

Avaliação do perfil de resistência antimicrobiana de *Escherichia coli* isolada de aves comerciais

Antimicrobianos, ave comercial, *Escherichia coli*, frango, teste de suscetibilidade.

Ana Lúcia Sicchiroli Paschoal Cardoso*¹
Ana Maria Iba Kanashiro¹
Greice F. Zanatta Stoppa¹
Antonio Guilherme M. de Castro¹
Renato Luis Luciano¹
Eliana N. Castiglioni Tessari¹

¹ Instituto Biológico, Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio Avícola (CAPTAA), Rua Bezerra Paes 2278, CEP 13690-000, Descalvado, SP, Brasil. E-mail*: alsocardoso@biologico.sp.gov.br

RESUMO

No setor avícola, um dos objetivos do uso de antimicrobianos é a redução das perdas devido a infecções causadas por *Escherichia coli* e outras bactérias nas aves. Os sorotipos de *E. coli* associados a doenças nas aves não afetam o homem, porém o problema está no fato desta bactéria poder tornar-se resistente a antimicrobianos utilizados na terapêutica de algumas doenças. O objetivo deste trabalho foi avaliar o perfil de resistência antimicrobiana de cepas de *E. coli* isoladas de aves comerciais com quadros de colibacilose. Foram isoladas 60 cepas de *E. coli*, que foram submetidas a teste de suscetibilidade a 12 antimicrobianos utilizados na prática veterinária. Os testes utilizados demonstraram que todos isolados de *E. Coli* foram resistentes a 3 ou mais antimicrobianos. O perfil de multirresistência foi observado em 100% dos isolados de *E.coli*. O valor do índice de múltipla resistência aos antimicrobianos (MAR) variou entre 0,25 a 1,0. Monitorar a resistência aos antimicrobianos em bactérias isoladas de animais torna-se um fator determinante para eleição e êxito do tratamento.

Palavras-chave: antimicrobianos, ave comercial, *Escherichia coli*, frango, teste de suscetibilidade.



Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 12, Nº 05, set/out de 2015
ISSN: 1983-9006
www.nutritime.com.br

A Revista Eletrônica Nutritime é uma publicação bimensal da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos e também resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>.

FACTORS AFFECTING THE QUALITY OF EGGS LAYING HENS COMMERCIAL

ABSTRACT

In the field of poultry science, antimicrobials have been used in the reduction of economic losses caused by *Escherichia coli*, as well as other bacteria. *E. coli* serotypes associated to poultry diseases do not infect humans, but might become resistant to antimicrobials used in diseases therapy. The aim of the present work was to evaluate the antimicrobial resistance profile of *E. coli* strains isolated from commercial poultry with colibacillosis. Sixty strains of *E. coli* were analyzed and submitted to the antimicrobial susceptibility test to the 12 drugs. The tests used showed that all *E. coli* isolates were resistant to 3 or more antimicrobials. Multidrug resistance profile was observed in 100% of the isolates of *E. coli*. The multiple antibiotic resistance (MAR) index varied between 0.25 to 1.0. Monitoring the resistance to antibiotics for bacteria isolated from animals becomes one determining factor for election and successful treatment.

Keywords: antimicrobial, poultry, *Escherichia coli*, broiler, susceptibility test.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a avicultura brasileira tem apresentado altos índices de crescimento. Assim, a liderança brasileira nas exportações da carne de frango, que absorvem cerca de 30% da produção nacional, deverá continuar. Fatores como qualidade, sanidade e preço contribuíram para aperfeiçoar a produtividade no setor (MA, 2014).

Para atender toda a demanda, produtores buscam alternativas para aumentar a produtividade avícola, como a utilização de antimicrobianos para prevenir e tratar doenças causadas por bactérias (APTA & NIGERIA, 2012). Este fato somado ao desenvolvimento das explorações avícolas, a ocorrência das doenças bacterianas e conseqüentemente, o uso excessivo de antimicrobianos aumentaram no decorrer dos anos (APTA & NIGERIA, 2012; TALEBIYAN et al., 2014).

Atualmente, *Escherichia coli* tem sido amplamente estudada, devido aos seus diferentes mecanismos de virulência, e por estar relacionada com diversas doenças no homem e nos animais (NAKAZATO et al., 2009). A *E. coli* patogênica para ave (APEC) é considerada o patógeno de maior importância na avicultura industrial em todo o mundo, podendo ser responsável por diferentes quadros infecciosos, atuando como agente primário ou secundário. A bactéria pode afetar praticamente todos os órgãos das aves, causando infecções intestinais e extraintestinais, conhecidas por colibacilose (BARNES et al., 2003). Para as aves apenas estirpes patogênicas, podem causar a colibacilose, ou seja, aquelas que apresentam os fatores de virulência associados às amostras de origem aviária (FERREIRA & KNÖBL, 2009).

A colibacilose era tratada como um problema secundário a outro fator, sanitário ou ambiental. Entretanto, amostras de *E. coli* patogênicas cada vez mais agressivas e mais resistentes aos antibióticos comumente usados também têm sido incriminadas como causadoras de problemas primários, levando as empresas a adotarem medidas estratégicas específicas para o seu controle (ENCARTE ESPECIAL, 2014).

Os antimicrobianos são medicamentos fundamentais para o tratamento de infecções bacterianas em seres humanos e em animais. Na avicultura, um dos obje-

vos do uso dos antimicrobianos é a redução das perdas econômicas. O seu uso na prevenção de infecção é uma medida muito utilizada para minimizar os danos causados por infecções bacterianas e para reduzir a incidência de mortalidade associada com as doenças aviárias. No entanto, a utilização incorreta de antimicrobiano, o seu uso na alimentação animal com objetivos terapêuticos e profiláticos são os principais responsáveis pela presença da resistência aos antibióticos por bactérias patogênicas para o animal (SILVA, 2008).

O grande número de cepas de *E. coli* resistentes aos medicamentos mais utilizados na avicultura e o fato de alguns genes de resistência serem transmitidos para outras bactérias via plasmídeos, aumentam a necessidade de conhecermos o perfil de resistência das amostras, através de antibiogramas (ENCARTE ESPECIAL, 2014). Assim, o objetivo deste estudo foi determinar a susceptibilidade antimicrobiana de *E. coli* em aves comerciais com suspeita de colibacilose, provenientes dos Estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul e Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

No período de abril a dezembro de 2014 foram enviadas ao Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio Avícola-Instituto Biológico, Descalvado, SP, aves comerciais (frangos de corte, reprodutoras de postura e pintinhos) provenientes dos Estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul e Bahia. As aves foram necropsiadas e colheu-se material dos órgãos (fígado, coração, ovidutos e sacos aéreos) com lesões macroscópicas sugestivas de colibacilose. Para o isolamento de *E. coli*, os suabes e fragmentos de órgãos foram inoculados em caldo BHI (Brain Heart Infusion) e incubados a 36°C ±1 por 24 hs. Após incubação, o material foi inoculado em placas contendo ágar sangue e ágar Mac Conkey e incubados a 36°C ±1 por 24hs e colônias com características típicas de *E. coli* foram confirmadas através de série bioquímica. Para a metodologia bacteriológica seguiu-se as recomendações descritas por Barnes et al. (2003).

Os isolados de *E. coli* foram submetidos ao teste de suscetibilidade a 12 antimicrobianos: amoxicilina (10mcg), canamicina (30 mcg), cefalexina (30 mcg), ceftiofur (30 mcg), doxiclina (30 mcg), enrofloxacina (5 mcg), estreptomina (10 mcg), fosfomicina (200

mcg), gentamicina (10 mcg), norfloxacin (10 mcg), sulfazotrim (25 mcg), tetraciclina (30 mcg). A metodologia utilizada seguiu o método de difusão em placa descrito pelo Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2013).

O índice de múltipla resistência aos antimicrobianos (MAR) foi calculado conforme metodologia descrita por Krumperman (1983), sendo este índice determinado pela relação entre o número de antimicrobianos que a amostra é resistente e o número total de antimicrobianos testados. Índice MAR acima de 0,2 caracteriza multirresistência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram isoladas 60 cepas de *E. coli*, as quais foram submetidas ao teste de suscetibilidade a antimicrobianos. Os resultados dos antibiogramas estão demonstrados na Tabela 1.

Notou-se resistência contra todas as drogas testadas: amoxicilina 96,7% (58), estreptomicina 90% (54), enrofloxacin 88,3% (53), tetraciclina 71,7% (43), canamicina 70% (42), doxiciclina 66,7% (40), ceftiofur 61,7% (37), cefalexina 60% (36), sulfametoxazol/trimetoprim 58,3% (35), fosfomicina, gentamicina e norfloxacin 48,3% (29).

A terapia antimicrobiana é uma das principais medidas de controle para reduzir a morbidade e mortalidade causada por infecções por *E. coli*. Uma vez que

o uso indiscriminado de antimicrobianos na produção de frangos resulta no desenvolvimento de populações bacterianas resistentes a tratamentos, estes precisam ser utilizados de forma prudente, a fim de preservar o seu uso terapêutico em animais e seres humanos (GYLES, 2008).

A presença de alta resistência a diferentes antimicrobianos em linhagens de *E. coli* patogênica para aves, tem preocupado os vários segmentos da avicultura mundial (AMARA et al., 1995; GUNNER et al., 2004; OBENG et al., 2012).

Neste estudo, foi possível verificar que as amostras de *E. coli* isoladas de aves comerciais apresentaram elevadas percentagens de resistência aos antimicrobianos, corroborando o já observado por outros autores (CARDOSO et al., 2002; ZANATTA et al., 2004; YANG et al., 2004; GONÇALVES et al., 2012; CARDOSO et al., 2014). Esta alta resistência ocorre, principalmente, pelo uso indiscriminado e prolongado, concentrações subterapêuticas e terapias inadequadas de antimicrobianos e devido à seleção pelo antimicrobiano, de linhagens resistentes, com posterior transferência horizontal mediada pela presença de plasmídios conjugativos, individuais, ou integrados ao cromossomo, nas mesmas (FERREIRA & KNÖBL, 2000; GUNNER et al., 2004).

A tetraciclina e a estreptomicina tem sido utilizadas a várias décadas e a resistência a estes antimicrobia-

TABELA 1. Número absoluto e percentual de suscetibilidade das 60 cepas de *E. coli*, isoladas de aves comerciais (frangos de corte, reprodutoras de postura e pintinhos), aos 12 antimicrobianos testados.

Antimicrobianos	Sensível Nº (%)	Intermediário Nº (%)	Resistente Nº (%)
Amoxicilina	2 (3,3%)	-	58 (96,7%)
Canamicina	17 (28,3%)	1 (1,7%)	42 (70%)
Cefalexina	23 (38,3%)	1 (1,7%)	36 (60%)
Ceftiofur	23 (38,3%)	-	37 (61,7%)
Doxiciclina	20 (33,3%)	-	40 (66,7%)
Enrofloxacin	7 (11,7%)	-	53 (88,3%)
Estreptomicina	5 (8,3%)	1 (1,7%)	54 (90%)
Fosfomicina	30 (50%)	1 (1,7%)	29 (48,3%)
Gentamicina	30 (50%)	1 (1,7%)	29 (48,3%)
Norfloxacin	30 (50%)	1 (1,7%)	29 (48,3%)
Sulfametoxazol/trimetoprim	24 (40%)	1 (1,7%)	35 (58,3%)
Tetraciclina	16 (26,6%)	1 (1,7%)	43 (71,7%)

nos aumentou para mais de 80% (BASS et al., 1999; KANG et al., 2005; ZHAO et al., 2005; KIM et al., 2007). Kim et al. (2007) salientam que estes antimicrobianos são frequentemente utilizados na indústria avícola na Coréia, principalmente como um aditivo na indústria avícola.

Gonçalves & Andreatti Filho (2010) isolaram 27 amostras de *E. coli* oriundas de aves com suspeita de colibacilose e encontraram baixa taxa de resistência na maioria dos antimicrobianos testados, exceto a sulfanamida (66,7%), tetraciclina (48%) e neomicina (40,7%). Todas as amostras mostraram-se sensíveis a norfloxacin e gentamicina, ao contrário do observado no presente estudo e por Blanco et al. (1997), Van Den Bogaard et al. (2001), Cardoso et al. (2002), Zanatta et al. (2004) e Cardoso et al. (2014) que relataram maior índice de resistência a estes antibióticos.

Neste estudo foi observado cepas resistentes à tetraciclina e à sulfametoxazol/trimetoprim. O uso destes antimicrobianos é vetado pela legislação brasileira como aditivos alimentares, promotores de crescimento ou como conservantes de alimentos para animais (BRASIL, 1998) e a resistência pode ser explicada pelo uso abusivo desses antimicrobianos antes de 1998 ou pelo seu uso indevido.

Segundo Gonçalves & Andreatti Filho (2010), a tetraciclina é muito utilizada por ser de baixo custo e fácil obtenção, o que explica o número de amostras com resistência, resultados que se assemelham àquelas encontrados em estudos mais antigos (VERMA, 1979; SATO et al., 1980; KUMAR et al., 1981; VIDOTTO et al., 1984).

Corroborando com o resultado do presente trabalho, Kim et al. (2007) detectaram alta resistência a enrofloxacin (71,3%). Conforme Mohamed et al. (2014) a elevada taxa de resistência a enrofloxacin em amostras de *E. coli* isoladas de frango de corte, provavelmente é devido ao uso excessivo deste antibiótico em fins terapêuticos e de prevenção. As fluoroquinolonas são extremamente importantes para o tratamento de infecções graves por *E. coli* em humanos, e uma supervisão contínua é necessária para detectar fenótipos resistentes as fluoroquinolonas emergentes (VAN DER WESTHUIZEN & BRAGG, 2012).

Gonçalves et al. (2012) avaliaram o perfil de resistência antimicrobiana de *E. coli* patogênicas isoladas de frangos de corte. Detectaram o gene *iss* em 12 amostras, as quais foram submetidas ao teste de suscetibilidade e apresentaram resistência a 14 dos 20 antimicrobianos testados. Todas as amostras foram sensíveis a amicacina e ao aztreonam e resistentes a ampicilina, clindamicina, eritromicina, penicilina, tetraciclina, vancomicina e teicoplanina. Os autores afirmam que as cepas de *E. coli* resistentes aos antimicrobianos de uso no tratamento de enfermidades em frangos de corte, representa um risco na seleção de cepas patogênicas para as aves e na resistência cruzada com patógenos entéricos dos seres humanos.

Barros et al. (2012) isolaram 35 amostras de *E. coli* de frangos de corte e de poedeira comercial, e evidenciaram alta percentagem de resistência à amoxicilina e enrofloxacin, o que está de acordo com os resultados deste estudo.

Wu et al. (2014) analisaram carcaças de frango no varejo na China, das quais 69,1% apresentaram contaminação por *E. coli*. As cepas de *E. coli* manifestaram maiores resistências a tetraciclina (84,4%), ácido nalidixico (74,1%), ampicilina (71,1%), sulfametoxazol-trimetoprim (70,1%) e menores resistências a canamicina (42,7%) e gentamicina (29,4%).

Mohamed et al. (2014) verificaram que 25 cepas de *E. coli* isoladas de frangos de corte, mostraram elevada taxa de resistência aos antimicrobianos, 100% a amoxicilina e a enrofloxacin, 88% a doxiciclina e estreptomicina e 84% ao sulfametoxazol-trimetoprim seguido por uma considerável resistência aos demais agentes examinados, assim como o observado no presente trabalho. Estes autores compararam seus resultados com pesquisas de outros autores que estudaram a resistência antimicrobiana de *E. coli* isoladas de frangos de corte que também indicaram cepas resistentes na China (YANG et al., 2004), Estados Unidos (JOHNSON et al., 2005), a Coreia (KIM et al., 2007), United Kingdom (RANDALL et al., 2011) e Austrália (OBENG et al., 2012).

Talebiyan et al. (2014) isolaram 318 amostras de *E. coli* patogênica para ave em frangos de corte e observaram que a resistência aos antibióticos testa-

dos (sulfametoxazol-trimetoprim-39,62%, enrofloxacina-37,74%, doxiciclina-16,98% e gentamicina-5,66%) foi menor quando comparado com os resultados do presente estudo.

O índice de MAR foi determinado entre as cepas de *E. coli* identificadas, como pode ser observado na Tabela 2. Dentre as 60 amostras de *E. coli* testadas, todas apresentaram índice MAR acima de 0,2 o que caracteriza múltipla resistência.

O índice MAR serve como uma informação adicional do potencial patogênico das amostras (KRUMPERMAN, 1983). No presente estudo observou-se que os resultados obtidos com base nesse índice demonstraram que houve variação entre 0,25 até 1,0 nos isolados de *E. coli* obtidos de aves comerciais, e o perfil de multiresistência dos isolados de *E. coli* foi observado em 100%. De acordo com a literatura, tem havido um crescente aumento na multiresistência de *E. coli* isoladas de vários ecossistemas (VIEIRA et al., 2010).

Adeleke & Omafuvbe (2011) mencionam que índices MAR superiores a 0,2 são de antimicrobianos que são utilizados frequentemente, considerados de alto risco, e valores destes índices menores ou igual a 0,2 são de antimicrobianos que são raramente utilizados.

Conforme Mohamed et al. (2014), os altos níveis de resistência aos antimicrobianos em cepas de *E. coli*, incluindo resistência a antimicrobianos clinicamente

valiosos, sugerem que a *E. coli* de aves, pode desempenhar um papel importante como um reservatório para genes de resistência e ser uma das principais fontes para a transferência de resistência a outros importantes patógenos humanos que enfatizam a necessidade de uma vigilância mais rigorosa e melhores práticas avícolas, incluindo a regulamentação rigorosa do uso de antimicrobianos, o que pode reduzir o transporte de bactérias resistentes a antimicrobianos em alimentos.

O monitoramento constante do perfil de resistência bacteriana é essencial, pois este varia com o tempo e difere entre as regiões geográficas. Isto é comprovado quando comparamos os resultados do presente trabalho com dados de Cardoso et al. (2014). Observamos que as percentagens de resistência modificaram-se de um ano para outro. Portanto, a realização de testes para identificação bacteriana e sua sensibilidade para auxiliar na seleção apropriada do agente antimicrobiano se mostrou essencial devido a altas taxas de resistência bacteriana verificadas nesta pesquisa. Esses exames não devem ser negligenciados, pois favorecem a escolha prudente da antibioticoterapia adotada.

Assim, conhecer o perfil de resistência das amostras de *E. coli* aviárias reduziria os gastos com medicações ineficientes ou dosagens elevadas de determinadas substâncias antimicrobianas (Encarte especial, 2014).

CONCLUSÃO

Amostras de *E. coli* resistentes a antimicrobianos utilizados na avicultura estão presentes nos Estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso do Sul e Bahia em aves comerciais (frangos de corte, reprodutoras de postura e pintinhos). Desta maneira, monitorar a resistência de bactérias isoladas de animais a diferentes grupos de antibióticos torna-se um fator determinante para eleição e êxito do tratamento. Com os resultados deste estudo concluiu-se que a amoxicilina, estreptomicina e enrofloxacina foram os antibióticos que apresentaram maior índice de resistência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADELEKE, E.O.; OMAFUVBE, B.O. Antibiotic resistance of aerobic mesophilic bacteria isolated from

TABELA 2. Índices de múltipla resistência a antimicrobianos (MAR) encontrados nos 60 isolados de *E. coli* de aves comerciais.

Índice MAR	Isolados de <i>E. coli</i>
0,25	2
0,33	2
0,42	4
0,50	3
0,58	11
0,67	10
0,75	12
0,83	7
0,91	6
1,0	3
Total	60

- poultry faeces. **Research Journal of Microbiology**, v.6, n.4, p.356-365, 2011.
- AMARA, A.; ZIANI, Z.; BOUZOUBAA, K. Antibioresistance of *Escherichia coli* isolated in Morocco from chickens with colibacillosis. **Veterinary Microbiology**, v.43, p.325-330, 1995.
- APTA, D.F.; NIGERIA, I. The Emergence of antibiotics resistance and utilization of probiotics for poultry production. **Science Journal of Microbiology**, 2ed., v.2012, p.8-13, 2012.
- BARNES, H.J.; VAILLANCOURT, J.P.; GROSS, W.B. Colibacillosis. In: SAIF, Y.M. (Ed.) **Diseases of Poultry**, 11ed. Ames: Iowa State Press, 2003. p.631-645.
- BARROS, M.R.; SILVEIRA, W.D.; ARAÚJO, J.M. et al. Resistência antimicrobiana e perfil plasmidial de *Escherichia coli* isolada de frangos de corte e poedeiras comerciais no Estado de Pernambuco. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, n.5, 2012.
- BASS, L.; LIEBERT, C.A.; LEE, M.D.; SUMMERS, A.O.; WHITE, D.G.; THAYER, S.G.; MAURER, J.J. Incidence and characterization of integrons, genetic elements mediating multiple-drug resistance, in avian *Escherichia coli*. **Antimicrobial Agents Chemotherapy**, v.43, p.2925-2929, 1999.
- BLANCO, J.E., BLANCO, M., MORA, A. et al. Prevalence of bacterial resistance to quinolones and other antimicrobials among avian *Escherichia coli* strains isolated from septicemic and healthy chickens in Spain. **Journal of Clinical Microbiology**, v.35 n.8, p.2184-2185, 1997.
- BRASIL. Portaria nº 193 de 12 de maio de 1998. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico para licenciamento e a renovação de licença de antimicrobianos de uso veterinário. **Diário Oficial da União** 1998, 13 maio.
- CARDOSO, A.L.S.P.; KANASHIRO, A.M.I., STOPPA, G.F.Z. et al. Resistência antimicrobiana de *Escherichia coli* isolada de aves comerciais nos Estados de São Paulo e de Goiás, Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, artigo 251, v.11, n.3, p.3465-3471, maio-junho 2014.
- CARDOSO, A.L.S.P.; TESSARI, E.N.C.; CASTRO, A. G.M. et al. Avaliação da susceptibilidade a antimicrobianos de cepas de *Escherichia coli* de origem aviária. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.69, n.2, p.1-5, 2002.
- CLSI. Clinical and Laboratory Standards Institute. **Publication M100-S23** Suggested Grouping of US-FDA Approved Antimicrobial Agents That Should Be Considered for Routine Testing and Reporting on Nonfastidious Organisms by Clinical Laboratories, v.33, n.1, 2013.
- ENCARTE ESPECIAL - Colibacilose: um desafio presente do norte ao sul do Brasil. **Revista Avisite**, n.81, p.8-10, abril 2014.
- FERREIRA, A.J.P.; KNÖBL, T. Colibacilose aviária. In: BERCHIERI JÚNIOR, A.; MACARI, M. (Eds.) **Doenças das Aves**. Campinas: FACTA, 2000. p.197-205.
- FERREIRA, A.J.P.; KNÖBL, T. Colibacilose aviária. In: BERCHIERI JUNIOR, A.; SILVA, E.N.; DI FABIO, J. et al. (Ed.) **Doenças das Aves**. 2.ed. Campinas: FACTA, 2009. p.457-471.
- GONÇALVES, G.A.M.; ANDREATTI FILHO, R.L. Susceptibilidade antimicrobiana de amostras de *Escherichia coli* isoladas de frango industrial (*Gallus Gallus Domesticus* Linnaeus, 1758) com colibacilose. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.4, p.715-718, 2010.
- GOLÇALVES, P.M.R.; PEREIRA, V.L.A.; SILVA, R.C.F. et al. Perfil de resistência antimicrobiana de isolados de *Escherichia coli* positiva para gene *iss* em frangos de corte na idade de abate. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p.1288-1294, 2012.
- GUNNER, S.S.; JOHN, W.L.; BENEDETTA, A. The antimicrobial resistance containment and surveillance approach: A public health tool. **WHO Bulletin**, v.82, 2004. 12p.
- GYLES C.L. Antimicrobial resistance in selected bacteria from poultry. **Animal Health Research Reviews**, v.9, n.2, p.149-158, 2008.
- JOHNSON, T.J.; SIEK, K.E.; JOHNSON, S.J. et al. DNA sequence and comparative genomics of pA-PEC-O2-R, an avian pathogenic *Escherichia coli* transmissible R plasmid. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v.49, n.11, p.4681-4688, 2005.
- KANG, H.Y.; JEONG, Y.S.; OH, J.Y. et al. Characterization of antimicrobial resistance and class 1 integrons found in *Escherichia coli* isolates from humans and animals in Korea. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v.55, p.639-644, 2005.
- KIM, T.E.; JEONG, Y.W.; CHO, S.H. et al. Chronological study of antibiotic resistances and their relevant genes in Korean avian pathogenic *Escherichia coli*

- isolates. **Journal of Clinical Microbiology**, v.45, n.10, p.3309-3315, 2007.
- KRUMPERMAN, P.H. Multiple antibiotic resistance indexing of *Escherichia coli* to identify high-risk sources of fecal contamination of foods. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.46, n.1, p.165-170, 1983.
- KUMAR, A.; MISTRA, D.S.; SINGH, L.P. Drug resistant and R-factor-bearing *Escherichia coli* in poultry. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.51, n.9, p.872-876, 1981.
- MA. **Ministério de Agricultura**, 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/aves>. Acesso em: 28/01/2015.
- MOHAMED, M.A.; SHEHATA, M.A.; RAFEEK, E. Virulence genes content and antimicrobial resistance in *Escherichia coli* from broiler chickens. **Veterinary Medicine International**, 2014; 2014:195189. doi: 10.1155/2014/195189. Epub 2014 Nov 24.
- NAKAZATO, G.; CAMPOS, T.A.; STEHLING, E.G. et al. Virulence factors of avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.29, n.7, p.479-486, 2009
- OBENG, A.S.; RICKARD, H.; NDI, O. et al. Antibiotic resistance, phylogenetic grouping and virulence potential of *Escherichia coli* isolated from the faeces of intensively farmed and free range poultry. **Veterinary Microbiology**, v.154, n.3-4, p.305-315, 2012.
- RANDALL, L.P. ; CLOUTING, C.; HORTON, R.A. et al. Prevalence of *Escherichia coli* carrying extended-spectrum β -lactamases (CTX-M and TEM-52) from broiler chickens and turkeys in Great Britain between 2006 and 2009. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v.66, n.1, Article ID dkq396, p.86-95, 2011.
- SATO, A.; TAGAWA, K.; YKE, Y. et al. Drug resistance of *Escherichia coli* strains isolated from chickens. **Japanese Journal of Medical Science & Biology**, n.33, v.3, p.185-188, 1980.
- SILVA, P.L. Utilização consciente de medicamentos. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM AVICULTURA PARA POSTURA COMERCIAL, 5., 2008, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2008. p.139-155.
- TALEBIYAN, R.; KHERADMAND, M.; KHAMESIPOUR, F. et al. Multiple antimicrobial resistance of *Escherichia coli* isolated from chickens in Iran. **Veterinary Medicine International**, 2014; 2014:491418. doi: 10.1155/2014/491418. Epub 2014 Dec 7
- VAN DEN BOGAARD, A.E.; LONDON, N.; DRESSEN, C. et al. Antibiotic resistance of faecal *Escherichia coli* in poultry, poultry farmers and poultry slaughterers. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v.47, p.763-71, 2001.
- VAN DER WESTHUIZEN, W.A.; BRAGG, R.R. Multiplex polymerase chain reaction for screening avian pathogenic *Escherichia coli* for virulence genes. **Avian Pathology**, v.41, n.1, p.33-40, 2012. doi: 10.1080/03079457.2011.631982.
- VERMA, N.D. A note on drug resistance of *E. coli* isolated from chicken source from Manipur state. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.49, n.7, p.588-590, 1979.
- VIDOTTO, M.C.; MULLER, E.E.; GUIMARÃES, I.G. Resistência a drogas em amostras de *Escherichia coli* isoladas de aves em Londrina - PR. **Semina: Ciências Agrárias**, v.5, n.16, p.34-39, 1984.
- VIEIRA, R.H.S.F.; VASCONCELOS, F.R.; REBOUÇAS, R.H. et al. Perfil de resistência antimicrobiana de *Escherichia coli* isoladas do açude Santo Anastácio, Ceará, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.3, p.405-410, 2010.
- WU, Q.; XI, M.; LV, X. et al. Presence and antimicrobial susceptibility of *Escherichia coli* recovered from retail chicken in China. **Journal Food Protection**, n.77, v.10, p.1773-1777, Oct 2014. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-14-080.
- YANG, H., CHEN, S., WHITE, D.G. et al. Characterization of multiple-antimicrobial-resistant *Escherichia coli* isolates from diseased chickens and swine in China. **Journal of Clinical Microbiology**, v.42, n.8, p.3483-3489, 2004.
- ZANATTA, G.F.; KANASHIRO, A.M.I.; CARDOSO, A.L.S.P. et al. Suscetibilidade de amostras de *Escherichia coli* de origem aviária a antimicrobianos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.71, n.3, p.283-286, 2004.
- ZHAO, S.; MAURER, J.J.; HUBERT, S. et al. Antimicrobial susceptibility and molecular characterization of avian pathogenic *Escherichia coli* isolates. **Veterinary Microbiology**, v.107, p.215-224, 2005.