

MECANISMOS DE CONTAMINAÇÃO DE OVOS POR SALMONELLA: UMA COMPARAÇÃO ENTRE AS VIAS VERTICAL E HORIZONTAL - REVISÃO DE LITERATURA

Camila Straub Hoffmann¹
Vinicius Berto ²

RESUMO: O ovo é um alimento largamente consumido e rico em proteínas e nutrientes, contudo sua contaminação por *Salmonella* spp. retrata um risco à saúde pública. O presente estudo tem como objetivo revisar os mecanismos de contaminação de ovos por *Salmonella*, com ênfase nas vias vertical e horizontal de infecção em ovos. Foram analisados estudos que abordam as condições que favorecem essas contaminações, incluindo práticas de manejo e armazenamento. Medidas preventivas, como vacinação das aves, controle sanitário e boas práticas de manejo, são destacadas como fundamentais para reduzir a disseminação de *Salmonella* nas granjas.

Palavras-chave: Contaminação de ovos. *Salmonella* spp. Vias de transmissão.

ABSTRACT: Eggs are a widely consumed food, rich in proteins and nutrients; however, contamination by *Salmonella* spp. poses a public health risk. This study aims to review the mechanisms of egg contamination by *Salmonella*, focusing on vertical and horizontal routes of infection in eggs. Studies that address the conditions favoring these contaminations, including handling and storage practices, were analyzed. Preventive measures such as poultry vaccination, sanitary control, and good handling practices are highlighted as fundamental to reducing the spread of *Salmonella* in farms.

1952

Keywords: Egg contamination. *Salmonella* spp. Transmission routes.

INTRODUÇÃO

Desde 1993, o Brasil tem vivenciado um acréscimo significativo nos surtos de salmonelose, especialmente casos associados à *Salmonella* Enteritidis, o principal sorotipo causador de infecções relacionadas ao consumo de ovos crus ou mal cozidos (PERESI et al., 1998). Segundo Nunes (2020), entre 2000 e 2018, as regiões Sudeste, Sul e Nordeste tiveram os maiores índices de infecções por *Salmonella* spp., sendo responsáveis por uma porção substancial dos surtos alimentares. Dentre os sorovares identificados, *Salmonella* Enteritidis distinguiu-se como o mais prevalente, com 2.756 casos registrados, representando 33,5% do total.

A contaminação de ovos por *Salmonella* é um problema contínuo na avicultura, comprometendo tanto a segurança alimentar quanto a qualidade do produto. O ovo, formado

¹ Graduanda em Medicina Veterinária pelo centro universitário UNINASSAU, Cacoal.

² Medicina Veterinária MBA agronegócios. Professor universitário Uninassau Cacoal.

por diversas camadas (casca, membranas, clara e gema), desempenha a função de proteger e nutrir (ISAQUE, 2020). Entretanto, a casca, apesar de ser uma barreira física, pode atuar como uma porta de entrada para *Salmonella* entérica.

A *Salmonella* dispõe de mais de 2.400 sorovares, dos quais 1300 pertencem à subespécie entérica prosperando em temperaturas entre 35°C e 43°C. Apesar de ser inativada em temperaturas elevadas, como a 55°C em 60 minutos ou a 60°C em 15 a 20 minutos, a bactéria resiste ao congelamento e não é eliminada pelo resfriamento. Seu pH ideal de sobrevivência é de aproximadamente 7,0, mas ela pode persistir em condições levemente ácidas, com pH entre 5,7 e 6,4, faixas comumente encontradas no intestino delgado, cólon e ceco (SILVANIA ANDRADE REIS, 2019). Em aves, esses sorovares podem infectar e colonizar o intestino sem provocar sinais clínicos, mas, em humanos, a ingestão de alimentos contaminados com esse patógeno pode causar doenças e intoxicações alimentares (CARDOSO; TESSARI, 2008).

Essa bactéria, constantemente está associada a surtos de doenças transmitidas por alimentos, especialmente ovos e seus derivados, representando um desafio tanto para a saúde pública (FERREIRA, 2021) quanto para a produção avícola. A contaminação acontece por duas principais vias principais sendo elas: a vertical, em que a bactéria infecta o ovo durante sua formação nos órgãos reprodutivos da ave, e a horizontal, que acontece após a postura, por meio do contato com superfícies contaminadas (MESSENS; GRIJSPEERDT; HERMAN, 2006).

1953

Diante desse contexto, este estudo propõe uma análise comparativa dos mecanismos de contaminação de ovos pelas vias vertical e horizontal, com base em revisão bibliográfica. O objetivo é ressaltar os desafios de cada forma de contaminação e sugerir estratégias de manejo para prevenir e controlar a presença de *Salmonella* entérica na produção de ovos.

MÉTODOLOGIA

Esta revisão de literatura foi conduzida com o intuito de realizar uma análise comparativa dos mecanismos de contaminação de ovos por *Salmonella*, com ênfase nas vias vertical e horizontal. A seleção dos artigos foi baseada em uma pesquisa detalhada em bases de dados acadêmicas, como PubMed, Scielo, Google Acadêmico e Pubvet, incluindo publicações relevantes nas áreas de microbiologia e avicultura. Foram priorizados estudos que apresentassem dados empíricos ou revisões abrangentes sobre o tema, abrangendo publicações entre 2000 e 2023, além de obras clássicas, como BARROW & LOVELL (1991) e BICHLER et al. (1996) e PERESI et al., (1998).

Os critérios de inclusão envolveram artigos revisados por pares, dissertações e teses que abordassem diretamente e indiretamente os mecanismos de contaminação de ovos por *Salmonella*, tanto pela via vertical quanto pela horizontal. A análise foi realizada qualitativamente, com as informações organizadas em temáticas relacionadas às características da *Salmonella*, processos de contaminação e implicações para a saúde pública e avicultura.

DISCUSSÃO BIBLIOGRÁFICA

Conforme reportado por Caetano e Pagano (2019), entre 2013 e 2017, os ovos e produtos que foram feitos à base de ovos foram responsáveis por cerca de 23% das epidemias causadas por salmonelose no Brasil, o que os torna os principais alimentos associados a esses casos. Essa preocupação é exacerbada pelo fato de que a eliminação de *Salmonella* pelas aves ocorre de maneira intermitente e em quantidades mínimas, dificultando a detecção de contaminações. A situação é ainda mais alarmante quando se considera a *Salmonella* entérica, que possui uma notável capacidade de persistir em ambientes de produção. Além disso, a infecção assintomática dos ovários das galinhas permite que a bactéria se contamine internamente nos ovos (BARANCELLI et al., 2012). Dessa forma, os ovos de galinha tornam-se vulneráveis à contaminação por duas vias distintas: externamente, através da contaminação horizontal, e internamente, por meio da contaminação vertical (DDTHA/CVE/SES-SP, 2011).

1954

CONTAMINAÇÃO VERTICAL

A contaminação do ovo por *Salmonella* pela via vertical ocorre intrinsecamente, quando o sorotipo da bactéria infecta o ovário e o oviduto da ave, levando à contaminação antes mesmo da formação da casca. Esse processo começa com a ingestão da bactéria pela ave, que desencadeia uma infecção e a proliferação do patógeno na mucosa do trato digestivo (PUTTURU et al., 2015). Nesse contexto, os macrófagos células do sistema imunológico responsáveis pela defesa do organismo tentam combater a bactéria por meio da fagocitose. Entretanto, a *Salmonella* possui mecanismos que permitem sua sobrevivência e replicação dentro dos macrófagos, que acabam sendo infectados. Esses macrófagos infectados podem, então, migrar para órgãos internos, incluindo o trato reprodutivo da ave, onde se localizam o ovário e o oviduto (OLIVEIRA e SILVA, 2000). Esse deslocamento favorece o transporte e a colonização da bactéria no trato reprodutivo, com o oviduto superior sendo o principal ponto de fixação.

Durante a formação do ovo, a *Salmonella* pode se alojar no albúmen (clara) ou nas membranas da casca. O albúmen contém várias substâncias antimicrobianas, como lisozima, ovotransferrina, defensinas e cistatina, que dificultam a sobrevivência da bactéria (TÉO & OLIVEIRA, 2005). Esse mecanismo de defesa é mantido por cerca de 20 a 26 horas, período em que a casca é formada. Para sobreviver nesse ambiente hostil, a *Salmonella* ativa o gene *TolC*, fundamental para neutralizar as defesas antimicrobianas, especialmente contra a ovotransferrina. Essa proteína se liga aos íons de ferro, reduzindo a disponibilidade desse mineral no albúmen, essencial para o crescimento bacteriano. Para contornar a falta de ferro, a *Salmonella* libera sideróforos, como enterobactina e salmochelina, que capturam o ferro necessário à sua sobrevivência (CARDOZO; JAIME, 2019). Essas adaptações permitem à bactéria superar as barreiras naturais do ovo, garantindo sua persistência até a formação completa da casca. Assim, a contaminação do ovo pode resultar em infecções ao ser consumido.

CONTAMINAÇÃO HORIZONTAL

A contaminação horizontal ocorre pela penetração da bactéria através da casca, ou seja, durante sua passagem pelo oviduto e pela cloaca ou ao entrar em contato com superfícies, fezes e equipamentos contaminados após a oviposição (SHAJI et al., 2023). Nessa passagem, o ovo pode ser exposto a microrganismos presentes tanto no oviduto quanto nas fezes das aves. Defeitos na casca, como rachaduras, também facilitam a entrada de *Salmonella*, aumentando o risco de contaminação (MESSENS et al., 2005). A integridade da cascata é essencial para evitar essa penetração, pois rachaduras ou falhas elevam significativamente a probabilidade de contaminação, principalmente em ambientes onde faltam práticas adequadas de higienização (ARRUDA e ROCHA, 2024). Fatores como idade das aves e nutrição influenciam a qualidade da casca, afetando sua espessura e resistência.

Além disso, as condições de armazenamento exercem um papel fundamental no processo de contaminação. A alta umidade e baixas temperaturas favorecem o crescimento da bactéria, podendo assim sobreviver na casca mesmo sem contaminação fecal (INNE GANTOIS et al., 2009). Quando a casca está contaminada, o manuseio convencional do ovo pode resultar em contaminação cruzada, representando um risco adicional durante o transporte e o preparo dos alimentos.

COMPARAÇÃO ENTRE AS VIAS DE CONTAMINAÇÃO

Diversos estudos discutem a predominância de uma via de contaminação em relação a outra. Alguns indicam que a via horizontal é considerada a principal forma de contaminação, destacando a importância da higienização das superfícies e do manejo adequado (BARROW & LOVELL, 1991; BICHLER et al., 1996). Por outro lado, estudos focados na via vertical ressaltam o perigo de uma bactéria estar presente internamente no ovo desde sua formação, dificultando a eliminação completa da *Salmonella* (GUARD-PETTER, 2001; INNE GANTOIS et al., 2009). Sendo assim ambas vias representam um risco para a saúde pública.

ESTRATÉGIAS DE CONTROLE

A detecção de *Salmonella* em ovos e animais vivos é uma exigência da legislação brasileira devido à sua relevância para a segurança alimentar. Além disso, a venda de ovos de origem clandestina é proibida, já que representa um risco considerável à saúde pública e é uma das principais fontes de contaminação alimentar.

Para garantir a segurança dos ovos e prevenir a contaminação, é crucial adotar boas práticas de manejo e higiene adequadas, assim como métodos eficazes de desinfecção, prevenindo tanto a contaminação vertical quanto horizontal. Nas granjas, diversas medidas preventivas devem ser amplamente aplicadas, como a biossegurança rigorosa, a limpeza frequente dos equipamentos agrícolas com produtos químicos, a higienização dos galpões e o descarte correto das camas de frango (RODRIGUES, 2022). Ainda, o controle da umidade e o manejo correto das aves são fatores essenciais para fortalecer essas medidas. A biossegurança também envolve a vacinação das aves, o controle rigoroso da qualidade da água e da ração ofertada (DUARTE et al., 2016).

Quando aplicadas de forma eficaz, essas medidas não apenas reduzem os riscos de contaminação por *Salmonella*, mas também garantem a qualidade dos alimentos, promovendo a saúde pública e o bem-estar animal.

CONCLUSÃO

A contaminação de ovos por *Salmonella* spp. continua sendo um desafio significativo para a avicultura e a saúde pública. Esta revisão evidenciou que tanto as vias de contaminação vertical quanto horizontal desempenham papéis cruciais na disseminação da bactéria em ovos. A via vertical representa um perigo particular, pois permite que a *Salmonella* esteja presente internamente no ovo desde sua formação, dificultando a detecção e eliminação. Por outro lado,

a via horizontal destaca a importância das práticas de higiene e manejo adequadas, uma vez que a contaminação pode ocorrer após a postura, por meio de superfícies, fezes e equipamentos contaminados.

As estratégias de controle devem, portanto, abordar ambos os mecanismos de contaminação. Medidas como biossegurança rigorosa, vacinação das aves, controle de qualidade da água e ração, e higienização adequada das instalações são fundamentais para reduzir a incidência de *Salmonella* nas granjas. Além disso, a conscientização dos produtores sobre a importância da integridade da casca do ovo e das condições de armazenamento pode contribuir significativamente para minimizar os riscos.

Em suma, a compreensão aprofundada dos mecanismos de contaminação e a implementação de práticas preventivas eficazes são essenciais para garantir a segurança dos ovos e proteger a saúde dos consumidores. Investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias de detecção e controle também são recomendados para aprimorar ainda mais as estratégias de prevenção contra a *Salmonella* spp.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, P.; ROCHA, C. *Salmonella* spp.: O ovo como veículo de transmissão e as implicações da resistência antimicrobiana para a saúde pública. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 26, n. 2, p. 195–210, 2024. 1957
- OLIVEIRA, D. D.; SILVA, E. N. *Salmonella* em ovos comerciais: ocorrência, condições de armazenamento e desinfecção da casca. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 52, n. 6, p. 655–661, dez. 2000.
- BARROW, P. A.; LOVELL, M. A. Experimental infection of egg-laying hens with *Salmonella enteritidis* phage type 4. *Avian Pathology*, v. 20, n. 2, p. 335–348, jun. 1991.
- BARANCELLI, G. V.; MARTIN, J. G. P.; PORTO, E. *Salmonella* em ovos: relação entre produção e consumo seguro. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v. 19, n. 2, p. 73–82, 2012.
- BICHLER, L. A.; NAGARAJA, K. V.; HALVORSON, D. A. *Salmonella enteritidis* in eggs, cloacal swab specimens, and internal organs of experimentally infected White Leghorn chickens. *American Journal of Veterinary Research*, v. 57, n. 4, p. 489–495, 1996.
- CAETANO, R.; PAGANO, R. Prevalência de infecções causadas por *Salmonella* sp. no Brasil no período de 2013 a 2017. *J. Infect. Control*, abr./jun. 8(2): 56-62, 2019.
- CARDOZO, S. P. *Salmonella* sp. em excretas, carcaças e ovos de *Gallus gallus* comercializados nas feiras de Goiânia, Goiás. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia, 2019. Disponível em:

https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/Stansilau_Parreira_Cardozo.pdf. Acesso em: 08 out. 2024.

CARDOSO, ALSP; TESSARI, ENC Salmonela na segurança dos alimentos. *Biológico*, São Paulo, v. 1, pág. 11-13, jan./jun. 2008.

DUARTE, S. C.; GASPAR, L. F.; OLMOS, A. R.; FORTES, F. B. B. 10 procedimentos básicos para o controle de Salmonella em granjas de postura comercial. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2016. Folheto.

DIVISÃO DE DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA E ALIMENTAR. Salmonella Enteritidis/Salmoneloses. CVE/SESSP, 1999, revisado em 2011.

FERREIRA, C. T. P. A. Condições higiênico-sanitárias e sua importância para a prevenção de surtos de doenças transmitidas por alimentos ocasionados por Salmonella spp. *Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*, v. 4, p. 41-65, 07 maio 2021.

GUARD-PETTER, J. The chicken, the egg, and Salmonella enteritidis. *Environmental Microbiology*, v. 3, p. 421-430, 2001.

GANTOIS, I.; et al. Mechanisms of egg contamination by Salmonella enteritidis. *FEMS Microbiology Reviews*, v. 33, n. 4, p. 718-738, jan. 2009.

ISAQUE, E. Avicultura: Formação do Ovo. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343136972_Avicultura_Formacao_do_Ovo. Acesso em: 21 set. 2024.

1958

MESSENS, W.; GRIJSPEERDT, K.; HERMAN, L. Eggshell characteristics and penetration by Salmonella enteritidis through the production period of a layer flock. *British Poultry Science*, v. 46, n. 6, p. 694-700, dez. 2005.

MESSENS, W.; GRIJSPEERDT, K.; HERMAN, L. Eggshell penetration of hen's eggs by Salmonella enterica serovar Enteritidis upon various storage conditions. *British Poultry Science*, v. 47, n. 5, p. 554-560, out. 2006.

NUNES, J. Estudo retrospectivo da ocorrência de salmonelose no Brasil no período de 2000 a 2018. *Bvsalud.org*, p. 45-45, 2020.

PERESI, J. T. M.; ALMEIDA, I. A. Z. C.; LIMA, S. I.; et al. Surtos de enfermidades transmitidas por alimentos causados por Salmonella enteritidis. *Revista de Saúde Pública*, v. 32, n. 5, p. 477-483, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-89101998000500011>.

PUTTURU, R.; et al. Salmonella enteritidis - foodborne pathogen - a review. [S.l.: s.n.], 2024. Disponível em: https://www.ijpbs.com/ijpbsadmin/upload/ijpbs_5549ac83cobfd.pdf. Acesso em: 02 out. 2024.

RODRIGUES, T. P. Doenças transmitidas por alimentos causadas por Salmonella spp. em ovos comerciais. *Pubvet*, v. 16, n. 5, p. 1-10, maio 2022.

TÉO, C. R. P. A.; DE OLIVEIRA, T. C. R. M. Salmonella spp.: o ovo como veículo de transmissão e as implicações da resistência antimicrobiana para a saúde pública. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 26, n. 2, p. 195–210, 2005.

SHAJI, S.; SELVARAJ, R. K.; SHANMUGASUNDARAM, R. Salmonella infection in poultry: a review on the pathogen and control strategies. *Microorganisms*, v. 11, n. 11, p. 2814, nov. 2023. doi: 10.3390/microorganisms11112814.

REIS, S. A. Salmonella sp. e Mycoplasma spp. em aves vivas (*Gallus gallus domesticus*) de vendas na região metropolitana de Goiânia. *Bvsalud.org*, p. 71–71, 2019.