

**Salmonella sp. em peixes – qual a importância para sanidade em pescado?**

Luís Eduardo de Souza Gazal¹, Kelly Cristina Tagliari de Brito², Lissandra Souto Cavalli², Renata Katsuko Takayama Kobayashi³, Gerson Nakazato³, Luciana Kazue Otutumi⁴, Augusto César da Cunha², José Antônio Simões Pires Neto², Benito Guimarães de Brito²

Resumo - A patogenia de *Salmonella* em peixes é desconhecida e diversas são as formas de contaminação do pescado por este microrganismo, sem relatos que esclareçam sua função como agente etiológico ou como pertencente à microbiota destes animais. Em diversos países esta bactéria é responsável por milhões de casos de Salmonelose e as salmonelas paratíficas são as principais causadoras de doenças associadas ao consumo de peixes e crustáceos. Vários fatores podem influenciar na segurança dos alimentos da aquicultura, como o tipo das espécies cultivadas, localização dos criadouros, práticas de cultivo e manejo, preparo e consumo do pescado. Além disso, a escassez de saneamento básico ou disposição de rejeitos animais e humanos de forma inapropriada contribuem para a poluição desses ambientes. A contaminação do ecossistema aquático por *Salmonella* torna o ambiente uma fonte de disseminação desta bactéria. A crescente expansão da aquicultura como fonte de alimentos reforça a importância de um sistema de controle em todas as etapas necessárias para a produção e processamento de pescados. Através de práticas de manejo como o uso de temperaturas adequadas nas criações, uso controlado de antimicrobianos e adoção de medidas higiênicas-sanitárias durante a produção e comercialização, é possível evitar a disseminação de enterobactérias na aquicultura. Apesar de ainda ser desconhecida sua importância para a sanidade do pescado, medidas de controle da qualidade da água e ração, higiene dos tanques e procedência de alevinos devem ser consideradas para prevenção de *Salmonella* em peixes uma vez que esta bactéria é um importante patógeno veiculado por alimentos.

Palavras-chave: Salmonelose. Piscicultura. Aquicultura. Segurança de Alimentos.

Salmonella sp. in fish - what is the importance for health in fish farm?

Abstract - Pathogenesis of *Salmonella* in fish is unknown and there are several ways of contaminating the fish by this microorganism, without reports that clarify its function as an etiological agent or as belonging to the microbiota of these animals. In several countries this bacterium is responsible for millions cases of

¹ Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brasil.

² Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Departamento de Microbiologia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brasil.

⁴ Faculdade de Medicina Veterinária e Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos, Universidade Paranaense (UNIPAR), Umuarama, Paraná, Brasil.

Salmonellosis and nontyphoidal *Salmonella* are the main cause of diseases associated with the consumption of fish and crustaceans. Several factors may influence the food safety of aquaculture products, such as the type of cultivated species, ponds sites, cultivation practices and handling, preparation and consumption of fish. In addition, poor sanitation or disposing of animal and human waste improperly contribute to the pollution of these environments. Contamination of the aquatic ecosystem by *Salmonella* makes the environment a source of bacterial spread. The growing expansion of aquaculture as a food source reinforces the importance of a control system at all stages necessary for the production and processing of fish. Through management practices such as the use of adequate temperatures in the breeding, controlled use of antimicrobials and adoption of hygienic-sanitary measures during breeding and marketing, it is possible to avoid the dissemination of enterobacteria in aquaculture. Although it is still unknown its importance for health in fisheries, control measures such as water quality and feed, tanks hygiene and fry source should be considered for the prevention of *Salmonella* in fish since this bacterium is an important foodborne pathogen.

Keywords: Salmonellosis. Fish Farm. Aquaculture. Food Safety.

Introdução

A população mundial aumentou o consumo médio anual de peixes, sendo duas vezes maior do que o crescimento populacional desde 1961 (FAO, 2018), e muitos casos de Salmonelose surgem prejudicando a saúde pública em países desenvolvidos e em desenvolvimento (EFSA, 2010). Dentre os agentes bacterianos distribuídos no ecossistema aquático, destacam-se principalmente os membros das famílias *Enterobacteriaceae* e *Aeromonadaceae* (HUBER et al., 2004). A família *Enterobacteriaceae* abriga um grande grupo de bactérias patogênicas, como as do gênero *Salmonella*, *Shigella*, *Edwardsiella* e alguns sorotipos de *Escherichia coli*. *Salmonella* é uma bactéria ubíqua, ou seja, é capaz de sobreviver em diferentes ambientes (OLIVEIRA e VAZ, 2018).

Aeromonas sp., *Vibrio* sp., *Streptococcus* sp. e *Edwardsiella tarda* estão entre as principais causas de doenças em peixes como lesões de pele, abscessos, sangramento e sepse, aumentando a morbidade e a mortalidade nestes animais e causando perdas econômicas significativas (AUSTIN e AUSTIN, 2012). Carvalho et al. (2016) isolaram de lesões cutâneas de jundiás (*Rhamdia quelen*) infectados por *Ichthyophthirius multifiliis*, bactérias (*Escherichia coli*, *Burkholderia pseudomallei*, *Morganella morganii* e *Aeromonas hydrophila*) resistentes à ampicilina.

A patogenia de *Salmonella* em peixes é desconhecida (FERNANDES et al., 2018), podendo permanecer no trato intestinal destes animais de forma transitória (SANTOS, 2015). Diversas são as formas de contaminação do pescado por *Salmonella* (AMAGLIANI; BRANDI; SCHIAVANO, 2012), entretanto não há relatos que esclareçam sua função como agente etiológico ou como pertencente à microbiota em peixes (SANTOS, 2015). A ocorrência deste patógeno em peixes está comumente relacionada à sua criação, bem como ao ambiente de sua industrialização, devido a práticas de higiene ineficientes, equipamentos e manuseio inadequado de alimentos (FERNANDES et al., 2018).

As bactérias do gênero *Salmonella* são anaeróbias facultativas, Gram-negativas não formadoras de esporos, sendo em sua maioria móveis (exceto *S. Pullorum* e *S. Gallinarum*) por meio de flagelos

peritríquios. Sua temperatura de crescimento pode variar entre 5 a 46 °C, com temperatura ótima a 37 °C (POPOFF; LE MINOR, 2005). Baseado em estudos moleculares, este gênero está dividido em duas espécies: *Salmonella* (*S.*) *enterica* e *S. bongori*. A espécie *S. enterica* é subdividida em seis subespécies designadas por números romanos: *enterica* (I), *salamae* (II), *arizonae* (IIIa), *diarizonae* (IIIb), *houtenae* (IV) e *indica* (VI). O gênero *Salmonella* possui 2579 diferentes sorotipos (sorovares) identificados pelo esquema de Kauffmann-White, baseado na composição bacteriana dos seus antígenos somáticos (O), flagelares (H) e capsular (Vi). A espécie *S. bongori* (V) é composta por 22 sorotipos e a *S. enterica* por 2557 sorotipos (*S. enterica* subespécie I = 1531, *S. enterica* subespécie II = 505, *S. enterica* subespécie IIIa = 99, *S. enterica* subespécie IIIb = 336, *S. enterica* subespécie IV = 73 e *S. enterica* subespécie VI = 13) (GRIMONT e WEILL, 2007).

S. enterica é a causa mais significativa de morbidade e mortalidade no mundo e seus sorovares são um grupo diversificado de patógenos que se adaptaram a uma grande gama de ambientes e hospedeiros. Embora *Salmonella* seja bem estudada em aves e mamíferos, é possível isolar algumas cepas de animais de sangue ectotérmicos e do ambiente (FERNANDES et al., 2018). Os sorotipos pertencentes a *S. enterica* II a VI e *S. bongori* estão associados a animais de sangue frio, enquanto os mais de 1500 sorovares de *S. enterica* subespécie I são frequentemente isolados de animais de sangue quente (mamíferos e aves).

Devido à importância em saúde pública, vários estudos têm sido realizados na avaliação da prevalência, resistência antimicrobiana, virulência, capacidade de infecção e formação de biofilme de *S. enterica* subespécie *enterica* (LAMAS et al., 2018). Estes mesmos parâmetros foram avaliados em *Salmonella enterica* subespécies não-*enterica* (II a VI) e proposto que estas subespécies sejam consideradas como patógenos oportunistas devido sua patogenicidade limitada, fraca capacidade de invadir células hospedeiras, ausência ou modificação de importantes fatores de virulência, além de baixa resistência antimicrobiana e raros casos de infecções em humanos saudáveis (LAMAS et al., 2018).

A utilização de antimicrobianos na aquicultura é um importante recurso para o tratamento de doenças bacterianas de peixes, na manutenção da saúde e bem-estar dos animais e para garantir uma maior rentabilidade da produção (MIRANDA; TELLO; KEEN, 2013). No entanto, é necessário que o uso desses medicamentos seja cuidadosamente regulado e supervisionado uma vez que a produção intensa requer utilização de uma grande quantidade destas drogas que atuam na seleção de bactérias resistentes. O ambiente aquático, de água doce e marinha, pode servir como reservatório tanto de bactérias resistentes aos antimicrobianos como de resistomas que podem ser transferidos aos animais e humanos (CABELLO et al., 2016; FERNANDES et al., 2018).

O uso racional de antimicrobianos na aquicultura, assim como em outras criações animais, deve ser adotado como uma das medidas necessárias ao estabelecimento do conceito de Saúde Única. Neste sentido, outros esforços que não agridam o meio ambiente como a utilização de vacinas, probióticos e bacteriófagos também devem ser realizados na prevenção de doenças nesta cadeia produtiva (CABELLO et al., 2016).

Dados epidemiológicos de *Salmonella* associada aos peixes

Na piscicultura, *Salmonella* tem sido relatada em alguns estudos. No Camboja, país localizado no sudeste da Ásia, em estudo realizado por Nadimpalli et al. (2019), foram isoladas dez amostras (10/60) de

Salmonella produtoras de ESBL (17%) em carne de peixe crua comercializada em dois mercados, sendo os sorotipos mais comuns Saintpaul (3/10) e Newport (4/10).

Na África, um estudo feito em Marrocos por Bouchrif et al. (2009) mostrou que dentre vários alimentos analisados, o pescado representava o segundo maior número de amostras positivas para *Salmonella*.

Na Inglaterra, uma pesquisa realizada por Hughes et al. (2007), entre 1992 e 2003, para avaliar os surtos de infecção intestinal associada aos alimentos, mostrou que *Salmonella* implicou em metade dos casos de infecção (53%). Cerca de 6% do total de casos de infecção por *Salmonella* estão ligados ao consumo de peixe e derivados. Em outros países da Europa, segundo o *Europe Food and Safety Authority* (EFSA, 2010) o pescado representa importante veículo de *Salmonella* conforme relatos de países com amostras positivas como Bélgica (14,3%), Espanha (1,6%), Itália (1,2%), Grécia (0,9%) e Alemanha (0,5%).

Nos Estados Unidos, a cada ano, relata-se que esta bactéria é responsável por 800 mil a quatro milhões dos casos de doenças infecciosas. Um estudo realizado por Scallan et al. (2011) levantou dados sobre doenças vinculadas aos alimentos, nos Estados Unidos entre 2000 e 2008. *Salmonella* spp. não tifóide representou cerca de 35% das hospitalizações e 28% das mortes. As salmonelas paratíficas são as principais causadoras de doenças associadas ao consumo de peixes e crustáceos, sendo *S. Paratyphi* e *S. Enteritidis* encontradas em camarão e moluscos bivalves (CARVALHO, 2009). O *Food and Drug Administration* (FDA) nos Estados Unidos, relata a presença de *Salmonella* em uma variedade de peixes e mariscos crus ou malcozidos destinados ao consumo (IWAMOTO et al., 2010), o que representa um perigo a saúde pública do país.

Segundo Fernandes et al. (2018), a maioria dos casos de Salmonelose em humanos relacionados ao consumo de peixes é causada pelos sorovares *S. Typhimurium* e *S. Enteritidis* e a prevalência de *Salmonella* em peixes de água doce varia entre 3,4 e 64%, dependendo da qualidade da água e das boas práticas de produção.

No Brasil, poucos são os registros de pesquisa sobre *Salmonella* em sistemas de criação de peixes. Linder (2002) estudou a microbiota do conteúdo intestinal de 221 peixes de água doce dos sistemas extensivos e intensivos. Foram isoladas diferentes enterobactérias, entre elas *S. Typhimurium* de 2,28% dos peixes criados no sistema extensivo e em 2,11% do sistema intensivo, demonstrando que a contaminação de ambientes aquáticos por bactérias deste gênero pode ocorrer através de diferentes origens como ração, água de cultivo, alevinos, manejo inadequado, uso excessivo de antimicrobianos, entre outros fatores (LINDER, 2002).

Origem de contaminação de peixes por *Salmonella*

No que diz respeito à aquicultura, vários fatores podem influenciar na segurança dos alimentos dos produtos aquícolas, como o tipo de espécie cultivada, localização dos criadouros, práticas de cultivo e manejo, preparo e consumo do pescado (AMAGLIANI; BRANDI; SCHIAVANO, 2012). A contaminação dos animais aquáticos criados em tanques escavados na terra ou em reservatórios de água desprotegidos, fica facilitada devido ao contato com as fezes de aves e animais silvestres e domésticos que circulam nas proximidades, pelo recebimento de esgotos ou por processos de lixiviação que carregam os contaminantes do

solo durante as estações chuvosas (SANTOS, 2015). Além disso, a escassez de saneamento básico ou disposição de rejeitos animais e humanos de forma inapropriada contribuem para a poluição desses ambientes (AMIGLIANI; BRANDI; SCHIAVANO, 2011).

A contaminação do ecossistema aquático por *Salmonella* torna o ambiente uma fonte de disseminação deste microrganismo, pois esta bactéria pode sobreviver no ambiente por longos períodos (PUI et al., 2011). Um fator que contribui com a permanência de *Salmonella* no ambiente aquático é sua aderência ao sedimento. Fish e Pettibone (1995) investigaram o crescimento e sobrevivência de *E. coli* e *Salmonella* sp. em sedimentos de água doce. Essas bactérias foram recuperadas de sedimento e água após 56 dias, por meio de plaqueamento direto. O sedimento pode proteger bactérias entéricas do estresse proporcionado pelo ambiente aquático, além de servir como fonte de nutrientes para o crescimento bacteriano (LIM; FINT, 1989).

Ingredientes ou matérias primas das rações utilizadas na alimentação dos peixes também representam uma das vias de introdução de *Salmonella* na produção (LUNESTAD et al., 2007). Vestby et al. (2009) verificaram a produção de biofilme por *Salmonella* isoladas de farinhas de peixe e ambiente da fábrica de rações e observaram que houve formação de biofilme, porém o processo variou entre os sorovares. Assim, uma vez que o ambiente aquático é contaminado por *Salmonella*, esta é capaz de permanecer e disseminar-se, ocupando um novo nicho como, por exemplo, a microbiota de peixes.

Kodama et al. (1987) isolaram uma cepa de *S. enterica* subespécie *arizonae* de pirarucus mortos provenientes de um aquário no Japão. As análises histopatológicas revelaram que os peixes haviam morrido devido a um quadro de septicemia. Entretanto os autores não puderam comprovar que a cepa de *S. arizonae* causou o quadro que levou os pirarucus à morte.

A subespécie *S. arizonae* é comumente isolada de outros animais peçilotérmicos como os répteis (CHIODINI, 1982; D'AOUST et al., 1990; OROS et al., 1996) e pode também ser responsável por infecções em humanos saudáveis (KELLY et al., 1995; MAHAJAN et al., 2003) e imunossuprimidos (CASNER et al., 1990).

Outros estudos apontaram que a persistência e disseminação de *Salmonella* em peixes estão diretamente relacionadas à dose infectante (BAKER; SMITHERMAN, 1983; BURAS; DUEK; NIV, 1987). Dessa forma, os peixes aparentam ser carreadores passivos de cepas de *Salmonella*, não demonstrando sinais clínicos de infecção (NOVOTNY et al., 2004). A presença de *Salmonella* no ambiente aquático e em peixes demonstra que apesar desta não causar enfermidades aos peixes, pode compor a microbiota desses animais, seja ela transitória ou permanente. Não há trabalhos que relatem ou esclareçam a relação de *Salmonella* como pertencente à microbiota de peixes (SANTOS, 2015). Isso contribuiria para melhor compreensão da relação de *Salmonella* e o ecossistema aquático, bem como medidas de controle sanitário, uma vez que a bactéria é um importante patógeno veiculado por alimentos.

Conclusão

A crescente expansão da aquicultura como fonte de alimentos reforça a importância de um sistema de controle em todas as etapas necessárias para a produção e processamento de pescados. Através de práticas de manejo como o uso de temperaturas adequadas nas criações, uso controlado de antimicrobianos e adoção

de medidas higiênico-sanitárias durante a produção e comercialização, é possível evitar a disseminação de enterobactérias na aquicultura. Apesar de ainda ser desconhecida sua importância para a sanidade do pescado, medidas de controle da qualidade da água e ração, higiene dos tanques e procedência de alevinos devem ser consideradas para prevenção de *Salmonella* em peixes uma vez que esta bactéria é um importante patógeno veiculado por alimentos.

Referências Bibliográficas

AMAGLIANI, G.; BRANDI, G.; SCHIAVANO, G. F. Incidence and role of *Salmonella* in seafood safety. **Food Research International**, London, v. 45, n. 2, p. 780-788, 2012.

AUSTIN, B.; AUSTIN, D. A. *Bacterial Fish Pathogens, Disease of Farmed and Wild Fish*, 4th ed., Godalming: Springer Praxis, 2012. 503 p.

BAKER, D. A.; SMITHERMAN, R. O. Immune response of *Tilapia aurea* exposed to *Salmonella typhimurium*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 46, n. 1, p. 28-31, 1983.

BOTTARI, B.; ERCOLINI, D.; GATTI, M.; NEVIANI, E. Application of FISH technology for microbiological analysis: current state and prospects. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Berlin, v. 73, n. 3, p. 485-494, 2006.

BOUCHARIF, B.; PAGLIETTI, B.; MURGIA, M.; PIANA, A.; COHEN, N.; ENNAJI, M. M.; RUBINO, S.; TIMINOUNI, M. Prevalence and antibiotic-resistance of *Salmonella* isolated from food in Morocco. **Journal of Infection in Developing Countries**, Italy, v. 3, n. 1, p. 35-40, 2009.

BURAS, N.; DUEK, L.; NIV, S. Reactions of fish to microorganisms in wastewater. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 50, n. 4, p. 989-995, 1985.

CABELLO, F. C.; GODFREY, H. P.; BUSCHMANN, A. H.; DÖLZ, H. J. Aquaculture as yet another environmental gateway to the development and globalisation of antimicrobial resistance. **The Lancet Infectious diseases**, New York, v. 16, p. e127-133, 2016.

CARVALHO, D.; KUNERT-FILHO, H. C.; BRITO, K. C. T.; ROCHA, A. F.; STECH, M. R.; CAVALLI, L. S.; BRITO, B. G. Isolamento e suscetibilidade antimicrobiana de bactérias oriundas de lesões causadas por ictio em jundiá (*Rhamdia quelen*). **Boletim do Instituto da Pesca**, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 195-202, 2016.

CARVALHO, F. C. T.; BARRETO, N. S. E.; REIS, C. M. F.; HOFER, E.; VIEIRA, R. H. S. F. Susceptibilidade antimicrobiana de *Salmonella* spp. isoladas de fazendas de carciniculturas no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 549-556, 2009.

- CASNER, P. R.; ZUCKERMAN, M. J. *Salmonella arizonae* in patients with AIDS along the US-Mexican border. **The New England Journal of Medicine**, Boston, v. 323, n. 3, p. 198-199, 1990.
- CHIODINI, R. J. Transovarian passage, visceral distribution, and pathogenicity of *Salmonella* in snakes. **Infection and Immunity**, Washington, v. 36, n. 2, p. 710-713, 1982.
- D'AOUST, J. Y.; DALEY, E.; CROZIER, M.; SEWELL, A. M. Pet turtles: a continuing international threat to public health. **American Journal of Epidemiology**, Baltimore, v. 132, n. 2, p. 233-238, 1990.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in the European Union in 2008. **European Food Safety Authority Journal**, Parma, v. 8, n. 1, 1496, 2010. 368p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *The State of World Fisheries and Aquaculture - Meeting the sustainable development goals*. Rome: FAO, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture/en/>
- FELL, G.; HAMOUDA, O.; LINDNER, R.; REHMET, S.; LIESEGANG, A.; GERICKE, B.; PETERSEN, L. An outbreak of *Salmonella* blockley infections following smoked eel consumption in Germany. **Epidemiology and Infection**, Cambridge, v. 125, n. 1, p. 9-12, 2000.
- FERNANDES, D. V. G. S.; CASTRO, V. S.; CUNHA NETO, A.; FIGUEIREDO, E. E. S. *Salmonella* spp. in the fish production chain: a review. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, n. 8, p. 1-11, e2018141, 2018.
- FISH, J. T.; PETTIBONE, G. W. Influence of freshwater sediment on the survival of *Escherichia coli* and *Salmonella* sp. as measured by three methods of enumeration. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 20, n. 5, p. 277-281, 1995.
- FOLEY, S. L.; JOHNSON, T. J.; RICKE, S. C.; NAYAK, R.; DANZEISEN, J. *Salmonella* pathogenicity and host adaptation in chicken-associated serovars. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, Washington, v. 77, n. 4, p. 582-607, 2013.
- GONÇALVES, A.; FELKL, G. S.; BITTENCOURT, J. V. M. Utilização de culturas padrões de *Salmonella* para diagnóstico molecular. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, Umuarama, v. 17, n. 1, p. 15-18, 2013.
- GRIMONT, P. A. D.; WEILL, F.-X. Antigenic Formulae of the *Salmonella* Serovars, 9th ed., 2007. WHO Collaborating Center for Reference and Research on *Salmonella* Institut Pasteur, Paris. Disponível em: https://www.pasteur.fr/sites/default/files/veng_0.pdf.

HUBER, I.; SPANGGAARD, B.; APPEL, K. F.; ROSSEN, L.; NIELSENAND, T.; GRAM, L. Phylogenetic analysis and in situ identification of the intestinal microbial community of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum). **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 96, n. 1, p. 117-132, 2004.

HUGHES, C.; GILLESPIE, I. A.; O'BRIEN, S. J. Foodborne transmission of infectious intestinal disease in England and Wales, 1992–2003. **Food Control**, Amsterdam, v. 18, n. 7, p. 766-772, 2007.

IWAMOTO, M.; AYERS, T.; MAHON, B. E.; SWERDLOW, D. L. Epidemiology of Seafood-Associated Infections in the United States. **Clinical Microbiology Reviews**, Washington, v. 23, n. 2, p. 399–411, 2010.

KELLY, J.; HOPKIN, R.; RIMSZA, M. E. Rattlesnake meat ingestion and Salmonella Arizona infection in children: case report and review of the literature. **The Pediatric Infectious Disease Journal**, Baltimore, v. 14, n. 4, p. 320-321, 1995.

KODAMA, H.; NAKANISHI, Y.; YAMAMOTO, F.; MIKAMI, T.; IZAWA, H.; IMAGAWA, T.; HASHIMOTO, Y.; KUDO, N. *Salmonella arizonae* isolated from a pirarucu, *Arapaima gigas* Cuvier, with septicaemia. **Journal of Fish Diseases**, Oxford, v. 10, n. 6, p. 509-512, 1987.

LAMAS, A.; MIRANDA, J. M.; REGAL, P.; VÁZQUEZ, B.; FRANCO, C. M.; CEPEDA, A. A comprehensive review of non-*enterica* subspecies of *Salmonella enterica*. **Microbiological Research**, Amsterdam, v. 206, p. 60-73, 2018.

LIM, C. H.; FLINT, K. P. The effects of nutrients on the survival of *Escherichia coli* in lake water. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 66, n. 6, p. 559-569, 1989.

LINDER, C. E. *Salmonella* spp. em sistema intensivo de criação de peixes tropicais de água doce. Botucatu: UNESP, 2002. 61 p. Dissertação (Mestre em Vigilância Sanitária Animal) - Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista.

LUNESTAD, B. T.; NESSE, L.; LASSEN, J.; SVIHUS, B.; NESBAKKEN, T.; FOSSUM, K.; ROSNES, J. T.; KRUSE, H.; YAZDANKHAH, S. *Salmonella* in fish feed; occurrence and implications for fish and human health in Norway. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 265, n. 1-4, p. 1-8, 2007.

MAHAJAN, R. K.; KHAN, S. A.; CHANDEL, D. S.; KUMAR, N.; HANS, C.; CHAUDHRY, R. Fatal case of *Salmonella enterica* subsp. *arizonae* gastroenteritis in an infant with microcephaly. **Journal of Clinical Microbiology**, Washington, v. 41, n. 12, p. 5830-5832, 2003.

MIRANDA, C. D.; TELLO, A.; KEEN, P. L. Mechanisms of antimicrobial resistance in finfish aquaculture environments. **Frontiers in Microbiology**, Lausanne, v. 4, p. 1-6, article 233, 2013.

NADIMPALLI, M.; FABRE, L.; YITH, V.; SEM, N.; GOUALI, M.; DELAROCQUE-ASTAGNEAU, E.; SRENG, N.; HELLO, S. L. CTX-M-55-type ESBL-producing *Salmonella enterica* are emerging among retail meats in Phnom Penh, Cambodia. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, London, v. 74, n. 2, p. 342-348, 2019.

NOVOTNY, L.; DVORSKA, L.; LORENCOVA, A.; BERAN, V.; PAVLIK, I. Fish: a potential source of bacterial pathogens for human beings. A review. **Veterinaria Medicina-UZPI**, Czech Republic, 2004. Disponível em: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CZ2005000301>.

OLIVEIRA, S. J.; VAZ, A. K. Guia bacteriológico prático: identificação, patogenicidade e imunidade. Canoas: Ulbra, 2018. 272p.

OROS, J.; RODRIGUEZ, J. L.; HERRAEZ, P.; SANTANA, P.; FERNANDEZ, A. Respiratory and digestive lesions caused by *Salmonella arizonae* in two snakes. **Journal of Comparative Pathology**, London, v. 115, n. 2, p. 185-189, 1996.

POPOFF, M. Y.; LE MINOR, L. E. Genus *Salmonella*. In: BRENNER, D. J.; KRIEG, N. R.; STALEY, J. T. (Eds.). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. The Proteobacteria. Part B. The Gammaproteobacteria*, v. 2, 2nd ed. New York: Springer, 2005. p. 764-799.

PUI, C. F.; WONG, W. C.; CHAI, L. C.; TUNUNG, R.; JEYALETCHUMI, P.; HIDAYAH, M. S. N.; UBONG, A.; FARINAZLEEN, M. G.; CHEAH, Y. K.; SON, R. *Salmonella*: A foodborne pathogen. **International Food Research Journal**, Malaysia, v. 18, n. 2, p. 465-473, 2011.

REILLY, A.; KÄFERSTEIN, F. Food safety and products from aquaculture. **Journal of Applied Microbiology Symposium Supplement**, Oxford, v. 85, 249S-257S, 1999.

SANTOS, R. R. D. **Ocorrência, tipagem molecular e capacidade de colonização de amostras de *Salmonella enterica* em peixes nativos**. Belo Horizonte: UFMG, 2015. 86 p. Tese (Doutor em Ciência Animal) – Programa de Pós-graduação em Ciência Animal. Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.

SCALLAN, E.; HOEKSTRA, R. M.; ANGULO, F. J.; TAUXE, R. V.; WIDDOWSON, M. A.; ROY, S. L.; JONES, J. L.; GRIFFIN, P. M. Foodborne Illness Acquired in the United States - Major Pathogens. **Emerging Infectious Diseases**, Atlanta, v. 17, n. 1, p. 7-15, 2011.

VESTBY, L. K.; MØRETRØ, T.; LANGSRUD, S.; HEIR, E.; NESSE, L. L. Biofilm forming abilities of *Salmonella* are correlated with persistence in fish meal- and feed factories. **BMC Veterinary Research**, London, v. 5, n. 20, p. 1-6, 2009.