

PERFIL DE RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA DE ISOLADOS BACTERIANOS DE ANIMAIS DESTINADOS AO CONSUMO HUMANO

L. S. JANOTTO¹, F. B. LUCIANO², A. G. EVANGELISTA³

Pontifícia Universidade Católica do Paraná^{1,2,3}

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7445-8901>³

alberto.evangelista@pucpr.edu.br³

Submetido 23/02/2022 - Aceito 18/03/2022

DOI: 10.15628/holos.2021.13728

RESUMO

Devido à crescente demanda por alimentos de origem animal, os esquemas de produção tradicionais se tornaram obsoletos, fazendo com que os produtores buscassem por novas alternativas para aumentar a produtividade. Dentre as alternativas, a aplicação de antibióticos em rações tornou-se popular para melhorias de desempenho animal, porém isso acarretou o surgimento de microrganismos resistentes. Desta forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o perfil de resistência antimicrobiana de 37 patógenos isolados de suínos e frangos destinados ao consumo humano identificados como *Salmonella* e *E. coli* a antibióticos usados na medicina humana através da técnica de disco-difusão; a saber: amicacina 30 µg, amoxicilina-ácido clavulâmico 30 µg, ampicilina 10 µg, azitromicina 15 µg, cefalexina 30 µg, colistina 10 µg, ceftriaxona 30 µg, ciprofloxacina 5 µg, doxiciclina 30 µg, estreptomina 10 µg, gentamicina 10 µg, meropenem 10 µg, norfloxacina 10 µg, penicilina

G 10 UI, trimetoprim-sulfametoxazol 25 µg e vancomicina 30 µg. Alguns antibióticos recorrentemente utilizados para tratar infecções graves demonstraram baixa eficácia contra os isolados analisados; dentre esses antibióticos com pouca eficiência destacou-se a vancomicina e a penicilina G. A vancomicina obteve efeito inibitório em apenas dois isolados, sendo que um deles demonstrou resistência parcial ao antibiótico. A penicilina G apresentou efeito inibitório parcial na maioria dos isolados testados, e 13 isolados exibiram resistência total ao antibiótico. Os resultados demonstraram que a maioria dos isolados bacterianos testados apresentam resistência total ou parcial a quase todos os antibióticos. A partir da análise dos resultados, pôde-se perceber que as bactérias presentes na cadeia de produção de alimentos apresentaram um perfil de resistência antimicrobiana elevado, fato que pode causar danos à saúde do consumidor.

PALAVRAS-CHAVE: Antibióticos, patógenos alimentares, saúde humana, antibiograma, resistência antimicrobiana.

ANTIMICROBIAL RESISTANCE PROFILE OF BACTERIAL ISOLATES FROM ANIMALS INTENDED FOR HUMAN CONSUMPTION

ABSTRACT

Due to the growing demand for food of animal origin, traditional production schemes have become obsolete, causing producers to look for new alternatives to increase productivity. Among the alternatives, the application of antibiotics in feed has become popular for improving animal performance, but this has led to the emergence of resistant microorganisms. Thus, the objective of this work was to evaluate the antimicrobial resistance profile of 37 pathogens isolated from swine and chickens intended for human consumption identified as *Salmonella* and *E. coli* to antibiotics used in human medicine through the disk diffusion technique; namely: amikacin 30 µg, amoxicillin-clavulanic acid 30 µg, ampicillin 10 µg, azithromycin 15 µg, cephalexin 30 µg, colistin 10 µg, ceftriaxone 30 µg, ciprofloxacin 5 µg, doxycycline 30 µg, streptomycin 10 µg, 10 µg, gentamicin meropenem 10 µg, norfloxacin 10 µg,

penicillin G 10 IU, trimethoprim-sulfamethoxazole 25 µg, and vancomycin 30 µg. Some antibiotics recurrently used to treat serious infections showed low efficacy against the analyzed isolates; Among these antibiotics with little efficiency, vancomycin and penicillin G stood out. Vancomycin had an inhibitory effect in only two isolates, one of which showed partial resistance to the antibiotic. Penicillin G showed a partial inhibitory effect in most of the isolates tested, and 13 isolates showed total resistance to the antibiotic. The results showed that most of the bacterial isolates tested showed total or partial resistance to almost all antibiotics. From the analysis of the results, it was possible to perceive that the bacteria present in the food production chain showed a high profile of antimicrobial resistance, a fact that can cause damage to the health of the consumer.

KEYWORDS: Antibiotics, food pathogens, human health, antibiogram, antimicrobial resistance.



1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 50 anos, a demanda por alimentos de origem animal cresceu expressivamente. Ritchie (2019) apontaram que a produção mundial de carne, em 2018, atingiu a marca de 340 milhões de toneladas, total que representa cerca de quatro vezes mais o que se produzia em 1961. Associativamente, o mesmo autor demonstra que a produção global de leite mais que duplicou durante as últimas cinco décadas, representando atualmente cerca de 800 milhões de toneladas anuais.

Devido a essa crescente demanda, os esquemas de produção animal tradicionais se tornaram obsoletos, fazendo com que os produtores buscassem por novas alternativas de produção animal (Koluman & Dikici, 2013). Dentre as alternativas, a aplicação de antibióticos em rações com finalidade zootécnica tornou-se popular até o surgimento de microrganismos resistentes (Koluman; Dikici, 2013).

A resistência aos antimicrobianos (AMR) é uma resposta microbiana natural à pressão seletiva ocasionada pelo uso de antimicrobianos, pois quando os microrganismos são frequentemente expostos a esses compostos podem expressar genes de resistência e disseminá-los com outras bactérias (Kahn, 2017). Com o aumento na pressão de seleção dos microrganismos, a AMR tornou-se uma ameaça global aos sistemas de saúde pública, causando anualmente 2 milhões de infecções apenas nos Estados Unidos, bem como gerando um custo de 20 bilhões de dólares (Dadgostar, 2019; Boolchandani et al., 2019).

A presença de bactérias resistentes aos antibióticos nos alimentos pode gerar infecções graves no consumidor, fato que nos últimos anos levou a relevantes surtos de infecções de origem alimentar, majoritariamente causados por bactérias como *Salmonella* spp. e *Escherichia coli* (Evangelista et al., 2021). Levando em conta esse contexto, o objetivo desse trabalho é avaliar o perfil de resistência de cepas isoladas de animais de produção aos antibióticos usados na medicina humana.

2 METODOLOGIA

Foram utilizadas 23 bactérias isoladas das produções de suínos e frangos de corte (Tabela 1) fornecidas pelo Mercolab Laboratórios (Cascavel, Brasil), mantidas em solução de meio de cultivo e glicerol 50% (1:1), armazenados a -80 °C até utilização, e reativadas em caldo infusão de cérebro e coração (BHI). As bactérias foram obtidas a partir de amostras de campo recebidas pelo laboratório parceiro, e direcionadas já isoladas para o Laboratório de Pesquisa e Inovação Agroalimentar da Pontifícia Universidade Católica do Paraná para a realização das análises.

Foram testados 16 antibióticos usados na medicina humana; a saber: amicacina 30 µg, amoxicilina-ácido clavulâmico 30 µg, ampicilina 10 µg, azitromicina 15 µg, cefalexina 30 µg, colistina 10 µg, ceftriaxona 30 µg, ciprofloxacina 5 µg, doxiciclina 30 µg, estreptomicina 10 µg,



gentamicina 10 µg, meropenem 10 µg, norfloxacin 10 µg, penicilina G 10 UI, trimetoprim-sulfametoxazol 25 µg e vancomicina 30 µg.

O teste de sensibilidade a antibióticos foi realizado por método de disco-difusão, conforme padronização internacional estabelecida pelo CLSI (2001). O inóculo bacteriano foi ajustado para 10^8 UFC/mL por espectrofotometria e 100 µL do conteúdo foi espalhado em placas de ágar Mueller-Hinton. Os discos antibióticos foram distribuídos nas placas, com um máximo de quatro discos por placa, e então incubados em estufa a 37 °C. A leitura foi feita após 24 horas de incubação observando os halos de inibição de cada disco. Todas as análises foram realizadas em, no mínimo, 2 repetições completas.

Tabela 1: Isolados bacterianos utilizados no estudo.

<i>Escherichia coli</i> (Fígado - Frango)	<i>Salmonella</i> Agona 13065	<i>Salmonella</i> Mbandaka 13068
<i>Escherichia coli</i> 4231/16	<i>Salmonella</i> Agona 13066	<i>Salmonella</i> Minnesota 12857
<i>Escherichia coli</i> Beta-hemolítica	<i>Salmonella</i> Cholerasuis (Pulmão - Suíno)	<i>Salmonella</i> Typhimurium (Propé - Frango)
<i>Salmonella</i> Agona 13063	<i>Salmonella</i> Cholerasuis 10387/16	<i>Salmonella</i> Minnesota (Propé - Frango)
<i>Salmonella</i> Agona 13064	<i>Salmonella</i> Heidelberg (Campo - Frango)	<i>Salmonella</i> Minnesota 12854
<i>Salmonella</i> Enteritidis 56301	<i>Salmonella</i> Heidelberg (Ceco - Frango)	<i>Salmonella</i> Minnesota 12855
<i>Salmonella</i> Heidelberg 12860	<i>Salmonella</i> Heidelberg 12858	<i>Salmonella</i> Minnesota 12856
<i>Salmonella</i> Typhimurium ATCC 14028	<i>Salmonella</i> Gallinarum AL 1138	

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De modo geral, os resultados demonstraram que a maioria dos isolados bacterianos de origem alimentar testados apresentam resistência total ou parcial a quase todos os antibióticos avaliados (Tabela 2A e 2B). Dentre todas as análises realizadas, obteve-se AMR total em 26,1% das amostras. A vancomicina e a penicilina G exibiram pouco efeito inibitório aos isolados bacterianos; a vancomicina obteve efeito inibitório em apenas dois isolados, sendo que um deles demonstrou resistência parcial ao antibiótico. Em contrapartida, a penicilina G apresentou efeito inibitório parcial na maioria dos isolados testados, e 13 isolados exibiram resistência total ao antibiótico.

Tabela 2A: Resistência antimicrobiana a isolados bacterianos da produção de animais destinados ao consumo humano.

Isolados	Amicacina		Amoxicilina-ácido clavulâmico			Ampicilina		Azitromicina		Cefalexina		Colistina		Ceftriaxona		Ciprofloxacina	
<i>Escherichia coli</i> (Fígado - Frango)	0,70	± 0,00	0,98	± 0,17*	0,63	± 0,05*	0,55	± 0,06	0,75	± 0,06*	0,43	± 0,10*	1,33	± 0,05*	0,50	± 0,08	
<i>Escherichia coli</i> 4231/16	1,08	± 0,15	Resistente			Resistente		Resistente		Resistente		Resistente		Resistente		0,08	± 0,10
<i>Escherichia coli</i> Beta-hemolítica	0,70	± 0,00	0,40	± 0,55	0,93	± 0,05*	0,38	± 0,15*	0,05	± 0,06*	Resistente		1,33	± 0,13	1,30	± 0,00	
<i>Salmonella</i> Agona 13063	0,63	± 0,05	0,23	± 0,07	Resistente		Resistente		Resistente		0,43	± 0,13	0,73	± 0,13	0,90	± 0,24	
<i>Salmonella</i> Agona 13064	0,75	± 0,13*	1,30	± 0,43*	0,78	± 0,10*	0,25	± 0,29	0,48	± 0,30*	0,48	± 0,10*	1,33	± 0,15*	0,55	± 0,06	
<i>Salmonella</i> Agona 13065	0,73	± 0,13*	1,48	± 0,24*	1,03	± 0,15*	0,20	± 0,12	0,58	± 0,10*	0,30	± 0,18*	1,18	± 0,10*	1,83	± 0,19*	
<i>Salmonella</i> Agona 13066	0,85	± 0,06*	1,30	± 0,44*	0,75	± 0,13*	0,58	± 0,10	0,88	± 0,32*	0,48	± 0,05	1,58	± 0,10*	1,03	± 0,05*	
<i>Salmonella</i> Cholerasuis (Pulmão - Suíno)	1,00	± 0,14*	1,08	± 0,07	Resistente		0,70	± 0,08	0,98	± 0,05	0,48	± 0,05	1,58	± 0,10*	1,30	± 0,08	
<i>Salmonella</i> Cholerasuis 10387/16	0,80	± 0,08	0,10	± 0,00	Resistente		0,53	± 0,10	Resistente		0,33	± 0,05	0,38	± 0,05	0,90	± 0,08*	
<i>Salmonella</i> Heidelberg (Campo - Frango)	0,73	± 0,21*	0,43	± 0,10*	0,93	± 0,38*	Resistente		0,35	± 0,40*	0,18	± 0,21	1,05	± 0,31*	1,73	± 0,13*	
<i>Salmonella</i> Heidelberg (Ceco - Frango)	0,80	± 0,08	0,15	± 0,00	Resistente		0,40	± 0,08	Resistente		Resistente		0,75	± 0,06	1,03	± 0,10	
<i>Salmonella</i> Heidelberg 12858	0,35	± 0,13	Resistente			Resistente		Resistente		Resistente		Resistente		0,25	± 0,17*	0,25	± 0,06
<i>Salmonella</i> Heidelberg 12860	0,85	± 0,06	0,50	± 0,23*	0,05	± 0,06	0,45	± 0,06	Resistente		0,33	± 0,05	0,70	± 0,08	0,85	± 0,06	
<i>Salmonella</i> Mbandaka 13068	0,83	± 0,10*	1,25	± 0,17*	0,88	± 0,05*	Resistente		0,38	± 0,10*	0,15	± 0,17	1,35	± 0,30*	1,53	± 0,15*	
<i>Salmonella</i> Minnesota (Propé - Frango)	0,85	± 0,06	0,20	± 0,00*	Resistente		Resistente		Resistente		0,23	± 0,26	0,88	± 0,26	1,65	± 0,06*	
<i>Salmonella</i> Minnesota 12854	0,63	± 0,21	0,15	± 0,00	Resistente		0,48	± 0,05	Resistente		0,15	± 0,17	0,48	± 0,10	0,75	± 0,06	
<i>Salmonella</i> Minnesota	0,70	± 0,08*	0,58	± 0,05*	0,65	± 0,06*	Resistente		Resistente		Resistente		1,05	± 0,13*	1,30	± 0,08*	

12855

<i>Salmonella</i> Minnesota 12856	0,25 ± 0,06	0,15 ± 0,00*	Resistente	Resistente	Resistente	0,10 ± 0,12	0,60 ± 0,08	0,90 ± 0,08
<i>Salmonella</i> Minnesota 12857	0,93 ± 0,05*	0,58 ± 0,07*	Resistente	0,58 ± 0,05	Resistente	0,20 ± 0,00	0,98 ± 0,05*	1,15 ± 0,19*
<i>Salmonella</i> Typhimurium (Propé - Frango)	1,05 ± 0,06*	1,30 ± 0,21	1,08 ± 0,05*	0,43 ± 0,10	0,78 ± 0,28	0,48 ± 0,10	1,70 ± 0,08*	1,60 ± 0,08
<i>Salmonella</i> Typhimurium ATCC 14028	0,30 ± 0,14*	0,85 ± 0,26*	1,08 ± 0,15*	Resistente	0,43 ± 0,05	0,28 ± 0,24	0,50 ± 0,20*	0,85 ± 0,10*
<i>Salmonella</i> Gallinarum AL 1138	0,75 ± 0,06	1,13 ± 0,21*	0,75 ± 0,06*	0,48 ± 0,10	0,88 ± 0,05*	0,43 ± 0,05*	1,45 ± 0,06*	1,38 ± 0,29*
<i>Salmonella</i> Enteritidis 56301	0,45 ± 0,24	1,43 ± 0,22	0,95 ± 0,13	0,33 ± 0,05	0,50 ± 0,58*	Resistente	1,00 ± 0,08	1,33 ± 0,15

* Refere-se à resistência bacteriana parcial do isolado ao antibiótico (presença de subpopulações resistentes).

Tabela 2B: Resistência antimicrobiana a isolados bacterianos da produção de animais destinados ao consumo humano.

Isolados	Doxiciclina	Estreptomicina	Gentamicina	Meropenem	Norfloxacina	Penicilina	Trimetoprim	Vancomicina
<i>Escherichia coli</i> (Fígado - Frango)	Resistente	0,20 ± 0,08*	0,40 ± 0,00*	1,10 ± 0,08*	0,53 ± 0,05	0,05 ± 0,06*	Resistente	Resistente
<i>Escherichia coli</i> 4231/16	Resistente	Resistente	0,43 ± 0,53	1,73 ± 0,29	0,90 ± 0,33*	Resistente	Resistente	Resistente
<i>Escherichia coli</i> Beta- hemolítica	0,38 ± 0,05*	0,58 ± 0,05*	0,83 ± 0,05*	1,25 ± 0,73*	1,18 ± 0,25	0,35 ± 0,17*	1,08 ± 0,21	Resistente
<i>Salmonella</i> Agona 13063	Resistente	0,35 ± 0,24	0,88 ± 0,05	1,40 ± 0,08	1,13 ± 0,05	0,18 ± 0,05*	Resistente	Resistente
<i>Salmonella</i> Agona 13064	Resistente	Resistente	0,23 ± 0,26	1,15 ± 0,06*	0,63 ± 0,05	Resistente	Resistente	Resistente
<i>Salmonella</i> Agona 13065	0,45 ± 0,06*	0,63 ± 0,10*	0,83 ± 0,13*	1,50 ± 0,08*	0,80 ± 0,29	0,18 ± 0,10*	1,50 ± 0,12*	Resistente
<i>Salmonella</i> Agona 13066	0,43 ± 0,05*	0,68 ± 0,10*	0,78 ± 0,10*	1,63 ± 0,17*	1,18 ± 0,30*	0,15 ± 0,06*	1,38 ± 0,10*	Resistente
<i>Salmonella</i> Cholerasuis (Pulmão - Suíno)	Resistente	0,25 ± 0,06	0,43 ± 0,05	1,63 ± 0,05*	1,28 ± 0,05	Resistente	1,53 ± 0,10	Resistente

<i>Salmonella</i> Cholerasuis 10387/16	Resistente	0,28 ± 0,05	0,33 ± 0,05*	1,10 ± 0,00	0,95 ± 0,06*	Resistente	1,10 ± 0,08*	Resistente
<i>Salmonella</i> Heidelberg (Campo - Frango)	Resistente	0,08 ± 0,10*	0,33 ± 0,05	1,35 ± 0,06*	1,55 ± 0,25*	0,45 ± 0,06*	1,30 ± 0,08*	Resistente
<i>Salmonella</i> Heidelberg (Ceco - Frango)	Resistente	0,55 ± 0,06	0,98 ± 0,10	1,25 ± 0,10	0,95 ± 0,06	Resistente	Resistente	Resistente
<i>Salmonella</i> Heidelberg 12858	Resistente	0,10 ± 0,14*	0,13 ± 0,19*	0,05 ± 0,06	0,80 ± 0,12*	Resistente	1,38 ± 0,15*	Resistente
<i>Salmonella</i> Heidelberg 12860	Resistente	0,50 ± 0,08*	0,28 ± 0,34*	1,08 ± 0,17*	1,23 ± 0,13*	Resistente	Resistente	Resistente
<i>Salmonella</i> Mbandaka 13068	0,13 ± 0,15	0,50 ± 0,12	0,33 ± 0,38	1,28 ± 0,13	1,23 ± 0,10*	Resistente	1,03 ± 0,15	Resistente
<i>Salmonella</i> Minnesota (Propé - Frango)	Resistente	0,13 ± 0,15*	0,33 ± 0,05*	1,20 ± 0,12	0,85 ± 0,48*	Resistente	1,13 ± 0,28*	Resistente
<i>Salmonella</i> Minnesota 12854	Resistente	0,53 ± 0,10	0,80 ± 0,22	1,33 ± 0,10	0,95 ± 0,10	Resistente	0,85 ± 0,06	Resistente
<i>Salmonella</i> Minnesota 12855	0,68 ± 0,10*	0,55 ± 0,06*	0,65 ± 0,06*	1,08 ± 0,15*	0,68 ± 0,05	Resistente	0,90 ± 0,41*	Resistente
<i>Salmonella</i> Minnesota 12856	Resistente	0,60 ± 0,26	0,48 ± 0,05	1,13 ± 0,33*	0,85 ± 0,13	Resistente	1,10 ± 0,35	0,65 ± 0,24*
<i>Salmonella</i> Minnesota 12857	0,10 ± 0,00*	0,70 ± 0,00*	0,93 ± 0,05*	1,13 ± 0,05	1,48 ± 0,05*	Resistente	1,05 ± 0,17*	Resistente
<i>Salmonella</i> Typhimurium (Propé - Frango)	0,58 ± 0,10	0,73 ± 0,10	0,90 ± 0,16	1,33 ± 0,26*	1,55 ± 0,10	0,10 ± 0,00	1,63 ± 0,05	Resistente
<i>Salmonella</i> Typhimurium ATCC 14028	0,38 ± 0,05	0,13 ± 0,05	0,43 ± 0,10*	0,45 ± 0,06*	0,78 ± 0,05*	0,05 ± 0,06	1,08 ± 0,41*	Resistente
<i>Salmonella</i> Gallinarum AL 1138	0,60 ± 0,08*	0,55 ± 0,06*	0,80 ± 0,08*	1,45 ± 0,06*	1,48 ± 0,19*	0,20 ± 0,08*	1,45 ± 0,06*	Resistente
<i>Salmonella</i> Enteritidis 56301	0,83 ± 0,05	Resistente	0,80 ± 0,08	Resistente	1,20 ± 0,28	0,15 ± 0,06	1,55 ± 0,13	0,18 ± 0,21

* Refere-se à resistência bacteriana parcial do isolado ao antibiótico (presença de subpopulações resistentes).

O meropenem, um antibiótico β -lactâmico da classe dos carbapenêmicos, demonstrou ser capaz de inibir o crescimento da maioria dos isolados testados; entretanto, esta inibição não foi total, considerando a alta frequência de subpopulações resistentes ao composto. A gentamicina, a norfloxacin, a amicacina e a ciprofloxacina exibiram bons resultados com relação à inibição do crescimento dos isolados, pois nenhum isolado bacteriano apresentou resistência total a estes quatro antimicrobianos, apesar dos índices de resistência parcial ainda serem frequentes.

Trongjit et al. (2017) coletaram amostras oriundas da carcaça de suínos e de frangos de matadouros e de mercados no Camboja e Tailândia, isolando diferentes tipos de *Salmonella*. Cada isolado de *Salmonella* foi submetido a determinação da concentração inibitória mínima contra oito antibióticos; a saber: ampicilina 32 μ g/mL, clorafenicol 32 μ g/mL, ciprofloxacina 4 μ g/mL, gentamicina 8 μ g/mL, estreptomina 32 μ g/mL, sulfametoxazol 512 μ g/mL, tetraciclina 16 μ g/mL e trimetoprim 16 μ g/mL, através da técnica de diluição em ágar. Dos 345 isolados de *Salmonella*, 311 foram resistentes a pelo menos um antibiótico e 154 foram resistentes a três ou mais agentes antimicrobianos, além de que, no geral, os maiores casos de alta resistência aos agentes antimicrobianos foram com ampicilina e sulfametoxazol. O estudo obteve 90,1% de resistência total, índice 2,5X maior do que o obtido neste trabalho.

Li et al. (2020), utilizando 431 amostras de alimentos (carnes de suínos, bovinos, peixes e patos, bem como amostras de vegetais e de leite) isolaram 112 cepas de *E. coli*, seguido do teste de sensibilidade aos antibióticos a partir do método disco-difusão. Os resultados atingidos demonstraram que 77.7% dos isolados de *E. coli* foram resistentes a um ou mais antibióticos. A maior índice de resistência antimicrobiana foi com tetraciclina, com 52% dos isolados exibindo resistência ao composto. O imipenem, antibiótico da classe dos carbapenêmicos, foi capaz de inibir o crescimento de todos os isolados bacterianos no estudo.

4 CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados, pôde-se perceber que os patógenos de origem alimentar apresentaram um perfil de resistência antimicrobiana elevado. Este fato deve ser levado em consideração pelos produtores de animais, visto que os alimentos de origem animal possuem alta demanda para o consumo, e em razão dessa alta gama de bactérias patogênicas resistentes encontrada nesses animais, a saúde do consumidor pode ser prejudicada.

5 REFERÊNCIAS

- Boolchandani, M., D'souza, A. W., & Dantas, G. (2013). Sequencing-based methods and resources to study antimicrobial resistance. *Nature Reviews Genetics*, 20(6), 356–370. DOI: 10.1038/s41576-019-0108-4.
- CLSI. (2001). *M100-S11, Performance standards for antimicrobial susceptibility testing*. 27th. ed. Wayne, PA: [s.n.]. 23.
- Dadgostar, P. (2019). Antimicrobial resistance: implications and costs. *Infection and Drug*



Resistance, 12, 3903–3910.

Evangelista, A. G., Corrêa, J. A. F., Pinto, A. C. S. M., & Luciano, F. B. (2021). The impact of essential oils on antibiotic use in animal production regarding antimicrobial resistance—a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 0(0), 1–17. DOI: 10.1080/10408398.2021.1883548.

Kahn, L. H. (2017). Antimicrobial resistance: A One Health perspective. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 111(6), 255–260.

Koluman, A. & Dikici, A. (2013). Antimicrobial resistance of emerging foodborne pathogens: Status quo and global trends. *Critical Reviews In Microbiology*, 39(1), 57–69.

Li, Y., Zhang, M., Luo, J., Chen, J., Wang, Q., Lu, S., & Ji, H. (2020). Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* isolated from retail foods in northern Xinjiang, China. *Food science & nutrition*, 8(4), 2035–2051. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1491>

Ritchie, H. R. M. *Meat and Dairy Production*. Recuperado de: <<https://ourworldindata.org/meat-production>>.

Trongjit, S., Angkittrakul, S., Tuttle, R. E., Pongseeree, J., Padungtod, P., & Chuanchuen, R. (2017). Prevalence and antimicrobial resistance in *Salmonella enterica* isolated from broiler chickens, pigs and meat products in Thailand-Cambodia border provinces. *Microbiology and immunology*, 61(1), 23–33. <https://doi.org/10.1111/1348-0421.12462>

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

Janotto, L. dos S., Luciano, F. B., & Evangelista, A. G. (2022). Perfil de resistência antimicrobiana de isolados bacterianos de animais destinados ao consumo humano. *HOLOS*, 1, 1–9, 13728. Recuperado de <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/13728>

SOBRE OS AUTORES

L. S. JANOTTO

Graduando em Biotecnologia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná. E-mail: lucas.janotto@pucpr.edu.br

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7153-5027>

F. B. LUCIANO

Farmacêutico e Bioquímico de Alimentos graduado pela Universidade Federal de Santa Catarina e Doutor em Food and Nutritional Sciences pela Universidade de Manitoba (Canadá). E-mail: fernando.luciano@pucpr.br

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0816-2111>

A. G. EVANGELISTA

Médico Veterinário graduado pelo Instituto Federal Catarinense - Campus Araquari (2017) e Mestre em Ciência Animal pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2019). Atualmente é doutorando em Ciência Animal na Pontifícia Universidade Católica do Paraná. E-mail: alberto.evangelista@pucpr.edu.br

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7445-8901>



Editor(a) Responsável: Francinaide de Lima Silva Nascimento

Pareceristas *Ad Hoc*: Elisabete Piancó de Sousa e Pahlevi Augusto de Souza



Recebido: 23 de fevereiro de 2022

Aceito: 18 de março de 2022

Publicado: 10 de junho de 2022