

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 29/10/2020.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**COMPARAÇÃO DE ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS,  
PATOLÓGICOS E ZOOTÉCNICOS ENTRE FRANGOS E  
PERUS DE CORTE DESAFIADOS COM *Salmonella*  
Heidelberg**

**IGOR HENRIQUE BASTOS VELLANO**

**Botucatu - SP, abril de 2019**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**COMPARAÇÃO DE ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS,  
PATOLÓGICOS E ZOOTÉCNICOS ENTRE FRANGOS E PERUS  
DE CORTE DESAFIADOS COM *Salmonella* Heidelberg**

**IGOR HENRIQUE BASTOS VELLANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Medicina Veterinária para a  
obtenção do título de Mestre

Orientador: Prof. Dr. Raphael Lucio  
Andreatti Filho  
Co-Orientadora: Dra. Elisane Lenita  
Milbradt

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA  
INFORM. DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU  
- UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Vellano, Igor Henrique Bastos.

Comparação de aspectos microbiológicos, patológicos e zootécnicos entre frangos e perus de corte desafiados com *Salmonella Heidelberg* / Igor Henrique Bastos Vellano. - Botucatu, 2019

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Raphael Lucio Andreatti Filho

Coorientador: Elisane Lenita Milbradt

Capes: 50503014

1. Salmonella. 2. Mucosa intestinal. 3. Frango de corte - Patogênese. 4. Peru (Ave).

Palavras-chave: *Salmonella Heidelberg*; frangos; mucosa intestinal; patogenia; perus.

## COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Raphael Lucio Andreatti Filho

Membro e Orientador

Departamento de Clínica Veterinária

FMVZ – Unesp – Botucatu (SP)

Prof. Dr. Adriano Sakai Okamoto

Membro

Departamento de Clínica Veterinária

FMVZ – Unesp – Botucatu (SP)

Profa. Dra. Terezinha Knöbl

Membro

Departamento de Patologia

FMVZ - USP - São Paulo (SP)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, que me deram suporte durante toda a vida e que são a razão para eu ter chegado até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Ao apoio financeiro concedido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), número do processo 88882.180531/2018-01.

Ao Professor e Orientador Dr. Raphael Lucio Andreatti Filho, pela orientação, amizade e pela oportunidade de aprendizado ao longo dos últimos quatro anos, contribuindo para o meu desenvolvimento pessoal e profissional

À Dra. Elisane Lenita Milbradt, pela co-orientação, paciência e auxílio fundamental em todas as fases do meu projeto.

Aos professores doutores Adriano Sakai Okamoto e Alexandre Hataka pela colaboração no trabalho, por aceitarem compor a minha banca e por toda a ajuda desprendida ao longo da minha trajetória desde a residência.

Aos demais professores do serviço de Patologia da faculdade de Medicina Veterinária FMVZ-UNESP-Botucatu: Prof. Dr. Júlio Lopes Sequeira, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Noeme Souza Rocha, por toda a colaboração e disposição em ajudar sempre no que fosse possível.

Ao Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires e ao Dr. Daniel Polizel do departamento de zootecnia da Esalq – USP, pela disponibilidade em contribuir com as análises de ácidos graxos voláteis.

Ao professor Carlos Roberto Padovani do departamento de bioestatística do Instituto de Biociências - Unesp, por contribuir com as análises estatísticas do trabalho.

À Bianca Nagayoshi, Letícia Gross, Gabriela Bastos e todos os envolvidos direta ou indiretamente no desenvolvimento do projeto que, por ventura eu não tenha listado aqui, o meu muito obrigado.

Aos amigos que fiz durante a residência e mestrado, por todas as risadas, preocupações, companheirismo e aprendizado, vou levar para sempre comigo.

Aos companheiros de república, por dividirem não somente um teto, como também momentos que ficarão na memória.

À minha namorada Mariana Carvalho, por todo companheirismo, amor e carinho ao longo dessa caminhada.

À Maria Valéria Dalanezi pela ajuda no processamento do material histológico .

A todos os funcionários que tive o prazer de conhecer e que sempre me ajudaram muito, em especial ao Maury Raul, Claudinei Rodrigues e Carlos Godoy.

Às empresas Brasil Foods e Aviagen pela doação das aves experimentais.

À minha família, por serem o meu alicerce.

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Composição percentual e estimada das dietas experimentais de frangos de corte.....	36
<b>Tabela 2.</b> Composição percentual e estimada das dietas experimentais de perus de corte.....	38
<b>Tabela 3.</b> Média em log das unidades formadoras de colônia por grama no inglúvio e ceco de frangos e perus de corte, inoculados via oral com $6 \times 10^8$ UFC/ml de <i>Salmonella</i> Heidelberg no terceiro dia de vida. ....	39
<b>Tabela 4.</b> Mediana e valores mínimo e máximo de unidade formadoras de colônias por grama (UFC/g) no fígado e baço de frangos e perus de corte desafiados por via oral com $6 \times 10^8$ UFC/ml de <i>Salmonella</i> Heidelberg no terceiro dia de vida .....	40
<b>Tabela 5.</b> Porcentagem de excreção de <i>Salmonella</i> Heidelberg de frangos e perus de corte desafiados com $6 \times 10^8$ UFC/mL da bactéria no terceiro dia de vida ...	41
<b>Tabela 6.</b> Concentração de ácidos graxos voláteis de cadeia curta no conteúdo cecal de frangos e perus de corte desafiados no terceiro dia de vida com $6 \times 10^8$ UFC/ml de <i>Salmonella</i> Heidelberg .....	42



## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
RESUMO.....	2
ABSTRACT.....	3
1.INTRODUÇÃO.....	4
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Indústria avícola e salmonelose.....	5
2.1.2. Patogenia da <i>Salmonella</i> Heidelberg.....	7
3. OBJETIVO GERAL.....	10
3.1. Objetivos específicos.....	10
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
CAPÍTULO 2 - COMPARAÇÃO DE ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS, PATOLÓGICOS E ZOOTÉCNICOS ENTRE FRANGOS E PERUS DE CORTE DESAFIADOS COM <i>Salmonella</i> Heidelberg.....	15
SUMÁRIO.....	18
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	19
MATERIAL E MÉTODOS.....	20
Cepa de <i>Salmonella</i> Heidelberg e desafio experimental.....	21
Aves e instalações.....	21
Manejo sanitário e alimentar.....	22
<i>Delineamento experimental</i> .....	23
Experimentos A (Frango).....	23
Experimento B (Perus).....	23
Quantificação de <i>Salmonella</i> Heidelberg no ceco, ingluvío, fígado e baço.....	23
Análise de suabe cloacal para determinação da incidência de SH.....	23
Exame histológico e morfologia intestinal.....	24
Desempenho.....	24
Quantificação de Ácidos Graxos Voláteis (AGVs).....	25
Análise Estatística.....	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
<i>Resultados</i> .....	26
Quantificação de <i>Salmonella</i> Heidelberg no ceco, ingluvío, fígado e baço.....	26
Excreção de <i>Salmonella</i> Heidelberg.....	27
Exame histológico e morfologia intestinal.....	27
Desempenho.....	27
Quantificação de Ácidos Graxos Voláteis (AGVs).....	28
<i>Discussão</i> .....	28
CONCLUSÕES E APLICAÇÕES.....	32
REFERÊNCIAS E NOTAS.....	32
ANEXO.....	44

# **CAPÍTULO 1**

## **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

## RESUMO

O agronegócio representa uma fatia expressiva do PIB (produto interno bruto) nacional e no setor produtivo, frangos e perus de corte são responsáveis por boa parte da produção e exportação de produtos cárneos. A *Salmonella* spp. continua sendo uma toxinfecção alimentar de importância em saúde pública, sendo que nos últimos anos o sorovar Heidelberg (SH) vem ganhando destaque por sua característica mais invasiva, com plasmídeos responsáveis pela transmissão de genes de resistência. Ele também pode provocar danos à mucosa intestinal, semelhantes aos causados pelo sorovar Enteritidis (SE) e sua detecção pode ser realizada por cultivos microbiológicos e através de suabes, mesmo que estes apresentem uma baixa confiabilidade devido à excreção intermitente da bactéria. Devido a carência de informações a respeito da patogenia da SH em ambas as espécies, o objetivo desse trabalho foi avaliar a sensibilidade de frangos e perus de corte às ações da SH.

**Palavras-Chave:** *Salmonella* Heidelberg, mucosa intestinal, patogenia, perus, frangos

## **ABSTRACT**

Agribusiness represents a significant share of GDP (gross domestic product) national and the productive sector, broilers and turkeys are responsible for much of the production and export of meat products. *Salmonella* spp. continues to be a food poisoning of public health importance, and in recent years serovar Heidelberg (SH) has been highlighted by its more invasive characteristics, with plasmids responsible for the transmission of resistance genes. It can also cause damage to the intestinal mucosa, similar to those caused by serovar Enteritidis (SE), and their detection can be performed through swabs, even if they present a low reliability due to the intermittent excretion of the bacteria. Due to the lack of information about the pathogenicity in both species, the objective of this work was to evaluate the sensitivity of broilers and turkeys poults to SH actions.

**Key words:** *Salmonella* Heidelberg, intestinal mucosa, pathogeny, turkeys, chickens

## 1. INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro tem expressiva participação na economia do país, do qual a avicultura tem uma representatividade importante nesse setor. Apesar dos entraves econômicos do último ano, o país conseguiu manter a segunda posição como maior produtor mundial de carne de frango com 13.056 toneladas, além de destinar 4.320 toneladas à exportação, ficando à frente dos EUA. A carne de peru possui uma produção mais modesta, porém em franca expansão, com uma fatia representativa de 72% destinada ao mercado interno (ABPA, 2018).

O consumo desses produtos de origem avícola e derivados elevam o risco de exposição à *Salmonella* spp., que está associada à toxinfecções alimentares em seres humanos (FOLEY et al., 2011). Dos mais de 2650 sorovares conhecidos de *Salmonella* spp., o sorovar Heidelberg (SH) vem ocupando o nicho ecológico deixado pela *Salmonella* Enteritidis (SE), a qual obteve progressiva redução do número de casos, possivelmente devido ao alto grau de imunidade dos plantéis (FOLEY, S.L.; LYNNE, A.M.; NAYAK, R., 2008).

Comparado a outros sorovares, a SH possui uma característica mais invasiva, com plasmídeos responsáveis pela transmissão de genes de resistência, tornando-o um objeto de estudo importante na saúde pública (HAN et al., 2011). Além disso, pode provocar danos na mucosa intestinal semelhantes aos provocados por SE, tendo importância patogênica para pintainhos e como potencial contaminante de carcaças, uma vez que a excreção fecal persiste (BORSOI et al., 2011).

A excreção fecal de *Salmonella* spp. pode ser detectada por meio de suabes cloacais ou amostra de fezes, como método diagnóstico, porém a intermitência de eliminação fecal da bactéria por aves infectadas limita a confiabilidade dos resultados (VAN IMMERSEEL et al., 2004). As informações acerca da patogenia de SH são escassas, sendo que o objetivo desse trabalho foi avaliar a sensibilidade de perus e frangos à SH, a fim de apontar diferenças na resposta à infecção entre essas aves, dada que a hipótese é de que esse sorovar tenha uma ação mais intensa em perus. Dessa forma, o presente projeto irá gerar informações práticas, as quais poderão ser utilizadas pela indústria avícola.

## CONCLUSÕES E APLICAÇÕES

- 1- Perus são mais sensíveis a colonização cecal por *Salmonella* Heidelberg, quando comparado com frangos de corte, na mesma idade.

## REFERÊNCIAS E NOTAS

1. Foley, S. L., R. Nayak, I. B. Hanning, T. J. Johnson, J. Han, and S. C. Ricke. 2011. Population dynamics of *Salmonella enterica* serotypes in commercial egg and poultry production. *Appl. Environ. Microbiol.* 77:4273–9 Available at <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21571882>.
2. CDC – Centers for Disease Control and Prevention. Multistate Outbreak of Multidrug-Resistant *Salmonella* Heidelberg Infections Linked to Foster Farms Brand Chicken (Final Update), 31 July, 2014a. Disponível em : <https://www.cdc.gov/salmonella/heidelberg-10-13/>.
3. CDC - Centers for Disease Control and Prevention. *Salmonella* Heidelberg Infections Linked to Ground Turkey. 2011. Disponível em: <https://www.cdc.gov/salmonella/2011/ground-turkey-11-10-2011.html>.
4. CDC - Centers for Disease Control and Prevention. Outbreak of *Salmonella* Heidelberg Infections Linked to Tyson Brand Chicken. 2014b. Disponível em: <https://www.cdc.gov/salmonella/heidelberg-01-14/>.
5. Chappell, L., P. Kaiser, P. Barrow, M. A. Jones, C. Johnston, and P. Wigley. 2009. The immunobiology of avian systemic salmonellosis. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 128:53–59.
6. Lutful Kabir, S. M. 2010. Avian colibacillosis and salmonellosis: A closer look at epidemiology, pathogenesis, diagnosis, control and public health concerns. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 7:89–114.
7. Wilmshurst, P., and H. Sutcliffe. 1995. Splenic abscess due to *salmonella* heidelberg. *Clin. Infect. Dis.* 21:1065–1066.
8. Gast, R. K., and C. W. Beard. 1990. Isolation of *Salmonella enteritidis* from Internal Organs of Experimentally Infected Hens Published by : American Association of Avian Pathologists Stable URL : <https://www.jstor.org/stable/1591394> REFERENCES Linked references are available on JSTOR for th. 34:991–993.
9. Van Immerseel, F., J. De Buck, F. Boyen, L. Bohez, F. Pasmans, J. Volf, M. Sevcik, I. Rychlik, F. Haesebrouck, and R. Ducatelle. 2004. Medium-Chain Fatty Acids Decrease Colonization and Invasion through *hilA* Suppression Shortly after Infection of

Chickens with *Salmonella enterica* Serovar Enteritidis. *Appl. Environ. Microbiol.* 70:3582–3587 Available at <http://aem.asm.org/cgi/doi/10.1128/AEM.70.6.3582-3587.2004>.

10. Borsoi, A., L. R. do Santos, L. B. Rodrigues, H. L. de Souza Moraes, C. T. P. Salle, and V. P. do Nascimento. 2011. Behavior of salmonella heidelberg and salmonella enteritidis strains following broiler chick inoculation: Evaluation of cecal morphometry, liver and cecum bacterial counts and fecal excretion patterns. *Brazilian J. Microbiol.* 42:266–273.

11. Clavijo V., Flórez M.J.V. 2018. The gastrointestinal microbiome and its association with the control of pathogens in broiler chicken production: a review. *Poult Sci* 97(3):1006–1021.

12. Wei, S., M. Morrison, and Z. Yu. 2013. Bacterial census of poultry intestinal microbiome. *Poult. Sci.* 92:671–683.

13. Wei, S., M. Lilburn, and Z. Yu. 2016. The Bacteriomes of Ileal Mucosa and Cecal Content of Broiler Chickens and Turkeys as Revealed by Metagenomic Analysis. *Int. J. Microbiol.*

14. Palander, S., M. Näsi, and P. Palander. 2010. Digestibility and energy value of cereal-based diets in relation to digesta viscosity and retention time in turkeys and chickens at different ages estimated with different markers. *Arch. Anim. Nutr.* 64:238–253.

15. CFMV (Conselho Federal de Medicina Veterinária). Guia Brasileiro de Boas Práticas em Eutanásia em Animais - Conceitos e Procedimentos Recomendados, 2012. 1v., 62p.; Brasília.

16. Ácido Nalidíxico – Wintomylon - Sanofi Aventis, Brasil.

17. Rifampicina – Rifaldin – Sanofi Aventis, Brasil.

18. Ágar Verde Brilhante (AVB) - Acumedia Manufacturers, Inc. Lansing, MI 48912 USA.

19. Andreatti Filho, R. L., E. N. Da Silva, and P. R. Curi. 1997. Ácidos orgânicos e microbiota cecal anaeróbia no controle da infecção experimental de frangos por *Salmonella typhimurium* e *Salmonella enteritidis*. *Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec.* 49:661–672.

20. PBS Accumedia-Neogen Corporation, Lansing, MI, EUA.

21. Aviagen. 2015. Management Guidelines for Raising Commercial Turkeys.

22. COBB, 2012. Manual de manejo de frangos de corte Cobb.
23. COBB, 2015. Broiler Performance and Nutrition Supplement.
24. Milbradt, E. L., J. R. Zamae, J. P. Araújo Júnior, P. Mazza, C. R. Padovani, V. R. Carvalho, C. Sanfelice, D. M. Rodrigues, A. S. Okamoto, and R. L. Andreatti Filho. 2014. Control of Salmonella Enteritidis in turkeys using organic acids and competitive exclusion product. *J. Appl. Microbiol.* 117:554–563.
25. Tetrathionate Broth Base - Acumedia Manufacturers, Inc. Lansing, MI 48912 USA.
26. Rappaport-Vassiliadis R10 Broth - Acumedia Manufacturers, Inc. Lansing, MI 48912 USA.
27. Behmer, A.O., Tolosa, E.M.C. e Freitas Neto, A.G, 1976. Manual de técnicas para histologia normal e patológica. São Paulo: Eduspe, 239p.
28. J & W 112-88A7, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA.
29. Ferreira, E. M., A. V. Pires, I. Susin, M. V. Biehl, R. S. Gentil, M. D. O. M. Parente, D. M. Polizel, C. V. D. M. Ribeiro, and E. De Almeida. 2016. Nutrient digestibility and ruminal fatty acid metabolism in lambs supplemented with soybean oil partially replaced by fish oil blend. *Anim. Feed Sci. Technol.* 216:30–39 Available at <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.09.007>.
30. ZAR, J. H. *Biostatistical Analysis* (5th Edition), 2009. Prentice-Hall/Pearson, Upper Saddle River, NJ.
31. Dunn, O. J. Multiple comparisons using rank sums, 1964. *Technometrics*, v.6, n.3, p.241-52.
32. Fonseca, B. B., M. E. Beletti, M. S. da Silva, P. L. da Silva, I. N. Duarte, and D. A. Rossi. 2010. Microbiota of the cecum, ileum morphometry, pH of the crop and performance of broiler chickens supplemented with probiotics. *Rev. Bras. Zootec.* 39:1756–1760 Available at [http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?page=5&excludeEventConfig=ExcludeIfFromFullRecPage&qid=55&log\\_event=yes&viewType=fullRecord&SID=S1uedhXIb6Eq6hoQs7V&product=UA&doc=854&search\\_mode=Refine](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?page=5&excludeEventConfig=ExcludeIfFromFullRecPage&qid=55&log_event=yes&viewType=fullRecord&SID=S1uedhXIb6Eq6hoQs7V&product=UA&doc=854&search_mode=Refine).
33. Danzeisen, J. L., H. B. Kim, R. E. Isaacson, Z. J. Tu, and T. J. Johnson. 2011. Modulations of the Chicken Cecal Microbiome and Metagenome in Response to Anticoccidial and Growth Promoter Treatment. *PLoS One* 6:1–14.
34. Oakley, B. B., H. S. Lillehoj, M. H. Kogut, W. K. Kim, J. J. Maurer, M. D. Lee, S. R. Collett, T. J. Johnson, and N. A. Cox. 2014. The chicken gastrointestinal microbiome. *FEMS Microbiol. Lett.* 360:100–112.



35. Mohd Shaufi, M. A., C. C. Siew, C. W. Chong, H. M. Gan, and Y. W. Ho. 2015. Deciphering chicken gut microbial dynamics based on high-throughput 16S rRNA metagenomics analyses. 7:1–12.
36. Malone, G. W., G. W. Chaloupka, S. Division, W. W. Saylor, and A. Biochemistry. 1983. Influence of Litter Type and Size on Broiler Performance . 1 . Factors Affecting. *Poult. Sci.* 62:1741–1746.
37. Apajalahti, J. 2005. Comparative Gut Microflora , Metabolic Challenges , and Potential Opportunities. :444–453.
38. Fanelli, M. J., W. W. Sadler, C. E. Franti, and J. R. Brownell. 1971. Localization of Salmonellae within the Intestinal Tract of Chickens. *Avian Dis.* 15:366–375.
39. Menconi, A., A. D. Wolfenden, S. Shivaramaiah, J. C. Terraes, T. Urbano, J. Kuttel, C. Kremer, B. M. Hargis, and G. Tellez. 2011. Effect of lactic acid bacteria probiotic culture for the treatment of *Salmonella enterica* serovar Heidelberg in neonatal broiler chickens and turkey poults. *Poult. Sci.* 90:561–565.
40. Gast, R. K., R. Guraya, D. R. Jones, J. Guard, K. E. Anderson, M. Karcher, R. K. Gast, A. D. R. Guraya, A. D. R. Jones, A. J. Guard, A. K. E. Anderson, and D. M. K. C. 2017. Frequency and Duration of Fecal Shedding of *Salmonella* Serovars Heidelberg and Typhimurium by Experimentally Infected Laying Hens Housed in Enriched Colony Cages at Different Stocking Densities. *Avian Dis.* 61:366–371.
41. Pan, D., and Z. Yu. 2014. Intestinal microbiome of poultry and its interaction with host and diet. *Gut Microbes* 5:108–119.
42. Engberg, R. M., M. S. Hedemann, and B. B. Jensen. 2002. The influence of grinding and pelleting of feed on the microbial composition and activity in the digestive tract of broiler chickens. *Br. J. Sci.* 44:569–579.
43. Corrier, D. E., A. Hinton, R. L. Ziprin, R. C. Beier, and J. R. DeLoach. 1990. Effect of Dietary Lactose on Cecal pH , Bacteriostatic Volatile Fatty Acids , and *Salmonella typhimurium* Colonization of Broiler Chicks. *Avian Dis.* 34:617–625 Available at <http://www.jstor.org/stable/1591254>.
44. Hinton, A., D. E. Corrier, G. E. Spates, J. O. Norman, L. Ziprin, R. C. Beier, and J. R. Deloach. 1990. Biological Control of *Salmonella typhimurium* in Young Chickens. *Avian Dis.* 34:626–633.
45. Bedford, M. 2000. Removal of antibiotic growth promoters from poultry diets : implications and strategies to minimise subsequent problems. *Worlds. Poult. Sci. J.* 56:347–365.
46. Santos, F. B. O., B. W. Sheldon, A. A. Santos Jr, and P. R. Ferket. 2008. Influence

of Housing System, Grain Type, and Particle Size on Salmonella Colonization and Shedding of Broilers Fed Triticale or Corn-Soybean Meal Diets. *Poult. Sci.* 87:405–420.

47. Huang, D. S., D. F. Li, J. J. Xing, Y. X. Ma, Z. J. Li, and S. Q. Lv. 2006. Effects of Feed Particle Size and Feed Form on Survival of *Salmonella typhimurium* in the Alimentary Tract and Cecal *S. typhimurium* Reduction in Growing Broilers. *Poult. Sci.* 85:831–836.

48. Muniz, E. C., L. Pickler, M. C. Lourenço, A. L. Kraieski, D. Mesa, P. Westphal, and E. Santin. 2015. Avaliação da resposta imunológica da mucosa intestinal de frangos de corte desafiados com diferentes sorovares de *Salmonella*. *Pesq. Vet. Bras.* 35:241–248 Available at <http://www.phcogrev.com/text.asp?2010/4/7/32/65324>.