















Ocorrência de enterobactérias e taxa de resistência a antimicrobianos em passeriformes do gênero *Sporophila* provenientes do tráfico de animais silvestres

The occurrence of enterobacteria and the rate of resistance to antimicrobials in illegally trafficked *Sporophila* passerines

Régis Siqueira de Castro Teixeira^{1*} , Neilton Monteiro Paschoal Filho¹ , Adson Ribeiro Marques¹ , Bruno Pessoa Lima¹ , Lucas Silva Melo¹ , Cibelle Mara Pereira de Freitas¹ , Camila Carvalho Fontão¹ , Elisângela de Souza Lopes² , Antonio Jackson Forte Beleza¹ , Isaac Neto Goes da Silva¹ , Carlos Diego de Sousa Ribeiro¹ , William Cardoso Maciel¹ 

1 Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza, Ceará, Brasil

2 Centro Universitário Fametro (Unifametro), Fortaleza, Ceará, Brasil

*autor correspondente: regis_siqueira_teixeira@yahoo.com.br

Resumo: O objetivo desta pesquisa foi investigar a ocorrência de enterobactérias em passeriformes do gênero *Sporophila*, provenientes do tráfico ilegal de animais, e analisar sua resistência antimicrobiana. Um total de 35 aves, aparentemente saudáveis e provenientes de criações ilegais, foram encaminhadas ao Laboratório de Estudos Ornitológicos da Universidade Estadual do Ceará (Fortaleza, Ceará, Brasil) por órgãos ambientais. Amostras obtidas a partir de suabes cloacais foram coletadas de cada ave e submetidas a processamento microbiológico tradicional, utilizando técnicas padrão de cultivo e identificação bacteriana. O teste de sensibilidade aos antimicrobianos foi avaliado pelo método de disco de difusão. Das amostras examinadas, 23 (65,7%) apresentaram a presença de enterobactérias, sendo *Escherichia coli* (28,6%) e *Serratia liquefaciens* (25,7%) as mais frequentes. A resistência antimicrobiana referente aos isolados totais foi observada com mais frequência em relação à ciprofloxacina (28,1%), seguida por tetraciclina (25,0%) e enrofloxacina (18,8%). Especificamente em relação à *Serratia liquefaciens*, a taxa de resistência foi a mais altas, atingindo 66,6% dos isolados. Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que as amostras cloacais das aves apresentaram isolamento de diversos membros da ordem Enterobacteriales, sendo *E. coli* e *S. liquefaciens* as mais frequentes. Também foi observada a ocorrência de resistência antimicrobiana a diversos fármacos utilizados, assim como casos de multiresistência, o que mostra que esse problema está presente em pássaros silvestres oriundo de manutenções ilegais. Isso ressalta a necessidade de considerar a presença de bactérias resistentes a antimicrobianos em programas de soltura, visando evitar a dispersão desses microrganismos no meio ambiente.

Palavras-chave: *Escherichia coli*, *Serratia liquefaciens*, multirresistência.

Abstract: We investigate the occurrence of enterobacteria and antimicrobial resistance in passerines of the genus *Sporophila* seized from illegal trafficking. A total of 35 birds, apparently healthy and from illegal breeding, were sent to the Laboratory of Ornithological Studies at the State University of Ceará (Fortaleza, Ceará, Brazil) by environmental agencies. Cloacal swabs were collected from each

Recebido: 17 de fevereiro, 2024. Aceito: 19 de abril, 2024. Publicado: 23 de julho, 2024.

bird and subjected to traditional microbiological processing, using standard cultivation and bacterial-identification techniques. We conducted antimicrobial susceptibility testing using the disc-diffusion method. Twenty-three birds (65.7%) exhibited enterobacteria, with *Escherichia coli* (28.6%) and *Serratia liquefaciens* (25.7%) being the most common. Antimicrobial resistance in total isolates was observed most frequently in relation to ciprofloxacin (28.1%), followed by tetracycline (25.0%) and enrofloxacin (18.8%). The rate of resistance to *Serratia liquefaciens* was the highest (i.e., 66.6% of isolates). The birds' cloacal samples revealed several members of the Enterobacterales order, with *E. coli* and *S. liquefaciens* being the most prevalent. We also observed antimicrobial resistance to several drugs, as well as cases of multi-resistance. Antimicrobial resistance is clearly present in wild birds resulting from illegal keeping. These findings highlight the importance of considering antimicrobial-resistant bacteria in release programs to prevent these microorganisms from dispersing into the environment.

Keywords: *Escherichia coli*, *Serratia liquefaciens*, multidrug resistance.

1. Introdução

É provável que dezenas de milhões de animais silvestres sejam comercializados ilegalmente todos os anos no Brasil, o que pode ter sérias implicações na conservação e na saúde pública. Isso ocorre porque na impossibilidade de inspecionar criadores não certificados quanto aos padrões apropriados de bem-estar e higiene, torna-se incerta a ocorrência de práticas de manejo adequadas, e isso aumenta o risco de transmissão de vírus, bactérias e parasitos zoonóticos provenientes do comércio ilegal de animais de companhia, tanto dentro do Brasil quanto além de suas fronteiras⁽¹⁾.

A vulnerabilidade das aves às infecções por patógenos bacterianos da Ordem Enterobacterales, tais como *Escherichia coli* e *Salmonella* spp., aumenta devido ao estresse causado pelas condições inadequadas de manejo e higiene sanitária enfrentadas por essas aves durante o processo de tráfico ilegal de animais silvestres^(2,3). Diversas pesquisas envolvendo aves silvestres em vida livre ou em cativeiro, assim como aves domésticas, têm demonstrado que as fezes desses animais, quando depositadas no ambiente, podem constituir uma fonte relevante de bactérias capazes de comprometer negativamente a saúde humana e animal, além de apresentar implicações relacionadas à transmissão de bactérias resistentes a antimicrobianos e genes de resistência^(4,5,6,7).

O desafio da resistência antimicrobiana representa uma preocupação significativa na esfera global da medicina humana e veterinária⁽⁸⁾. Embora esse problema tenha sido relatado principalmente em passeriformes criados em ambientes domésticos e associado ao uso indiscriminado de antibiótico^(5,6), aves de vida silvestre em ambientes naturais podem estar inseridas nesse contexto, mas por exposição indireta a esses agentes⁽⁸⁾. Em aves oriundas do tráfico de animais e resgatadas para reabilitação em centros especializados, alguns estudos também têm evidenciado o problema da resistência antimicrobiana em isolados bacterianos importantes para a saúde humana e animal^(3,9,10). Dessa maneira, para assegurar que aves silvestres encaminhadas para soltura não sirvam como possíveis fontes de infecção para outras aves torna-se importante a realização da monitoria bacteriológica⁽¹¹⁾.

As aves selvagens permanecem pouco estudadas nesse contexto, apesar de sua relevância para a transmissão de patógenos, assim como, para a compreensão da dieta e das

influências ambientais na estrutura e função microbiana intestinal. Apesar da ampla diversidade das aves, os estudos sobre sua microbiota intestinal são dez vezes menos numerosos do que os estudos em mamíferos, sendo principalmente conduzidos em aves domésticas, especialmente na produção comercial de carne⁽¹²⁾. Nesse sentido, torna-se importante pesquisar espécies silvestres envolvidas no comércio e criação ilegal, principalmente aquelas não exploradas em termos de estudos científicos nessa área, tais como os passeriformes do gênero *Sporophila*. Essas aves estão entre as mais afetadas pelo comércio ilegal e criação em cativeiro, devido ao seu pequeno tamanho, facilidade de manutenção e alta capacidade de canto^(13,14). Diante da importância e carência desse conhecimento, o objetivo desta pesquisa é avaliar a ocorrência e perfil de resistência antimicrobiana em enterobactérias isoladas de passeriformes do gênero *Sporophila* oriundos do tráfico de animais silvestres, visando compreender sua implicação na saúde das aves e o potencial risco para a saúde humana.

2. Material e métodos

Foram examinados 35 passeriformes silvestres, pertencentes a quatro espécies diferentes do gênero *Sporophila* (*S. lineola*, n=27; *S. albogularis*, n=5; *S. nigricolis*, n=2; *S. caerulescens*, n=1), a fim de avaliar a presença de enterobactérias e analisar o perfil de resistência aos antimicrobianos. As aves, provenientes de feiras livres e/ou mantidas em criações ilegais, foram direcionadas ao Laboratório de Estudos Ornitológicos da Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará durante os meses de abril a julho de 2022, por intermédio da Delegacia de Proteção ao Meio Ambiente (DPMA). Esse encaminhamento teve como propósito exclusivo a avaliação sanitária e o tratamento clínico, quando necessário. Posteriormente, as aves foram encaminhadas ao Instituto Pró-Silvestre (IPS), responsável pelo destino final dos animais, seja para soltura ou manutenção em criadores legalizados. Os procedimentos foram devidamente autorizados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (SISBIO, registro 71437-4) e pelo Comitê de Ética em Utilização de Animais (27062020/2020).

Antes da coleta de material para análise microbiológica, as aves foram avaliadas e aparentemente não apresentavam nenhum sinal de enfermidade. Após a realização dos suabes cloacais, as amostras foram incubadas em 10 mL de água peptonada tamponada a 1% em temperatura (37°C) e tempo (24 h) padronizados para as etapas subsequentes do processamento. Após a incubação, um volume de 1mL dessa cultura foi inoculado em 10 mL dos caldos selenito cistina (SC), infusão Cérebro Coração (BHI) e Rappaport-Vassiliadis. As soluções foram posteriormente plaqueadas nos meios ágar MacConkey, ágar verde brilhante e ágar *Salmonella-Shigella*, simultaneamente, para crescimento seletivo de Enterobacteriaceae. Colônias de diferentes morfologias foram selecionadas em cada placa e submetidas a testes bioquímicos: ágar TSI (ferro-açúcar-tríplo), SIM (motilidade e indol), LIA (lisina-descarboxilase), ornitina-descarboxilase, vermelho de metila, ureia, citrato de Simmons, malonato, Voges-Proskauer, produção de H₂S e fermentação de glicose (com produção de gás), lactose, sacarose, manitol, arabinose, rafinose, dulcitol, adonitol, inositol e sorbitol⁽¹⁵⁾.

Seguindo as recomendações do Clinical and Laboratory Standards Institute⁽¹⁶⁾, os isolados foram submetidos à técnica de disco de difusão Kirby-Bauer. Discos de antimicrobianos foram ordenados em placa contendo o ágar Mueller-Hinton, previamente semeada com a amostra bacteriana a ser analisada, sendo aferidos os halos de inibição após incubação a 37°C por 24 h. Como controle foi usada a cepa de *E. coli* ATCC 25922. Para avaliar a sensibilidade bacteriana, foram testados 12 antibióticos pertencentes a 10 classes farmacológicas distintas: aminoglicosídeos (gentamicina, 10 µg e tobramicina, 10 µg), penicilinas em combinação com inibidores da betalactamase (amoxicilina com clavulanato, 30 µg), cefalosporinas (ceftriaxona, 30 µg), anfenicóis (cloranfenicol, 30 µg), fluorquinolonas (enrofloxacina, 5 µg, ciprofloxacina, 5 µg), inibidores da via do folato (sulfametoxazol-trimetoprim, 23,75 µg – 1,25 µg), tetraciclina (tetraciclina, 30 µg), carbapenêmicos (meropeném, 10 µg), monobactâmicos (aztreonam, 30 µg) e ácido fosfônico (fosfomicina, 200 µg).

Para a caracterização da resistência bacteriana, foram consideradas como resistentes (R) os casos em que não houve formação do halo ou quando este se formou de maneira incompleta. Os isolados foram classificados como multirresistentes quando demonstraram resistência a pelo menos três classes de antibióticos⁽¹⁷⁾. Os casos de resistência intrínseca foram desconsiderados para fins de cálculo.

3. Resultados

Foi registrado um total de 33 isolados oriundos de 23 amostras (65,7%) positivas para pelo menos uma bactéria da ordem Enterobacterales, coletadas dos suabes dos pássaros investigados. As bactérias mais isoladas foram *E. coli* (28,6%) e *S. liquefaciens* (25,7%), o que representou um total de 10 e 9 amostras, respectivamente. Outros sete tipos bacterianos foram isolados, no entanto, o somatório deles representa menos da metade do total isolado (43,8%); foram eles: *Proteus mirabilis* (11,4%), *Pantoea agglomerans* (11,4%), *Klebsiella* spp. (5,7%), *Citrobacter freundii* (2,9%), *Enterobacter cloacae* (2,9%), *Salmonella* spp. (2,9%), *Serratia rubidaea* (2,9%) e *Shigella* sp. (2,9%) (Tabela 1).

Dos 33 isolados bacterianos analisados, um deles foi perdido durante o processamento. Ao analisar as bactérias totais, a ciprofloxacina está associada a mais alta taxa de resistência (28,1%) entre os 32 isolados analisados, seguida pela tetraciclina (25% dos 28 isolados) e enrofloxacina (18,2% dos 32 isolados). Quando considerando os diferentes tipos bacterianos, observou-se as taxas mais altas de resistência em relação à *S. liquefaciens*, especialmente à ciprofloxacina (66,6%) e enrofloxacina (33,3%). Em relação à *E. coli*, a maior taxa de resistência foi de 20%, em relação à tetraciclina e sulfazotrim, em que dois dos 10 isolados avaliadas não foram suscetíveis a estes antibióticos (Tabela 2).

Tabela 01 Frequências absoluta e relativa de enterobactérias isoladas de amostras cloacais de aves do gênero *Sporophilla* apreendidas e encaminhadas ao Laboratório de Estudos Ornitológicos/FAVET/UECE no ano de 2022

Bactérias	n	%
<i>Escherichia coli</i>	10	28,6
<i>Serratia liquefaciens</i>	9	25,7
<i>Proteus mirabilis</i>	4	11,4
<i>Pantoea agglomerans</i>	4	11,4
<i>Klebsiella</i> spp.	2	5,7
<i>Citrobacter freundii</i>	1	2,9
<i>Salmonella</i> spp.	1	2,9
<i>Serratia rubidaea</i>	1	2,9
<i>Shigella</i> sp.	1	2,9
Amostras positivas para enterobactérias	23	65,7%

Dentre as amostras totais resistentes, observou-se que 23 (71,9%) manifestaram resistência antimicrobiana a pelo menos uma das classes de antibióticos testadas. A maior incidência de culturas bacterianas resistentes (37,5%) foi identificada ao considerar uma **única** classe específica de antibióticos, o que equivale a 12 isolados. Casos de multirresistência foram observados em relação a seis isolados (18,8%), sendo cinco casos deles (15,6%) resistentes a três classes de antibióticos e um caso (3,1%) de bactéria resistente a oito classes de antibióticos. No que diz respeito aos isolados de *Escherichia coli*, não foi observado nenhum caso de multirresistência, cinco (50,0%) apresentaram resistência a pelo menos um antibiótico, e o número máximo de classes em que um espécime demonstrou resistência foi de duas, ocorrendo em três ocasiões (30%) (Tabela 3).

Tabela 02 Taxas de frequência absoluta e relativa de resistência antimicrobiana* de enterobactérias oriundas de suabes cloacais de aves do gênero *Sporophilla* apreendidas e encaminhadas ao Laboratório de Estudos Ornitológicos/FAVET/UECE no ano de 2022

Antibióticos	Bactérias			Total (n=32)
	<i>Escherichia coli</i> (n=10)	<i>Serratia liquefaciens</i> (n=9)	Outras enterobactérias (n=13)	
AMC	1/10 (10%)	RN*	2/8* (25%)	3/18* (16,6%)
ATM	-	1/9 (11,1%)	1/13 (7,7%)	2/32 (6,3%)
CEF	-	2/9 (22,2%)	1/13 (7,7%)	3/32 (9,4%)
CIP	1/10 (10%)	6/9 (66,6%)	2/13 (15,4%)	9/32 (28,1%)
CLO	-	1/9 (11,1%)	2/13 (15,4%)	3/32 (9,4%)
ENR	1/10 (10%)	3/9 (33,3%)	2/13 (15,4%)	6/32 (18,8%)
FOS	-	2/9 (22,2%)	2/13 (15,4%)	4/32 (12,5%)
GEN	1/10 (10%)	-	-	1/32 (3,1%)

MER	-	-	2/13 (15,4%)	2/32 (6,3%)
TET	2/20 (20%)	2/9 (22,2%)	3/9* (28,6%)	7/28* (25%)
SUT	2/20 (20%)	1/9 (11,1%)	-	3/32 (9,4%)
TOB	-	-	-	-

RN-Resistência Natural; AMC - Amoxicilina + Ácido clavulânico; ATM- Aztreonam; CEF- Ceftriaxona; CIP- Ciprofloxacina; CLO- Cloranfenicol; ENR- Enrofloxacin; FOS- Fosfomicina; GEN- Gentamicina; MER- Meropeném; TET- Tetraciclina; SUT- Sulfazotrim; TOB-Tobramicina *Desconsiderada a resistência natural.

Tabela 3 Frequências absoluta e relativa de multirresistência de enterobactérias oriundas de suabes cloacais de aves do gênero *Sporophilla* apreendidas e encaminhadas ao Laboratório de Estudos Ornitológicos/FAVET/UECE no ano de 2022

Número de classes de antibióticos	Número de isolados totais resistentes (%)	Número de isolados de <i>E. coli</i> resistentes (%)
0	9 (28,1%)	5 (50%)
1	12 (37,5%)	2 (20%)
2	6 (18,8%)	3 (30%)
3	5 (15,6%)	-

4. Discussão

O entendimento do significado clínico das enterobactérias em Passeriformes pode ser motivo de controvérsia em função da interpretação que se faça da presença dessas bactérias na microbiota intestinal, sendo possível verificar na literatura científica algumas posições divergentes. Para Dorrestein⁽¹⁸⁾, *E. coli* e outras enterobactérias não ocorrem nos intestinos de Passeriformes saudáveis, sendo, portanto, sua presença associada à condição de aves doentes.

Porém, outros pesquisadores esclarecem que a presença de *E. coli* em amostras intestinais representaria uma preocupação para a saúde caso ocorresse em determinados tipos específicos de aves, como nas granívoras^(19,20). Entretanto, diversas investigações também relatam a presença de enterobactérias em amostras cloacais de passeriformes granívoros em aves criadas em gaiolas ou em liberdade e, assim como nas aves de nossa pesquisa, não apresentavam nenhuma manifestação de enfermidade^(5,6,21).

A dificuldade em comparar os resultados da taxa de amostras positivas de enterobactérias totais (65,7%) com outros trabalhos sobre passeriformes, especialmente os silvestres, reside na escassez de estudos que abordem aves nas mesmas condições amostrais em que se realizou a coleta. Além disso, existem outras diferenças metodológicas, como, por exemplo, em relação às espécies investigadas ou procedimentos microbiológicos adotados. Análises de enterobactérias totais de cloacas de aves silvestres, limitadas a uma única ordem taxonômica, ocorre principalmente em psitacídeos, sejam de vida livre, mantidos em criadores ou do tráfico de animais silvestres^(10,22,23,24,25). No entanto, a maioria das pesquisas em psitacídeos, ao contrário da abordagem adotada nesta investigação com os passeriformes do gênero *Sporophilla*, foca na análise de quantidades menores de espécies bacterianas, seja utilizando suabes cloacais, quanto amostras fecais do ambiente. Geralmente, esses estudos têm como alvo *Salmonella* ou *E. coli*^(26,27,28, 29, 30,31). Nessas circunstâncias, em que há uma

investigação voltada para a detecção de um conjunto mais restrito de microrganismos, favorece-se uma caracterização mais precisa dos mesmos, viabilizando uma análise mais detalhada e aprofundada das amostras.

Em aves granívoras da ordem passeriformes, mais especificamente canários belgas (*Serinus canaria*) criados em gaiolas em ambiente doméstico, Horn et al.⁽⁵⁾ utilizaram metodologia microbiológica similar à desta pesquisa, incluindo coleta por suabes cloacais, e detectaram uma taxa de isolamento de enterobactérias totais inferior (10,9%) aos nossos achados (65,7%). Em outra pesquisa com canários belgas, mas nesse caso analisando amostras fecais do fundo de gaiola, Beleza et al.⁽⁶⁾ indicaram uma percentagem de positividade (54,5%) inferior àquela detectada nos passeriformes desta pesquisa. É importante destacar que a coleta de fezes, devido ao seu maior volume de material disponível para o processamento microbiológico em relação ao suabe cloacal, apresenta uma maior carga bacteriana, o que pode resultar numa taxa de isolamento de microrganismos mais elevada^(10,32). Entretanto, mesmo com a utilização dos suabes cloacais, a maior taxa de positividade de enterobactérias obtida em aves do gênero *Sporophila* desta pesquisa, em relação ao trabalho com canários belgas citado anteriormente, pode ser explicada pelo estresse causado devido às condições inadequadas de nutrição e manejo sanitário, que resultam em desequilíbrios na microflora intestinal e propiciam a proliferação de Enterobacteriaceae^(33,34). Essa realidade é frequentemente observada em aves envolvidas no tráfico de animais silvestres. Outro fator que deve ser levado em consideração, independentemente da condição dos passeriformes em cativeiro, é o hábito migratório das aves do gênero *Sporophila*, o qual pode favorecer uma predisposição à infecção por microrganismos patogênicos. Conforme observado por Hubálek⁽³⁵⁾, o comportamento migratório gera estresse nas aves, o que pode influenciar na excreção de agentes patogênicos.

Pesquisas envolvendo, sobretudo, passeriformes oriundos do tráfico de animais silvestres, têm demonstrado taxas superiores de isolamento de enterobactérias aos nossos achados. Matias et al.⁽³⁶⁾ analisaram passeriformes de diversas famílias em um Centro de Reabilitação de Animais Silvestres, sendo que 16 amostras de suabes cloacais eram referentes a aves da família Thraupidae, a mesma família do gênero *Sporophila*. Esses autores observaram que todas as amostras (100,0%) foram positivas para enterobactérias. No entanto, é pertinente destacar que as aves analisadas apresentavam uma dieta onívora, o que também pode influenciar a composição bacteriana intestinal. Embora devamos considerar fatores já mencionados anteriormente, entre outros, para justificar as taxas de isolamento das enterobactérias, é importante notar que a dieta pode desempenhar um papel significativo nas diferenças no microbioma intestinal de certas espécies de aves. Por exemplo, as bactérias Gram-negativas compõem naturalmente uma parte significativa do microbioma intestinal de aves insetívoras, como as andorinhas-de-bando (*Hirundo rustica*), assim como de espécies onívoras^(22,37). Dessa maneira, compreende-se que a presença de enterobactérias não é uma característica universal de aves, sejam elas onívoras, insetívoras ou granívoras. Essa ocorrência pode variar entre diferentes espécies e indivíduos e está sujeita a uma série de influências complexas, manifestando-se de maneira distinta em diversos contextos.

Independentemente das considerações discutidas anteriormente, na tentativa de entender o significado das taxas de ocorrência das enterobactérias, a análise microbiológica das amostras cloacais das aves pesquisadas evidenciou, de uma maneira geral, a presença de espécies bacterianas comensais normalmente associadas a passeriformes, cujo potencial impacto sobre a saúde torna-se mais evidente em determinadas circunstâncias, como, por exemplo, em infecções oportunistas⁽²⁾. *Escherichia coli* destacou-se como a bactéria mais frequentemente isolada (28,6%). No entanto, ao compararmos esses resultados com um estudo anterior que investigou diversas espécies de passeriformes onívoros da Família Thraupidae⁽³⁶⁾, assim como em outra pesquisa que analisou apenas cardeais (*Paroaria coronata* e *Paroaria dominicana*)⁽²⁾, ambos provenientes do comércio ilegal, observamos taxas de isolamento consideravelmente mais baixas. Nessas pesquisas, identificaram-se taxas acima de 85%, evidenciando uma variação considerável em relação aos nossos achados. Entretanto, também foram observadas taxas de isolamento mais baixas (10,7%), conforme evidenciado na pesquisa conduzida por Braconaro et al.⁽⁹⁾ em suabes cloacais de passeriformes apreendidos. No entanto, é importante considerar que a utilização de um número reduzido de testes bioquímicos no processamento para identificação de enterobactérias por esses pesquisadores, pode ter exercido influência nos resultados obtidos. *Serratia liquefaciens* foi a segunda bactéria mais isolada (25,7%) neste trabalho. Embora *S. liquefaciens* tenha sido detectada em 18,3% das amostras de cardeais (*Paroaria coronata* e *Paroaria dominicana*) no estudo de Cunha et al.⁽²⁾, em outras investigações que abrangem tanto exemplares domésticos quanto silvestres da ordem Passeriformes, as taxas geralmente são consideravelmente menores ou não se observa nenhum isolamento^(2,5,6, 9,36, 38).

Entre as bactérias mais comumente isoladas, a mais importante tanto para a saúde animal, quanto humana é a *E. coli*. Embora seja conhecido por ser um microrganismo comensal, os problemas associados a essas bactérias ocorre em situações de infecções secundárias ou quando elas possuem genes envolvidos em mecanismos de virulência específicos, os quais podem causar uma variedade de complicações em humanos, incluindo distúrbios intestinais e urinários⁽²⁸⁾. As cepas conhecidas como *E. coli* patogênicas aviárias (APEC) têm sido descritas como responsáveis por colibacilose na indústria avícola em todo mundo, entretanto, em aves selvagens, as informações são bem limitadas, mas já foram descritas infecções naturais e casos de doença⁽³⁹⁾. Em relação ao gênero *Serratia*, os membros desse grupo são reconhecidos como uma causa relevante de infecções oportunistas em humanos, mas também pode ocorrer em animais e insetos, destacando-se preponderantemente a espécie *S. marcescens*⁽⁴⁰⁾, a qual não foi isolada nessa pesquisa. Apesar da escassez dos relatos, *S. liquefaciens* é a segunda espécie mais frequentemente documentada do gênero *Serratia* em laboratórios clínicos associados a acometimentos em humanos, especialmente de origem nosocomial⁽⁴¹⁾. Em um caso de infecção em humanos transmitida por aves, foi relatado um quadro de pioderma gangrenoso possivelmente causado por este microrganismo em uma paciente diabética de 59 anos que foi atacada por um corvo na Espanha⁽⁴²⁾. Embora essa espécie seja potencialmente patogênica para pássaros canoros e possa causar infecções sistêmicas⁽³⁸⁾, a ocorrência de doença é incomum, porém pode ocorrer em hospedeiros imunocomprometidos⁽⁴³⁾.

Apesar das outras bactérias isoladas aparecerem em menor frequência, é importante considerá-las devido à sua relevância clínica e ponderar sobre a importância individual de cada uma para a saúde humana e animal. Por exemplo, bactérias dos gêneros *Salmonella*, *Shigella* e *Proteus* são reconhecidas como patógenos zoonóticos significativos, cuja incidência em animais pode representar uma ameaça constante para os seres humanos⁽⁴⁴⁾. Dessa maneira, mesmo que essas bactérias tenham ocorrido em uma ave assintomática, sua presença deve ser vista com cuidado, pois não descarta a possibilidade de ser patogênica tanto para humanos, quanto para outros animais. A pesquisa de Beleza et al.⁽⁶⁾ também mostrou a presença de *Salmonella* spp. em Passeriformes assintomáticos, no entanto, tratava-se de aves domésticas, no caso, canário belga presente em uma exposição ocorrida no Nordeste brasileiro. Contudo, é importante ressaltar que a patogenicidade está diretamente ligada a um sorotipo específico capaz de ocasionar enfermidade em determinada espécie de aves. O sorotipo *Salmonella* Typhimurium, por exemplo, tem sido relatado como um importante causador de doenças em psitacídeos, enquanto *Salmonella* Gallinarum tem sido associado a manifestações patogênicas em codornas e *Salmonella* Enteritidis é conhecido por surtos em humanos^(28,32,45). Entretanto, nesta pesquisa, não foi possível realizar a sorotipificação.

No caso das bactérias do gênero *Proteus*, embora problemas relacionados à infecção do trato respiratório superior e pododermatites profundas em aves silvestres tenham sido relatados⁽⁴⁶⁾, é importante destacar que a espécie mais relevante para as aves é *Proteus mirabilis*. Este patógeno, amplamente distribuído no ambiente e parte da microbiota intestinal natural, é considerado oportunista e está associado a infecções do trato urinário humano, representa uma preocupação para a indústria avícola devido ao seu potencial como patógeno transmitido por alimentos, incluindo carcaças de frangos de corte^(15,47). No entanto, Marques et al.⁽⁴⁸⁾ alertam que os animais de companhia podem ser considerados como possíveis fontes desses patógenos, devido ao elevado número de linhagens de *P. mirabilis* comuns entre uma população de animais de companhia e humanos avaliados. Em psitacídeos alojados em pet shops, *P. mirabilis* foi detectado em 17,7% das amostras de suabes cloacais das aves investigadas⁽⁴⁹⁾, demonstrando a importância das aves nesse contexto. Em relação às bactérias do gênero *Shigella* sp., os relatos são escassos em aves silvestres. No entanto, é importante destacar que até o momento não existem informações relevantes sobre a presença desse microrganismo em passeriformes. Recentemente, no entanto, foi relatada pela primeira vez a ocorrência desse microrganismo em aves aquáticas selvagens e migratórias em vida livre (*Anastomus oscitans*, *Anhinga melanogaster* e *Ciconia ciconia*)⁽⁵⁰⁾. Registros anteriores de ocorrência foram feitos em rapinantes e garças em um zoológico em Madagascar⁽⁵¹⁾. Em galinhas, foi relatada a ocorrência da enfermidade causada por *Shigella* sp., caracterizada por diarreia grave e fezes sanguinolentas, embora o hospedeiro natural convencionalmente seja o humano⁽⁵²⁾, sendo a shigelose, nesse contexto, uma das principais causas de diarreia em países como a Índia⁽⁵³⁾.

Citrobacter freundii e *Klebsiella* sp. foram duas das bactérias menos isoladas nesta pesquisa. Embora, em outros estudos, também tenham sido isoladas em baixa frequência em passeriformes domésticos ou silvestres assintomáticos^(5,38), em uma ocasião anterior foram

relatadas como causadoras de mortalidade por septicemia e pneumonia, respectivamente, em passeriformes confiscados e enviados a um Centro de Triagem de Aves Silvestres em São Paulo⁽⁵⁴⁾. Isso evidencia a necessidade de considerar a patogenicidade desses agentes e adotar medidas preventivas em relação à saúde das aves, dada a ampla distribuição ecológica desses patógenos e de outros membros da ordem Enterobacterales. Esses microrganismos ocupam uma variedade de nichos, tanto no intestino de hospedeiros vertebrados quanto em habitats extra-intestinais, o que reforça a importância de compreender seu potencial impacto sobre a saúde das aves⁽⁵⁵⁾.

Algumas das bactérias isoladas nesta pesquisa, como *Pantoea agglomerans*, são geralmente reconhecidas como não patogênicas para humanos e animais. Sua presença na microbiota intestinal pode ser justificada pelo contato das aves com sementes e o ambiente circundante. Estudos têm relatado a presença desses agentes em amostras fecais de passeriformes saudáveis, assim como a de outras ordens de aves, que vivem tanto em cativeiro quanto em liberdade^(5,6,22,49). Apesar de ocorrer em vertebrados e invertebrados, a importância clínica desse microrganismo em animais é pouco documentada. Em relação às aves, são escassas as referências científicas sobre infecções causadas por essa bactéria. Alguns efeitos benéficos dessa bactéria são conhecidos, como a produção de uma série de antibióticos com potencial importância no combate a patógenos vegetais, animais e humanos, assim como na conservação de alimentos⁽⁵⁶⁾. Além disso, foi observado que *P. agglomerans* está associada à melhoria da digestibilidade das sementes de frutas consumidas por pássaros⁽⁵⁷⁾. Apesar de ser considerada inócua, é importante destacar que essa espécie bacteriana realiza importantes trocas de materiais genéticos determinantes de patogenicidade durante a colonização do hospedeiro com outros membros da família Enterobacteriaceae, incluindo espécies patogênicas para humanos⁽⁵⁸⁾. Também pode causar doenças ocupacionais de origem alérgica e/ou imunotóxica, além de infecções acidentais em humanos⁽⁵⁶⁾. Em humanos, embora ainda raros, os relatos de infecções apresentam uma frequência ligeiramente maior, como o relato de um caso incomum de espondilodiscite cervical resultante de trauma. Esse organismo geralmente está associado a traumas penetrantes por material vegetal ou produtos intravenosos contaminados⁽⁵⁹⁾.

Os dados referentes aos resultados de resistência antimicrobiana descritos nesta pesquisa revelam semelhanças e diferenças em relação a outras investigações envolvendo passeriformes domésticos ou silvestres, tanto em ambiente natural quanto em cativeiro. Essa variação pode ser atribuída principalmente às discrepâncias no nível de exposição das aves aos antibióticos e às disparidades nas metodologias utilizadas, com ênfase nas variações nos tipos de antibióticos investigados. Ao considerar as bactérias totais, observou-se que as taxas de resistência nos isolados de nossa pesquisa foram mais elevadas para ciprofloxacina (28,1%), tetraciclina (25,0%) e enrofloxacina (18,8%). Lopes et al.⁽¹⁰⁾ analisaram isolados provenientes de suabes cloacais de psitacídeos levados a um Centro de Triagem de Animais Silvestres e testaram alguns dos antibióticos utilizados em nossa pesquisa. Esses pesquisadores observaram que as bactérias avaliadas com tetraciclina apresentaram um percentual de resistência superior (37,3%), enquanto enrofloxacina (9,3%) e ciprofloxacina

(5,6%) apresentaram percentuais inferiores. Também obtiveram taxas de resistência baixas em relação à gentamicina (2,5%); no entanto, registraram comparativamente percentuais mais elevados para sulfazotrim (28,6%). Em trabalho realizado por Horn et al.⁽⁵⁾, em canários-belga criados em gaiolas, observou-se também que as maiores taxas de resistência (55,7%) detectadas superaram as mais elevadas em nosso estudo (ciprofloxacina), contudo, é importante mencionar que o disco utilizado por esses pesquisadores (sulfonamidas, 300µg) não foi testado em nossa investigação. As taxas de resistência referente a tetraciclina e sulfazotrim também apresentaram-se mais elevadas, atingindo 39,3% e 29,5%, respectivamente, enquanto para enrofloxacina foi de 6,6%. Em aves de vida livre, taxas de resistência relacionadas à gentamicina (18,2%), ceftriaxona (20,0%) e meropeném (14,5%) apresentaram percentuais mais elevados do que os detectados em nossa investigação, ao passo que ocorreu o oposto em relação à tetraciclina (9,1%) e ciprofloxacina (9,1%)⁽²²⁾.

Ao analisar os percentuais de resistência por isolado, observou-se que as duas maiores taxas foram registradas para a bactéria *Serratia liquefaciens*, sendo a mais elevada quando utilizada a ciprofloxacina (66,6%) e a segunda mais alta quando aplicada a enrofloxacina (33,3%). Gaio et al.⁽³⁾, ao analisarem amostras de suabes cloacais de passeriformes provenientes do comércio ilegal, detectaram taxas de resistência mais elevadas, no entanto, em relação à *E. coli*, obtendo 91,8% para ciprofloxacina e 77,8% para enrofloxacina. Braconaro et al.⁽⁹⁾ também examinaram a presença de *E. coli* em passeriformes confiscados e encaminhados para reabilitação. Eles observaram percentuais de resistência elevados em relação a amoxicilina + ácido clavulânico (100,0%), entretanto em relação à tetraciclina (22,2%) e enrofloxacina (11,1%) os valores relativamente mais foram próximos aos encontrados em nossa pesquisa.

No que diz respeito à avaliação da multirresistência das enterobactérias totais, os resultados se assemelham mais a alguns estudos que investigaram aves em ambiente natural que utilizaram uma metodologia similar para analisar microrganismos. Isso inclui desconsiderar as taxas de resistência intrínsecas, as quais podem superestimar os índices. Nesses estudos, é possível observar taxas de resistência abaixo(11,1%), bem como, ligeiramente superiores (23,4%) às encontradas em nossa pesquisa^(21,60). Em aves mantidas em gaiolas em criações domésticas, Beleza et al.⁽⁶⁾ conseguiram identificar taxas de multirresistência mais elevadas, alcançando até 37,7% dos isolados de enterobactérias totais de canário. Marques et al.⁽⁴⁹⁾, ao investigarem psitacídeos destinados à criação doméstica alojados em pet shops, observaram taxa de multirresistência superior, porém, bem mais próxima à encontrada em nossa pesquisa (18,0%). Em relação à multirresistência em *E. coli*, nossa pesquisa não identificou nenhum caso. Apenas duas classes de antibióticos afetaram no máximo um isolado, observado em 30,0% dos casos. Entretanto, a literatura mostra que elevadas taxas de resistência antimicrobiana para essa espécie bacteriana pode ser encontrada. Por exemplo, um percentual de 67,0% de multirresistência já foi isolado em *E. coli* de aves de companhia (passeriformes e psitacíformes) em Istambul⁽⁶¹⁾. Além disso, taxas ainda mais elevadas foram obtidas por Braconaro et al.⁽⁹⁾, que relataram 92,6% de multirresistência em isolados oriundos de passeriformes mantidos em um centro de reabilitação.

Independente de não ser possível determinar o histórico dos passeriformes analisados, ou seja, se estiveram mantidos ou não por muito tempo em instalações ilegais, é razoável admitir que a menor ocorrência de resistência antimicrobiana observada em comparação com alguns dos estudos anteriores pode ser atribuída a uma possível menor exposição a antibióticos e ao contato limitado com bactérias resistentes durante sua permanência em recintos ou mesmo antes de sua captura. E se considerarmos que parte ou totalidade dos passeriformes tivesse sido recentemente capturada na natureza, o comportamento natural por procura de alimento pode também ter influenciado nas taxas de resistências observadas. Isso porque, embora os passeriformes do gênero *Sporophila* apresentem característica migratória e tenham contato com ambientes diversos, eles possuem hábitos alimentares predominantemente granívoros, deslocam-se preferencialmente para áreas com oferta abundante e diversificada de sementes, onde pousam nos talos das plantas para se alimentarem dos grãos produzidos^(62,63). Espécies de aves com esse comportamento, que buscam ambientes mais naturais e com menor intervenção humana, têm sido relatadas como menos propensas a albergarem microrganismos resistentes a antimicrobianos em comparação com as espécies onívoras com hábitos antropogênicos⁽⁶⁴⁾.

Embora em nossa pesquisa as taxas de resistência mais acentuadas tenham sido observadas somente em algumas circunstâncias, alguns casos pontuais merecem atenção, mesmo quando envolvem menores percentuais, como no caso do meropeném (6,3%), devido ao seu uso restrito a hospitais⁽²¹⁾. De uma maneira geral, todos os casos de resistência antimicrobiana detectados nessa pesquisa, incluindo o de multirresistência, devem ser considerados relevantes dada a perspectiva de reintrodução dessas aves ao ambiente natural. Isso porque há amplas evidências sugerindo que aves silvestres, em vida livre, têm a capacidade de migrar longas distâncias em curtos períodos de tempo, o que pode resultar no transporte de bactérias resistentes, as quais, por sua vez, têm potencial para serem transmitidas não apenas para humanos, mas também para outros animais silvestres ou domésticos^(4,21). Dessa maneira, torna-se importante que os órgãos ambientais considerem o problema da multirresistência a antimicrobianos antes da soltura das aves silvestres. Caso contrário, a disseminação desses agentes pelo meio ambiente, por meio de fezes contaminadas, pode se tornar uma ameaça concreta⁽¹⁰⁾.

5. Conclusão

Com base nos resultados da análise microbiológica, conclui-se que as amostras cloacais das aves do gênero *Sporophila*, provenientes do tráfico de animais silvestres e analisadas no Laboratório de Estudos Ornitológicos da Universidade Estadual do Ceará, apresentaram isolamento de diversos membros da ordem Enterobacteriales, sendo *E. coli* e *S. liquefaciens* as mais frequentes. Ao analisar as enterobactérias totais, as taxas de resistência dos antibióticos investigados não foram elevadas. Considerando as bactérias individualmente, o resultado de resistência considerado mais expressivo ocorreu em relação à *S. liquefaciens*. Quanto à presença de multirresistência antimicrobiana nos isolados totais, sua frequência foi considerada relativamente baixa e não foi observada em amostras de *E. coli*.

Declaração de conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse

Contribuições do autor

Conceituação: Melo LS, Paschoal Filho NM, Beleza AJF. Análise formal: Teixeira RSC, Paschoal Filho NM, Silva ING. Investigação, Metodologia: Freitas CMP, Melo LS, Ribeiro CDS, Fontão CC. Recursos: Lima BP, Silva ING. Validação: Maciel WC. Gerenciamento do projeto: Melo LS, Teixeira RSC. Supervisão: Melo LS, Teixeira RSC. Redação (Rascunho original): Teixeira RSC. Redação: Marques AR, Lopes ES (revisão e edição): Teixeira RSC.

Agradecimentos

Agradeço aos atuais e ex-integrantes do Laboratório de Estudos Ornitológicos pela dedicação oferecida no cuidado das aves silvestres, e ao Instituto Pró-Silvestre por possibilitar o acesso às aves e o apoio na realização desta investigação.

Referências

- Wyatt T, Miralles O, Massé F, Lima R, da Costa TV, Giovanini D. Wildlife trafficking via social media in Brazil. *Biol Conserv.* 2022;265:109420. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109420>.
- Cunha MPV, Guimarães MB, Davies YM, Milanelo L, Knöbl T. Bactérias gram-negativas em cardeais (*Paroaria coronata* e *Paroaria dominicana*) apreendidos do tráfico de animais silvestres. *Braz J Vet Res Anim Sci.* 2016;53(1):107-111. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.v53i1p107-111>.
- Gaio FC, Lopes ES, Lima BP, Carmo CC, Marques AR, Oliveira FR, Amaral MSMG, Paschoal Filho NM, Carreira AS, Beleza AJF, Teixeira RSC, Havt A, Maciel WC. Zoonotic bacteria isolated from wild Passeriformes recovered from animal trafficking in the State of Ceará/Brazil. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2019;71:1488-1496. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10092>.
- Bonnedahl J, Jarhult JD. Antibiotic resistance in wild birds. *Upsala J Med Sci.* 2014;119:113-116. <http://10.3109/03009734.2014.905663>
- Horn RV, Cardoso WM, Lopes ES, Teixeira RSC, Albuquerque ÁH, Rocha-e-Silva RC, Machado DN, Bezerra WGA. Identification and antimicrobial resistance of members from the Enterobacteriaceae family isolated from canaries (*Serinus canaria*). *Pesqui Vet Bras.* 2015;35:552-556. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015000600011>
- Beleza AJF, Maciel WC, Carreira AS, Bezerra WGA, Carmo CC, Havt A, Gaio FC, Teixeira RSC. Detection of Enterobacteriaceae, antimicrobial susceptibility, and virulence genes of *Escherichia coli* in canaries (*Serinus canaria*) in northeastern Brazil. *Pesqui Vet Bras.* 2019;39(3):201-208. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5829>
- Sigirci BD, Celik B, Kahraman BB, Bagcigil AF, Ak ST. Tetracycline resistance of Enterobacteriaceae isolated from feces of synanthropic birds. *J Exot Pet Med.* 2019;28:13-8. <https://doi.org/10.1053/JJEPM.2017.12.003>
- Wang J, Ma ZB, Zeng ZL, Yang XW, Huang Y, Liu JH. The role of wildlife (wild birds) in the global transmission of antimicrobial resistance genes. *Zool Res.* 2017;38(2):55-80. <https://doi.org/10.24272/j.issn.2095-8137.2017.003>
- Braconaro P, Saidenberg ABS, Benites NR, Zuniga E, da Silva AMJ, Sanches TC, Zwarg T, Brandão PE, Melville PA. Microbial Pathogenesis. 2015;88:65-72. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2015.08.006>
- Lopes ES, Maciel WC, Albuquerque AH, Machado DN, Bezerra WGA, Vasconcelos RH, Lima BP, Marietto-Gonçalves GA, Teixeira RSC. Prevalence and antimicrobial resistance profile of enterobacteria isolated from psittaciformes of illegal wildlife trade. *Acta Sci Vet.* 2015;43:1-9 Disponível em: <https://www.cabidigitalibrary.org/doi/full/10.5555/20163045093>
- Pereira RA, Canal CW, Schmidt V. Detecção de *Salmonella* sp. em emas (*Rhea americana*) através de suabes cloacais. *Acta Sci Vet.* 35(2),197-201. 2007. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ActaScientiaeVeterinariae/article/view/15970>
- Grond K, Sandercock BK, Jumpponen A, Zeglin LH. The avian gut microbiota: community, physiology and function in wild birds. *J. Avian Biol.* 2018. 49(11), e01788. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.15970>
- Souto WM, Torres MAR, Sousa BFCF, Lima KGCC, Vieira LTS, Pereira GA, Guzzi A, Silva MV, Pralon BGN. Singing

for cages: The use and trade of passeriformes as wild pets in an economic center of the Amazon—NE Brazil route. *Trop Conserv Sci*. 2017;10:1–19. <https://doi.org/10.1177/1940082917689898>

14. Oliveira WSL, Lopes SF, Alves RRN. Understanding the motivations for keeping wild birds in the semi-arid region of Brazil. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2018;14:1–14. <https://doi.org/10.1186/s13002-018-0243-6>.

15. Koneman EW, Allen SD, Janda WM, Procop G, Schreckenber P, Woods G. *Diagnóstico Microbiológico: Texto e Atlas Colorido*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2008. 1760 p.

16. CLSI. *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing*, 30th Edition. 2020.

17. Magiorakos AP, Srinivasan A, Carey RB, Carmeli Y, Falagas ME, Giske CG, Harbarth S, Hindler JF, Kahlmeter G, Olsson-Liljequist B, Paterson DL, Rice LB, Stelling J, Struelens MJ, Vatopoulos A, Weber JT, Monnet DL. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clin Microbiol Infect*. 2012;18(3):268–81. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x>

18. Dorrestein GM. Bacterial and parasitic diseases of passerines. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract*. 2009;12:433–51. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2009.07.005>

19. Glünder G. Occurrence of Enterobacteriaceae in feces of granivorous passeriform birds. *Avian Dis*. 1981;25:195–198. <https://doi.org/10.2307/1589841>

20. Di Francesco CE, Todisco G, Montani A, Profeta F, Di Provido A, Foschi G, Persiani T, Marsilio F. Reproductive disorders in domestic canaries (*Serinus canarius domesticus*): A retrospective study on bacterial isolates and their antimicrobial resistance in Italy from 2009 to 2012. *Vet Ital*. 2018;54:169-174. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11092289>

21. Beleza AJF, Maciel WC, Carreira AS, Marques AR, Lima BP, Nogueira CHG, Freitas CMP, Silva ING, Ribeiro LR, Melo LS, Filho NMP, Teixeira RSC, Vasconcelos RH. Wild birds as reservoirs of multidrug-resistant enterobacteria in Mulungu, Brazil. *Braz J Poult Sci*. 2024;26(01):1-14. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2022-1791>

22. Machado D, Lopes E, Albuquerque A, Bezerra W, Horn R, Lima S, Siqueira R, Beleza A, Oliveira F, Cardoso W, Teixeira R. Detecção e avaliação do perfil de sensibilidade antimicrobiana de enterobactérias isoladas de periquitos cara-suja (*Pyrrhura griseipectus*) em cativeiro. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2016;68(6):1732-6. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8819>

23. Hidasi HW, Neto JH, Moraes DMC, Linhares GFC, Jayme VS, Andrade MA. Enterobacterial detection and *Escherichia coli* antimicrobial resistance in parrots seized from the illegal wildlife trade. *J Zoo Wildl Med*. 2013;44:1-7. <https://doi.org/10.1638/1042-7260-44.1.1>

24. Vaz FF, Serafini PP, Locatelli-Dittrich R, Meurer R, Durigon EL, Araújo JD, Thomazelli LM, Ometto T, Sipinski EAB, Sezerban RM, Abbud MC, Raso TF. Survey of pathogens in threatened wild red-tailed Amazon parrot (*Amazona brasiliensis*) nestlings in Rasa Island, Brazil. *Braz J Microbiol*. 2017;48(4):747-753. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2017.03.004>

25. Biagioni MC, Solane GG, Crepaldi NHF, Silva ML, Caiaffa MG, Mercedes MR, Oliveira MVM, Teixeira RHF. Identificação de Enterobactérias e Resistência Antimicrobiana em Maritacas (*Psittacara leucophthalmus*) de Vida Livre. *Ars Veterinaria*. 2023;39(4):105-109. <https://doi.org/10.15361/2175-0106.2023v39n4p105-109>

26. Marietto-Gonçalves GA, Almeida SM, Lima ET, Andreatti-Filho RL. *Detecção de Escherichia coli e Salmonella* sp. em microbiota intestinal de Psittaciformes em fase de reabilitação para soltura. *Braz J Vet Res Anim Sci*. 2010;47:185–189. doi: <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2010.26853>

27. Lopes ES, Cardoso WM, Albuquerque ÁH, Teixeira RSC, Salles RPR, Bezerra WGA, Rocha e Silva RC, Lima SVG, Sales RJPF, Vasconcelos RH. Isolation of *Salmonella* spp. in captive Psittaciformes from zoos and a commercial establishment of Fortaleza, Brazil. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 66(3). 2014. <https://doi.org/10.1590/1678-41626643>

28. Lopes ES, Maciel WC, Teixeira RSC, Albuquerque AH, Vasconcelos RH, Machado DN, Bezerra WGA, Santos ICL. Isolamento de *Salmonella* spp. e *Escherichia coli* de psittaciformes: relevância em saúde pública. *Arq Inst Biol*. 2016;83. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000602014>

29. Murer L, Didoné SR, Freitas ABB, Lovato M. Investigação de *Salmonella* spp. em Psittaciformes exóticos e

nativos mantidos em cativeiro na região central do Rio Grande do Sul. Arq Bras Med Vet Zootec. 2018; 815-22. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9794>

30. Calaça KL, Cervi RC, Reis SA, Nunes IA, Jayme VDS, Andrade MA. Ocorrência de *Escherichia coli* em psitacídeos cativos: suscetibilidade antimicrobiana e genes de virulência. Ciência Anim Bras. 2021;21. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v21e-60433>

31. Silva NMVD, Santos Filho L, Leite EL, Oliveira CJBD. Occurrence of KPC-Producing *Escherichia coli* in Psittaciformes Rescued from Trafficking in Paraíba, Brazil. Int J Environ Res Public Health. 2021;18:95. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010095>

32. Rocha-e-Silva RC, Cardoso WM, Horn RV, Cavalcanti CM, Beleza AJF, Almeida CP, Bezerra WGA, Carmo CC, Nogueira CHG, Lima BP, Marques AR, Teixeira RSC. Relationship between clinical symptomatology on the isolation of *Salmonella* Gallinarum of Japanese quail (*Coturnix coturnix*). Arq Bras Med Vet Zootec. 2018;70:1187-1194. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9869>.

33. Dorrestein GM. Diagnostic approaches and management of diseases in captive passerines. Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine. 2003;12(1):11–20. <https://doi.org/10.1053/saep.2003.127881>

34. Nemeth NM, Gonzalez-Astudillo V, Oesterle PT, Howerth EW. A 5-year retrospective review of avian diseases diagnosed at the Department of Pathology, University of Georgia. J Comp Pathol. 2016;155:105–120. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2016.05.006>

35. Hubálek Z. An annotated checklist of pathogenic microorganisms associated with migratory birds. J Wildl Dis. 2004;40:639–59. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-40.4.639>

36. Matias CAR, Pereira IA, Reis EMF, Rodrigues DP, Siciliano S. Frequency of zoonotic bacteria among illegally traded wild birds in Rio de Janeiro. Braz J Microbiol. 2016;47(4):882–888. <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.07.012>

37. Latham B, Leishman A, Martin J, Phalen D. Establishing normal fecal flora in wild Australian passerine birds by use of the fecal gram stain. J Zoo Wildl Med. 2017;48(3):786-793. <https://doi.org/10.1638/2016-0120.1>

38. Davies YM, Guimarães MB, Milanelo L, Oliveira MGX de, Gomes VT de M, Azevedo NP, Cunha MPV, Moreno LZ, Romero DC, Christ APG, Sato MIZ, Moreno AM, Ferreira AJP, Sá LRM de, Knöbl T. A survey on gram-negative bacteria in saffron finches (*Sicalis flaveola*) from illegal wildlife trade in Brazil. Braz J Vet Res Anim Sci. 2016;53(3):286-294. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2016.109042>.

39. Díaz-Sánchez S, López A, Gamino V, Sánchez S, Ewers C, Höfle U. A colibacillosis outbreak in farmed red-legged partridges (*Alectoris rufa*). Avian Dis. 2012;57:143-146. <https://doi.org/10.1637/10273-061112-Case.1>.

40. Bergerer JL, Pogorian N, Zainah H. Egads It's Enterobacteriaceae: *Serratia rubidaea* Urinary Tract Infection & *Enterobacter aerogenes* Bacteremic Urinary Tract Infection. Open J Nephrol. 2022;12(1):124-132. <https://doi.org/10.4236/ojneph.2022.121012>

41. Mahlen SD. *Serratia* infections: from military experiments to current practice. Clin Microbiol Rev. 2011;24:755–791. <https://doi.org/10.1128/CMR.00017-11>

42. Tripathi AK, Erdmann MWH. Bird-bite infection and pyoderma gangrenosum: A rare combination? Br J Plast Surg. 2008;61:1409-1410. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2008.06.004>

43. Fudge AM. Diagnosis and treatment of avian bacterial disease. Semin Avian Exot Pet Med. 2001;10:3–11. <https://doi.org/10.1053/saep.2001.19542>

44. Murugkar HV, Rahman H, Kumar A, Bhattacharyya D. Isolation, phage typing & antibiogram of *Salmonella* from man and animals in northeastern India. Indian J Med Res. 2005; 122:237–42. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16251781/>

45. Santos LR, Nascimento VP, Flores ML. *Salmonella enteritidis* isoladas de amostras clínicas de humanos e de alimentos envolvidos em episódios de toxi-infecções alimentares, ocorridas entre 1995 e 1996, no Estado do Rio Grande do Sul. Hig Aliment. 2002;16:93-99. Disponível em: <https://higienealimentar.com.br/102-2/>

46. Olinda RG, Souza MCA, Figueiredo JN, Silva JMC, Alves ND, Bezerra FSB, Feijó FMC. Diagnosis of *Proteus* spp. in wild birds raised under captivity in Rio Grande do Norte, Brazil. Arq. Inst. Biol. 2012;79(2):301-303. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/mpQSZ5Pjy9CCwXKhcSsqKkf/?lang=en>

47. Tian L, Gao C, Lu J, Liao S, Gong G. Key biological processes and essential genes for *Proteus mirabilis* biofilm development inhibition by protocatechuic acid. *Int J Food Microbiol.* 2024;412:110570. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2024.110570>
48. Marques C, Belas A, Aboim C, Trigueiro G, Cavaco-Silva P, Gama LT, Pomba C. Clonal relatedness of *Proteus mirabilis* strains causing urinary tract infections in companion animals and humans. *Vet Microbiol.* 2019;228:77–82. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.10.015>
49. Marques AR, Lima BP, Teixeira RSC, Albuquerque AH, Lopes ES, Maciel WC, Beleza AJF, Alencar TR. Zoonotic bacteria research and analysis of antimicrobial resistance levels in parrot isolates from pet shops in the city of Fortaleza, Brazil. *Pesq Vet Bras.* 2021;41:e06837. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-6837>
50. Karmoker J, Islam S, Liton Rana M, Ullah A, Nelay FH, Oishy NM, et al. Molecular detection and multidrug resistance of *Shigella* spp. isolated from wild waterfowl and migratory birds in Bangladesh. *Vet Med Int.* 2023;2023:1–9. <https://doi.org/10.1155/2023/5374216>
51. Vicens R, Richard C, Coulanges P, Rasoamamunja MA. A reservoir of *Shigella* of avian origin: herons and birds of prey of the zoological garden in Tananarive. *Bull Soc Pathol Exot Filiales.* 1987;80:295–300. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3304678/>
52. Xu LJ, Wang CQ, Hu GZ, Kang XT, Ren J, Zhang CZ, Liang J. Discovery on shigellosis of flock in China and studies on the pathogenic specialty. *Chin J Prev Vet Med.* 2004;26:281–286. Disponível em: https://www.oriprobe.com/journals/zgyfsyxb/2004_4.html.
53. Taneja N, Mewara A. Shigellosis: epidemiology in India. *Indian J Med Res.* 2016;143(5):565. <https://doi.org/10.4103/0971-5916.187104>.
54. Godoy SN, Matushima ER. A survey of diseases in passeriform birds obtained from illegal wildlife trade in São Paulo City, Brazil. *J Avian Med Surg.* 2010;24:199–209. <https://doi.org/10.1647/2009-029.1>
55. Wang Z. Stress resistance of Enterobacteriaceae in food and water [dissertation]. Edmonton (AB): University of Alberta; 2021:196 p. Disponível em: <https://era.library.ualberta.ca/items/7210612f-1ec6-407d-83e7-4db1e4da931e>.
56. Dutkiewicz J, Mackiewicz B, Lemieszek MK, Golec M, Milanowski J. *Pantoea agglomerans*: A mysterious bacterium of evil and good. Part IV. Beneficial effects. *Ann Agric Environ Med.* 2016;23:206–222. <https://doi.org/10.5604/12321966.1203879>
57. Trabelcy B, Shteindel N, Lalzar M, Izhaki I, Gerchman Y. Bacterial detoxification of plant defense secondary metabolites mediates the interaction between a shrub and frugivorous birds. *Nat Commun.* 2023;14(1):1821. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37525-6>
58. Kirzinger MW, Butz CJ, Stavrínides J. Inheritance of *Pantoea* type III secretion systems through both vertical and horizontal transfer. *Mol Genet Genom.* 2015;290:2075–2088. <https://doi.org/10.1007/s00438-015-1062-2>.
59. Marais CV, Mears S, Dix-Peek SI, Pillay K, Dunn RN. *Pantoea agglomerans* as a rare cause of cervical spondylodiscitis. *SA Orthop J.* 2015;14:40–43. Disponível em: <https://saoj.org.za/index.php/saoj/article/view/141>
60. Beleza AJF, Maciel WC, Carreira AS, Marques AR, Nunes FP, Raso TF, Vasconcelos RH, Teixeira RSC. Antimicrobial susceptibility profile of enterobacteria isolated from wild grey-breasted parakeets (*Pyrrhura griseipectus*). *Pesquisa Veterinária Brasileira* 2021;41(1):e06696. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-6696>
61. Sigirci BD, Celik B, Halac B, Adiguzel MC, Kecek I, Metiner K, Ikiz S, Bagcigil AF, Ozgur NY, Ak S, Kahraman BB. Antimicrobial resistance profiles of *Escherichia coli* isolated from companion birds. *J King Saud Univ Sci.* 2020;32:1069–1073. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11081079>
62. González, G. (2013). Primer registro documentado del Corbatita Overo (*Sporophila lineola*) en Chile. *El hornero*, 28(2), 75-78. <http://www.scielo.org.ar/pdf/hornero/v28n2/v28n2a04.pdf>
63. Ilha IMN, Ragusa-Netto J. (2023). Seedeaters and seeds at a *Tecoma savanna* in the southern Pantanal, Brazil. *Ornitología Neotropical*, 34(2), 128-137. <https://doi.org/10.58843/ornneo.v34i2.1003>
64. Jarma D, Sánchez MI, Green AJ, Peralta-Sánchez JM, Hortas F, Sánchez-Melsió A, Borrego CM (2021) Faecal microbiota and antibiotic resistance genes in migratory waterbirds with contrasting habitat use. *Sci Total Environ* 783:146872. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146872>

