) – artigos originais devem descrever o detalhamento das técnicas utilizadas de modo que favoreça a compreensão, julgamento e validação do estudo. As revisões devem possuir desenho metodológico apropriado no qual especifique critérios de inclusão e exclusão de estudos e estratégia de busca bibliográfica consistente e compatível com a finalidade do estudo. Os relatos de experiência devem descrever o contexto institucional, local e tempo de realização da experiência como também os procedimentos para alcançar os objetivos propostos na

intervenção. Os autores devem explicitar que a pesquisa foi conduzida dentro dos padrões éticos e aprovada por comitê de ética.

Resultados (*) – oferecem uma descrição pontual dos resultados obtidos nas experiências necessárias para sustentar as conclusões da pesquisa. A seção pode ser dividida em subseções, cada uma com um subtítulo. Não repetir no texto todos os dados contidos em tabelas e ilustrações.

Discussão – deve limitar-se à importância das novas informações, relacionando-as ao conhecimento já existente. Somente citações indispensáveis devem ser incluídas. Tanto as limitações do trabalho quanto suas implicações para futuras pesquisas precisam ser esclarecidas.

Resultados e Discussão – podem ser apresentados de forma combinada.

Conclusões – devem ser apresentadas de forma clara e concisa, retomando o objetivo do trabalho.

Agradecimentos – devem ser breves e citar pessoas, bolsas, projetos e apoio recebido de organismos de fomento. Os nomes de organizações de financiamento devem ser escritos integralmente. Esta seção é opcional.

Citações no texto – devem ser indicadas em sobrescrito utilizando números arábicos, em correspondência com as referências listadas, de acordo com a sequência em que forem apresentadas no texto. No caso de citação nominal, quando houver mais de dois autores, deve ser citado apenas o primeiro, seguido de “et al.”. Exemplos: Boas et al.¹⁰; Silveira e Silva²¹.

Referências

As referências devem seguir as Normas de Vancouver, sendo numeradas de forma consecutiva de acordo com a ordem em que forem citadas no texto. Para mais esclarecimentos, consultar <http://www.bu.ufsc.br/ccsm/vancouver.html> (em português) ou <http://www.icmje.org> (em inglês). Resultados não publicados não devem ser incluídos na lista de referências. Os nomes das revistas devem ser abreviados de acordo com o estilo usado no *Index Medicus* (<http://www.nlm.nih.gov/>).