

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**FORMAÇÃO DE BIOFILME, MULTIRRESISTÊNCIA AOS
ANTIMICROBIANOS E DETECÇÃO DE GENES RELACIONADOS
A PRODUÇÃO DE CARBAPENEMASES EM ESPÉCIES DE
Klebsiella, DIAGNOSTICADAS POR ESPECTROMETRIA DE
MASSAS, ISOLADAS DE DIFERENTES INFECÇÕES CLÍNICAS
EM CÃES**

PATRIK JUNIOR DE LIMA PAZ

Botucatu, SP

Janeiro – 2026

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**FORMAÇÃO DE BIOFILME, MULTIRRESISTÊNCIA AOS
ANTIMICROBIANOS E DETECÇÃO DE GENES RELACIONADOS
A PRODUÇÃO DE CARBAPENEMASES EM ESPÉCIES DE
Klebsiella, DIAGNOSTICADAS POR ESPECTROMETRIA DE
MASSAS, ISOLADAS DE DIFERENTES INFECÇÕES CLÍNICAS
EM CÃES**

Dissertação apresentada junto ao
Programa de Pós-graduação em
Medicina Veterinária da FMVZ-
UNESP/Botucatu, SP, para obtenção do
título de MESTRE.

Patrik Junior de Lima Paz
Orientador: Prof. Titular Márcio Garcia
Ribeiro

Botucatu, SP

Janeiro – 2026

P348f	Paz, Patrik Junior de Lima Formação de biofilme, multirresistência aos antimicrobianos e detecção de genes relacionados a produção de carbapenemases em espécies de <i>Klebsiella</i>, diagnosticadas por espectrometria de massas, isoladas de diferentes infecções clínicas em cães / Patrik Junior de Lima Paz. -- Botucatu, 2026 68 p. : il., tabs., fotos Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu Orientadora: Márcio Garcia Ribeiro 1. Microbiologia veterinária. 2. Doenças transmissíveis em animais. 3. Multirresistência bacteriana. 4. <i>Klebsiella pneumoniae</i>. 5. Formação de biofilme. I. Título.
-------	---

Nome do autor: Patrik Junior de Lima Paz

Título: FORMAÇÃO DE BIOFILME, MULTIRRESISTÊNCIA AOS ANTIMICROBIANOS E DETECÇÃO DE GENES RELACIONADOS A PRODUÇÃO DE CARBAPENEMASES EM ESPÉCIES DE *Klebsiella*, DIAGNOSTICADAS POR ESPECTROMETRIA DE MASSAS, ISOLADAS DE DIFERENTES INFECÇÕES CLÍNICAS EM CÃES

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Titular Márcio Garcia Ribeiro

Presidente e Orientador

Departamento de Produção Animal e Medicina Veterinária Preventiva, FMVZ-UNESP/Botucatu - SP

Prof. Marconi Rodrigues de Farias

Membro

Pontifícia Universidade Católica do Paraná-PUC-PR, Curitiba - PR

Dr. Fábio Vinicius Ramos Portilho

Membro

Enfermidades Infecciosas dos Animais

Hospital Veterinário - UNESP/Botucatu - SP

Data da defesa: 26 de janeiro de 2026.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde, sabedoria e força concedidas durante toda esta caminhada.

Ao meu orientador, Prof. Titular Márcio Garcia Ribeiro, pela paciência, dedicação, confiança e pelos ensinamentos transmitidos, que foram fundamentais para a realização deste trabalho e para minha formação acadêmica e profissional.

À banca examinadora, pela disponibilidade e pelas contribuições valiosas que enriqueceram este estudo.

Aos professores e servidores técnico-administrativos do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da FMVZ-UNESP/Botucatu-SP, que sempre estiveram dispostos a auxiliar e compartilhar seus conhecimentos.

Aos colegas de pesquisa e amigos de jornada, pela convivência, apoio e incentivo em todos os momentos, tornando esta etapa mais leve e significativa.

À minha família, base de minha vida, pelo amor incondicional, compreensão, incentivo e apoio em todos os momentos desta trajetória. Em especial, aos meus pais, Mércia e Marino, pelo exemplo de dedicação e perseverança, pelo carinho, paciência e suporte.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, pela parceria e auxílio fornecido.

À FAPESP pelo auxílio à pesquisa sob número de processo 2024/00496-0 por todo auxílio durante o desenvolvimento da pesquisa.

Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste trabalho, deixo aqui meu mais sincero agradecimento.

*“Em algum lugar, algo incrível está esperando para ser
descoberto”*

Carl Sagan

RESUMO

PAZ, P.J.L. **FORMAÇÃO DE BIOFILME, MULTIRRESISTÊNCIA AOS ANTIMICROBIANOS E DETECÇÃO DE GENES RELACIONADOS A PRODUÇÃO DE CARBAPENEMASES EM ESPÉCIES DE *Klebsiella*, DIAGNOSTICADAS POR ESPECTROMETRIA DE MASSAS, ISOLADAS DE DIFERENTES INFECÇÕES CLÍNICAS EM CÃES**. Botucatu – SP. 2026. 68p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

Klebsiella spp. são bactérias oportunistas patogênicas para animais e humanos, particularmente *Klebsiella pneumoniae*, frequentemente associada a infecções respiratórias, geniturinárias e sistêmicas em cães e adquiridas em ambientes hospitalares de humanos, resistentes ao tratamento com antimicrobianos convencionais. Neste cenário, a formação de biofilme, multirresistência aos antimicrobianos e genes relacionados a produção de carbapenemases foi investigada em 55 isolados de *Klebsiella* obtidos de diferentes infecções em cães. A identificação por espectrometria de massas (MALDI-TOF MS) revelou predominância de *K. pneumoniae* (74,5%), seguida por *K. variicola* (20%), *K. aerogenes* (3,6%) e *K. oxytoca* (1,8%). As infecções mais frequentes foram de origem urinária (47,3%), reprodutiva (10,9%) e respiratória (9,1%), sem predileção por sexo, mas com maior ocorrência em animais adultos e velhos. No teste *in vitro* de sensibilidade microbiana, o cloranfenicol apresentou moderada eficácia (78,2%) frente aos isolados. Em contraste, foi observada elevada multirresistência dos isolados (36,4%), principalmente *K. pneumoniae*, particularmente para fluorquinolonas (enrofloxacino 45,5% e levofloxacino 45,5%) e derivados β -lactâmicos (amoxicilina + ácido clavulânico 38,2% e cefalosporinas, *i.e.*, cefalexina 45,5% e ceftriaxona 41,8%). A detecção fenotípica e molecular identificou o gene *blaKPC* em 1,8% (1/55) dos isolados, confirmando a presença de carbapenemase em cães no Brasil. A formação de biofilme foi observada em 100% dos isolados. A alta frequência de multirresistência dos isolados, particularmente *K. pneumoniae*, e a identificação genética de *blaKPC*, reforçam a necessidade do uso racional de antimicrobianos em animais, particularmente em virtude do estreito contato entre humanos e cães, e da necessidade de vigilância contínua da resistência bacteriana, problema emergente, de ordem mundial, no contexto de *One Health*. O presente estudo contribui com a identificação molecular de espécies de *Klebsiella*, com a vigilância da multirresistência de *K. pneumoniae* e formação de biofilme, em isolados obtidos de cães com diferentes infecções clínicas.

Palavras-chave: animais de companhia, *Klebsiella pneumoniae*, carbapenemases, MALDI-TOF MS, bactérias multirresistentes.

ABSTRACT

PAZ, P.J.L. **BIOFILM FORMATION, MULTIDRUG RESISTANCE, AND IDENTIFICATION OF GENES RELATED TO CARBAPENEMASE-PRODUCING IN *Klebsiella* SPECIES, DIAGNOSED BY MASS SPECTROMETRY, ISOLATED FROM DISEASED DOGS.** Botucatu – SP. 2025. 68p. Qualificação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

Klebsiella spp. are opportunistic bacteria pathogenic for humans and animals, especially *Klebsiella pneumoniae*, which is often associated with respiratory, genitourinary, and systemic infections in dogs and acquired in human hospitals, frequently resistant to conventional antimicrobials. In this scenario, biofilm formation, multidrug resistance to antimicrobials and genes related to carbapenemases production were investigated among 55 *Klebsiella* isolates obtained from diseased dogs. Identification by mass spectrometry (MALDI-TOF MS) revealed a predominance of *K. pneumoniae* (74.5%), followed by *K. variicola* (20%), *K. aerogenes* (3.6%), and *K. oxytoca* (1.8%). The most frequent infections were urinary (47.3%), reproductive (10.9%), and respiratory (9.1%), with no predilection for sex, but with a higher occurrence in adult and elderly animals. *In vitro* susceptibility testing revealed that chloranfenicol showed moderate efficacy (78.2%) against the isolates. In contrast, high multidrug resistance was observed among isolates (36.4%), mainly *K. pneumoniae*, particularly to fluoroquinolones (enrofloxacin 45.5% and levofloxacin 45.5%) and β -lactam derivatives (amoxicillin + clavulanic acid 38.2% and cephalosporins, *i.e.*, cephalexin 45.5% and ceftriaxone 41.8%). Phenotypic and molecular detection identified the *blaKPC* gene in 1.8% (1/55), confirming the presence of carbapenemases in dogs from Brazil. Biofilm formation was identified in 100% of isolates. The high multidrug resistance of isolates, particularly *K. pneumoniae*, and genetic identification of *blaKPC*, reinforce the need of rational use of antimicrobials in animals, especially owing to close contact between humans and dogs, in addition to the need of continuous vigilance of bacterial resistance, an emergent and global issue in *One Health* perspective. The present study contributes to molecular identification of *Klebsiella* species, vigilance of multidrug resistance of *K. pneumoniae*, and biofilm formation in isolates recovered from diseased dogs.

Keywords: companion animals, *Klebsiella pneumoniae*, carbapenems, MALDI-TOF MS, multidrug-resistant bacteria.

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Phenotypic aspects of <i>Klebsiella</i> species isolated from diseased dog	43
Fig. 2. Molecular detection of carbapenems-resistant <i>bla</i> KPC gene in <i>Klebsiella</i> spp. isolated from different clinical infections in dogs.....	43

LISTA DE TABELAS

Table 1. Starters and fragment size of virulence genes characteristic of hypervirulent <i>Klebsiella pneumoniae</i>	44
Table 2. Primers and PCR conditions used for the detection of carbapenems resistance genes in <i>Klebsiella</i> species isolated from dogs with different clinical infections	44
Table 3. ATCC controls and their respective sequencing records deposited in GenBank	44
Table 4. Different clinical conditions in dogs diseased by <i>Klebsiella</i> species.....	45
Table 5. <i>In vitro</i> susceptibility profile (disc diffusion test) in <i>Klebsiella</i> isolates from different clinical conditions in dogs.....	45

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	102
1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1. Taxonomia e propriedades gerais.....	17
2.2. Infecções por espécies de <i>Klebsiella</i> em cães.....	19
2.3. Infecções em humanos.....	21
2.4. Resistência aos antimicrobianos.....	22
2.5. <i>Klebsiella pneumoniae</i> produtoras de carbapenemases.....	24
2.6. <i>Klebsiella pneumoniae</i> produtoras de carbapenemases em cães.....	24
2.7. Espécies de <i>Klebsiella</i> hipervirulentas.....	25
2.8. Biofilmes.....	27
3. OBJETIVOS.....	29
3.1. Objetivos específicos.....	29
CAPÍTULO 2.....	32
ARTIGO CIENTÍFICO.....	31
ABSTRACT.....	31
INTRODUCTION.....	32
MATERIALS AND METHODS.....	33
Sample design.....	33
Animals and samples.....	33
Microbiological culture.....	33
<i>In vitro</i> antimicrobial susceptibility profile.....	33
Identification by mass spectrometry (MALDI-TOF MS).....	33
Biofilm formation.....	33
Molecular detection of <i>blaKPC</i> and <i>blaNDM</i> genes.....	34
Statistical analysis.....	34
RESULTS.....	34
Selected epidemiological data.....	34
Microbiological findings and mass spectrometry identification of <i>Klebsiella</i> species.....	34
Clinical signs.....	34
<i>In vitro</i> antimicrobial susceptibility pattern.....	34
Hypervirulence.....	35
Biofilm.....	35
Molecular identification of carbapenems.....	35
Statistical analysis.....	35
DISCUSSION.....	35
CONCLUSIONS.....	37
Acknowledgements.....	38
Author Contributions.....	38
Ethics approval.....	38
Conflict of interest statement.....	38
REFERENCES.....	38
CAPÍTULO 3.....	46
DISCUSSÃO GERAL.....	47
CONCLUSÕES GERAIS.....	53
BIBLIOGRAFIA.....	54

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Klebsiella sp. são bactérias presentes no solo, água, plantas, matéria orgânica, e comensais do trato respiratório e digestório de humanos (Hu *et al.*, 2021; Sykes, 2023) e animais (Dai; Hu, 2022). Frequentemente estão associadas com infecções oportunistas transmitidas geralmente por via fecal-oral para animais e humanos, embora seja possível a infecção do patógeno por via extraentérica para o trato geniturinário, glândulas mamárias e respiratória (Wyres; Lam; Holt, 2020).

A patogenicidade de *K. pneumoniae* tem sido atribuída a diferentes fatores de virulência, incluindo sorotipos capsulares (K1 e K2), adesinas (*fimH*-1, *mrkD*), sistemas de captação de ferro (sideróforos, *iucC*), lipopolissacarídeos da parede celular, bacteriocinas (*entB*) e resistência sérica (*traT*) (Wareth; Neubauer, 2021).

Grande variedade de sinais clínicos estão relacionados às infecções por espécies de *Klebsiella* em animais domésticos, embora distúrbios urinários, respiratórios, mamários e do trato reprodutivo sejam mais frequentes (Schukken *et al.*, 2012; Sykes, 2023).

Em cães, as espécies *K. pneumoniae* e *K. oxytoca* têm sido predominantemente isoladas, por vezes associadas a sinais clínicos graves (pneumonia, encefalite, osteomielite, efusão pleural) e complicações como choque endotóxico e sepse (Sykes, 2023).

O diagnóstico de rotina das espécies de *Klebsiella* nas diferentes infecções em animais tem sido baseado em métodos fenotípicos tradicionais (Quinn *et al.*, 2011; Ribeiro *et al.*, 2022) que, por vezes, não são suficientes para identificar todas as espécies do patógeno. (Soliman *et al.*, 2024).

Os principais antimicrobianos utilizados no tratamento de infecções por espécies de *Klebsiella* em cães são dos grupos ou classes dos aminoglicosídeos, fluorquinolonas, cefalosporinas, penicilinas e derivados beta-lactâmicos e sulfonamidas (Sykes, 2023).

A multirresistência aos antimicrobianos em bactérias de origem animal é considerada preocupação emergente em Saúde Única, de âmbito mundial (Araújo *et al.*, 2023). Espécies de *Klebsiella* sp. estão incluídas na lista de prioridades de bactérias resistentes aos antimicrobianos, divulgada pela

35 Organização Mundial de Saúde (Who, 2023), comumente identificadas como
36 multirresistentes (MDR), gerando grande desafio terapêutico e de controle no
37 contexto de Saúde Única (Marques *et al.*, 2019). Estudo retrospectivo no Brasil
38 com isolados de *Klebsiella* sp. obtidos de animais domésticos revelou que a
39 maior ocorrência de multirresistência dos isolados aos antimicrobianos foi
40 observada em casos de mastite bovina, piometra em éguas, e infecções
41 geniturinárias, diarreia e pneumonia em cães (Ribeiro *et al.*, 2022).

42 Em humanos, as infecções por espécies de *Klebsiella* têm sido
43 adquiridas principalmente em hospitais, causando casos graves de pneumonia,
44 sepse e encefalite, com alta mortalidade (Wyres; Lam; Holt, 2020; Lam *et al.*,
45 2021).

46 A resistência de *Klebsiella* sp. aos antimicrobianos pode ocorrer por via
47 genética (cromossomal ou por elementos genéticos móveis, *e.g.*, plasmídeos,
48 transposons, integrons), ou favorecida pela formação de biofilmes (Rather *et al.*,
49 2021; Asma *et al.*, 2022).

50 *K. pneumoniae* é usualmente resistente aos antimicrobianos
51 convencionais, reconhecida por carrear e disseminar genes de resistência aos
52 antimicrobianos entre as espécies de *Klebsiella* ou mesmo para outras bactérias
53 gram-negativas, incluindo genes que codificam enzimas do grupo das
54 carbapenemases (*blaKPC*, *blaNDM* e *blaOXA-48*). Desde 2013, o *Centers for*
55 *Diseases Control* (CDC) dos EUA, considera que enterobactérias produtoras de
56 carbapenemases são uma das três principais preocupações emergentes em
57 Saúde Única, posto que apresentam crescente dispersão global,
58 multirresistência aos antimicrobianos convencionais e causam infecções com
59 altas taxas de morbimortalidade em humanos (Altayb *et al.*, 2022; Juliet;
60 Nachimuthu, 2025).

61 As carbapenemases constituem grupo de enzimas capazes de hidrolisar
62 os antimicrobianos β -lactâmicos, utilizados há décadas como eleição no
63 tratamento de infecções em humanos causadas por bactérias gram-negativas
64 multirresistentes (Pulss *et al.*, 2018; Sheu *et al.*, 2019). Apesar da produção de
65 carbapenemases ser clinicamente relevante em *Escherichia coli* e *Pseudomonas*
66 *aeruginosa*, os genes que codificam tais enzimas parecem predominar em
67 isolados de *K. pneumoniae*, tornando essenciais estudos de vigilância da
68 multirresistência do patógeno em isolados de origem humana e animal

69 (Meletiadiis *et al.*, 2021).

70 Estudos investigando genes de *K. pneumoniae* associados com a
71 produção de carbapenemases isoladas de animais de companhia são escassos,
72 subdiagnosticados ou restritos a relatos de casos (Sellera *et al.*, 2021). Tal fato
73 gera preocupação quanto aos riscos dos cães e gatos servirem como
74 disseminadores de *K. pneumoniae* multirresistentes, incluindo aos
75 carbapenêmicos (Pulss *et al.*, 2018), posto o crescente aumento de animais de
76 companhia em todo o mundo e o estreito contato entre tutores com cães e gatos
77 (Brilhante *et al.*, 2021; Sellera *et al.*, 2021).

78 Diferentes mecanismos estão envolvidos com a capacidade de
79 adaptação e desenvolvimento de resistência bacteriana à terapia antimicrobiana,
80 incluindo variações de expressão gênica, alterações do metabolismo, limitação
81 de nutrientes e produção de proteínas (Vestby *et al.*, 2020). Neste contexto, os
82 biofilmes se caracterizam como comunidade complexa e altamente organizada
83 de bactérias aderidas a superfícies bióticas e abióticas, com a presença de
84 polissacarídeos, proteínas e DNA, propiciando ambiente para a sobrevivência
85 dos microrganismos e, principalmente, capazes de evadir da resposta imune do
86 hospedeiro e de resistir aos antimicrobianos, antissépticos, desinfetantes e
87 variações de temperatura. A formação do biofilme aumenta a persistência
88 microbiana no ambiente, fômites e focos infecciosos, com destaque para a
89 recalcitrância coletiva, definida como a capacidade dos biofilmes possibilitarem
90 a sobrevida bacteriana em altas concentrações dos antimicrobianos, incluindo
91 por espécies de *Klebsiella*. A formação de biofilme bacteriano está presente em
92 infecções crônicas e recorrentes, dificultando o tratamento e contribuindo para as
93 altas taxas de morbimortalidade nas infecções pelo patógeno (Uruén *et al.*,
94 2021).

95 Nas últimas décadas, a emergência de isolados hipervirulentos de *K.*
96 *pneumoniae* (hvKp) tem ampliado a relevância clínica desse patógeno,
97 especialmente devido à capacidade de causar infecções invasivas graves em
98 indivíduos imunocompetentes (Wang *et al.*, 2020; Wyres *et al.*, 2020).
99 Diferentemente dos isolados associados às infecções nosocomiais e à
100 resistência aos antimicrobianos convencionais, as hvKp caracterizam-se por
101 repertório ampliado de fatores de virulência, incluindo a superprodução de
102 cápsula polissacarídica regulada pelos genes *mpA* e *mpA2*, além de sistemas

103 eficientes de captação de ferro, como aerobactina, salmochelina e
104 yersiniabactina (Lam *et al.*, 2018; Nagendra *et al.*, 2025b). Esses fatores de
105 virulência conferem elevada capacidade de evasão imune, disseminação
106 sistêmica e danos teciduais, estando frequentemente associados aos sorotipos
107 capsulares K1 e K2. Mais recentemente, a convergência entre hipervirulência e
108 resistência aos antimicrobianos, especialmente aos carbapenêmicos, tem sido
109 descrita como preocupação emergente à saúde global, reforçando a
110 necessidade de vigilância epidemiológica integrada no contexto de Saúde Única
111 (Han *et al.*, 2022; Pu *et al.*, 2023).

112 Considerando este cenário, o presente estudo investigou a formação de
113 biofilmes, a ocorrência de resistência aos antimicrobianos e a presença dos
114 principais genes relacionados a produção de carbapenemases (*bla*KPC e
115 *bla*NDM), em isolados de *Klebsiella* obtidos de diferentes infecções clínicas em
116 cães, com a detecção molecular em nível das espécies por espectrometria de
117 massas.

118

BIBLIOGRAFIA

ABREU, R.; MATOS, A.; CAPELA, L.; JORGE, R.; GUERREIRO, J. F.; PEREIRA, G.; CUNHA, E.; CHAMBEL, L.; TAVARES, L.; BOYEN, F.; OLIVEIRA, M. Extended-Spectrum β -Lactamase-Producing *Klebsiella pneumoniae* in Dogs from Cape Verde and São Tomé and Príncipe: Implications for Public Health. **Antibiotics**, [s. l.], v. 14, n. 4, p. 1–19, 2025.

AL ISMAIL, D.; CAMPOS-MADUENO, E. I.; DONÀ, V.; ENDIMIANI, A. Hypervirulent *Klebsiella pneumoniae* (hvKp): Overview, Epidemiology, and Laboratory Detection. **Pathogens and Immunity**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 80–119, 2025. Disponível em: <https://www.paijournal.com/index.php/paijournal/article/view/777>.

ALTAYB, H.N.; ELBADAWI, H.S.; ALZHRANI, F.A.; BAOTHMAN, O.; KAZMI, I.; NADEEM, M.S.; HOSAWI, S.; CHAIEB, K. Co-Occurrence of β -Lactam and Aminoglycoside Resistance Determinants among Clinical and Environmental Isolates of *Klebsiella pneumoniae* and *Escherichia coli*: A Genomic Approach. **Pharmaceuticals**, v. 15, n. 8, 2022. 28

AMMAR, A.; ABD EL-AZIZ, N.; MOHAMED, S. Biofilm Formation and its Correlation with Antimicrobial Resistance in *Klebsiella pneumoniae*. **Zagazig Veterinary Journal**, [s. l.], v. 48, n. 4, p. 366–377, 2020.

ARAÚJO, D.; CASTRO, J.; MATOS, F.; OLIVEIRA, R.; RAMOS, C.; ALMEIDA, C.; SILVA, S. Exploring the prevalence and antibiotic resistance profile of *Klebsiella pneumoniae* and *Klebsiella oxytoca* isolated from clinically ill companion animals from North of Portugal. **Research in Veterinary Science**, v. 159, n. December 2022, p. 183–188, 2023.

ASMA S T, IMRE K, MORAR A, HERMAN V, ACAROS U, MUKHTAR H, ARSLAN-ACAROS D, SHAH S R A, GERLACH R. An Overview of Biofilm Formation–Combating Strategies and Mechanisms of Action of Antibiofilm Agents. **Life**, v. 12, n. 8, p. 1–31, 2022.

BABAKHANI S, OLOOMI M. Transposons: the agents of antibiotic resistance in bacteria. **Journal of Basic Microbiology**, v. 58, n. 11, p. 905–917, 2018.

BACHMAN M A, BREEN P, DEORNELLAS V, MU Q, ZHAO L, WU W, CAVALCOLI J D, MOBLEY H L. Genome-wide identification of *Klebsiella pneumoniae* fitness genes during lung infection. **mBio**, v. 6, n. 3, p. 1–9, 2015.

BALLASH, G. A.; MOLLENKOPF, D. F.; DIAZ-CAMPOS, D.; VAN BALEN, J. C.; CIANCIOLO, R. E.; WITTUM, T. E. Pathogenomics and clinical recurrence influence biofilm capacity of *Escherichia coli* isolated from canine urinary tract infections. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 17, n. 8 August, p. 1–16, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0270461>.

BALESTRINO, D.; GHIGO, J. M.; CHARBONNEL, N.; HAAGENSEN, J. A. J.; FORESTIER, C. The characterization of functions involved in the establishment and maturation of *Klebsiella pneumoniae* in vitro biofilm reveals dual roles for surface exopolysaccharides. **Environmental Microbiology**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 685–701, 2008.

BECKMAN, R. L.; CELLA, E.; AZARIAN, T.; RENDUELES, O.; FLEEMAN, R. M. Diverse polysaccharide production and biofilm formation abilities of clinical *Klebsiella pneumoniae*. **Biofilms and Microbiomes**, [s. l.], v. 10, n. 1, 2024. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.1038/s41522-024-00629-y>.

BENGOCHEA J A, SA PESSOA J. *Klebsiella pneumoniae* infection biology: Living to counteract host defences. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 43, n. 2, p. 123–144, 2019.

BISHOP C A, RASMUSSEN R F. *Klebsiella* pneumonia treated with streptomycin. **Journal of the American Medical Association**, v. 131, n. 10, p. 821–822, 1946.

BRIDEL S, WATTS S C, JUDD L M, HARSHEGYI T, PASSET V, RODRIGUES C, HOLT K E, BRISSE S. *Klebsiella* MALDI TypeR: a web-based tool for *Klebsiella* identification based on MALDI-TOF mass spectrometry. **Research in Microbiology**, v. 172, n. 4–5, 2021.

BRILHANTE, M., GOBELI BRAWAND, S., ENDIMIANI, A., ROHRBACH H, KITTL S, WILLI B, SCHULLER S, PERRETE V. Two high-risk clones of carbapenemase-producing *Klebsiella pneumoniae* that cause infections in pets and are present in the environment of a veterinary referral hospital. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 76, n. 5, p. 1140–1149, 2021.

BRISSE, S., VAN DUIJKEREN, E. Identification and antimicrobial susceptibility of 100 *Klebsiella* animal clinical isolates. **Veterinary Microbiology**, v. 105, n. 3–4, p. 307–312, 2005.

BRISSE, S.; FEVRE, C.; PASSET, V.; ISSENHUTH-JEANJEAN, S.; TOURNEBIZE, R.; DIANCOURT, L.; GRIMONT, P. Virulent clones of *Klebsiella pneumoniae*: Identification and evolutionary scenario based on genomic and phenotypic characterization. **PLoS ONE**, v. 4, n. 3, 2009.

BROBERG, C.A, PALACIOS M, MILLER V L. *Klebsiella*: A long way to go towards understanding this enigmatic jet-setter. **F1000Prime Reports**, v. 6, n. August, 2014.

BUJOLD, A.R, LANI N.R, SANZ M G. Strain-to-strain variation of *Rhodococcus equi* growth and biofilm formation in vitro. **BMC Research Notes**, v. 12, n. 1, p. 4–9, 2019.

CARATTOLI A. Plasmids and the spread of resistance. **International Journal of Medical Microbiology**, v. 303, n. 6–7, p. 298–304, 2013.

CHANG, D.; SHARMA, L.; DELA CRUZ, C. S.; ZHANG, D. Clinical Epidemiology, Risk Factors, and Control Strategies of *Klebsiella pneumoniae* Infection. **Frontiers in Microbiology**, [s. l.], v. 12, n. December, p. 1–9, 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2021.750662/full>.

CHEN, P.L.; YAN, J.J.; WU, C.J.; LEE, H.C.; CHANG, C.M.; LEE, N.Y.; KO, N.Y.; WANG, L.R.; SHIH, H.I.; LEE, C.C.; KO, W.C. Salvage therapy with tigecycline for recurrent infection caused by ertapenem-resistant extended-spectrum β -lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae*. **Diagnostic Microbiology and Infectious Disease**, v. 68, n. 3, p. 312–314, 2010.

CHEW, K.L.; LIN, R.T.P.; TEO, J.W.P. *Klebsiella pneumoniae* in Singapore: Hypervirulent infections and the carbapenemase threat. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 7, n. DEC, p. 1–9, 2017.

CHOBY, J. E.; HOWARD-ANDERSON, J.; WEISS, D. S. Hypervirulent *Klebsiella*

pneumoniae – clinical and molecular perspectives. **Journal of Internal Medicine**, [s. l.], v. 287, n. 3, p. 283–300, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/joim.13007>.

CHUNG D R, SONG J H, KIM S H, THAMLIKITKUL V, HUANG S G, WANG H, SO T M, YASIN R M, HSUEH P R, CARLOS C C, HSU L Y, BUNTARAN L, LALITHA M K, KIM M J, CHOI J Y, KIM S I, KO K S, KANG C I, PECK K R. High prevalence of multidrug-resistant nonfermenters in hospital-acquired pneumonia in Asia. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 184, n. 12, p. 1409–1417, 2011.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. **Performance standards for antimicrobial susceptibility testing**. 34th ed. Wayne, PA: CLSI, 2024. (CLSI supplement M100). 416p.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. **Performance standards for antimicrobial disk and dilution susceptibility tests for bacteria isolated from animals**. 6th ed. Wayne, PA: CLSI, 2025. (CLSI supplement VET01S). 288p.

COUTO, R.C.; CARVALHO, E.A.; PEDROSA, T.M.; PEDROSO, E.R.; NETO, M.C.; BISCIONE, F.M. A 10-year prospective surveillance of nosocomial infections in neonatal intensive care units. **American Journal of Infection Control**, v. 35, n. 3, p. 183–189, 2007.

DAI, P.; HU, D. The making of hypervirulent *Klebsiella pneumoniae*. **Journal of Clinical Laboratory Analysis**, v. 36, n. 12, p. 1–16, 2022.

DAVIES J. Inactivation of antibiotics and the dissemination of resistance genes. **Science**, v. 264, p. 375–382, 1994.

DAVIN-REGLI, A.; BOLLA, J.M.; JAMES, C.E.; LAVIGNE, J.P.; CHEVALIER, J.; GARNOTEL, E.; MOLITOR, A.; PAGÈS, J.M. Membrane Permeability and Regulation of Drug “Influx and Efflux”; in Enterobacterial Pathogens. **Current Drug Targets**, v. 9, n. 9, p. 750–759, 2008.

DE PAULA, C.L.; RISSETTI, R.M.; YAMADA, A.Y.; BERTANI, A.M.D.J.; SACCHI, C.T.; CAMPOS, K.R.; PORTILHO, F.V.R.; PAZ, P.J.L.; BELLO, T.S.; ARABE FILHO, M.F.; PANEGOSSO, L.C.; REZNIK, A.U.; RIBEIRO, M.G.; CAMARGO, C.H. *Klebsiella pneumoniae* complex isolated from diseased companion animals reveals genomic diversity, multidrug resistance, and extended-spectrum β -lactamase-encoding genes. **Journal of Applied Microbiology**, [s. l.], v. 136, n. 6, 2025.

DONG, N.; YANG, X.; CHAN, E.W.; ZHANG, R.; CHEN, S. *Klebsiella* species: Taxonomy, hypervirulence and multidrug resistance. **eBioMedicine**, v. 79, p. 103998, 2022. 29

DOORDUIJN, D.J.; ROOIJAKKERS, S.H.; VAN SCHAİK, W.; BARDOEL, B.W. Complement resistance mechanisms of *Klebsiella pneumoniae*. **Immunobiology**, v. 221, n. 10, p. 1102–1109, 2016.

DRAMÉ, I.; ROSSEZ, Y.; KRZEWSKI, F.; CHARBONNEL, N.; OLLIVIER-NAKUSI, L.; BRIANDET, R.; DAGUE, E.; FORESTIER, C.; BALESTRINO, D. FabR, a regulator of membrane lipid homeostasis, is involved in *Klebsiella pneumoniae* biofilm robustness. *mBio*, [s. l.], v. 15, n. 10, p. 1–20, 2024. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/mbio.01317-24>.

EL FERTAS-AISSANI, R.; MESSAI, Y.; ALOUACHE, S.; BAKOUR, R. Virulence profiles and antibiotic susceptibility patterns of *Klebsiella pneumoniae* strains isolated from different clinical specimens. **Pathologie Biologie**, v. 61, n. 5, p. 209–216, 2013.

ESTELL, K.E.; YOUNG, A.; KOZIKOWSKI, T.; SWAIN, E.A.; BYRNE, B.A.; REILLY, C.M.; KASS, P.H.; ALEMAN, M. Pneumonia Caused by *Klebsiella* spp. in 46 Horses. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 30, n. 1, p. 314–321, 2016.

FACCHIN, A.; FILIPE, J.; MAURI, I.; TAGLIASACCHI, F.; GRILLI, G.; VITIELLO, T.; RATTI, G.; MUSA, L.; PENATI, M.; SCARPA, P.; LAUZI, S. Antimicrobial resistance and biofilm-forming ability in esbl-producing and non-ESBL-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* Isolated from Canine urinary samples from Italy. **Antibiotics**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 1–17, 2025.

FERNÁNDEZ, J.; GUERRA, B.; RODICIO, M.R. Resistance to carbapenems in non-typhoidal *Salmonella* enterica serovars from humans, animals and food. **Veterinary Sciences**, v. 5, n. 2, 2018.

GAIARSA, S.; COMANDATORE, F.; GAIBANI, P.; CORBELLA, M.; DALLA VALLE, C.; EPIS, S.; SCALTRITI, E.; CARRETTO, E.; FARINA, C.; LABONIA, M.; LANDINI, M.P.; PONGOLINI, S.; SAMBRI, V.; BANDI, C.; MARONE, P.; SASSERA, D. Genomic epidemiology of *Klebsiella pneumoniae* in Italy and novel insights into the origin and global evolution of its resistance to carbapenem antibiotics. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 59, n. 1, p. 389–396, 2015.

GARCÍA-GONZÁLEZ, N.; BEAMUD, B.; SEVILLA-FORTUNY, J.; SÁNCHEZ-HELLÍN, V.; VIDAL, I.; RODRÍGUEZ, J. C.; FUSTER, B.; TORMO, N.; SALVADOR, C.; GIMENO, C.; GOMILA-SARD, B.; GINER, S.; MARTÍNEZ, O.; COLOMINA, J.; NAVARRO, D.; DOMÍNGUEZ, V.; SÁNCHEZ, A.; MORENO, R.; BURGOS, A.; MARTÍNEZ, L.; GONZÁLEZ-CANDELAS, F. Genomic surveillance reveals different transmission patterns between third-generation cephalosporin and carbapenem resistance in *Klebsiella pneumoniae* in the Comunidad Valenciana (Spain), 2018–2020. **Antimicrobial Resistance and Infection Control**, [s. l.], v. 14, n. 1, 2025.

GONZALEZ-FERRER, S.; PEÑALOZA, H.F.; BUDNICK, J.A.; BAIN, W.G.; NORDSTROM, H.R.; LEE, J.S.; VAN TYNE, D. Finding order in the chaos: Outstanding questions in *Klebsiella pneumoniae* Pathogenesis. **Infection and Immunity**, v. 89, n. 4, 2021.

GONZÁLEZ-TORRALBA, A.; OTEO, J.; ASENJO, A.; BAUTISTA, V.; FUENTES, E.; ALÓS, J.I. Survey of carbapenemase-producing Enterobacteriaceae in companion dogs in Madrid, Spain. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 60, n. 4, p. 2499–2501, 2016.

GOWRINATHAN, S.; GURURAJAN, G.; KALIYAPERUMAL, K. A.; SAMSON, L. A.; VIJAYARAMAN, R. S.; RENGANATHAN, S. Antimicrobial resistance and biofilm formation in *Klebsiella pneumoniae* clinical isolates. **Journal of Pure and Applied Microbiology**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 369–378, 2025.

GUERRA, M.E.S.; DESTRO, G.; VIEIRA, B.; LIMA, A.S.; FERRAZ, L.F.C.; HAKANSSON, A.P.; DARRIEUX, M.; CONVERSO, T.R. *Klebsiella pneumoniae* Biofilms and Their Role in Disease Pathogenesis. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 12, n. May, p. 1–13, 11 maio 2022.

GUILHEN, C.; CHARBONNEL, N.; PARISOT, N.; GUEGUEN, N.; ILTIS, A.; FORESTIER, C.; BALESTRINO, D. Transcriptional profiling of *Klebsiella pneumoniae* defines signatures for planktonic, sessile and biofilm-dispersed cells. **BMC Genomics**, [s. l.], v. 17, n. 1, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/s12864-016-2557-x>.

GUILHEN, C.; MIQUEL, S.; CHARBONNEL, N.; JOSEPH, L.; CARRIER, G.; FORESTIER, C.; BALESTRINO, D. Colonization and immune modulation properties of *Klebsiella pneumoniae* biofilm-dispersed cells. **Biofilms and Microbiomes**, [s. l.], v. 5, n. 1, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41522-019-0098-1>.

HAN, X.; SONG, M.; YU, Q.; ZHOU, J.; HU, H.; JIANG, Y.; SHI, Q.; CHEN, Y.; YANG, Q.; DU, X.; MAO, C.; YU, Y. Unveiling the clonal dynamics and transmission mechanism of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* in the ICU environment. **International Journal of Antimicrobial Agents**, [s. l.], v. 66, n. 3, p. 107532, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2025.107532>.

HAN, Y. L.; WEN, X. H.; ZHAO, W.; CAO, X. S.; WEN, J. X.; WANG, J. R.; HU, Z. De; ZHENG, W. Q. Epidemiological characteristics and molecular evolution mechanisms of carbapenem-resistant hypervirulent *Klebsiella pneumoniae*. **Frontiers in Microbiology**, [s. l.], v. 13, n. September, p. 1–13, 2022.

HARADA, K.; SHIMIZU, T.; MUKAI, Y.; KUWAJIMA, K.; SATO, T.; USUI, M.; TAMURA, Y.; KIMURA, Y.; MIYAMOTO, T.; TSUYUKI, Y.; OHKI, A.; KATAOKA, Y. Phenotypic and Molecular Characterization of Antimicrobial Resistance in *Klebsiella* spp. Isolates from Companion Animals in Japan: Clonal Dissemination of Multidrug-Resistant Extended-Spectrum β -Lactamase-Producing *Klebsiella pneumoniae*. **Frontiers in Microbiology**, v. 7:1021 doi: 10.3389/fmicb.2016.01021.

HASHEM, S. M.; ABDEL-KADER, F.; ISMAEL, E.; HASSAN, A. M.; FAROUK, M. M.; ELHARIRI, M.; ELHELW, R. Evidence of hypervirulent carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* in cats with urinary affections and associated humans in Egypt. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 1–12, 2025.

HELAINÉ, S.; CONLON, B. P.; DAVIS, K. M.; RUSSELL, D. G. Host stress drives tolerance and persistence: The bane of anti-microbial therapeutics. **Cell Host and Microbe**, [s. l.], v. 32, n. 6, p. 852–862, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chom.2024.04.019>.

HETTA, H. F.; ALANAZI, F. E.; ALI, M. A. S.; ALATAWI, A. D.; ALJOHANI, H. M.; AHMED, R.; ALANSARI, N. A.; ALKHATHAMI, F. M.; ALBOGMI, A.; ALHARBI, B. M. Hypervirulent *Klebsiella pneumoniae* : Insights into virulence , antibiotic resistance , and fight strategies against a superbug. [s. l.], p. 1–24, 2025.

HOLT, K. E.; WERTHEIM, H.; ZADOKS, R. N.; BAKER, S.; WHITEHOUSE, C. A.; DANCE, D.; JENNEY, A.; CONNOR, T. R.; HSU, L. Y.; SEVERIN, J.; BRISSE, S.; CAO, H.; WILKSCH, J.; GORRIE, C.; SCHULTZ, M. B.; EDWARDS, D. J.; VAN NGUYEN, K.; NGUYEN, T. V.; DAO, T. T.; MENSINK, M.; LE MINH, V.; NHU, N. T. K.; SCHULTSZ, C.; KUNTAMAN, K.; NEWTON, P. N.; MOORE, C. E.; STRUGNELL, R. A.; THOMSON, N. R. Genomic analysis of diversity, population structure, virulence, and antimicrobial resistance in *Klebsiella pneumoniae*, an urgent threat to public health. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, [s. l.], v. 112, n. 27, p. E3574–E3581, 2015.

HORNG, Y. T.; CHIEN, C. C.; DEWI PANJAITAN, N. S.; TSENG, S. W.; CHEN, H. W.; YANG, H. C.; CHEN, Y. Y.; SOO, P. C. Sucrose reduces biofilm formation by *Klebsiella pneumoniae* through the PTS components *ScrA* and *Crr*. **Biofilm**, [s. l.], v. 9, n. February, p. 100269, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biofilm.2025.100269>.

HU, Y.; ANES, J.; DEVINEAU, S.; FANNING, S. *Klebsiella pneumoniae*: Prevalence, reservoirs, antimicrobial resistance, pathogenicity, and infection: A Hitherto Unrecognized Zoonotic Bacterium. **Foodborne Pathogens and Disease**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 63–84, 2021.

ITANI, R.; KHOJAH, H. M. J.; RAYCHOUNI, H.; KIBRIT, R.; SHUHAIBER, P.; DIB, C.; HASSAN, M.; MUKATTASH, T. L.; EL-LAKANY, A. Management practices and mortality predictors among *Klebsiella pneumoniae* infections across Lebanese hospitals: a multicenter retrospective study. **BMC Infectious Diseases**, [s. l.], v. 25, n. 1, 2025.

JULIET, R.; NACHIMUTHU, R. Carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* from clinical infections: a multifactorial analysis of resistance, virulence, and biofilm potential. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, [s. l.], v. 15, n. November, p. 1–10, 2025.

KARAMPATAKIS, T.; TSENGOULI, K.; BEHZADI, P. Carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae*: virulence factors, molecular epidemiology and latest updates in treatment options. **Antibiotics**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 234, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-6382/12/2/234>.

KARIMI, K.; ZAREI, O.; SEDIGHI, P.; TAHERI, M.; DOOSTI-IRANI, A.; SHOKOOHIZADEH, L. Investigation of antibiotic resistance and biofilm formation in clinical isolates of *Klebsiella pneumoniae*. **International Journal of Microbiology**, [s. l.], v. 2021, 2021.

KE, Y.; ZENG, Z.; LIU, J.; YE, C. Capsular Polysaccharide as a Potential Target in Hypervirulent and Drug-Resistant *Klebsiella pneumoniae* Treatment. **Infection and Drug Resistance**, [s. l.], v. 18, n. January, p. 1253–1262, 2025.

KOCHAN, T. J.; NOZICK, S. H.; VALDES, A.; MITRA, S. D.; CHEUNG, B. H.; LEBRUN-CORBIN, M.; MEDERNACH, R. L.; VESSELY, M. B.; MILLS, J. O.; AXLINE, C. M. R.; NELSON, J. A.; VANGOSEN, E. M.; WARD, T. J.; OZER, E. A.; VAN DUIN, D.; CHEN, L.; KREISWIRTH, B. N.; LONG, S. W.; MUSSER, J. M.; BULMAN, Z. P.; WUNDERINK, R. G.; HAUSER, A. R. *Klebsiella pneumoniae* clinical isolates with features of both multidrug-resistance and hypervirulence have unexpectedly low virulence. **Nature Communications**, [s. l.], v. 14, n. 1, 2023.

KONEMAN, E.W. *et al.* **Diagnóstico microbiológico: texto e Atlas colorido. Enterobacteriaceae**. 5° ed. Rio de Janeiro; 2001 MDSI. p. 177-250.

KRISHNA, S.; MISHRA, N.; CHATH, N.; SWAMY, G.; PALA, S. Newer drug for the resistant bug: A case report of spondylodiscitis with *Klebsiella pneumoniae* producing carbapenemase managed successfully with ceftazidime-avibactam. **Journal of Orthopaedic Association of South Indian States**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 36, 2022.

KUMARASAMY, K. K.; TOLEMAN, M. A.; WALSH, T. R.; BAGARIA, J.; BUTT, F.; BALAKRISHNAN, R.; CHAUDHARY, U.; DOUMITH, M.; GISKE, C. G.; IRFAN, S.; KRISHNAN, P.; KUMAR, A. V.; MAHARJAN, S.; MUSHTAQ, S.; NOORIE, T.; PATERSON, D. L.; PEARSON, A.; PERRY, C.; PIKE, R.; RAO, B.; RAY, U.; SARMA, J. B.; SHARMA,

M.; SHERIDAN, E.; THIRUNARAYAN, M. A.; TURTON, J.; UPADHYAY, S.; WARNER, M.; WELFARE, W.; LIVERMORE, D. M.; WOODFORD, N. Emergence of a new antibiotic resistance mechanism in India, Pakistan, and the UK: A molecular, biological, and epidemiological study. **The Lancet Infectious Diseases**, [s. l.], v. 10, n. 9, p. 597–602, 2010.

KOLTER, R.; HOGAN, D. Why are bacteria refractory to antimicrobials. **Current opinion in microbiology**, [s. l.], v. 5, n. 5, p. 472–477, 2002. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1369527402003570>.

KWONG, S.M.; RAMSAY, J.P.; JENSEN, S.O.; FIRTH, N. Replication of staphylococcal resistance plasmids. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, n. NOV, p. 1–16, 2017.

LAM, M. M. C.; WYRES, K. L.; JUDD, L. M.; WICK, R. R.; JENNEY, A.; BRISSE, S.; HOLT, K. E. Tracking key virulence loci encoding aerobactin and salmochelin siderophore synthesis in *Klebsiella pneumoniae*. **Genome Medicine**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 1–15, 2018.

LAM, M. M. C.; WICK, R. R.; WATTS, S. C.; CERDEIRA, L. T.; WYRES, K. L.; HOLT, K. E. A genomic surveillance framework and genotyping tool for *Klebsiella pneumoniae* and its related species complex. **Nature Communications**, [s. l.], v. 12, n. 1, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-021-24448-3>.

LAMBERT, P.A. Bacterial resistance to antibiotics: Modified target sites. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 57, n. 10, p. 1471–1485, 2005.

LEDERMAN, E. R.; CRUM, N. F. Pyogenic liver abscess with a focus on *Klebsiella pneumoniae* as a primary pathogen: An emerging disease with unique clinical characteristics. **American Journal of Gastroenterology**, [s. l.], v. 100, n. 2, p. 322–331, 2005.

LEAVITT, A.; NAVON-VENEZIA, S.; CHMELNITSKY, I.; SCHWABER, M.J.; CARMELI, Y. Emergence of KPC-2 and KPC-3 in carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* strains in an Israeli hospital. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 51, n. 8, p. 3026–3029, 2007.

LI, Y.; NI, M. Regulation of biofilm formation in *Klebsiella pneumoniae*. **Frontiers in Microbiology**, [s. l.], v. 14, n. September, p. 1–12, 2023.

LI, J.; FU, Y.; WANG, J.Y.; TU, C.T.; SHEN, X.Z.; LI, L.; JIANG, W. Early diagnosis and therapeutic choice of *Klebsiella pneumoniae* liver abscess. **Frontiers of Medicine in China**, v. 4, n. 3, p. 308–316, 2010.

LIAN, J.; LI, Q.; PENG, C.; LIN, T.; DU, H.; TANG, C.; ZHANG, X. Molecular and epidemiological characterization of carbapenem-resistant hypervirulent *Klebsiella pneumoniae* in Huaian, China (2022–2024): a retrospective study. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, [s. l.], v. 15, n. June, p. 1–11, 2025.

LIAO, Y.; GONG, J.; YUAN, X.; WANG, X.; HUANG, Y.; CHEN, X. Virulence Factors and Carbapenem-Resistance Mechanisms in Hypervirulent *Klebsiella pneumoniae*. **Infection and Drug Resistance**, [s. l.], v. 17, n. April, p. 1551–1559, 2024.

LIM, C.; ZHANG, C. Y.; CHEAM, G.; CHU, W. H. W.; CHEN, Y.; YONG, M.; LIM, K. Y. E.;

LAM, M. M. C.; TEO, T. H.; GAN, Y. H. Essentiality of the virulence plasmid-encoded factors in disease pathogenesis of the major lineage of hypervirulent *Klebsiella pneumoniae* varies in different infection niches. **eBioMedicine**, [s. l.], v. 115, p. 105683, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2025.105683>.

LIU, X.; THUNGRAT, K.; BOOTHE, D.M. Occurrence of oxa-48 carbapenemase and other β -lactamase genes in esbl-producing multidrug resistant: *Escherichia coli* from dogs and cats in the united states, 2009-2013. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, n. JUL, 2016.

LIU, X.; XU, Q.; YANG, X.; HENG, H.; YANG, C.; YANG, G.; PENG, M.; CHAN, E. W.; CHEN, S. Phagocytosis By Blocking Host-Bacteria Interactions. **American Society for Microbiology**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 16, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/mbio.03838-24>.

MAGIORAKOS, A. P.; SRINIVASAN, A.; CAREY, R. B.; CARMELI, Y.; FALAGAS, M. E.; GISKE, C. G.; HARBARTH, S.; HINDLER, J. F.; KAHLMETER, G.; OLSSON-LILJEQUIST, B.; PATERSON, D. L.; RICE, L. B.; STELLING, J.; STRUELENS, M. J.; VATOPOULOS, A.; WEBER, J. T.; MONNET, D. L. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: An international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. **Clinical Microbiology and Infection**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 268–281, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x>.

MAHIRA, S.; JAIN, A.; KHAN, W.; DOMB, A. J. Antimicrobial materials – an overview. In: DOMB, A. J.; KUNDURU, K. R.; FARAH, S. **Antimicrobial Materials for Biomedical Applications**. London, Royal Society of Chemistry, 2019. *E-book* (526p.) (Biomaterial Science Series), c. 1, p. 1-37, 2019. 30 ISBN: 978-1-78801-263-8 Disponível em: <https://books.rsc.org/books/edited-volume/763/chapter/487111/Antimicrobial-Materials-An-Overview>.

MAI, D.; WU, A.; LI, R.; CAI, D.; TONG, H.; WANG, N.; TAN, J. Identification of hypervirulent *Klebsiella pneumoniae* based on biomarkers and *Galleria mellonella* infection model. **BMC Microbiology**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 369, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12866-023-03124-0>.

MAJIK, M.; PARVATKAR, P. Next Generation Biofilm Inhibitors for *Pseudomonas aeruginosa*: Synthesis and Rational Design Approaches. **Current Topics in Medicinal Chemistry**, v. 14, n. 1, p. 81–109, 2014.

MARQUES, C.; MENEZES, J.; BELAS, A.; ABOIM, C.; CAVACO-SILVA, P.; TRIGUEIRO, G.; TELO GAMA, L.; POMBA, C. *Klebsiella pneumoniae* causing urinary tract infections in companion animals and humans: Population structure, antimicrobial resistance and virulence genes. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 74, n. 3, p. 594–602, 2019.

MARTÍNEZ, J.; MARTÍNEZ, L.; ROSENBLUETH, M.; SILVA, J.; MARTÍNEZ-ROMERO, E. How are gene sequence analyses modifying bacterial taxonomy? The case of *Klebsiella*. **International Microbiology**, v. 7, p. 261–268, 2004.

MCEWEN, S.A.; COLLIGNON, P.J. Antimicrobial Resistance: a One Health Perspective. **Microbiology Spectrum**, v. 6, n. 2, 6 abr. 2018.

MONDOL, S. M.; HOSSAIN, M. A.; HAQUE, F. K. M. Comprehensive genomic insights into a highly pathogenic clone ST656 of mcr8.1 containing multidrug-resistant *Klebsiella*

pneumoniae from Bangladesh. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 1–14, 2025.

MELETIADIS, J.; PARANOS, P.; GEORGIOU, P. C.; VOURLI, S.; ANTONOPOULOU, S.; MICHELAKI, A.; VAGIAKOU, E.; POURNARAS, S. In vitro comparative activity of the new beta-lactamase inhibitor taniborbactam with cefepime or meropenem against *Klebsiella pneumoniae* and cefepime against *Pseudomonas aeruginosa* metallo-beta-lactamase-producing clinical isolates. **International Journal of Antimicrobial Agents**, [s. l.], v. 58, n. 5, p. 106440, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2021.106440>.

MELETIS G. Carbapenem resistance: overview of the problem and future perspectives. **Therapeutic Advances in Infectious Disease**, v. 3, n. 1, p. 15–21, 2016.

MOXLEY, R. Enterobacteriaceae: *Escherichia coli*, In: MCVEY, D.S.; KENNEDY, M.; CHENGAPPA, M.M. **Microbiologia Veterinária**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. p. 76.

MURRAY, P.R.; ROSENTHAL, K.S.; PFALLER, M.A. **Microbiologia Médica**. 8 ed. São Paulo: Editora Elsevier, 2017, 836p.

MUSTAFA, A.E.R.A.; ABO-KAMER, A.M.; AL-MADBOLY, L. A. *Bacillus cereus*-derived α -amylase disrupts biofilm formation and quorum sensing in multidrug-resistant *Klebsiella pneumoniae*. **BMC Microbiology**, [s. l.], v. 25, n. 1, 2025.

NAGENDRA, D.; CHAUDHURI, S.; GUPTA, N.; SHANBHAG, V.; ESHWARA, V. K.; RAO, S.; VARMA, M.; SRINIVAS, T.; TODUR, P.; PRIYA, P. S.; BHAT, V. R. Prevalence, Risk Factors, and Clinical Outcomes of Hypervirulent *Klebsiella pneumoniae* Strains among *Klebsiella pneumoniae* Infections: A Systematic Review and Meta-analysis. **Indian journal of critical care medicine: peer-reviewed, official publication of Indian Society of Critical Care Medicine**, [s. l.], v. 29, n. 4, p. 370–393, 2025a. Disponível em: <https://www.ijccm.org/doi/10.5005/jp-journals-10071-24957>.

NAGENDRA, D.; SURESH, V.; UDUPA, A. A.; SRINIVAS, T.; ESHWARA, V. K.; VARMA, M.; PRAKASH, P.; RAO, S.; CHAUDHURI, S. **Definitional ambiguity and the dual threat of Hypervirulent *Klebsiella pneumoniae* infections: a systematic review and meta-analysis**. [S. l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2025b. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s15010-025-02708-4>.

NAZIRI, Z.; KILEGOLAN, J. A.; MOEZZI, M. S.; DERA KHSHANDEH, A. Biofilm formation by uropathogenic *Escherichia coli*: a complicating factor for treatment and recurrence of urinary tract infections. **Journal of Hospital Infection**, [s. l.], v. 117, p. 9–16, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2021.08.017>.

NIRWATI, H.; SINANJUNG, K.; FAHRUNISSA, F.; WIJAYA, F.; NAPITUPULU, S.; HATI, V. P.; HAKIM, M. S.; MELIALA, A.; AMAN, A. T.; NURYASTUTI, T. Biofilm formation and antibiotic resistance of *Klebsiella pneumoniae* isolated from clinical samples in a tertiary care hospital, Klaten, Indonesia. **BMC Proceedings**, [s. l.], v. 13, n. Suppl 11, p. 1–8, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/s12919-019-0176-7>.

NORDMANN, P.; CUZON, G.; NAAS, T. The real threat of *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase-producing bacteria. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 9, n. 4, p. 228–236, 2009.

NORDMANN, P.; NAAS, T.; POIREL, L. Global spread of carbapenemase producing *Enterobacteriaceae*. **Emerging Infectious Diseases**, v. 17, n. 10, p. 1791–1798, out. 2011.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Avaliação rápida do risco para a saúde pública relacionado com a *Klebsiella pneumoniae* hipervirulenta portadora de genes de carbapenemase na Região das Américas**. Washington, D.C.: OPAS/OMS, 2024. Avaliação de risco elaborada com dados disponíveis até 5 mar. 2024. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/documentos/avaliacao-rapida-do-risco-para-saude-publica-relacionado-com-klebsiella-pneumoniae>. Acesso em: 10 out. 2025.

PACHANON, R.; KHINE, N. O.; PHUMTHANAKORN, N.; WONGSURAWAT, T.; NIYOMTHAM, W.; CHATSUWAN, T.; HAMPSON, D. J.; PRAPASARAKUL, N. Genomic characterization of carbapenem and colistin-resistant *Klebsiella pneumoniae* isolates from humans and dogs. **Frontiers in Veterinary Science**, [s. l.], v. 11, n. May, 2024.

PACHECO, T.; GOMES, A. É. I.; SIQUEIRA, N. M. G.; ASSONI, L.; DARRIEUX, M.; VENTER, H.; FERRAZ, L. F. C. SdiA, a Quorum-Sensing Regulator, Suppresses Fimbriae Expression, Biofilm Formation, and Quorum-Sensing Signaling Molecules Production in *Klebsiella pneumoniae*. **Frontiers in Microbiology**, [s. l.], v. 12, n. June, p. 1–15, 2021.

PACZOSA, M. K.; MECSAS, J. *Klebsiella pneumoniae*: Going on the Offense with a Strong Defense. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, [s. l.], v. 80, n. 3, p. 629–661, 2016. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/MMBR.00078-15>.

PAI, L.; PATIL, S.; LIU, S.; WEN, F. A growing battlefield in the war against biofilm-induced antimicrobial resistance: insights from reviews on antibiotic resistance. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, [s. l.], v. 13, n. December, p. 1–13, 2023.

PERRI, R.; KOLVENBACH, B.A.; CORVINI, P.F.X. Subsistence and complexity of antimicrobial resistance on a community-wide level. **Environmental Microbiology**, [s. l.], v. 22, n. 7, p. 2463–2468, 2020. Disponível em: <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1462-2920.15018>.

PODSCHUN, R.; ULLMANN, U. *Klebsiella* spp. as Nosocomial Pathogens: Epidemiology, Taxonomy, Typing Methods, and Pathogenicity Factors. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 11, n. 4, p. 589–603, 1998.

POIREL, L.; HÉRITIER, C.; TOLÜN, V.; NORDMANN, P. Emergence of Oxacillinase-Mediated Resistance to Imipenem in *Klebsiella pneumoniae*. **Antimicrob. Agents and Chemother.**, v. 48, n. 1, p. 15–22, 2004.

POIREL, L.; WALSH, T.R.; CUVILLIER, V.; NORDMANN, P. Multiplex PCR for detection of acquired carbapenemase genes. **Diagnostic Microbiology and Infectious Disease**, v. 70, n. 1, p. 119–123, 2011.

PU, D.; ZHAO, J.; CHANG, K.; ZHUO, X.; CAO, B. “Superbugs” with hypervirulence and carbapenem resistance in *Klebsiella pneumoniae*: the rise of such emerging nosocomial pathogens in China. **Science Bulletin**, [s. l.], v. 68, n. 21, p. 2658–2670, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scib.2023.09.040>.

PULSS, S.; STOLLE, I.; STAMM, I.; LEIDNER, U.; HEYDEL, C.; SEMMLER, T.; PRENGER-

BERNINGHOFF, E.; EWERS, C. Multispecies and clonal dissemination of OXA-48 carbapenemase in Enterobacteriaceae from companion animals in Germany, 2009-2016. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, n. JUN, p. 1–12, 2018.

QUINN, P.J.; MARKEY, B.K.; LEONARD, F.C.; FITZPATRICK, E.S.; FANNING, S.; HARTIGAN, P.J. **Veterinary Microbiology and Microbial Disease**. 2nd ed, Chichester, West Sussex, UK: Wiley-Blackwell, 2011.

RABIN, N.; ZHENG, Y.; OPOKU-TEMENG, C.; DU, Y.; BONSU, E.; SINTIM, H. O. Biofilm formation mechanisms and targets for developing antibiofilm agents. **Future Medicinal Chemistry**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 493–512, 2015.

RAO, S.S.; FERNANDES, A.M. Detection of Hypervirulence Genes and Drug Resistance in *Klebsiella pneumoniae* in Diagnostic Microbiology. **Scientifica**, [s. l.], v. 2025, n. 1, 2025. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/sci5/8545710>.

R CORE TEAM (2013) R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.

RANJBAR, R.; KELISHADROKHI, A.F.; CHEHELGERDI, M. Molecular characterization, serotypes and phenotypic and genotypic evaluation of antibiotic resistance of *the Klebsiella pneumoniae* strains isolated from different types of hospital-acquired infections. *Infection and Drug Resistance*, [s. l.], v. 12, p. 603–611, 2019.

RATHER, M. A.; GUPTA, K.; MANDAL, M. Microbial biofilm: formation, architecture, antibiotic resistance, and control strategies. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 52, n. 4, p. 1701–1718, 2021.

RIBEIRO, M.G.; LANGONI, H.; DOMINGUES, P.F.; PANTOJA, J.C.F.D. In: MEGID, J.; RIBEIRO, M.G.; PAES, A.C. *Doenças Infecciosas em Animais de Produção e de Companhia*. 1ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016. p.1154-1201.

RIBEIRO, M.G.; DE MORAIS, A.B.C.; ALVES, A.C.; BOLAÑOS, C.A.D.; DE PAULA, C.L.; PORTILHO, F.V.R.; DE NARDI JÚNIOR, G.; LARA, G.H.B.; MARTINS, L. S.; MORAES, L. S.; RISSETI, R.M.; GUERRA, S.T.; BELLO, T.S.; SIQUEIRA, A.K.; BERTOLINI, A.B.; RODRIGUES, C.A.; PASCHOAL, N.R.; DE ALMEIDA, B.O.; LISTONI, F.J.P.; SÁNCHEZ, L.F.G.; PAES, A.C. *Klebsiella*-induced infections in domestic species: a case-series study in 697 animals (1997–2019). **Brazilian Journal of Microbiology**, [s. l.], v. 53, n. 1, p. 455–464, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42770-021-00667-0>.

RUSSELL, A.D. Mechanisms of bacterial resistance to biocides. **International Biodeterioration and Biodegradation**, v. 36, n. 3–4, p. 247–265, 1995.

RUSSELL, A.D. Mechanisms of bacterial insusceptibility to biocides. **American Journal of Infection Control**, v. 29, n. 4, p. 259–261, 2001.

SAXENBORN, P.; BAXTER, J.; TILEVIK, A.; FAGERLIND, M.; DYRKELL, F.; PERNESTIG, A.; ENROTH, H.; TILEVIK, D. Genotypic Characterization of Clinical *Klebsiella* spp. Isolates Collected From Patients With Suspected Community-Onset Sepsis, Sweden. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, e. 640408, 2021.

SCARPELLINI, R.; ASSIRELLI, G.; GIUNTI, M.; ESPOSITO, E.; MONDO, E.; PIVA, S. Monitoring the Prevalence of Antimicrobial Resistance in Companion Animals: Results from Clinical Isolates in an Italian University Veterinary Hospital. **Transboundary and Emerging Diseases**, [s. l.], v. 2023, 2023.

SCHROLL, C.; BARKEN, K.B.; KROGFELT, K.A.; STRUVE, C. Role of type 1 and type 3 fimbriae in *Klebsiella pneumoniae* biofilm formation. **BMC microbiology**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 179, 2010. Disponível em: <https://bmcmicrobiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2180-10-179>.

SCHUKKEN, Y.; CHUFF, M.; MORONI, P.; GURJAR, A.; SANTISTEBAN, C.; WELCOME, F.; ZADOKSM, R. The “Other” Gram-Negative Bacteria in Mastitis. *Klebsiella*, *Serratia*, and More. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, v. 28, n. 2, p. 239–256, 2012.

SCHWARZ, S.; LOEFFLER, A.; KADLEC, K. Bacterial resistance to antimicrobial agents and its impact on veterinary and human medicine. **Veterinary Dermatology**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 82, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/vde.12362>.

SEEGER, M.; DIEDERICH, K.; EICHER, T.; BRANDSTATTER, L.; SCHIEFNER, A.; VERREY, F.; POS, K. The AcrB Efflux Pump: Conformational Cycling and Peristalsis Lead to Multidrug Resistance. **Current Drug Targets**, [s. l.], v. 9, n. 9, p. 729–749, 2008.

SELLERA, F.P.; FUGA, B.; FONTANA, H.; ESPOSITO, F.; CARDOSO, B.; KONNO, S.; BERL, C.; CAPPELLANES, M.H.; CORTEZ, M.; IKEDA, M.; SOUZA, C. M.; CERDEIRA, L.; LINCOPAN, N. Detection of IncN-pST15 one-health plasmid harbouring bla KPC-2 in a hypermucoviscous *Klebsiella pneumoniae* CG258 isolated from an infected dog, Brazil. **Transboundary and Emerging Diseases**, [s. l.], v. 68, n. 6, p. 3083–3088, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/tbed.14006>.

SHADKAM, S.; GOLI, H.R.; MIRZAEI, B.; GHOLAMI, M.; AHANJAN, M. Correlation between antimicrobial resistance and biofilm formation capability among *Klebsiella pneumoniae* strains isolated from hospitalized patients in Iran. **Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 1–7, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12941-021-00418-x>.

SHARMA, M.; QURASHI, M.R.; SHARMA, S. Phenotypic and genotypic characterizations of antimicrobial resistance among gram-negative bacilli of clinical isolates. **Microbial Biosystems**, v. 7, n. 2, p. 1–8, 2022.

SHEU, C.C.; CHANG, Y.T.; LIN, S.Y.; CHEN, Y.H.; HSUEH, P.R. Infections caused by carbapenem-resistant Enterobacteriaceae: An update on therapeutic options. **Frontiers in Microbiology**, v. 10, n. Jan, 2019.

SIU, L. K.; YEH, K. M.; LIN, J. C.; FUNG, C. P.; CHANG, F. Y. *Klebsiella pneumoniae* liver abscess: A new invasive syndrome. *The Lancet Infectious Diseases*, [s. l.], v. 12, n. 11, p. 881–887, 2012. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S1473-3099\(12\)70205-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1473-3099(12)70205-0).

SOKURENKO, E.V.; COURTNEY, H.S.; MASLOW, J.; SIITONEN, A.; HASTY, D.L. Quantitative differences in adhesiveness of type 1 fimbriated *Escherichia coli* due to structural differences in *fimH* genes. **Journal of Bacteriology**, [s. l.], v. 177, n. 13, p. 3680–

3686, 1995.

SOLIMAN, E. A.; SAAD, A.; ABD EL TAWAB, A. A.; ELHOFY, F. I.; RIZK, A. M.; ELKHAYAT, M.; KOZYTSKA, T.; ILYAS, M.; BASSIOUNY, M.; BRANGSCH, H.; PLETZ, M. W.; NEUBAUER, H.; SPRAGUE, L. D.; WARETH, G. Exploring AMR and virulence in *Klebsiella pneumoniae* isolated from humans and pet animals: A complement of phenotype by WGS-derived profiles in a One Health study in Egypt. **One Health**, [s. l.], v. 19, n. September, p. 100904, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2024.100904>.

STAHLHUT, S.G.; TCHESNOKOVA, V.; STRUVE, C.; WEISSMAN, S.J.; CHATTOPADHYAY, S.; YAKOVENKO, O.; APRIKIAN, P.; SOKURENKO, E.V.; KROGFELT, K.A. Comparative structure-function analysis of mannose-specific FimH adhesins from *Klebsiella pneumoniae* and *Escherichia coli*. **Journal of Bacteriology**, [s. l.], v. 191, n. 21, p. 6592–6601, 2009.

STOLLE, I.; PRENGER-BERNINGHOFF, E.; STAMM, I.; SCHEUFEN, S.; HASSDENTEUFEL, E.; GUENTHER, S.; BETHE, A.; PFEIFER, Y.; EWERS, C. Emergence of OXA-48 carbapenemase-producing *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae* in dogs. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, v. 68, n. 12, p. 2802–2808, 2013.

STÜRCHLER, D. *Klebsiella* and Klebs the person behind the name. **Travel Medicine and Infectious Disease**, v. 14, n. 654, p. 654, nov. 2016.

SYKES, J.E. **Greene's Infectious Diseases of the Dog and Cat**. 5th ed. Saint Louis: Elsevier, 2023.

TAYLOR, D.E. General Properties of Resistance Plasmids. **Microbial resistance to drugs**. p. 325–357, 1989.

TENOVER, F.C. Mechanisms of antimicrobial resistance in bacteria. **American Journal of Infection Control**, v. 34, n. 5 SUPPL., 2006.

TUMBARELLO, M.; TRECARICHI, E. M.; DE ROSA, F. G.; GIANNELLA, M.; GIACOBBE, D. R.; BASSETTI, M.; LOSITO, A. R.; BARTOLETTI, M.; DEL BONO, V.; CORCIONE, S.; MAIURO, G.; TEDESCHI, S.; CELANI, L.; CARDELLINO, C. S.; SPANU, T.; MARCHESE, A.; AMBRETTI, S.; CAUDA, R.; VISCOLI, C.; VIALE, P. Infections caused by KPC-producing *Klebsiella pneumoniae*: Differences in therapy and mortality in a multicentre study. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**, [s. l.], v. 70, n. 7, p. 2133–2143, 2015.

URUÉN, C.; CHOPO-ESCUIN, G.; TOMMASSEN, J.; MAINAR-JAIME, R.C.; ARENAS, J. Biofilms as promoters of bacterial antibiotic resistance and tolerance. **Antibiotics**, v. 10, n. 1, p. 1–36, 2021.

VESTBY, L. K.; GRØNSETH, T.; SIMM, R.; NESSE, L. L. Bacterial Biofilm and its Role in the Pathogenesis of Disease. **Antibiotics**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 59, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-6382/9/2/59>.

VUOTTO, C.; LONGO, F.; PASCOLINI, C.; DONELLI, G.; BALICE, M.P.; LIBORI, M.F.; TIRACCHIA, V.; SALVIA, A.; VARALDO, P. E. Biofilm formation and antibiotic resistance in *Klebsiella pneumoniae* urinary strains. **Journal of Applied Microbiology**, [s. l.], v. 123, n. 4, p. 1003–1018, 2017.

WANG, G.; ZHAO, G.; CHAO, X.; XIE, L.; WANG, H. The characteristic of virulence, biofilm and antibiotic resistance of *Klebsiella pneumoniae*. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 17, n. 17, p. 1–17, 2020.

WARETH, G.; NEUBAUER, H. The Animal-foods-environment interface of *Klebsiella pneumoniae* in Germany: an observational study on pathogenicity, resistance development and the current situation. **Veterinary Research**, v. 52, n. 1, p. 1–14, 2021.

WILKSCH, J. J.; YANG, J.; CLEMENTS, A.; GABBE, J. L.; SHORT, K. R.; CAO, H.; CAVALIERE, R.; JAMES, C. E.; WHITCHURCH, C. B.; SCHEMBRI, M. A.; CHUAH, M. L. C.; LIANG, Z. X.; WIJBURG, O. L.; JENNEY, A. W.; LITHGOW, T.; STRUGNELL, R. A. MrKH, a novel c-di-GMP-dependent transcriptional activator, controls *klebsiella pneumoniae* biofilm formation by regulating type 3 fimbriae expression. **PLoS Pathogens**, [s. l.], v. 7, n. 8, 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. *Antimicrobial resistance* [página na internet]. Genebra: WHO; 21 nov. 2023 [acesso em 25 ago. 2023]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>

WINN, W.C. et al. **Diagnóstico microbiológico – texto e atlas colorido**, 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008, 1565p. 32

WYRES, K.L.; WICK, R.R.; GORRIE, C.; JENNEY, A.; FOLLADOR, R.; THOMSON, N.R.; HOLT, K.E. Identification of *Klebsiella* capsule synthesis loci from whole genome data. **Microbial genomics**, [s. l.], v. 2, n. 12, p. e000102, 2016.

WYRES, K.L.; HOLT, K.E. *Klebsiella pneumoniae* as a key trafficker of drug resistance genes from environmental to clinically important bacteria. **Current Opinion in Microbiology**, v. 45, p. 131–139, 2018.

WYRES, K.L.; LAM, M.M.C.; HOLT, K.E. Population genomics of *Klebsiella pneumoniae*. **Nature Reviews Microbiology**, [s. l.], v. 18, n. 6, p. 344–359, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41579-019-0315-1>.

YIGIT, H.; QUEENAN, A.M.; ANDERSON, G.J.; DOMENECH-SANCHEZ, A.; BIDDLE, J.W.; STEWARD, C.D.; ALBERTI, S.; BUSH, K.; TENOVER, F.C. Novel carbapenem-hydrolyzing β -lactamase, KPC-1, from a carbapenem-resistant strain of *Klebsiella pneumoniae*. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 45, n. 4, p. 1151–1161, 2001.

YOSHIDA, M.; THIRIET-RUPERT, S.; MAYER, L.; BELOIN, C.; GHIGO, J. M. Selection for nonspecific adhesion is a driver of FimH evolution increasing *Escherichia coli* biofilm capacity. **MicroLife**, [s. l.], v. 3, n. April, p. 1–14, 2022.

ZANON, I.P.; CAMPOS, J.V.F.; CASTRO, Y.G.; MELO, I.M.S.; ABURJAILE, F.F.; BRENIG, B.; AZEVEDO, V.; SILVA, R.O.S. Genomic Characterization of Carbapenem-Resistant *Acinetobacter baumannii* (OXA-23) and *Klebsiella pneumoniae* (KPC-2) Causing Hospital-Acquired Infections in Dogs. **Antibiotics**, [s. l.], v. 14, n. 6, p. 1–14, 2025.

ZIERKE, L.; MOURAD, R.; KOHLER, T. P.; MÜSKEN, M.; HAMMERSCHMIDT, S. Influence of the polysaccharide capsule on virulence and fitness of *Klebsiella pneumoniae*. **Frontiers in Microbiology**, [s. l.], v. 16, n. February, 2025.

ZLATIAN, O.; BALASOIU, A.T.; BALASOIU, M.; CRISTEA, O.; DOCEA, A.O.; MITRUT, R.; SPANDIDOS, D.A.; TSATSAKIS, A.M.; BANCESCU, G.; CALINA, D. Antimicrobial resistance in bacterial pathogens among hospitalised patients with severe invasive infections. **Experimental and Therapeutic Medicine**, v. 16, n. 6, p. 4499–4510, 2018.