

## PRESENÇA DE *Escherichia coli* PRODUTORA DE BETA-LACTAMASE DE ESPECTRO ESTENDIDO EM ALIMENTOS: ESTUDO PROSPECTIVO

Aline Batista Leite<sup>1</sup>; Alaíse Gil Guimarães<sup>2\*</sup>

<sup>1 2</sup>Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Salvador/BA, Brasil.

Rec.:08.06.2016. Ace.:22.09.2016.

### RESUMO

Esse artigo objetiva realizar uma prospecção dos trabalhos científicos já publicados a respeito da presença de *Escherichia coli* produtora de beta-lactamase de espectro estendido (ESBL) em alimentos. Para tanto, analisaram-se 21 combinações das palavras-chave *E. coli*, beta-lactamase, ESBL, *food*, *food of animal origin* e *product of animal origin*, nas plataformas *Web of Science*, *ScienceDirect*, *Scopus* e *Scielo*, a fim de identificar a combinação que originasse 100 resultados que mais se aproximassem do objetivo da pesquisa. Selecionou-se para análise 124 resultados obtidos com a pesquisa das palavras-chave ESBL, *E. coli* e *food* na plataforma *Scopus*. Identificou-se que as pesquisas neste tema têm aumentado nos últimos seis anos e estão concentradas especialmente na Europa e China. As técnicas de biologia molecular foram as mais frequentemente utilizadas, sendo necessário intensificar o seu uso no Brasil para aumentar o número de publicações brasileiras em periódicos de alto impacto, incrementando, assim, a sua visibilidade internacional.

Palavras-chave: *E. coli*. ESBL. Alimentos.

### ABSTRACT

This article aims to conduct a survey of scientific papers published about the presence of beta-lactamase extended spectrum (ESBL)-producing *Escherichia coli* in food. Therefore, 21 combinations of keywords *E. coli*, beta-lactamase, ESBL, food, food of origin animal or product of animal origin in the Web of Science, ScienceDirect, Scopus and Scielo platforms were analyzed, in order to identify the combination that originated 100 results that most closely approached the objective of the research. One hundred twenty-four results obtained with the search of keywords ESBL, *E. coli* and food in Scopus platform were selected for analysis. It was identified that research in this area has increased in the last six years and are concentrated especially in Europe and China. Molecular biology techniques were the most frequently used, being necessary to step up its use in Brazil to increase the number of Brazilian publications in high impact journals, increasing thus its international visibility.

Key words: *E. Coli*. ESBL. Foods.

Área Tecnológica: Ciência de Alimentos

\*Autor para correspondência: E-mail: [alaise@ufba.br](mailto:alaise@ufba.br)

## INTRODUÇÃO

Segurança alimentar é um componente crítico e fundamental da saúde pública, dado o grande número de ocorrências de doenças envolvendo alimentos contaminados e o ônus acarretado tanto para os cofres públicos quanto para a própria sociedade. Por isso é necessário fortalecer os sistemas de vigilância de forma a permitir uma detecção, gestão e prevenção antecipadas da propagação de doenças de origem alimentar (NEWELL et al., 2010).

Uma das bactérias mais frequentes em surtos alimentares no Brasil, segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2015), atrás apenas de *Salmonella* spp. e *Staphylococcus aureus*, é a *Escherichia coli*. Trata-se de uma bactéria comumente encontrada no intestino de humanos e mamíferos, sendo que a maioria dos isolados é saprófita e inofensiva, porém algumas – como a *E. coli* O157:H7 – podem causar severas doenças de origem alimentar, incluindo Síndrome Urêmica Hemolítica (do inglês, HUS), especialmente em crianças e idosos (OMS, 2011).

Mudanças na população microbiana podem levar à evolução de novos micro-organismos patogênicos e ao desenvolvimento de novos fatores de virulência em patógenos antigos (MELLMANN; BIELASZEWSKA; KARCH, 2009). Assim emerge a resistência antimicrobiana, um problema global de saúde pública, que é impactado e provocado pelo uso de antimicrobianos tanto em humanos quanto na medicina veterinária (ARIAS; CARRILHO, 2012; GONZALES, MELLO; CAFÉ, 2012).

Os antimicrobianos são utilizados há décadas na produção animal tanto no tratamento como na promoção de crescimento dos animais, o que ajudou a aumentar a sua eficiência alimentar e consequente produtividade. Porém, com o seu uso contínuo, resíduos dessas substâncias podem permanecer nos alimentos de origem animal. Ao ingeri-los, fenômenos alérgicos podem ser desencadeados; o equilíbrio do trato intestinal dos consumidores pode ser alterado; além de genes de resistência antimicrobiana poderem ser selecionados e transferidos à microbiota residente dos humanos, o que dificultaria o tratamento de diversos tipos de doenças (ARIAS; CARRILHO, 2012; BARRETO et al., 2012).

Os beta-lactâmicos são os antimicrobianos mais usados no tratamento de infecções bacterianas enquanto as beta-lactamases continuam sendo o principal mecanismo de resistência das bactérias Gram-negativas a esse grupo de antimicrobianos. Com isso, novos medicamentos foram sendo desenvolvidos, e a pressão seletiva exercida por estes propiciou a seleção de isolados cujos genes codificadores das beta-lactamases clássicas sofreram pequenas mutações, que permitiram ampliar seu espectro de inativação. Por isso que a produção de beta-lactamases de espectro estendido (ESBL) por enterobactérias representa um grande problema na medicina. Elas conferem resistência às penicilinas, todas as cefalosporinas e aos monobactâmicos. Dentre os micro-organismos com maior produção de ESBL em todo o mundo destacam-se *Klebsiella pneumoniae* e *E. coli* (ABREU; GONÇALVES, 2010).

A literatura demonstra muitos casos nos quais hospitais têm notado rápido aumento no número de micro-organismos carreando ESBL, além de disseminação intra- e inter-hospitalar. A transmissão pelas mãos dos profissionais é relevante, sendo o trato gastrointestinal dos pacientes um importante reservatório (ABREU; GONÇALVES, 2010). Por isso, é mister investigar a participação da ingestão de alimentos nesse processo de aquisição de resistência por ESBL pelas bactérias da microbiota residente do homem, as quais eventualmente são encontradas como contaminantes dos mais diversos tipos de produtos alimentares, principalmente porque ainda são poucos os registros nesse sentido (LEVERSTEIN-VAN HALL et al., 2011; VOETS et al., 2013; BAGHERI; GHANBARPOUR; ALIZADE, 2014; EGERVARN et al., 2014; VELDMAN et al., 2014).

Assim, esse artigo objetiva realizar uma prospecção dos trabalhos científicos já publicados a respeito da presença de *E. coli* produtora de ESBL em alimentos, a fim de discutir o potencial e o desenvolvimento dos estudos sobre a disseminação desses micro-organismos e seus genes de resistência por meio da cadeia alimentar.

### MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma prospecção de artigos científicos cujo tema seja a pesquisa de *E. coli* produtora de beta-lactamase de espectro estendido (ESBL) em alimentos. Para isso, *a priori*, foram utilizadas as plataformas *Web of Science*, *ScienceDirect*, *Scopus* e *SciELO*, por serem as mais difundidas entre os pesquisadores brasileiros nas áreas de saúde e ciência de alimentos, a fim de identificar a plataforma que abriga mais artigos no tema em questão. As palavras-chave utilizadas, combinadas de diversas formas (Quadro 1), foram: *E. coli*, beta-lactamase, ESBL, *food*, *food of animal origin* e *product of animal origin*. Limitou-se os tipos de documentos em *Articles or Reviews*, e o espaço temporal entre 2005 e 2015. Vale salientar que os escopos foram preparados em dezembro de 2015.

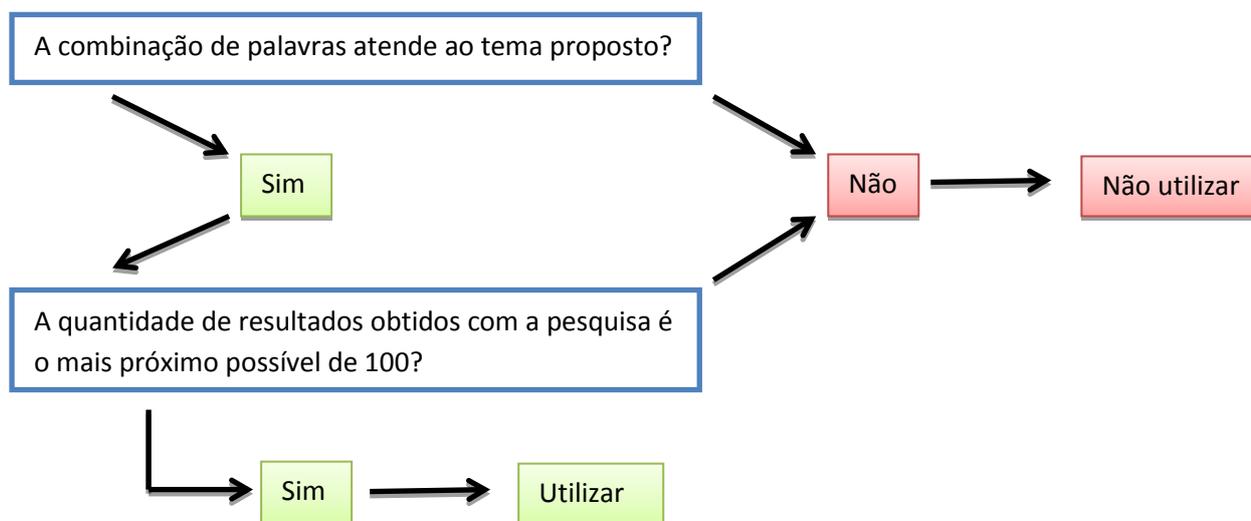
As palavras-chave foram buscadas da seguinte maneira:

- “palavra-chave 1”
- “palavra-chave 1” AND “palavra-chave 2”
- “palavra-chave 1” AND “palavra-chave 2” AND “palavra-chave 3”
- “palavra-chave 1” AND “palavra-chave 2” AND “palavra-chave 3” AND “palavra-chave 4”

Cabe esclarecer que as palavras-chave *food*, *food of animal origin* e *product of animal origin* nunca eram pesquisadas juntas.

Abaixo se verifica a árvore decisória (Figura 1) para identificar as melhores plataforma e combinação de palavras-chave para realização da prospecção.

**Figura 1.** Árvore decisória para identificar as melhores plataforma e combinação de palavras-chave para realização da prospecção.



Fonte: Autoria própria

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando o Quadro 1 abaixo, pode-se observar que as pesquisas que geraram maior número de resultados foram *E. coli*, beta-lactamase e *E. coli* em alimentos. Esses temas, porém, são muito abrangentes e não refletem o estudo proposto. Ainda deste quadro, extrai-se a informação de que a plataforma *Scielo* é a que apresenta menor número de resultados, em todas as pesquisadas realizadas, provavelmente por se tratar de indexação regionalizada (América Latina e África do Sul).

**Quadro 1.** Escopo das pesquisas realizadas nas plataformas *Web of Science*, *ScienceDirect*, *Scopus* e *Scielo* quanto à presença de *E. coli* produtora de ESBL em alimentos.

Pesquisa	Palavras-chave						Plataformas			
	<i>E. coli</i>	Beta-lactamase	ESBL	<i>Food</i>	<i>Food of animal origin</i>	<i>Product of animal origin</i>	<i>Web of Science</i>	<i>Science Direct</i>	<i>Scopus</i>	<i>Scielo</i>
1	X						119.501	159.437	66.344	930
2		X					18.695	11.592	13.894	92
3	X			X			13.806	39.666	5.953	12
4			X				6.500	4.894	4.474	137
5	X	X					2.801	6.514	3.015	12
6	X		X				1.873	3.692	1.941	46
7	X	X	X				1.518	2.609	1.754	11
8	X	X		X			263	1.294	187	10
9			X	X			291	998	218	5
10	X		X	X			183	771	124	3
11	X	X	X	X			153	695	111	0
12	X				X		246	253	34	1
13			X		X		38	48	4	0
14	X		X		X		28	43	2	0
15	X	X			X		41	46	2	0
16	X	X	X		X		25	33	2	0
17			X			X	15	10	1	0
18	X					X	145	67	4	0
19	X		X			X	11	10	0	0
20	X	X				X	11	14	0	0
21	X	X	X			X	8	10	0	0

Os números se referem à quantidade de resultados obtidos em cada plataforma ao realizar cada uma das pesquisas correspondentes.

Fonte: Autoria própria

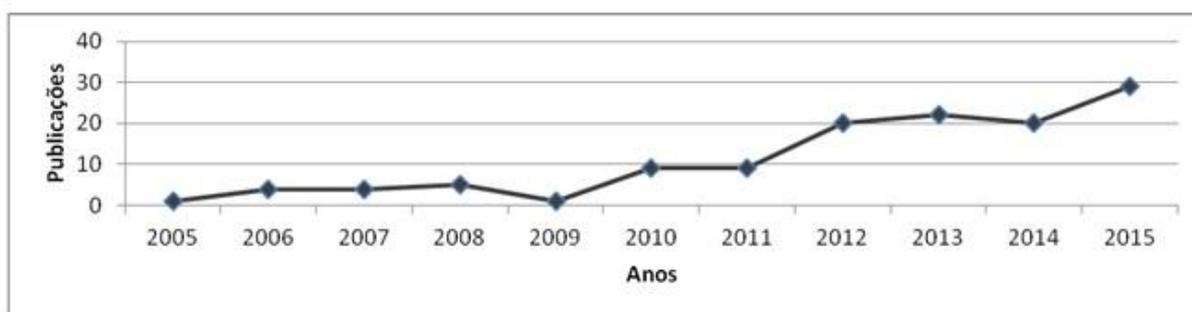
Pode-se observar que os resultados mais próximos de 100 são da plataforma *Scielo* (92), após pesquisa de beta-lactamase; da *Scopus* (111), ao buscar por ESBL, *E.coli*, beta-lactamase e *food*; e novamente *Scopus* (124), ao se pesquisar ESBL, *E. coli* e *food*.

Em cada escopo foi identificada a combinação de palavras-chave que mais se aproximava do objetivo da pesquisa, e cuja quantidade de resultados se aproximasse o máximo possível de 100,

para que fosse viável analisar os dados. Assim, foram utilizados esses dois critérios: 1- combinação de palavras que mais se aproxima do tema proposto e 2- resultados mais próximos de 100. Essas combinações encontram-se destacadas no Quadro 1. Podemos observar que a pesquisa 2, apesar de atender o critério 2, com 92 resultados, não atende o critério 1, pois apresentou resultados que não incluíam termos relevantes para a prospecção como *E. coli*, alimentos ou ESBL. Na pesquisa 11, mesmo incluindo a palavra-chave ESBL – o que deveria restringir –, a palavra-chave beta-lactamase abriu o leque de busca, apresentando artigos sobre outras beta-lactamases além da ESBL, o que foge do objetivo. A pesquisa 10, portanto, apesar de não ser a mais próxima de 100 dentre os resultados encontrados, foi a que melhor atendeu a esses dois critérios propostos, mesmo sem restringir o tipo de alimento (de origem animal), atendendo, portanto, à proposição de estudar a presença de *E. coli* produtora de ESBL em alimentos. Dessa forma, a plataforma que atendeu melhor aos dois critérios foi a *Scopus*. Por isso, os resultados a seguir apresentados referem-se aos 124 resultados obtidos com a pesquisa das palavras-chave ESBL, *E. coli* e *food* na plataforma *Scopus*.

Analisando, portanto, os 124 artigos indexados na plataforma *Scopus*, percebe-se que publicações a respeito de *E. coli* produtoras de ESBL em alimentos vem aumentando nos últimos 10 anos, o que revela a importância e visibilidade do tema. Podemos observar no gráfico 1 que, em 2005, foi publicado 1 (um) artigo na plataforma *Scopus* envolvendo essas palavras-chave. Já em 2015, foram cerca de 30. Esse aumento pode estar associado ao interesse cada vez maior em bactérias super-resistentes, pois esse é um assunto de grande relevância e preocupação para a saúde pública (OMS, 2001, 2012).

**Gráfico 1.** Distribuição por ano dos artigos publicados entre 2005 e 2015 na plataforma *Scopus* constando as palavras-chave ESBL, *E. coli* e *food*.

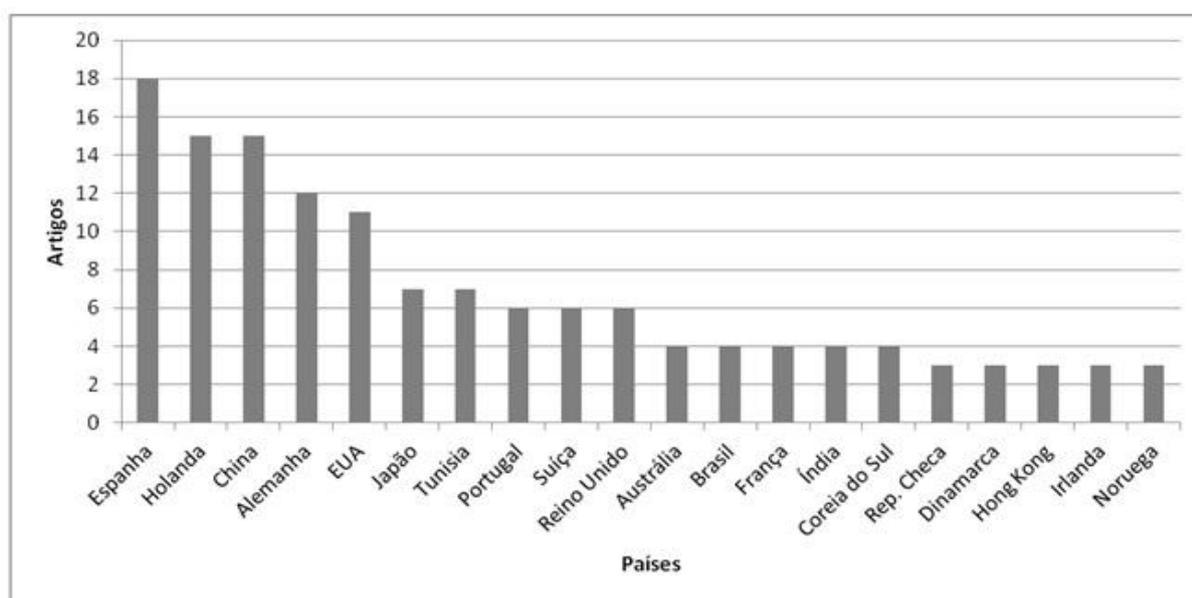


Fonte: Autoria própria

Os principais países de origem das publicações disponíveis na plataforma *Scopus* a respeito desse tema na última década foram Espanha, Holanda e China (gráfico 2). Esse interesse pode ser explicado tanto regionalmente como globalmente. A China é um dos maiores importadores e exportadores do mundo, inclusive de alimentos, o que implica em grande necessidade de monitorar a qualidade e os riscos referentes à transmissão de micro-organismos e genes de resistência pelos produtos que entram e saem do país (OMC, 2015). A Holanda, assim como Noruega e Dinamarca, regula pesadamente o mercado de alimentos e uso de antibióticos médicos e produtos agrícolas. A nova estirpe de bactéria MRSA (*Staphylococcus aureus* resistente a meticilina) multirresistente foi encontrada pela primeira vez na Holanda em 2003, sendo responsável por quase metade dos casos de infecções por MRSA em humanos nesse país (TAVERNISE, 2013). Já a Espanha foi acusada no ano de 2011 por um grande surto envolvendo 13 nações europeias, totalizando 2153 doentes e 125

mortes, das quais 22 foram na Alemanha. A variante de *E. coli* envolvida nesse surto foi identificada como O104. Todos esses eventos envolvendo bactérias super-resistentes coincidem com o aumento de publicações sobre *E. coli* produtora de ESBL a partir de 2005, e mais vastamente a partir de 2010 nesses países e no mundo. Apesar da importância e visibilidade do tema proposto, somente quatro artigos relatando pesquisas no Brasil foram identificados na plataforma *Scopus*, e todos analisaram somente frangos ou carne de frango, provavelmente por ser o Brasil o líder mundial de exportações desse produto e pelo fato desses animais serem geralmente manejados em confinamento, o que aumenta o risco de ocorrência de doenças infecciosas entre os animais (FERREIRA et al., 2014a; FERREIRA et al., 2014b; BOTELHO et al., 2015; KOGA et al., 2015).

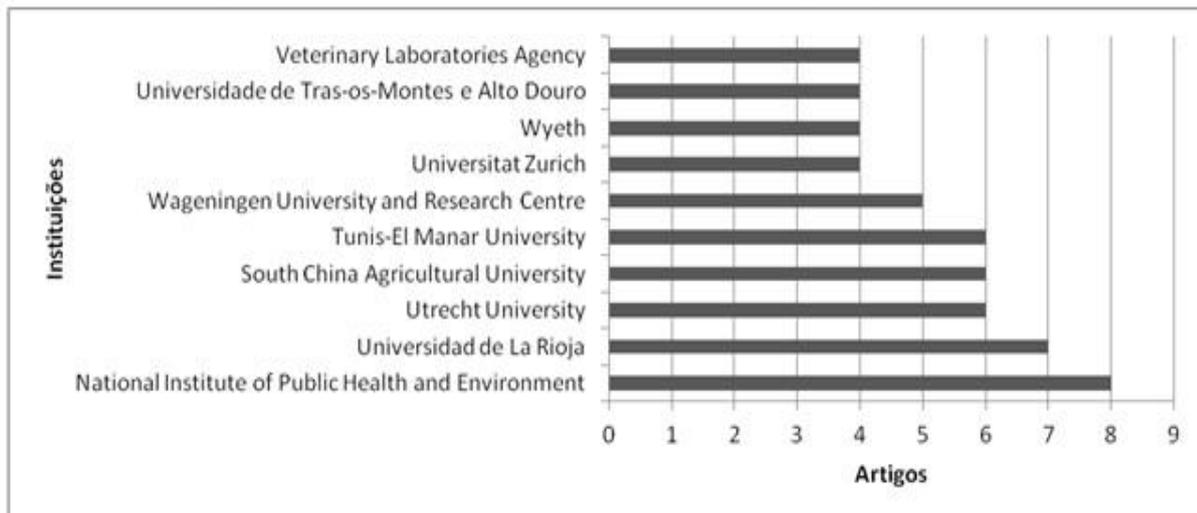
**Gráfico 2.** Distribuição dos artigos publicados entre 2005 e 2015 na plataforma *Scopus* constando as palavras-chave ESBL, *E. coli* e *food* dentre os 20 principais países.



Fonte: Autoria própria

No gráfico 3, observa-se a distribuição dos artigos entre as instituições de ensino, que corrobora com a distribuição por países, não necessariamente na mesma ordem. O *National Institute of Public Health and Environment*, de Biltoven, Holanda, aparece em primeiro lugar, com oito publicações. Este órgão tem a função de monitorar tudo que seja relacionado à resistência antimicrobiana no país, incluindo a ocorrência de infecções por bactérias resistentes na população, e de aconselhar o Ministro da Saúde, Bem-estar e Esporte da Holanda. As bactérias resistentes mais frequentes na Holanda, bem como na Europa, e sobre as quais estes países mantêm o foco primário são MRSA (*Staphylococcus aureus* resistente à metilina), VRE (Enterococos resistentes a vancomicina), bactérias produtoras de ESBL e bactérias resistentes a carbapenem. O fato de as bactérias produtoras de ESBL serem um dos principais micro-organismos de monitoramento desta instituição explica a sua primeira colocação no gráfico. Já a *Universidad de La Rioja*, em Logroño, Espanha, segunda colocada, é a instituição de origem do autor que mais publicou sobre o tema entre 2005 e 2015 na plataforma *Scopus*.

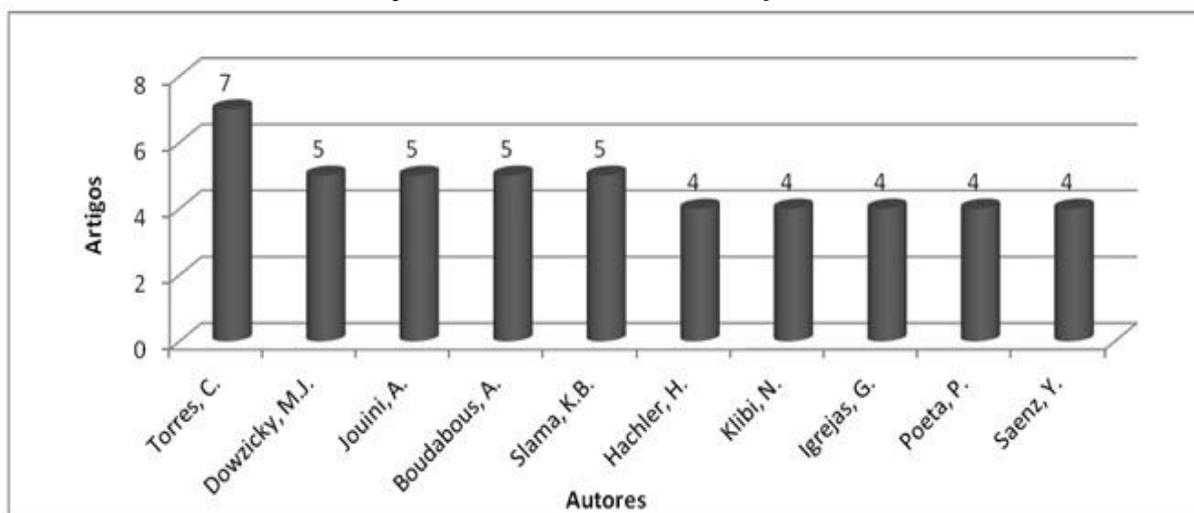
**Gráfico 3.** Distribuição dos artigos publicados entre 2005 e 2015 na plataforma *Scopus* constando as palavras-chave ESBL, *E. coli* e *food* entre as dez principais instituições.



Fonte: Autoria própria

O gráfico 4 mostra os dez principais autores que publicaram sobre *E. coli* produtora de ESBL em alimentos. Observa-se que os mesmos são dos países e/ou instituições que mais publicaram sobre o tema, o que confirma a solidez e poder dos dados levantados. Torres, Carmen, a primeira colocada, trabalha na Área de Bioquímica e Biologia Molecular da *Universidad de La Rioja*, na Espanha, a segunda instituição e o primeiro país que mais publicaram sobre o tema. Torres teve participação em sete dos sete artigos publicados pela instituição no período e plataforma estudados. Em seis deles, foi último autor, posição geralmente ocupada pelo coordenador do projeto. Dos sete trabalhos, dois analisaram amostras de Portugal e cinco, da Tunísia. Foram estudadas *E. coli* (seis artigos) e Enterobacteriaceae (um artigo) produtoras de ESBL, oriundas de diferentes matrizes (animais, alimentos, solo e água).

**Gráfico 4.** Principais autores dos artigos publicados entre 2005 e 2015 na plataforma *Scopus* constando as palavras-chave ESBL, *E. coli* e *food*.

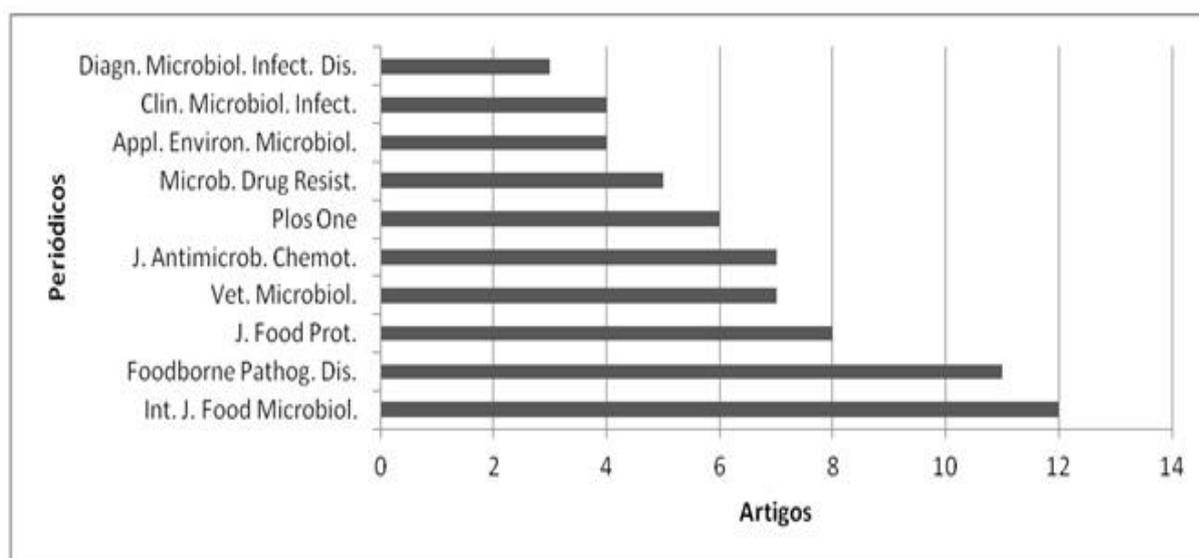


Fonte: Autoria própria

LEITE, A. B.; GUIMARÃES, A. G. Presença de *Escherichia coli* produtora de beta-lactamase de espectro estendido em alimentos: estudo prospectivo.

Os três periódicos indexados pela plataforma *Scopus* mais escolhidos para publicação do tema foram *International Journal of Food Microbiology*, *Foodborne Pathogens and Disease* and *Journal of Food Protection*. Tais revistas apresentam classificação Qualis A2, B1 e B1, respectivamente, para a área de Ciência de Alimentos. Demais sete principais periódicos podem ser visualizados no gráfico 5.

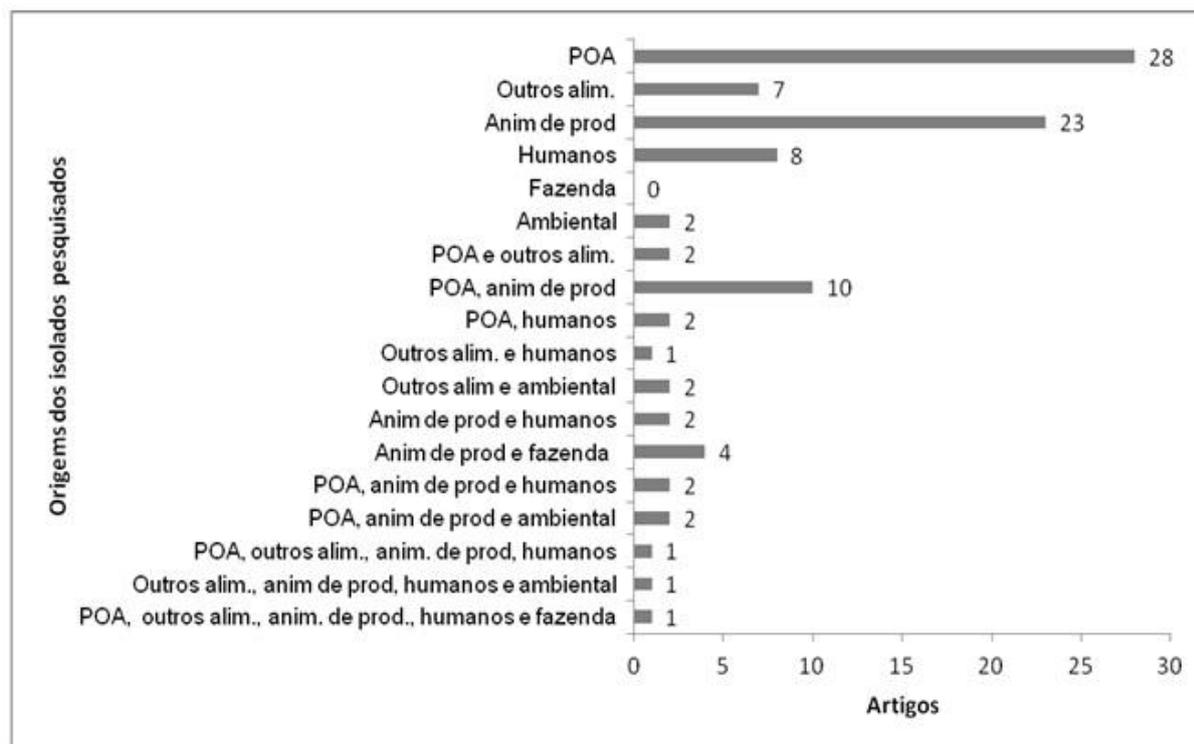
**Gráfico 5.** Distribuição dos artigos publicados entre 2005 e 2015 na plataforma *Scopus* constando as palavras-chave ESB, *E. coli* e *food* entre os dez principais periódicos.



Fonte: Autoria própria

Dentre os 124 resultados da pesquisa por ESB, *E. coli* e *food* na plataforma *Scopus*, 11 foram considerados fora do escopo, por não abordarem sobre ESB ou alimento ou, ao menos, sobre a cadeia produtiva dos alimentos de origem animal. Outros 15 se tratavam de revisões e não de artigos originais. Os 98 restantes, como pode ser verificado no gráfico 6, exploraram os seguintes tipos de amostra e suas combinações: produtos de origem animal (incluindo *swabs* de carcaça); outros tipos de alimentos; animais de produção (fezes, órgãos ou *swabs*); humanos (secreções, fezes ou outras excreções), fazenda (ambiente ou trabalhadores) e ambiental (água, esgoto ou ambiente de frigorífico).

**Gráfico 6.** Distribuição dos 98 artigos cujo tema abordado corresponde à pesquisa de ESBL, *E. coli* e *food* na plataforma *Scopus*, por origem dos isolados estudados. POA: produtos de origem animal; Outros alim.: outros alimentos; anim de prod: animais de produção.

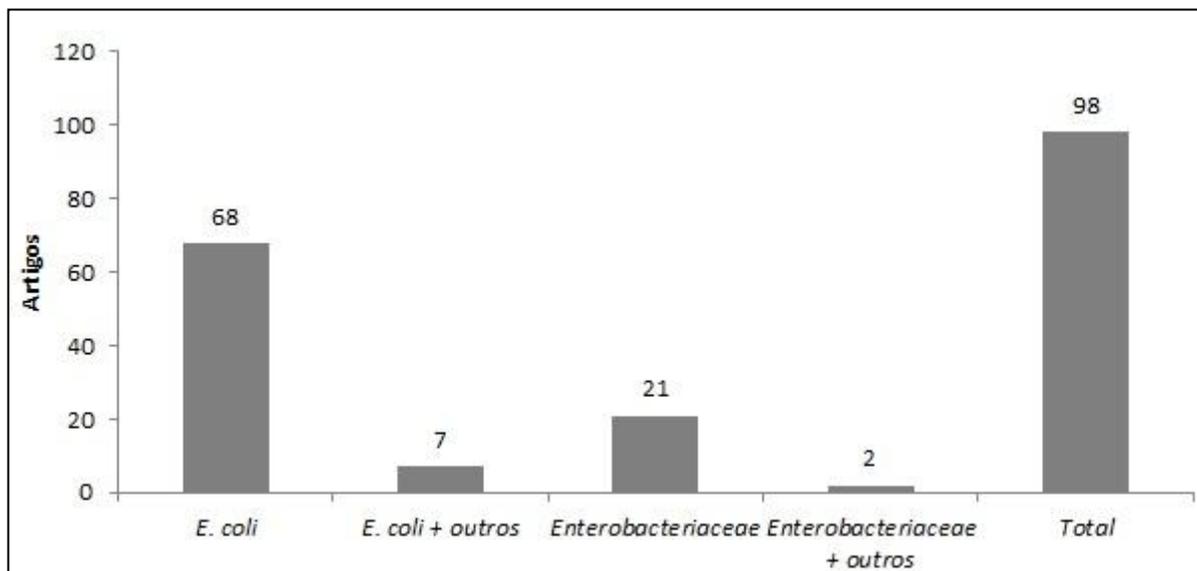


Fonte: Autoria própria

O gráfico apresenta que os tipos de amostra mais estudados têm sido produtos de origem animal e animais de produção. Porém, em sua maioria, os artigos costumam analisar apenas um tipo de produto ou uma única espécie animal, deixando espaço para um estudo comparativo da presença de *E. coli* produtora de ESBL entre diferentes produtos e/ou diferentes espécies, o que já foi feito em alguns países (BLANC et al., 2006; MACHADO et al., 2008; HORTON et al., 2011; GESER; STEPHAN; HÄCHLER, 2012; SALLEM et al., 2012; BARDON et al., 2013; TAMANG et al., 2013; PATTERNEL et al., 2014; RAO et al., 2014; RASHEED et al., 2014).

Outra informação a se extrair dos 98 artigos considerados dentro do escopo é que nem todos analisaram apenas *E. coli*, apesar da tentativa de restrição (Gráfico 7). Outros micro-organismos, como *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus* e *Acinetobacter* também foram estudados (HALSTED; ABID; DOWZICKY, 2007; HIROI et al., 2012; SEIFFERT et al., 2013; SORAAS et al., 2013; EGERVARN et al., 2014; PATTERNEL et al., 2014; BENINATI et al., 2015; CLEMENTE et al., 2015).

**Gráfico 7.** Distribuição por micro-organismos dos 98 artigos cujo tema abordado corresponde à pesquisa de ESBL, *E. coli* e *food* na plataforma *Scopus*.



Fonte: Autoria própria

Observou-se entre os resultados, ainda, que somente 8% (8/98) dos artigos não utilizou nenhuma técnica de biologia molecular, revelando que tais técnicas representam o presente e o futuro das pesquisas com micro-organismos resistentes no Brasil e no mundo.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos revelam que os estudos sobre o possível papel da cadeia alimentar na disseminação de *E. coli* produtora de ESBL vem aumentando desde 2010 e têm se concentrado principalmente na Europa e China. Observou-se, ainda, que as principais matrizes de estudo foram os alimentos de origem animal e os animais de produção, e que as técnicas de biologia molecular foram intensamente utilizadas nas pesquisas.

A alimentação é uma das formas mais fáceis de disseminação de micro-organismos e de genes de resistência, devido à comercialização globalizada. Por isso, analisar as possíveis diferenças entre as espécies quanto à capacidade de produção de ESBL pode subsidiar a avaliação dos atuais métodos de produção animal, permitindo modificá-los ou adaptá-los com enfoque no uso mais racional dos antibióticos pelos profissionais da área, bem como a administração cautelosa desses medicamentos nos seres humanos, a fim de evitar pressão seletiva nos micro-organismos.

## PERSPECTIVAS

A quantidade de estudos, no mundo, sobre o papel dos alimentos na transmissão de micro-organismos produtores de ESBL tem aumentado na última década, comprovando a importância do tema. No Brasil, no entanto, ainda pouco se sabe a respeito desse assunto, sendo necessário intensificar a aplicação de técnicas de biologia molecular nos experimentos, a fim de aumentar as publicações de artigos brasileiros em periódicos de grande circulação e importância científica,

favorecendo sua visibilidade internacional. Identificar a prevalência dos micro-organismos resistentes e seus genes é pré-requisito fundamental para subsidiar uma atualização de políticas públicas concernentes ao controle de resíduos e contaminantes em alimentos de origem animal e para colaborar com a promoção da qualidade do sistema de produção animal no Brasil.

## REFERÊNCIAS

ABREU, A. G.; GONÇALVES, A. G. Resistência bacteriana e a produção de beta-lactamases de espectro ampliado (ESBLs). **Revista de Ciências da Saúde**, v. 12, n. 1, p. 57-66, 2010.

ARIAS, M. V. B.; CARRILHO, C. Antimicrobial resistance in animals and in human being. There is reason for concern? **Semina-Ciencias Agrarias**, v. 33, n. 2, p. 775-790, 2012.

BAGHERI, M.; GHANBARPOUR, R.; ALIZADE, H. Shiga toxin and Beta-lactamases genes in *Escherichia coli* phylotypes isolated from carcasses of broiler chickens slaughtered in Iran. **International Journal of Food Microbiology**, v. 177, p. 16-20, 2014. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.003>

BARDON, J. Prevalence and characteristics of *Escherichia coli* strains producing extended-spectrum  $\beta$ -lactamases in slaughtered animals in the Czech Republic. **Journal of Food Protection**, v. 76, n. 10, p. 1773-1777, 2013. doi:10.4315/0362-028X.JFP-13-114

BARRETO, N.S.; SANTOS, G. C. F.; CREPALDI, A. L.; SANTOS, R. A. L. Qualidade microbiológica e suscetibilidade antimicrobiana do leite *in natura* comercializado em Cruz das Almas, Bahia. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2315-2326, nov./dez. 2012. doi: 10.5433/1679-0359.2012v33n6p2315

BENINATI, C.; REICH, F.; MUSCOLINO, D.; GIARRATANA, F.; PANEBIANCO, A.; KLEIN, G.; ATANASSOVA, V. ESBL-producing bacteria and MRSA isolated from poultry and turkey products imported from Italy. **Czech Journal of Food Sciences**, v. 33, p. 97-102, 2015. doi: 10.17221/428/2014-CJFS

BLANC, V.; MESA, R.; SACO, M.; LAVILLA, S.; PRATS, G.; MIRÓ, E.; NAVARRO, F.; CORTÉS, P.; LLAGOSTERA, M. ESBL- and plasmidic class C  $\beta$ -lactamase-producing *E. coli* strains isolated from poultry, pig and rabbit farms. **Veterinary Microbiology**, v. 118, n. 3-4, p. 299-304, 2006.

BOTELHO, L.A.B.; KRAYCHETE, G.B.; E SILVA, J.L.C.; REGIS, D.V.V.; PICÃO, R.C., MOREIRA, B.M.; BONELLI, R.R. Widespread distribution of CTX-M and plasmid-mediated AmpC  $\beta$ -lactamases in *Escherichia coli* from Brazilian chicken meat. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 110, n. 2, p. 249-254, 2015.

**BRASIL**. Ministério da Saúde. Doenças Transmitidas por Alimentos. 2015. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2015/outubro/19/Apresenta----o-dados-gerais-DTA-2015.pdf>> Acesso em 05 nov. 2015.

CLEMENTE, L.; MANAGEIRO, V.; JONES-DIAS, D.; CORREIA, I.; THEMUDO, P.; ALBUQUERQUE, T.; GERALDES, M.; MATOS, F.; ALMENDRA, C.; FERREIRA, E.

LEITE, A. B.; GUIMARÃES, A. G. Presença de *Escherichia coli* produtora de beta-lactamase de espectro estendido em alimentos: estudo prospectivo.

CANIÇA, M. Antimicrobial susceptibility and oximino- $\beta$ -lactam resistance mechanisms in *Salmonella enterica* and *Escherichia coli* isolates from diferente animal sources. **Research in Microbiology**, v. 166, n. 7, p. 574-583, 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resmic.2015.05.007>

EGERVÄRN, M.; BÖRJESSON, S.; BYFORS, S.; FINN, M.; KAIPE, C.; ENGLUND, S.; LINDBLAD, M. *Escherichia coli* with extended-spectrum beta-lactamases or transferable AmpC beta-lactamases and *Salmonella* on meat imported into Sweden. **International Journal of Food Microbiology**, v. 171, n. 3, p. 8-14, 2014. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.11.005>

FERREIRA, J.C.; PENHA FILHO, R.A.C.; ANDRADE, L.N.; BERCHIERI JUNIOR, A.; DARINI, A.L.C. IncII/ST113 and IncII/ST114 conjugative plasmids carrying blaCTX-M-8 in *Escherichia coli* isolated from poultry in Brazil. **Diagnostic Microbiology and Infectious Disease**, v. 80, n. 4, p. 304-306, 2014a.

\_\_\_\_\_; PENHA FILHO, R.A.C.; ANDRADE, L.N.; BERCHIERI JUNIOR, A.; DARINI, A.L.C. Detection of chromosomal blaCTX-M-2 in diverse *Escherichia coli* isolates from healthy broiler chickens. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 20, n. 10, p. O623-O626, 2014b.

GESER, N.; STEPHAN, R.; HÄCHLER, H. Occurrence and characteristics of extended-spectrum  $\beta$ -lactamase (ESBL) producing Enterobacteriaceae in food producing animals, minced meat and raw milk. **BMC Veterinary Research**, v. 8, n. 21, 2012.

GONZALES, E.; MELLO, H. H. D. C.; CAFÉ, M. B. Uso de antibióticos promotores de crescimento na alimentação animal. **Revista UFG**, v. Ano XIII, n. 13, p. 06, 2012.

HALSTED, D.C.; ABID, J.; DOWZICKY, M.J. Antimicrobial susceptibility among *Acinetobacter calcoaceticus-baumannii* complex and Enterobacteriaceae collected as part of the tigecycline evaluation and surveillance trial. **Journal of Infection**, v. 55, n. 1, p. 49-57, 2007.

HIROI, M.; YAMAZAKI, F.; HARADA, T.; TAKAHASHI, N.; IIDA, N.; NODA, Y.; YAGI, M.; NISHIO, T.; KANDA, T.; KAWAMORI, F.; SUGIYAMA, k.; MASUDA, T.; HARA-KUDO, Y.; OHASH, N. Prevalence of extended-spectrum  $\beta$ -lactamase-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* in food-producing animals. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 74, n. 2, p. 189-195, 2012. doi: 10.1292/jvms.11-0479

HORTON, R. A.; RANDALL, L. P.; SNARY, E. L.; COCKREM, H.; LOTZ, S.; WEARING, H.; DUNCAN, D.; RABIE, A.; MCLAREN, I.; WATSON, E.; LA RAGIONE, R. M.; COLDHAM, N. G. Fecal carriage and shedding density of CTX-M extended-spectrum  $\beta$ -lactamase-producing *Escherichia coli* in cattle, chickens, and pigs: implications for environmental contamination and food production. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 77, n. 11, p. 3715-3719, 2011.

KOGA V.L.; RODRIGUES G.R.; SCANDORIEIRO S.; VESPERO E.C.; OBA A.; DE BRITO B.G.; DE BRITO K.C.T.; NAKAZATO G.; KOBAYASHI R.K.T. Evaluation of the antibiotic resistance and virulence of *Escherichia coli* strains isolated from chicken carcasses in 2007 and 2013 from Paraná, Brazil. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 12, n. 6, p. 479-485, 2015. doi: 10.1089/fpd.2014.1888

LEVERSTEIN-VAN HALL, M. A. et al. Dutch patients, retail chicken meat and poultry share the same ESBL genes, plasmids and strains. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 17, n. 6, p. 873-880, Jun 2011. Doi: 10.1111/j.1469-0691.2011.03497.x

LEITE, A. B.; GUIMARÃES, A. G. Presença de *Escherichia coli* produtora de beta-lactamase de espectro estendido em alimentos: estudo prospectivo.

MACHADO, E.; COQUE, T. M.; CANTÓN, R.; SOUSA, J. C.; PEIXE, L. Antibiotic resistance integrons and extended-spectrum  $\beta$ -lactamases among Enterobacteriaceae isolates recovered from chickens and swine in Portugal. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 62, n. 2, p. 296-302, 2008.

MELLMANN, A.; BIELASZEWSKA, M.; KARCH, H. Intrahost genome alterations in enterohemorrhagic *Escherichia coli*. **Gastroenterology**, v. 136, n. 6, p. 1925-1938, May 2009. doi:10.1053/j.gastro.2008.12.072

NEWELL, D.G.; KOOPMANS, M.; VERHOEF, L.; DUIZER, E.; AIDARA-KANE, A.; SPRONG, H.; OPSTEEGH, M.; LANGELAAR, M.; THREFALL, J.; SCHEUTZ, F.; VAN DER GIESSEN, J.; KRUSE, H. Food-borne diseases - The challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. **International Journal of Food Microbiology**, v. 139, p. S3-S15, 2010. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2010.01.021

OMC. 2015. Organização Mundial do Comércio. Trade Profiles 2015. Disponível em: <[https://www.wto.org/english/res\\_e/booksp\\_e/trade\\_profiles15\\_e.pdf](https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/trade_profiles15_e.pdf)> Acesso em 02 fev. 2016.

OMS. 2012. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. The evolving threat of antimicrobial resistance: options for action. Disponível em: <[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44812/1/9789241503181\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44812/1/9789241503181_eng.pdf)> Acesso em: 22 jan. 2016.

\_\_\_\_\_. 2011. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. FactSheet nº 125. 2011. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs125/en/>> Acesso em 03 jan. 2014

\_\_\_\_\_. 2001. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. WHO Global strategy for containment of antimicrobial resistance. Disponível em: <[http://www.who.int/drugresistance/WHO\\_Global\\_Strategy\\_English.pdf](http://www.who.int/drugresistance/WHO_Global_Strategy_English.pdf)> Acesso em 22 jan. 2016

PETTERNEL, C.; GALLER, H.; ZARFEL, G.; LUXNER, J.; HAAS, D.; GRISOLD, A. J.; REINTHALER, F. F.; FEIERL, G. Isolation and characterization of multidrug-resistant bacteria from minced meat in Austria. **Food Microbiology**, v. 44, n. p.41-46, 2014. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2014.04.013>

RAO, L.; LV, L.; ZENG, Z.; CHEN, S.; HE, D.; CHEN, X.; WU, C.; WANG, Y.; YANG, T.; WU, P.; LIU, Y.; LIU, J. Increasing prevalence of extended-spectrum cephalosporin-resistant *Escherichia coli* in food animals and the diversity of CTX-M genotypes during 2003–2012. **Veterinary Microbiology**, v. 172, n. 3-4, p. 534-541, 2014.

RASHEED, H. U.; THAJUDDIN, N.; AHAMED, P.; TEKLEMARIAM, Z.; JAMIL, K. Antimicrobial drug resistance in strains of *Escherichia coli* isolated from food sources. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 56, n. 4, 2014. doi: 10.1590/S0036-46652014000400012

SALLEM, R. B.; SLAMA, K. B.; SÁENZ, Y.; ROJO-BEZARES, B.; ESTEPA, V.; JOUINI, A.; GHARSA, H.; KLIBI, N.; BOUDABOUS, A.; TORRES, C. Prevalence and characterization of extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)- and CMY-2-producing *Escherichia coli* isolates from

LEITE, A. B.; GUIMARÃES, A. G. Presença de *Escherichia coli* produtora de beta-lactamase de espectro estendido em alimentos: estudo prospectivo.

healthy food-producing animals in Tunisia. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 9, n. 12, p. 1137-1142, 2012..

SEIFFERT, S. N.; HILTY, M.; PERRETEN, V.; ENDIMIANI, A. Extended-spectrum cephalosporin-resistant gram-negative organisms in livestock: An emerging problem for human health? **Drug Resistance Update**, v. 16, n 1-2, p. 22-45, fev-abr 2013.

SORAAS, A.; SUNDSFJORD, A.; SANDVEN, I.; BRUNBORG, C.; JENUM, P.A. Risk factors for community-acquired urinary tract infections caused by ESBL- producing Enterobacteriaceae – A case-control study in a low prevalence country. **Plos One**, v. 8, n.7, p. e69581, 2013.

TAMANG, M. D.; NAM, H.; KIM, S.; CHAE, M. H.; JANG, G.; JUNG, S.;LIM, S. Prevalence and molecular characterization of CTX-M  $\beta$ -lactamase-producing *Escherichia coli* isolated from healthy swine and cattle. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 10, n. 1, p. 13-20, 2013.

TAVERNISE, S. Cientista quer saber se consumo de carne contribui para resistência a antibióticos. **The New York Times**, Nova York, 03 ago. 2013. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/redacao/2013/08/03/cientista-quer-saber-se-consumo-de-carne-contribui-para-resistencia-a-antibioticos.htm>> Acesso em: 02 fev. 2016.

VELDMAN, K.; KANT, A.; DIERIKX, C.; VAN ESSEN-ZANDBERGEN, A.; WIT, B.; MEVIUS, D. Enterobacteriaceae resistant to third-generation cephalosporins and quinolones in fresh culinary herbs imported from Southeast Asia. **International Journal of Food Microbiology**, v. 177, p. 72-77, 2014.

VOETS, G. M.; FLUIT, A.C.; SCHARRINGA, J.; SCHAPENDONK, C.; VAN DEN MUNCKHOF, T.; LEVERSTEIN-VAN HALL, M.; STUART, J. C. Identical plasmid AmpC beta-lactamase genes and plasmid types in *E. coli* isolates from patients and poultry meat in the Netherlands. **International Journal of Food Microbiology**, v. 167, n. 3, p. 359-362, 2013.