

32 production chain. Failures in handling conditions during the rearing of broilers and in
33 hygienic-sanitary procedures during slaughter steps and handling of carcasses in industries
34 influence the contamination by this microorganism. Poultry slaughterhouses are highly
35 automated and, despite technological advances, poultry meat is still susceptible to
36 contamination mainly due the fact that negative animals can become contaminated with
37 *Salmonella* spp due cross contamination with infected animals when slaughtered at the same
38 day or due the use of contaminated equipment and utensils. The extravasation of
39 gastrointestinal content during evisceration is the main source of contamination of carcasses
40 with *Salmonella* spp. in poultry slaughterhouses. In this review, general aspects about the
41 genus *Salmonella* spp were addressed, with emphasis on the stages of poultry processing that
42 allow contamination of carcasses and the respective strategies used to mitigate the risk of
43 transmitting this microorganism considering the relevant legislation.

44 **KEYWORDS:** Bacteria. Foodborne Diseases. Foodborne Illness. Microbiology.

45

46 **Introdução**

47 O Brasil é o maior exportador de carne de aves do mundo e terceiro maior produtor,
48 superado apenas pelos Estados Unidos e China. Em 2019, esses países produziram,
49 respectivamente, 19.941, 13.750 e 13.245 mil toneladas de carne, sendo 68% da produção
50 brasileira destinada ao mercado interno e 32% para o mercado externo. O volume de
51 exportações brasileiras vem aumentando desde 2004, implicando em uma crescente
52 preocupação quanto à qualidade dos produtos no mercado internacional (ABPA, 2020).

53 Para a manutenção da competitividade do produto brasileiro, faz-se necessário a
54 adoção de um conjunto de normas e procedimentos que assegurem a qualidade da carne,
55 incluindo a inspeção higiênico-sanitária, que visa eliminar ou reduzir os riscos de transmissão
56 de doenças (FILHO & SCHNEIDER, 2018). Dentre as principais zoonoses veiculadas por
57 alimentos, destaca-se a salmonelose, cujo agente etiológico é frequentemente identificado nos
58 surtos de doenças veiculadas por alimentos (DVA) no Brasil (FINGER et al., 2019; BRASIL,

59 2019a), além de causar prejuízos econômicos devido às perdas indiretas, como embargos e
60 barreiras econômicas criadas pelos países importadores (BERCHIERI, 2000).

61 A carne de aves e seus derivados estão entre os principais veiculadores de *Salmonella*
62 spp. (SWAYNE et al., 2020). A contaminação das carcaças de frango pode ocorrer em
63 indústrias de processamento durante o abate, sendo a sangria, a escaldagem, a depenagem, a
64 evisceração e o resfriamento os principais pontos de controle da contaminação desse
65 microrganismo (BOUBENDIR et. al, 2020), incluindo sorotipos patogênicos que são
66 veiculados pelos alimentos, como S. Enteritidis e S. Typhimurium (AFSHARI et al., 2018)

67 Assim, na presente revisão, foram abordados aspectos sobre o gênero *Salmonella* spp,
68 com ênfase nas etapas do processamento de aves que propiciam contaminação de carcaças e
69 as respectivas estratégias que visam à mitigação do risco de veiculação desse microrganismo,
70 considerando também a legislação pertinente.

71

72 **Taxonomia e características gerais**

73 As bactérias do gênero *Salmonella* pertencem à família *Enterobacteriaceae* e são
74 bastonetes Gram-negativos, anaeróbios facultativos e não formadores de esporos
75 (FORSHELL & WIERUP, 2006). A maioria dos membros desse gênero são móveis devido à
76 presença de flagelos peritríquios, com exceção dos sorotipos Pullorum e Gallinarum
77 (D'AOUST, 2007).

78 *Salmonella* spp é composta por antígenos de superfícies, conhecidos como antígenos
79 somáticos (O), flagelares (H) e capsulares (Vi), responsáveis pela classificação da *Salmonella*
80 em sorotipos por meio do esquema de Kauffmann-White. Os antígenos O são nomeados por
81 números arábicos (1, 2, 3, 4...). Os antígenos H são nomeados por letras minúsculas do
82 alfabeto seguido de números arábicos, entretanto, o número de antígenos H é maior do que a
83 quantidade de letras do alfabeto, portanto a última letra (z) recebe expoentes numéricos (z1,

84 z2, z3...). Quanto ao antígeno Vi, existe apenas um tipo imunológico, encontrado em *S.*
85 *Typhi*, *S. Dublin* e *S. Hirschfeldii*. (FRANCO & LANDGRAF, 1996).

86 A classificação de Kauffmann-White e métodos moleculares demonstraram que o
87 gênero é dividido em duas espécies geneticamente distintas: *Salmonella enterica* e *Salmonella*
88 *bongori*. A espécie *Salmonella enterica* é dividida em seis subespécies: *enterica*, *salamae*,
89 *arizonae*, *diarizonae*, *houtenae* e *indica*, sendo diferenciadas pelo seu comportamento
90 bioquímico em meios a base de açúcares e aminoácidos (GRIMONT & WEILL, 2007;
91 SWAYNE et al., 2020). Atualmente, são reconhecidos cerca de 2.500 sorovares de
92 *Salmonella*. *S. enterica* subsp *enterica* apresenta maior número de sorovares, sendo detectada
93 em 99% dos isolamentos, geralmente em animais de sangue quente (BRASIL, 2011).

94 Esses microrganismos podem produzir gás em pequenas quantidades a partir da
95 fermentação da glicose, com exceção de *S. Typhi*, *S. Pullorum* e *S. Gallinarum*. Geralmente,
96 não fermentam a lactose e sacarose, mas algumas cepas podem adquirir essa característica por
97 meio de transferência plasmidial. São capazes de descarboxilar os aminoácidos lisina e
98 ornitina e reduzir o nitrato a nitrito, além de utilizarem o citrato como única fonte de carbono
99 (D'AOUST, 2007; BRASIL, 2011). A identificação das espécies de *Salmonella* depende de
100 testes bioquímicos adicionais e, para a determinação dos sorotipos, são utilizados anti-soros
101 monovalentes específicos (BRASIL, 2011).

102 Por se tratar de uma bactéria cuja fonte primária é o trato gastrointestinal dos seres
103 humanos e animais, sua via de transmissão é fecal-oral. A bactéria está amplamente
104 distribuída no meio ambiente, em que pode sobreviver por longos períodos no solo e na água
105 quando as condições ambientais são favoráveis. Devido a sua ubiquidade, *Salmonella* spp.
106 pode ser encontrada na superfície e no interior dos alimentos de origem animal crus (BELL &
107 KYRIAKIDES, 2002).

108 Seu desenvolvimento tem sido relatado em temperaturas na faixa de 5°C a 45°C, sendo
109 sua temperatura ótima de multiplicação em torno de 37°C. Desenvolvem em uma faixa de pH
110 entre 4.0 a 9.0, com ótima de 7.0 (SWAYNE et al., 2020). Não se multiplicam em alimentos
111 cuja atividade de água (aw) seja inferior a 0,94. São sensíveis ao aquecimento e destruídas
112 facilmente durante o processo de pasteurização. Fatores como acidez, concentrações de açúcar
113 e sal nos alimentos e temperatura afetam significativamente a tolerância térmica desse
114 microrganismo (DOYLE & MAZZOTTA, 2000; ADAMS & MOSS, 1995). Quando
115 presentes em alimentos com baixa aw, há aumento da termorresistência, enquanto que em
116 condições de baixo pH, há decréscimo da termorresistência (DOYLE & MAZZOTTA, 2000).

117

118 **Fatores de virulência e patogenicidade**

119 A capacidade de um microrganismo de entrar, replicar, disseminar e permanecer em
120 seus hospedeiros está diretamente relacionada aos seus fatores de virulência. Dentre estes,
121 destacam-se no gênero *Salmonella* os antígenos de superfície, as fímbrias, o
122 lipopolissacarídeo (LPS) e as proteínas efetoras, secretadas pelas Ilhas de patogenicidade
123 (*Specific Pathogenicity Island* - SPI) (CAMPOS, 2015).

124 As fímbrias estão associadas à adesão em células epiteliais, entretanto o papel que
125 desempenham na virulência é difícil de ser avaliado, uma vez que a distribuição dos diferentes
126 tipos de fímbrias é variável entre os sorotipos (CAMPOS, 2015).

127 O antígeno O se localiza no LPS da membrana externa. O LPS possui uma porção
128 polissacarídica conhecida como cerne, de onde partem cadeias laterais monossacarídicas
129 compostas de sequências de açúcares que se repetem duas a seis vezes. Essas cadeias laterais
130 são específicas e caracterizam o antígeno O. Algumas *Salmonella* spp. possuem o antígeno O
131 comum, já outras não possuem esse antígeno, determinando a formação de colônias de
132 bactérias rugosas quando cultivadas em meio sólido (FRANCO & LANDGRAF, 1996). O

133 antígeno Vi é codificado pelas Ilhas de patogenicidade (SPI-7) e consiste no principal
134 antígeno de superfície de *S. Typhi*, que protege contra os mecanismos da imunidade inata do
135 hospedeiro, impede a opsonização mediada por anticorpo e aumenta a resistência da
136 *Salmonella* à ação do sistema complemento (CAMPOS, 2015).

137 O antígeno H é espécie-específico e possui natureza proteica, sendo conhecido como
138 flagelina. *Salmonella* spp possui dois tipos de flagelina: flagelina H1 e flagelina H2, que são
139 produzidas por diferentes genes. Há uma alternância na síntese desses dois tipos de flagelina,
140 uma vez que *Salmonella* spp possui capacidade de realizar a inversão ocasional de um
141 segmento de DNA específico. Conforme orientação espacial desse segmento de DNA, haverá
142 transcrição do gene *fliC* que codifica a flagelina H1 e bloqueio da expressão do gene *fljB*, que
143 codifica a flagelina H2, fenômeno denominado “variação de fase”. Quando ocorre a inversão
144 da orientação espacial desse segmento de DNA, há síntese da flagelina H2 e bloqueio da
145 síntese da H1 (ALBERTS *et al.*, 2010). A variação de fase ajuda a proteger as células
146 bacterianas da resposta imune do hospedeiro. Portanto, uma cultura de *Salmonella* pode ter
147 células com antígenos H na fase 1 e 2 simultaneamente, independente da fase em que se
148 encontrava a célula que originou essa cultura. Alguns isolados de *Salmonella* não possuem
149 flagelos (imóveis), outras possuem flagelos em uma fase só (monofásicas), entretanto a
150 maioria possui flagelos nas duas fases simultaneamente (bifásicas) (FRANCO &
151 LANDGRAF, 1996).

152 Além dos antígenos citados anteriormente, a sobrevivência da *Salmonella* no
153 hospedeiro depende da ação de vários produtos codificados por genes, encontrados nos
154 plasmídeos de virulência ou nas Ilhas de patogenicidade presentes no cromossomo
155 (MARCUS *et al.*, 2000; CAMPOS, 2015).

156 Os plasmídeos de virulência estão altamente associados com a bacteremia e
157 disseminação nas infecções em hospedeiros. A virulência desses plasmídeos se difere entre os

158 sorovares, mas todos possuem um plasmídeo com uma região genômica de 8 kb que contém o
159 *locus spv* (*Salmonella plasmid virulence*) composto pelo gene regulador *spvR* e outros quatro
160 genes estruturais *spvABCD*. Todos estes genes estão relacionados com a sobrevivência da
161 *Salmonella* dentro dos macrófagos e sua multiplicação dentro de outras células do hospedeiro.
162 Outro grupo de plasmídeos de alto peso molecular são responsáveis pela resistência a
163 antibióticos (GUINEY *et al.*, 1995; RYCHLIK *et al.* 2006).

164 As Ilhas de patogenicidade são grandes grupos de genes localizados no cromossomo
165 da *Salmonella* que codificam vários fatores de virulência (MARCUS *et al.*, 2000). Já foram
166 descritas 17 Ilhas de patogenicidade, as quais codificam os mais proeminentes fenótipos de
167 virulência (SAROJ *et al.*, 2008), sendo as ilhas SPI-1 e SPI-2 as mais relevantes (CAMPOS,
168 2015). Essas Ilhas conferem à *Salmonella* capacidade de invadir células epiteliais, evadir do
169 sistema imune do hospedeiro e causar infecções sistêmicas nos animais (OCHMAN &
170 GROISMAN, 1996).

171 A SPI-1 está relacionada à capacidade da *Salmonella* de invadir as células epiteliais e
172 macrófagos do hospedeiro (GALÁN, 1996). A SPI-1 codifica componentes estruturais de um
173 dos dois sistemas de secreção do tipo III (T3SS), que por sua vez, através de um poro, é
174 responsável por injetar proteínas no citosol da célula do hospedeiro, provocando um rearranjo
175 do citoesqueleto de actina da célula e permitindo a interiorização do agente. Uma vez dentro
176 da célula hospedeira, a bactéria destrói as células M e enterócitos, o que permite que ela entre
177 em contato com os macrófagos residentes no tecido e provoque a morte deles (CAMPOS,
178 2015). Já a SPI-2 está relacionada à capacidade da *Salmonella* de sobreviver e replicar no
179 interior das células epiteliais e macrófagos do hospedeiro (OCHMAN *et al.*, 1996). A SPI-2
180 contém quatro tipos de genes importantes para a virulência: *ssa*, genes relacionados ao seu
181 próprio sistema de secreção tipo III (T3SS-2); *ssr*, que codifica proteínas reguladoras; *ssc*, que

182 codifica proteínas chaperones; e *sse*, relacionados às proteínas efetoras que são injetadas na
183 célula hospedeira (CAMPOS, 2015).

184

185 **Importância de *Salmonella* spp. como causadora de doenças veiculadas por alimentos**

186 *Salmonella* spp pode causar três tipos de doenças: a febre tifoide, causada pela
187 *Salmonella* Typhi, as febres entéricas, causadas pela *Salmonella* Paratyphi (A, B e C), e as
188 enterocolites causadas pelos demais sorotipos (FRANCO & LANDGRAF, 1996).

189 A febre tifoide acomete apenas seres humanos, sendo este o reservatório da *S. Typhi*, e
190 a doença é veiculada por meio do consumo de alimentos e água contaminados com fezes
191 humanas. Os sintomas são graves e incluem septicemia, febre alta, diarreia e vômito, sendo
192 que algumas pessoas podem se tornar portadoras durante muito tempo após o término dos
193 sintomas. A febre entérica se assemelha a febre tifoide, entretanto, sua duração é menor e seus
194 sintomas são mais brandos (FRANCO & LANDGRAF, 1996; ADAMS & MOSS, 1995).

195 Nas salmoneloses, os sinais clínicos incluem diarreia, febre, dores abdominais e
196 vômito. A doença normalmente é auto limitante, mas em indivíduos imunossuprimidos e
197 crianças a doença pode cursar de forma mais grave, envolvendo a ocorrência de septicemia,
198 meningite, osteomielites e problemas renais. Os sintomas aparecem, em média, em 12 a 36
199 horas após o contato com o microrganismo e podem durar entre um a quatro dias (FRANCO
200 & LANDGRAF, 1996; ADAMS & MOSS, 1995).

201 Considerada a DTA mais difundida no mundo, a importância epidemiológica de
202 infecções por *Salmonella* spp pode ser explicada pela infecção da bactéria envolver
203 praticamente todos os vertebrados, pela veiculação do microrganismo estar associada à
204 ingestão de alimentos e por alterações na predominância dos sorovares em infecções
205 humanas, o que torna o seu controle um desafio para a saúde pública no Brasil (BRASIL,
206 2011).

207 Dados do Ministério da Saúde evidenciam que *Salmonella* spp é responsável por mais
208 de 30% dos casos de DVA no Brasil (BRASIL, 2019), envolvendo diversos produtos de
209 origem animal, como carnes, ovos e leites e seus derivados, além de frutas e vegetais
210 (PONTELLO *et al.*, 1998; HEINITZ *et al.*, 2000; HUMPHREY *et al.*, 1991; DE VALK *et al.*,
211 2000; TAUXE *et al.*, 1997; COOK *et al.*, 1998; GREIG & RAVEL, 2008).

212 Greig & Ravel (2008) identificaram que surtos de salmonelose estavam associados
213 com os seguintes alimentos: sobremesa, molhos, sanduiche e comidas diversas (37%); aves
214 (23%); ovos (14%); carne vermelha (13%); peixes (5%) e vegetais (4%). Apesar de grande
215 parte dos alimentos incriminados em surtos de DVA serem ignorados ou inconclusivos, a
216 carne de aves e seus derivados estão entre os principais veiculadores de *Salmonella* (BRASIL,
217 2019).

218 No Brasil, o predomínio dos sorotipos isolados no decorrer das décadas tem
219 apresentado variabilidade. Um estudo realizado por Taunay *et al.* (1996) com amostras
220 provenientes de infecção humana e materiais de origem não humana indicou que no período
221 de 1950 a 1966 não houve predomínio de sorotipos específicos. Entretanto, no período de
222 1970 a 1976, *S. Typhimurium* passou a ser sorotipo predominante, representando 77,7% dos
223 isolados. O período de 1977 a 1990 é caracterizado pelo declínio de isolamento da *S.*
224 *Typhimurium* e o aumento significativo do isolamento de outros sorovares, como *S. Agona*. A
225 partir de 1993, houve um aumento expressivo da ocorrência de *S. Enteritidis* (TAVECHIO *et*
226 *al.*, 1996).

227 A ocorrência de *Salmonella* spp. em carne de aves tem sido constatada por diferentes
228 pesquisadores. Almeida *et al.* (2000) identificaram a presença desse microrganismo em
229 carcaças, sendo que 46,7% das carcaças congeladas e 86,7% das resfriadas estavam
230 contaminadas. Carvalho & Cortez (2005) avaliaram a presença de *Salmonella* spp em
231 carcaças de frango, carne mecanicamente separada (CMS), linguiça de frango, peito, coxa e

232 sobrecoxa procedentes da Região Nordeste do Estado de São Paulo, e encontraram
233 contaminação em 13,3%, 25%, 16%, 30%, 13,3% das amostras, respectivamente.

234 Um estudo realizado em Jaboticabal, São Paulo, avaliou 150 carcaças de frango
235 congeladas, em que foi constatado que 32,0% das carcaças estavam contaminadas por
236 *Salmonella* spp e 60,4% dos isolados pertenciam ao sorotipo Enteritidis, seguido de *S.*
237 *Schwarzengrund* (8,3%), *S. Agona* e *S. Poona* (6,2%), *S. Hadar* e *S. Mbandaka* (4,2%), *S.*
238 *Anatum*, *S. Havana*, *S. Montevideo* e *S. Ouakan* (SANTOS et. al., 2000). Esses achados
239 confirmam os de Lírio *et al.* (1998), em que o sorovar mais frequentemente detectado em
240 alimentos no Estado de São Paulo, foi a *S. Enteritidis* (70,6%), seguida de *S. Agona* (3,7%), *S.*
241 *Brandenburg* (2,9%), *S. Hadar* (2,9%) e *S. Anatum* (2,9%), sendo que os alimentos compostos
242 por produtos avícolas foram os mais contaminados.

243 Contaminação da matéria-prima envolvendo produtos avícolas associados a falhas de
244 manipulação e preparo do alimento pelo consumidor implicam em surtos de salmonelose,
245 como os investigados no Rio Grande do Sul em 2000, dos quais 72,8% estavam relacionados
246 a matéria-prima sem inspeção e/ou manipulação incorreta de alimentos como fatores
247 determinantes (NADVORNY *et al.*, 2004). Anderson *et al.* (2004) indicaram que as más
248 práticas durante a manipulação do alimento pelo consumidor em suas residências contribuem
249 de forma substancial para a ocorrência das DVA.

250 Kaku *et al.* (1995) e Peresi *et al.* (1998) atribuíram que parte da responsabilidade de
251 surtos alimentares causados por *S. Enteritidis* ocorre devido à contaminação cruzada pelo uso
252 de utensílios ou equipamentos no preparo final dos alimentos, tal afirmação corrobora com o
253 descrito por Klontz *et al.* (1995) que realizaram um estudo sobre práticas de higiene e
254 demonstraram que 25% dos entrevistados reutilizavam tábuas de cortar sem higienizá-las
255 após cortar carne crua de frango.

256 A contaminação cruzada por *S. enterica* da carne de frango crua para o alface foi
257 observada por Ravishankar *et al.* (2010), em diferentes cenários, com ou sem a adoção de
258 procedimentos de higienização dos utensílios. Carvalho & Cortez (2005) relataram que lavar
259 os utensílios usando apenas água não é o suficiente para remover a *S. enterica*, enquanto a
260 lavagem feita com água quente, sabão e fricção mecânica são suficientes para evitar a
261 contaminação cruzada.

262 Na região Noroeste do Estado de São Paulo, no período de 1993 a 1997, foram
263 descritos 23 surtos de salmonelose acometendo 906 pessoas no total, sendo que em 84% das
264 amostras humanas foram obtidos isolados de *Salmonella* Enteritidis Fagotipo 4. Os principais
265 sintomas apresentados foram diarreia (99,2%), febre (88,9%), dor abdominal (74,6%) e
266 vômito (65,7%) (PERESI *et al.*, 1998). Esses achados corroboram a sintomatologia
267 evidenciada por Kaku *et al.*, (1995), cujos sinais predominantes também foram diarreia, febre,
268 dor abdominal, vômito, calafrios e cefaleia, nessa ordem de importância.

269

270 **Pontos críticos de contaminação durante o abate de aves**

271 A disseminação da *Salmonella* spp por toda a cadeia produtiva da carne de frango é
272 muito bem documentada (GREIG & RAVEL, 2008; JONES *et al.*, 1991; BAILEY *et al.*,
273 2002). Falhas nas condições de manejo durante a criação dos animais e nos procedimentos
274 higiênico-sanitários durante as operações de abate e manipulação das carcaças justificam, em
275 parte, a disseminação dessa bactéria em todas as etapas de produção (BELL &
276 KYRIAKIDES, 2002).

277 Jones *et al.* (1991) coletaram amostras em vários pontos da cadeia produtiva: fábrica
278 de rações, aviários de reprodutores, incubatórios, aviários do frango de corte e abatedouros,
279 sendo que 20,8%, 13%, 7,1%, 4,5% e 16,1% apresentaram contaminação por *Salmonella* spp.,
280 respectivamente. Bailey *et al.* (2002) observaram 12 diferentes sorotipos de *Salmonella* spp.

281 nas amostras coletadas em diversos pontos da cadeia, cujo sorotipo predominante foi *S.*
282 Senftenberg, com exceção na fase de produção de ovos.

283 A maioria dos abatedouros-frigoríficos de aves são indústrias altamente automatizadas
284 e, apesar dos avanços tecnológicos, a carne de frango ainda é passível de contaminação por
285 *Salmonella* spp. A própria automatização do processo propicia a contaminação cruzada por
286 meio do contato com a água contaminada nas etapas de escaldagem e resfriamento,
287 disseminação da contaminação durante a depenagem e disseminação de resíduos
288 gastrointestinais durante as várias etapas da evisceração (RASSCHAERT et al. 2008;
289 HAMIDI et al., 2014).

290 Os lotes de frango de corte negativos podem se contaminar através da contaminação
291 cruzada provocada por lotes positivos abatidos no mesmo dia ou pelo uso de equipamentos
292 compartilhados, ou pelo extravasamento de conteúdo gastrointestinal, sendo essa a principal
293 fonte de contaminação das carcaças por *Salmonella* spp nos abatedouros (RASSCHAERT et
294 al., 2008; LILLARD, 1989). Além disso, o grande número de frangos processados, alta
295 velocidade de abate e falhas na regulagem dos maquinários associado a lotes com peso dos
296 frangos desuniforme levam a uma dificuldade no controle da contaminação (DIAS et al.,
297 2016).

298 Rasschaert et al. (2008) avaliaram o impacto que uma linha de abate contaminada por
299 *Salmonella* spp exerce sobre a contaminação das carcaças durante o processamento e
300 observaram que, durante o abate, as carcaças do primeiro lote de frangos negativos para
301 *Salmonella* spp. abatidos no dia se tornaram contaminadas pelo mesmo isolado previamente
302 na linha de abate. Portanto, como forma de se prevenir a contaminação cruzada nas linhas, a
303 indústria deve organizar a programação de abate de modo que os lotes com *status* sanitário
304 negativo sejam abatidos antes dos positivos ou em dias diferentes.

305 Outra pesquisa que evidencia a ocorrência de contaminação cruzada foi a realizada por
306 Fuzihara *et al.* (2000), que observaram a prevalência de *Salmonella* spp em carcaças,
307 utensílios e amostras ambientais coletadas em 60 abatedouros de aves no Brasil.
308 Apresentaram contaminação 42% das amostras de carcaças, 23,1% dos utensílios, 71,4% das
309 águas de abastecimento e 71,4% dos freezers e refrigeradores. Todas as amostras coletadas no
310 decorrer do processo de abate foram positivas para *Salmonella* spp. Esse resultado indica que
311 essa bactéria se dissemina facilmente dentro no abatedouro e é capaz de sobreviver em
312 ambientes hostis. Diante disso, a estratégia de prevenção requer múltiplas abordagens para
313 que se diminua a disseminação da bactéria durante o processamento da carne de aves,
314 incluindo um enfoque de Saúde Única (*One Health*) (SILVA *et al.*, 2014).

315 Rasschaert *et al.* (2008) também isolaram *S. Tiphymurium* de suabes coletados de
316 superfícies na linha de abate recém higienizada, entretanto, esta mesma linha havia abatido
317 um lote positivo para *S. Tiphymurium* na semana anterior a coleta. Em outro abatedouro,
318 cepas de *S. Agona* e *S. Virchow* provenientes de lotes positivos abatidos não foram
319 encontradas em suabes de superfície coletados da linha de abate após higienização. Esse
320 resultado indica que alguns isolados de *Salmonella* são facilmente eliminadas durante os
321 procedimentos de higienização, no entanto outras podem permanecer nas superfícies de
322 maquinários e equipamentos mesmo após sucessivos procedimentos de higienização (OLSEN
323 *et al.*, 2003).

324 Etapas importantes que propiciam a contaminação de lotes inicialmente negativos são
325 as etapas de escaldagem e de pré-resfriamento, pois trata-se de imersão de carcaças em meios
326 com alta concentração de células bacterianas, o que influencia diretamente na taxa de adesão
327 da *Salmonella* spp na pele (LILLARD, 1989). Hamidi *et al.* (2014) coletaram um total de 420
328 amostras de água em diferentes pontos de processamento, sendo que 46 amostras estavam
329 contaminadas com *Salmonella* spp. Lillard (1989) demonstrou que após a imersão em água,

330 cristas e fendas da pele se tornam mais pronunciadas, aprisionando as bactérias que
331 inicialmente estavam em um filme de água sobre a pele, dificultando a ação de substâncias
332 antimicrobianas. Entretanto, os lotes positivos que entram para o abate possuem a bactéria
333 firmemente aderida a pele e mesmo os sucessivos enxágues nas carcaças são insuficientes
334 para eliminar ou controlar esse microrganismo. Portanto, a produção de lotes livres de
335 *Salmonella* spp. é indispensável para a produção de carcaças sem essa bactéria (LILLARD,
336 1989).

337 Substâncias antimicrobianas são adicionadas na água dos *pré-chillers* e *chillers* com o
338 propósito de reduzir o nível de contaminação microbiana nas carcaças. No Brasil, a água de
339 renovação do sistema de pré-resfriamento por imersão pode ser hiperclorada, permitindo-se
340 no máximo 5 ppm de cloro livre (BRASIL, 1998). Entretanto, países como Estados Unidos
341 utilizam hipoclorito de sódio na água do *chiller* na concentração de até 50 ppm de cloro livre,
342 além de outros produtos antimicrobianos como ácido peracético e metil sulfato de sódio
343 (USA, 2018).

344 O tratamento da água do *chiller* requer relativamente um alto nível de cloro para um
345 efetivo controle da população microbiana presente no sistema (BUNCIC e SOFOS, 2011).
346 Xiao *et al.* (2019) relataram que a utilização de 50-100 mg/L de cloro na água do *chiller* foi
347 suficiente para reduzir a carga de *Salmonella* spp na água, diminuindo as chances de
348 contaminação cruzada, entretanto, não foi suficiente para reduzir as contagens de bactérias
349 aderidas às carcaças. Bauermeister *et al.* (2008) observaram que a água do *chiller* tratada com
350 30 ppm de cloro apresentou redução da contaminação das carcaças em 57%. Cloro na água do
351 *chiller* nas concentrações de 20 a 100 ppm tem se mostrado eficaz na redução da contagem de
352 *Salmonella* nas carcaças (LILLARD, 1980; NORTH CUT *et al.*, 2003, YANG *et al.* 2001).

353 Mesmo reduzindo os níveis de contaminação, a água clorada do *chiller* ainda pode
354 permitir a contaminação cruzada (SARLIN *et al.*, 1998), principalmente porque com o passar

355 das horas o cloro tem seu efeito reduzido (YANG *et al.*, 2001). Além disso, como a legislação
356 brasileira estabelece o limite de 5 ppm de cloro, o controle de *Salmonella* spp neste sistema
357 deve ser realizado apenas pelo efeito da temperatura da água, aliada ao movimento de
358 renovação por contrafluxo respeitando o volume indicado, tempo de passagem no *chiller*,
359 carga de carcaças e pH da água conforme preconizado pela Portaria SDA nº 210 do Ministério
360 da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 1998). Dentro da indústria,
361 esses parâmetros devem sempre ser monitorados, uma vez que a eficácia do cloro é reduzida
362 em pH acima de 7,0-7,5, em temperaturas elevadas e em grandes quantidades de matéria
363 orgânica (BUNCIC & SOFOS, 2011; YANG *et al.*, 2001).

364 Yang *et al.* (2001) inocularam *S. Tiphymurium* na água de escaldagem, água do *chiller*
365 e na pele das carcaças para avaliar o efeito da temperatura da água de escaldagem e nível de
366 cloro da água do *chiller* sobre a bactéria. No tanque de escaldagem, *S. Tiphymurium* se
367 mostrou sensível ao aquecimento a partir da temperatura de 55°C, sendo que na temperatura
368 de 60°C houve uma redução de >5,5 log UFC/ml na água e >2 log UFC/cm² na pele da
369 carcaça. O tempo de escaldagem não afetou de forma significativa a sensibilidade da *S.*
370 *Tiphymurium* ao aquecimento, entretanto o pH baixo da água do tanque, devido a presença da
371 matéria orgânica, aumenta sua resistência ao aquecimento. Em contrapartida, outro estudo
372 mostrou que altas temperaturas de escaldagem causam a perda do extrato córneo da pele da
373 carcaça, facilitando a adesão das bactérias (KIM *et al.*, 1993).

374 Apesar da temperatura do tanque de escaldagem ter um efeito antimicrobiano, devido
375 à presença de matéria orgânica pela presença de sangue, material fecal, penas e outros tipos de
376 sujidades, esta etapa ainda pode permitir a contaminação cruzada. Sistema contracorrente e
377 escaldagem em vários estágios parecem reduzir a oportunidade de contaminação (CASON &
378 HINTON, 2006; USA, 2018). Além disso, no Brasil, a Portaria SDA nº 210 institui a

379 renovação contínua de água, de maneira que em cada turno de trabalho (oito horas) seja
380 renovado o correspondente ao seu volume total (BRASIL, 1998).

381 Apesar das depenadeiras mecânicas removerem as penas das carcaças, também
382 influenciam na dispersão microbiana e contaminação de outras carcaças. Nesta etapa, as três
383 rotas potenciais de contaminação microbiana são o contato direto, a contaminação indireta por
384 meio de equipamentos, especialmente os dedos protetores de borracha, e a difusão aérea pelos
385 aerossóis, gotículas de água ou material articulado (ALLEN *et al.*, 2003). Medidas que podem
386 reduzir a contaminação durante esta etapa incluem a prevenção de acúmulo de penas nos
387 equipamentos, limpeza e manutenção regular dos dedos de borracha, adequada higienização e
388 sanitização do equipamento antes das operações e enxágue contínuo das carcaças e
389 equipamentos durante o procedimento (FAO/WHO, 2009a,b).

390 Outra importante fonte de contaminação dentro da indústria são os manipuladores de
391 alimentos. O papel destes na ocorrência das DVA tem sido claramente demonstrado. A
392 lavagem das mãos continua sendo o principal meio de redução da contagem microbiana,
393 sendo que o tempo gasto para lavar as mãos e a intensidade do atrito durante o ensaboamento
394 são mais importantes para remoção dos microrganismos do que a temperatura da água
395 (TODD *et al.*, 2009).

396 *Salmonella* spp é capaz de se aderir às superfícies inertes presentes na indústria de
397 processamento de alimentos e formar biofilmes. Essa adesão se inicia por meio do acúmulo
398 de matéria orgânica nos equipamentos e superfícies de contato, onde os microrganismos
399 interagem com as mesmas e iniciam a multiplicação celular. Quando a massa bacteriana é
400 suficientemente espessa para agregar nutrientes, resíduos e outros organismos, o biofilme está
401 estabelecido (OLIVEIRA *et al.*, 2010). O biofilme formado possui potencial para atuar como
402 uma fonte constante de contaminação microbiana, uma vez que dificilmente será removido
403 pelos procedimentos rotineiros de higienização (limpeza e sanitização), podendo levar a

404 contaminação desses alimentos, causando deterioração ou veiculação de patógenos (MERINO
405 et al., 2019).

406 Oliveira *et al.* (2014) avaliaram a habilidade de *Salmonella* em formar biofilmes em
407 diversos materiais em diferentes temperaturas e observaram que 98,3% das dos isolados
408 formaram biofilmes em algum material em pelo menos uma das temperaturas testadas. Ziech
409 (2015) avaliou 98 isolados obtidos de esteiras transportadoras em salas de cortes de plantas
410 processadores de aves, sendo que todas apresentaram habilidade de formar biofilme. O
411 biofilme propicia uma tolerância ao estresse, pois a susceptibilidade aos antibióticos e
412 desinfetantes é reduzida, tornando a sua eliminação de instalações de processamento de
413 alimentos um grande desafio (CORCORAN, 2013; JOSEPH *et al.*, 2001; OLIVEIRA *et al.*,
414 2010).

415 Joseph *et al.* (2001) observaram que biofilmes de *Salmonella* spp formados em
416 superfícies de plástico, cimento e aço inoxidável são mais resistentes a sanitizantes quando
417 comparados às células planctônicas. Ao expor o biofilme a 100 ppm de cloro ou 50 ppm de
418 iodo por pelo menos 15 minutos, o biofilme era completamente removido, enquanto as células
419 planctônicas são completamente mortas após exposição a uma solução de 10 ppm de cloro ou
420 iodo por 5 minutos.

421 Para evitar a formação de biofilmes, é preciso eliminar todos os fatores que
422 predispõem ao acúmulo de matéria orgânica nos equipamentos e ambientes. É imprescindível
423 o estabelecimento de programas e procedimentos de higienização corretos, como o
424 Procedimento Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e Boas Práticas de Fabricação (BPF),
425 associado à realização de métodos de validação dos procedimentos de higienização como o
426 teste do suabe de superfície como forma de controle laboratorial (KASNOWSKI *et al.*, 2010).
427 Além disso, deve-se atentar para a escolha dos materiais de superfície e revestimento e design

428 dos equipamentos, evitando cantos inacessíveis, frestas, juntas e soldas não sanitárias, pois
429 são pontos vulneráveis para o acúmulo de resíduos.

430

431 **Legislações pertinentes**

432 A ausência de determinados microrganismos causadores de zoonoses em produtos de
433 origem animal é uma exigência de regulamentos nacionais e internacionais. Segundo
434 orientações do *Codex Alimentarius*, qualquer programa de controle de *Salmonella* spp deve
435 ter como objetivo a prevenção e redução da contaminação das carcaças (CODEX
436 ALIMENTARIUS, 2009).

437 Não como forma de controle específico para *Salmonella*, mas para qualquer tipo de
438 contaminação, o Brasil dispõe da Portaria nº 210, de 10 de Novembro de 1998, Decreto nº
439 9.013, de 29 de março de 2017, Portaria nº 46, de 10 de Fevereiro de 1998, Circular 175, de
440 16 de Maio de 2005 e Portaria nº 368, de 4 de Setembro de 1997. O abate de aves está
441 regulamentado pela Portaria nº 210, que estabelece o Regulamento técnico da inspeção
442 tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves que, juntamente com o Regulamento da
443 Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), abordará as
444 questões relacionadas à localização dos estabelecimentos, particularidades quanto aos
445 equipamentos e instalações, assim como os materiais utilizados, layout e higiene destes,
446 binômios de tempo e temperatura utilizados durante o processamento, higiene dos
447 colaboradores e dos procedimentos *ante e post mortem*.

448 No ano de 2005 foi publicada a Circular nº 175, que fundamentava os Programas de
449 Autocontrole, que deveriam ser sistematicamente submetidos à verificação contínua de todos
450 os fatores que, de alguma forma, pudessem interferir na qualidade higiênico-sanitária dos
451 produtos expostos ao consumo da população (BRASIL 2005), mas que atualmente não se
452 encontra mais em vigor.

453 Já no ano de 2017, foi publicada a Norma Interna 01 que trouxe uma atualização nos
454 elementos de inspeção estabelecidos nos Programas de Autocontrole, com a necessidade de
455 uma verificação oficial aplicada a cada elemento de inspeção, sendo estes: manutenção, água
456 de abastecimento, controle integrado de pragas, higiene industrial e operacional, higiene e
457 hábitos higiênicos dos funcionários, procedimentos sanitários operacionais, controle de
458 matéria-prima, controle de temperatura, programa de análise de perigos e pontos críticos de
459 controle (APPCC), análises laboratoriais (autocontrole e atendimento de requisitos sanitários
460 específicos), controle de formulação de produtos e combate a fraudes, rastreabilidade e
461 recolhimento, respaldo para certificação oficial e bem estar animal (BRASIL, 2017).

462 Além da verificação sistemática dos Programas de Autocontrole, o Departamento de
463 Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), estabelece como requisitos básicos para a
464 garantia da inocuidade dos produtos o Procedimento Padrão de Higiene Operacional (PPHO),
465 o APPCC (Programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle), que foi instituído
466 gradativamente nas indústrias de produtos de origem animal pela Portaria nº 46 e as Boas
467 práticas de fabricação (BPF), aprovada pela Portaria nº 368 de 1997.

468 Uma normativa de grande relevância que foi posteriormente estabelecida pelo MAPA
469 foi a IN nº 20, de 21 de outubro de 2016, que regulamenta o controle e monitoramento de
470 *Salmonella* spp. nos estabelecimentos avícolas comerciais de frangos e perus de corte e nos
471 estabelecimentos de abate de frangos, galinhas, perus de corte e reprodução, registrados no
472 Serviço de Inspeção Federal (SIF), com objetivo de reduzir a prevalência desse agente. As
473 coletas são realizadas em ciclos de amostragem, cujo número de amostras de carcaças de
474 frango a serem coletadas após o pré-resfriamento e o número de amostras positivas aceitáveis
475 serão determinados pelo volume de abate do estabelecimento. Além disso, há um
476 monitoramento da ocorrência de infecção por *Salmonella* spp. nos aviários.

477 Ainda no Brasil, há a regulamentação técnica sobre padrões microbiológicos para
478 alimentos é apresentada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que
479 estabeleceu a Instrução Normativa (IN) n° 60, de 23 de dezembro de 2019. A IN n°60 estipula
480 ausência de *S. Enteritidis* e *S. Typhimurium* em 25g de amostra de carne de aves ou miúdos
481 crus e seus derivados, bem como a ausência desse gênero em outros alimentos.

482 Todas essas legislações embasam a atuação da indústria quanto ao atendimento dos
483 requisitos higiênico-sanitários, direcionando-as na implantação dos seus próprios
484 procedimentos e para adoção de medidas de controle no caso de violação dessas normas,
485 garantindo a qualidade e segurança dos produtos cárneos.

486

487 **Considerações finais**

488 O controle de *Salmonella* spp na produção animal e dentro da indústria de alimentos é
489 um grande desafio. Isso se deve à existência de inúmeras possibilidades de contaminação e
490 disseminação da *Salmonella* nas aves e carne do campo à mesa. Ao longo de toda cadeia
491 produtiva, deve ser feita uma análise crítica para então estabelecer medidas específicas
492 baseadas em ciência, com ênfase maior na prevenção e controle da contaminação. Apesar das
493 dificuldades, o seu controle é necessário para garantir a inocuidade do alimento produzido e
494 mitigar o risco de agravos à saúde dos consumidores.

495 A adoção de medidas de biossegurança durante a produção a criação das aves e de
496 programas de autocontrole na indústria são recomendados. Por melhores que sejam os
497 processos dentro do abatedouro frigorífico, algumas falhas são esperadas, e quando lotes
498 infectados são abatidos, as chances de contaminação direta e indireta das carcaças abatidas na
499 sequência são grandes. Diante disso, a implementação dos Programas de Autocontrole, BPF,
500 PPHO e APPCC, bem como Normas ISO e a utilização da Análise de Riscos têm sido

501 importante para a prevenção e controle da contaminação, garantindo produtos seguros e
502 competitivos.

503

504 **REFERÊNCIAS**

505 ADAMS, R. M.; MOSS, O, M. **Food Microbiology**. In: Bacterial Agents of Foodborne
506 Illness. 3 ed. Guildford: RSC Publishing, 1995, p. 235-249.

507 ALLEN, V. M.; TINKER, D. B.; HINTON, M. H.; WATHES, C. M. Dispersal of
508 microorganisms in commercial defeathering systems. **British Poultry Science**, London, v.
509 44, p. 53–59, 2003.

510 ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; MORGAN, D.; RAFF, M.; ROBERTS, K.;
511 WALTER, P.; WILSON, J.; HUNT, T. **Biologia molecular da célula**. 6 ed. Artmed Editora,
512 2010.

513 ALMEIDA, I. C.; GONÇALVES, P. M. R.; FRANCO, R. M.; CARVALHO, J. C.
514 A. P. Isolamento e identificação de *Salmonella* em carcaças de frango congelados e frescos,
515 através de método rápido. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.14, n.70, p.59-62, 2000.

516 ANDERSON, J.B.; SHUSTER, T. A.; HANSEN, K. E.; LEVY, A. S.; VOLK, A. A camera's
517 view of consumer food-handling behaviors. **Journal of the American Dietetic Association**,
518 v. 104, p. 186–191, 2004.

519 AFSHARI, A; BARATPOUR, A.; KHANZADE, S.; JAMSHIDI, A. Salmonella Enteritidis
520 and Salmonella Typhimorium identification in poultry carcasses. **Iranian journal of**
521 **microbiology**, v. 10, n. 1, p. 45, 2018. Disponível em:
522 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6004630/>. Acesso em: 08 nov, 2020.

523 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA. **Relatório Anual 2020**.
524 São Paulo, 2020. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp->

525 content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf. Acesso em: 08 nov.
526 2020.

527 BAILEY, J. S.; COX, N. A.; CRAVEN, S. E.; COSBY, D. E. Serotype tracking of
528 *Salmonella* through integrated broiler chicken operations. **Journal of Food Protection**, Des
529 Moines, v. 65, p. 742–745, 2002.

530 BAUERMEISTER, L. J.; BOWERS, J. W. J.; TOWNSEND, J. C.; MCKEE, S. R. Validating
531 the Efficacy of Peracetic Acid Mixture as an Antimicrobial in Poultry Chillers. **Journal of**
532 **Food Protection**, Des Moines, v. 71, n. 6, p. 1119–1122, 2008.

533 BELL, C.; A. KYRIAKIDES. *Salmonella* - a practical approach to the organism and its
534 control in foods. Oxford: Blackwell Science, 2002. Disponível em
535 [http://ssu.ac.ir/cms/fileadmin/user_upload/Daneshkadaha/dbehdasht/behdasht_imani/book/Sal](http://ssu.ac.ir/cms/fileadmin/user_upload/Daneshkadaha/dbehdasht/behdasht_imani/book/Salmonella-a_practical_approach_to_the_organism_and_its_cont.pdf)
536 [monella-a_practical_approach_to_the_organism_and_its_cont.pdf](http://ssu.ac.ir/cms/fileadmin/user_upload/Daneshkadaha/dbehdasht/behdasht_imani/book/Salmonella-a_practical_approach_to_the_organism_and_its_cont.pdf) Acesso em: 12 fev. 2018.

537 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 10.468, de 18 de
538 agosto de 2020. Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei nº
539 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem
540 sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário**
541 **Oficial [da] União**, Brasília, DF, 18 ago. 2020. Seção 1, p. 5. Disponível em:
542 [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/arquivos-](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/arquivos-publicacoes-dipoa/decreto-revisao-riispoa-decreto-10-468-2020.pdf/view)
543 [publicacoes-dipoa/decreto-revisao-riispoa-decreto-10-468-2020.pdf/view](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/arquivos-publicacoes-dipoa/decreto-revisao-riispoa-decreto-10-468-2020.pdf/view). Acesso em: 08 nov.
544 2020.

545 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 20, de
546 21 de outubro de 2016. Programa de Controle e Monitoramento de *Salmonella* spp. em
547 frangos, galinhas e perus de corte e reprodução. **Diário Oficial [da] República Federativa**
548 **do Brasil**, Brasília, DF, 25 out. 2016. Seção 1, p 13-16. Disponível em:
549 <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-animal/controle-de->

550 [patogenos/arquivos-controle-de-patogenos/SalmonellaIN202016Salmonella.pdf](#). Acesso em:
551 11 mai. 2018.

552 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ofício circular nº 175 de 16
553 de maio de 2005. Disponível em: [http://dzetta.com.br/info/wp-](http://dzetta.com.br/info/wp-content/uploads/2011/06/dzetta-Circular-175-de-16-de-maio-de-2005.pdf)
554 [content/uploads/2011/06/dzetta-Circular-175-de-16-de-maio-de-2005.pdf](#), acesso em 16 nov.
555 2020

556 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria DAS nº 210, de 10
557 de novembro de 1998. Aprova o Regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-
558 sanitária de carne de aves. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF,
559 26 nov. 1998. Seção 1, p. 226.

560 BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Surto de doenças**
561 **alimentares transmitidas no Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde, 2019a. Disponível em:
562 [https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/fevereiro/15/Apresenta---o-Surtos-](https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/fevereiro/15/Apresenta---o-Surtos-DTA---Fevereiro-2019.pdf)
563 [DTA---Fevereiro-2019.pdf](#) Acesso em: 08 nov. 2020.

564 BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual técnico de**
565 **diagnóstico laboratorial de *Salmonella spp.*: diagnóstico laboratorial do gênero**
566 ***Salmonella***. 1 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. Disponível em:
567 [http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2014/dezembro/15/manual-diagnostico-](http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2014/dezembro/15/manual-diagnostico-Salmonella-spp-web.pdf)
568 [Salmonella-spp-web.pdf](#). Acesso em: 06 fev. 2018.

569 BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução
570 Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos
571 para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 dez. 2019b. Seção 1, p. 133.
572 Disponível em: [https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-](https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356)
573 [dezembro-de-2019-235332356](#). Acesso em: 08 nov. 2020.

574 BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Norma Interna nº1
575 DIPOA/DAS de 2017. Disponível em: [https://alimentusconsultoria.com.br/wp-](https://alimentusconsultoria.com.br/wp-content/uploads/2017/06/Norma_Interna.pdf)
576 [content/uploads/2017/06/Norma_Interna.pdf](https://alimentusconsultoria.com.br/wp-content/uploads/2017/06/Norma_Interna.pdf), acesso em 16 nov. 2020

577 BERCHIERI JÚNIOR, A.; FREITAS NETO, O. C. Salmoneloses. In: BERCHIERI JUNIOR,
578 SILVA, E. N.; DI FÁBIO, J.; SESTI, L.; ZUANAZE, M. A. F. **Doenças das aves**. 2 ed.
579 Campinas: Editora Facta, 2009, p. 435-450.

580 BOUBENDIR, S.; ARSENAULT, J.; QUESSY, S.; THIBODEAU, A.; FRAVALO, P.;
581 THÉRIAULT, W.; FOURNAISE, S.; BOUBENDIR, M. G. Selmane et al. Research paper
582 Salmonella contamination of broiler chicken carcasses at critical steps of the slaughter process
583 and in the environment of two slaughter plants: Prevalence, genetic profiles and association
584 with the final carcass status Salmonella contamination of broiler carcasses. **Journal of Food**
585 **Protection**, 2020.

586 FILHO, A. L.; SHNEIDER, M. B. Competitividade e barreiras comerciais a produção de
587 frango brasileira na perspectiva dos gestores: uma avaliação usando a Matriz de Impactos
588 Cruzados – MIC MAC. **Economia & Região**, v.6, n.1, p. 23-45, 2018. Disponível em:
589 https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032018000300467&script=sci_arttext#fn5
590 Acesso em: 08 nov. 2020.

591 CAMPOS, L. C. *Salmonella*. In: TRABULSI, L; ALTERTHUM, F. Microbiologia. São
592 Paulo: Atheneu, 6 ed., 2015, p. 351-360.

593 CARVALHO, A.C.F.B.; CORTEZ, A.L.L. *Salmonella* sp. em carcaças, carne mecanicamente
594 separada, linguiças e cortes comerciais de frango. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6,
595 p.1465- 1468, 2005.

596 CASON, J. A.; HINTON, A. *Coliforms, Escherichia coli, Campylobacter, and Salmonella* in
597 a counterflow poultry scalding tank with a dip tank. **International Journal of Poultry Science**,
598 London, v. 5, n. 9, p. 846–849, 2006.

599 COOK, K. A.; DOBBS, T. E.; HLADY, W. G.; WELLS, J. G.; BARRETT, T. J.; PUHR, N.
600 D.; LANCETTE, G. A.; BODAGER, D. W.; TOTH, B. L.; GENESE, C. A.; HIGHSMITH,
601 A. K.; PILOT, K. E.; FINELLI, L.; SWERDLOW, D. L. Outbreak of *Salmonella* serotype
602 *Hartford* infections associated with unpasteurized orange juice. **American Medical**
603 **Association**, v. 280, n. 17, p. 1504-1509, 1998.

604 CORCORAN, M. *Salmonella enterica* - **biofilm formation and survival of disinfection**
605 **treatment on food contact surfaces**. 2013. 268 f. Dissertação – School of Medicine,
606 National University of Ireland, Galway, 2013.

607 D’Aoust, J. Y.; MAURER, J. *Salmonella* species. In: DOYLE, M. P.; BEUCHAT, L. R.
608 **International Journal of Food Microbiology: fundamentals and frontiers**. 3 ed.
609 Washington, DC: ASM Press, 2007, p. 187-236.

610 DOYLE, M. E.; A. S. MAZZOTTA. Review of studies on the thermal resistance of
611 *Salmonellae*. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 63, n. 6, p. 779–795, 2000.

612 FAO/WHO. Microbiological Risk Assessment, Series 19. *Salmonella* and *Campylobacter* in
613 chicken meat. Meeting Report, 2009a. Disponível em:
614 <http://www.who.int/foodsafety/publications/micro/MRA19.pdf> Acesso em: 29 de Março de
615 20018.

616 FAO/WHO. Proposed Draft Guidelines for Control of *Campylobacter* and *Salmonella* spp. In
617 chicken meat (N08-2007). Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Codex Committee
618 on Food Hygiene. 4 ed., 2009b. Disponível em:
619 [https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/6732c082-af40-415e-9b57-](https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/6732c082-af40-415e-9b57-90533ea4c252/Controlling-Salmonella-Campylobacter-Poultry-2015.pdf?MOD=AJPERES)
620 [90533ea4c252/Controlling-Salmonella-Campylobacter-Poultry-2015.pdf?MOD=AJPERES](https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/6732c082-af40-415e-9b57-90533ea4c252/Controlling-Salmonella-Campylobacter-Poultry-2015.pdf?MOD=AJPERES)
621 Acesso em: 29 mar. 2018.

622 CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Animal Food Production. Food & Agriculture
623 Org., Roma, 2 ed., 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/012/i1111e/i1111e.pdf>
624 Acesso em: 11 de mai. 2018.

625 FINGER, J. A. F. F.; BARONI, W. S. G. V.; MAFFEI, D. F.; BASTOS, D. H. M.; PINTO, U.
626 M. Overview of Foodborne Disease Outbreaks in Brazil from 2000 to 2018. **Foods**, v. 8, n.
627 10, p. 434, 2019.

628 FORSHELL, L. P.; WIERUP, M. *Salmonella* contamination: a significant challenge to the
629 global marketing of animal foods products. **Revue Scientifique Technique Office**
630 **International des Epizooties**, Paris, v. 25, n. 2, p. 541-554, 2006.

631 FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Microrganismos patogênicos de importância em
632 alimentos - *Salmonella*. In: FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M: **Microbiologia dos**
633 **Alimentos**. 1 ed. São Paulo: Atheneu, 1996. p. 55-60.

634 FUZIHARA, T. O.; FERNANDES, S. A.; FRANCO, B. D. G. M. Prevalence and
635 dissemination of *Salmonella* serotypes along the slaughtering process in Brazilian small
636 poultry slaughterhouses. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v. 63, n. 12, p. 1749-
637 1753, 2000.

638 GALÁN, J. E. Molecular genetic bases of *Salmonella* entry into host cells. **Molecular**
639 **Microbiology**, Oxford, v. 20, n. 2, p. 263-271, 1996.

640 SWAYNE, D. E.; BOULIANNE, M.; LOGUE, C. M.; MCDUGALD, L. R.; NAIR, V.;
641 SUAREZ, D. L.; DE WIT, S.; GRIMES, T.; JOHNSON, D.; KROMM, M.; PRAJITNO, T.
642 Y.; RUBINOFF, I.; ZAVALA, G. Diseases of poultry. In: GAST, RICHARD K.; PORTER
643 JR, ROBERT E. (Ed). **Salmonella infections**. 14.ed. New Jersey: Wiley-Blackwell. 2020, p.
644 717-753.

645 GUINEY, D. G., FANG, F. C., KRAUSE, M., LIBBY, S., BUCHMEIER, N. A., Fierer, J.
646 Biology and Clinical Significance of Virulence Plasmids in *Salmonella* Serovars. **Clinical**
647 **Infectious Diseases**, Chicago, v. 21, n. 2, p. S146-S151, 1995.

648 GREIG, J. D.; RAVEL, A. Analysis of foodborne outbreak data reported internationally for
649 source attribution. **International Journal of Food Microbiology**, Washington, v. 130, n. 2,
650 p. 77-87, 2009.

651 GRIMONT, D. A. P.; WEILL, X. F. Antigenic formulas of the *Salmonella* serovars. WHO
652 collaborating Center for Reference and Research on *Salmonella*. 9 ed. Paris, **Pasteur**
653 **Institute**, 2007.

654 HAMIDI, A.; IRSIGLER, H.; JAEGER, D.; MUSCHALLER, A.; FRIES, R. Quantification of
655 water as a potential risk factor for cross-contamination with *Salmonella*, *Campylobacter* and
656 *Listeria* in a poultry abattoir. **British poultry science**, v. 55, n. 5, p. 585-591, 2014.

657 HUMPHREY, T. J.; WHITEHEAD, A.; GAWLER, A. H. L.; HENLEY, A.; ROWE, B.
658 Numbers of *Salmonella enteritidis* in the contents of naturally contaminated hens' eggs.
659 **Epidemiology & Infection**, v. 106, n. 3, p. 489-496, 1991.

660 JONES, F. T.; AXTELL, R. C.; RIVES, D. V.; SCHEIDELER, S. E.; TARVER JR, F. R.;
661 WALKER, R. L.; WINELAND, M. J. A survey of *Salmonella* contamination in modern
662 broiler production. **Journal of Food Protection**, v. 54, n. 7, p. 502-507, 1991.

663 JOSEPH, B.; OTTA, S. K.; KARUNASAGAR, I. Biofilm formation by *Salmonella* spp. on
664 food contact surfaces and their sensitivity to sanitizers. **International Journal of Food**
665 **Microbiology**, v. 64, p. 367-372, 2001.

666 KASNOWSKI, M. C.; MANTILLA, S. P. S.; OLIVEIRA, L. A. T.; FRANCO, R.M.
667 Formação de biofilme na indústria de alimentos e métodos de validação de superfícies.
668 **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, v. 15, p. 1-23, 2010.

669 KAKU, M.; PERESI, J. T. M.; TAVECHIO, A. T. Surto alimentar por *Salmonella* Enteritidis
670 no Noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Saúde Pública (São Paulo)*, v. 29, p. 127-
671 131, 1995.

672 KIM, J. W.; SLAVIK, M. F.; GRIFFIS, C. L.; WALKER, J.T. Attachment of *Salmonella*
673 *typhimurium* to skins of chicken scalded at various temperatures. **Journal of Food**
674 **Protection**, v. 56, n. 8, p. 661–665, 1993.

675 KLONTZ, K. C.; TIMBO, B.; FEIN, S.; LEVY, A. Prevalence of selected food consumption
676 and preparation behaviors associated with increased risks of foodborne disease. **Journal of**
677 **Food Protection**, v. 58, n. 8, p. 927–930, 1995. Disponível em:
678 <http://jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-58.8.927>. Acesso em: 16 mai. 2018.

679 LILLARD, H. S. Effect on broiler carcasses and water of treating chiller water with chlorine
680 or chlorine dioxide. **Poultry Science**. v. 59, p. 1761– 1766, 1980.

681 LILLARD, H. S. Factors affecting the persistence of *Salmonella* during the processing of
682 poultry. **Journal of Food Protection**. v.52, n. 11, p. 829-832, 1989.

683 MARCUS, S. L.; BRUMELL, J. H.; PFEIFER, C. G.; FINLAY, B. B. *Salmonella*
684 pathogenicity islands: big virulence in small packages. **Microbes and infection**, v.2, p. 145-
685 56, 2000.

686 MERINO, L.; PROCURA, F.; TREJO, F. M.; BUENO, D. J.; GOLOWCZYC, M. A. Biofilm
687 formation by *Salmonella sp.* in the poultry industry: Detection, control and eradication
688 strategies. **Food Research International**, v. 119, p. 530-540, 2019.

689 NADVORNY, A.; FIGUEIREDO, D. M. S.; SCHIMIDT, V. Ocorrência de *Salmonella sp.*
690 em surtos de doenças transmitidas por alimentos no Rio grande do Sul em 2000. **Acta**
691 **Scientiae Veterinariae**, v.32, n. 1, p. 47-51, 2004.

692 OCHMAN, H.; GROISMAN, E. A. Distribution of Pathogenicity Islands in *Salmonella spp.*
693 **Infection and Immunity**, v.64, n. 12, p. 5410-5412, 1996. Disponível em:

694 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC174539/pdf/645410.pdf> Acesso em: 19 mar.
695 2017.

696 OCHMAN, H.; SONCINI, F. C.; SOLOMON, F.; GROISMAN, E. A. Identification of a
697 pathogenicity island required for *Salmonella* survival in host cells. **Proc. Natl. Acad. Sci.**,
698 USA, v. 93, p. 7800-7804, 1996. Disponível em:
699 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC38828/pdf/pnas01519-0385.pdf>. Acesso em:
700 19 mar. 2018.

701 OLIVEIRA, M. M. M.; BRUGNETRA, D. F.; PICCOLI, R. H. Biofilmes microbianos na
702 indústria de alimentos: uma revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 3, p. 277-
703 284, 2010.

704 OLIVEIRA, D. C. V. DE; JUNIOR, A. F.; KANENO, R.; *et al.* Ability of *Salmonella* spp. to
705 Produce Biofilm Is Dependent on Temperature and Surface Material. **Foodborne pathogens**
706 **and disease**, v. 11, n. 6, p. 1-7, 2014.

707 PERESI, J.T.M.; IVETE, A.Z.C.; ALMEIDA, S.I.L.; MARQUES, D.F.; RODRIGUES,
708 E.C.A.; FERNANDES, S.A.; GELLI, D.S.; IRINO, K. Surtos de enfermidades transmitidas
709 por alimentos causados por *Salmonella enteritidis*. **Rev. Saúde Pública**, v.32, n. 5, p. 477-83,
710 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v32n5/32n5a8.pdf> Acesso em: 18 Abr.
711 2018.

712 PONTELLO, M.; SODANO, L.; NATASI, A.; MAMMINA, C.; ASTUTI, M.;
713 DOMENICHINI, M.; BELLUZZI, G.; SOCCINI, E.; SILVESTRI, M. G.; GATTI, M.;
714 GEROSA, E.; MONTAGNA, A. A community-based outbreak of *Salmonella enterica*
715 serotype *Typhimurium* associated with salami consumption in Northern Italy. **Epidemiology**
716 **& Infection**, v. 120, p. 209-214, 1998

717 RASSCHAERT, G., HOUF, K., GODARD, C., WILDEMAUWE, C., PASTUSZCZAK-
718 FRAK, M., DE ZUTTER, L. Contamination of carcasses with *Salmonella* during poultry
719 slaughter. *Journal of Food Protection*, v. 71, n. 1, p. 146-152, 2008.

720 RAVISHANKAR, S.; ZHU, L.; JARONI, D. Assessing the cross contamination and transfer
721 rates of *Salmonella enterica* from chicken to lettuce under different foodhandling scenarios.
722 **Food microbiology**, v. 27, p. 791–794, 2010.

723 DIAS, M. R.; CAVICCHIOLI, V. Q.; CAMARGO, A. C.; LANNA, F. G. P. A.; PINTO, P.
724 S. A.; BERSOT, L. S.; NERO, L. A. Molecular tracking of *Salmonella spp.* in chicken meat
725 chain: from slaughterhouse reception to end cuts. **International. Journal of Food Science**
726 **and technology**, v. 53, p. 1084-1091, 2016.

727 RYCHLIK, I.; GREGOROVA, D.; HRADECKA, H. Distribution and function of plasmids in
728 *Salmonella enterica*. **Veterinary microbiology**, v. 112, n. 1, p. 1-10, 2006

729 SANTOS, D. M. S.; BERCHIERI JÚNIOR, A.; FERNANDES, S. A.; TAVECHIO, A. T. ;
730 AMARAL, L. A. *Salmonella* em carcaças de frango congeladas. **Pesquisa Veterinária**
731 **Brasileira**, v. 20, p. 39-42, 2000.

732 SARLIN, L. L.; BARNHART, E. T.; CALDWELL, D. J.; MOORE, R.W.; BYRD, J. A. ;
733 CALDWELL, D. Y.; CORRIER, D. E.; DELOACH, J. R.; HARGIS, B. M. Evaluation of
734 alternative sampling methods for *Salmonella* critical control point determination of broiler
735 processing. **Poultry Science**, v. 77, p. 1253–1257, 1998.

736 SAROJ, S. D.; SHASHIDHAR, R.; KARANI, M.; BANDEKAR, J. R. Distribution of
737 *Salmonella* pathogenicity island (SPI)-8 and SPI-10 among different serotypes of *Salmonella*.
738 **Journal of Medical Microbiology**, v. 57, p. 424–427, 2008.

739 SILVA, C.; CALVA, E.; MALOY, S. One health and food-borne diseases: *Salmonella*
740 transmission between humans, animals and plants. *Microbiol. Spectr.*2(1), 2014. doi:
741 10.1128/microbiolspec.OH-0020-2013

742 TAUNAY, A. E.; FERNANDES, S. A.; TAVECHIO, A. T.; NEVES, B. C.; DIAS, A. M. G.;

743 IRINO, K. The role of Public Health Laboratory in the problem of salmonellosis in São Paulo,

744 Brasil. **Revista Inst. Med. Trop.**, São Paulo, v. 38, p. 119-127, 1996.

745 TAUXE, R.; KRUSE, H.; HEDBERG, C.; POTTER, M.; MADDEN, J.; WACHSMUTH, K.;

746 Microbial hazards and emerging issues associated with produce a preliminary report to the

747 national advisory committee on microbiologic criteria for foods. **Journal of Food Protection**,

748 v. 60, n. 11, p. 1400-1408, 1997.

749 TAVECHIO A. T.; FERNANDES, S. A.; NEVES, B. C.; DIAS, A. M. G.; IRINO, K.

750 Changing patterns of *Salmonella* serovars: increase of *Salmonella enteritidis* in São Paulo,

751 Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical**, São Paulo, v. 38, p. 315-322, 1996.

752 TODD, E.; GREIG, J. D.; BARTLESON, C. A.; MICHAELS, B. S. Outbreaks where food

753 workers have been implicated in the spread of foodborne disease. Part 6. Transmission and

754 survival of pathogens in the food processing and preparation environment. **Journal of Food**

755 **Protection**, v. 72, p. 202–219, 2009. Disponível em:

756 <http://jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-73.10.1937> Acesso em: 04 abr. 2018.

757 U.S.A. United States Department of Agriculture - USDA. Food Safety and Inspection Service

758 – FSIS. Compliance guidelines for controlling *Salmonella* and *Campylobacter* in poultry. 4

759 ed. Washington, DC, 2015. Disponível em:

760 [https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/6732c082-af40-415e-9b57-](https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/6732c082-af40-415e-9b57-90533ea4c252/Controlling-Salmonella-Campylobacter-Poultry-2015.pdf?MOD=AJPERES)

761 [90533ea4c252/Controlling-Salmonella-Campylobacter-Poultry-2015.pdf?MOD=AJPERES](https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/6732c082-af40-415e-9b57-90533ea4c252/Controlling-Salmonella-Campylobacter-Poultry-2015.pdf?MOD=AJPERES)

762 Acesso em: 27 mar. 2018.

763 XIAO, X.; WANG, W.; ZHANG, J.; LIAO, M.; YANG, H.; FANG, W.; LI, Y. Xingning et

764 al. Modeling the Reduction and Cross-Contamination of *Salmonella* in Poultry Chilling

765 Process in China. **Microorganisms**, v. 7, n. 10, p. 448, 2019.

766 YANG, H., LI, Y.; JOHNSON, M. G. Survival and death of *Salmonella typhimurium* and
767 *Campylobacter jejuni* in processing water and on chicken skin during poultry scalding and
768 chilling. **Journal of Food Protection**, v. 64, p. 770–776, 2001.

769 ZIECH, R. E. **Caracterização de *Salmonella* sp. isolada de indústrias de aves baseada na**
770 **formação de biofilmes, tolerância a sanitizantes e resistência a antimicrobianos.** 2015.
771 80f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Paraná, Palotina.

772

773