

CARACTERÍSTICAS E PREVENÇÃO DA CONTAMINAÇÃO ESCHERICHIA COLI

EDUARDO GOMES DA SILVA¹
MAIARA PEREIRA MENDES²

RESUMO

A contaminação por bactérias presentes em água e alimentos é cada vez mais uma importante questão ligada à saúde. Por conta disso, grande parte da população não compreende os riscos da contaminação alimentar por *Escherichia coli*. E por este fato, a presença dessa bactéria de importância médica são relatadas com frequência em diversos estudos, sendo a *Escherichia coli* o agente etiológico com maior número de casos nos últimos anos no Brasil. Essa bactéria pode estar presente na água e alimentos contaminados, trazendo prejuízos para saúde pública. Diante disso, o objetivo do presente estudo foi identificar características, transmissão, patogenia e formas de controle de *E. coli*. Para o alcance do objetivo desse trabalho, a metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória, tendo como coleta de dados o levantamento bibliográfico. As palavras de busca serão: *Escherichia coli*, alimentos, patótipos, patogenia, virulência, prevenção e tratamento. Os artigos foram revisados para verificar se realmente atendem ao tema. A escolha do tema justificou-se por refletir a importância do conhecimento dos principais fatores que podem gerar a contaminação dos alimentos, e entender suas consequências. As informações descritas reforçam que há necessidade de maior controle e prevenção da presença de *E. coli* em água e alimentos, visando a diminuir os índices de contaminação os riscos a que a população possa ser exposta, por conta dos péssimos hábitos alimentares, falta de higiene no cuidado, manipulação e ingestão dos alimentos, onde com isso, será possível traçar estratégias para auxiliar a população sobre a importância de compreender melhor a respeito da contaminação por *E. coli*.

PALAVRAS-CHAVE: Bacteremia. *Escherichia coli*. Patogênica. Virulência.

¹ Farmacêutico, Mestre em Medicina Veterinária pela Universidade Metropolitana de Santos, Especialista em Biotecnologia pela Universidade Estadual de Maringá, Professor de Biologia, Ciências e Química pelo Governo do Estado de São Paulo. e-mail: eduardogomes472@gmail.com

² Tecnóloga em Processos Químicos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Mestre e Doutora em Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá. Atua nos seguintes temas: tecnologia de amido e cereais, modificação de amido, extrusão e reaproveitamento de subprodutos. e-mail: mahpmendes@gmail.com

CHARACTERISTICS AND PREVENTION OF ESCHERICHIA COLI CONTAMINATION

ABSTRACT

Contamination by bacteria in water and food is increasingly an important health issue. Because of this, a large part of the population does not understand the risks of food contamination by Escherichia coli. For this reason, the presence of this bacterium of medical importance is frequently reported in several studies, with Escherichia coli being the etiological agent with the highest number of cases in recent years in Brazil. This bacterium can be present in contaminated water and food, causing damage to public health. Therefore, the aim of the present study was to identify characteristics, transmission, pathogenesis and ways of controlling E. coli. In order to achieve the objective of this work, the methodology used was exploratory research, with the data collection being the bibliographic survey. The search words will be: Escherichia coli, food, pathotypes, pathogenesis, virulence, prevention and treatment. The articles were revised to see if they really meet the theme. The choice of the theme was justified because it reflects the importance of knowledge of the main factors that can generate food contamination, and understand its consequences. The information described reinforces that there is a need for greater control and prevention of the presence of E. coli in water and food, in order to reduce the contamination rates and the risks to which the population may be exposed, due to the poor eating habits, lack of hygiene in the care, handling and ingestion of food, where it will be possible to outline strategies to help the population on the importance of better understanding about E. coli contamination.

KEYWORDS: Bacteremia. Escherichia coli. Pathogenic. Virulence.

1. INTRODUÇÃO

Muitas doenças podem ser transmitidas por alimentos, na qual podem infectar o organismo, causando doenças sérias como a *E. coli*, na qual podem trazer sérias consequências para nosso organismo, na qual o cuidado é necessário, sendo importante verificar todas as formas de contaminação possíveis (SIDHU et al., 2013).

Os microrganismos habitam os diferentes ecossistemas, onde fazem parte da microbiota natural do corpo humano, dos animais e das plantas. Podem ser bactérias, fungos, protozoários e vírus, podendo ser benéficos ou trazer malefícios à saúde humana (OLIVEIRA & PINHATA, 2008).

A microbiologia de alimentos está de um modo geral relacionado a três aspectos fundamentais: a preservação dos alimentos pelo emprego de microrganismos; detecção e prevenção de intoxicações e infecções produzidas pela ação de microrganismos em alimentos e o controle da transmissão de doenças através dos mesmos (MELO et al., 2018).

A capacidade de sobrevivência dos microrganismos que estão presentes em um alimento depende de uma série de fatores. Entre esses fatores estão aqueles relacionados às características própria do alimento (Fatores Intrínsecos) e os relacionados com o ambiente em que o alimento se encontra (Fatores Extrínsecos) (TORTORA; BERDELL; CHRISTIANE, 2017).

Os microrganismos podem estar presentes no ambiente natural do homem (água, solo, ar, poeira), no próprio homem e em todos os seres vivos. Assim, qualquer alimento que o homem consome pode estar contaminado por microrganismos. Um alimento pode se tornar alterado (com perda das características sensoriais próprias e de seu valor comercial) e até ocasionar, no consumidor, infecções e intoxicações alimentares, dependendo do seu nível de contaminação microbiana e de suas características (SOUZA, 2006).

Contaminações microbianas podem ocorrer, devido falhas no processamento das cadeias produtivas de alimentos, falta de higienização de equipamentos e utensílios que são utilizados na preparação de alimentos, falta de higiene dos manipuladores de alimentos, mal acondicionamento dos alimentos, podendo causar

problemas não somente na guarda, no armazenamento, mas no transporte até os estabelecimentos e ao consumidor (PASSOS et al., 2010).

A maior parte dos alimentos está sujeita a várias fontes potenciais de microrganismos, onde podem-se controlar a contaminação e manter a microbiota, através de manuseio adequado, conhecer os fatores primordiais do crescimento dos microrganismos em alimentos, identificação do tipo e sua classificação e tratar de forma correta as patologias, sinais e sintomas que surgirem ao longo do caminho (SANTANA et al., 2012).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2016), uma doença de origem alimentar é geralmente de natureza infecciosa ou tóxica, provocada por agentes que contatam com o organismo humano através da ingestão de alimentos ou da água contaminados (VEIGA ET AL., 2009).

Em sua grande maioria, os sintomas apresentam-se leves com dores de cabeça, náuseas, vômitos, diarreia e febre, mas em alguns casos, há a necessidade de internação por parte de outros agravantes, como doenças crônicas, sintomas mais agressivos ou complicações no decorrer da doença (FORYSTHE, 2002).

As doenças transmitidas por alimentos (DTA) causam efeitos deletérios a nível coletivo e a nível individual, quer diretamente na saúde humana e animal, quer indiretamente pelos custos econômicos que essas imputam aos indivíduos, famílias, sistemas de saúde, setor produtivo e sociedade (NEWELL et al., 2010; TAUXE, 2002).

Doenças transmitidas por alimentos (DTAs) podem ser causadas e disseminadas no mundo todo, devido a contaminação microbiana ou parasitária de água e alimentos de origem vegetal ou animal, sendo que diversos são os agentes microbianos causadores de DTAs que, somados a fatores como a exposição a água contaminada e más condições de higiene, geram riscos para a ocorrência de patologias tanto na forma de infecções ou intoxicações, acometendo de forma crônica ou aguda (TONDO; BARTZ, 2014).

Escherichia coli é uma bactéria gram negativa, pertencente à família das *Enterobacteriaceae* causadora tanto de infecção quanto de toxinfecção alimentar, onde sua contaminação se dá pela ingestão de água ou alimentos contaminados (MURRAY, 2014).

Por conta disso, temos a *Escherichia coli*, presente em diversos ambientes, alimentos, acometendo a saúde pública como um todos, onde estão presentes no trato intestinal de mamíferos e humanos, contudo, temos algumas cepas de *E. coli* causando hemorragias e quadros mais agressivos, gerando problemas em vários âmbitos (CARVALHO, 2005).

O estudo da contaminação de alimentos por bactérias leva à compreensão de como esse fato ocorre e das suas consequências, com isso pode-se desenvolver planos de ação para minimizar esse tipo de contaminação e medidas educativas tanto para a população em geral quanto para setores que trabalham diretamente com alimentos.

O objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão bibliográfica sobre contaminação por *Escherichia coli* em alimentos, demonstrando a importância de se compreender como que ocorre esse tipo de contaminação, os danos à saúde humana e quais medidas podem ser tomadas para minimizar essas contaminações.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória, tendo como coleta de dados o levantamento bibliográfico com assuntos relacionados a *E. coli*, demonstrando sua importância, características e variações, formas de contaminação, medidas de prevenção e tratamento, baseando em trabalhos científicos na área.

3. *ESCHERICHIA COLI*

Escherichia Coli é uma bactéria pertencente à família *Enterobacteriaceae*, sendo bacilos gram-negativos, móveis, não formadores de esporos, anaeróbios facultativos, com metabolismo respiratório e fermentativo. Tem a grande capacidade de fermentar a lactose, com produção de gás e ácidos (FAULA et al., 2015).

Por conseguinte, a *E. coli* é agrupada de acordo com seus mecanismos e funções relacionadas a sua patogenicidade relacionados aos seus patótipos (JAFARI; ASLANI, BOUZARI, 2012). A *E. coli* uma tendência de se modificar de organismo

comensal para um patógeno oportunista e para uma bactéria extremamente especializada, havendo a possibilidade de infecções mais graves por conta desse patógeno (SHETT et al., 2012).

Dentro das principais características da *E. coli*, a grande maioria dos sorotipos podem ser desprovidos de qualquer fator de virulência, porém, alguns tipos acabam adquirindo, causando diferentes formações de novos genes, trazendo a doença para o paciente, fator esse que desencadeia a manifestação da doença, garantindo o aumento desenfreado de casos em todo mundo (CHERNAKI-LEFFER et al., 2002).

E. coli são consideradas anaeróbios facultativos, onde exibem uma grande diversidade em fenótipos e genótipos. O genoma de *E. coli* passa por constantes mudanças devido a um fluxo contínuo de genética inserções e exclusões que estão relacionados também as suas características de importância alimentar (POOLMAN et al., 2017).

O tamanho do genoma, que pode variar em até 1,9 Mb, codifica aproximadamente 4000–6500 proteínas, sendo que o genoma central compreende apenas 2.000 genes, e o restante do genoma determinado por comensalismo, que está relacionado a especificidade da espécie, seu patótipo e o perfil de susceptibilidade a antibióticos (TYERMAN et al., 2013).

A bactéria *E. coli* é considerada um bastonete curto, gram-negativo, não esporulado, tendo tamanho variando de 1,1 a 1,5 µm por 2 a 6 µm, na qual são móveis por conta da presença de flagelos peritríqueos. A temperatura para seu crescimento gira em torno de 37°C (BARNES et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2004; QUINN et al., 2005).

Possuem metabolismo respiratório fermentativo, na qual são capazes de fermentar com produção de ácido e gás com a presença de glicose, maltose, manitol, xilose, glicerol, ramanose, soritol e arabinose (QUINN et al., 2005; ANDREATTI FILHO, 2007).

E. coli é uma espécie que possui importância em relação ao seu contato com o hospedeiro e modificações no DNA recombinante, tendo associação com patógenos alimentares (HAZEN; STAHI; REDMAN, 2012).

Em sua grande maioria, as cepas de *E. coli* não provocam doenças, pois constituem a microbiota intestinal dos seres humanos, e em grande parte de mamíferos e aves. Porém, por falta de higienização podem contaminar alimentos e a água (SANTANA et al., 2012).

Pertencem ao grupo dos coliformes termotolerantes, e frequentemente são utilizados como indicadores de contaminação fecal em água e alimentos, onde representa até 80% da microbiota intestinal humana, tendo sua eliminação pelas fezes, sendo uma grande preocupação, por conta da contaminação do solo, água e alimentos (TCHAPTCHET; HANSEN, 2011).

3.1. Transmissão

A transmissão de *E. coli* ocorre pelo consumo de alimentos contaminados como leite, carne, ovos, hortaliças de forma crua ou mal-cozidos, ou transmitida via fecal-oral humana e por água contaminada, vem demonstrando um dos maiores casos de notificação por parte de órgãos de saúde (SIDHU et al., 2013).

Pertence a uma classe de bactéria micro-orgânica, na qual se insere nos organismos, sendo o intestino o principal local a ser infectado, tanto do ser humano quanto dos animais, onde os principais sintomas vão de disfunções ou anomalias no funcionamento, com evacuações frequentes de forma líquida, tendo presença de sangue ou muco, dores abdominais, vômitos, febres leves, refluxos, gastroenterite, sendo uma preocupação a nível mundial, onde o não tratamento adequado, pode levar a complicações (LINZMEIER et al., 2009).

Enquanto ETEC são frequentemente considerados como patógenos predominantemente em crianças no mundo com recursos limitados e em viajantes, esses organismos também foram implicados em uma série de importantes surtos de diarreia no mundo com recursos suficientes (BRUSSOW; CENTER; SWITZERLAND, 2014).

Por conta da transmissão da doença, outros órgãos e sistemas podem ser afetados como: intestino, sistema urinário, rins, uretra e bexiga, podendo causar cistite, insuficiência renal, cavidade abdominal, sistema nervoso de neonatos, tendo a possibilidade de dar meningite (SCALETSKY et al., 2009).

No cenário de surtos de diarreias por *E. coli*, a contaminação dos alimentos é o meio de transmissão mais provável, e isso na maioria das vezes se deve à falta de higienização das mãos, estressando novamente a via de transmissão fecal-oral (CHERCHI; GU, 2011).

A *E. coli* se enquadra no grupo de coliformes fecais, sendo considerado o maior risco de contaminação fecal, com grandes chances de se encontrar bactérias patogênicas, sendo que existem vários fatores que contribuem para sua disseminação e transmissão no meio ambiente principalmente, pelo fato de serem excretadas nas fezes, tendo grandes chances de sobreviver em partículas fecais, poeira e na própria água, porém, seu ambiente de fácil localização é o trato intestinal (BUERIS, 2008).

3.2. Patogenicidade

Com base em seus tipos de patogenicidade (toxinas, adesinas, invasibilidade), danos a animais de laboratório e padrões de adesão a células eucarióticas em cultura, e seus patótipos incluem: i) *E. coli enteropatogênica (EPEC)*; ii) *E. coli enteropatogênica atípica (A-EPEC)*; iii) *E. coli enterotoxigênica (ETEC)*; iv) *E. coli enterohemorrágica (EHEC)*; v) *E. coli enteroinvasiva (EIEC)*; vi) *E. coli de adesão difusa (DAEC)*; vii) *E. coli enteroagregativa (EAEC)* (SCALETSKY et al., 2009).

Sua patogenicidade se manifesta de acordo com seu mecanismo multifatorial e complexo, envolvendo vários fatores de virulência, variando conforme o sorotipo da doença, porém o fator de virulência é considerado incerto, porque a presença de um componente pode não ser o suficiente para gerar a transformação de uma cepa de *E. coli* no seu grau patogênico, mas relacionando a outros tipos de virulência, apresentam um papel importante para a patogenicidade da doença (RUSSEL, 2003).

Considerando os sorotipos de *E. coli*, elas estão relacionadas a doenças diarreicas, sendo um grande problema de saúde pública no mundo, havendo mais de 2 milhões de mortes relatadas nos últimos anos, e os números podem aumentar, devido às condições sociais, econômicas e alimentares de cada local (ABREU et al., 2013).

A *E. coli enteropatogênica (EPEC)*, é agente etiológico bem estabelecido de diarreia infantil humana, com característica de corromper as funções de células

epiteliais intestinais, produzindo lesões próprias, adesão e elevação (TRABULSI et al., 2002). Pode ocorrer diarreia aquosa profusa, acompanhada de vômitos e febre baixa, onde são os principais sintomas que os pacientes enfrentam (BRUSSOW; CENTER; SWITZERLAND, 2014).

Com base na colonização das bactérias, a mesma acontece no intestino grosso, por meio das fímbrias, que são codificadas por genes plasmidiais. A sua adesão ocorre por meio da ação intimina, considerada uma proteína de membrana externa, que possui um receptor de proteína que é chamado na microbiologia de Tir (translocated intimin receptor), sendo um componente provindo da EPEC (BUERIS, 2008).

Na EHEC, as principais toxinas produzidas provocam vários danos no intestino grosso, sendo logo em seguida absorvidas pela corrente sanguínea, tendo facilidade de afetar outros órgãos, sendo eles os rins, podendo causar ainda diversos sintomas como cólicas abdominais graves e diarreia aquosa (TAUXE, 2002).

Está associada à diarreia de recém-nascidos. Esta bactéria causa lesões nas microvilosidades intestinais, levando à uma diarreia aquosa e dificulta a absorção de nutrientes. Outros sintomas são: febre, arrepios, dores abdominais, vômito e náuseas (TYERMAN; PONCIANO; JOYCE, 2013)

Com base nos principais sintomas da *E. coli enteropatogênica* estão presentes quadros de diarreia aquosa com vários graus de intensidade, podendo haver desidratação dos pacientes, sendo que o quadro clínico se agrava de forma mais rápida por causa da dificuldade de eliminar as bactérias do organismo, preocupando especialistas da área da saúde pelo fato desse quadro evoluir para infecções urinárias, podendo ainda gerar meningite (MAHEUX; BISSONNETTE; BERGERON, 2013).

Nas cepas enteropatogênicas de *E. coli*, elas possuem grande semelhança às enteroagregativas, onde aderem às células, principalmente na mucosa intestinal, região que causa mais problemas, porém, estas cepas não produzem enterotoxinas no organismo, mas por conta da agressividade da bactéria, elas podem causar quadro de diarreia em toda população (SIDHU et al., 2013).

Devido ao seu alto grau de contaminação, alimentos como carnes cruas e frangos estão entre os principais alimentos causadores de *E. coli enteropatogênica*,

porém, qualquer tipo de alimento que esteja relacionado à contaminação fecal pode ser preocupante, devido a diversos fatores como a sua higienização, conservação e manipulação (SILVA; SILVA, 2005).

No caso da *E. coli enterotoxigênicas (ETEC)*, podem ser causadas por diarreia secretória no homem e em animais, por conta da produção de toxinas termoestáveis, termolábeis ou ambas, onde as cepas de *E. coli enterohemorrágicas (EHEC)*, podem ser implicadas em casos de doenças de origem alimentar ou por sua manipulação, principalmente pelo consumo de carne moída, leite e alimentos crus, sendo uma grande preocupação, devido às péssimas condições de higiene dos mesmos (WEDLEY; ELAJNEF; FLETCHER, 2013).

Podem colonizar primeiro o intestino delgado, atuando como toxinas secretoras, onde é alcançado pela produção de fímbrias colonizadoras (antígenos fimbriais colonizadores, ou CFA), que podem se ligar a receptores presentes no intestino delgado (MIRELES; WALKER; CAPARON, 2015).

No caso da *E. coli enteroinvasiva (EIEC)*, estas podem causar várias doenças no homem, sendo similares à *Shigella spp*, onde ambas as bactérias causam colite inflamatória invasiva, gerando invasão e espalhamento celular (ABREU et al., 2013).

Quando células dessa estirpe são fagocitadas por um enterócito (célula da mucosa do intestino), elas se multiplicam e invadem outros enterócitos, levando a morte das células. Os sintomas apresentados são: arrepios, febre, fezes com sangue e dores abdominais e de cabeça. O quadro sintomático pode iniciar de 8 a 24 horas após o consumo de alimento contaminado e pode durar alguns dias ou até semanas (MIRSEPASI et al., 2016).

A *E. coli com adesão difusa (DAEC)*, é definida por seu padrão de adesão difuso em ensaios com células HEp-2, gerando síndrome de diarreia aquosa em adultos e crianças. Por conseguinte, a *E. coli enteroagregativa (EAEC)*, é definida pelo seu padrão de adesão difuso, em presença de células HEp-2 em cultura. (AYALA, 2009).

Na infecção por *E. coli enterohemorrágica* pode haver a evolução do quadro clínico para a Síndrome Urêmica-Hemolítica, que leva a uma insuficiência renal e anemia hemolítica, que pode causar à morte do paciente (GOMI et al., 2015).

A toxina verotoxina produzida por essas estirpes causa a morte de células do intestino grosso, produzindo diarreias sanguinolentas. O período de incubação é de 3 a 9 dias e apresenta outros sintomas, como vômito e cólicas. Os indivíduos afetados por essas estirpes desenvolvem o Síndrome Hemolítico-Urémico e a Púrpura Trombocitopênica Trombótica, doenças que causam insuficiência renal aguda e fenômenos de trombose, respectivamente (ABRAHAM; MIAO, 2015).

3.3. Segurança Alimentar: Consequências e Prevenção

A segurança alimentar tem o sentido de promover ações de acesso aos alimentos com qualidade para toda população, com quantidade suficiente de nutrientes e minerais para alcançar todos os perfis nutricionais de cada paciente. Porém para se atingir as necessidades nutricionais é preciso política e programas para promover a dimensão de informações necessárias a respeito da melhor forma de se alimentar e combater infecções por bactérias que podem prejudicar a saúde da população de modo geral (LEÃO, 2012).

Segundo a FAO (2014), o descarte e desperdício de alimentos é considerado uma das maiores preocupações nos dias atuais, na qual não somente o problema da fome que se espalha por todo mundo, mas o índice de contaminação por bactérias é um alerta para a sociedade, no sentido de se preocupar com todos.

Com o avanço da tecnologia e da medicina, o uso de vacinas vem sendo usado e implementado de forma a controlar diversas doenças, incluindo síndromes diarreicas causadas pela E. coli diarreiogênica, porém ainda não há vacina contra E. coli voltada para doenças diarreicas, porém está em fases de testes no mundo (O'RYAN et al., 2015).

A estratégia atualmente sendo explorada para a maioria das vacinas contra diarreia em desenvolvimento é a via oral, que promove uma resposta imune direta pelo tecido linfóide no intestino, além de fornecer o acesso mais direto ao local da interface patógeno-hospedeiro, de forma a garantir a eficácia do tratamento (POOLMAN; WACKER, 2015).

Grandes mudanças na saúde e alimentação estão relacionadas com práticas diárias rotineiras, sendo implementadas são desenvolvimento tecnológico com alteração no padrão de consumo dos alimentos, sendo importante para o controle dos padrões sanitários da cadeia de produção alimentar, minimizando riscos de maiores contaminações e transmissão de novas doenças de origem alimentar (SANTOS et al., 2011).

O desenvolvimento de resistência à doença ETEC, sendo pela exposição e idade, a proteção de bebês amamentados por anticorpo materno (em humanos e animais) sugere que ETEC é um grupo de *E. coli* que pode ser controlado por vacinação. (BOURGEOIS et al., 2016).

O tratamento de infecções por *E. coli* é feito basicamente pela reposição de líquidos. O uso de antibacterianos é recomendado somente em casos graves, porém, a antibioterapia não é recomendada para casos de *E. coli* enterohemorrágica. Boas práticas de produção e manipulação de alimentos evitam a contaminação por *E. coli*, assim como evitar o consumo de carnes mal cozidas e água não tratada (NAVARRO, 2014).

Tendo como base a presença da doença, a prevenção é a melhor solução, evitando a contaminação da *E. coli*. Medidas de higienização diárias, com hábitos importantes como lavar as mãos sempre que utilizar o banheiro, lavar bem os alimentos e as mãos, esterilização de equipamentos, higienização de frutas e verduras cruas são essenciais para o controle da doença (SANTANA et al., 2008).

4. CONCLUSÃO

Nesta revisão foram abordadas alguns dos fatores de virulência, características, formas de contaminação de *E. coli* em alimentos. Além de apresentar os patótipos que estão envolvidos em enfermidades humanas e animais e as especificidades de cada um e discorrer sobre algumas patologias associadas a este microrganismo.

O conhecimento destes pontos relatados é de fundamental importância para saber os melhores procedimentos para reduzir as perdas provocadas por *E. coli*, visto que é uma das principais bactérias alimentares e de origem animal, sendo necessário

a importância no estudo e aprofundamento da pesquisa no que tange a contaminação de E. coli em alimentos, e os impactos da presença dessa bactéria no organismo humano.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, S. N.; MIAO, Y. *The nature of immune responses to urinary tract infections*. **Nat. Rev. Immunol.** 15, 655–663, 2015.
- ABREU, A. G.; et al. *Autotransporter roteínencoding genes of diarrheagenic Escherichia coli are found in both typical and atypical enteropathogenic E. coli strains*. **Appl Environ Microbiol.** Jan;79(1):411-4, 2013.
- ANDREATTI FILHO, L. R. **Saúde aviária e doenças**. São Paulo: Roca, vol. 10, p. 112-117, 2007.
- AYALA, C. O. Sorologia de antígenos flagelares de amostras de Escherichia coli enteropatogênica EPEC e E. coli produtoras da toxina de Shiga (STEC) isoladas de diferentes animais e análise comparativa do gene fliC por PCR-RFLP [tese]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo, **Instituto de Ciências Biomédicas**; 2009.
- BARNES, H. J.; VAILLANCOURT, J. P.; GROSS, W. B. *Colibacillosis In: SAIF W. M. Diseases of poultry*. (11ª ed.). Iowa, p. 138-144, 2003.
- BUERIS, V. Interação de Escherichia coli enteropatogênica (EPEC) que apresenta o padrão de adesão localizada-like com a célula epitelial in vitro [tese]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo, **Instituto de Ciências Biomédicas**; 131 p, 2008.
- BRUSSOW, H.; CENTER, N. R.; SWITZERLAND, L. *Enteropathogenic E. coli*. **Encyclopedia of Food Microbiology**, v.1, 2014.
- CHERCHI, C.; GU, ACHERCHI, C.; Gu, A.Z. *Effect of bacterial growth stage on resistance to chlorine disinfection*. **Water Sci. Technol.** 64 (1), 7–13, 2011.
- CHERNAKI-LEFFER, A.M.; et al. Isolamento de enterobactérias em *Alphitobius diaperinus* e na cama de aviários no oeste do estado do Paraná, **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, vol. 4, núm. 3, set/dez, pp. 243-247, 2002.
- FAÚLA, L. L.; et al. Panorama dos Surtos de Doenças de Transmissão Alimentar, ocorridos em Minas Gerais, Brasil, no período de 2010 a 2014. Gerais: **Revista de Saúde Pública do SUS/MG**. v.3, n.1, p.84 a 94, 2015.
- FERRER, S.R. Fatores de risco das diarreias em crianças em Salvador, Bahia [tese]. Salvador (BA): **Universidade Federal da Bahia**; 385 p, 2007.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *International Fund for Agricultural Development – IFAD. World Food Programme - WFP. The State of Food Insecurity in the World 2014. 2014. Strengthening the enabling environment for food security and nutrition*. Rome, FAO, 2014.

FORSYTHE, S. J. Microbiologia da segurança alimentar. Tradução Maria Carolina Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt. Porto Alegre: **Artmed**, 2002.

GOMI, R.; et al. Characterization of Pathogenic *Escherichia coli* in River Water by Simultaneous Detection and Sequencing of 14 Virulence Genes. **Environ Sci Technol**, v. 49 (11), p. 6800-6807, 2015.

HAZEN, T. H.; STAHI, J. W.; REDMAN, J. C. Draft genome sequences of the diarrheagenic *Escherichia coli* collection. **Journal of Bacteriology**, 194, 3026–3027, 2012.

JAFARI, A.; ASLANI, M. M.; BOUZARI, S. *Escherichia coli*: a brief review of diarrheagenic pathotypes and their role in diarrheal diseases in Iran. **Iran J Microbiol**, Sep, 4(3):102-17, 2012.

LEÃO, M. A construção social de um sistema público de segurança alimentar e nutricional: a experiência Brasileira. Brasília: **Ação Brasileira pela Nutrição e Direitos Humanos**; 2012.

LINZMEIER, L.; et al. Uso de Antibióticos Em Aves De Produção. **Revista Científica Eletrônica De Medicina Veterinária**. Ano VII – Número 12 – Janeiro de 2009.

MAHEUS, A. F.; BISSONNETTE, L.; BERGERON, M. G. Rapid detection of the *Escherichia coli* genospecies in water by conventional and real-time PCR. **Methods Mol. Biol.** 943, 289–305, 2013.

MELO, E. S., et al. Doenças transmitidas por alimentos e principais agentes bacterianos envolvidos em surtos no Brasil. **PUBVET**, 12(10), 1– 9, 2018.

MIRSEPASI, L. H. C., et al. Secretion of alpha-hemolysin by *Escherichia coli* disrupts tight junctions in ulcerative colitis patients. **Clin. Transl. Gastroenterol.** 7, e149, 2016.

MIRELES, F. A.L; WALKER, J. N.; CAPARON, M., et al. Urinary tract infections: epidemiology, mechanisms of infection and treatment options. **Nat. Rev. Microbiol.** 13, 269–284, 2015.

MURRAY, P. R.; et al. Microbiologia Médica. 7.ed. **Elsevier**, Rio de Janeiro: 2014.

NAVARRO, F. G. *Escherichia coli* O104:H4 pathogenesis: an enteroaggregative *E. coli*/Shiga toxin-producing *E. coli* explosive cocktail of high virulence. **Microbiol. Spectr.** 2, 2014.

NEWELL, D. G.; et al. Food-borne diseases- The challenges of 20 years ago still persist while new ones. **International Journal of Food Microbiology**; v. 139, n.2, pp. S3- S15, 2010.

OLIVEIRA, W.F. et al. Utilização de diferentes meios de cultura para o isolamento de enterobactérias em amostras fecais de frangos de corte procedentes de explorações industriais do Estado do Ceará, Brasil. **RPCV**, 99 (552) 211-214, 2004.

OLIVEIRA A. J. F. C.; PINHATA J.M.W. *Antimicrobial resistance and species composition of Enterococcus spp. isolated from waters and sands of marine recreational beaches in Southeastern Brazil.* **Water Res**; 42:2242-50, 2008.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. *Food safety and foodborne illness.* **Genebra**, 2016.

PASSOS, E.C.; et al. Provável surto de toxinfecção alimentar em funcionários de uma empresa no litoral da região sudeste do Brasil. **Rev Inst Adolfo Lutz**, 69(1):136-40, 2010.

POOLMAN, J. T.; et al. *Escherichia coli.* **International Encyclopedia of Public Health**, 2ª edição, v. 2, 2017.

POOLMAN, J. T.; WACKER, M. P. *Extraintestinal pathogenic Escherichia coli, a common human pathogen: challenges for vaccine development and progress in the field.* **J. Infect. Dis.** 213, 6–13, 2015.

QUINN, P.J.; et al. **Microbiologia Veterinária e Doenças Infecciosas.** 1ª ed. Porto Alegre: editora Artmed 512p, 2005.

RUSSEL, S. M. *The effect of airsacculitis on bird weights, uniformity, fecal contamination, processing errors, and populations of Campylobacter spp. and Escherichia coli.* **Poultry Science**, v. 82, p. 1326-1331, 2003.

SANTANA, A. P. et al., *Causes of condemnation of carcasses from poultry in slaughterhouses located in State of Goiás, Brazil.* **Ciencia Rural**, v.38, 2008.

SANTANA, T. C. F. S. D.; et al. Prevalência e resistência bacteriana aos agentes antimicrobianos de primeira escolha nas infecções do trato urinário no município de São Luís-MA. **Rev Patol Trop**; 41(4):409-18, 2012

SIDHU, J. P.; et al. *Occurrence of virulence genes associated with diarrheagenic pathotypes in Escherichia coli isolates from surface water.* **Appl Environ Microbiol.** Jan;79(1): 328-35, 2013.

SILVA, J. A.; SILVA, D. *Escherichia coli enteropatogênica (epec) ao contrário da Escherichia coli comensal, adere, sinaliza e lesa enterócitos.* **Revista de Patologia Tropical**, v. 34 (3): 175-196. set.-dez. 2005.

SCALETSKY, I. C. A., et al. *Evidence of pathogenic subgroups among atypical enteropathogenic Escherichia coli strains.* **J Clin Microbiol**, Nov; 47(11):3756-9, 2009.

SHETTY, V. A.; et al. *Prevalence and characterization of diarrheagenic Escherichia coli isolated from adults and children in Mangalore, India.* **J Lab Physicians.** Jan-Jun;4(1):24-9, 2012.

SOUSA, C. P. *Escherichia coli: um patógeno bacteriano especializado.* **Rev Biol Cienc Terra.** 6(1): 341-52, 2006.

TAUXE, T.V. *Emerging foodborne pathogens.* **International Journal of Food Microbiology.** 78(1), pp.31-41, 2002.

TCHAPTCHET, S.; HANSEN, J. *The Yin and Yang of host-commensal mutualismo.* **Gut Microbes,** V. 2, p. 347-352, 2011.

TONDO, E. C. BARTZ, S. *Microbiologia e Sistemas de Gestão da Segurança de Alimentos.* v. 2. Porto Alegre: **Ed Sulina;** 2014.

TORTORA, G. J., BERDELL, R. F.; CHRISTIANE, L. C. *Microbiologia:* **Artmed,** 2017.

TRABULSI L. R.; et al. *Typical and atypical enteropathogenic Escherichia coli.* **Emerg Infect Dis.** May; 8(5): 508-13, 2002.

TYERMAN, J. G.; PONCIANO, J. M.; JOYCE, P., et al. *The evolution of antibiotic susceptibility and resistance during the formation of Escherichia coli biofilms in the absence of antibiotics.* **BMC Evol. Biol.** 13 (1), 22, 2013.

VEIGA, A., et al. *Perfil de risco dos principais alimentos consumidos em Portugal.* Ministério da economia e da Inovação. **Autoridade de Segurança Alimentar e Econômica,** Lisboa: 2009.

WEDLEY, A. L.; ELAJNEF, H. M.; FLETCHER, J. N. *Characterization of a novel EAST-negative enteropathogenic E. coli strain implicated in a food-borne outbreak of diarrhoea in adults.* **APMIS.** 121 (6), 494–502, 2013.

WEINSTEIN, R.A. *Controlling antimicrobial resistance in hospitals: infection control and use of antibiotics.* **Emerg Infect Dis,** v.7, Mar-Apr, 2001.