

SALMONELOSE: FATORES ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE DIAGNÓSTICO E IMPORTÂNCIA PARA A SAÚDE PÚBLICA

(Salmonellosis: Factors involved in the process of diagnosis and importance to public health)

Suiany Rodrigues CÂMARA*¹, Ana Lúcia Figueiredo PORTO², Carlos Tadeu Bandeira de LAVOR¹, Márcia Helena Niza Ramalho SOBRAL¹

1. Núcleo Integrado de Biotecnologia, Universidade Estadual do Ceará (UECE),

2. Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

RESUMO

A salmonelose, causada por micro-organismos do gênero *Salmonella*, é considerada uma das enfermidades mais problemáticas para a saúde pública pela elevada endemicidade, alta morbidade e, acima de tudo, pela dificuldade no controle, resultado do extraordinário número de possíveis fontes de infecção, envolvendo praticamente todo o escalão filogenético dos vertebrados, alguns dos quais fontes de proteína animal para o homem. Nos últimos anos houve um aumento na incidência de toxiinfecções alimentares causadas por *Salmonella* spp. em países desenvolvidos e em desenvolvimento o que resultou em uma intensificação em pesquisas relacionadas aos aspectos microbiológicos e epidemiológicos deste microorganismo no homem e em animais. Desse modo esta revisão visa sintetizar e discutir informações relacionadas a etiologia e caracterização da *Salmonella* spp., aspectos epidemiológicos, métodos de diagnóstico, patogenicidade, virulência e susceptibilidade a antimicrobianos, proporcionando uma maior compreensão dos desafios que envolvem o controle desse microorganismo com ênfase para a saúde pública.

PALAVRAS-CHAVE: Salmonelose, saúde pública, diagnóstico.

ABSTRACT

Salmonellosis, caused by microorganisms of the genus *Salmonella* is one of the most problematic diseases to public health for the high endemicity, morbidity and, above all, for the difficulty in controlling, which is a result of the extraordinary number of possible sources of infection, involving almost throughout the phylogenetic level of vertebrates, some of which are sources of animal protein for man. In recent years there has been an increased on the incidence of alimentary toxoinfections caused by *Salmonella* spp. in developed and developing countries which resulted in an increase in research related to microbiological and epidemiological aspects of this bacterium in humans and animals. Thus this abstract aims to summarize and discuss information regarding the etiology and characterization of *Salmonella* spp., epidemiology aspects, diagnosis methods, pathogenicity, virulence and antimicrobial susceptibility, providing a better understanding of the challenges that involve the control of this microorganism with emphasis on public health.

KEY WORDS: Salmonellosis, public health, diagnosis.

* Endereço para correspondência:

Núcleo Integrado de Biotecnologia, Universidade Estadual do Ceará (UECE), Av. Paranjana, 1700, Fortaleza, CEP, CEP 6074000
E-mail: suianyrc@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A *Salmonella* spp. pode ser isolada a partir de uma grande variedade de espécies animais, inclusive o homem, e atualmente são descritos mais de 2500 sorovares considerados potencialmente patogênicos (Wan Norhana et al., 2010).

As infecções alimentares têm sido reconhecidas como um grave problema de saúde pública, e dentre elas, a salmonelose apresenta importância relevante por ser uma das zoonoses de maior prevalência nos países desenvolvidos e em desenvolvimento (Schönenbrücher et al., 2008). Aliado a este fato, a maioria dos casos de toxinfecções em humanos está diretamente associado ao consumo de alimentos de origem animal contaminado (Von Rückert et al., 2009).

Nos últimos anos houve uma intensificação em pesquisas envolvendo aspectos microbiológicos e epidemiológicos da *Salmonella* spp. no homem e em animais. Desse modo esta revisão visa sintetizar e discutir informações relacionadas a etiologia e caracterização da *Salmonella* spp., aspectos epidemiológicos, métodos de diagnóstico, patogenicidade, virulência e susceptibilidade a antimicrobianos, proporcionando uma maior compreensão dos desafios que envolvem o controle desse micro-organismo em questão.

Etiologia e caracterização da *Salmonella* spp.

As Salmonellas são bactérias gram-negativas, não formam bastonetes (normalmente 0,7-1,5 x 2-5 μm de dimensão) pertencentes a família Enterobacteriaceae. Elas são aeróbicas ou anaeróbicas facultativas e a maioria dos sorovares são móveis, com exceção dos sorotipos como a *S. pullorum* e *S. gallinarum*. Podem estar presentes em várias condições ambientais fora de hospedeiros, inclusive na presença de

desidratação, sendo, no entanto incapazes de crescer em condições de dessecação (Wan Norhana et al., 2010).

O gênero *Salmonella* foi objeto de sucessivas modificações no que diz respeito a sua nomenclatura e taxonomia. Atualmente compreende um vasto grupo da família Enterobacteriaceae, que abriga cerca de 2.500 sorovares, relacionados bioquímica e sorologicamente e são considerados potenciais agentes patogênicos em animais e humanos. Com a nova nomenclatura, este gênero está classificado em apenas duas espécies *enterica* e *bongori*. A espécie *enterica* está subdividida em seis subespécies, estando entre elas a subespécie entérica, em que estão agrupados os principais sorovares paratifóides (Wan Norhana et al., 2010).

A *Salmonella* é frequentemente encontrada no trato intestinal de muitos animais, incluindo aves e o homem crescendo entre 5 e 45° C, com crescimento ótimo em 37° C. O pH ideal para uma multiplicação é 7, mas suporta valores entre 4 e 9. Cresce em meios de cultura para enterobactérias e em ágar sangue. Apresentam-se como colônias de 2-4 mm de diâmetro, com bordas lisas e arredondadas, e estruturas em relevo se o meio contiver carbono e nitrogênio e podem permanecer através de colônias viáveis por longo período se estocadas em peptona (Kovats et al., 2004).

Rotineiramente, para classificação da *Salmonella*, utiliza-se o esquema de Kauffmann-White, que divide o gênero em tipos sorológicos (sorotipos ou sorovares), tendo por base a composição antigênica das salmonelas, com relação aos seus antígenos de superfície que são: os somáticos (O), designados por números arábicos; os flagelares (H), designados por letras minúsculas e por números arábicos; e os capsulares, também chamados antígenos do envoltório (Vi), com apenas um tipo imunológico

encontrado na *Salmonella typhi*, *Salmonella dublin* e *Salmonella hirschfeldii* (Campos, 2002).

Sob o ponto de vista bioquímico as *Salmonellas* possuem habilidade para metabolizar nutrientes, catabolizando D-glicose ou outros carboidratos com a produção de ácido e gás, com exceção da lactose e sacarose. São catalase positiva e oxidase negativa como todas as pertencentes à família *Enterobacteriaceae*, não fermentam malonato, não hidrolisam a uréia, não produzem indol, utilizam citrato como fonte de carbono, reduzem nitrato a nitrito e podem produzir ácido sulfídrico (Quinn, 2000).

Uma grande variedade de desinfetantes químicos podem ser eficientes no seu controle, entre eles o peróxido de hidrogênio, ácido acético, ácido láctico, cloro, formaldeído, peróxido de hidrogênio, polihexametileno biguamida, amônia quaternária, glutaraldeído, iodo, formol e produtos a base de fenóis (Pilotto et al., 2000).

Epidemiologia

Infecções causadas por *Salmonella* não tifóide consistem em uma das principais causas de gastroenterites em humanos, havendo alta correlação com o consumo de alimentos de origem animal contaminados (Schönenbrücher et al., 2008).

Duarte et al. (2009) verificando a qualidade microbiológica de carcaças de frango de corte oriundos do Estado de Pernambuco constataram a presença de *Salmonella* sp em 9,6% das amostras analisadas. Outras pesquisas investigando a ocorrência de *Salmonella* em Estados brasileiros relatam diferentes níveis de contaminação de carcaça por este micro-organismo: 16% no Ceará (Martins et al., 2000); 28,6% em São Paulo (Hoffmann et al., 2002); 43% em Alagoas (Silva et al., 2004); 20,7% (Cardoso et al., 2005); 19,1 % em São Paulo (Tessari et al., 2005); 11,8 % no Ceará (Cardoso

et al., 2006); e 39,3% no Rio Grande do Sul (Ribeiro et al., 2007). É interessante salientar que, pelo fato do setor avícola ser um segmento de produção animal altamente tecnificado, os programas de controle em aves prevêm monitoria bacteriológica com altíssima frequência, fazendo com que o segmento avícola sempre esteja como maior reservatório, enquanto outros segmentos do agronegócio não mantêm o mesmo nível de monitoramento.

O nível de contaminação interna dos ovos produzidos por lotes naturalmente infectados é baixo, o que pode ser explicado, em parte, pela presença de enzimas proteolíticas presentes na clara do ovo (Duarte et al., 2004). Resultados obtidos por Siqueira et al. (2008) corroboram com esta afirmação uma vez que não detectaram amostras positivas para *Salmonella* spp. através da pesquisa em ovos de codornas da Região Metropolitana de Fortaleza.

A prevalência de suínos positivos no isolamento de *Salmonella* sp. ao abate no Rio Grande do Sul foi de 71,6%, com variação na frequência entre os frigoríficos amostrados (Schwarz et al., 2009). Na mesma região do sul do Brasil já havia sido observados 55,6 % de animais abatidos positivos em amostras de linfonodos mesentéricos e/ou conteúdo intestinal (Bessa et al., 2004). Entretanto, Silva et al. (2009) detectaram 16,6% de prevalência no Mato Grosso. As frequências de isolamento encontradas ao abate na região sul do Brasil foram mais elevadas que as encontradas em outros países: 3,3% na Alemanha (Käsbohrer et al., 2000), 14,9% no meio-oeste dos Estados Unidos (Vieira-Pinto et al., 2005), 26,7% em Portugal (Bahnsen et al., 2005) e 28% na Tailândia (Padungtod & Kaneene, 2006).

A ampla distribuição da *Salmonella* spp. entre os animais, a existência de portadores assintomáticos e sua permanência no ambiente e nos alimentos contribuem para que este

microrganismo assuma um papel de grande relevância na saúde pública mundial e, portanto, programas permanentes de controle e erradicação devem ser adotados (Shinohara et al., 2008).

A *Salmonella* spp. pode ser isolada a partir de uma grande variedade de hospedeiros, ou seja, répteis, aves, insetos e mamíferos, inclusive o homem (Wan Norhana et al., 2010).

Trabalho realizado por Maciel et al., (2004) encontraram um percentual de 9,47% de amostras positivas oriundas de fezes de cães assintomáticos em Ilhéus na Bahia. Entretanto, *Salmonella* sp. e *Listeria* spp. não foram detectadas em nenhuma das amostras coletadas das carcaças de 60 ovinos mediante suabes de arrasto em três pontos (dianteiro, lombo e traseiro) na superfície muscular após a lavagem final em São Paulo (Martineli et al., 2009).

Animais silvestres também têm sido incluídos na cadeia de transmissão. Os quelônios, em especial, as tartarugas têm sido consideradas como um importante reservatório de *Salmonella* spp. para humanos e os sorotipos com maior incidência de isolados consistem no enteritidis e typhimurium (Pasma et al., 2005). Resultados epidemiológicos obtidos pela equipe de Hidalgo-Vila et al. (2007) corroboram com esta afirmação tendo detectado um total de 100% de amostras positivas em quelônios terrestres avaliados na Espanha.

A associação da mosca doméstica como vetor mecânico de patógenos causadores de doenças gastrointestinais tem sido documentada em várias partes do mundo (Banjo et al., 2005). Ugbogu et al. (2006) pesquisando *Salmonella* spp. e *Shigella* em espécies de moscas domésticas (*Musca domestica* L.), em Uturu, Nigéria, em “pool” de 34 amostras, isolaram *Shigella* e *Salmonella* spp. em 100 % e 61,7 % das amostras, respectivamente, mostrando que ambientes sujos podem facilmente atrair moscas que subsequentemente depositam organismos

patogênicos no alimento e na água podendo causar infecções alimentares no homem.

No Brasil, são escassos dados oficiais (sob os pontos de vista estatístico e epidemiológico) de ocorrências de toxinfecções alimentares. A partir do final da década de 1970, surtos de enfermidades transmitidas por alimentos causados por *Salmonella enteritidis* passaram a ser relatados e desde 1993, este sorotipo passou a ser predominante, sendo os surtos relacionados principalmente ao consumo de alimentos contendo ovos crus ou semicrus (Silva & Duarte, 2002).

A frequência de salmonelose em humanos nos países desenvolvidos tem aumentado nas últimas duas décadas (Vieira-Pinto et al., 2008), estando associado aos principais casos de gastroenterites em humanos nos países industrializados do ocidente (Schönenbrücher et al., 2008) e em diversos países Europeus (Giovanini et al., 2004). Entretanto, poucos países emitem relatórios de dados a cerca de gastos dispendidos (Wan Norhana et al., 2010).

Desse modo, doenças transmitidas por alimentos causados por *Salmonella* spp. têm emergido como um importante problema para a saúde pública mundial (Chuanchuen et al., 2010) e uma ampla variedade de gêneros alimentícios podem estar envolvidos nesse complexo, a destacar: àqueles que possuem alto teor de umidade, de proteína e de carboidratos, como carne bovina, suínos, aves, ovos, leite e derivados, frutos do mar e sobremesas recheadas, são mais susceptíveis à deterioração (Suresh et al., 2006). Outros grupos de alimentos como frutas e vegetais minimamente processados também podem ser veiculadores de salmoneloses (Allende et al., 2006) e essa contaminação ocorre devido ao controle inadequado da temperatura, da adoção de práticas de manipulação incorretas ou por contaminação de alimentos crus em contato com alimentos processados (Ukuku,

2006).

Diagnóstico Clássico

Métodos de cultivo convencionais para detectar *Salmonella* spp. são geralmente laboriosos e o processamento requer entre 4 e 6 dias (Uyttendaele et al., 2003). Contudo são amplamente utilizados para detecção de *Salmonella* spp. (Myint et al., 2006). A escolha do método laboratorial adequado é pré-requisito essencial para o isolamento de microrganismos, pois há diversos fatores que podem afetar os resultados do isolamento (Albuquerque et al., 2000).

Atualmente, a técnica “padrão ouro” para a detecção de *Salmonella* em produtos alimentícios é composta de 5 etapas, sendo estas: a etapa de pré-enriquecimento seguida pela etapa de enriquecimento seletivo, plaqueamento em meio Ágar sólido, e por fim, as confirmações bioquímicas e sorológicas (Schönenbrücher et al., 2008). É importante mencionar que esse método para identificação e isolamento de *Salmonella* segue os parâmetros estabelecidos pelo ISO 6579 (2002).

O pré-enriquecimento geralmente é empregado na análise de material desidratado para viabilizar o início da pesquisa da bactéria (Nascimento et al., 2000), objetivando recuperar as células de *Salmonella* spp. que, normalmente, estão presentes em pequenas quantidades e/ou em condições debilitadas nos alimentos processados. As demais etapas da sequência bacteriológica são elementares.

O enriquecimento em caldo seletivo, objetiva inibir a multiplicação da microbiota acompanhante e promover a elevação preferencial do número de células de *Salmonella*, nesta etapa recomenda-se a utilização de dois meios de enriquecimento, porque a resistência de *Salmonella* aos agentes

seletivos varia de cepa para cepa (Rall et al., 2005). Os meios de enriquecimento mais comuns são os caldos Selenito, Tetrionato e Rappaport e seus derivados acrescidos ou não de novobiocina. Alguns autores afirmam que melhor que os resultados apresentados de superioridade de um caldo sobre outro é a utilização combinada de mais de um deles (Nascimento et al., 2000). Uma grande variedade de meios seletivos têm sido desenvolvidos para isolar este micro-organismo, mas não são considerados perfeitos. Caldos de enriquecimento seletivo aumentam o número de isolados de *Salmonella* porque contêm componentes que limitam o crescimento de outros micro-organismos (Rall et al., 2005).

O plaqueamento seletivo diferencial visa promover o desenvolvimento preferencial de colônias de *Salmonella*, com características típicas que as diferenciem dos competidores, recomendando-se que seja feito em mais de um tipo de meio de culturas (Silva et al., 2002). Os meios de cultivo para plaqueamento são muitos e os mais comuns são Ágar verde brilhante (VB), Ágar de MacConkey (MC), Ágar *Salmonella-Shigella* (SS), Ágar de Hektoen (HE) e Ágar xilose lactose desoxicolato (XLD) (Nascimento et al., 2000).

As etapas de enriquecimento em caldo seletivo e plaqueamento em meios semi-sólidos são utilizadas para auxiliar na recuperação e no desenvolvimento da bactéria de interesse e para inibir o crescimento de microrganismos competidores (Fernandes et al., 2004).

Dentre as etapas da sequência de isolamento, o enriquecimento (pré-enriquecimento e seletivo) consiste na fase com maiores sugestões de meios de cultivo (Wray & Davis, 2003). O isolamento de bactérias pertencentes ao gênero *Salmonella* concorre com outras enterobactérias, que também crescem nos meios de cultura utilizados (Albuquerque et al.,

2000). Embora esses meios possam favorecer a multiplicação deste micro-organismo, elas não conseguem inibir totalmente a multiplicação de organismos competidores. Aliado a este fato, outras variáveis merecem destaque para uma maior limitação na recuperação deste agente etiológico, estas incluem tipos de meios, sorovares existentes, materiais contaminados, duração e temperatura de incubação (Oliveira et al., 2006). Desse modo, a técnica padrão de isolamento está constantemente sendo revisada pela comunidade científica (Schönenbrücher et al., 2008).

Diagnóstico molecular

A PCR (Reação em Cadeia da Polimerase) é uma técnica de amplificação *in vitro* que pode, em questões de horas, amplificar seqüências específicas de DNA. A importância deste procedimento está em sua habilidade de amplificar DNA intacto ou fragmentado por meio de uma simples reação química em tubo de ensaio, o que tornou possível a clonagem de seqüências de tamanhos que variam entre 500 e 2000 pares de base (bp) de forma rápida e sem a necessidade de uma célula viva (Kawasaki et al., 2005).

Diversos estudos demonstram a validação da técnica da Reação em Cadeia da Polimerase para diagnóstico microbiológico rápido, detecção e identificação das *Salmonellas* (Li & Mustapha, 2002; Wang & Yeh, 2002; Oliveira et al., 2003; Uyttendaele et al., 2003).

Entretanto, uma das limitações para adoção da técnica, apesar dos estudos de validação descritos na literatura, consiste nos escassos trabalhos relativos a sensibilidade e especificidade em amostras naturalmente contaminadas (Oliveira et al., 2003), uma vez que a maioria dos estudos avalia amostras contaminadas artificialmente (Li & Mustapha,

2002; Wang & Yeh, 2002; Uyttendaele et al., 2003). A viabilidade das amostras artificialmente contaminadas podem apresentar diferenças no tocante a: condições desfavoráveis, graus de lesões durante o transporte, armazenamento e/ou tratamento. Aliado a este fato, a sensibilidade de um teste avaliado mediante utilização de uma amostra quantificada pode diferir significativamente da capacidade de detectar uma carga bacteriana menor em uma infecção natural (Gouws et al., 1998). Comparando os resultados para avaliação da técnica de PCR, não existe uma padronização nos protocolos para manipulação de amostras, enriquecimento, reagentes utilizados e equipamentos. (Malorny et al., 2003; Hoorfar et al., 2004). Desse modo, protocolos padrão para detecção de amostras naturalmente infectadas por *Salmonella* através da técnica de PCR devem ser estabelecidos (Myint et al., 2006).

Patogenicidade/ Virulência

A virulência das salmonelas é multifatorial e complexa, incluindo presença de fímbrias, de flagelos, mobilidade, habilidade de penetrar e replicar nas células epiteliais, resistência à ação do complemento, produção de entero, cito e endotoxinas. Alguns desses fatores são chamados de “clássicos” e podem estar localizados em elementos genéticos transmissíveis, como *transposons*, plasmídeos ou bacteriófagos, assim como fazer parte de regiões específicas do cromossomo da bactéria, as chamadas Ilhas de Patogenicidade (IPs), locais que agrupam a maioria dos genes de virulência (Van Asten & Van Dijk, 2005).

As IPs constituem-se por um grupo de genes envolvidos em codificar fatores específicos de virulência. Até o presente momento, cinco IPs foram descritas em *Salmonella*. A IP-1 encontra-se presente em *Salmonella bongori* e todas as

variedades de *Salmonella enterica*. Os *operons Inv (invasibility)* e *Hil (hiper invasibility)* estão presentes nesta ilha, em meio a outros genes e proteínas. O gene *invA* é o primeiro no *operon*, onde os genes *invA*, B e C estão arranjados na mesma unidade transcricional e o gene *invD* está localizado em uma unidade transcricional diferente. Estudos demonstraram que a *Salmonella typhimurium* tem como célula alvo, para entrada no epitélio intestinal de camundongos, a célula M, e que é necessária a presença do gene *invA* para uma eficiente invasão dessas células (Clark et al., 1998). As células M da mucosa intestinal são ligadas aos folículos linfóides, que fazem a mediação da resposta inflamatória, recrutamento de granulócitos, macrófagos, monócitos e linfócitos (Caldwell et al., 2004).

Assim como outras bactérias patogênicas, as *Salmonellas* produzem apêndices de membrana chamados de fímbrias, mais curtos que os flagelos. São compostas por apenas uma proteína estrutural, a pilina, e são dispostas de maneira helicoidal na superfície das bactérias gram-negativas. As fímbrias têm um papel fundamental na adesão às superfícies sendo importantes na interação bactéria/hospedeiro, persistência ambiental, formação de biofilmes, colonização e invasão de células (Gibson et al., 2007).

Em salmonelas já foram identificados 20 *operons* fimbriais. Fazendo parte dos *operons* fimbrias *Salmonella*-específicos, está o *agf (aggregative fimbriae)*, que codifica a fímbria SEF17 ou Tafi (*thin aggregative fimbriae*), a qual permite estabilidade à salmonela e autoagregação bacteriana. Tafi foi identificada em *S. enteritidis*. Este gene está envolvido com o aumento da aderência e invasão às células eucarióticas (Cortez et al., 2006).

Na prevalência dos *operons* fimbriais *Salmonella*-específicos, está incluído o *lpf (long*

polar fimbriae), que regula a expressão de fímbria polar. Esta fímbria é mais longa do que as outras fímbrias elaboradas e polarmente localizada na célula bacteriana. Os completos parecem estar presentes somente em algumas sorovares de *Salmonella* subespécie *entéricas* e *bongori*. Provavelmente a fímbria polar esteja envolvida no tropismo pelas placas de Peyer's em intestinos de ratos. Entretanto, apesar de estarem envolvidas na colonização das células alvo, as fímbrias não têm seu papel completamente compreendido na patogenicidade da *Salmonella* (Van Asten & Dijk, 2005).

Susceptibilidade a antimicrobianos

Drogas multi-resistentes (do inglês, MDR) para *Salmonellas* são detectadas em toda a cadeia de produção de alimentos (Chung et al., 2003). Estas bactérias patogênicas podem causar doenças em humanos e animais e transferir suas características de resistência a outras bactérias. Vários genes de resistência a antibióticos para *Salmonella* têm sido identificados em elementos genéticos móveis, especialmente da classe Integrons1, predominante para o micro-organismo em questão (Chen et al., 2004; Hsu et al., 2006).

Diversos estudos mencionam alta correlação entre a resistência a alguns antibióticos tais como: estreptomicina, espectinomicina e sulfametoxazol em virtude da ampla utilização dos mesmos em gado de leite e, como consequência, sugerem o potencial de transmissão de resistência para os isolados de *Salmonella* do ambiente agrícola, carcaça, leite e finalmente os seres humanos (Edrington et al., 2004; Blau et al., 2005, Ray et al., 2007; Chuanchuen et al., 2010). Nesse contexto, a detecção de resistência aos antibióticos cloranfenicol, estreptomicina, sulfametoxazol e tetraciclina têm sido amplamente relatado em suínos (Nollet et al., 2006; Thakur et al., 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da intensificação de pesquisas que acarretam melhorias nos métodos de diagnóstico bem como nas condições higiênico-sanitárias implantadas na cadeia produtiva animal, nos últimos anos observa-se um aumento na incidência de casos de *Salmonella* em animais e humanos em escala mundial.

A existência de uma cadeia epidemiológica complexa composta de grande variedade de hospedeiros e uma família que alberga mais de 2500 sorotipos, mecanismos de virulência multifatoriais, drogas multi-resistentes e ainda o emprego de métodos de diagnósticos laboriosos e com diferenças de padronizações contribuem para a disseminação do micro-organismo, dificultando o controle desta enfermidade.

Considerando que a maioria dos quadros de gastroenterites em humanos transcorre sem a necessidade de hospitalizações e sem o isolamento do agente causal e, no mundo, o número de óbitos decorrentes de causa desconhecida é elevado, a ocorrência das salmoneloses na população mundial é provavelmente subestimada.

Nos animais a necessidade de monitoramento bacteriano frequente para algumas espécies contribui para um melhor controle microbiológico nos produtos de origem animal, entretanto, alerta para um grave problema: o uso indiscriminado de antibióticos.

Até o momento, a compreensão dos mecanismos envolvidos no processo de diagnóstico e fatores relacionados aos aspectos epidemiológicos suscita a continuidade de pesquisas que possam minimizar os efeitos deletérios desta enfermidade bem como sua disseminação na população humana e animal.

Agradecimento

Agradecemos à Coordenação Pessoal de Aperfeiçoamento Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, R.; ITO, N.M.K.; MIYAJI, C.I. Estudo comparativo de diferentes meios de cultura para o isolamento de salmonelas em matérias primas e rações. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.37, n.1, p.70-73, 2000.
- ALLENDE, A.; MCEVOY, J. L.; LUO, Y.; ARTES, F.; WANG, C, Y. Effectiveness of two-sided UV-C treatments in inhibiting natural microflora and extending the shelflife of minimally processed “Red Oak Leaf” lettuce. *Food Microbiology*, v. 23, n.3, p. 241-249, 2003.
- BAHNSON, P.B.; KIM, J.Y.; WEIGEL, R.M. Association between on-farm and slaughter plant detection of *Salmonella* in market-weight pigs. *Journal Food Protection*, v.68, p.246-250, 2005.
- BANJO, A.D.; LAWAL, O.A.; ADEDUJI, O.O. Bacteria and fungi isolated from housefly (*Musca domestica* L.) larvae. *African Journal of Biotechnology*, v.4, p.780-784, 2005.
- BESSA, M.C.; COSTA, M.; CARDOSO, M. Prevalência de *Salmonella* sp. em suínos abatidos em frigoríficos do Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.24, p.80-84, 2004.
- BLAU, D.M.; MCCLUSKEY, B.J.; LADELY, S.R. *Salmonella* in dairy operations in the United States: prevalence and antimicrobial drug susceptibility. *Journal Food Protection*, v.68, p.696-702, 2005.
- CAMPOS, L.C. *Salmonella*. In: TRABULSI, L.R.; ALTERTHUM, F.; GOMPERTZ, O. F.; CANDEIAS, J. A. N. *Microbiologia*. São Paulo: Editora Atheneu, 2002. p.229-234.
- CARDOSO, A.L.S.P.; CASTRO, A.G.M.; TESSARI, E.N.C.; BALDASSI, L.; PINHEIRO, E.S. Pesquisa de *Salmonella* spp., coliformes totais, coliformes fecais, mesófilos, em carcaças e cortes de frango. *Higiene Alimentar*, v. 19, n.128, p.144-150, 2005.
- CARDOSO, W.M.; OLIVEIRA, W.F.; ROMAO, J.M.; SAMPAIO, F.A.C.; MORAES, T.G.V.; TEIXEIRA, R.S.C.; CÂMARA, S.R.; SALLES, R.P.R.; SIQUEIRA, A.A.; NOGUEIRA, G.C. Enterobacteria isolation in broiler carcasses from commercial establishments in Fortaleza, Ceará State, Brazil. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.73, n.4, p.383-397, 2006.
- CARDOSO, R. C. S.; SILVA, A. L.; SILVA, L. D. M. Comparison of two dilution rates on canine semen quality after cryopreservation in a coconut water

- extender. *Animal Reproduction Science*, v.92, p. 384-391, 2006.
- CHEN, S.; ZHAO, S.; WHITE, D.G. Characterization of multiple antimicrobial-resistant *Salmonella* serovars isolated from retail meats. *Applied and Environmental Microbiology*, v.70, p.1-7, 2004.
- CHUANCHUEN, R.; AJARIYAKHAJORN, K.; CHAILAI KOOWATANANUKUL, WANNAPRASAT, W.; KHEMTONG, S.; SAMNGAMNIM, S. Antimicrobial resistance and virulence genes in *Salmonella enterica* isolates from dairy cows. *Foodborne Pathogens and Disease*, v.7, n.1, p.63-69, 2010.
- CHUNG, Y.H.; KIM, S.Y.; CHANG, Y.H. Prevalence and antibiotic susceptibility of *Salmonella* isolated from foods in Korea from 1993 to 2001. *Journal Food Protection*, v.66, p.1154-1157, 2003.
- CLARK, M. A.; HIRST, B. H.; JEPSON, M. A. Inoculum composition and *Salmonella* pathogenicity island 1 regulate M-cell invasion and epithelial destruction by *Salmonella typhimurium*. *Infection and Immunity*, v.66, n.2, p.724-731, 1998.
- CORTEZ, A.L.L.; CARVALHO, A.C.F.B.; IKUNO, A.A.; BURGER, K.P.; VIDALMARTINS, A.M.C. Identification of *Salmonella* spp. isolates from chicken abattoir by multiplex-PCR. *Research in Veterinary Science*, v.81, p. 340-344, 2006.
- DUARTE, C.G.; OLIVEIRA, F.; HOMSI-BRANDESBURGO, M.I.; HAMAGUCHI, A. Estudo comparativo da atividade bacteriolítica da clara de ovos de *Gallus gallus*, *Guttera sp*, *Cairina moscata*, *Anser cygnoides* and *Phrynos geoffraonus*. *Bioscience Journal*, v.20, n.3, p.21-26, 2004.
- DUARTE, D.A.M.; RIBEIRO, A.R.; VASCONCELOS, A.M.M.; SANTOS, S.B.; SILVA, J. V. D.; ANDRADE, P.L. A.; FALCÃO, L.P.C.A. Occurrence of *Salmonella* spp. in broiler chicken carcasses and their susceptibility to antimicrobial agents. *Brazilian Journal of Microbiology*, v.40, p. 569-573, 2009.
- EDRINGTON, T.S.; SCHULTZ, C.L.; BISCHOFF, K.M. Antimicrobial resistance and serotype prevalence of *Salmonella* isolated from dairy cattle in the southwestern United States. *Microbial Drug Resistance*, v.10, p.51-56, 2004.
- FERNANDES, A.C.; BERCHIERI Jr., A.; OLIVEIRA, G.H. Avaliação de meios de cultivo para o isolamento de *Salmonella*. *Ars Veterinaria*, v.20, p.330-337, 2004.
- GIBSON, D.L.; WHITE, A.P.; RAJOTTE, C.M.; KAY, W.W. AgfC and AgfE facilitate extracellular thin aggregative fimbriae synthesis in *Salmonella enteritidis*. *Microbiology-Sgm*, v.153, p.1131-1140, 2007.
- GIOVANNINI, A.; PRENCIPE, V.; CONTE, A.; MARINO, L.; PETRINI, A.; POMILIO, F. Quantitative risk assessment of *Salmonella* spp. infection for the consumer of pork products in an Italian region. *Food Control*, v.15, p.139-144, 2004.
- GOUWS, P.A.; VISSER, M.; BROZEL, V. S. A Polymerase Chain Reaction procedure for the detection of *Salmonella* spp. within 24 h. *J. Food Protection*, v.61, p.1039-1042, 1998.
- HIDALGO-VILA, J.; DIAZ-PANIAGUA, C.; FRUTOS-ESCOBAR, C.; JIMENEZ-MARTINEZ, C.; PEÑEZ-SANTIGOSA, N. *Salmonella* in free living terrestrial and aquatic turtles. *Veterinary Microbiology*, v.119, p. 311-315, 2007.
- HOFFMANN, F.L.; MANSOR, A.P.; COELHO, A.R.; VINTURIM, T.M. Microbiologia de carcaças e carnes mecanicamente separadas (CMS), obtidas em abatedouro de aves da região de São José do Rio Preto, SP. *Higiene Alimentar*, v. 16, n. 92/93, p.45-50, 2002.
- HOORFAR, J.; WOLFS, P.; RADSTROM, P. Diagnostic PCR: validation and sample preparation are two sides of the same coin. *APMIS* 112, p.808-814, 2004.
- HSU, S.C.; CHIU, T.H. ; PANG, J.C. Characterisation of antimicrobial resistance patterns and class 1 integrons among *Escherichia coli* and *Salmonella enterica* serovar *choleraesuis* strains isolated from humans and swine in Taiwan. *International Journal Antimicrobial Agents*, v.27. p.383-391, 2006.
- KÄSBOHRER, A.; PROTZ, D.; HELMUTH, R. *Salmonella* in slaughter pigs of German origin: an epidemiological study. *European Journal Of Epidemiology*, v.16, p.141-146, 2000.
- KAWASAKI, S.; HORIKOSHI, N.; OKADA, Y.; KAZUKO TAKESHITA, K.; SAMESHIMA, T.; KAWAMOTO, S. Multiplex PCR for Simultaneous Detection of *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, and *Escherichia coli* O157:H7 in Meat Samples. *Journal of Food Protection*, v. 68, n. 3, p. 551-556, 2005.
- KOVATS, R.S.; EDWARDS, S.J.; HAJAT, S.;

- ARMSTRONG, B.G.; EBI, K.L.; MENNE, B. The effect of temperature on food poisoning: a time-series analysis of salmonellosis in ten European countries. *Epidemiology Infection*, v.132, n.3, p.443–453, 2004.
- LI, Y.; MUSTAPHA, A. Evaluation of four template preparation methods for polymerase chain reaction-based detection of *Salmonella* in ground beef and chicken. *Letters in Applied Microbiology*, v.35, p.508–512, 2002.
- MALORNY, B.; HOORFAR, J.; BUNGE, C.; HELMUTH, R. Multicenter validation of the analytical accuracy of *Salmonella* PCR towards an international standard. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 69, n.1, p.290–296, 2003.
- MARTINEL, T.M.; ROSSI JUNIOR, O.D.; CERESER, N.D.; CARDOZO, M.V.; FONTOURA, C.L.; PERRI, S.H.V. Contagens microbiológicas em carcaças ovinas de um abatedouro de São Paulo, Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.6, p.1836–1841, 2009.
- MARTINS, S.C.S.; SERIO, J.; MATTEL, A.C.M.L.; ALBUQUERQUE, L.M.B. *Salmonella* sp. em miúdos de aves: resistência a antibióticos. *Higiene Alimentar*, v. 14, n. 78/79, p. 74-76, 2000.
- MYINT, M.S.; JOHNSON, Y.J.; TABLANTE, N.L.; HECKERT, R.A. The effect of pre-enrichment protocol on the sensitivity and specificity of PCR for detection of naturally contaminated *Salmonella* in raw poultry compared to conventional culture. *Food Microbiology*, v.23, p.599–604, 2006.
- NASCIMENTO, M.S.; BERQUIERI JR, A.; BARBOSA, M.D.; ZANCAN, F.T.; ALMEIDA, W.A.F. Comparação de meios de enriquecimento e de plaqueamento utilizados na pesquisa de *Salmonella* em carcaças de frango e fezes de aves. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 2, n.1, 2000.
- NOLLET, N.; HOUF, K.; DEWULF, J.; CATRY, B.; DE ZUTTER, L.; DE KRUIF, A.; MAES, D. Variability in antimicrobial resistance among *Salmonella enterica* strains from fattening pigs and sows. *Microbial Drug Resistance*, v.12, p.74–81, 2006.
- OLIVEIRA, S.D.; RODENBUSCH, C.R.; CE0, M.C.; ROCHA, S.L.S.; CANAL, C.W. Evaluation of selective and non-selective enrichment PCR procedures for *Salmonella* detection. *Letters in Applied Microbiology*, v. 36, p. 217–221, 2003.
- OLIVEIRA, W.F.; CARDOSO, W.M.; SALLES, R.P.R.; ROMÃO, J.M.; TEIXEIRA, R.S.C.; CÂMARA, S.R.; SIQUEIRA, A.A.; MARQUES, L.C.L. Initial identification and sensitivity to antimicrobial agents of *Salmonella* sp. isolated from poultry products in the State of Ceara, Brasil. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.8, n.3, p.193–199, 2006.
- PADUNGTOD, P.; KANEENE, J.B. *Salmonella* in food animals and humans in northern Thailand. *International Journal of Food Microbiology*, v.108, p.346-354, 2006.
- PASMANS, F.; MARTEL, A.; BOYEN, F.; VANDEKERCHOVE, D.; WYBO, I.; VAN IMMERSEEL, F.; HEYNDRICKX, M.; COLLARD, J.M.; DUCATELLE, R.; HAESEBROUCK, F. 2005. Characterization of *Salmonella* isolates from captive lizards. *Veterinary Microbiology*, v.110, p.285–291, 2005.
- QUINN, P.J. *Clinical Veterinary Microbiology*. 2 ed. Edinburgh: Mosby, 2000. 648 p.
- RALL, V.L.M.; RALL, R.; ARAGONI, L.C.; SILVA, M.G. Evaluation of three enrichment broths and five plating media for *Salmonella* detection in poultry. *Brazilian Journal of Microbiology*, v.36, p.147-150, 2005.
- RAY, K.A.; WARNICK, L.D.; MITCHELL, R.M. Prevalence of antimicrobial resistance among *Salmonella* on Midwest and Northeast USA dairy farms. *Preventive Veterinary Medicine*, v.79, p.204–223, 2007.
- RIBEIRO, A. R.; KELLERMANN, A.; SANTOS, L. R.; BESSA, M.C.; NASCIMENTO, V.P. *Salmonella* spp. in raw broiler parts: occurrence, antimicrobial resistance profile and phage typing of the *Salmonella enteritidis* isolates. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 38, p.296-299, 2007.
- SCHÖNENBRÜCHER, V.; MALLINSON, E.T.; BÜLTE, M. A comparison of standart cultural methods for the detection of foodborne *Salmonella* species including three new chromogenic plating media. *International Journal of Food Microbiology*. v.31, n.123, p.61-6, 2008.
- SCHWARZ, P.; CALVEIRA, J.; SELLA, A.; BESSA, M.; BARCELLOS, D.E.S.N.; CARDOSO, M. *Salmonella enterica*: isolamento e soroprevalência em suínos abatidos no Rio Grande do Sul. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.61, n.5, p.1028-1034, 2009.
- SILVA, E.M.; DUARTE, A. *Salmonella enteritidis* em aves: retrospectiva no Brasil. *Revista Brasileira*

- de Ciência Avícola, v.4, n.2, p.85-100, 2002.
- SILVA, M.C.D.; RAMALHO, L.S.; FIGUEREDO, E.T. *Salmonella* sp. em ovos e carcaças de frango “in natura” comercializadas em Maceió, AL. Higiene Alimentar, v. 18, n. 121, p.80-84, 2004.
- SILVA, M.C.; FARIA, G. S.; PAULA, D. A. J. Prevalência de *Salmonella* sp. em suínos abatidos no Estado do Mato Grosso. Ciência Rural, v.39, p.266-268, 2009.
- SIQUEIRA, A.A.; CARDOSO, W.M.; SILVA, E.E.; ROMÃO, J M.; NOGUEIRA, G.C.; ANDRADE, J.D.M.; CASTRO, S.B.; TEIXEIRA, R.S.C. Identificação de enterobactérias em ovos de codornizes japonesas (*Coturnix japonica*) na Região Metropolitana de Fortaleza – Ce, Brasil. Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias, v.103, p.78-82, 2008.
- SURESH, T.; HATHA, A.A.M.; SCREENIVASA, D. Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* enteritidis and other salmonellas in the eggs and eggstoring trays from retails markets of Coimbatore, south India. Food Microbiology, v.23, n.3, p.294-299, 2006.
- TESSARI, E.N.C.; CARDOSO, A.L.S.P.; CASTRO, A.G.M.; ZANATTA, G.F. Prevalência de *Salmonella* enteritidis em carcaças de frangos industrialmente processadas. Higiene Alimentar, v. 17, n. 107, p.52-55, 2003.
- THAKUR, S.; TADESSE, D.A.; MORROW, M.; WONDWOSSEN. W.; GEBREYES, W.A. Occurrence of multidrug resistant *Salmonella* in antimicrobial-free (ABF) swine production systems. Veterinary Microbiology, v.125. p.362-367, 2007.
- UGBOGU, O.C.; NWACHUKWU, N.C.; OGBUAGU, U.N. Isolation of *Salmonella* and *Shigella* species from house flies (*Musca domestica* I.) in Uturu, Nigeria. African Journal of Biotechnology, v.5, p.1090-1091, 2006.
- UKUKU, D.O. Effect of sanitizing treatments on removal of bacteria from cantaloupe surface, and recontamination with *Salmonella*. Food Microbiology, v.23, n.3, p.289-293, 2006.
- UYTTENDAELE, M.; VANWILDEMEERSCH, K.; DEBEVERE, J. Evaluation of real-time PCR vs automated ELISA and a conventional culture method using a semi-solid medium for detection of *Salmonella*. Letters in Applied Microbiology, v. 37, p.386-391, 2003.
- VIEIRA-PINTO, M.; TEMUDO, P.; MARTINS, C. Occurrence of *Salmonella* in the ileum, ileocolic lymph nodes, tonsils, mandibular lymph nodes and carcasses of pigs slaughtered for consumption. Journal of Veterinary Medicine, Infectious Diseases and Veterinary Public Health, v.52, p.476-481, 2005.
- VIEIRA-PINTO, M.; MIVEIRA, M.; ARANHA, J.; MARTINS, C.; BERNARDO, F. Influence of an enrichment step in *Salmonella* sp detection by fluorescent *in situ* hybridization on pork samples. Food Control, v.19, p.286-290, 2008.
- VAN ASTEN, A.J.A.M.; VAN DIJK, J.E. Distribution of “classic” virulence factors among *Salmonella* spp. Immunology and Medical Microbiology, v.44, n.3, p.251-259, 2005.
- VON RÜCKERT, D.A.S.; PINTO, P.S.A.; SANTOS, B.M.; MOREIRA, M.A.S.; RODRIGUES, A.C.A. Pontos críticos de controle de *Salmonella* spp. no abate de frangos. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.61, n.2, p.326-330, 2009.
- WAN NORHANA, M.N.; POOLE, S.E. DEETH, H.C. DYKES, G.A. Prevalence, persistence and control of *Salmonella* and *Listeria* in shrimp and shrimp products: A review. Food Control, v.21, p.343-361, 2010.
- WANG, S.J.; YEH, D.B. Designing of polymerase chain reaction primers for the detection of *Salmonella* enteritidis in foods and fecal samples. Letters in Applied Microbiology, v. 34, p.422-427, 2002.
- WRAY, C.I.M.; DAVIES, R.H. Guildelines on detection and monitoring of *Salmonella* infected poultry flocks with particular reference of *S. enteritidis*. Irish Veterinary Journal, v.48, n.6, p.222-3, 2003.