

Principais bactérias causadoras de doenças de origem alimentar*

Ariadna Milena Pessoa da Câmara Flores¹ e Cristiano Barros de Melo^{2*}

ABSTRACT. Flores A.M.P.C. & Melo C.B. [Main bacteria that cause food-borne diseases.] Principais bactérias causadoras de doenças de origem alimentar. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 37(1):65-72, 2015. Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, ICC Sul, Asa Norte, Brasília, DF 70910-900, Brasil. E-mail: cristianomelo@unb.br

Foodborne diseases are major causes of morbidity, mortality and losses to the public health system. The understanding of the problem is the key to minimize morbidity, mortality and losses to the public health system. Thus, this paper aims to review the main bacteria that cause foodborne diseases.

KEY WORDS. Contamination, food, bacteria, disease.

RESUMO. As doenças de origem alimentar constituem importantes causas de morbidade, mortalidade e prejuízos para o sistema público de saúde. O conhecimento do problema é fundamental para que sejam minimizadas a morbimortalidade e os prejuízos ao sistema de saúde pública do Brasil. Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo revisar sobre as principais bactérias causadoras de doenças de origem alimentar.

PALAVRAS-CHAVE. Contaminação, alimento, bactéria, enfermidade.

INTRODUÇÃO

Os alimentos podem sofrer contaminações em todas as etapas pelas quais são elaborados e após isso, até o período que chega ao consumo final. Essas contaminações podem intoxicar milhões de pessoas anualmente, e isso é considerado uma significativa causa de morbidade e mortalidade em todo o mundo. As enfermidades de origem alimentar são causadas por diversos microorganismos e a maioria dos alimentos contém nutrientes que podem manter o crescimento microbiano.

As doenças alimentares estão associadas a um grupo de sintomas que se refletem em uma perturbação do aparelho gastrointestinal e podem variar de acordo com o organismo ou a toxina encontrada

e a quantidade de alimento ingerido. Em indivíduos mais susceptíveis, como crianças, idosos e gestantes, as consequências podem ser graves, podendo levar a morte.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo revisar as principais causas bacterianas de enfermidades de origem alimentar em saúde pública.

Coliformes totais / Coliformes termotolerantes

O grupo dos coliformes totais e termotolerantes destaca-se entre aqueles que colonizam o trato intestinal de animais de sangue quente, incluindo o homem, sendo, portanto, empregados como indicadores da qualidade higiênica, e que podem causar alterações organolépticas, como fermentações e estufamento do produto. Sua presença em grande número indica matéria-prima excessivamente contaminada, limpeza e desinfecção de superfícies inadequadas, higiene insuficiente na produção e condições inapropriadas de tempo e temperatura durante a produção ou conservação dos alimentos (Franco et al., 2005).

Klebsiella e *Enterobacter* podem ser encontradas em outros ambientes, como vegetais e solo, onde persistem por tempo superior ao das bactérias patogênicas de origem intestinal. Portanto, não é correta a relação direta da presença de coliformes

* Recebido em 12 de janeiro de 2013.

Aceito para publicação em 8 de março de 2014.

¹ Médica-veterinária, Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA), Campus Universitário Darcy Ribeiro, ICC Sul, Asa Norte, Brasília, DF 70910-900, Brasil. Scholarship holder from CAPES DS.

² Médico-veterinário, *Dr. Cienc. Anim.*, Universidade de Brasília, PPGCA, Campus Universitário Darcy Ribeiro, ICC Sul, Asa Norte, Brasília, DF 70910-900, Brasil. *Autor para correspondência, E-mail: cristianomelo@unb.br - Scholarship holder from CNPq.

termotolerantes em alimentos e água com contaminação de origem fecal, o que levou à necessidade de modificar na legislação brasileira, a denominação de coliformes fecais para coliformes a 45°C (Feng et al. 2002). Assim, o Ministério da Saúde, através da Resolução número 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de vigilância Sanitária (ANVISA) adotou a denominação coliformes a 45°C, considerando os padrões “coliformes de origem fecal” e “coliformes termotolerantes” como equivalentes aos coliformes a 45°C (ANVISA 2009).

Coliformes totais são compostos por um grupo de bactérias constituído por bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície (surfactantes), com propriedades similares de inibição de crescimento, e que fermentam a lactose com produção de aldeído, ácido e gás a 35°C em 24-48 horas. O grupo inclui os seguintes gêneros: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella* (Gellingk et al. 2006).

Coliformes termotolerantes são coliformes capazes de se desenvolver e fermentar a lactose com produção de ácido e gás à temperatura de $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 a 48h. O principal representante deste grupo é *Escherichia coli*, sendo que alguns coliformes do gênero *Klebsiella* também apresentam essa capacidade (Gellingk et al. 2006).

Cepas patogênicas de *E. coli* são associadas com doença no intestino (enterite) e com septicemias do recém-nascido ou de animais jovens e com a doença no trato respiratório de aves. Normalmente cepas não patogênicas também podem causar infecções oportunistas no úbere, útero e outros lugares do organismo (Vernozy-Rozand 1997).

A colibacilose para ocorrer depende de vários fatores. Um fator crítico é o estado imune do animal recém-nascido. Se o animal não recebe uma quantidade adequada de imunoglobulinas, através do colostro com os anticorpos específicos, estes animais tem uma maior chance de serem suscetíveis a *E. coli* que causará enterite ou septicemia. Circunstâncias como frio, constituição fraca ou o animal não ter uma exposição a cepa de *E. coli* de uma forma indireta, pode predispor o animal a colibacilose (Lipman et al. 1995). A colibacilose é a enfermidade entérica de maior impacto na suinocultura, sendo ocasionada por cepas enterotoxigênicas de *E. coli* (ETEC). Para o desenvolvimento da doença, as bactérias aderem-se à mucosa intestinal e produzem uma ou mais enterotoxinas (Lt, Sta e Stb), que levam ao desenvolvimento de diarreia e

desidratação, podendo resultar na morte dos animais (Silveira et al. 2002).

As diferentes linhagens de *E. coli* responsáveis principalmente por distúrbios entéricos são agrupadas em seis tipos: enterotoxigênicas, enteroinvasoras, enteropatogênicas, enterohemorrágicas, enteroagregativas e de aderência difusa, subdivididas, fundamentalmente, pela capacidade de produção de determinadas toxinas, de invasão celular ou de manifestação de sintomas clínicos no homem e/ou nos animais. *E. coli* enteroemorrágica sorotipo O157:H7 emergiu como causa de graves manifestações clínicas de colite hemorrágica, trombocitopenia e distúrbios renais no homem, freqüentemente fatais em crianças (Lipman et al. 1995).

A maioria dos coliformes é encontrada no meio ambiente e essas bactérias possuem limitada relevância higiênica. Devido ao fato dos coliformes serem destruídos com certa facilidade pelo calor, sua contagem pode ser útil em testes de contaminações pós-processamento (Forsythe 2002).

Alguns coliformes podem causar mastites. A presença de coliformes no leite cru (geralmente inofensivos) pode ser uma indicação da contaminação do leite por microrganismos patogênicos que vivem no esterco como *Salmonella* e *Shigella* (Soumet et al. 2005).

Escherichia coli é um dos mais prevalentes microrganismos de origem ambiental, na gênese da mastite bovina. As infecções mamárias por *E. coli* ocorrem sob a forma clínica, de maneira hiperaguda ou aguda, nas primeiras semanas pós-parto, caracterizadas pela difícil resolução terapêutica, nos casos com comprometimento sistêmico, e morte ocasional de animais por toxemia. O microrganismo também foi investigado em casos de mastite subclínica bovina (Barrow & Hill 1989).

Coliformes causam problemas sérios na produção de queijo. Além de formarem odores indesejáveis, a forte formação de gás provoca uma textura inadequada (“estufamento precoce”). Seu crescimento é bloqueado em pH inferior a 6. Isso explica sua atuação restrita ao início da fermentação láctica. Os coliformes são destruídos pela pasteurização (HTST). Eles são utilizados como microrganismos teste, no monitoramento da qualidade microbiológica de processos em laticínios. Se coliformes são detectados no leite e na canalização após o pasteurizador, isso indica um sistema de limpeza-desinfecção deficiente (Soumet et al. 2005).

Listeria monocytogenes

Listeria monocytogenes é um bastonete Gram-positivo pequeno com extremidades arredondadas

e não produz esporos ou cápsulas, móvel quando cultivada entre 20 e 25° C, porém é imóvel ou apresenta fraca motilidade a 37°C (Buchrieser & Rocourt 2007).

A listeriose possui uma ampla variedade de hospedeiros animais tanto domésticos como silvestres. A infecção foi comprovada em grande número de mamíferos domésticos e silvestres, em aves, e inclusive em animais poiquilotermos. As espécies domésticas mais susceptíveis em ordem decrescente de importância são: ovina, caprina e bovina (Acha & Szyfres 2001).

A listeriose permanece como problema para a saúde pública e a comparação entre os tipos de cepas de *L. monocytogenes* que causam surtos é importante, pois define a sobrevivência, o crescimento e a patogenicidade de cada um (Nelson et al. 2004). Representa infecção relativamente rara em humanos, mas a gravidade e taxa de mortalidade pode chegar a até 50%. Os riscos de infecção por listeriose são maiores para os indivíduos com o sistema imunológico comprometido, mulheres grávidas, crianças e idosos (Pal et al. 2008).

Os surtos registrados em humanos mostraram ter transmissão associada à ingestão de leite contaminado (pasteurizado de fontes não seguras), queijos, sorvetes, água, vegetais crus, patês de carnes, molhos de carne crua fermentada, aves cruas ou cozidas, peixes (inclusive defumados) e frutos do mar (Schwab et al. 2004).

Em estudo realizado na Austrália, com o objetivo de quantificar o risco no consumo de alimentos contaminados por *L. monocytogenes*, 40% dos casos foram relacionados às carnes processadas conforme dados epidemiológicos disponíveis (Rivera-Betancourt et al. 2004).

Listeria monocytogenes tem sido isolada de diversos tipos tradicionais de queijos em vários países, em frequências variáveis (Pintado et al. 2005). A bactéria foi isolada em 6,4% (21/329) das amostras de queijos macios oriundas de países da Europa e é importante ressaltar, foi verificada maior ocorrência nos queijos elaborados com leite pasteurizado do que nos queijos fabricados com leite cru, indicando que a contaminação ocorre durante o processamento na indústria (Rudolf & Scherer 2001). Além de queijos, no Brasil há relato de isolamento de *L. monocytogenes* em uma amostra de creme de leite pasteurizado (n = 19), não tendo sido isolada de sorvetes (Abrahão et al. 2008, Martins et al. 2009).

A infecção em animais de criação na maioria dos casos está ligada ao consumo de silagem contami-

nada ou de má qualidade (pH acima de 5,5 favorece o crescimento da bactéria). *Listeria monocytogenes* tem sido isolada de uma variedade de espécies animais, incluindo os ruminantes. Esses animais contaminados podem contaminar a pele de outros animais através das fezes na fazenda e durante o transporte. Foi relatado também que a ordenha realizada sem a higiene adequada é um importante fator de risco para a contaminação de leite cru com tal microorganismo. Além disso, outras fontes de infecção incluem: solo, alimentos e fezes contaminadas ou leite de animais portadores (Ho et al. 2007).

Em humanos, as desordens comumente são precedidas por sintomas semelhantes aos da gripe com febre persistente. Sintomas gastrointestinais como náusea, vômitos e diarreia, podem preceder ou acompanhar as manifestações mais graves da doença. A taxa de letalidade em recém-nascidos é de 30%, em adultos (sem gravidez) é de 35%, em torno de 11% para adultos com menos de 40 anos e 63% para adultos com mais de 60 anos. Quando ocorre septicemia, a taxa de letalidade é de 50% e com meningite pode chegar a 70% (Brasil 2009).

Nos animais essa enfermidade apresenta três formas de manifestação clínica: septicemia com abscessos em vísceras como fígado e baço, aborto e doença neurológica (meningoencefalite). Geralmente, em um surto, observa-se apenas uma dessas três formas. A forma septicêmica afeta especialmente ruminantes, suínos, coelhos e aves recém-nascidos. *Listeria monocytogenes* é causa de aborto, principalmente em ovinos e bovinos, e de doença neurológica, principalmente em ovinos, caprinos e bovinos. Doença neurológica é mais comum em regiões de clima temperado, onde os casos ocorrem principalmente no inverno e início da primavera. Em ruminantes, a forma nervosa ocorre esporadicamente ou em surtos, com morbidade baixa e letalidade alta, geralmente associada à alimentação com silagem. A doença encefálica em bovinos pode ser subaguda, mas em ovinos e cabras é geralmente aguda e fatal (Lippman 1969).

Em ovinos um surto de listeriose pode ser devastador e pode se observar mortalidade tão elevada quanto 33% em ovinos não tratados. Uma vez que os sinais clínicos são graves o suficiente para alertar o produtor de ovinos, o tratamento é muitas vezes ineficaz e a morte ocorre dentro de 2-4 dias. A listeriose clínica é importante não só devido as perdas de produção, mas também por causa do perigo para a saúde humana. Ingestão de *L. monocytogenes* pode resultar em infecção subsequente de

células intestinais, a placenta e o feto, ou de nervos cranianos e tronco encefálico. Assim, uma das três síndromes geralmente ocorre: septicemia, abortos, ou casos agudos de meningoencefalite (Nash et al. 1995).

A detecção por diagnóstico laboratorial da presença de agentes patológicos em amostras de alimentos é a ferramenta que permite o controle e prevenção de ocorrências relacionadas ao consumo de produtos alimentícios. A detecção de *L. monocytogenes* pode ser difícil devido às baixas contagens da bactéria encontradas em leite cru (normalmente inferiores a 10 UFC/mL) e à competição da microbiota bacteriana (Meyer-Broseta et al. 2003).

O binômio tempo-temperatura (75°C/15 s) da pasteurização do leite é suficiente para a destruição de *L. monocytogenes* com contagens de 105 a 106/mL (Jay 2005). Portanto, quando a bactéria é detectada em leite pasteurizado, as causas mais prováveis são pasteurização inadequada ou contaminação pós-processamento (Ryser & Marth 2007).

O gênero *Listeria* apresenta susceptibilidade uniforme aos antimicrobianos contra bactérias Gram positivas (Aureli et al. 2003). Os antimicrobianos mais indicados no tratamento da listeriose são: tetraciclina, rifampicina, cloranfenicol, eritromicina e ampicilina, sendo esta última adicionada de um antibiótico aminoglicosídeo (Kasnowski 2004).

Staphylococcus aureus

Staphylococcus aureus é associado às altas taxas de mortalidade e morbidade, capaz de produzir infecções em diversos tecidos do corpo humano. Sua capacidade em adquirir resistência aos antibióticos e de sobreviver em diferentes condições ambientais o torna um perigoso agente infeccioso no ambiente hospitalar (Kanerva et al. 2007).

Antes da introdução dos antibióticos na década de 40, os isolados de *Staphylococcus* foram responsáveis pela maioria das infecções hospitalares, principalmente em pacientes com pneumonias. No momento da comercialização da penicilina no início da década de 1940, todas as infecções causadas por bactérias desse gênero eram susceptíveis a esse medicamento, porém em poucos anos foram isoladas cepas resistentes (Delaney et al. 2008).

O gênero *Staphylococcus* é formado por 41 espécies e 24 subespécies. Entre as bactérias deste gênero, *S. aureus* é a mais relacionada aos casos e aos surtos de intoxicação alimentar devido à sua capacidade de produzir enterotoxinas (EE) (Silva et al. 2005). Foram descritas e purificadas 10 EE envolvidas com intoxicação alimentar: EEA, EEB,

EEC₁, EEC₂, EEC₃, EED, EEE, EEG, EEH e EEI, as quais, após pré-formadas e ingeridas com o alimento, podem causar sintomas tais como náuseas, vômitos, dores abdominais e diarreia (Jørgensen et al. 2005). *Staphylococcus aureus* pode produzir uma ou mais EE simultaneamente (Silva et al. 2005) e, apesar deste patógeno ser produtor de uma grande variedade de EE, 95% dos surtos são causados pelas enterotoxinas A, B, C, D e E (Letertre et al. 2003).

Staphylococcus aureus é comum na natureza, sendo humanos e os animais reservatórios primários. Este microorganismo é um dos mais frequentes agentes etiológicos da mastite e, dessa forma, o leite e produtos lácteos são considerados veículos comuns deste microorganismo. Aliado ao elevado índice de amostras enterotoxigênicas, merece atenção dos órgãos oficiais de inspeção e de vigilância sanitária, uma vez que pode representar sério risco potencial para a saúde pública (Silva et al. 2005). Pelo fato da bactéria ser geralmente transmitida pelas mãos, os alimentos manipulados após o cozimento como tortas, cremes, pudins, produtos de carne bovina, queijos, saladas e maionese são os mais frequentemente contaminados. O queijo tem sido o principal alimento relacionado aos casos de intoxicação alimentar, sendo *S. aureus* o mais importante microorganismo responsável pelas contaminações (Bannerman 2003).

Em muitos países *S. aureus* é o segundo ou terceiro patógeno mais comum em surtos de intoxicação alimentar, depois de *Salmonella* e *Clostridium perfringens*. Na Espanha, *S. aureus* foi a terceira causa de surtos de doenças transmitidas por alimentos durante o período de 1993-1998, sendo responsável por 228 focos de um total de 5.517 detectados. Vários tipos de alimentos são responsáveis por incidentes de envenenamento atribuídos a *S. aureus*, a maioria frequentemente são carnes e produtos cárneos (incluindo salsichas). Na carne de porco foi observada uma prevalência de 25,9% (detectado pela cultura), ou 51,1% desta bactéria (detectada por PCR) (Bannerman 2003).

Kuehnert et al. (2006) pesquisando *S. aureus* enterotoxigênicos em refrigeradores domésticos na Irlanda, encontraram os genes de EEG, EEI, EEIM, EEIN e EEIO em 99% das linhagens toxigênicas por eles isoladas, e afirmaram que essa alta frequência indicou que refrigeradores domésticos contaminados com *S. aureus* são potencialmente capazes de veicular esse patógeno para os alimentos.

Enterotoxinas estafilocócicas (SE) são os principais agentes de intoxicação de origem bacteriana no homem e são caracterizadas por náusea, vômi-

to, diarreia, dor de cabeça, cólica abdominal, cãibra muscular, queda de pressão sanguínea e prostração. O período de incubação da intoxicação estafilocócica é curto, variando de 15 minutos a 6 horas após a ingestão do alimento contaminado (Fueyo et al. 2005). Os sintomas variam de acordo com a susceptibilidade individual, sendo mais graves em recém-nascidos, idosos e pessoas acometidas de doenças crônicas imunossupressoras. O restabelecimento ocorre geralmente em período de um a dois dias. Uma mesma amostra de *S. aureus* pode produzir mais de um tipo de toxina, que em quantidades inferiores a 1µg podem desencadear os sintomas de intoxicação (Oliveira et al. 2002).

Embora seja exigido que o leite destinado à fabricação de queijos seja higienizado por meios físicos e submetidos à pasteurização, é intensa a comercialização dos queijos que não atendem a tais especificações. Os manipuladores de alimentos são as fontes de contaminação mais frequentes, pois, em cerca de 40% de pessoas sadias, essa bactéria é encontrada colonizando as mucosas da nasofaringe. Além disso, é encontrada colonizando feridas infectadas (Castro et al. 2007).

Para reduzir o risco da presença de *S. aureus* e de outros microrganismos indesejáveis no leite cru é necessário implementar medidas para diminuir a ocorrência das infecções intramamárias. Deste modo, compete aos setores de captação de leite das usinas e aos serviços de extensão, incrementar o desenvolvimento das atividades de orientação e apoio aos produtores, com a finalidade de aprimorar as técnicas de produção e obtenção do produto, com destaque para os seguintes aspectos importantes: realização de testes periódicos para o diagnóstico individual de casos de mastite clínica nas vacas leiteiras, colheita de amostras e identificação laboratorial dos agentes infecciosos envolvidos nos casos de mastite, descarte do leite de vacas acometidas com infecções causadas por bactérias do gênero *Staphylococcus*, bem como de outros agentes infecciosos de importância em saúde humana, tratamento adequado dos quartos afetados com antimicrobianos, respeitando-se o intervalo de carência recomendado para a utilização do leite, limpeza e desinfecção criteriosa das tetas dos animais, antes e depois da ordenha, provisão de quantidades suficientes de água potável para os diversos processos de obtenção do leite, e, manutenção dos cuidados de higiene geral do estábulo leiteiro, incluindo a limpeza e desinfecção das instalações de ordenha, ordenhadeiras e utensílios (Silva et al. 2005, Guilloux et al. 2008).

Leite e derivados lácteos são os alimentos mais envolvidos em casos e/ou surtos de intoxicação alimentar estafilocócica (Cenci-Goga et al. 2003) devido ao fácil acesso de *S. aureus* a matéria-prima, uma vez que este microrganismo é um dos principais agentes de mastite bovina (Zschock et al. 2005). Outros alimentos de origem animal podem ser veículos dos microrganismos e de suas enterotoxinas (Atanassova et al. 2001, Lancette & Bennett 2001, Franco et al. 2005, Jay 2005).

Mastite bovina é a principal causa de perdas econômicas na produção de leite em todo o mundo. Embora mastite possa ser causada por 137 diferentes microrganismos, *S. aureus* é o agente etiológico mais comumente associado à doença e é normalmente relacionado com infecções subclínicas ou crônicas (Ribeiro 2001). Estafilococos são divididos em estafilococos coagulase positiva (CPS) e estafilococos coagulase-negativos (CNS) com base na capacidade para coagular plasma de coelho. *Staphylococcus aureus*, é geralmente coagulase-positivo embora as estirpes coagulase-negativas de *S. aureus* possam ocorrer. Atualmente, os estafilococos com exceção de *S. aureus* compreendem 39 espécies (Pereira et al. 2011).

Como *S. aureus* também pode ser encontrado no gado, as deficiências higiênicas durante a ordenha e a utilização do leite mastítico são fatores determinantes para os elevados índices de contaminação de queijos frescos por essa bactéria. Esta contaminação também pode ocorrer no comércio varejista, durante a retalhação e embalagem do produto ou no armazenamento em depósitos ou balcões não refrigerados (Castro et al. 2007). Além disso, *S. aureus* frequentemente causa mastite subclínica, que pode se tornar persistente. A prática do ordenha exige uma adequada higiene e menor exposição ambiental aos patógenos (Taponen & Pyörälä 2009, Pellegrino et al. 2010).

***Salmonella* spp.**

O controle de infecções de origem alimentar causadas por *Salmonella* é objetivo fundamental de saúde pública em quase todos os países europeus. Infecções humanas causadas por *Salmonella* ocorrem geralmente a partir do consumo de ovos ou carne contaminados (Rose et al. 1999).

Salmonella spp. são bactérias entéricas, frequentemente associadas as enfermidades transmitidas por alimentos, podendo estar presentes no trato intestinal de animais de sangue quente e frio. Baseado nas publicações do "Center for Disease Control and Prevention (CDC)", *Salmonella* foi a principal

causa de surtos de infecções alimentares nos Estados Unidos entre 1973 e 1987. Nos últimos anos, tem-se percebido que a frequência de infecções por *Salmonella* spp. tem aumentado em humanos e em animais (Quintiliano et al. 2008).

A salmonelose é uma das mais prevalentes enfermidades de origem alimentar em seres humanos na União Europeia (UE), a redução desses casos é objetivo em programas de saúde pública. Ovos de galinha são considerados a fonte primordial para infecções humanas com *Salmonella enterica* sorovar Enteritidis (SE). Portanto, várias medidas de controle têm sido implementadas no setor da avicultura para reduzir o número de lotes colonizados e ovos contaminados, como o abate sanitário dos rebanhos colonizados, medidas de higiene e vacinação. Como a contaminação de ovos com *Salmonella* spp. continua a ser uma ameaça para a saúde pública, é importante detectar os animais contaminados, logo que possível após a incursão das bactérias (Quintiliano et al. 2008).

Cerca de 1,5 milhões de casos de salmonelose em humanos ocorrem anualmente nos EUA e 95% destes são atribuídas à infecção de origem alimentar. O controle dessa enfermidade tem se tornado um dos principais objetivos da saúde pública naquela nação. Nos EUA, o controle de salmonelose de origem alimentar associado ao consumo de carne tem sido predominantemente focalizado nos processos de controle e intervenções no abate e processamento. O aperfeiçoamento do sistema de APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) trouxe uma redução das ocorrências desses patógenos, além de estabelecer os padrões de desempenho no abate e processamento, o que resultou em diminuição da contaminação do produto com salmonelas. Espera-se que as normas de abate e processamento se tornem mais rigorosas, criando pressão nos frigoríficos e processadores para reduzir a prevalência de *Salmonella* em suínos positivos (bem como bovinos e aves) através dessas intervenções (Funk et al. 2005).

Por serem intracelulares facultativos, as bactérias podem sobreviver e multiplicarem-se dentro de macrófagos e neutrófilos, sendo subsequentemente transportadas aos linfonodos mesentéricos e aos outros órgãos (Kitching et al. 2005). A grande maioria dos sorotipos de salmonelas é patogênica para o homem, de forma que os sintomas clínicos podem ser divididos em três grupos conforme Connor & Schwartz (2005):

A febre tifóide, causada por *S. typhi*, acomete o homem e não possui reservatórios em animais.

Geralmente a forma de disseminação da infecção é interpessoal e por água e alimentos contaminados com material fecal humano. Os sintomas são muito graves e incluem septicemia, febre alta, diarreia e vômitos. Após a infecção, os indivíduos podem se tornar portadores por meses ou anos, constituindo então uma fonte contínua de infecção. Aproximadamente 1 a 3% dos pacientes com febre entérica tornam-se portadores crônicos. O estado de portador crônico é mais comum em mulheres e em idosos, bem como naqueles com problemas de vesícula biliar, porque é o local mais comum de alojamento das salmonelas. A febre tifóide pode evoluir para óbito, caracterizado por septicemia, febre contínua, cefaleia e diarreia. O período de incubação usualmente varia de 7 a 21 dias e a duração da doença pode chegar a oito semanas (Connor & Schwartz 2005).

Na febre entérica, o agente etiológico é *Salmonella paratyphi* A, B e C e os sintomas clínicos são mais brandos que em relação à febre tifóide, podendo evoluir para septicemia e frequentemente desenvolver um quadro de gastroenterite, febre e vômitos. O período de incubação é usualmente de 6 a 48 horas e a duração média da doença é de três semanas. Essa doença pode ser causada pelo consumo de água e alimentos, especialmente leite e vegetais crus, mariscos e ovos contaminados (Connor & Schwartz 2005).

As infecções entéricas em decorrência de outras salmonelas, ou também chamadas de salmoneloses, apresentam um quadro de infecção gastrointestinal, tendo como sintomas dores abdominais, diarreia, febre baixa e vômito, sendo raros os casos clínicos fatais. Os sintomas aparecem de 12 a 36 horas, podendo durar até 72 horas. Os alimentos mais incriminados são carne bovina, aves, suínos e ovos crus (Connor & Schwartz 2005).

Nos últimos 10 anos, ocorreram vários surtos de doenças emergentes transmitidas por alimentos no mundo, colocando em alerta as autoridades sanitárias dos países sobre a necessidade de tomar medidas para evitar o risco de transmissão, o que levou a FAO a criar a Organização Mundial do Comércio, que motivou os países a revisar suas políticas, normas e estratégias de inocuidade para garantir que os alimentos consumidos pela população tenham condições sanitárias apropriadas para e facilitar o comércio internacional (Crump et al. 2004).

A vacinação é um instrumento disponível para controle da febre tifóide, utilizada principalmente para profissionais de risco, como trabalhadores que entram em contato com esgotos, para pessoas

que ingressam em áreas de alta endemicidade por ocasião de viagem ou que habitam regiões de ocorrência comprovadamente alta (Huang et al. 1999).

Recomendam-se ações de educação em saúde, destacando os hábitos de higiene pessoal, principalmente a lavagem correta das mãos, entre as pessoas que processem alimentos, observando cuidados na preparação, manipulação, armazenamento e distribuição de alimentos. As principais estratégias de prevenção devem ser: seleção da matéria-prima, utensílios e equipamento cuidadosamente higienizados, fornecimento de água potável e adequado sistema de tratamento de lixo e esgoto, adoção de boas práticas de fabricação e implantação do sistema APPCC, afastamento dos portadores assintomáticos da área de produção e métodos de preservação e de transporte adequados. Todas essas ações estão em conformidade com as recomendações das autoridades de saúde pública mundialmente (Crump et al. 2004).

Agradecimentos. Ao Edital CNPq/MAPA/SDA 64/2008, a CAPES-DS, CAPES/PROCAD NF 2007 e ao CNPq/INCT-Pecuária pelas bolsas.

REFERÊNCIAS

- Abrahão W.M., Abrahão P.R.S., Monteiro C.L.B. & Pontarolo R. Occurrence of *Listeria monocytogenes* in cheese and ice cream produced in the State of Paraná, Brazil. *Rev. Bras. Ciên. Farm.*, 44:289-296, 2008.
- Acha P.N. & Szyfres B. Bacterioses y Micosis. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. 3rd ed. parte 1, v.1, OPS, Washington, 2001.
- ANVISA. Portos, aeroportos e fronteiras. [2009]. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/paf/aero/apres.htm#> <http://www.anvisa.gov.br/paf/aero/apres.htm#> Acesso em 21 de março de 2011.
- Atanassova V., Meindl A. & Ring C. Prevalence of *Staphylococcus aureus* and staphylococcal enterotoxins in raw pork and uncooked smoked ham - a comparison of classical culturing detection and RFLP-PCR. *Int. J. Food Microbiol.*, 68:105-113, 2001.
- Aureli P., Ferrini A.M., Mannoni V., Hodzic S. & Wedell-Weergaard C. Susceptibility of *Listeria monocytogenes* isolated from food in Italy to antibiotics. *Int. J. Food Microbiol.*, 83:325-330, 2003.
- Bannerman T.L. *Staphylococcus, Micrococcus* and other catalase-positive cocci, p.384-404. In: Murray P.R., Baron E.J., Tenover J.C., Tenover F.C. (Eds), *Manual of clinical microbiology*. 8th ed. American Society for Microbiology, Washington, 2003.
- Barrow P.A. & Hill A.W. The virulence characteristics of strains of *Escherichia coli* isolated from cases of bovine mastitis in England and Wales. *Vet. Microbiol.*, 20:35-48, 1989.
- Brasil. Ministério da Saúde. Sistema de informações hospitalares. 2009. Disponível em <http://portalsaude.saude.gov.br/portalsaude/area/11/biblioteca.html>. Acesso em 27 de novembro de 2011.
- Carmo G.M.I., Oliveira A.A., Dimech C.P., Santos D.A., Almeida M.G., Berto L.H., Alves R.M.S. & Carmo E.H. Vigilância epidemiológica das doenças transmitidas por alimentos no Brasil, 1999-2004. *Boletim Eletrônico Epidemiológico*, 6:1-7, 2005. http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/bol_epi_6_2005_corrigido.pdf
- Castro V.S., Nascimento V.L., Oliveira D.S.V., Soares M.J.S. & Silva M.J.M. Pesquisa de coliformes e *Staphylococcus aureus* coagulase positivo em queijo Minas Frescal comercializado em Teresina, PI. Trabalho apresentado ao 2º Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. João Pessoa, PB, 2007.
- Cenci-Goga B.T., Karama M., Rossito P.V., Morgante R.A. & Cullor J.S. Enterotoxin production by *Staphylococcus aureus* isolated from mastitic cows. *J. Food Protect.*, 66:1693-1696, 2003.
- Connor B.A. & Schwartz E. Typhoid and paratyphoid fever in travelers. *The Lancet Infect. Dis.*, 5:623-628, 2005.
- Crump J.A., Stephen P.L. & Luby S.P. The global burden of typhoid fever. *Bull. World Health Org.*, 82:346-353, 2004.
- Delaney J.C., Schneider-Lindner V., Brassard P. & Suissa S. Mortality after infection with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) diagnosed in the community. *BMC Med.*, 6:2-10, 2008.
- Feng P., Weagant S.D. & Grant M.A. Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria. Bacteriological analytical manual online, 4 1-14, 2002. Disponível em: <http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-4.html>. Acesso em: 7 de abril de 2011.
- Forsythe S.J. Microbiologia da segurança alimentar. Trad. Maria Carolina Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt - Artmed, Porto Alegre, 2002. p.211-216.
- Franco B.D.G.M., Landgraf M. & Destro M.T. Microbiologia dos Alimentos. Ed. Atheneu, São Paulo, 2005.
- Fueyo J.M., Mendoza M.C. & Martín M.C. Enterotoxins and toxic shock syndrome toxin in *Staphylococcus aureus* recovered from human nasal carriers and manually handled foods: epidemiological and genetic findings. *Microb. and Infect.*, 7:187-194, 2005.
- Funk I.T., Harris P. & Davies R. Comparison of fecal culture and Danish Mix-ELISA for determination of *Salmonella enterica* subsp. *Enterica* prevalence in growing swine. *Vet. Microbiol.*, 107:115-126, 2005.
- Gellingk X., Verbeke W. & Vermeire B. Pathways to increase consumer trust in meat as a safe and wholesome food. *Meat Sci.*, 74:161-171, 2006.
- Guilloux A.G.A., Cardoso M.R.I. & Corbellini L.G. Análise epidemiológica de um surto de mastite bovina em uma propriedade leiteira no estado do Rio Grande do Sul. *Acta Sci. Vet.*, 36:1-6, 2008.
- Ho A.J., Ivanek R., Gröhn Y.T., Nightingale K.K. & Wiedmann M. *Listeria monocytogenes* fecal shedding in dairy cattle shows high levels of day-to-day variation and includes outbreaks and sporadic cases of shedding of specific *L. monocytogenes* subtypes. *Prev. Vet. Med.*, 80:287-305, 2007.
- Huang H., Garcia M.M., Brooks B.W., Nielsen K. & Ng S. Evaluation of culture enrichment procedures for use with *Salmonella* detection immunoassay. *Int. J. Food Microbiol.*, 51:85-94, 1999.
- Jay J.M. *Gastreenterite estafilocócica*, p.471-489. In: Jay J.M. (Ed.), *Microbiologia de Alimentos*. 6^o ed. Artmed, Porto Alegre, 2005.
- Jørgensen H.J., Mørk T., Høgåsen H.R. & Rørvik L.M. Enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* in bulk milk in Norway. *J. Appl. Microbiol.*, 97:158-166, 2005.
- Kanerva M., Blom M., Tuominen U., Kolho E., Anttila V.J., Vaara M., Virolainen-Julkunen A. & Lyytikäinen O. Costs of an outbreak of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J. Hosp. Infect.*, 66:22-28, 2007.
- Kasnowski M.C. *Listeria* spp., *Escherichia coli*: isolamento, identificação, estudo sorológico e antimicrobiano em corte de carne bovina (alcatra) inteira e moída. Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 2004. 110p. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal), UFF, Niterói, 2004.
- Kitching R.P., Hutber A.M. & Thrusfield M.V. A review of foot-and-mouth disease with special consideration for the clinical and epidemiological factors relevant to predictive modelling of the disease. *The Vet. J.*, 169:197-209, 2005.
- Kuehnert M.J., Kruszon-Moran D., Hill H.A., McQuillan G., McAllister S.K., Fosheim G., McDougal L.K., Chaitram J., Jensen B., Fridkin S.K., Killgore G. & Tenover F.C. Prevalence of *Staphylococcus aureus* nasal colonization in the United States, 2001-2002. *J. Infect. Dis.*, 193:172-179, 2006.
- Lancette G.A. & Bennett R.W. *Staphylococcus aureus* and staphylococcal

- enterotoxins, p.387-400. In: Downes F.P. & Ito K. (Eds), Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public Health Association (APHA), Washington, 2001.
- Letertre C., Perrille S., Dilasser F. & Fach P. Detection and genotyping by real-time PCR of the staphylococcal enterotoxin genes *sea* to *sej*. *Mol. Cell. Probes*, 17:139-147, 2003.
- Lippman R. Clinical diagnostic and therapeutic studies on spontaneous nervous system listeriosis of sheep. *Acta Vet. Acad. Sc. Hung.*, 19:161-169, 1969.
- Lipman L.J.A., Nijs A. & Gaastra W. Isolation and identification of fimbriae and toxin production by *Escherichia coli* strains from cows with clinical mastitis. *Vet. Microbiol.*, 47:1-7, 1995.
- Martins I.M., Kabuki D.Y. & Kuaye A.Y. Determination and characterization of pathogens found in dairy products. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 68:359-365, 2009.
- Meyer-Broseta S., Diot A., Bastian S., Rivière J. & Cerf O. Estimation of low bacterial concentration: *Listeria monocytogenes* in raw milk. *Int. J. Food Microbiol.*, 80:1-15, 2003.
- Nash M.L., Hungerford L.L., Thomas G.N. & Gene M.Z. Epidemiology and economics of clinical listeriosis in a sheep flock. *Prev. Vet. Med.*, 24:147-156, 1995.
- Nelson K.E., Fouts D.E., Mongodin E.F., Ravel J., Deboy R.T., Kolonay J.F., Rasko D.A., Angiuoli S.V., Gill S.R., Paulsen I.T., Peterson J., White O., Nelson W.C., Nierman W., Beanan M.J., Brinkac L.M., Daugherty S.C., Dodson R.J., Durkin A.S., Madupu R., Haft D.H., Selengut J., Van Aken S., Khouri H., Fedorova N., Forberger H., Tran B., Kathariou S., Wonderling L.D., Uhlisch G.A., Bayles D.O., Luchansky J.B. & Fraser C.M. Whole genome comparisons of serotype 4b and 1/2a strains of the food borne pathogen *Listeria monocytogenes* reveal new insights into the core genome components of this species. *Nucl. Acids Res.*, 32: 2386-95, 2004.
- Oliveira D.C., Tomasz A. & De Lencastre H. Secrets of success of a human pathogen: molecular evolution of pandemic clones of methicillin-resistance *Staphylococcus aureus*. *Lancet Infect. Dis.*, 2:180-189, 2002.
- Pal A., Labuza T.P. & Diez-Gonzalez F. Shelf life evaluation for ready-to-eat sliced uncured turkey breast and cured ham under probable storage conditions based on *Listeria monocytogenes* and psychrotroph growth. *Int. J. Food Microbiol.*, 126:49-56, 2008
- Pellegrino M., Giraudoa J., Raspantib C., Odierdienob L. & Bogno C. Efficacy of immunization against bovine mastitis using a *Staphylococcus aureus* avirulent mutant vaccine. *Vaccine*, 28:4523-4528, 2010.
- Pereira U.P., Oliveira D.G., Mesquita L.R., Costa G.M. & Pereira L.J. Efficacy of *Staphylococcus aureus* vaccines for bovine mastitis: A systematic review. *Vet. Microbiol.*, 148:117-124, 2011.
- Pintado C.M.B.S., Oliveira A., Pampulha M.E. & Ferreira M.A.S.S. Prevalence and characterization of *Listeria monocytogenes* isolated from soft cheese. *Food Microbiol.*, 22:79-85, 2005.
- Quintiliano C.R., Santos T.A., Paulino T.S.T., Schattan R.B., Gollücke A.P.B. & Boitago A.P. Avaliação das condições higiêncio-sanitárias em restaurantes, com aplicação de ficha de inspeção baseada na Legislação Federal, RDC, 216/2004. *Rev. Hig. Alim.*, 22:25-30, 2008.
- Ribeiro A.R. Estudo da mastite bovina causada por microrganismos ambientais: influência do manejo e higiene, sazonalidade e qualidade microbiológica da água. Tese (Doutorado), Instituto de Biociências Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. 138p.
- Rivera-Betancourt M., Shackelford S.D., Arthur T.M., Westmoreland K.E., Bellinger G., Rossman M., Reagan J.O. & Koohmaraie M. Prevalence of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella* in two geographically distant commercial beef processing plants in the United States. *J. Food Protect.*, 67:295-302, 2004.
- Rocourt J. & Buchrieser C. *The genus Listeria and Listeria monocytogenes: phylogenetic position, taxonomy, and identification*, p.1-20. In: Ryser E.T. & Marth E.H. (Eds), *Listeria, Listeriosis, and Food Safety*, 3rd ed. CRC Press, Boca Raton, FL, 2007.
- Rose N., Beaudeaub F., Drouina P., Touxa J.Y., Rosea V. & Colin P. Risk factors for *Salmonella enterica* subsp. Enteric contamination in French broiler-chicken flocks at the end of the rearing period. *Prev. Vet. Med.*, 39:265-277, 1999.
- Ryser E.T. & Marth E.H. *Listeria, listeriosis and food safety*. 3rd ed. CRC Press, Boca Raton, 2007. 896p.
- Rudolf M. & Scherer S. High incidence of *L. monocytogenes* in European red smear cheese. *Int. J. Food Microbiol.*, 63:91-98, 2001.
- Schwab J.P., Edelweiss M.I.A. & Graça D.L. Identificação de *Listeria monocytogenes* pela técnica de imunohistoquímica em tecido nervoso central de ruminantes. *Rev. Port. Ciênc. Vet.*, 99:65-66, 2004.
- Silva E.R., Carmo L.S. & Silva N. Detection of the enterotoxins A, B and C genes in *Staphylococcus aureus* from goat and bovine mastitis in Brazilian dairy herds. *Vet. Microbiol.*, 106:103-107, 2005.
- Silveira W.D., Ferreira A., Lancellotti M., Barbosa I.A., Leite D.S., Castro A.F. & Brocchi M. Clonal relationships among avian *Escherichia coli* isolates determined by enterobacterial repetitive intergenic consensus (ERIC)-PCR. *Vet. Microbiol.*, 89:323-328, 2002.
- Soumet C., Ragimbeau C. & Maris P. Screening of benzalkonium chloride resistance in *Listeria monocytogenes* strains isolated during cold smoked fish production. *Lett. Appl. Microbiol.*, 41:291-296, 2005.
- Taponen S. & Pyörälä S. Coagulase-negative staphylococci as cause of bovine mastitis - Not so different from *Staphylococcus aureus*. *Vet. Microbiol.*, 134:29-36, 2009.
- Vernozy-Rozand C. Detection of *Escherichia coli* O157:H7 and other verocytotoxin-producing *E. coli* (VTEC) in food. *J. Appl. Microbiol.*, 82:537-551, 1997.
- Zschock M., Kloppert B., Wolter W., Hamann H.P. & Lämmler Ch. Pattern of enterotoxin genes *seg*, *seh*, *sei* and *sej* positive *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis. *Vet. Microbiol.*, 108:243-249, 2005.