

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

NAYARA DIAS DA SILVA

SALMONELAS PARATÍFICAS: EPIDEMIOLOGIA NA AVICULTURA DE CORTE DO  
ESTADO DO PARANÁ

CURITIBA

2019



NAYARA DIAS DA SILVA

SALMONELAS PARATÍFICAS: EPIDEMIOLOGIA NA AVICULTURA DE CORTE DO  
ESTADO DO PARANÁ

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Área de concentração: Patologia Veterinária, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elizabeth Santin

CURITIBA

2019

S586s

Silva, Nayara Dias da

Salmonelas paratíficas: epidemiologia na avicultura de corte do estado do Paraná / Nayara Dias da Silva. - Curitiba, 2019.

100 p.: il.,

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Orientadora: Elizabeth Santin

1. Frango de corte - Paraná. 2. Salmonela. 3. Aves - doenças. I. Santin, Elizabeth (Orientadora). II. Título. III. Universidade federal do Paraná.

CDU 619:636.5(816.2)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS AGRARIAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIAS  
VETERINÁRIAS - 40001016023P3

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS VETERINÁRIAS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **NAYARA DIAS DA SILVA** intitulada: **Salmonelas Paratíficas: epidemiologia na avicultura de corte do Estado do Paraná**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação no rito de defesa. A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 25 de Janeiro de 2019.

ELIZABETH SANTIN

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

LARISSA PICKLER

Avaliador Externo (BRF/SA)

CAMILA MARINELLI MARTINS

Avaliador Externo (UEPG)

Dedico este trabalho à minha mãe, Célia, pelo apoio, compreensão e paciência em todas as fases deste curso e da minha vida.

Ao professor Dr. José Sidney Flemming (*in memoriam*) pela amizade, incentivo e por ter acreditado em mim.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus e a Nossa Senhora por me abençoarem ao longo de toda a minha vida e por me permitirem finalizar mais esta etapa, diante de todas as dificuldades enfrentadas.

À minha mãe por estar comigo em todos os momentos, me incentivando e me mostrando os melhores caminhos. Agradeço também à toda a minha família (irmã, tios e primos) pelo apoio e compreensão.

Ao meu co-orientador professor José Sidney Flemming (*in memoriam*) pelos conhecimentos transmitidos, pelo incentivo e apoio no meu ingresso e início de mestrado. Referência de força, determinação e inteligência. Saudades!

À minha orientadora, professora Elizabeth Santin, por todo o conhecimento transmitido desde a graduação, sempre preocupada com o meu desenvolvimento e me incentivando a ser uma profissional melhor. Agradeço pelas excelentes ideias e pela oportunidade de aprender com você. Te admiro!

À Auditora Fiscal Federal Agropecuária, Ellen Laurindo, pelo fornecimento dos dados, confiança, presteza e auxílio em todos os momentos. Gratidão por me permitir desenvolver este importante trabalho!

Ao professor Claudinei Taborda da Silveira e Ricardo Michael Pinheiro Silveira, da geografia, pela orientação e auxílio nas análises de geoprocessamento.

À Camila Marinelli pela atenção, disponibilidade e auxílio nas análises estatísticas e epidemiológicas mais adequadas para este trabalho.

A todos os colegas, professores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Paraná, em especial à equipe do LABMOR e à professora Julia Arantes Galvão pela amizade, paciência e por contribuir em diversas fases do meu curso.

Ao presidente e diretor técnico da Organnact, Dr. Bacila, pela compreensão nas minhas ausências no trabalho para cumprir as atividades da pós-graduação, pela oportunidade e por acreditar em mim.

## RESUMO

As salmoneloses são enfermidades provocadas por bactérias do gênero *Salmonella* e amplamente estudadas pela sua grande importância mundial, pelo seu potencial zoonótico e por representar risco às relações internacionais de comercialização de alimentos. Diversos fatores estão relacionados com a ocorrência de *Salmonella* em aves, incluindo o sorovar, hospedeiro e os fatores geográficos e ambientais. Para compreender alguns aspectos relacionados com a epidemiologia destes micro-organismos foi desenvolvido o presente trabalho. A dissertação está dividida em 2 capítulos. O capítulo 1 contempla uma revisão bibliográfica sobre *Salmonella* em aves, fatores epidemiológicos e legislação relacionados a estas ocorrências. No capítulo 2 é apresentado um estudo do perfil epidemiológico de 243 unidades epidemiológicas distribuídas em 60 municípios do estado do Paraná segundo a presença de *Salmonella enterica* em associação a contato com outros animais, densidade avícola na unidade epidemiológica e densidade de aves no entorno. A distribuição espacial foi avaliada com a análise de densidade de Kernel e uma análise espacial que contemplou medidas de distância entre unidades epidemiológicas e entre unidades epidemiológicas e a sede do município, rodovias e rios. Além disso, verificou-se a influência do índice de Desenvolvimento Humano Municipal, temperatura média anual, precipitação e altimetria dos municípios para verificar a interferência sobre a positividade para *Salmonella*. Estes estudos demonstraram que a densidade de aves nas instalações, proximidade entre unidades epidemiológicas positivas e negativas e altimetria do município podem influenciar na positividade para *Salmonella*, reforçando a importância da avaliação epidemiológica e o cumprimento da legislação vigente no controle destas bactérias.

Palavras-Chave: Aves. Geoprocessamento. Legislação. Sorovares.

## ABSTRACT

Salmonellosis is a disease caused by bacteria of the genus *Salmonella* and widely studied because of its worldwide importance as zoonosis that affect the food international commercialization. Several factors are related to the occurrence of *Salmonella* in poultry, including serovar, host, and geographic and environmental factors. To understand some aspects related to the epidemiology of these microorganisms the present dissertation is divided into 2 chapters. Chapter 1 contemplates a literature review on *Salmonella* in birds, epidemiological factors and legislation related to these occurrences. In chapter 2 a study of the epidemiological profile of 243 epidemiological units distributed in 60 municipalities in the Paraná State according to the presence of *Salmonella enterica* in association with contact with other animals, poultry density on the epidemiological units and density in the surrounding area. The spatial distribution was evaluated with the Kernel density analysis and a spatial analysis that included measures of distance between epidemiological units and between epidemiological units and cities, highways and rivers. In addition, the influence of the Municipal Human Development Index, mean annual temperature, precipitation and altimetry of the municipalities was verified to attest the interference on positivity for *Salmonella*. These studies have demonstrated that the density of poultry farms, proximity between positive and negative epidemiological units and altimetry of the municipality can influence the positivity for *Salmonella*, reinforcing the importance of the epidemiological evaluation and compliance with the current legislation in the control of these bacteria.

Keywords: Poultry. Geoprocessing. Legislation. Serovars.



## LISTA DE TABELAS

### **Capítulo 2 – Perfil epidemiológico de sorovares de salmonelas paratíficas isoladas em aviários de frangos de corte no estado do Paraná.**

<b>Tabela 1.</b> Dados da distribuição de estudo no estado do Paraná.....	45
<b>Tabela 2.</b> Presença de outros animais nas unidades epidemiológicas positivas e negativas.....	51
<b>Tabela 3.</b> Distribuição dos sorovares em relação à presença ou não de outros animais.....	52
<b>Tabela 4.</b> Distribuição dos sorovares em relação à presença de outros animais nas unidades epidemiológicas positivas (estratificação).....	53
<b>Tabela 5.</b> Densidade avícola em unidades epidemiológicas positivas e negativas.....	56
<b>Tabela 6.</b> Relação entre densidade de aves na unidade epidemiológica e sorovares.....	57
<b>Tabela 7.</b> Densidade de aves no cerco de 5km das unidades epidemiológicas estudadas.....	58
<b>Tabela 8.</b> Distâncias (km) gerais entre unidades epidemiológicas estudadas.....	61
<b>Tabela 9.</b> Distância (km) entre unidades epidemiológicas positivas e negativas com base nos sorovares.....	63
<b>Tabela 10.</b> Análise de distâncias entre unidades epidemiológicas positivas e negativas até a sede do município, rodovias e rios.....	69
<b>Tabela 11.</b> Índices de IDHM nos municípios das unidades epidemiológicas positivas e negativas para <i>Salmonella enterica</i> .....	74

**Tabela 12.** Índices de temperatura média anual (°C) nos municípios das unidades epidemiológicas positivas e negativas para *Salmonella enterica*.....76

**Tabela 13.** Índices de precipitação (mm) nos municípios das unidades epidemiológicas positivas e negativas.....79

**Tabela 14.** Índices de altimetria nos municípios das unidades epidemiológicas positivas e negativas.....82

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 2 – Perfil epidemiológico de sorovares de salmonelas paratíficas isoladas em aviários de frangos de corte no estado do Paraná

<b>Figura 1.</b> Densidade avícola no estado do Paraná direcionada a frangos de corte (unidades epidemiológicas).....	44
<b>Figura 2.</b> Identificação dos municípios estudados no estado do Paraná.....	45
<b>Figura 3.</b> Identificação das unidades epidemiológicas positivas e negativas para <i>Salmonella enterica</i> .....	46
<b>Figura 4.</b> Distribuição de unidades epidemiológicas positivas e negativas para <i>Salmonella enterica</i> sobrepostas ao dado de densidade avícola no estado.....	47
<b>Figura 5.</b> Distribuição espacial da ocorrência dos sorovares de <i>Salmonella enterica</i> na área de estudo.....	49
<b>Figura 6.</b> Densidade avícola em unidades epidemiológicas positivas e negativas para <i>Salmonella enterica</i> .....	56
<b>Figura 7.</b> Mapas gerados a partir da estimativa de densidade de Kernel para casos positivos de <i>Salmonella enterica</i> .....	60
<b>Figura 8.</b> Análise de distância entre unidades epidemiológicas positivas e negativas .....	62
<b>Figura 9.</b> Distância entre unidades epidemiológicas positivas (todos os sorovares).....	65
<b>Figura 10.</b> Distância entre unidades epidemiológicas positivas (mesmos sorovares).....	66
<b>Figura 11.</b> Distância entre unidades epidemiológicas positivas (mesmos sorovares).....	67

<b>Figura 12.</b> Análise de distância entre unidades epidemiológicas positivas e a sede do município, rodovias e rios.....	70
<b>Figura 13.</b> Distância entre unidades epidemiológicas positivas e a sede do município.....	71
<b>Figura 14.</b> Distância entre unidades epidemiológicas positivas e negativas e rodovias próximas.....	72
<b>Figura 15.</b> Distância entre unidades epidemiológicas positivas e negativas e rios próximos.....	72
<b>Figura 16.</b> Distribuição dos índices de IDH no estado do Paraná e unidades epidemiológicas positivas e negativas para <i>Salmonella entérica</i> .....	74
<b>Figura 17.</b> Distribuição da temperatura média anual (°C) no estado do Paraná e unidades epidemiológicas positivas e negativas para <i>Salmonella enterica</i> .....	76
<b>Figura 18.</b> Índices de temperatura média anual (°C) nos municípios das unidades epidemiológicas positivas e negativas para <i>Salmonella entérica</i> (A).....	77
<b>Figura 19.</b> Índices de temperatura média anual (°C) nos municípios das unidades epidemiológicas positivas e negativas para <i>Salmonella entérica</i> (B).....	77
<b>Figura 20.</b> Distribuição da precipitação no estado do Paraná e unidades epidemiológicas positivas e negativas para <i>Salmonella enterica</i> .....	79
<b>Figura 21.</b> Índices de precipitação (mm) nos municípios das unidades epidemiológicas positivas e negativas para <i>Salmonella enterica</i> (A).....	80
<b>Figura 22.</b> Índices de precipitação (mm) nos municípios das unidades epidemiológicas positivas e negativas para <i>Salmonella enterica</i> (B).....	80
<b>Figura 23.</b> Distribuição da altimetria no estado do Paraná e unidades epidemiológicas positivas e negativas para <i>Salmonella enterica</i> .....	81
<b>Figura 24.</b> Índices de altimetria nos municípios das unidades epidemiológicas positivas e negativas para <i>Salmonella enterica</i> (A).....	82
<b>Figura 25.</b> Índices de altimetria nos municípios das unidades epidemiológicas positivas e negativas para <i>Salmonella enterica</i> (B).....	82

## SUMÁRIO

<b>Introdução Geral.....</b>	<b>12</b>
Referências.....	14
<b>1 Salmoneloses aviárias: Caracterização, epidemiologia e legislação - Revisão bibliográfica</b>	
Resumo.....	17
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Características gerais do gênero <i>Salmonella</i> .....	20
Fatores epidemiológicos relacionados à <i>Salmonella</i> .....	21
Legislação Brasileira.....	25
Legislação Norte-americana e Europeia.....	28
Considerações finais.....	30
Referências.....	31
<b>2 Perfil epidemiológico de sorovares de salmonelas paratíficas isoladas em aviários de frangos de corte no estado do Paraná</b>	
Resumo.....	37
Abstract.....	38
Introdução.....	39
Material e Métodos.....	40
Resultados e Discussão.....	44
Conclusão.....	84
Referências.....	86
Considerações finais.....	91
Referências.....	92

## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é considerado destaque na avicultura de corte sendo o segundo maior produtor e o maior exportador de carne de frango do mundo. Em 2017 a produção total desta proteína foi de 13,05 mil toneladas sendo 33,1% deste número direcionado a exportações. Na região sul estão concentrados os principais estados do segmento, sendo o Paraná o maior produtor (34,32%), seguido de Santa Catarina (16,21%) e Rio Grande do Sul (13,82%). Em 2017 o Paraná também foi responsável por 37,20% das exportações brasileiras, o maior percentual do país (ABPA, 2018). Pela responsabilidade na produção de alimento seguro e de qualidade, se faz necessário um contínuo aprimoramento em todos os setores da cadeia produtiva, como instalações, manejo, nutrição, biossegurança, e o controle de patógenos importantes na avicultura e também na saúde pública, como é o caso da *Salmonella*.

As doenças transmitidas por alimentos são foco de grande preocupação para a indústria avícola. Entre elas está a salmonelose, enfermidade provocada por bactérias do gênero *Salmonella* considerada uma das principais zoonoses que afetam a saúde pública mundial. A presença destes micro-organismos em produtos avícolas representa uma importante barreira ao comércio internacional de alimentos (Back e Ishizuka, 2010).

A vigilância de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) no Brasil iniciou em 1999, sendo considerado surto um episódio em que duas ou mais pessoas apresentam os mesmos sintomas após a ingestão de água ou alimento da mesma origem. Surtos de DTA constituem eventos de saúde pública e requerem notificação compulsória imediata (em até 24 horas) de acordo com a Portaria nº 204 de 17 de fevereiro de 2016 (BRASIL, 2017). No Brasil, de 2000 a 2017 as bactérias representaram 95,9% da proporção de agentes etiológicos relacionados com os surtos de DTA, sendo a *Salmonella* a segunda maior incidência, depois da *Escherichia coli* (BRASIL, 2017). Em junho de 2018, dados atualizados deste mesmo período mostraram que a *Salmonella* foi o agente com maior número de notificações no país (BRASIL, 2018).

Considerando a complexidade epidemiológica da *Salmonella* e as diferenças na sua prevalência com base na localidade, o estabelecimento de medidas de

vigilância e identificação destas bactérias tanto em animais de produção quanto em seres humanos é importante para o desenvolvimento de programas eficazes de controle (Souza, 2012). Um estudo desenvolvido para avaliar a ocorrência e perfil de resistência de sorovares de *Salmonella* isolados em aviários do estado do Paraná, demonstrou que entre as 342 amostras de suabes de arrasto processadas, 39 eram positivas para *Salmonella* spp. Entre todas as amostras isoladas, a *S. Heidelberg* foi a mais frequente (12,82%), seguida de *S. Mbandaka* e *S. Newport* que representaram 10,25%. As *Salmonellas* Schwarzengrund, Enteritidis e Orion representaram cada uma 7,70% de frequência (Pandini et al., 2015).

Em 1994 foi instituído um programa oficial para controle de *Salmonella* spp. na avicultura brasileira, por meio da Portaria nº 193, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 1994). Esta portaria constituiu o Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA), com o objetivo de estabelecer metodologias de controle e erradicação das principais doenças que acometem as aves, como a Doença de Newcastle, Influenza Aviária, micoplasmoses e salmoneloses. Os sorotipos de *Salmonella* envolvidos neste programa foram: *Salmonella* Gallinarum, *Salmonella* Pullorum, *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Typhimurium (BRASIL, 2003).

Outras determinações relacionadas à *Salmonella*, no âmbito de monitoramento, são representadas pelas Instruções Normativas (IN's) Nº 10 de 11 de abril de 2013 e Nº 20, de 21 de outubro de 2016 estabelecidas pelo MAPA, que se referem à vigilância epidemiológica nos plantéis avícolas, principalmente aqueles considerados mais susceptíveis à introdução e disseminação de agentes patogênicos (BRASIL, 2013; BRASIL, 2016). Todos estes fatores demonstram a importância de um constante monitoramento no que se refere à ocorrência de *Salmonella* em frangos de corte através de mapeamentos epidemiológicos, com o propósito de averiguar a efetividade destas normativas na produção avícola.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi caracterizar a distribuição geográfica de diferentes sorovares de *Salmonella* em frangos de corte do estado do Paraná e verificar a existência de associações entre as variáveis estudadas e a ocorrência deste micro-organismo, bem como se existem particularidades epidemiológicas nos diferentes sorovares isolados.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Proteína Animal ABPA. **RELATÓRIO ANUAL 2018**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>>. Acesso em 13 de setembro de 2018.

BACK, A.; ISHIZUKA, M. M. Principais Doenças de notificação obrigatória da Organização Mundial de Saúde. In: Salmonelose aviária. 1 ed. São Paulo: **Fundação Cargill**, p.120-189, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 193, de 19 de setembro de 1994. Institui o Programa Nacional de Sanidade Avícola no âmbito da DAS e cria o Comitê Consultivo do Programa de Sanidade Avícola. **Diário Oficial da União**, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 78, de 3 de novembro de 2003. Aprovar as Normas Técnicas para Controle e Certificação de Núcleos e Estabelecimentos Avícolas como livres de *Salmonella Gallinarum* e de *Salmonella Pullorum* e Livres ou Controlados para *Salmonella Enteritidis* e para *Salmonella Typhimurium*. **Diário Oficial da União**, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 10, de 11 de abril de 2013. Define o programa de gestão de risco diferenciado baseado em vigilância epidemiológica e adoção de vacinas para os estabelecimentos avícolas considerados de maior susceptibilidade à introdução e disseminação de agentes patogênicos no plantel avícola nacional e para estabelecimentos avícolas que exerçam atividades que necessitam de maior rigor sanitário. **Diário Oficial da União**, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 20, de 21 de outubro de 2016. Estabelece o controle e o monitoramento de *Salmonella* spp. nos estabelecimentos avícolas comerciais de frangos e perus de corte e nos estabelecimentos de abate de frangos, galinhas, perus de corte e reprodução, registrados no Serviço de Inspeção Federal (SIF), com objetivo de reduzir a prevalência desse agente e estabelecer um nível adequado de proteção ao consumidor, na forma desta Instrução. **Diário Oficial da União**, 2016.

BRASIL. **Surtos de Doenças Transmitidas por alimentos no Brasil. Ministério da Saúde**. Maio de 2017. Disponível em <<http://portal.arquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/maio/29/Apresentacao-Surtos-DTA-2017.pdf>> Acesso em 05 de agosto de 2018.



BRASIL. **Surtos de Doenças Transmitidas por alimentos no Brasil. Ministério da Saúde.** Janeiro de 2018. Disponível em < <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/maio/29/Apresentacao-Surtos-DTA-2017.pdf>> Acesso em 05 de agosto de 2018.

SOUZA, A. Introduction to the special issue: Salmonella in foods: Evolution, strategies and challenges. **Food Research International**, v. 45, p. 451-454, 2012.

PANDINI, J. A. Ocorrência e perfil de resistencia antimicrobiana de sorotipos de Salmonella spp. isolados de aviários do Paraná, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, [s.l.], v. 82, p.1-6, 2015.

**CAPÍTULO 1:**  
**SALMONELOSES AVIÁRIAS: CARACTERIZAÇÃO, EPIDEMIOLOGIA E**  
**LEGISLAÇÃO – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

## 1. SALMONELOSES AVIÁRIAS: CARACTERIZAÇÃO, EPIDEMIOLOGIA E LEGISLAÇÃO – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### *Avian salmonellosis: characterization, epidemiology and legislation - bibliographical review*

#### RESUMO

As salmoneloses são enfermidades provocadas por bactérias do gênero *Salmonella* amplamente distribuídas na natureza. Com exceção da *Salmonella Pullorum* e *Salmonella Gallinarum* causadoras de septicemias e mortalidades nas aves, as salmonelas paratíficas como a *S. Enteritidis* e *S. Thyphimurium* dificilmente estão associadas a sinais clínicos significativos, porém são responsáveis por perdas econômicas e toxinfecções alimentares em pessoas. Entre os principais alimentos relacionados com casos de *Salmonella* estão os ovos, leite, carne bovina e carne de frango. Bactérias do gênero *Salmonella* são resistentes e podem acometer diferentes reservatórios, além de sobreviverem em diversos ambientes. Estes fatores facilitam a propagação e dificultam o controle destes micro-organismos. Considerando que o Brasil é o maior exportador de carne de frango do mundo, a compreensão da legislação e dos fatores epidemiológicos relacionados com a ocorrência de salmoneloses são fundamentais para o controle destes patógenos. Agências de controle como as Norte Americanas e Europeias também trabalham para identificar, controlar e prevenir riscos relacionados a doenças transmitidas por alimentos. Esta revisão tem como objetivo abordar particularidades, fatores epidemiológicos e legislativos nacionais e internacionais relacionados às salmonelas.

Palavras-chave: Exportação. Frangos. Controle. *Salmonella*.

## ABSTRACT

Salmonellosis is a disease caused by bacteria of the genus *Salmonella* widely distributed in nature. With the exception of *Salmonella Pullorum* and *Salmonella Gallinarum* causing septicemia and bird mortality, paratyphoid salmonelas such as *S. Enteritidis* and *S. Thyphimurium* are rarely associated with significant clinical signs but are responsible for economic losses and foodborne toxoinfections in humans. Among the main foods related to cases of *Salmonella* are eggs, milk, beef and chicken. Bacteria of the genus *Salmonella* are resistant and can affect different reservoirs, besides surviving in diverse environments. These factors facilitate the propagation and make it difficult to control these micro-organisms. As Brazil is the largest exporter of chicken meat in the world, the understanding of the legislation and the epidemiological factors related to the occurrence of salmonellosis are fundamental for the control of this pathogen. Control agencies such as the North American and European also work to identify, control and prevent risks related to foodborne diseases. This review aims to address particularities, epidemiological and national and international legislative factors related to *Salmonellas*.

Keywords: Export. Broilers. Control. *Salmonella*.

## INTRODUÇÃO

As salmoneloses são enfermidades bacterianas amplamente difundidas na indústria avícola, principalmente por serem consideradas uma das principais zoonoses que afetam a saúde pública mundial. O gênero *Salmonella* pertence à família *Enterobacteriaceae*, composta pelas espécies *S. enterica* e *S. bongori* (Brenner et al., 2000). A espécie *Salmonella enterica* é subdividida em seis subespécies: *enterica*, *salamae*, *arizonae*, *diarizonae*, *houtenae* e *indica* (Popoff et al., 2004), com mais de 2,600 sorovares conhecidos (EFSA, 2014).

Alguns sorovares afetam as aves causando três enfermidades diferentes (Berchieri Junior et al., 2009). Os sorovares Pullorum (Pulorose) que acomete comumente aves jovens e Gallinarum (Tifo Aviário) que está mais relacionado a aves adultas, estão associados a sinais de diarreia, septicemias e altos índices de mortalidades (Becker et al., 1964). Já o paratifo aviário acomete principalmente aves jovens que colonizam o intestino podendo atingir a corrente sanguínea e, dessa forma, pode ser identificado em outros órgãos como baço, fígado, coração, ovário e conteúdo cecal. Essa característica favorece a contaminação de carcaças e ovos (Revolledo, 2008).

Em 1895 Moore registrou o primeiro caso de infecção paratífica em aves. A partir disso, outros surtos de infecções entéricas em pombos foram descritos. Em função da melhoria nos procedimentos de cultura para isolamento de *Salmonella* e uma melhor definição das características dos membros pertencentes ao gênero, foi sugerida uma associação entre organismos paratíficos com doenças em todos os tipos de aves, bem como em outras espécies animais como o ser humano. Em 1948, Wilson relatou a ocorrência de 24 novos tipos de *Salmonella* isolados em casos de toxinfecções alimentares em seres humanos na Grã-Bretanha. Moran citou a *Salmonella* Typhimurium como a mais frequente em 1957 nos Estados Unidos. Até 1972, 25 sorovares de salmonelas paratíficas foram isoladas nos Estados Unidos (Becker et al., 1964).

A biossegurança é um importante fator relacionado ao controle destes agentes capazes de impactar negativamente a produtividade do plantel e/ou a saúde pública pois significa a instalação de um adequado nível de segurança dos seres vivos através da redução do risco de doenças agudas ou crônicas

(Araújo & Albino, 2001). Dentre os fatores relacionados com a patogenicidade desta bactéria nas aves estão o sorotipo envolvido, a susceptibilidade no plantel e a idade das aves (Derache et al., 2009).

Diante da importância das salmoneloses na avicultura e na saúde pública, informações relacionadas às particularidades, introdução e disseminação nos plantéis avícolas bem como as legislações que envolvem estas bactérias são relevantes para compreender o impacto destas enfermidades na produção avícola e na saúde pública. Frente a isso, o objetivo desta revisão foi abordar a importância das salmonelas paratíficas na saúde humana e animal e como a epidemiologia pode auxiliar no controle destas bactérias.

### **CARACTERÍSTICAS GERAIS DO GÊNERO *Salmonella***

O gênero *Salmonella* é assim denominado em homenagem ao microbiologista veterinário do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos Daniel Elmer Salmon (1850-1914), embora o primeiro isolamento de uma bactéria do gênero tenha sido feito por Smith (*Salmonella enterica* Choleraesuis) e a designação do gênero por Lignières (1900) (Becker et al., 1964).

O gênero *Salmonella* pertence à família *Enterobacteriaceae* e é composto pelas espécies *Salmonella enterica* e *Salmonella bongori* (Brenner et al., 2000) com mais de 2.600 sorotipos conhecidos (EFSA, 2014). Grande parte dos sorovares patogênicos de *Salmonella* spp. fazem parte da espécie *Salmonella enterica* e comumente são nomeados com base na localização geográfica ou na espécie onde foram isolados. A sorotipificação das salmonelas é importante pois permite a identificação de sorovares mais patogênicos bem como o estudo de fatores epidemiológicos que podem auxiliar no controle destes agentes na produção avícola (Rodrigues, 2011).

Dois destes sorovares são específicos de aves, responsáveis por ocasionar a Pulorose (*Salmonella Pullorum*) e o Tifo aviário (*Salmonella Gallinarum*), relacionadas a ocorrências de diarreias, septicemia e altos índices de mortalidade (Swayne et al., 2013). As salmonelas paratíficas são representadas por qualquer sorotipo do gênero, com exceção à *S. Pullorum* e *S.*

Gallinarum. A maioria dos sorovares de salmonelas paratíficas não afetam significativamente o desempenho zootécnico das aves, tendo caráter assintomático para o hospedeiro (Gast e Benson, 1995). Todavia, são capazes de colonizar o intestino podendo atingir a corrente sanguínea e dessa forma pode ser identificado em outros órgãos como baço, fígado, coração, ovário, gema e conteúdo cecal. Essa característica favorece a contaminação de carcaças e ovos (Revolledo, 2008) e representa problema para a saúde pública.

O termo “salmonelose” designa os vários grupos de infecções causadas por qualquer bactéria do gênero *Salmonella* que pertence à família *Enterobacteriaceae* (Back & Ishizuka, 2010). Bactérias do gênero *Salmonella* são amplamente distribuídas na natureza podendo afetar diferentes reservatórios, além de serem resistentes e sobreviverem em diversos tipos de ambientes. Essas características fazem com que essas bactérias sejam facilmente propagadas e seu controle dificultado (EFSA, 2014).

Diante da importância das salmonelas paratíficas na saúde pública, são necessários mais estudos que demonstrem as características de incidência destas bactérias e quais fatores podem favorecer o seu desenvolvimento para o estabelecimento de novos métodos de controle.

## **FATORES EPIDEMIOLÓGICOS RELACIONADOS À *Salmonella***

As salmoneloses são enfermidades bacterianas amplamente difundidas em todo o mundo, adaptada a uma variedade de ambientes e espécies animais (Sánchez-Vargas et al., 2011) sendo o trato intestinal o primeiro estágio na sequência de infecção, que pode culminar com a invasão de tecidos reprodutivos (Gast et al., 2005).

Além de animais domésticos (cães, gatos, aves e répteis), as salmonelas são comumente encontradas no ambiente de produção animal (suínos, bovinos e aves) e por consequência são frequentemente isoladas em alimentos de origem animal, sendo relacionada com surtos de doenças alimentares em todo o mundo. Entre os principais alimentos relacionados com casos de *Salmonella* estão os ovos, leite, carne bovina e carne de frango e a prevenção

da contaminação deste patógeno em produtos avícolas exige um conhecimento detalhado das principais fontes associadas à sua presença no sistema de produção (EFSA, 2014). No que se refere a outras doenças, apesar de incomuns em criações avícolas, alguns fatores parecem estar relacionados com a ocorrência de *Lysteria monocytogenes* em frangos de corte, que podem atuar como reservatórios infectando a cama e outros ambientes ao redor. Alguns fatores de risco foram associados à infecção por *Lysteria monocytogenes* ao final do ciclo produtivo em frangos de corte quando os produtores não respeitaram os limites de área suja e área limpa na entrada do aviário, quando não houve correta desinfecção, quando o controle de pragas era deficiente entre lotes e quando os funcionários do aviário transitavam em outros aviários. No mesmo estudo, foi demonstrado que entre outros fatores de risco, a presença de outros animais domésticos no ambiente da criação aumentou significativamente a infecção por *L. monocytogenes* em galinhas no final do período de postura (Aury et al., 2011).

Os frangos comerciais apresentam um ciclo médio de vida de 45 dias e, neste período podem veicular a bactéria a inúmeros focos, como ar, alimentação (Humphrey, 2000), água, cama, equipamentos, insetos, roedores e seres humanos (Cardoso & Tessari, 2008; Berchieri Junior, 2009). Além disso, a proximidade com outras aves da criação aumenta a probabilidade de transmissão horizontal (Akpabio, 2015). Na via vertical de transmissão, aves infectadas com salmonelas podem produzir ovos contaminados no conteúdo ou na superfície. Durante o processo de ovoposição os ovos são comumente afetados por contaminação fecal permitindo a penetração da bactéria pela casca e membrana que pode levar à contaminação do embrião (Gast et al., 2005). De acordo com Kottwitz e colaboradores (2008), a capacidade de transmissão transovariana e horizontal da *Salmonella* Enteritidis para os ovos resulta em grande disseminação e persistência deste sorovar na indústria avícola. Considerando sua facilidade de disseminação através das fezes (Plym Forshell & Wierup, 2006) e permanência no ambiente (Zancan et al., 2000), ovos incubáveis podem se tornar contaminados por *Salmonella* nos ninhos, logo após a postura, nas instalações de matrizes bem como nos caminhões e incubatório, o que caracteriza a transmissão horizontal deste micro-organismo (Cox et al., 2000).



A dificuldade em controlar estes agentes está relacionada com diversos fatores, entre eles a grande quantidade de sorovares, deficiência nas práticas de biossegurança e grande complexidade logística da indústria (Mead et al., 2010). Considerando o impacto econômico que as salmonelas paratíficas podem representar para a indústria, é necessário um adequado e rápido suporte para diagnóstico e sorotipagem destes agentes. A sorotipagem representa uma importante ferramenta epidemiológica na caracterização da *Salmonella enterica*, pois auxilia na determinação da prevalência e surgimento de sorotipos patogênicos em diferentes regiões (Pulido-Landínez, 2013). Isso é importante pois a ausência de informações sobre os sorovares das salmonelas dificulta os métodos de controle e tratamento eficazes (Dorneles et al., 2010).

Um estudo desenvolvido no leste da Espanha teve como objetivo determinar as principais fontes de infecção por *Salmonella* durante o ciclo produtivo de frangos de corte, além dos principais sorovares envolvidos. Diversas propriedades foram amostradas em diferentes momentos da criação, iniciando com amostras de poeira, superfícies e fezes antes e após limpeza e desinfecção. Durante o período de criação, foram coletadas amostras de água, roupas, botas, mecônios, forros de caixa de entrega dos pintinhos e rações. No dia da retirada das aves, amostras de poeira, superfícies, água, ração e fezes também foram coletadas. E por último, dois dias após o abate, roedores, moscas e besouros foram coletados para análise. Os resultados indicaram que todas as amostras analisadas estavam contaminadas com *Salmonella*, mas com prevalência variável. As amostras mais contaminadas relacionadas à produção avícola foram: caixa de entrega dos pintinhos (32,0%), amostras de fezes (31,2%), amostras de poeira (25,0%), botas (19,7%) e ração de comedouros (16,0%). Os fatores de risco mais importantes para a infecção por *Salmonella* foi a situação do galpão após limpeza e desinfecção, ração e pintos de um dia infectados. Neste estudo o sorovar mais frequente foi a *Salmonella* Enteritidis (52,9%). Estes resultados ressaltam que existem muitas fontes de contaminação e persistência de *Salmonella* na produção de frangos de corte e que elas necessitam ser estudadas para adoção de medidas de controle adequadas para estas bactérias (Marin et al., 2011).

No que se refere à doença em seres humanos, alguns sintomas são geralmente mencionados, como diarreia, febre, náuseas, vômitos e cólicas abdominais (EFSA, 2014). A doença pode durar de 2 a 7 dias, sendo este período variável de acordo com a situação imunológica do hospedeiro, da dose ingerida e da cepa relacionada (Silva, 2007). No entanto, devido à natureza multifatorial da transmissão da *Salmonella*, não é simples estabelecer uma correlação entre os sorotipos mais prevalentes em aves de produção e os mais comuns relatados em surtos envolvendo seres humanos (Voss-Rech et al., 2015).

Elevações na temperatura ambiente também parecem exercer influência em algumas doenças infecciosas em seres humanos, como a salmonelose, que parece seguir um padrão sazonal sugerindo associação com temperaturas mais altas (Hall et al. 2002). De acordo com Miraglia e colaboradores (2009), a sobrevivência e multiplicação das salmonelas no ambiente e nos alimentos é influenciada por temperaturas mais altas. Um estudo conduzido na Austrália teve como objetivo avaliar se existe uma relação entre a temperatura durante estações quentes e o número de notificações por *Salmonella*. Os resultados apontaram que existe um incremento de 1,3% no número total de casos de salmonelose em humanos quando houve pelo menos 1°C a mais na temperatura máxima da região. Este estudo indicou ainda que a *Salmonella* Infantis e Typhimurium foram alguns dos sorovares isolados considerados sensíveis aos efeitos da temperatura nas estações quentes (Milazzo et al., 2015). Diversas causas podem estar relacionadas com estes achados, incluindo o estresse nos animais de criação que poderia elevar as taxas de eliminação da bactéria e multiplicação no ambiente (Miraglia et al., 2009) bem como facilitar a transmissão em criações com condições de superlotação (Hall et al. 2002).

Diante disso, para a prevenção das salmoneloses são necessárias medidas de controle em todas as etapas da cadeia produtiva, além de cuidados no manuseio dos alimentos como a higiene na manipulação e cozimento adequado de produtos potencialmente contaminados (EFSA, 2014).

## LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

O Brasil é o maior exportador de carne de frango do mundo e atua em mais de 150 países (Pulido-Landínez, 2013). Em 2017 a produção no país foi de 13,05 mil toneladas, segundo maior índice depois dos Estados Unidos (18,59 mil de toneladas). No que se refere à exportação no mesmo ano, o Brasil apresentou o índice de 4.320 mil toneladas, superando os Estados Unidos com 3.317 mil toneladas (ABPA, 2018). Diante disso, por conhecer o impacto que as salmoneloses representam para a saúde pública, a indústria avícola brasileira busca maneiras de controlar estas bactérias para evitar prejuízos comerciais e problemas com a saúde pública.

Em 1994 foi instituído um programa oficial para controle de *Salmonella* spp. na avicultura brasileira, por meio da Portaria nº 193, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 1994). Esta portaria constituiu o Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA), com o objetivo de estabelecer metodologias de controle e erradicação das principais doenças que acometem as aves, como a Doença de Newcastle, Influenza Aviária, micoplasmoses e salmoneloses. Os sorotipos de *Salmonella enterica* envolvidos neste programa foram: *Salmonella Gallinarum*, *Salmonella Pullorum*, *Salmonella Enteritidis* e *Salmonella Typhimurium* (BRASIL, 2003).

Outras determinações relacionadas à *Salmonella*, são representadas pelas Instruções Normativas (IN's) Nº 10 de 11 de abril de 2013 (BRASIL, 2013) e Nº 20, de 21 de outubro de 2016 (BRASIL, 2016) estabelecidas pelo MAPA, que se referem à vigilância epidemiológica nos plantéis avícolas, principalmente aqueles considerados mais susceptíveis à introdução e disseminação de agentes patogênicos.

A IN 10 de 2013 propõe a gestão de risco diferenciado, embasada em vigilância epidemiológica e utilização de vacinas para os estabelecimentos avícolas considerados mais susceptíveis à introdução e disseminação de agentes patogênicos e para estabelecimentos que exerçam atividades que necessitem de maior rigor sanitário. São citados como exemplos nesta situação, os estabelecimento de corte e postura comercial que não se adequam aos procedimentos de registro, os de postura comercial com galpões convencionais

e sem telas, os estabelecimentos de recria de postura comercial não adequados aos procedimentos de registro, estabelecimentos avícolas destinados à produção de ovos férteis e aves vivas desta categoria, estabelecimentos avícolas que enviam aves para locais com aglomerações de outras aves como feiras, exposições, leilões, entre outros e estabelecimentos avícolas que enviam aves e ovos férteis para estabelecimentos de venda de aves vivas (BRASIL, 2013).

A vigilância epidemiológica para *Salmonella enterica* Enteritidis, Thyphimurium, Gallinarum e Pullorum referida nesta normativa não se aplica quando aves de um dia e ovos férteis forem provenientes de granjas de reprodução certificadas como livres para estes agentes patogênicos e vacinados para a doença de Newcastle (BRASIL, 2013).

Para o diagnóstico de salmonelas, as técnicas laboratoriais utilizadas englobam o isolamento em meio de cultura, detecção por métodos moleculares e identificação antigênica do agente. O Serviço Veterinário Oficial (SVO) pode solicitar a realização de colheitas aleatórias a qualquer momento nos estabelecimentos avícolas abrangidos pela referida IN, bem como o aumento no número de amostras a serem colhidas e o número de galpões a serem amostrados para salmonelas, com base em alguns critérios: medidas de biossegurança adotadas, ocorrência de casos suspeitos ou positivos na região ou no próprio estabelecimento, investigações epidemiológicas, divergência entre resultados do monitoramento instituído pela IN 10 de 2013 e outros testes laboratoriais executados pela empresa ou outras condições epidemiológicas pertinentes (BRASIL, 2013).

No Brasil, o Programa Nacional de Controle de Patógenos possibilita avaliar a prevalência de patógenos em produtos de origem animal oriundos de estabelecimentos vinculados ao Serviço de Inspeção Federal (SIF) para a promoção de medidas de controle e monitoramento (MAPA, 2018). No que se refere à *Salmonella*, esta determinação é representada pela IN nº 20, de 21 de outubro de 2016. A IN 20/2016 determina o controle e monitoramento de *Salmonella* spp. nos estabelecimentos avícolas comerciais de frangos e perus de corte e nos estabelecimentos de abate de frangos, galinhas, perus de corte e reprodução, registrados do Sistema de Inspeção Federal (SIF) com intuito de

diminuir a prevalência deste agente proporcionando um nível adequado de proteção ao consumidor de produtos avícolas. O controle inclui além do monitoramento dos plantéis, a verificação do status sanitário das aves de reprodução destinadas ao abate, monitoramento e controle de *Salmonella* spp. nos estabelecimentos de aves registrados no SIF, adoção de medidas específicas de controle para *Salmonella enterica* Enteritidis e Typhimurium, por serem considerados sorovares de grande importância para a saúde pública, adoção de medidas de controle específicos para *Salmonella enterica* Pullorum e Gallinarum por se tratarem de patógenos de grande importância na saúde animal, gestão de risco, com base no banco de dados dos sorovares de *Salmonella* spp. e revisão sistemática e periódica das ações de monitoramento e controle (BRASIL, 2016).

Para fins de controle de *Salmonella* nos plantéis, conforme regulamenta a IN 20, todos os lotes de frangos e perus serão submetidos a coletas de amostras para detecção do agente, com base na metodologia oficial. Os diagnósticos considerados positivos para *Salmonella enterica* Enteritidis, Typhimurium, Gallinarum e Pullorum em estabelecimentos comerciais de frangos e perus de corte serão encaminhados imediatamente ao Serviço Veterinário Estadual (SVE) onde está inserida a propriedade. Na ocasião da interpretação dos resultados dos ensaios laboratoriais para pesquisa de *Salmonella*, um núcleo será considerado positivo quando pelo menos um ensaio de qualquer galpão pertencente ao núcleo apresentar diagnóstico positivo para este agente patogênico. Quando um núcleo é considerado positivo para *Salmonella*, todo o lote de frangos ou perus de corte alojados no momento da coleta das amostras será considerado positivo independentemente do número de aves ou galpões existentes na propriedade (BRASIL, 2016).

Quando a indústria for notificada pelo SIF informando que durante o cumprimento do ciclo oficial foram identificados os sorovares de *Salmonella enterica* Typhimurium ou Enteritidis, deve ser feita uma investigação para identificar a causa, bem como adoção de um plano de ação para prevenção. Além disso, deve ser instituída uma revisão dos programas de autocontrole com o objetivo de retornar à conformidade em relação ao agente. É necessário ainda comprovar ao SIF as ações adotadas por meio de registros auditáveis em até

vinte dias a partir da data de notificação e solicitar intensificação das medidas de biossegurança (BRASIL, 2016).

O Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), o Departamento de Saúde Animal (DSA) e a Coordenação Geral de Laboratórios Agropecuários (CGAL) serão responsáveis pela avaliação, gestão e divulgação dos resultados no banco de dados do perfil genético dos sorovares de *Salmonella* spp. (BRASIL, 2016).

## LEGISLAÇÃO NORTE-AMERICANA E EUROPEIA

As agências de controle norte americanas como o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (United States Department of Agriculture - USDA) e Centros de Controle e Prevenção de Doenças (Centers for Disease Control and Prevention – CDC) também atuam no monitoramento de *Salmonella* em alimentos. O Foodnet é um projeto resultante da colaboração entre o Serviço de Inspeção e Segurança Alimentar (Food Safety and Inspection Service - FSIS) do USDA e a Administração de Alimentos e Drogas (Food and Drug Administration – FDA) para identificar, controlar e prevenir riscos de doenças transmitidas por alimentos. Em 2017 a FoodNet identificou 24.484 casos de infecção, 5.677 hospitalizações e 122 mortes. A *Salmonella* representou a segunda maior incidência (16 casos por 100.000 habitantes) atrás somente do *Campylobacter* (19,2). Entre os 6.373 isolados de *Salmonella enterica* totalmente sorotipados (89%) em 2017, os sorovares mais comuns foram Enteritidis, Typhimurium, Newport, Javiana e a variante monofásica de Typhimurium. A incidência de *Salmonella* parece estar associada tanto a alimentos quanto a outras exposições incluindo o contato com animais (Clarkson, 2010). Além da *Salmonella*, este projeto realiza vigilância ativa baseada em infecções diagnosticadas em laboratório causadas por *Campylobacter*, *Cryptosporidium*, *Cyclospora*, *Listeria*, *Escherichia coli* produtora de toxina Shiga (STEC), *Shigella*, *Vibrio* e *Yersinia* em 10 localidades que representam aproximadamente 15% da população dos Estados Unidos (Marder et al., 2018).

A União Europeia é um importante destino da carne de frango brasileira (ABPA, 2018) e possui um dos mais elevados padrões de segurança alimentar

do mundo, embasados nas legislações vigentes nos países membro. Estas exigências ocorrem principalmente no que se refere à carne de frango, com a monitoria dos resultados de *Salmonella*. Um dos métodos adotados para assegurar ações rápidas diante de quaisquer riscos à saúde pública detectados na cadeia alimentar é o Sistema de Alerta Rápido para Alimentos e Rações (RASFF, da sigla em inglês - Rapid Alert System for Food and Feed). Esta ferramenta foi criada em 1979 e permite um melhor fluxo de veiculação de informações entre os membros (Autoridades nacionais de segurança alimentar da União Europeia, Comissão, Autoridade Europeia para a Segurança alimentar (*European Food Safety Authority* - EFSA), África Oriental e Austral (Eastern and Southern Africa – ESA), Noruega, Islândia, Suíça e Liechtenstein), além de fornecer um serviço que atua por 24 horas para assegurar que as informações são recebidas e analisadas com efetividade. Informações obtidas por meio do RASFF possibilitam a retirada de produtos do mercado (RASFF, 2017).

A base jurídica do RASFF é o regulamento n.º 178/2002, que estabelece no artigo 50º o sistema de alerta rápido para alimentos e rações a uma rede dos estados vinculados, membros da comissão e gerentes do Sistema da Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (*European Food Safety Authority* – EFSA). Quando um membro da rede obter alguma informação sobre a provável existência de um risco para a saúde humana a partir de alimentos ou rações, esta será notificada à Comissão imediatamente no âmbito do RASFF e em seguida a todos os membros da rede (RASFF, 2017).

Na União Europeia, mais de 100.000 casos humanos são registrados a cada ano e a EFSA desempenha um importante papel na segurança dos consumidores, fornecendo apoio científico independente e orientações sobre aspectos relacionados à saúde humana e segurança alimentar no que se refere à *Salmonella*. Em 2014 foram notificados 91408 casos de salmonelose em 30 países da União Europeia, com 89.883 casos confirmados e uma taxa de notificação de 25,4 casos por 100.000 habitantes (ECDC, 2016).

No Brasil, os procedimentos realizados frente às notificações internacionais na detecção de *Salmonella* spp. em produtos de aves são respaldados pelo memorando nº 44/2018/CGI/DIPOA/MAPA/SDA/MAPA. Este documento preconiza que na ocorrência de um único RASFF associado a

*Salmonella* Typhimurium ou *Salmonella* Enteritidis, deve-se avaliar a possibilidade de auditoria no estabelecimento com foco nas medidas de controle, desclassificação de todos os produtos do mesmo lote amostrado na União Europeia, destinação para tratamento que inative o micro-organismo e verificação do cumprimento das medidas de controle impostas. A partir do 15º RASFF, relacionado à presença de salmonelas em produtos preparados de carne de aves e à base de carne de aves em um período de 6 meses, ocorre a suspensão cautelar da habilitação, produção e certificação sanitária na categoria de produtos relacionados à ocorrência e a desclassificação de produtos da mesma categoria estocada para a União Europeia. É instituído ainda, um processo de verificação do cumprimento das medidas de controle impostos na ocasião da notificação (BRASIL, 2018).

A *Salmonella* foi o patógeno mais relatado nos alimentos dos países membros da União Europeia (170 notificações) em 2016. A carne de frango é responsável pela maioria das notificações, mas alguns alertas também foram registrados com produtos de ovos contendo *Salmonella enterica* Enteritidis. Em 2016, ovos também representaram uma importante fonte de surtos de origem alimentar (RASFF, 2017). Entre os principais alimentos relacionados com casos de *Salmonella* estão o leite, carne bovina, ovos e carne de frango (EFSA, 2014).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O sistema intensivo de produção avícola favorece o aumento da produção e qualidade dos alimentos, entretanto possibilita a introdução e disseminação de inúmeros agentes patogênicos como a *Salmonella*. Considerando que a carne de frango e ovos são fontes importantes de veiculação de *Salmonella*, o controle destas bactérias na cadeia produtiva é essencial para reduzir a ocorrência de surtos da doença em seres humanos. Neste contexto, se os fatores epidemiológicos relacionados à prevalência de *Salmonella* em frangos de corte for melhor elucidado, existirá uma oportunidade de desenvolvimento de práticas na indústria avícola que amenizem os efeitos na saúde humana e animal.



## REFERÊNCIAS

AKPABIO U. Epidemiology of Poultry Salmonellosis: A review. **Journal of Veterinary Advances**, n. 5, v.5, p. 902-911, 2015.

Annual Epidemiological Report on Communicable Diseases in Europe. **European Centre for Disease Prevention and Control – ECDC – 2014**, 2016. Disponível em: <<https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/Salmonellosis%20%20Annual%20Epidemiological%20Report%202016%20%5B2014%20data%5D.pdf>> Acesso em 24 de março de 2019.

Annual Report © European Commission. **Health and Food Safety — RASFF — The Rapid Alert System for Food and Feed — 2016**, 2017. Disponível em: <[https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/rasff\\_annual\\_report\\_2016.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/rasff_annual_report_2016.pdf)> Acesso em 05 de junho de 2018.

ARAÚJO, W.A.G; ALBINO, L.F.T. Biossegurança nos incubatórios. Singapura: Comercial Incubation. **Singapura: Transworld Research Network**, cap.2, p.16-18, 2001.

Associação Brasileira de Proteína Animal ABPA. **RELATÓRIO ANUAL 2018**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>>. Acesso em 13 de setembro de 2018.

AURY, K. et al. Risk factors for *Listeria monocytogenes* contamination in French laying hens and broiler flocks. **Preventive Veterinary Medicine**, [s.l.], v. 98, n. 4, p.271-278, mar. 2011.

BACK, A.; ISHIZUKA, M. M. Principais Doenças de notificação obrigatória da Organização Mundial de Saúde. In: Salmonelose aviária. 1 ed. São Paulo: **Fundação Cargill**, p.120-189, 2010.

BECKER, E. R. et al. **Enfermedades de las aves. México: Union Tipografica Editorial Hispano-americana**, 1113 p., 1964.

BERCHIERI JUNIOR, A.; Freitas, O. C. N. Doenças das Aves: Enfermidades Bacterianas - Salmoneloses. 2. ed. Campinas: **Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**, 1104 p., 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 193, de 19 de setembro de 1994. Institui o Programa Nacional de Sanidade Avícola no âmbito da DAS e cria o Comitê Consultivo do Programa de Sanidade Avícola. **Diário Oficial da União**, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 78, de 3 de novembro de 2003. Aprovar as Normas Técnicas para Controle e Certificação de Núcleos e Estabelecimentos Avícolas como livres de *Salmonella* Gallinarum e de *Salmonella* Pullorum e Livres ou Controlados para *Salmonella* Enteritidis e para *Salmonella* Typhimurium. **Diário Oficial da União**, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 10, de 11 de abril de 2013. Define o programa de gestão de risco diferenciado baseado em vigilância epidemiológica e adoção de vacinas para os estabelecimentos avícolas considerados de maior susceptibilidade à introdução e disseminação de agentes patogênicos no plantel avícola nacional e para estabelecimentos avícolas que exerçam atividades que necessitam de maior rigor sanitário. **Diário Oficial da União**, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 20, de 21 de outubro de 2016. Estabelece o controle e o monitoramento de *Salmonella* spp. nos estabelecimentos avícolas comerciais de frangos e perus de corte e nos estabelecimentos de abate de frangos, galinhas, perus de corte e reprodução, registrados no Serviço de Inspeção Federal (SIF), com objetivo de reduzir a prevalência desse agente e estabelecer um nível adequado de proteção ao consumidor, na forma desta Instrução. **Diário Oficial da União**, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Memorando nº 44/2018/CGI/DIPOA/MAPA/SDA/MAPA. RASFF - Aves e Bovinos Padronização de Procedimentos. Cancela e substitui o Memorando nº 108/2017/CGI/DIPOA/MAPA/SDA/MAPA. **Diário Oficial da União**, 2018.

BRENNER, F.W.; VILLAR, R.G.; ANGULO, F.J.; TAUXE, R.; SWAMINATHAN, B. *Salmonella* Nomenclature. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 38, n. 7, p. 2465-2467, 2000.

CARDOSO, A. L. S. P.; TESSARI, E. N. C. Divulgação técnica – *Salmonella* na segurança dos alimentos. **Biológico**, v. 70, n. 1, p. 11-13, 2008.

CLARKSON, L. S. et al. Sporadic *Salmonella enterica* serotype Javiana infections in Georgia and Tennessee: a hypothesis-generating study. **Epidemiology And Infection**, [s.l.], v. 138, n. 03, p.340-346, 2010.

COX, N. A.; BERRANG, M. E.; CASON, J. A. *Salmonella* penetration of egg shells and proliferation in broiler hatching eggs – a review. **Poultry Science**, v. 79, n. 11, p. 1571-1574, 2000.

DERACHE, C. et al. Differential modulation of beta-defensin gene expression by *Salmonella* Enteritidis in intestinal epithelial cells from resistant and susceptible chicken inbred lines. **Developmental and Comparative Immunology**, v. 33, n. 9, p. 959-966, 2009.

DORNELES, C.; CORREA, J.M.; MENDES, S.; HAAS, S.; TIBA, M.L.; Campanher, R. Microbiological analysis of the foods involved in foodborne disease outbreaks occurring in the Rio Grande do Sul State, **Revista Brasileira de Biociências**, v.8, p. 44 –48, 2010.

EFSA (European Food Safety Authority). Scientific report of EFSA and ECDC: The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2012. **EFSA Journal**, v. 12, p. 3547, 2014.

GAST, R.K.; BENSON, S.T. The comparative virulence for chicks of *Salmonella* enteritidis phage type 4 isolates and isolates of phage types commonly found in poultry in the United States. **Avian Diseases**, v. 39, p. 567-574, 1995.

GAST, R. K., GUARD-BOULDIN, J., HOLT, P. S. The relationship between the duration of fecal shedding and the production of contaminated eggs by laying hens infected with strains of *Salmonella* Enteritidis and *Salmonella* Heidelberg. **Avian Diseases**, v. 49, p. 382–386, 2005.

HALL, G. V.; D'SOUZA, R. M; KIRK, M. D. Foodborne disease in the new millennium: out of the frying pan and into the fire? **Medical Journal of Australia**, v. 177: p. 614–618, 2002.

HUMPHREY, T. Public-health aspects of *Salmonella* infection. In *Salmonella* in Domestic Animals. Wray C and Wray A Eds. CABI Publishing, New York City. Pages 245-263 induction of the *Salmonella* pathogenicity island 2 type III secretion system and its role in intracellular survival. **Molecular Microbiology**, v. 30, p. 175-188, 2000.

KOTTWITZ, L. B. M; BACK, A.; Leão, J. A; ALCOCER, I; KARAN, M.; OLIVEIRA, T. C. R. M. Contaminação por *Salmonella* spp. em uma cadeia de produção de ovos de uma integração de postura comercial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.496-498, 2008.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento MAPA. **Anuário dos programas de controle de alimentos de origem animal do DIPOA 2018**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-animal/arquivos-publicacoes-dipoa/anuario-dipoa-v4>>. Acesso em 16 de janeiro de 2019.

MARDER, M. P. H. E. P.; GRIFFIN, P. M.; CIESLAK, P. R. et al., Preliminary Incidence and Trends of Infections with Pathogens Transmitted Commonly Through Food – Foodborne Diseases Active Surveillance Network, 10 U.S. Sites, 2006-2017. **MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 67, p.324-328, 2018.

MARIN, C. et al. Sources of *Salmonella* contamination during broiler production in Eastern Spain. **Preventive Veterinary Medicine**, [s.l.], v. 98, n. 1, p.39-45, 2011.

MEAD, G. et al. And the *salmonella* on raw poultry writing committee. Scientific and Technical Factors Affecting the Setting of *Salmonella* Criteria for Raw Poultry: A Global Perspective. **Journal of Food Protection**, v. 73, n. 8, p. 1566-1590, 2010.

MILAZZO, A. et al. The effect of temperature on different *Salmonella* serotypes during warm seasons in a Mediterranean climate city, Adelaide, Australia. **Epidemiology And Infection**, [s.l.], v. 144, n. 06, p.1231-1240, 2015.

MIRAGLIA, M. et al. Climate change and food safety: An emerging issue with special focus on Europe. **Food And Chemical Toxicology**, [s.l.], v. 47, n. 5, p.1009-1021, 2009.

PLYM FORSHELL, L; WIERUP, M. *Salmonella* contamination: a significant challenge to the global marketing of animal food products. **Revue Scientifique et Technique** (International Office of Epizootics), v. 25, n. 2, p. 541-554, 2006.

POPOFF, M.Y.; BOCKEMÜHL, J.; GHEESLING, L. L. Supplement 2002 (nº46) to the Kauffmann-White scheme. **Research in Microbiology**, Amsterdam, v. 155, n. 7, p. 568-570, 2004.

PULIDO-LANDÍNEZ, M. et al. Assignment of serotype to *Salmonella* enterica isolates obtained from poultry and their environment in southern Brazil. **Letters In Applied Microbiology**, [s.l.], p.288-294, 2013.

REVOLLEDO, L. Alternativas para o controle de *Salmonella*. IX Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 2008. Chapecó (SC). **Anais Chapecó**, p.95-110, 2008.

RODRIGUES, D.P. Perspectivas atuais e falhas no diagnóstico antigênico de *Salmonella* spp: importância no reconhecimento dos sorovares circulantes, emergentes e exóticos. **Seminário Internacional de Salmoneloses Aviárias**. Rio de Janeiro, 2011.

SWAYNE, D.E.; GLISSON, J.R.; MCDUGALD, L.R.; NOLAN, L.K.; SUAREZ, D.L.; Nair, V.L. **Diseases of Poultry**, Wiley, 1408 p., 2013.

SÁNCHEZ-VARGAS, F. M.; ABU-EL-HAIJA, M. A.; GÓMEZ-DUARTE, O.G. *Salmonella* infections: An update on epidemiology, management, and prevention. **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 9, n. 6, p. 263-277, 2011.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3ª Edição. São Paulo: Varela, 107 p., 2007.

VOSS-RECH, D. et al. A temporal study of *Salmonella enterica* serotypes from broiler farms in Brazil. **Poultry Science**, [s.l.], v. 94, n. 3, p.433-441, 2015.

ZANCAN, F. T.; BERCHIERI Jr.; A.; FERNANDES, S. A.; GAMA, N. M. S. Q. *Salmonella* investigation in transport boxes of day-old birds. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 31, p. 230-232, 2000.

**CAPÍTULO 2:**

**PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DE SOROVARES DE SALMONELAS  
PARATÍFICAS ISOLADAS EM AVIÁRIOS DE FRANGOS DE CORTE NO  
ESTADO DO PARANÁ**

**PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DE SOROVARES DE SALMONELAS  
PARATÍFICAS ISOLADAS EM AVIÁRIOS DE FRANGOS DE CORTE NO  
ESTADO DO PARANÁ**

*Epidemiological profile of sorovars of paratyphic salmonelas isolated of  
broiler aviaries in the state of Paraná*

**RESUMO**

Muitos fatores estão relacionados com a ocorrência de *Salmonella* em frangos de corte. As salmonelas paratíficas são responsáveis por infecções inespecíficas que afetam diversos animais incluindo os seres humanos. A epidemiologia das infecções por *Salmonella* em aves é complexa, dificultando a identificação da origem e disseminação da bactéria nos plantéis avícolas. O objetivo deste estudo foi caracterizar a distribuição geográfica de diferentes sorovares de *Salmonella* em unidades epidemiológicas do estado do Paraná e verificar a existência de associações entre as variáveis estudadas e a ocorrência ou não da enfermidade, bem como se existem particularidades epidemiológicas nos diferentes sorovares isolados. Foram analisadas 243 unidades epidemiológicas, sendo que 78 eram positivas e 165 negativas. A unidade epidemiológica era considerada positiva quando pelo menos um aviário tinha diagnóstico positivo. Os resultados apontaram que a infecção por *Salmonella enterica* neste estudo pode estar relacionada com uma maior densidade de aves nas instalações, proximidade entre unidades epidemiológicas positivas e negativas e altitude do município. A presença de outras espécies animais na unidade epidemiológica não influenciou na positividade para *Salmonella enterica* (OR=0,52, IC 95%=0,30-0,91 e P=0,022). As informações obtidas a partir deste trabalho sugerem alguns fatores relacionados com a positividade para *Salmonella enterica* e reforçam a importância da sorotipificação para a obtenção de outros dados epidemiológicos.

**Palavras-chave:** Distribuição geográfica. Densidade. Distância. Altitude.

*Salmonella enterica.*

## ABSTRACT

Many factors are related to the occurrence of *Salmonella* in broilers. Paratyphoid *Salmonella* are responsible for nonspecific infections affecting several animals including humans. The epidemiology of *Salmonella* infections in birds is complex, making it difficult to identify the origin and spread of the bacterium in poultry farms. The objective of this study was to characterize the geographical distribution of different serovars of *Salmonella* in epidemiological units of the Paraná State to verify the existence of associations between the studied factors and the occurrence or not of the infection and epidemiological aspects of different serovars isolated. A total of 243 epidemiological units were analyzed, of which 78 were positive and 165 were negative. The epidemiological unit was considered positive when at least one poultry house had a positive diagnosis. The results indicated that *Salmonella enterica* infection in this study may be related to a higher density of birds in the poultry farms, proximity between positive and negative epidemiological units and altitude of the municipality. The presence of other animal species in the epidemiological unit did not influence the positivity for *Salmonella enterica* (OR = 0.52, 95% CI = 0.30-0.91 and P = 0.022). The information obtained from this work points to some factors related to positivity for *Salmonella enterica* and reinforces the importance of serotyping to obtain other epidemiological data.

Keywords: Geographic distribution. Density. Distance. Altitude. *Salmonella enterica*



## INTRODUÇÃO

Bactérias do gênero *Salmonella* são amplamente distribuídas na natureza podendo afetar diferentes reservatórios, além de serem extremamente resistentes e sobreviverem em diversos tipos de ambientes. Essas características fazem com que essas bactérias sejam facilmente propagadas e seu controle torna-se dificultado (EFSA, 2014). A *Salmonella* é uma bactéria comumente presente no âmbito de animais de produção, sendo encontrada no intestino de suínos, aves e bovinos, mas que também pode estar presente em animais domésticos como cães, gatos, aves e répteis. O isolamento deste micro-organismo nas instalações dos animais de produção é frequente e, em decorrência disso, também está presente nos alimentos de origem animal (Derache et al., 2009).

De acordo com Elgroud et al. (2009), um dos principais fatores de risco associados à infecção por *Salmonella* nos plantéis avícolas é a densidade de animais, já que a excreção da bactéria pelas aves acometidas pode infectar todo o lote e até mesmo lotes próximos sem a presença de sinais clínicos aparentes (Pereira et al., 1999). A presença de outros animais além da criação avícola também pode representar um fator de risco para a infecção por *Salmonella enterica* em frangos de corte (Elgroud et al., 2009) pois o trânsito de pessoas entre uma criação e outra pode carrear as bactérias, favorecendo a disseminação do agente na propriedade (Bouquin et al., 2010).

Um estudo conduzido por Quinteiro-Filho et al. (2012), demonstrou que a combinação do estresse calórico e a infecção por *Salmonella* Enteritidis pode perturbar a barreira intestinal das aves, promover a migração da bactéria para outros órgãos e ocasionar inflamação intestinal, comprometendo o desempenho dos animais. Dessa forma, fatores ambientais como o aumento da temperatura ambiente ocasionado pelas variações climáticas e tipos de instalações, podem alterar o funcionamento do sistema imunológico e diminuir a resistência a infecções, prejudicando o desempenho das aves (Quinteiro-Filho et al., 2010).

A redução na prevalência de *Salmonella* em produtos avícolas requer conhecimento detalhado de todos os fatores de risco associados à sua presença no sistema de produção avícola (Marin et al., 2011). Diante da importância das salmoneloses na avicultura e na saúde pública, informações relacionadas à

epidemiologia destas bactérias são relevantes para compreender a evolução destes micro-organismos e outras particularidades, permitindo o desenvolvimento de novas metodologias de controle. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi caracterizar o perfil epidemiológico das salmonelas paratíficas isoladas em aviários de frangos de corte no estado do Paraná.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Origem dos dados**

Os dados foram fornecidos pelo Serviço Veterinário Oficial (SVO) do estado do Paraná, a partir de informações/laudos provenientes de visitas e coletas realizadas em unidades epidemiológicas não registradas e com baixa biossegurança, selecionadas ao acaso dentro deste grupo. Por definição, unidade epidemiológica “é a unidade física de produção avícola, composta por um ou mais aviários que alojam um grupo de aves da mesma espécie e idade. Possui manejo produtivo comum e deve ser isolado de outras atividades de produção avícola, por meio de barreiras físicas naturais ou artificiais, não devendo possuir estruturas e atividades alheias ao processo produtivo, como residências, veículos, plantações e outras criações no seu interior. Em estabelecimentos de postura comercial é admitida a existência de aves da mesma espécie em diferentes idades” (ADAPAR, 2017). Todos os parâmetros/procedimentos utilizados nas visitas estiveram em conformidade com as IN’s 56 de 04 de dezembro de 2007 (BRASIL, 2007), 10 de 11 de outubro de 2013 (BRASIL, 2013) e 20 de 21 de outubro de 2016 do MAPA (BRASIL, 2016).

### **Municípios estudados**

A pesquisa de *Salmonella enterica* em frangos de corte no Paraná foi desenvolvida entre janeiro de 2017 e maio de 2018, nos municípios onde estavam localizadas as unidades epidemiológicas sem registro e com baixa

biosseguridade. No total, foram analisadas 243 unidades epidemiológicas em 60 municípios, que representam 2,25% das unidades epidemiológicas do Paraná.

### **Coleta de amostras para análise de *Salmonella***

As amostras para pesquisa de *Salmonella* em cada unidade epidemiológica estudada foram coletadas pelo SVO e encaminhadas aos laboratórios oficiais e também por médicos veterinários habilitados e encaminhadas aos laboratórios credenciados. As amostras eram representadas por quatro suabes de arrasto, divididos em dois pools, contendo dois suabes de arrasto, umedecidos em meio de conservação (água peptonada tamponada 1%, solução fisiológica, solução de ringer ¼ ou outro meio de conservação seguro indicado pela Coordenação-Geral de Laboratórios Agropecuários, da Secretaria de Defesa Agropecuária, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - CGAL/SDA/MAPA), sendo que dois suabes contemplavam 50% da superfície do galpão, conforme determina a IN 20 de 21 de outubro de 2016 MAPA (BRASIL, 2016). As amostras foram armazenadas e conduzidas aos laboratórios para isolamento e identificação da *Salmonella*. De acordo com a legislação citada, a unidade epidemiológica era considerada positiva quando pelo menos um aviário tinha diagnóstico positivo.

### **Coleta das informações epidemiológicas**

As informações epidemiológicas foram coletadas pelo Sistema de Defesa Sanitária Animal da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR), como tipo de exploração e densidade avícola no estado do Paraná. Foram coletados também os dados da presença de outras espécies animais (suínos, bovinos de leite, bovinos de corte, equinos, cães, peixes, gatos, ovinos, caprinos, muares, aves de subsistência e asininos) dentro das unidades epidemiológicas com a finalidade de identificar se existe associação entre este fator e a positividade para *Salmonella enterica*, que foram analisados de forma generalista (todos os positivos) e também a partir dos sorovares. Por fim, buscou-se a densidade avícola na unidade epidemiológica (número de aviários,

capacidade de alojamento e média de alojamento por aviário) e densidade de outras criações avícolas no entorno (número de aviários, aves de reprodução, ovos de incubação, aves de postura e frangos de corte) que poderiam oferecer risco à infecção por *Salmonella enterica*. Para a definição dos cercos utilizou-se a ferramenta de geoprocessamento disponível no sistema da ADAPAR. Considerando que a maioria das unidades epidemiológicas estavam localizadas dentro do cerco de 5km, este raio foi adotado em outras análises deste estudo como ponto de partida.

### **Análise espacial**

No sistema da ADAPAR foram obtidas as coordenadas geográficas das unidades epidemiológicas. Estas informações foram adicionadas ao banco de dados das variáveis epidemiológicas possibilitando a sua representação em mapas temáticos. Os mapas foram construídos com o auxílio do programa ArcGIS versão 10.4.

Para avaliar o grau de influência e potencial de dispersão entre os casos positivos para *Salmonella enterica* no estado do Paraná, utilizou-se a análise de densidades de Kernel, bastante empregada em epidemiologia para visualização e interpretação de informações representadas por pontos. Esta análise fornece uma superfície contínua a partir de um conjunto de pontos sobre a região estudada, estimando a quantidade de eventos por unidade de área (Cromley & McLafferty, 2002). Os raios de análise de densidade utilizados foram 5km, 10km, 20km, 35km, 50km e 75km, sendo o primeiro, segundo e terceiro raio categorizados nas análises de distância deste estudo. Os raios de 10km e 75km foram adotados aleatoriamente para visualização das densidades em diferentes panoramas.

A análise de distâncias entre unidades epidemiológicas positivas e negativas, entre unidades epidemiológicas e a sede do município e entre unidades epidemiológicas rios e rodovias foi realizada a partir de dados de média, mínimo e máximo, sendo estes parâmetros também submetidos à análise estatística para dois grupos independentes. Para a obtenção das distâncias entre unidades epidemiológicas considerou-se o ponto mais próximo negativo ou

positivo, permitindo ainda determinar os potenciais de transmissibilidade (positivos para negativos) e vulnerabilidade (negativos para positivos).

A avaliação do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e de fatores ambientais (temperatura, precipitação e altimetria médias) nas regiões estudadas foi realizada com base nas informações dos municípios a partir de dados de média, mediana e desvio padrão, além da análise estatística para dois grupos independentes (Chediek et al., 2013).

De forma generalista, a análise espacial das unidades epidemiológicas possibilitou avaliar se existem aspectos que estão presentes em municípios com unidades epidemiológicas positivas que não estão presentes na região daquelas negativas para *Salmonella enterica*.

### **Análise estatística**

O banco de dados foi elaborado a partir das informações coletadas no sistema da ADAPAR e dos resultados obtidos pelas análises de geoprocessamento. As variáveis analisadas foram divididas em grupos, conforme abaixo:

1 - Variáveis qualitativas: Presença/ausência de outros animais na unidade epidemiológica (ovinos, caprinos, equinos, muares, asininos, bovinos de corte, bovinos de leite, suínos, aves de subsistência, peixes, cães e gatos). Para estes parâmetros foi utilizado o teste de qui-quadrado. A intensidade de associação do fator de risco presença/ausência de outros animais foi avaliada a partir da razão de chances (*odds ratio*) e o seu intervalo de confiança correspondente. O valor de *odds ratio* (OD) demonstra a força de associação entre os expostos ao fator de estudo (doença) (GLAS et al., 2003).

2 - Variáveis quantitativas: Capacidade de alojamento (número bruto de aves alojadas), quantidade de aviários (número bruto), média de aves alojadas por aviário na unidade epidemiológica entre positivos e negativos, densidade de aves no entorno (número bruto de aves alojadas), distâncias entre unidades epidemiológicas positivas e entre unidades epidemiológicas e rodovias/rios/sede do município (quilômetros), além do estudo do IDHM (muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto), temperatura média anual (°C), precipitação (milímetros) e

altimetria (metros) dos municípios. Nestas análises os dados foram submetidos ao teste de normalidade e quando paramétricos foi aplicado o teste T de Student e o teste de Mann Whitney para as variáveis não paramétricas, interpretados considerando o nível de significância de 5%. Os dados foram também submetidos à análise descritiva para cálculo de médias e frequências.

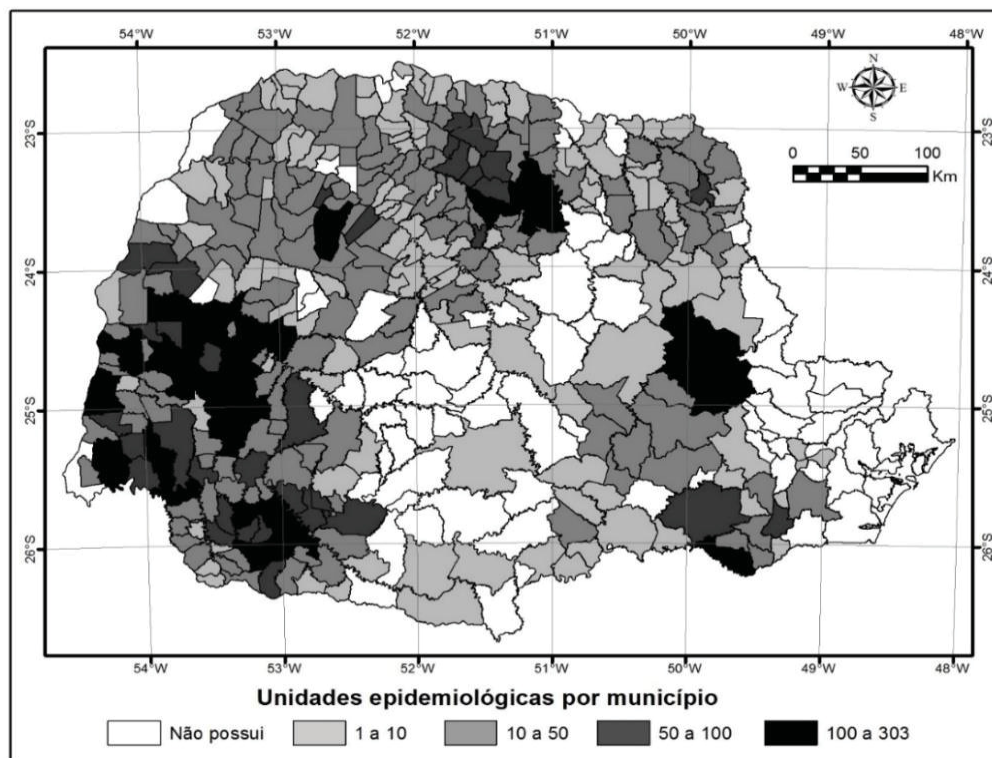
Todos os resultados obtidos foram analisados pelo programa estatístico IBM SPSS Statistics 21.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### CARACTERIZAÇÃO AVÍCOLA DO ESTADO DO PARANÁ

A Figura 1. representa a densidade avícola no estado do Paraná no que se refere a frangos de corte. No estado, são 399 municípios com 10.804 unidades epidemiológicas avícolas e 18.974 aviários distribuídos em 81,20% do estado.

FIGURA 1 - DENSIDADE AVÍCOLA NO ESTADO DO PARANÁ DIRECIONADA A FRANGOS DE CORTE (UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS)



FONTE: O autor (2019).

## Identificação dos municípios estudados

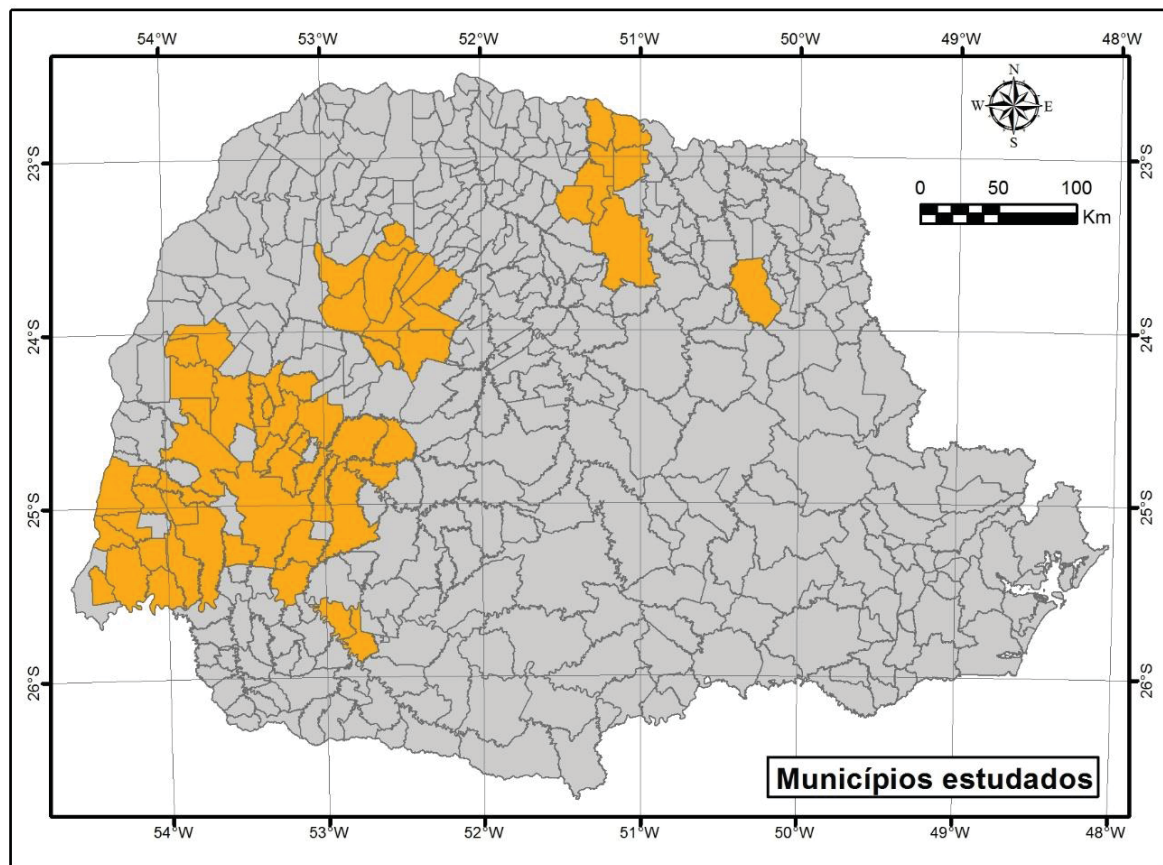
Na Tabela 1 e Figura 2 são apresentadas as descrições das regiões estudadas no estado do Paraná.

TABELA 1 - DADOS DA DISTRIBUIÇÃO DE ESTUDO NO ESTADO DO PARANÁ

Municípios no Paraná	Municípios estudados	Unidades epidemiológicas no Paraná	Unidades epidemiológicas estudadas
399	60	10804	243

FONTE: O autor (2019).

FIGURA 2 - IDENTIFICAÇÃO DOS MUNICÍPIOS ESTUDADOS NO ESTADO PARANÁ

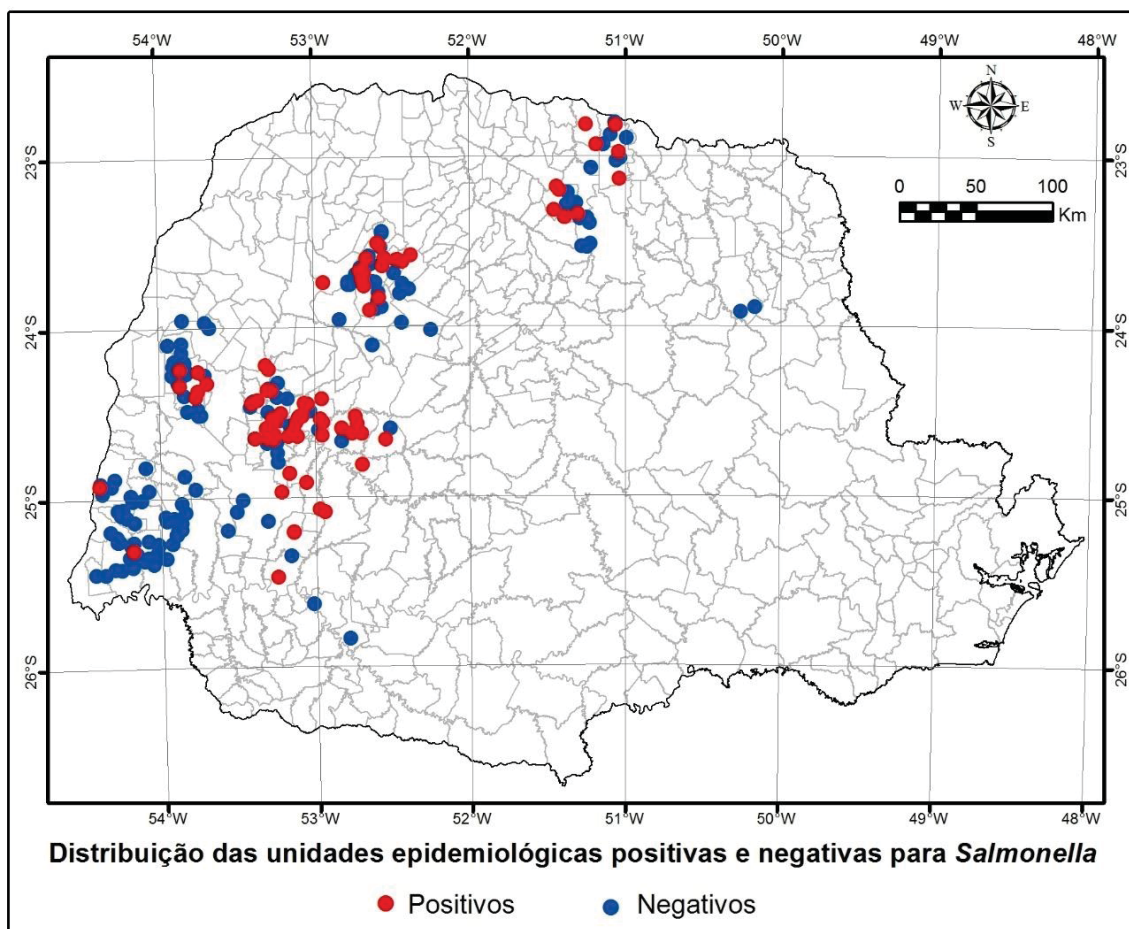


FONTE: O autor (2019).

## Identificação dos casos positivos e negativos

Foram identificadas 78 unidades epidemiológicas positivas dentro das 243 unidades epidemiológicas estudadas. O percentual de positividade, portanto, foi de 32,10% (Figura 3). Em estudo desenvolvido por Pandini e colaboradores (2015) no Paraná, das 342 amostras de suabe de arrasto provenientes de unidades epidemiológicas do estado, 11,4% foram positivas para *Salmonella enterica*. Esta diferença pode ser atribuída a uma análise mais criteriosa após a implementação da Instrução Normativa 20 de 21 de outubro de 2016 (BRASIL, 2016).

FIGURA 3 - IDENTIFICAÇÃO DE UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA *SALMONELLA ENTERICA*



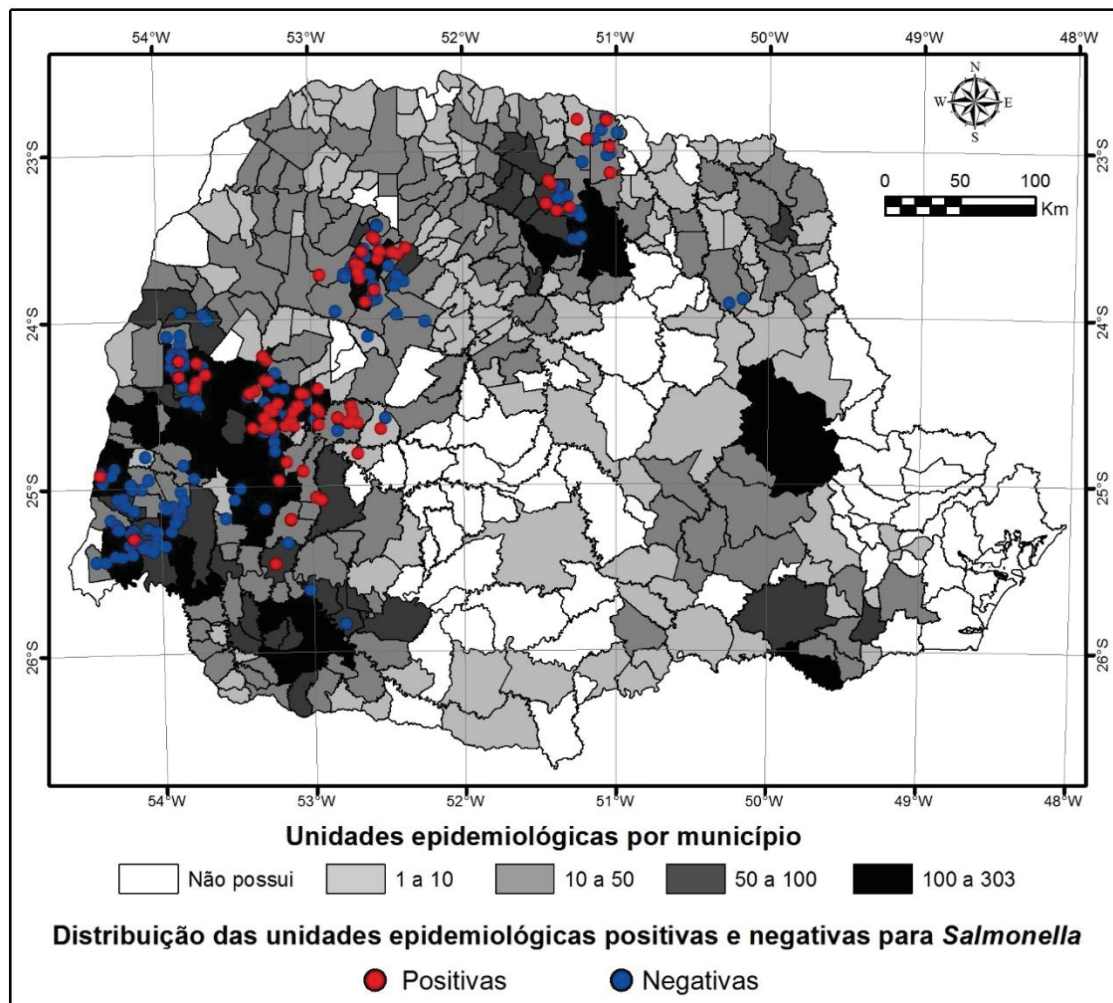
FONTE: O autor (2019)

Na Figura 4, as unidades epidemiológicas positivas e negativas estão distribuídas e sobrepostas ao dado de densidade avícola do estado, porém,



visualmente não é possível estabelecer relação entre a densidade de aves e a positividade para *Salmonella*.

FIGURA 4 - DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA *SALMONELLA ENTERICA* SOBREPOSTAS AO DADO DE DENSIDADE AVÍCOLA NO ESTADO



FONTE: O autor (2019).

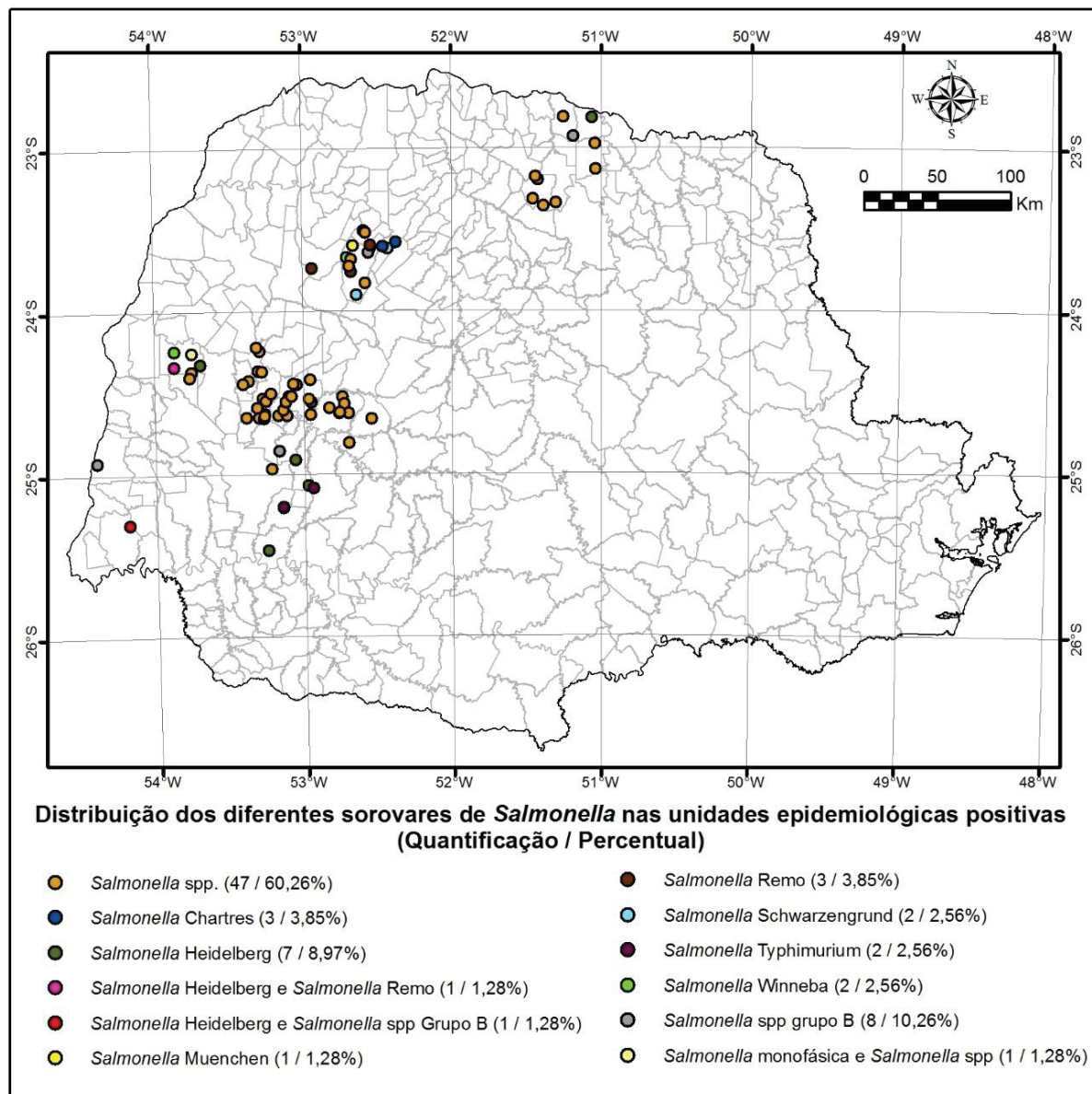
Notou-se que os as unidades epidemiológicas estudadas estão localizadas em municípios situados predominantemente nas regiões norte, noroeste, oeste, sudoeste e nordeste do Paraná (Figura 4).

## Sorovares isolados

A Figura 5 representa a distribuição e quantificação dos sorovares identificados nas unidades epidemiológicas positivas. A *Salmonella* spp. foi a mais frequente entre os casos positivos (60,26%), diferença que pode ser atribuída ao tipo de análise laboratorial realizada, que se restringiu à identificação da presença da *Salmonella enterica* e não aos seus sorovares. A segunda maior frequência foi representada pela *Salmonella* spp. grupo B (10,26%), que representa um grupo específico de sorovares (Typhimurium, Schwarzengrund, Agona, etc.) (Popoff et al., 1996) seguida da *Salmonella Heidelberg* com 8,97%.

De acordo com os resultados obtidos por Pandini et al. (2015), o sorovar mais frequente isolado em aviários de frangos de corte no estado do Paraná foi a *Salmonella Heidelberg* (12,82%), seguido por Mbandaka e Newport (10,25% cada), Schwarzengrund, Enteritidis, Livingstone e Orion, com 7,70% de frequência cada. Os sorovares Heidelberg e Schwarzengrund são comuns nos dois estudos.

FIGURA 5 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA OCORRÊNCIA DOS SOROVARES DE *SALMONELLA* NA ÁREA DE ESTUDO



FONTE: O autor (2019).

### Análise de fatores de risco para infecção por *Salmonella* – contato com outros animais

A presença de outros animais além da criação avícola também pode representar um fator de risco para a infecção por *Salmonella enterica* (Elgroud

et al., 2009) em frangos de corte. Isso por que entre outros fatores, o trânsito de pessoas em uma criação e outra pode carrear as bactérias, favorecendo a disseminação do agente na propriedade (Bouquin et al., 2010).

No presente estudo, entre as unidades epidemiológicas que possuem outros animais, 24,5% são positivas e 75,5% negativas. Considerando aquelas que não possuem, 38,3% são positivas e 61,7% negativas. O maior percentual de unidades epidemiológicas com outros animais é representado pelas negativas, e quando se analisa o *odds ratio* confirma-se que não houve associação estatisticamente significativa entre o isolamento de *Salmonella* e o contato com outros animais (OR=0,52, IC 95%=0,30-0,91 e P=0,022). Outros estudos (Bouwknegt et al., 2004; Elgroud et al., 2009) apresentaram que as propriedades com a presença de outros animais seriam mais predispostas à positividade para bactérias patogênicas em relação àquelas que não possuem outros animais na propriedade (Tabela 2). A fraca competitividade da *Salmonella* frente a outros micro-organismos já descrita pode ser uma explicação para estes achados (Aho, 1992; Barrow, 2000), podendo resultar em baixa prevalência de infecção no lote (Arnold et al., 2005). Além disso, a liberação intermitente da *Salmonella enterica* pelas aves, acarreta na sua eliminação em pequenas quantidades pelas fezes, o que dificulta sua detecção (Barrow, 2000). Sob outra perspectiva, a resistência bacteriana é variável às condições ambientais adversas e pode dificultar o isolamento de *Salmonella enterica*, principalmente quando se analisa unidades epidemiológicas de baixa biossegurança, como é o caso deste estudo. Isso se deve à grande quantidade de outras espécies de bactérias no ambiente (principalmente lácteas) contra as quais a *Salmonella* tem baixa capacidade competidora (Boni et al., 2011).

TABELA 2 - PRESENÇA DE OUTROS ANIMAIS NAS UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS  
POSITIVAS E NEGATIVAS

<i>Salmonella</i>					
Fator de exposição	Positivo	Negativo	Total	OR	P Valor
Contato com suínos					
Sim	10 (25,0%)	30 (75,0%)	40 (100,0%)	0,66 (0,31-1,43)	0,293
Não	68 (33,5%)	135 (66,5%)	203 (100,0%)		
Contato com bovinos leite					
Sim	15 (24,6%)	46 (75,4%)	61 (100,0%)	0,62 (0,32-1,19)	0,147
Não	63 (34,6%)	119 (65,4%)	182 (100,0%)		
Contato com bovinos corte					
Sim	21 (31,8%)	45 (68,2%)	66 (100,0%)	0,98 (0,54-1,80)	0,954
Não	57 (32,2%)	120 (67,8%)	177 (100,0%)		
Contato com equinos					
Sim	5 (23,8%)	16 (76,2%)	21 (100,0%)	0,63 (0,22-1,80)	0,395
Não	73 (32,9%)	149 (67,1%)	222 (100,0%)		
Contato com cães					
Sim	3 (20,0%)	12 (80,0%)	15 (100,0%)	0,51 (0,14-1,86)	0,300
Não	75 (32,9%)	153 (67,1%)	228 (100,0%)		
Contato com peixes					
Sim	2 (14,3%)	12 (85,7%)	14 (100,0%)	0,33 (0,07-1,53)	0,141
Não	76 (33,2%)	153 (66,8%)	229 (100,0%)		
Contato com gatos					
Sim	2 (25,0%)	6 (75,0%)	8 (100,0%)	0,69 (0,13-3,53)	0,662
Não	76 (32,3%)	159 (67,7%)	235 (100,0%)		
Contato com ovinos					
Sim	2 (25,0%)	6 (75,0%)	8 (100,0%)	0,69 (0,13-3,53)	0,662
Não	76 (32,3%)	159 (67,7%)	235 (100,0%)		
Contato com caprinos					
Sim	2 (40,0%)	3 (60,0%)	5 (100,0%)	1,42 (0,23-8,68)	0,702
Não	76 (31,9%)	162 (68,1%)	238 (100,0%)		
Contato com muarees					
Sim	0 (0,0%)	1 (100,0%)	1 (100,0%)	*	1,00
Não	78 (32,2%)	164 (67,8%)	242 (100,0%)		
Contato com aves de subsistência					
Sim	0 (0,0%)	1 (100,0%)	1 (100,0%)	*	1,00
Não	78 (32,25%)	164 (67,8%)	242 (100,0%)		
Contato com asininos					
Sim	1 (100,0%)	0 (0,0%)	1 (100,0%)	*	0,321
Não	77 (31,8%)	165 (68,2%)	242 (100,0%)		
Presença/Ausência de outros animais					
Presença	27 (24,5%)	83 (75,5%)	110 (100,0%)	0,52 (0,30-0,91)	0,022
Ausência	51 (38,3%)	82 (61,7%)	133 (100,0%)		

\* Não foi possível calcular o *odds ratio*

FONTE: O autor (2019)

A Tabela 3. representa a distribuição dos sorovares em relação às unidades epidemiológicas que possuem ou não outros animais além das aves comerciais (frangos de corte).

TABELA 3 - DISTRIBUIÇÃO DOS SOROVARES EM RELAÇÃO À PRESENÇA OU NÃO DE OUTROS ANIMAIS

Sorovares isolados	Presença de outros animais	Ausência de outros animais
<i>Salmonella</i> spp.	12	35
<i>Salmonella</i> Heidelberg	4	3
<i>Salmonella</i> spp. Grupo B	3	5
<i>Salmonella</i> Remo	2	1
<i>Salmonella</i> Typhimurium	2	0
<i>Salmonella</i> Winneba	2	0
<i>Salmonella</i> Schwarzengrund	1	1
<i>Salmonella</i> Heidelberg e <i>Salmonella</i> Remo	1	0
<i>Salmonella</i> Chartres	0	3
<i>Salmonella</i> Muenchen	0	1
<i>Salmonella</i> Heidelberg e <i>Salmonella</i> spp. Grupo B	0	1
<i>Salmonella</i> monofásica e <i>Salmonella</i> spp.	0	1
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>51</b>

FONTE: O autor (2019)

Nesta análise, observou-se que dois sorovares estão somente presentes em unidades epidemiológicas com ausência de outros animais (*Salmonella* Chartres e *Salmonella* Muenchen), além da associação de *Salmonella* Heidelberg e *Salmonella* spp. Grupo B e associação de *Salmonella* monofásica e *Salmonella* spp. que também foram observadas em unidades epidemiológicas que não possuíam outros animais.

Quando se analisa a distribuição dos sorovares e os animais, considerando somente unidades epidemiológicas positivas que possuíam outros animais (Tabela 4), observou-se que o maior percentual das unidades epidemiológicas com *Salmonella* spp. (83,3%) possuíam bovinos de corte além da criação avícola. No que se refere à *Salmonella* Heidelberg, não houve superioridade de frequência, mas o percentual de 50,0% esteve presente em bovinos de corte e bovinos de leite.

TABELA 4 - DISTRIBUIÇÃO DOS SOROVARES EM RELAÇÃO À PRESENÇA DE OUTROS ANIMAIS NAS UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS (ESTRATIFICAÇÃO)

	Sorovares									
	n=12	n=4	n=3	n=2	n=2	n=2	n=1	n=1	n=1	n=1
<b>Contato com outros animais</b>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Salmonella</i> Heidelberg	<i>Salmonella</i> spp. Grupo B	<i>Salmonella</i> Remo	<i>Salmonella</i> Typhimurium	<i>Salmonella</i> Winneba	<i>Salmonella</i> Schwarzengrund	<i>Salmonella</i> Heidelberg e	<i>Salmonella</i> Remo	
<b>Suíños</b>	4 (33,3%)	1 (25,0%)	2 (66,6%)	1 (50,0%)	0 (00,0%)	1 (50,0%)	0 (00,0%)	1 (100,0%)	1 (100,0%)	
<b>Bovinos leite</b>	7 (58,3%)	2 (50,0%)	1 (33,3%)	1 (50,0%)	2 (100,0%)	1 (50,0%)	0 (00,0%)	1 (100,0%)	1 (100,0%)	
<b>Bovinos corte</b>	10 (83,3%)	2 (50,0%)	2 (66,6%)	2 (100,0%)	1 (50,0%)	2 (100,0%)	1 (100,0%)	1 (100,0%)	1 (100,0%)	
<b>Equinos</b>	4 (33,3%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	1 (50,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	
<b>Cães</b>	0 (00,0%)	1 (25,0%)	1 (33,3%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	1 (50,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	
<b>Peixes</b>	1 (08,3%)	1 (25,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	
<b>Gatos</b>	0 (00,0%)	0 (00,0%)	1 (33,3%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	1 (50,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	
<b>Ovinos</b>	1 (08,3%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	1 (50,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	
<b>Caprinos</b>	2 (16,6%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	
<b>Muare</b>	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	
<b>Aves de subsistência</b>	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	
<b>Asininos</b>	1 (08,3%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	0 (00,0%)	

\* Os totais somam mais de 100% porque cada unidade epidemiológica poderia ter mais de uma espécie animal

FONTE: O autor (2019).

Recentemente, o Centro de controle e prevenção de doenças (Centers for Disease Control and Prevention – CDC) reportou um surto de infecções por *Salmonella* Heidelberg multirresistente associada ao contato com bovinos leiteiros. Um total de 56 pessoas infectadas com o sorovar Heidelberg foram identificadas em 15 estados dos Estados Unidos entre 2015 e 2017. Evidências epidemiológicas e laboratoriais indicaram que o contato com bezerros incluindo os leiteiros foi a provável causa deste surto (CDC, 2018).

Embora não se obteve plausibilidade biológica neste estudo e considerando que a estatística não determina necessariamente a relação causal, estes dados possibilitam o estudo de novas evidências acerca desta hipótese.

### **Análise de fatores de risco para infecção por *Salmonella* – Densidade avícola na unidade epidemiológica**

Um dos principais fatores de risco associados à infecção por *Salmonella* nos plantéis avícolas é a densidade de animais (Elgroud et al., 2009), já que a excreção da bactéria pelas aves acometidas pode infectar todo o lote e até mesmo lotes próximos sem a presença de sinais clínicos aparentes (Pereira et al., 1999). Desta forma, a concentração de aves nas unidades epidemiológicas pode estar relacionada à infecção por *Salmonella enterica*. Diante disso, com a finalidade de avaliar a diferença entre densidade avícola na unidade epidemiológica positiva e negativa para *Salmonella*, analisou-se a quantidade de aviários, capacidade de alojamento e média de alojamento por aviário. A Tabela 5. e Figura 6 demonstram estes parâmetros considerando as unidades epidemiológicas positivas e negativas.

A média de número de aviários nas unidades epidemiológicas positivas (1,83) e negativas (1,78) foi próxima e não houve diferença estatística pelo teste de Mann-Whitney. No que se refere à capacidade de alojamento, a média em unidades epidemiológicas positivas (42.491 aves) foi superior às negativas (38.086 aves), porém não houve diferença estatística neste parâmetro. Quando se analisou a média de alojamento por aviário, também existiu superioridade numérica para unidades epidemiológicas positivas (23.757 aves) em relação às



negativas (20.954 aves) sendo esta diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

A Figura 6. ilustra os resultados obtidos nos parâmetros citados anteriormente, possibilitando observar que os dados de número de aviários nas unidades epidemiológicas positivas e negativas ficaram bem concentrados ao redor da mediana. Esta homogeneidade também foi constatada no parâmetro de capacidade de alojamento, com sutil variação nas unidades epidemiológicas positivas. No que se refere à média de alojamento por aviário, os dados ficaram concentrados ao redor da mediana em unidades epidemiológicas negativas e nas positivas foram mais heterogêneos.

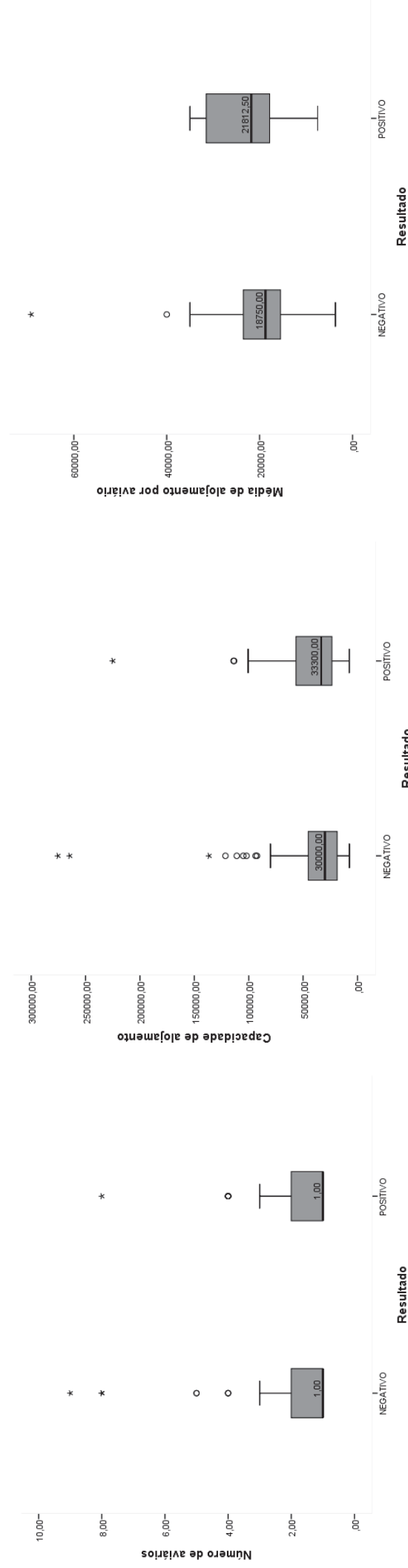
Foi observado que tanto em unidades epidemiológicas positivas quanto negativas para *Salmonella*, existiu a predominância de somente um aviário por unidade epidemiológica. Porém, a capacidade de alojamento em unidades epidemiológicas positivas é superior às negativas, assim como a média de alojamento por aviário. A significância estatística neste último parâmetro sugere que a maior quantidade de aves alojadas por aviário pode aumentar a incidência de *Salmonella enterica*.

TABELA 5 - DENSIDADE AVÍCOLA EM UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS

Alojamento	Positivos			Negativos			P Valor
	Média	Mediana	DP	Média	Mediana	DP	
Número de aviários	1,83	1,00	1,19	1,78	1,00	1,22	0,724
Capacidade de alojamento	42491,09	33300,00	31309,24	38086,38	30000,00	34916,41	0,058
Média de alojamento por aviário	23757,90	21812,50	7869,47	20954,97	18750,00	8225,14	0,005

FONTE: O autor (2019).

FIGURA 6 - DENSIDADE AVÍCOLA EM UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA SALMONELLA ENTERICA



FONTE: O autor (2019).

Quando se analisou a densidade de aves nas unidades epidemiológicas positivas em conjunto com os sorovares isolados (Tabela 6) constatou-se que houve superioridade numérica da *Salmonella* spp. naquelas que possuíam, 1, 2, 3 e 4 aviários. Vale ressaltar novamente, que este fato pode ser explicado à limitação das análises realizadas que não permitiram a estratificação dos sorovares, concentrando o número de isolados para a *Salmonella* spp., que poderia ter um impacto diferente nesta análise. A única unidade epidemiológica com 8 aviários, foi positiva para *Salmonella* Heidelberg.

TABELA 6 - RELAÇÃO ENTRE DENSIDADE DE AVES NA UNIDADE EPIDEMIOLÓGICA E SOROVARES

Número de aviários	Unidades epidemiológicas %	N / % <i>Salmonella</i>	Sorovares
1	51,28%	27 (67,5%)	<i>Samonella</i> spp.
		5 (12,5%)	<i>Salmonella</i> spp. Grupo B
		2 (05,0%)	<i>Salmonella</i> Heidelberg
		2 (05,0%)	<i>Salmonella</i> Remo
		1 (02,5%)	<i>Salmonella</i> Schwarzengrund
		1 (02,5%)	<i>Salmonella</i> Chartres
		1 (02,5%)	<i>Salmonella</i> Winneba
		1 (02,5%)	<i>Salmonella</i> Muenchen
2	29,49%	12 (52,17%)	<i>Samonella</i> spp.
		3 (13,04%)	<i>Salmonella</i> Heidelberg
		3 (13,04%)	<i>Salmonella</i> spp. Grupo B
		1 (04,35%)	<i>Salmonella</i> Winneba
		1 (04,35%)	<i>Salmonella</i> Heidelberg e <i>Salmonella</i> Remo
		1 (04,35%)	<i>Salmonella</i> Schwarzengrund
		1 (04,35%)	<i>Salmonella</i> Chartres
		1 (04,35%)	<i>Salmonella</i> Remo
3	8,97%	5 (71,43%)	<i>Samonella</i> spp.
		1 (14,29%)	<i>Salmonella</i> Heidelberg
		1 (14,29%)	<i>Salmonella</i> Typhimurium
4	8,97%	3 (42,86%)	<i>Samonella</i> spp.
		1 (14,29%)	<i>Salmonella</i> monofásica e <i>Salmonella</i> spp.
		1 (14,29%)	<i>Salmonella</i> Typhimurium
		1 (14,29%)	<i>Salmonella</i> Heidelberg e <i>Salmonella</i> spp. Grupo B
		1 (14,29%)	<i>Salmonella</i> Chartres
8	1,28%	78 (100,00%)	<i>Salmonella</i> Heidelberg

FONTE: O autor (2019)

Nas unidades epidemiológicas que possuíam 1 aviário, após a *Salmonella* spp., o destaque foi para a *Salmonella* spp. Grupo B (12,5%), *Salmonella* Heidelberg (5%) e *Salmonella* Remo (5%). Naquelas que possuíam 2 aviários, a superioridade após a *Salmonella* spp. foi para a *Salmonella* Heidelberg (13,04%) e *Salmonella* spp. Grupo B. (13,04%). Nas unidades epidemiológicas com 3 e 4 aviários, não houve superioridade numérica para os demais sorovares após a *Salmonella* spp., pois os percentuais estão distribuídos em casos únicos (Figura 6).

### **Análise de fatores de risco para infecção por *Salmonella* – Densidade de aves no entorno**

Para avaliar se existe diferença entre a presença de outras propriedades avícolas no entorno das unidades epidemiológicas positivas e negativas para *Salmonella* estudadas, foi realizada a quantificação de aviários, aves de reprodução, ovos de incubação, aves de postura e frangos de corte no cerco de 5km. Esta análise de densidade de aves no entorno das unidades epidemiológicas estudadas está representada na Tabela 7.

TABELA 7 - DENSIDADE DE AVES NO CERCO DE 5KM DAS UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS

Densidade de aves	Positivos			Negativos			P Valor
	Média	Mediana	DP	Média	Mediana	DP	
Número de aviários	46,92	32,50	45,51	48,18	39,00	34,35	0,140
Número de aves de reprodução	28.420	0,00	69.231	19.345	0,00	94.305	0,119
Número de ovos de incubação	695.201	0,00	3.154.242	356.519	0,00	2.213.370	0,173
Número de aves de postura	65.320	0,00	458.637	45.309	0,00	317.203	0,207
Número de frangos de corte	990.690	750.060	869.170	1.019.359	846.950	734.395	0,306

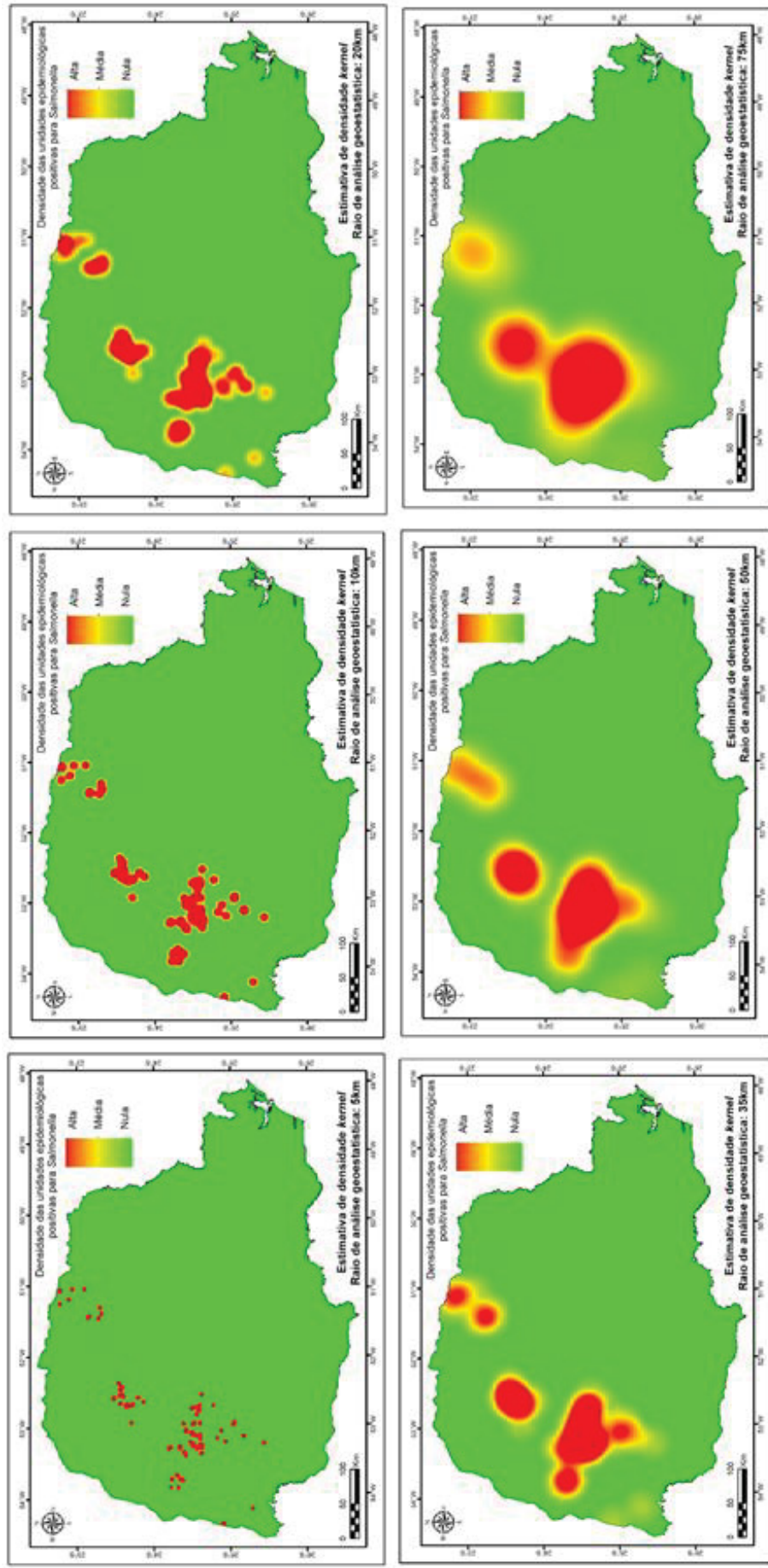
FONTE: O autor (2019).

A Tabela 7 indica que apesar da média de aviários no cerco de unidades epidemiológicas positivas ter sido menor em relação às unidades epidemiológicas negativas, não existe diferença estatística neste parâmetro, bem como para os dados aves de reprodução, de ovos de incubação, aves de postura e frangos de corte. Neste contexto, a densidade do entorno não influenciou na positividade.

### **Distribuição espacial**

A análise espacial das unidades epidemiológicas positivas neste estudo por meio da técnica de Kernel demonstrou algumas áreas de similaridade visual na distribuição, principalmente, quando se analisa os mapas dos raios de 5 e 10km. Quando a análise é realizada a partir de cercos mais amplos, como 35, 50 e 75km é possível notar duas áreas quentes inseridas na região noroeste e oeste. Embora esta técnica estime a intensidade da ocorrência de casos na superfície analisada de forma subjetiva, é possível constatar que estas regiões possuem uma maior concentração de casos positivos entre os demais estudados (Figura 7).

FIGURA 7 – MAPAS GERADOS A PARTIR DA ESTIMATIVA DE KERNEL PARA CASOS POSITIVOS DE SALMONELLA ENTERICA



FONTE: O autor (2019).

## ANÁLISE ESPACIAL

### Análise de distância entre unidades epidemiológicas

O geoprocessamento tem sido utilizado em trabalhos epidemiológicos para localização espacial de casos de doença, correlação com variáveis ambientais e de distância que possam auxiliar na obtenção de informações e controle destas enfermidades (Lúcio et al., 2018). Para avaliar se existe relação entre a proximidade de unidades epidemiológicas negativas e positivas e a positividade para *Salmonella enterica*, bem como verificar a proximidade entre sorovares distintos e iguais, foram realizadas medições de distância através das coordenadas geográficas das unidades epidemiológicas. As Tabelas 8 e 9 representam a distância em quilômetros (km) entre unidades epidemiológicas positivas até as mais próximas positivas, entre positivas até as mais próximas negativas e entre negativas até as mais próximas positivas.

TABELA 8 - DISTÂNCIAS (KM) GERAIS ENTRE AS UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS ESTUDADAS

<b>Distância mais próxima</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>P Valor</b>
Positivos e Positivos	0,10	47,39	7,35	
Positivos e Negativos	0,13	36,35	6,83	0,00
Negativos e Positivos	0,13	121,92	14,84	

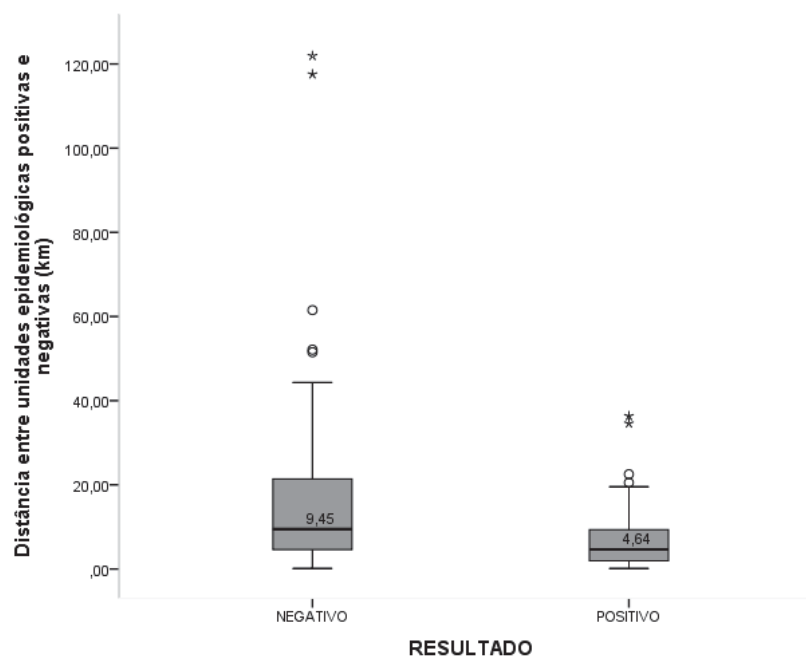
FONTE: O autor (2019).

Na Tabela 8 estão representadas as distâncias entre unidades epidemiológicas positivas independente do sorovar. De forma geral, a menor distância entre uma unidade epidemiológica positiva até a mais próxima positiva foi de 100 metros. Analisando a distância entre propriedades positivas até as mais próximas negativas, o valor mínimo foi de 130 metros até 36,35 km, determinando um potencial de transmissibilidade dos positivos aos negativos em distâncias pequenas. Quando se analisou as distâncias a partir de casos negativos para positivos, avaliou-se o potencial de vulnerabilidade, considerando

que quanto menor a distância até uma unidade epidemiológica positiva, a unidade epidemiológica negativa torna-se mais vulnerável à infecção. No entanto, neste contexto, a amplitude entre a distância mínima e máxima é considerável, visto que a menor distância foi 130 metros, chegando até a 121,92km.

Notou-se que a menor média e amplitude de distância foram representadas pelas unidades epidemiológicas positivas em relação às negativas, possibilitando a hipótese de um maior potencial de transmissibilidade da *Salmonella enterica*. Este parâmetro apresentou diferença estatística pelo teste de Mann-Whitney ( $p < 0,05$ ) (Figura 8).

FIGURA 8 – ANÁLISE DE DISTÂNCIA (KM) ENTRE UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS



FONTE: O autor (2019).



TABELA 9 - DISTÂNCIA (KM) ENTRE UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS COM BASE NOS SOROVARIES

Distância mais próxima	Positivos - Positivos			Positivos - Negativos			Negativos - Positivos		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
<i>Salmonella</i> Chartres	9,47	16,65	11,87	0,76	10,15	4,70	0,76	284,55	154,82
<i>Salmonella</i> Heidelberg	19,66	272,74	80,67	1,81	34,59	14,41	1,81	149,71	65,36
<i>Salmonella</i> Remo	22,64	26,83	24,04	3,75	16,48	8,26	3,75	244,35	127,74
<i>Salmonella</i> Schwarzengrund	11,66	33,65	18,99	3,10	4,16	3,84	3,10	249,41	131,68
<i>Salmonella</i> spp. Grupo B	17,80	118,76	50,82	0,94	15,43	5,80	0,94	148,63	40,84
<i>Salmonella</i> spp.	1,64	34,85	7,73	0,20	19,51	6,09	0,20	133,19	40,48
<i>Salmonella</i> Typhimurium	24,14	24,14	24,14	15,89	36,35	26,12	15,89	317,00	129,11
<i>Salmonella</i> Winneba	134,17	134,17	134,17	0,13	1,30	0,72	0,13	259,21	79,45
<i>Salmonella</i> Muenchen	*	*	*	1,47	1,47	1,47	1,47	272,22	150,39
<i>Salmonella</i> Heidelberg e <i>Salmonella</i> Remo	*	*	*	0,24	0,24	0,24	0,24	379,37	116,53
<i>Salmonella</i> monofásica e <i>Salmonella</i> spp.	*	*	*	4,73	4,73	4,73	4,73	366,34	115,32
<i>Salmonella</i> Heidelberg e <i>Salmonella</i> spp. Grupo B	*	*	*	2,86	2,86	2,86	2,86	436,04	144,56

\* Não foi possível estabelecer as distâncias pois se tratam de casos únicos

FONTE: O autor (2019).

Quando se analisa a distâncias a partir dos mesmos sorovares (Tabela 9), observou-se uma grande amplitude entre a maior e a menor distância para as *Salmonella* Heidelberg e *Salmonella* spp. grupo B, e uma grande distância entre as duas unidades epidemiológicas positivas para *Salmonella* Winneba. Grandes distâncias entre unidades epidemiológicas com os mesmos sorovares podem indicar algum fator local associado. A menor amplitude esteve presente em unidades epidemiológicas positivas para *Salmonella* Chartres sendo a distância mínima 9,47km e máxima 16,65km. No que se refere à menor média de distâncias, as unidades epidemiológicas positivas para *Salmonella* spp. estiveram mais próximas em relação aos demais sorovares, sendo a menor distância 1,64km com média de 7,73km. A proximidade geográfica entre unidades epidemiológicas positivas, independente do sorovar, pode representar uma associação causal.

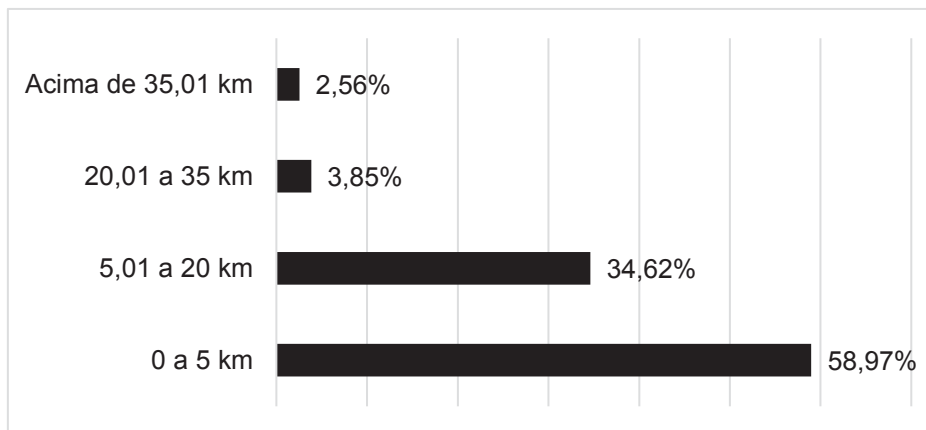
Quando as distâncias foram avaliadas entre unidades epidemiológicas positivas (por sorovar) até unidades epidemiológicas negativas, a *Salmonella* Winneba apresentou a menor amplitude sendo a distância mínima 130 metros e a máxima 1,30km até a unidade epidemiológica negativa mais próxima. Outras unidades epidemiológicas positivas para *Salmonella* Chartres, *Salmonella* spp. Grupo B, *Salmonella* spp. e associação de *Salmonella* Heidelberg e *Salmonella* Remo também apresentaram distâncias mínimas inferiores a 1km até a mais próxima unidade epidemiológica negativa (Tabela 9). Este dado pode indicar que existe um maior potencial de transmissibilidade entre as unidades epidemiológicas positivas para as negativas.

Quando se analisou as distâncias a partir de casos negativos para positivos, por sorovar, observou-se que a menor média (40,48km) e a menor distância (130 metros) entre as unidades epidemiológicas foram representadas pela *Salmonella* spp. e *Salmonella* Winneba respectivamente. Os dados demonstraram uma amplitude elevada na maioria das distâncias analisadas neste parâmetro, mas não descartam a possibilidade de um potencial de vulnerabilidade das unidades epidemiológicas negativas em relação às positivas mais próximas, como é o caso das que foram identificadas com *Salmonella* Chartres (0,76km), *Salmonella* spp. Grupo B (0,94km), *Salmonella* spp.

(0,20km), e associação de *Salmonella* Heidelberg e *Salmonella* Remo (0,24km) (Tabela 9).

A Figura 9 demonstra a distância entre unidades epidemiológicas positivas considerando todos os sorovares.

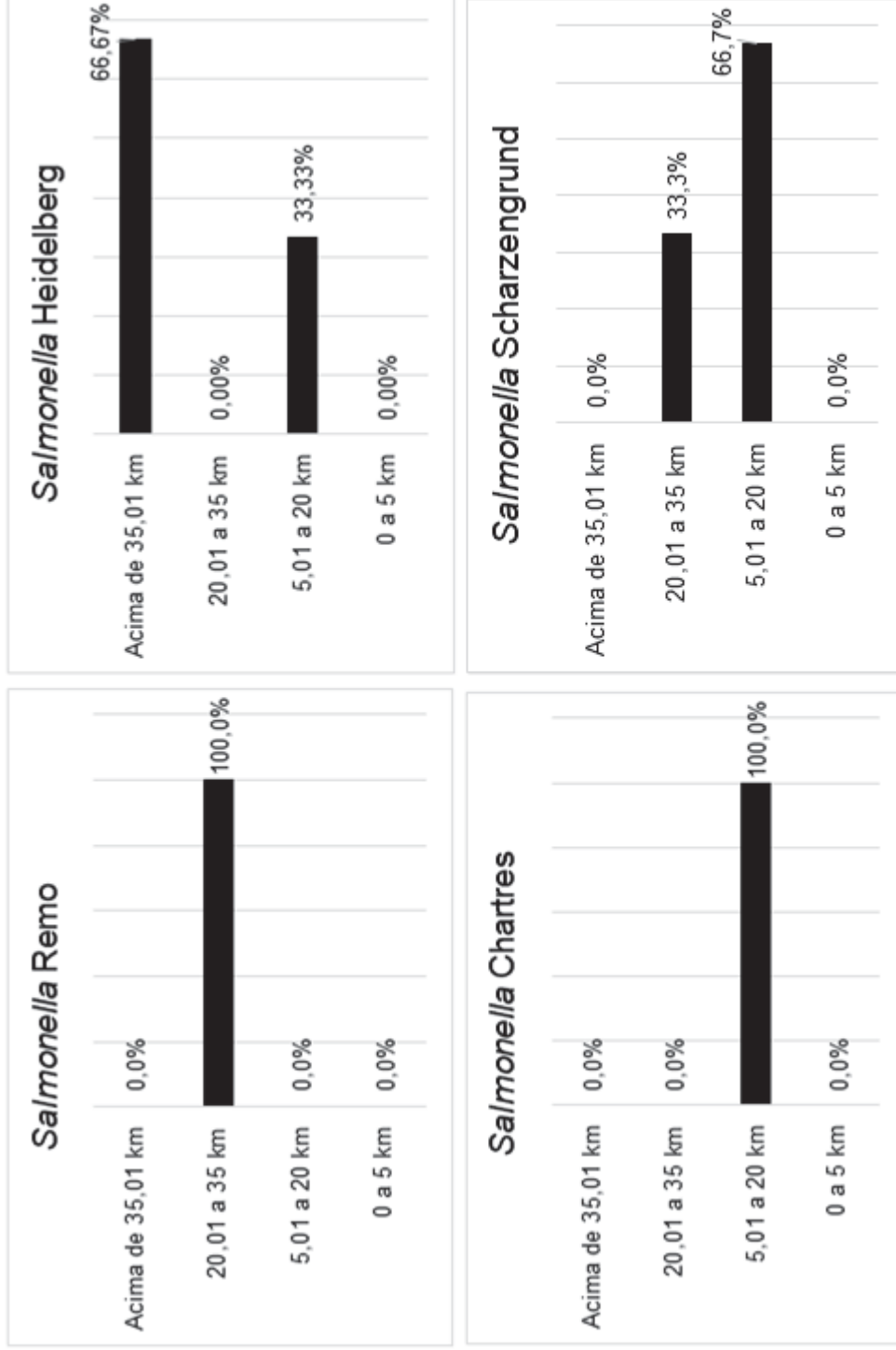
FIGURA 9 - DISTÂNCIA ENTRE UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS (TODOS OS SOROVARES)



FONTE: O autor (2019).

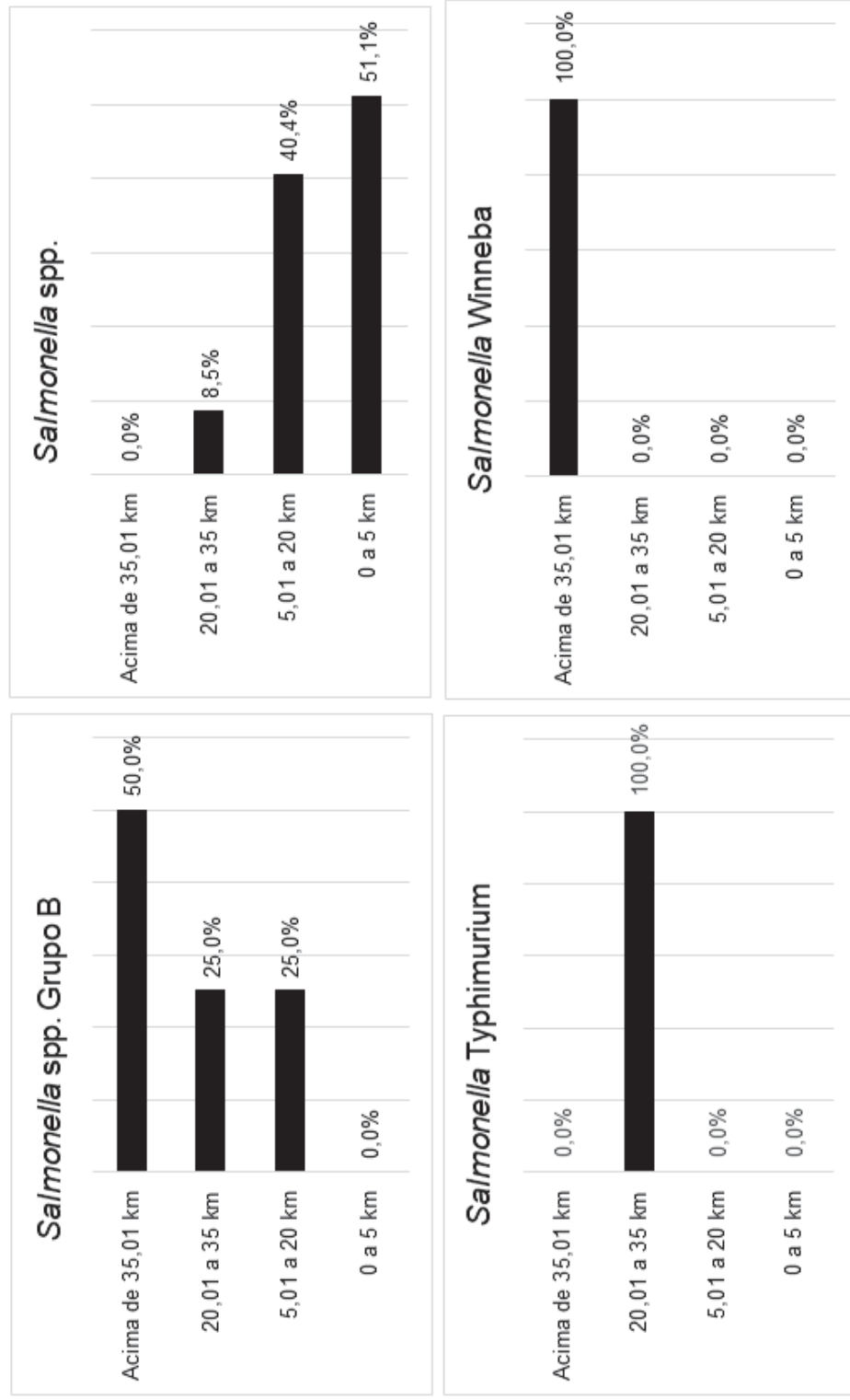
Considerando somente as unidades epidemiológicas positivas e todos os sorovares, a maioria delas possuem até 5 quilômetros de proximidade com outras positivas (58,97%) e 34,62% (segundo maior índice) chegam a 20 quilômetros de distância (Figura 9). A proximidade geográfica entre unidades epidemiológicas pode representar uma hipótese que favoreça a disseminação do agente. Considerando isso, seria adequado que novas unidades epidemiológicas fossem construídas com distâncias superiores a 5km umas das outras.

FIGURA 10 - DISTÂNCIA ENTRE PROPRIEDADES POSITIVAS (MESMOS SOROVARES) (A)



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 11 - DISTÂNCIA ENTRE PROPRIEDADES POSITIVAS (MESMOS SOROVARES) (B)



FONTE: O autor (2019).

No que se refere às unidades epidemiológicas positivas com os mesmos sorovares, conforme a Figura 10, constatou-se que 100% das que são positivas para *Salmonella* Remo estavam localizadas entre 20,1 a 35km umas das outras. Considerando a *Salmonella* Heidelberg, 66,67% das unidades epidemiológicas positivas para este sorovar estavam localizadas em distâncias superiores a 35km. Todas as unidades epidemiológicas positivas para *Salmonella* Chartres estavam localizadas entre 5,01 a 20km de distância umas das outras. Da mesma forma, 66,7% das unidades epidemiológicas positivas para *Salmonella* Schwarzengrund também estavam localizadas entre 5,01 a 20km de distâncias uma das outras.

A Figura 11 demonstra as distâncias entre outros quatro sorovares analisados. No que se refere às unidades epidemiológicas positivas para *Salmonella* spp. Grupo B, 50% delas estavam localizadas em distâncias superiores a 35km umas das outras. Já as unidades epidemiológicas positivas para *Salmonella* spp., 51,1% estava localizada entre 0 a 5km umas das outras. Considerando as unidades epidemiológicas positivas para *Salmonella* Typhimurium, a distância entre elas foi de 20,01 a 35km. No que se refere aos casos positivos para *Salmonella* Winneba, a distância entre uma unidade epidemiológica e outra foi superior a 35km.

Nesta análise (Figura 10 e 11) observou-se que somente a *Salmonella* spp. apresentou proximidade inferior a 5km em relação a outras unidades epidemiológicas positivas para *Salmonella* spp. Os demais sorovares apresentam distâncias maiores entre si.

Alguns casos como a associação de *Salmonella* Heidelberg e *Salmonella* Remo, associação de *Salmonella* Heidelberg e *Salmonella* spp. Grupo B, e associação de *Salmonella* monofásica e *Salmonella* spp. e *Salmonella* Muenchen são únicos e por esta razão não foi possível determinar distâncias.

### **Análise de distância entre unidades epidemiológicas, sede do município, rodovias e rios**

No presente trabalho, investigou-se também as distâncias entre as unidades epidemiológicas e a sede do município, rodovias e rios com o objetivo de identificar fatores relacionados à infecção por *Salmonella enterica*. Na Tabela 10 os dados de distância entre as unidades epidemiológicas positivas e a sede do município, rodovias e rios são apresentados em conjunto. A partir disso, constata-se que não há diferença estatística para estes parâmetros, sugerindo que parecem não desempenhar influência sobre a presença de *Salmonella enterica* neste estudo.

TABELA 10 - ANÁLISE DE DISTÂNCIAS ENTRE UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS ATÉ A SEDE DO MUNICÍPIO, RODOVIAS E RIOS

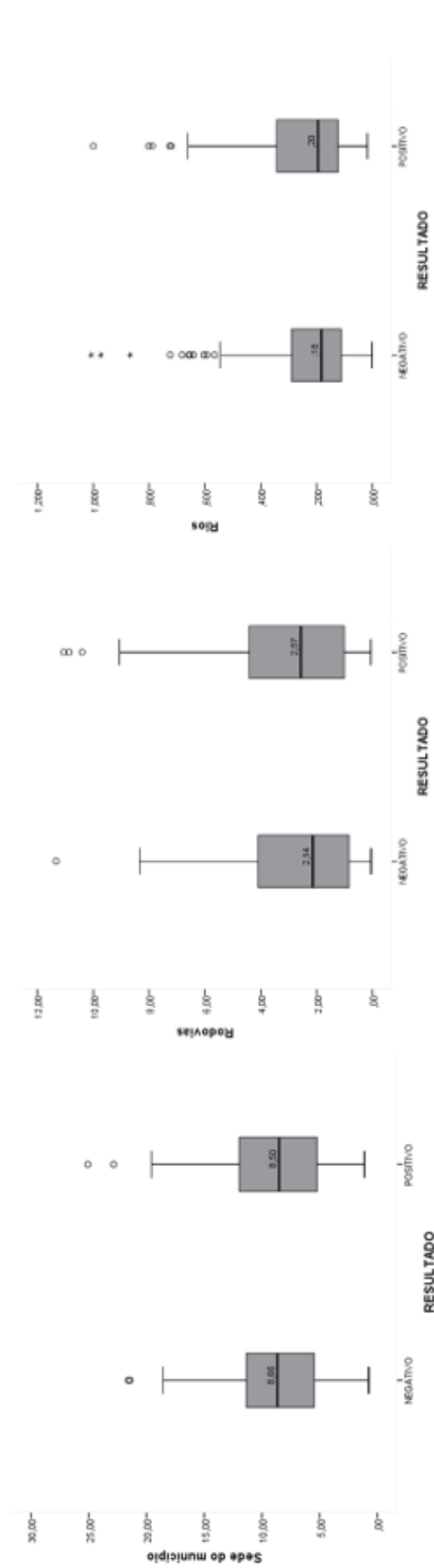
	Positivos			Negativos			P Valor
	Média	Mediana	DP	Média	Mediana	DP	
Sede do município	8,96	8,5	4,97	8,67	8,66	4,29	0,639*
Rodovias	3,17	2,57	2,74	2,68	2,14	2,23	0,282
Rios	0,27	0,2	0,21	0,23	0,18	0,18	0,335

\* Teste T de Student

FONTE: O autor (2019).

A Figura 12 ilustra a dispersão dos dados analisados nestes parâmetros, indicando pouca variabilidade nos dados entre unidades epidemiológicas positivas e negativas.

FIGURA 12 - ANÁLISE DE DISTÂNCIAS ENTRE UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS ATÉ A SEDE DO MUNICÍPIO, RODOVIAS E RIOS

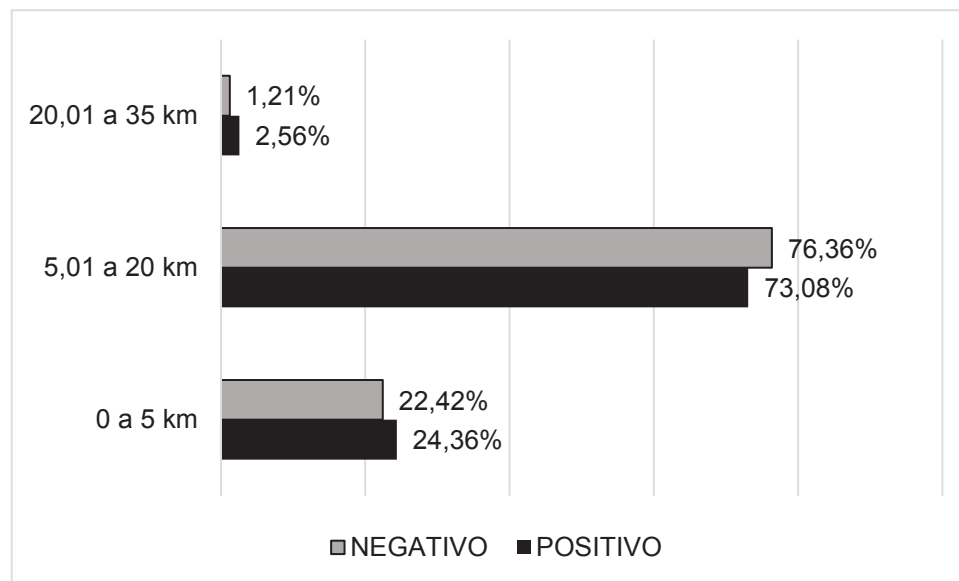


FONTE: O autor (2019).



Para avaliar a relação entre a proximidade com a sede do município e a positividade ou negatividade para *Salmonella*, foram feitas medições de distância. Na Figura 13 estão representadas as distâncias entre as unidades epidemiológicas positivas e negativas respectivamente e a sede do município.

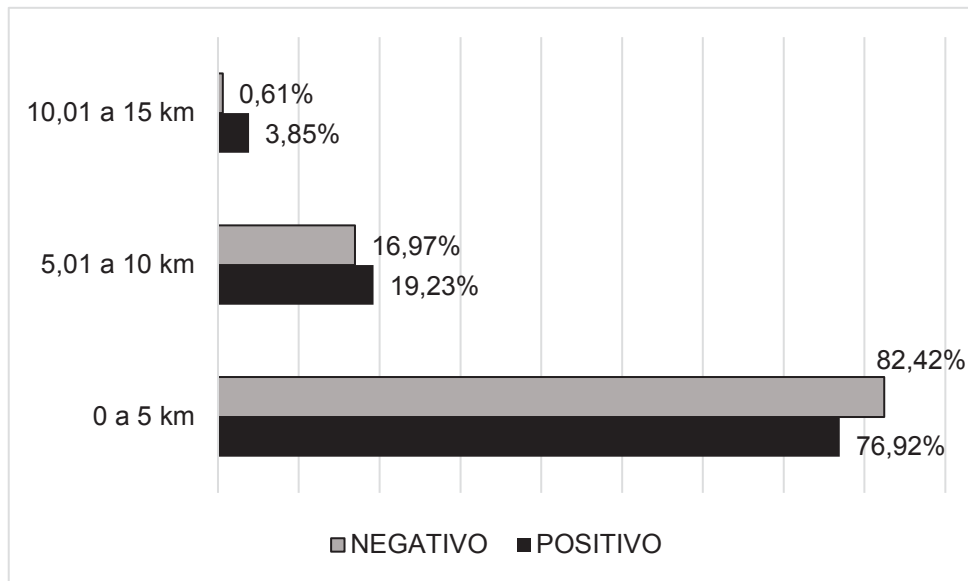
FIGURA 13 - DISTÂNCIA ENTRE AS UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS E A SEDE DO MUNICÍPIO



FONTE: O autor (2019)

Foram representadas ainda as distâncias entre as unidades epidemiológicas positivas e negativas entre rodovias (Figura 14) e rios (Figura 15).

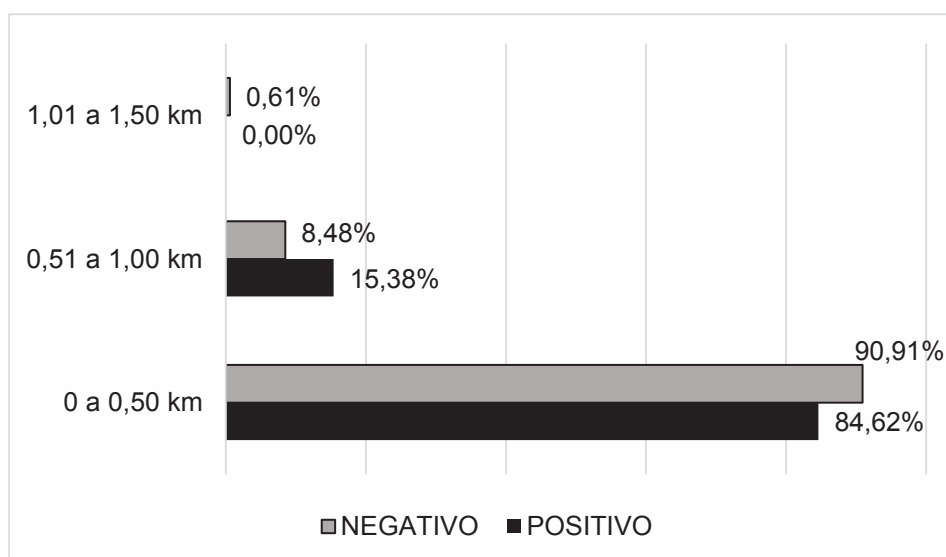
FIGURA 14 - DISTÂNCIA ENTRE AS UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PRÓXIMAS A RODOVIAS



FONTE: O autor (2019).

No que se refere à proximidade com rodovias, nota-se que a maioria das unidades epidemiológicas positivas (76,92%) e negativas (82,42%) estão situadas entre 0 a 5 quilômetros de proximidade (Figura 14).

FIGURA 15 - DISTÂNCIA ENTRE AS UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PRÓXIMAS A RIOS



FONTE: O autor (2019).

Da mesma forma, quando se analisa a proximidade com rios, a maioria das unidades epidemiológicas positivas (84,62%) e negativas (90,91%) estão localizadas entre 0 a 500 metros de proximidade (Figura 15).

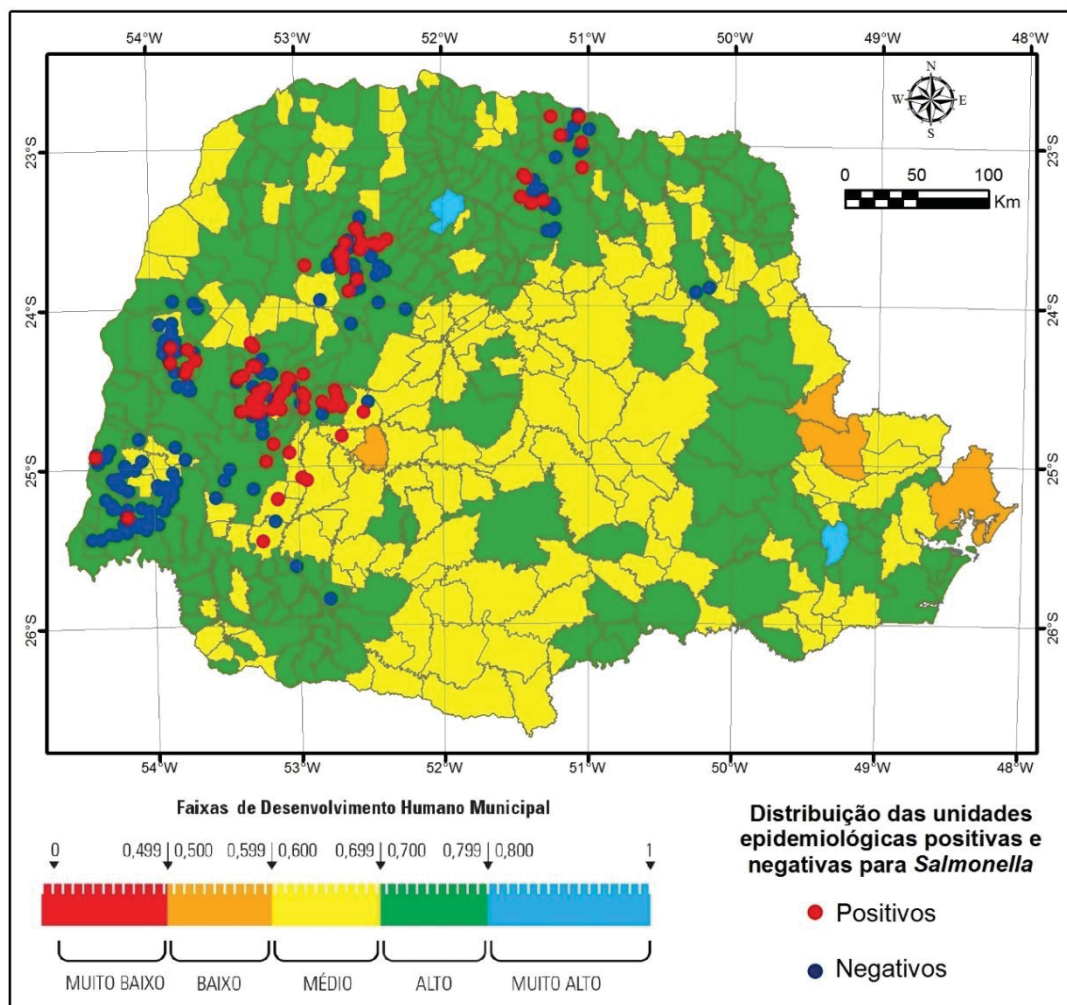
Apesar da proximidade com a sede do município e rodovias representar um possível maior fluxo de veículos e também a proximidade com rios indicar uma provável aglomeração de outras espécies animais sobretudo aves silvestres, que podem ser fatores risco para infecção por *Salmonella enterica* em frangos de corte, neste estudo, no entanto, os dados não apresentam diferença estatística ( $p>0,05$ ), sugerindo que estes fatores parecem não influenciar na positividade para *Salmonella enterica*.

### **Análise de índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) nos municípios das unidades epidemiológicas estudadas**

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) mensura as condições de vida de uma população no que se refere a aspectos sociais e econômicos criado pelo Programa das Nações Unidas pelo Desenvolvimento (PNUD) nos anos 80. Este índice engloba fatores como saúde, educação e renda. Já o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) mensura os mesmos parâmetros do anterior, mas refletem as particularidades de cada município, que varia de 0 (zero) a 1 (um), sendo considerado maior desenvolvimento humano quando mais próximo de 1 (um) (BRASIL, 2012). Na avaliação dos índices de IDHM nos municípios estudados, as unidades epidemiológicas positivas e negativas estavam localizadas com predominância em municípios com IDHM alto.

A Figura 16 demonstra os índices de IDHM nos municípios estudados (Chediek et al., 2013), com destaque nos casos positivos e negativos.

FIGURA 16 - DISTRIBUIÇÃO DOS ÍNDICES DE IDHM NO ESTADO DO PARANÁ E UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA *SALMONELLA ENTERICA*



FONTE: O autor (2019).

TABELA 11 - ÍNDICES DE IDHM NOS MUNICÍPIOS DAS UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA *SALMONELLA ENTERICA*

		Resultado			OR	P Valor
		Positivo	Negativo	Total		
IDH	Alto	67 (31,0%)	149 (69,0%)	216 (100,0%)	0,65 (0,28-1,48)	0,422
	Médio	11 (40,7%)	16 (59,3%)	27 (100,0%)		

FONTE: O autor (2019)

Na avaliação de índices de IDHM nos municípios estudados, constata-se que nos casos positivos, este parâmetro é classificado como alto em 31% dos casos, enquanto que nos negativos o percentual é maior, 69%. No que se refere à classificação de IDHM médio, o percentual para positivos é 40,7% e negativos 59,3%. Não houve diferença estatística para este parâmetro ( $p > 0,05$ ) e o *odds ratio* indicou fator de proteção entre os expostos ao fator estudado.

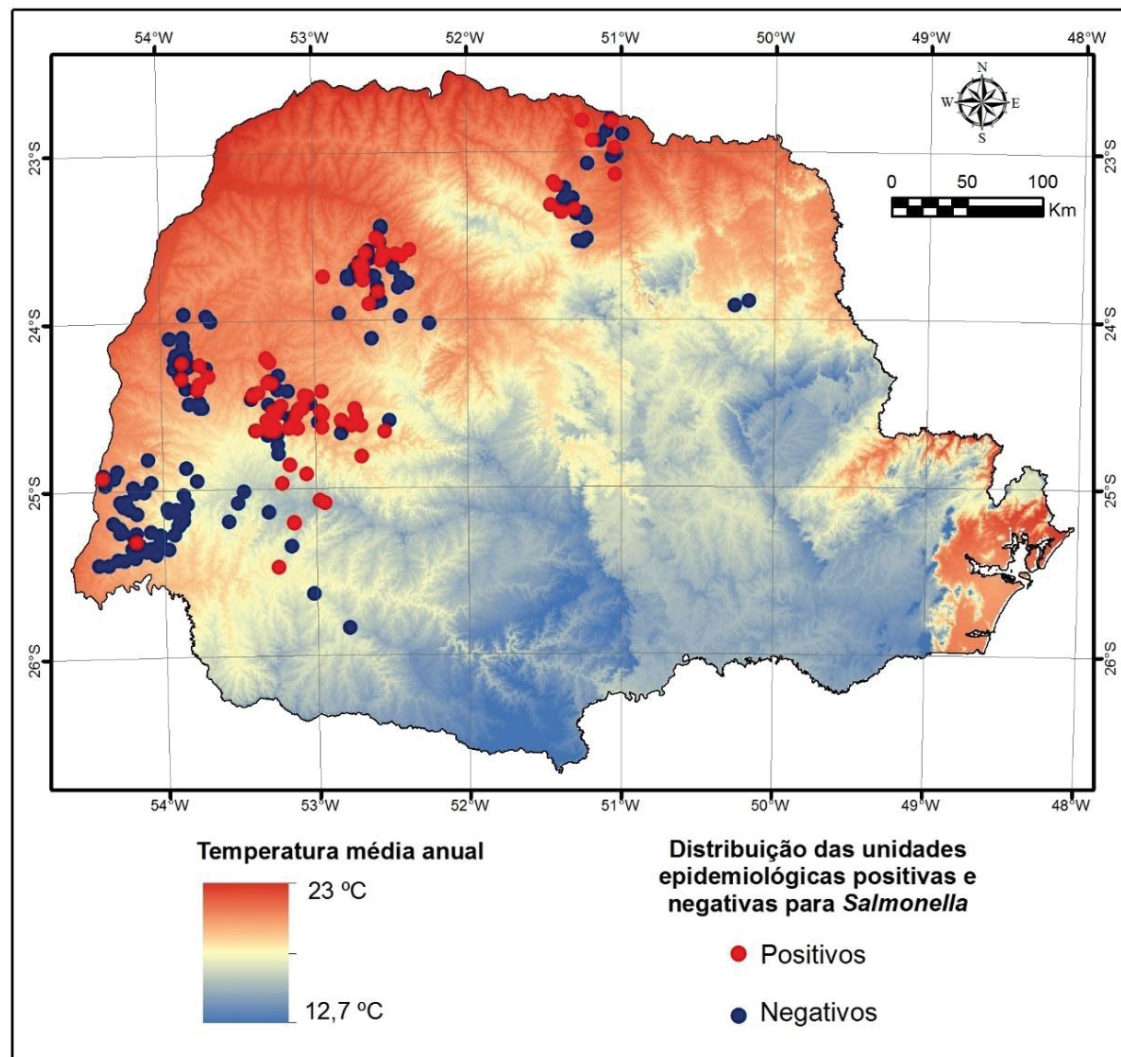
### **Temperatura média anual (°C) nos municípios das unidades epidemiológicas estudadas**

Em situações de temperaturas inferiores ao recomendado, animais em fase inicial apresentam redução no consumo de alimento e mobilização das reservas energéticas para a termogênese, o que influencia negativamente o seu desempenho. Por outro lado, o aumento de temperatura ambiente decorrente das variações climáticas e tipos de instalações é um dos temas de maior importância na produtividade avícola brasileira. Esta ocorrência pode alterar o funcionamento do sistema imunológico, diminuir a resistência frente a infecções e com isso prejudicar o desempenho das aves (Quinteiro-Filho et al., 2010).

Temperaturas elevadas são especialmente preocupantes na fase final de produção, onde as aves se tornam menos tolerantes ao calor em função da maturação do sistema de termorregulação e por possuírem maiores reservas energéticas (Furlan, 2006). Nestas situações, diversos efeitos fisiológicos negativos são observados, sobretudo no sistema imune, aumentando a susceptibilidade a doenças oportunistas. Alguns estudos demonstram que em condições de calor ocorre diminuição no número de anticorpos e linfócitos circulantes (Mashaly et al., 2004), aumento de níveis séricos de corticosterona e de processos inflamatórios na mucosa intestinal (Quinteiro-Filho et al., 2010) além de disfunções na barreira intestinal, o que aumenta a permeabilidade a agentes patogênicos (Lambert, 2008).

As Figuras 17, 18 e 19 demonstram a temperatura média anual nos municípios estudadas (Hijmans et al., 2005), com destaque nos casos positivos e negativos.

FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA ANUAL (°C) NO ESTADO DO PARANÁ E UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA *SALMONELLA ENTÉRICA*



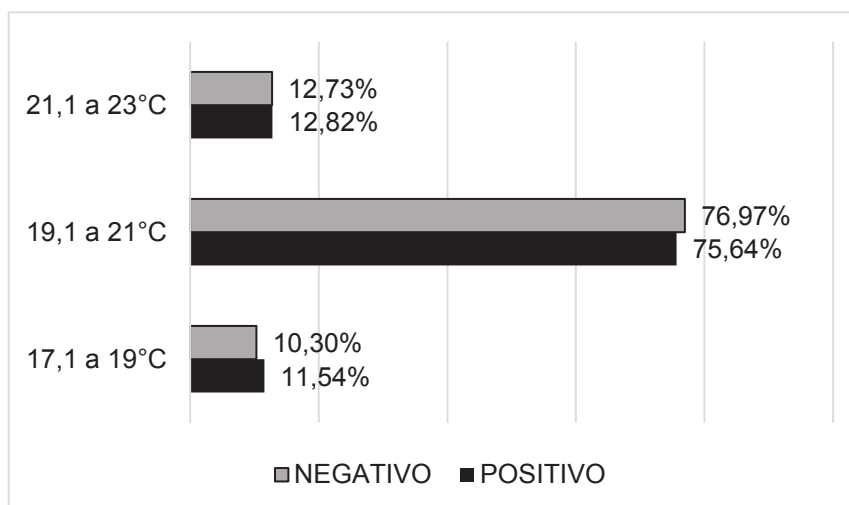
FONTE: O autor (2019)

TABELA 12 - ÍNDICES DE TEMPERATURA MÉDIA ANUAL (°C) NOS MUNICÍPIOS DAS UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA *SALMONELLA ENTERICA*

	Positivos			Negativos			
Temperatura	Média	Mediana	DP	Média	Mediana	DP	P Valor
	20,181	20,40	1,01	20,19	20,30	0,81	0,714

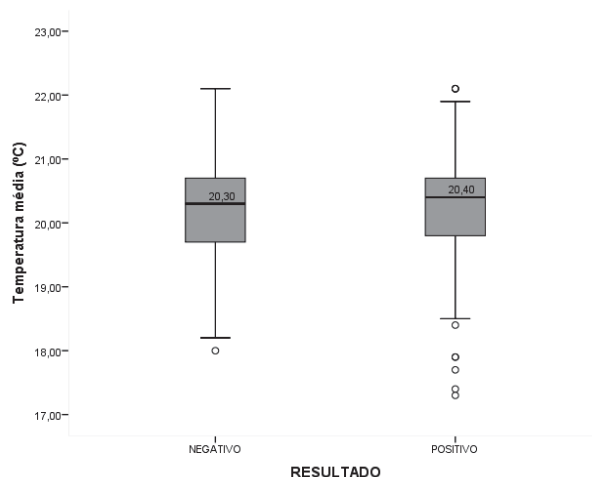
FONTE: O autor (2019)

FIGURA 18 - ÍNDICES DE TEMPERATURA MÉDIA ANUAL (°C) NOS MUNICÍPIOS DAS UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA *SALMONELLA ENTERICA* (A)



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 19 - ÍNDICES DE TEMPERATURA MÉDIA ANUAL (°C) NOS MUNICÍPIOS DAS UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA *SALMONELLA ENTERICA* (B)



FONTE: O autor (2019).

Este parâmetro demonstrou pouca variação entre positivos e negativos, onde a temperatura predominante é de 19 a 21°C em 75,64% dos positivos e 76,97% dos negativos. Embora exista uma pequena variabilidade na distribuição destes dados (Figura 19), não há diferença estatística para este parâmetro ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Mann-Whitney (Tabela 12), o que sugere que esta variável não está relacionada com a infecção por *Salmonella enterica* nesta análise.

Segundo Quinteiro-Filho et al. (2012), a combinação do estresse calórico e a infecção por *Salmonella* Enteritidis pode perturbar a barreira intestinal das aves, permitindo a migração destas bactérias através da mucosa intestinal para outros órgãos e ainda ocasionar uma inflamação intestinal, diminuindo assim os parâmetros de desempenho. Embora este estudo não tenha apresentado diferença estatística para a temperatura dos municípios, é válido considerar que oscilações podem ocorrer ao longo do ano e que não necessariamente influenciaram nos valores médios utilizados nesta análise.

### **Precipitação (mm) nos municípios das unidades epidemiológicas estudadas**

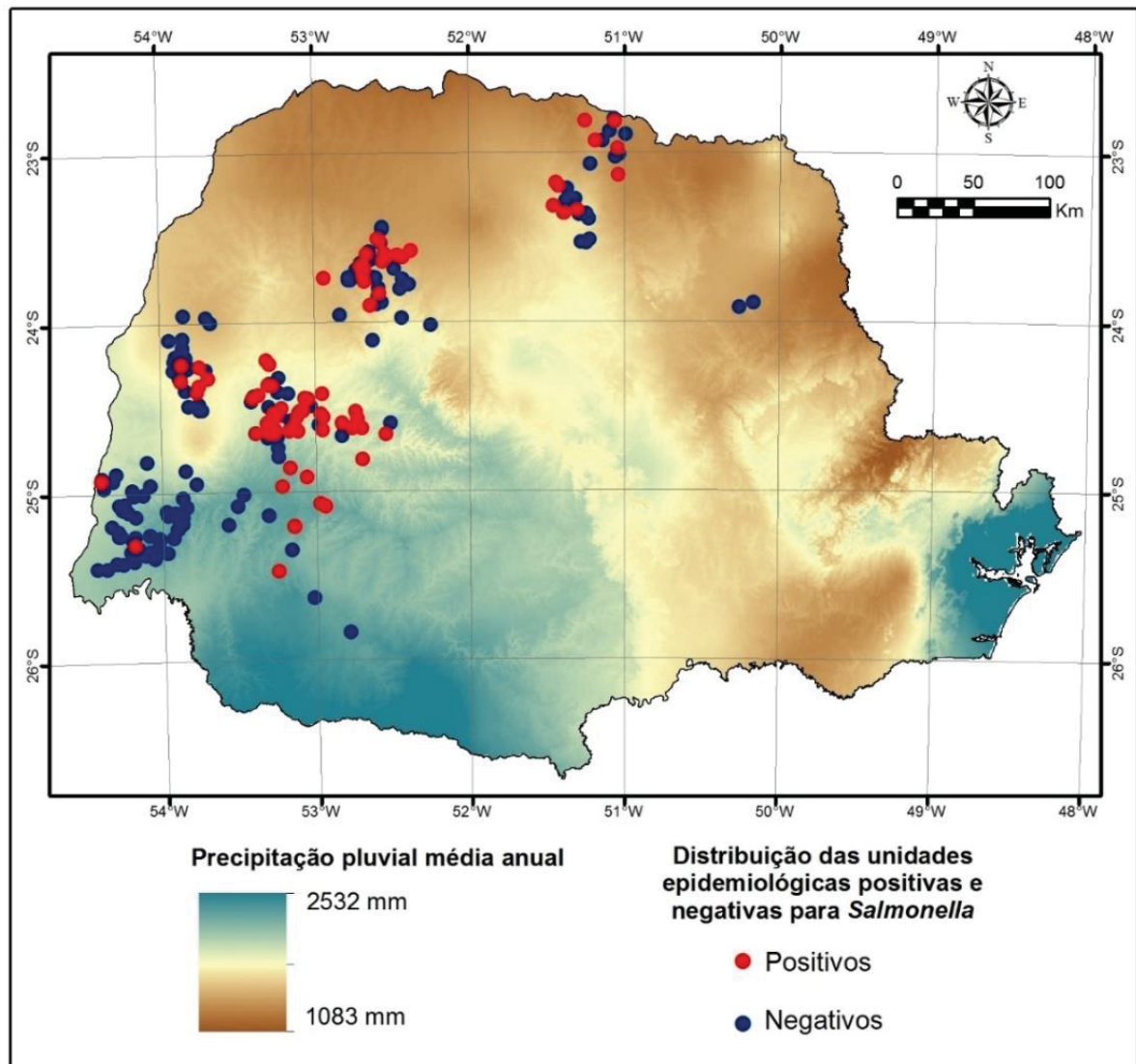
Considerando que a incidência de chuvas influencia no parâmetro de umidade nas instalações avícolas, foram avaliados os índices de precipitação nos municípios das unidades epidemiológicas estudadas.

Santos et al. (2013), enfatizam que o estudo das variáveis climáticas é importante sobretudo na área da bioclimatologia. No que se refere às aves de produção, é possível estabelecer áreas geográficas favoráveis ou que necessitem de ajustes estruturais para proporcionar o conforto térmico aos animais. Isso é possível através do conhecimento das necessidades ambientais das aves e das condições climáticas das da região. De acordo com estudo desenvolvido por Jonsson e colaboradores (2012), avaliando fatores de risco para infecção por *Campylobacter* constataram que altas frequências e volumes de chuva associada à elevação de temperatura aumenta a possibilidade de ocorrência deste micro-organismo em frangos de corte.

As Figuras 20, 21 e 22 demonstram a precipitação nos municípios estudadas (Hijmans et al., 2005), com destaque nos casos positivos e negativos.



FIGURA 20 - DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DO PARANÁ E UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA *SALMONELLA ENTERICA*



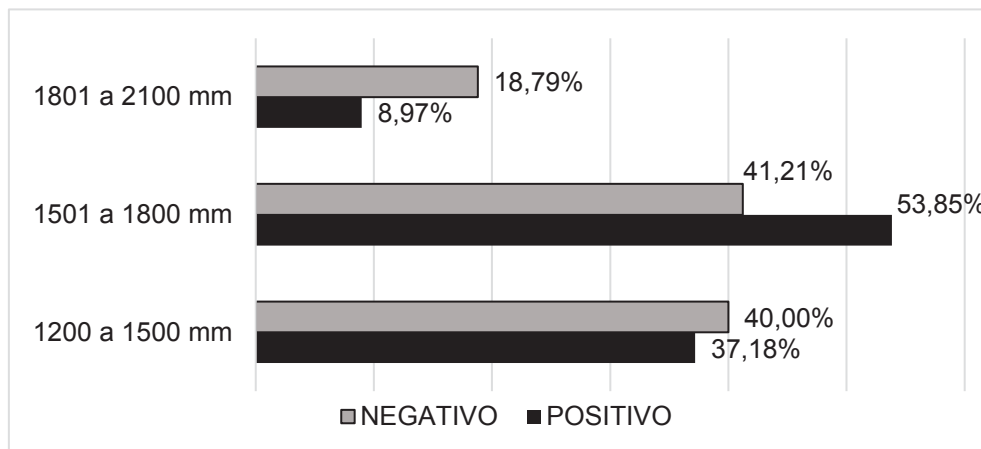
FONTE: O autor (2019).

TABELA 13 - ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO (MM) NOS MUNICÍPIOS DAS UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA *SALMONELLA ENTERICA*

Precipitação	Positivos			Negativos			P Valor
	Média	Mediana	DP	Média	Mediana	DP	
	1560,46	1607,50	156,10	1596,30	1585,00	175,81	0,119

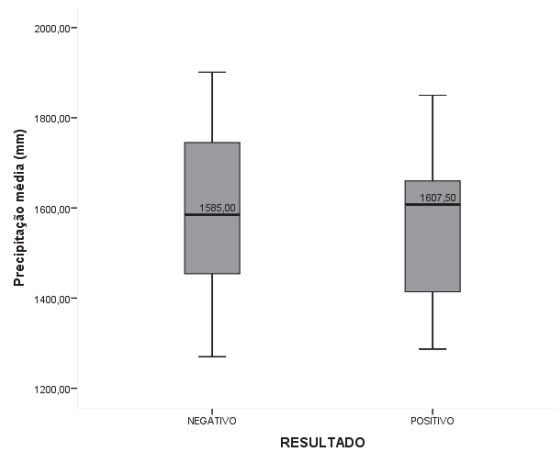
FONTE: O autor (2019).

FIGURA 21 - ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO (MM) NOS MUNICÍPIOS DAS UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA *SALMONELLA ENTERICA* (A)



FONTE: O autor (2019)

FIGURA 22 - ÍNDICES DE PRECIPITAÇÃO (MM) NOS MUNICÍPIOS DAS UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA *SALMONELLA ENTERICA* (B)



FONTE: O autor (2019).

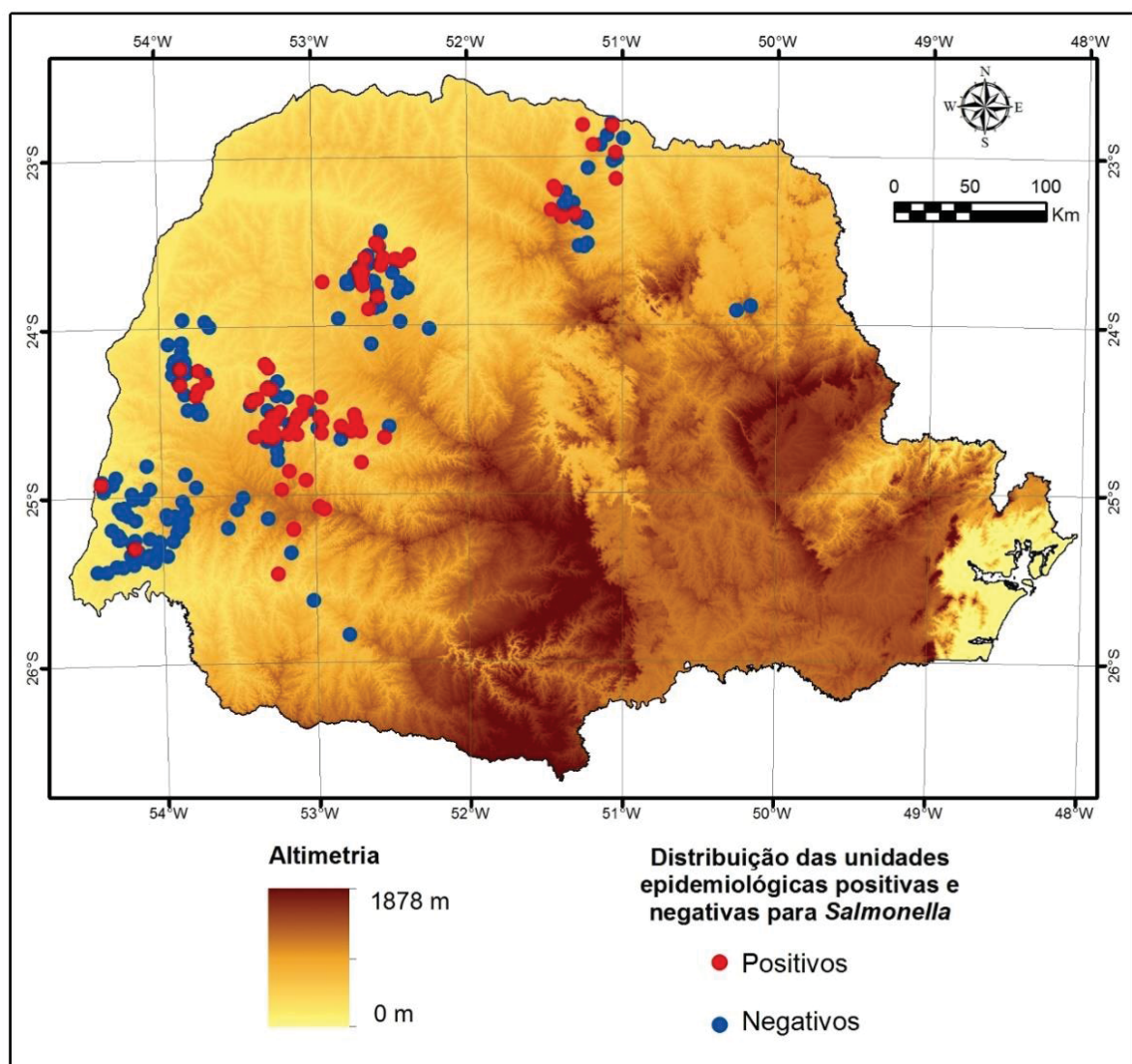
O parâmetro de precipitação, demonstrado nas Figuras 20, 21 e 22, não apresentou diferença estatística pelo teste de Mann-Whitney ( $p > 0,05$ ).

### Altimetria nos municípios das unidades epidemiológicas estudadas

A altitude pode influenciar a temperatura do ar e esta relação é sobretudo importante em regiões tropicais e subtropicais, pelos quais as diferenças de altimetria provoca alterações no clima, solo, vegetação e por consequência nos processos fisiológicos de plantas e animais (Fritzsons et al., 2008).

As Figuras 23, 24 e 25 demonstram a altimetria nos municípios estudados (Silveira e Silveira, 2017), com destaque nos casos positivos e negativos.

FIGURA 23 - DISTRIBUIÇÃO DA ALTIMETRIA NO ESTADO DO PARANÁ E UNIDADES EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA *SALMONELLA* ENTERICA



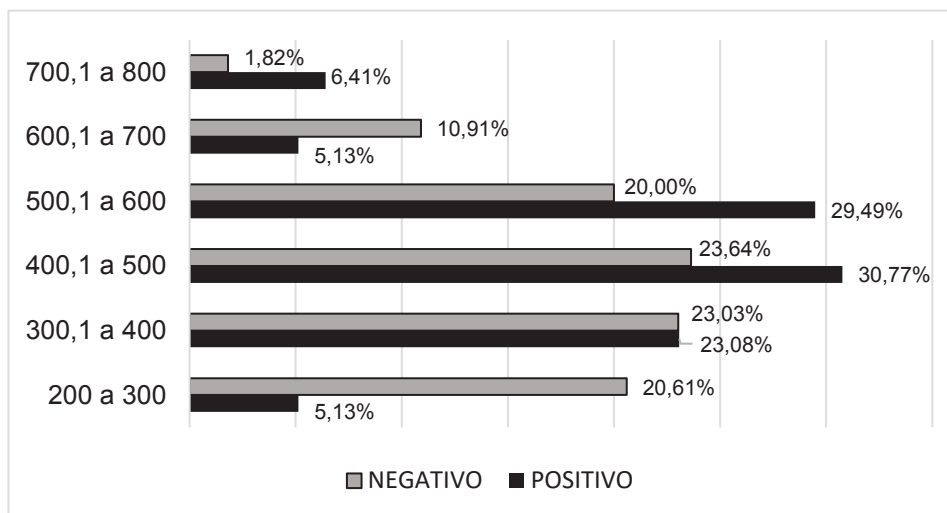
FONTE: O autor (2019).

TABELA 14 - ÍNDICES DE ALTIMETRIA (m) NOS MUNICÍPIOS DAS UNIDADES  
EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA *SALMONELLA*  
*ENTERICA*

Altimetria	Positivos			Negativos			P Valor
	Média	Mediana	DP	Média	Mediana	DP	
	478,26	460,99	119,88	434,98	426,32	133,18	0,023

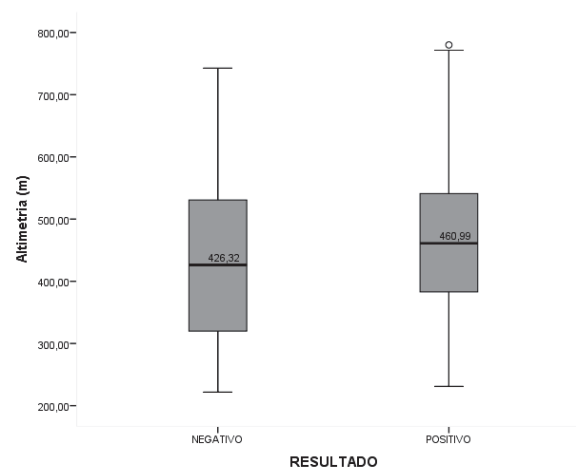
FONTE: O autor (2019)

FIGURA 24 - ÍNDICES DE ALTIMETRIA NOS MUNICÍPIOS DAS UNIDADES  
EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA *SALMONELLA*  
*ENTERICA* (A)



FONTE: O autor (2019).

FIGURA 25 - ÍNDICES DE ALTIMETRIA NOS MUNICÍPIOS DAS UNIDADES  
EPIDEMIOLÓGICAS POSITIVAS E NEGATIVAS PARA *SALMONELLA* *ENTERICA* (B)



FONTE: O autor (2019).

No presente estudo, observou-se que os municípios das unidades epidemiológicas positivas para *Salmonella enterica* encontram-se em altitudes maiores em relação a unidades epidemiológicas negativas ( $p < 0,05$ ).

De acordo com Karkow e colaboradores (2015), altas altitudes dificultam as trocas de temperatura, pois de acordo com as características de localização, os índices de umidade relativa do ar podem se tornar maiores, afetando negativamente as trocas e resultando em valores mais elevados de parâmetros de conforto como o índice de temperatura e umidade (ITU). Resultados de um trabalho de meta-análise mostraram a maior altitude está relacionada com menor ganho de peso e maior mortalidade em frangos de corte, independente do sexo e da idade de abate.

Por outro lado, um estudo que avaliou a prevalência e fatores de risco à Leptospirose em cães no meio rural do município de Pelotas no estado do Rio Grande do Sul, demonstrou que houve maior ocorrência de infecção em cães pertencentes a propriedades localizadas nas altitudes mais baixas do município (0 a 100m) (Jouglard e Brod, 2000). Esses resultados corroboram com os encontrados por Barcellos et al. (2003) que analisaram as áreas de risco para leptospirose no mesmo estado e constataram que a maioria dos casos (85,6%) estavam inseridos em localidades com baixas altitudes, consideradas mais propensas a inundações.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados deste estudo, constatou-se que 60,26% das unidades epidemiológicas positivas foram somente identificadas como *Salmonella* spp. e não diferenciadas por sorovar. Verificou-se ainda que a positividade para *Salmonella enterica* nas unidades epidemiológicas estudadas não está relacionada com a presença de outras espécies animais além da criação avícola, e observou-se que a maioria dos positivos não possuem outros animais. Isso pode ser atribuído à baixa competitividade da *Salmonella* na presença de outros micro-organismos que impediu o isolamento, ou que realmente não houve relação causal.

Observou-se também que uma maior densidade de aves nas instalações pode exercer influência sobre a positividade para *Salmonella*, porém a densidade de aves no entorno não apresentou diferença estatística entre unidades epidemiológicas positivas e negativas. A análise de densidade de Kernel, mostrou que visualmente, as regiões com maior isolamento da bactéria estão localizadas nas regiões noroeste e oeste do estado.

Pequenas distâncias entre unidades epidemiológicas positivas em relação às negativas possibilitaram a hipótese de um maior potencial de transmissibilidade de *Salmonella enterica*. Verificou-se ainda que a altimetria quando elevada parece desempenhar influência sobre a positividade.

Mediante os resultados do presente trabalho, é relevante apresentar algumas limitações e sugestões para os envolvidos no controle de *Salmonella*. Houve dificuldades no momento da coleta de dados deste trabalho, principalmente no que se refere às alterações nas informações cadastrais dos produtores que mudam à medida que a unidade epidemiológica é transferida entre membros da família e a ausência de informações de guia de trânsito animal (GTA) que possibilitariam analisar o tempo de vazio sanitário entre lotes e determinar se existe relação entre este parâmetro e a positividade para *Salmonella*. Os dados referentes à idade das aves no momento da coleta dos suabes de arrasto também poderiam fornecer informações acerca das particularidades do isolamento e dos sorovares envolvidos. Informações de manejo geral adotadas nestas unidades epidemiológicas também contribuiriam

para os resultados deste trabalho, que poderiam ser obtidas se houvesse um check-list de biosseguridade possibilitando classificar e determinar o perfil destas propriedades. A sorotipificação de todos os resultados também foi uma limitação do estudo, pois se todos os resultados apontassem os sorovares envolvidos seria possível conhecer as características e particularidades destes.

Diante disso, considerando todos os fatores que não podem ser modificados (proximidade com outras unidades epidemiológicas, rodovias, rios e condições climáticas) sugere-se que as unidades epidemiológicas avícolas busquem melhorar continuamente as condições de manejo como limpeza, desinfecção, e tempo de vazio sanitário próximo a 15 dias (embora este último parâmetro não tenha sido elucidado neste estudo). A qualidade de água e ração também são fatores importantes para reduzir a possibilidade de infecção, bem como o controle de pragas e a restrição de acesso de outros animais no aviário, embora este parâmetro não tenha apresentado diferença neste estudo. A restrição ao acesso de pessoas no ambiente de criação e a utilização de roupas específicas para o trabalho na granja também são fatores que devem ser respeitados. O destino correto de aves tão logo se detecte sua morte diminui o risco de transmissão de patógenos às demais. Por fim, o treinamento constante das pessoas envolvidas na cadeia produtiva é útil para a geração de medidas preventivas. Todas estas medidas podem auxiliar na redução da ocorrência de salmoneloses nos plantéis avícolas, amenizando assim os riscos para a saúde pública e para as relações comerciais internacionais.

## REFERÊNCIAS

ADAPAR. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. Portaria nº 290, de 09 de novembro de 2017. **Aprova o procedimento para a emissão da Certidão de Registro de Estabelecimentos Avícolas de Produção Comercial**. 2017.

AHO, M. Problems of Salmonella sampling. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 15, n. 3, p. 225-235, 1992.

ARNOLD, M.; COOK, A.; DAVIES, R. M. A modelling approach to estimate the sensitivity of pooled faecal samples for isolation of *Salmonella* in pigs. **Journal of the Royal Society Interface**, London, v. 2, p. 365-372, 2005.

BARCELLOS, C. et al. Distribuição espacial da leptospirose no Rio Grande do Sul, Brasil: recuperando a ecologia dos estudos ecológicos. **Cadernos de Saúde Pública**, [s.l.], v. 19, n. 5, p.1283-1292, 2003.

BARROW, P. A. The paratyphoid salmonellae. **Oie Revue Scientifique et Technique**, v. 19, n. 2, p. 351-75, 2000.

BONI, H. F. K.; CARRIJO, A. S; FASCINA, V. B. Ocorrência de Salmonella spp. em aviários e abatedouro de frangos de corte na região central de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.1, p.84-95, 2011.

BOUQUIN, S. Le et al. Prevalence and risk factors for Salmonella spp. contamination in French broiler-chicken flocks at the end of the rearing period. **Preventive Veterinary Medicine**, [s.l.], v. 97, n. 3-4, p.245-251, 2010.

BOUWKNEGT, M et al. Risk factors for the presence of Campylobacter spp. in Dutch broiler flocks. **Preventive Veterinary Medicine**, [s.l.], v. 62, n. 1, p.35-49, 2004.

BRASIL. Estabelece os procedimentos para registro, fiscalização e controle de estabelecimentos avícolas de reprodução e comerciais, na forma dos anexos desta Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**, 2007.

BRASIL. **Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento**. Brasil, 2012.



BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 10, de 11 de abril de 2013. Define o programa de gestão de risco diferenciado baseado em vigilância epidemiológica e adoção de vacinas para os estabelecimentos avícolas considerados de maior susceptibilidade à introdução e disseminação de agentes patogênicos no plantel avícola nacional e para estabelecimentos avícolas que exerçam atividades que necessitam de maior rigor sanitário. **Diário Oficial da União**, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 20, de 21 de outubro de 2016. Estabelece o controle e o monitoramento de *Salmonella* spp. nos estabelecimentos avícolas comerciais de frangos e perus de corte e nos estabelecimentos de abate de frangos, galinhas, perus de corte e reprodução, registrados no Serviço de Inspeção Federal (SIF), com objetivo de reduzir a prevalência desse agente e estabelecer um nível adequado de proteção ao consumidor, na forma desta Instrução. **Diário Oficial da União**, 2016

CENTERS OF DISEASE CONTROL. **Multistate Outbreak of Multidrug-Resistant Salmonella Heidelberg Infections Linked to Contact with Dairy Calves (Final Update)**. 2018. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/salmonella/heidelberg-11-16/index.html>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

CHEDIEK, J. et al. O índice de Desenvolvimento Municipal Brasileiro. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013**. Disponível em: <[http://www.atlasbrasil.org.br/2013/data/rawData/publicacao\\_atlas\\_municipal\\_pt.pdf](http://www.atlasbrasil.org.br/2013/data/rawData/publicacao_atlas_municipal_pt.pdf)> Acesso em 06 de janeiro de 2019.

CROMLEY, E. K.; McLAFFERTY, S. L. 2002. **GIS and Public Health**. 1 ed. The Guilford Press, New York, 340 pp.

DERACHE, C. et al. Differential modulation of beta-defensin gene expression by Salmonella Enteritidis in intestinal epithelial cells from resistant and susceptible chicken inbred lines. **Developmental and Comparative Immunology**, v. 33, n. 9, p. 959-966, 2009.

EFSA (European Food Safety Authority). Scientific report of EFSA and ECDC: The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2012. **EFSA Journal**, v. 12, p. 3547, 2014.

ELGROUD, R.; ZERDOUMI, F.; BENAZZOUZ, M.; BOUZITOUNA-BENTCHOUALA, C.; GRANIER, S. A.; FRÉMY, S.; BRISABOIS, A.; DUFOUR, B.; MILLEMANN, Y. Characteristics of *Salmonella* Contamination of Broilers and Slaughterhouses in the Region of Constantine (Algeria). **Zoonoses and Public Health**, v. 56, n. 2, p. 84-93, 2009.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; AGUIAR, A. V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no Estado do Paraná. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 49-64, 2008.

FURLAN, R. L. **Influência da temperatura na produção de frangos de corte**. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. Anais Chapecó: Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, p. 104-135, 2006.

GLAS, A. F.; LIJMER, J. G.; PRINS, M. H.; BONSEL, G. J.; BOSSUYT, P. M. M. The diagnostic odds ratio: a single indicator of test performance. **Journal of Clinical Epidemiology**. V. 56, p. 1129-1135, 2003.

HIJMANS, R. J.; CAMERON, S. E.; PARRA, J. L.; JONES, P. G.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology** 25: 1965-1978, 2005.

JONSSON, M. E. et al. Effect of climate and farm environment on *Campylobacter* spp. colonisation in Norwegian broiler flocks. **Preventive Veterinary Medicine**, [s.l.], v. 107, n. 1-2, p.95-104, 2012.

JOUGLARD, S. D. D.; BROD, C. S. Leptospirose em cães: prevalência e fatores de risco no meio rural do município de pelotas, RS. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.67, n.2, p.181-185, 2000.

KARKOW, A. K. et al. **Perdas produtivas em frangos de corte devido a variações de temperatura, umidade e altitude no Rio Grande do Sul**: Desempenho produtivo de frangos de corte devido ao estresse por calor em diferentes altitudes. 2015. 92 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Cap. 4. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4370/KARKOW%2c%20ANA%20KATIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 27 dez. 2018.

LAMBERT, G. P. **Intestinal barrier dysfunction, endotoxemia, and gastrointestinal symptoms: the 'canary in the coal mine' during exercise-heat stress?** *Medicine and Sport Science*, v. 53, n., p. 61-73, 2008.

LÚCIO, Érica Chaves et al. Ocorrência de ovinos portadores da infecção por *Campylobacter* spp. no estado de Pernambuco. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [s.l.], v. 38, n. 2, p.262-270, 2018.

MARIN, C. et al. Sources of *Salmonella* contamination during broiler production in Eastern Spain. **Preventive Veterinary Medicine**, [s.l.], v. 98, n. 1, p.39-45, 2011.

MASHALY, M. M.; HENDRICKS, G. L., 3<sup>RD</sup>; KALAMA, M. A.; GEHAD, A. E.; ABBAS, A. O.; PATTERSON, P. H. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. **Poultry Science**, v. 83, n.6, p. 889-894, 2004.

PANDINI, Jessica Angela et al. Ocorrência e perfil de resistência antimicrobiana de sorotipos de *Salmonella* spp. isolados de aviários do Paraná, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, [s.l.], v. 82, p.1-6, 2015.

PEREIRA, V. L. A.; SILVA, G. M.; LEMOS, M. Presença de *Salmonella* em frangos de corte aparentemente sadios em unidades de criação industrial na região de São José do Vale do Rio Preto – RJ. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, Niterói, v. 6, n. 3, p. 156-161, 1999.

POPOFF, M.Y.; BOCKEMÜHL, J.; HICKMAN-BRENNER, F.W. **Kauffmann-White scheme**. *Research in Microbiology*, Paris, v. 147, n. 39, p. 765-769, 1996.

QUINTEIRO FILHO, W.M.; RIBEIRO, A.; FERRAZ DE PAULA, V.; PINHEIRO, M.L.; SAKAI, M.; SÁ, L.R.M.; FERREIRA, A.J.P.; PALERMO NETO, J. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 89, n. 9, p. 1905-1914, 2010.

QUINTEIRO-FILHO, W. M. et al. Heat stress impairs performance and induces intestinal inflammation in broiler chickens infected with *Salmonella* Enteritidis. **Avian Pathology**, [s.l.], v. 41, n. 5, p.421-427, 2012.

SANTOS, Gleicianny de Brito et al. Estudo bioclimático das regiões litorânea, agreste e semiárida do estado de Sergipe para a avicultura de corte e postura. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 44, n. 1, p.123-128, 22 nov. 2013.

SILVEIRA, C. T.; SILVEIRA, R. M. P. Índice de Posição Topográfica (IPT) para classificação geomorfométrica das formas de relevo no estado do Paraná - Brasil. **Revista Ra'e Ga**, volume Especial Temático de Geomorfologia, 2017.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que a prevalência dos sorovares de *Salmonella* variam em função da localização geográfica e o tempo, os fatores relacionados com a introdução e disseminação destes agentes nos plantéis avícolas são importantes para adoção de medidas de controle efetivas.

As informações epidemiológicas obtidas a partir deste estudo demonstram a relação entre alguns fatores como uma maior densidade de aves nas instalações, a proximidade entre unidades epidemiológicas positivas e negativas e a altimetria da região com a positividade das unidades epidemiológicas.

Também foi possível observar a importância da sorotipificação da *Salmonella enterica* para a obtenção de outras particularidades permitindo a adoção de métodos de controle mais direcionados.

## REFERÊNCIAS

ADAPAR. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. Portaria nº 290, de 09 de novembro de 2017. **Aprova o procedimento para a emissão da Certidão de Registro de Estabelecimentos Avícolas de Produção Comercial**. 2017.

AHO, M. Problems of Salmonella sampling. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 15, n. 3, p. 225-235, 1992.

AKPABIO U. Epidemiology of Poultry Salmonellosis: A review. **Journal of Veterinary Advances**, n. 5, v.5, p. 902-911, 2015.

Annual Epidemiological Report on Communicable Diseases in Europe. **European Centre for Disease Prevention and Control – ECDC – 2014**, 2016. Disponível em: <<https://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/documents/Salmonellosis%20%20Annual%20Epidemiological%20Report%202016%20%5B2014%20data%5D.pdf>> Acesso em 24 de março de 2019.

Annual Report © European Commission. **Health and Food Safety — RASFF — The Rapid Alert System for Food and Feed — 2016**, 2017. Disponível em: <[https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/rasff\\_annual\\_report\\_2016.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/rasff_annual_report_2016.pdf)> Acesso em 05 de junho de 2018.

ARAÚJO, W.A.G; ALBINO, L.F.T. Biosseguridade nos incubatórios. Singapura: Comercial Incubation. **Singapura: Transworld Research Network**, cap.2, p.16-18, 2001.

ARNOLD, M.; COOK, A.; DAVIES, R. M. A modelling approach to estimate the sensitivity of pooled faecal samples for isolation of *Salmonella* in pigs. **Journal of the Royal Society Interface**, London, v. 2, p. 365-372, 2005.

Associação Brasileira de Proteína Animal ABPA. **RELATÓRIO ANUAL 2018**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>>. Acesso em 13 de setembro de 2018.

AURY, K. et al. Risk factors for *Listeria monocytogenes* contamination in French laying hens and broiler flocks. **Preventive Veterinary Medicine**, [s.l.], v. 98, n. 4, p.271-278, mar. 2011.

BACK, A.; ISHIZUKA, M. M. Principais Doenças de notificação obrigatória da Organização Mundial de Saúde. In: Salmonelose aviária. 1 ed. São Paulo: **Fundação Cargill**, p.120-189, 2010.

BARCELLOS, C. et al. Distribuição espacial da leptospirose no Rio Grande do Sul, Brasil: recuperando a ecologia dos estudos ecológicos. **Cadernos de Saúde Pública**, [s.l.], v. 19, n. 5, p.1283-1292, 2003.

BARROW, P. A. The paratyphoid salmonellae. **Oie Revue Scientifique et Technique**, v. 19, n. 2, p. 351-75, 2000.

BECKER, E. R. et al. **Enfermedades de las aves. México: Union Tipografica Editorial Hispano-americana**, 1113 p., 1964.

BERCHIERI JUNIOR, A.; Freitas, O. C. N. Doenças das Aves: Enfermidades Bacterianas - Salmoneloses. 2. ed. Campinas: **Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**, 1104 p., 2009.

BONI, H. F. K.; CARRIJO, A. S; FASCINA, V. B. Ocorrência de Salmonella spp. em aviários e abatedouro de frangos de corte na região central de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.1, p.84-95, 2011.

BOUQUIN, S. Le et al. Prevalence and risk factors for Salmonella spp. contamination in French broiler-chicken flocks at the end of the rearing period. **Preventive Veterinary Medicine**, [s.l.], v. 97, n. 3-4, p.245-251, 2010.

BOUWKNEGT, M et al. Risk factors for the presence of Campylobacter spp. in Dutch broiler flocks. **Preventive Veterinary Medicine**, [s.l.], v. 62, n. 1, p.35-49, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 193, de 19 de setembro de 1994. Institui o Programa Nacional de Sanidade Avícola no âmbito da DAS e cria o Comitê Consultivo do Programa de Sanidade Avícola. **Diário Oficial da União**, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 78, de 3 de novembro de 2003. Aprovar as Normas Técnicas para Controle e Certificação de Núcleos e Estabelecimentos Avícolas como livres de *Salmonella Gallinarum* e de *Salmonella Pullorum* e Livres ou Controlados para

*Salmonella* Enteritidis e para *Salmonella* Typhimurium. **Diário Oficial da União**, 2003.

BRASIL. Estabelece os procedimentos para registro, fiscalização e controle de estabelecimentos avícolas de reprodução e comerciais, na forma dos anexos desta Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**, 2007.

BRASIL. **Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento**. Brasil, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 10, de 11 de abril de 2013. Define o programa de gestão de risco diferenciado baseado em vigilância epidemiológica e adoção de vacinas para os estabelecimentos avícolas considerados de maior susceptibilidade à introdução e disseminação de agentes patogênicos no plantel avícola nacional e para estabelecimentos avícolas que exerçam atividades que necessitam de maior rigor sanitário. **Diário Oficial da União**, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 20, de 21 de outubro de 2016. Estabelece o controle e o monitoramento de *Salmonella* spp. nos estabelecimentos avícolas comerciais de frangos e perus de corte e nos estabelecimentos de abate de frangos, galinhas, perus de corte e reprodução, registrados no Serviço de Inspeção Federal (SIF), com objetivo de reduzir a prevalência desse agente e estabelecer um nível adequado de proteção ao consumidor, na forma desta Instrução. **Diário Oficial da União**, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Memorando nº 44/2018/CGI/DIPOA/MAPA/SDA/MAPA. RASFF - Aves e Bovinos Padronização de Procedimentos. Cancela e substitui o Memorando nº 108/2017/CGI/DIPOA/MAPA/SDA/MAPA. **Diário Oficial da União**, 2018.

BRASIL. **Surtos de Doenças Transmitidas por alimentos no Brasil. Ministério da Saúde**. Maio de 2017. Disponível em <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/maio/29/Apresentacao-Surtos-DTA-2017.pdf>> Acesso em 05 de agosto de 2018.

BRASIL. **Surtos de Doenças Transmitidas por alimentos no Brasil. Ministério da Saúde**. Janeiro de 2018. Disponível em <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/maio/29/Apresentacao-Surtos-DTA-2017.pdf>> Acesso em 05 de agosto de 2018.



BRENNER, F.W.; VILLAR, R.G.; ANGULO, F.J.; TAUXE, R.; SWAMINATHAN, B. *Salmonella* Nomenclature. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 38, n. 7, p. 2465-2467, 2000.

CARDOSO, A. L. S. P.; TESSARI, E. N. C. Divulgação técnica – *Salmonella* na segurança dos alimentos. **Biológico**, v. 70, n. 1, p. 11-13, 2008.

CENTERS OF DISEASE CONTROL. **Multistate Outbreak of Multidrug-Resistant *Salmonella* Heidelberg Infections Linked to Contact with Dairy Calves (Final Update)**. 2018. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/salmonella/heidelberg-11-16/index.html>>. Acesso em: 12 dez. 2018.

CHEDIEK, J. et al. O índice de Desenvolvimento Municipal Brasileiro. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013**. Disponível em: <[http://www.atlasbrasil.org.br/2013/data/rawData/publicacao\\_atlas\\_municipal\\_pt.pdf](http://www.atlasbrasil.org.br/2013/data/rawData/publicacao_atlas_municipal_pt.pdf)> Acesso em 06 de janeiro de 2019.

CLARKSON, L. S. et al. Sporadic *Salmonella enterica* serotype Javiana infections in Georgia and Tennessee: a hypothesis-generating study. **Epidemiology And Infection**, [s.l.], v. 138, n. 03, p.340-346, 2010.

CROMLEY, E. K.; McLAFFERTY, S. L. 2002. **GIS and Public Health**. 1 ed. The Guilford Press, New York, 340 pp.

COX, N. A.; BERRANG, M. E.; CASON, J. A. *Salmonella* penetration of egg shells and proliferation in broiler hatching eggs – a review. **Poultry Science**, v. 79, n. 11, p. 1571-1574, 2000.

DERACHE, C. et al. Differential modulation of beta-defensin gene expression by *Salmonella* Enteritidis in intestinal epithelial cells from resistant and susceptible chicken inbred lines. **Developmental and Comparative Immunology**, v. 33, n. 9, p. 959-966, 2009.

DORNELES, C.; CORREA, J.M.; MENDES, S.; HAAS, S.; TIBA, M.L.; Campanher, R. Microbiological analysis of the foods involved in foodborne disease outbreaks occurring in the Rio Grande do Sul State, **Revista Brasileira de Biociências**, v.8, p. 44 –48, 2010.

EFSA (European Food Safety Authority). Scientific report of EFSA and ECDC: The European Union summary report on trends and sources of zoonoses,

zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2012. **EFSA Journal**, v. 12, p. 3547, 2014.

ELGROUD, R.; ZERDOUMI, F.; BENAZZOUZ, M.; BOUZITOUNA-BENTCHOUALA, C.; GRANIER, S. A.; FRÉMY, S.; BRISABOIS, A.; DUFOUR, B.; MILLEMANN, Y. Characteristics of *Salmonella* Contamination of Broilers and Slaughterhouses in the Region of Constantine (Algeria). **Zoonoses and Public Health**, v. 56, n. 2, p. 84-93, 2009.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; AGUIAR, A. V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no Estado do Paraná. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 49-64, 2008.

FURLAN, R. L. **Influência da temperatura na produção de frangos de corte**. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. Anais Chapecó: Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, p. 104-135, 2006.

GAST, R.K.; BENSON, S.T. The comparative virulence for chicks of *Salmonella* enteritidis phage type 4 isolates and isolates of phage types commonly found in poultry in the United States. **Avian Diseases**, v. 39, p. 567-574, 1995.

GAST, R. K., GUARD-BOULDIN, J., HOLT, P. S. The relationship between the duration of fecal shedding and the production of contaminated eggs by laying hens infected with strains of *Salmonella* Enteritidis and *Salmonella* Heidelberg. **Avian Diseases**, v. 49, p. 382–386, 2005.

GLAS, A. F.; LIJMER, J. G.; PRINS, M. H.; BONSEL, G. J.; BOSSUYT, P. M. M. The diagnostic odds ratio: a single indicator of test performance. **Journal of Clinical Epidemiology**. V. 56, p. 1129-1135, 2003.

HALL, G. V.; D'SOUZA, R. M; KIRK, M. D. Foodborne disease in the new millennium: out of the frying pan and into the fire? **Medical Journal of Australia**, v. 177: p. 614–618, 2002.

HIJMANS, R. J.; CAMERON, S. E.; PARRA, J. L.; JONES, P. G.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology** 25: 1965-1978, 2005.

HUMPHREY, T. Public-health aspects of *Salmonella* infection. In *Salmonella in Domestic Animals*. Wray C and Wray A Eds. CABI Publishing, New York City. Pages 245-263 induction of the *Salmonella* pathogenicity island 2 type III secretion system and its role in intracellular survival. **Molecular Microbiology**, v. 30, p. 175-188, 2000.

JONSSON, M. E. et al. Effect of climate and farm environment on *Campylobacter* spp. colonisation in Norwegian broiler flocks. **Preventive Veterinary Medicine**, [s.l.], v. 107, n. 1-2, p.95-104, 2012.

JOUGLARD, S. D. D.; BROD, C. S. Leptospirose em cães: prevalência e fatores de risco no meio rural do município de pelotas, RS. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.67, n.2, p.181-185, 2000.

KARKOW, A. K. et al. **Perdas produtivas em frangos de corte devido a variações de temperatura, umidade e altitude no Rio Grande do Sul**: Desempenho produtivo de frangos de corte devido ao estresse por calor em diferentes altitudes. 2015. 92 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Cap. 4. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4370/KARKOW%2c%20ANA%20KATIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 27 dez. 2018.

KOTTWITZ, L. B. M; BACK, A.; Leão, J. A; ALCOCER, I; KARAN, M.; OLIVEIRA, T. C. R. M. Contaminação por *Salmonella* spp. em uma cadeia de produção de ovos de uma integração de postura comercial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.496-498, 2008.

LAMBERT, G. P. **Intestinal barrier dysfunction, endotoxemia, and gastrointestinal symptoms: the 'canary in the coal mine' during exercise-heat stress?** *Medicine and Sport Science*, v. 53, n., p. 61-73, 2008.

LÚCIO, Érica Chaves et al. Ocorrência de ovinos portadores da infecção por *Campylobacter* spp. no estado de Pernambuco. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [s.l.], v. 38, n. 2, p.262-270, 2018.

MARIN, C. et al. Sources of *Salmonella* contamination during broiler production in Eastern Spain. **Preventive Veterinary Medicine**, [s.l.], v. 98, n. 1, p.39-45, 2011.

MARDER, M. P. H. E. P.; GRIFFIN, P. M.; CIESLAK, P. R. et al., Preliminary Incidence and Trends of Infections with Pathogens Transmitted Commonly Through Food – Foodborne Diseases Active Surveillance Network, 10 U.S. Sites, 2006-2017. **MMWT Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 67, p.324-328, 2018.

MASHALY, M. M.; HENDRICKS, G. L., 3<sup>RD</sup>; KALAMA, M. A.; GEHAD, A. E.; ABBAS, A. O.; PATTERSON, P. H. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. **Poultry Science**, v. 83, n.6, p. 889-894, 2004.

MEAD, G. et al. And the *salmonella* on raw poultry writing committee. Scientific and Technical Factors Affecting the Setting of *Salmonella* Criteria for Raw Poultry: A Global Perspective. **Journal of Food Protection**, v. 73, n. 8, p. 1566-1590, 2010.

MILAZZO, A. et al. The effect of temperature on different *Salmonella* serotypes during warm seasons in a Mediterranean climate city, Adelaide, Australia. **Epidemiology And Infection**, [s.l.], v. 144, n. 06, p.1231-1240, 2015.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento MAPA. **Anuário dos programas de controle de alimentos de origem animal do DIPOA 2018**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-animal/arquivos-publicacoes-dipoa/anuario-dipoa-v4>>. Acesso em 16 de janeiro de 2019.

MIRAGLIA, M. et al. Climate change and food safety: An emerging issue with special focus on Europe. **Food And Chemical Toxicology**, [s.l.], v. 47, n. 5, p.1009-1021, 2009.

PANDINI, Jessica Angela et al. Ocorrência e perfil de resistência antimicrobiana de sorotipos de *Salmonella* spp. isolados de aviários do Paraná, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, [s.l.], v. 82, p.1-6, 2015.

PEREIRA, V. L. A.; SILVA, G. M.; LEMOS, M. Presença de *Salmonella* em frangos de corte aparentemente sadios em unidades de criação industrial na região de São José do Vale do Rio Preto – RJ. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, Niterói, v. 6, n. 3, p. 156-161, 1999.

PLYM FORSHELL, L; WIERUP, M. *Salmonella* contamination: a significant challenge to the global marketing of animal food products. **Revue Scientifique et Technique** (International Office of Epizootics), v. 25, n. 2, p. 541-554, 2006.

POPOFF, M.Y.; BOCKEMÜHL, J.; HICKMAN-BRENNER, F.W. **Kauffmann-White scheme**. *Research in Microbiology*, Paris, v. 147, n. 39, p. 765-769, 1996.

POPOFF, M.Y.; BOCKEMÜHL, J.; GHEESLING, L. L. Supplement 2002 (n°46) to the Kauffmann-White scheme. **Research in Microbiology**, Amsterdam, v. 155, n. 7, p. 568-570, 2004.

PULIDO-LANDÍNEZ, M. et al. Assignment of serotype to *Salmonella* enterica isolates obtained from poultry and their environment in southern Brazil. **Letters In Applied Microbiology**, [s.l.], p.288-294, 2013.

QUINTEIRO FILHO, W.M.; RIBEIRO, A.; FERRAZ DE PAULA, V.; PINHEIRO, M.L.; SAKAI, M.; SÁ, L.R.M.; FERREIRA, A.J.P.; PALERMO NETO, J. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 89, n. 9, p. 1905-1914, 2010.

QUINTEIRO-FILHO, W. M. et al. Heat stress impairs performance and induces intestinal inflammation in broiler chickens infected with *Salmonella* Enteritidis. **Avian Pathology**, [s.l.], v. 41, n. 5, p.421-427, 2012.

REVOLLEDO, L. Alternativas para o controle de *Salmonella*. IX Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 2008. Chapecó (SC). **Anais Chapecó**, p.95-110, 2008.

RODRIGUES, D.P. Perspectivas atuais e falhas no diagnóstico antigênico de *Salmonella* spp: importância no reconhecimento dos sorovares circulantes, emergentes e exóticos. **Seminário Internacional de Salmoneloses Aviárias**. Rio de Janeiro, 2011.

SÁNCHEZ-VARGAS, F. M.; ABU-EL-HAIJA, M. A.; GÓMEZ-DUARTE, O.G. *Salmonella* infections: An update on epidemiology, management, and prevention. **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 9, n. 6, p. 263-277, 2011.

SANTOS, Gleicianny de Brito et al. Estudo bioclimático das regiões litorânea, agreste e semiárida do estado de Sergipe para a avicultura de corte e postura. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 44, n. 1, p.123-128, 22 nov. 2013.

SOUZA, A. Introduction to the special issue: Salmonella in foods: Evolution, strategies and challenges. **Food Research International**, v. 45, p. 451-454, 2012.

SWAYNE, D.E.; GLISSON, J.R.; MCDUGALD, L.R.; NOLAN, L.K.; SUAREZ, D.L.; Nair, V.L. **Diseases of Poultry**, Wiley, 1408 p., 2013.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3ª Edição. São Paulo: Varela, 107 p., 2007.

SILVEIRA, C. T.; SILVEIRA, R. M. P. Índice de Posição Topográfica (IPT) para classificação geomorfométrica das formas de relevo no estado do Paraná - Brasil. **Revista Ra'e Ga**, volume Especial Temático de Geomorfologia, 2017.

VOSS-RECH, D. et al. A temporal study of *Salmonella enterica* serotypes from broiler farms in Brazil. **Poultry Science**, [s.l.], v. 94, n. 3, p.433-441, 2015.

ZANCAN, F. T.; BERCHIERI Jr.; A.; FERNANDES, S. A.; GAMA, N. M. S. Q. *Salmonella* investigation in transport boxes of day-old birds. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 31, p. 230-232, 2000.