

MICOPLASMOSE RESPIRATÓRIA MURINA EM RATOS (*RATTUS NORVEGICUS*): revisão de literatura

Murine respiratory mycoplasmosis in rats (*Rattus norvegicus*): literature review

Thais Urbano Palladino¹; Patrícia Biegelmeier²

*Autor Correspondente: Thais Urbano Palladino. Avenida Dois Córregos, 2696, bloco 5, apto. 52, Jardim Nova Iguaçu, Piracicaba - SP. CEP: 13420-835. E-mail: thaispalladino@gmail.com

Como citar: PALLADINO, Thais Urbano; BIEGELMEYER, Patrícia. Micoplasmose respiratória murina em ratos (*Rattus norvegicus*): revisão de literatura. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, São Paulo, v.19, n.1, 2021, e38100. Doi [10.36440/recmvz.v19i1.38100](https://doi.org/10.36440/recmvz.v19i1.38100)

Cite as: PALLADINO, Thais Urbano; BIEGELMEYER, Patrícia. Murine respiratory mycoplasmosis in rats (*Rattus norvegicus*): literature review. **Journal of Continuing Education in Veterinary Medicine and Animal Science of CRMV-SP**, São Paulo, v.19, n.1, 2021, e38100. Doi [10.36440/recmvz.v19i1.38100](https://doi.org/10.36440/recmvz.v19i1.38100)

Resumo

O *Mycoplasma pulmonis* é o agente etiológico primário da micoplasmose respiratória murina (MRM), importante patologia que acomete os ratos de laboratório, animais há muito utilizados para a realização de pesquisas experimentais e que, nos últimos anos, também passaram a ser criados como animais de companhia, com crescente presença em clínicas veterinárias. A MRM, uma patologia crônica que pode se apresentar de maneira subclínica, tem a sua instalação e progressão usualmente associadas a falhas de manejo. O conhecimento sobre a MRM em ratos, é fundamental para a convivência saudável dos tutores com esses animais, além de ser essencial para que os animais empregados em investigações científicas possibilitem a obtenção de resultados experimentais fidedignos.

Palavras-chave: *Mycoplasma pulmonis*. Ratos de companhia. Ratos de laboratório. Biotério.

Abstract

Mycoplasma pulmonis is the primary etiologic agent of murine respiratory mycoplasmosis (MRM), an important pathology of laboratory rats. For a long time, rats have been used in experimental research but nowadays it was observed an increasing number of rats treated as pets with a progressive presence of them in veterinary clinics. MRM is a chronic pathology often subclinical that is usually associated with inadequate management conditions. The objective of the present paper is to emphasize the importance of MRM in rats, to make possible a healthy coexistence of these animals with their owners and also for the achievement of reliable experimental results when they were applied in scientific investigations.

Keywords: *Mycoplasma pulmonis*. Pet rats. Laboratory rats. Bioterium. Animal house.

1 Discente em Medicina Veterinária, Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep), Piracicaba, SP, Brasil

2 Docente do curso de Medicina Veterinária, Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep), Piracicaba, SP, Brasil



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Introdução

As infecções respiratórias que acometem os ratos (*Rattus norvegicus*) são muito importantes e dentre elas a micoplasmose respiratória murina (MRM) é a mais frequente (BROWN; DONNELLY, 2012; TEIXEIRA, 2014; DUTTON, 2020). O seu agente etiológico primário é o *Mycoplasma pulmonis*, que coloniza, principalmente, o trato respiratório dos animais (BOECK *et al.*, 2010; TEDESCO *et al.*, 2011; BROWN; DONNELLY, 2012). Os ratos infectados podem passar toda a vida sem apresentar sinais clínicos, mas diversos fatores predisponentes podem amplificar o nível de patogenicidade da infecção (GRAHAM; SCHOEB, 2011; HANSEN; NIELSEN, 2015; ROMAGNANO, 2017).

Na atualidade há uma grande quantidade de informações sobre a biologia, anatomia, comportamento e fisiologia dos ratos, devido ao seu emprego em pesquisas científicas, pois foi o primeiro mamífero a ser empregado para este fim, e o terceiro a ter o seu genoma mapeado (GIBBS *et al.*, 2004). Dentre as características que tornaram o *R. norvegicus* o animal mais utilizado como modelo experimental cumpre ser destacado: curto período de gestação e de ciclo estral, facilidade de manejo, fisiologia similar à humana e, particularmente, a presença de uma quantidade significativa de genes ortólogos aos genes humanos associados a doenças (GIBBS *et al.*, 2004; GRANZOTTO *et al.*, 2019; RÊGO *et al.*, 2019). Devido à sua docilidade, inteligência e bom tamanho, os ratos passaram a ser ótimos animais de companhia, pois aprendem truques, se afeiçoam aos humanos com quem têm contato frequente e apresentam uma grande variedade de cores e padrões (LENNOX; BAUCK, 2012; TEIXEIRA, 2014; SAUNDERS, 2021).

O presente trabalho faz uma atualização de aspectos relevantes da micoplasmose respiratória murina em ratos (*Rattus norvegicus*).

A micoplasmose respiratória murina

O *M. pulmonis* tem grande importância na patogenicidade da MRM, mas a sua infecção isolada pode determinar sinais clínicos leves, ou até ausência de qualquer sinal (BOECK *et al.*, 2010; GRAHAM; SCHOEB, 2011).

Em biotérios convencionais a infecção por *M. pulmonis* foi confirmada em cerca de 70% dos ratos, e mesmo em biotérios com barreiras sanitárias mais rígidas pode-se observar resultados próximos a 3% de animais infectados (FERREIRA *et al.*, 2008; TEDESCO *et al.*, 2011; PIASECKI *et al.*, 2017). A infecção por *M. pulmonis* em ratos de laboratório é apontada como uma importante causa de interferência em resultados experimentais, principalmente por sua característica subclínica (BOECK *et al.*, 2010; TEDESCO *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2016). Em ratos de companhia, acredita-se que a infecção por *M. pulmonis* esteja presente em 100% dos animais (GRAHAM; SCHOEB, 2011; SAUNDERS, 2021).

Progressão da micoplasmose respiratória murina

Os principais fatores responsáveis pelo desencadeamento dos sinais clínicos e progressão da MRM incluem características do hospedeiro e do agente, infecções concomitantes, condições ambientais do alojamento e manejo inadequado (GRAHAM; SCHOEB, 2011; TEIXEIRA, 2014; HANSEN; NIELSEN, 2015; SAUNDERS, 2021). O sistema imune do hospedeiro pode estar comprometido pela infecção primária do *M. pulmonis* e favorecer a instalação de infecções secundárias, com especial destaque para infecções pelos vírus Sendai e o da sialodacrioadenite (SDAV), bem como pela bactéria *Filobacterium rodentium* (BOECK *et al.*, 2010; GRAHAM; SCHOEB, 2011; BROWN; DONNELLY, 2012; HERBERT *et al.*, 2018; SAUNDERS, 2021).

A permanência em ambiente com altos níveis de amônia é apontada como uma das principais condições predisponentes para a proliferação do *M. pulmonis*, a qual é atribuída à má ventilação, higienização e/ou uso de substratos inadequados (BOECK *et al.*, 2010; LENNOX; BAUCK, 2012; TEIXEIRA, 2014; FROHLICH, 2020; SAUNDERS, 2021).

Animais submetidos a agentes estressores repetitivos ou crônicos podem apresentar desequilíbrio orgânico e se tornar mais suscetíveis a infecções por microrganismos (PAGLIARONE; SFORCIN, 2009; BROWN; DONNELLY, 2012). Dentre os principais agentes estressores para os animais pode ser destacada a exposição a temperaturas extremas, situações de medo (PAGLIARONE; SFORCIN, 2009), falta de higiene (LENNOX; BAUCK, 2012), ausência de locais em que possam se esconder da luz (ABOU-ISMAIL *et al.*, 2010), ausência de enriquecimento ambiental e alimentar (LENNOX; BAUCK, 2012; RÊGO *et al.*, 2019; FROHLICH, 2020; SAUNDERS, 2021), e também a privação da convivência com indivíduos da mesma espécie (RÊGO *et al.*, 2019).

Algumas linhagens de ratos são mais resistentes ao *M. pulmonis*, e os animais jovens, geralmente são mais resistentes que os idosos (GRAHAM; SCHOEB, 2011; BROWN; DONNELLY, 2012).

Já foi observado que diferentes estirpes do *M. pulmonis* podem apresentar diferentes virulências (GRAHAM; SCHOEB, 2011; SHAW *et al.*, 2013).

Deficiências de vitaminas A e E também foram descritas como agravantes na patogenicidade da MRM (GRAHAM; SCHOEB, 2011; BROWN; DONNELLY, 2012).

O *Mycoplasma pulmonis*

O *M. pulmonis* apresenta tropismo pelas células epiteliais do trato respiratório, ouvido médio e trato reprodutivo dos ratos e é pouco resistente em condições ambientais, sobretudo quando exposto à baixa umidade (GRAHAM; SCHOEB, 2011; TEIXEIRA, 2014; HANSEN; NIELSEN, 2015).

A transmissão vertical do *M. pulmonis* pode ocorrer quando o microrganismo atravessa a barreira placentária e atinge o líquido amniótico (GRAHAM; SCHOEB, 2011; BURTON *et al.*, 2012). Contudo ele também pode se instalar no momento do nascimento ou durante a amamentação (BOECK *et al.*, 2010; TEIXEIRA, 2014).

A transmissão horizontal do *M. pulmonis* é estabelecida por meio de aerossóis contaminados eliminados por espirros, bem como por contato direto ou sexual (BOECK *et al.*, 2010; GRAHAM; SCHOEB, 2011; TEIXEIRA, 2014).

Alguns estudos sugerem a existência de potencial zoonótico para o *M. pulmonis*, sendo descritas infecções em pessoas que tiveram contato direto com os ratos, ou que manipularam fômites contaminados (FERREIRA *et al.*, 2008; PIASECKI *et al.*, 2017). Inquéritos sorológicos efetuados revelaram a ocorrência de positividade variando entre 15% e 76%, em técnicos de laboratório, médicos-veterinários e tutores, contudo não houve a presença de sintomas respiratórios em nenhum dos casos (FERREIRA *et al.*, 2008; PIASECKI *et al.*, 2017).

Sinais clínicos

A MRM, doença de característica crônica, que se desenvolve de forma lenta e silenciosa, apresenta-se de maneira subclínica, principalmente em animais jovens (GRAHAM; SCHOEB, 2011; HERBERT *et al.*, 2018; FROHLICH, 2020). Ratos com significativas lesões nos pulmões e diagnóstico positivo para MRM podem ser assintomáticos, e os sinais clínicos só aparecerão em estágios mais avançados ou ao final da doença (BOECK *et al.*, 2010; BROWN; DONNELLY, 2012; CHAWLA *et al.*, 2017). Destaca-se ainda que as manifestações clínicas são particularmente influenciadas por questões ambientais (BROWN; DONNELLY, 2012).

Ratos saudáveis produzem porfirina em pequenas quantidades, porém a observação de tal substância em quantidade excessiva ao redor dos olhos e narinas é muito sugestiva da existência de infecção por *M. pulmonis*. Na MRM, a cromodacriorreia é observada em conjunto com outros sinais clínicos principais como espirros frequentes, dispneia e estertores (DUTTON, 2020). Outros sinais clínicos relatados são prurido cutâneo intenso, postura curvada, pelos arrepiados, acentuada perda de peso, apatia e a torção da cabeça (BROWN; DONNELLY, 2012; HANSEN; NIELSEN, 2015; ROMAGNANO, 2017; HERBERT *et al.*, 2018; SAUNDERS, 2021).

Devido ao tropismo do *M. pulmonis* pelas células epiteliais do trato reprodutivo, tem sido constatado que até 40% das fêmeas acometidas pela MRM também apresentam infecção genital, acompanhada ou não de ooforite e salpingite (WEISBROTH; KOHN, 2019). O microrganismo também pode ser encontrado no trato reprodutivo de machos, contudo essa localização é mais frequente em fêmeas, resultando em infertilidade, mortes fetais e neonatais (BOECK *et al.*, 2010; TEIXEIRA, 2014; HANSEN; NIELSEN, 2015; WEISBROTH; KOHN, 2019).

Diagnóstico

O diagnóstico da MRM é estabelecido pelo exame clínico do animal e confirmação laboratorial, realizada com métodos que permitem a identificação do agente etiológico, como o PCR (*Polymerase Chain Reaction*), o ELISA (*Enzyme Linked Immunonosorbent Assay*) e a cultura (BOECK *et al.*, 2010; MOTTA *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2018; SAUNDERS, 2021). Em animais com sinais clínicos respiratórios, a utilidade destes métodos é limitada, pois a detecção do *M. pulmonis* ou de outro agente não é de grande importância para o direcionamento da escolha terapêutica. Nestes casos, opta-se pelo tratamento presuntivo de infecção por *M. pulmonis* (GRAHAM; SCHOEB, 2011; SAUNDERS, 2021).

A realização de testes preventivos em animais assintomáticos possibilita o estabelecimento de um diagnóstico precoce, importante para que a infecção não interfira em resultados experimentais, controla a sua disseminação e contribui para que o animal tenha um melhor prognóstico (BOECK *et al.*, 2010; PIASECKI *et al.*, 2017; SAUNDERS, 2021). Em animais sintomáticos, os exames complementares auxiliam a avaliação da evolução da MRM e são um recurso importante para o diagnóstico diferencial. Radiografias, em casos de maior progressão da MRM, podem revelar a presença de infiltrados linfóides e de abscessos pulmonares (GRAHAM; SCHOEB, 2011; SAUNDERS, 2021).

Prevenção e tratamento

As diferentes estirpes de *M. pulmonis* apresentam elevada capacidade de evasão do sistema imune do hospedeiro e, portanto, a prevenção será sempre mais eficaz que o tratamento (BROWN; DONNELLY, 2012; SHAW *et al.*, 2013; SOUZA *et al.*, 2016; YIWEN *et al.*, 2021). A prevenção da MRM apoia-se fundamentalmente na adoção de procedimentos de manejo com destaque para: alojamento ventilado, com tamanho indicado e ambientado para a espécie, utilização de substratos adequados, fornecimento de alimentação de qualidade, manutenção da higiene e disponibilidade de variadas formas de enriquecimento ambiental (BROWN; DONNELLY, 2012; SAUNDERS, 2021). Finalizando, cumpre ser destacado que a aplicação correta dos conhecimentos da ciência de animais de laboratório é indispensável para a priorização do bem-estar dos animais utilizados em experimentação, adotando-se sempre o princípio dos 3Rs (redução, refinamento e substituição) em que as condições de alojamento e manejo estão incluídas no tópico do refinamento (ANTIORIO *et al.*, 2019).

No tratamento para MRM são utilizados antibióticos para o controle da proliferação do microrganismo, além de outros medicamentos visando a diminuição dos sinais clínicos apresentados, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida do animal, como, por exemplo, anti-inflamatórios e broncodilatadores (BROWN; DONNELLY, 2012; TEIXEIRA, 2014; SAUNDERS, 2021). A higiene do

alojamento de animais submetidos a tratamento é um aspecto de grande importância (GRAHAM; SCHOEB, 2011; TEIXEIRA, 2014; SAUNDERS, 2021).

Considerações finais

A Micoplasmose respiratória murina é uma importante patologia detectada na maioria dos ratos de companhia e com alta prevalência em ratos de laboratório. O conhecimento das características do seu agente etiológico, dos aspectos biológicos dos ratos e do manejo adequado da espécie são aspectos primordiais para que se disponha de uma criação de animais saudáveis, que permitam a obtenção de resultados experimentais confiáveis. É de suma importância que os médicos-veterinários orientem tutores sobre os principais métodos preventivos da MRM em ratos de companhia, e que técnicos de laboratório e pesquisadores sejam capacitados para a adoção de procedimentos de manejo adequados para os animais utilizados em investigações científicas. &

Referências

AABOU-ISMAIL, U. A. *et al.* The effects of enhancing cage complexity on the behavior and welfare of laboratory rats. **Behavioural Processes**, v. 85, n. 2, p. 172-180, out. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2010.07.002>.

ANTIORIO, A. T. F. B. *et al.* Capacitação em Ciência de Animais de Laboratório. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 17, n. 3, p. 8-15, 2019. DOI: <https://doi.org/10.36440/recmvz.v17i3.37998>. Disponível em: <https://www.revistamvez-crmvsp.com.br/index.php/recmvz/article/view/37998>. Acesso em: 2 nov. 2020.

BOECK, R. *et al.* Diagnóstico histopatológico molecular da infecção por *Mycoplasma* sp. em ratos mantidos em biotério convencional. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 31, n. 4, p. 1045-1050, out./dez. 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n4p1045>.

BROWN, C.; DONNELLY, T. M. Disease problems of small rodents. In: QUESENBERRY, K. E.; CARPENTER, J. W. (Org.). **Ferrets, rabbits, and rodents: clinical medicine and surgery**. 3. ed. Elsevier, 2011, p. 354-372.

BURTON, A. *et al.* Effect of experimental genital mycoplasmosis on gene expression in the fetal brain. **Journal of Reproductive Immunology**, v. 93, n. 1, p. 9-16, jan. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jri.2011.11.005>.

CHAWLA, S. *et al.* Clinical, pathological, and molecular investigation of *Mycoplasma pulmonis*-induced murina respiratory mycoplasmosis in a rat (*Rattus norvegicus*) colony. **Veterinary World**, v. 10, n. 11, p. 1378-1382, 2017. DOI: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.1378-1382>. Disponível em: <http://www.veterinaryworld.org/Vol.10/November-2017/16.html>. Acesso em: 16 mar. 2021.

DUTTON, M. Selected Veterinary Concerns of Geriatric Rats, Mice, Hamsters, and Gerbils. **The Veterinary Clinics of North America Exotic Animal Practice**, v. 23, n. 3, p. 525-548, sep. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2020.04.001>.

FERREIRA, J. B. *et al.* Detection of *Mycoplasma pulmonis* in laboratory rats and technicians. **Zoonoses and Public Health**, v. 55, n. 5, p. 229-234, jun. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2008.01122.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1863-2378.2008.01122.x>. Acesso em: 21 ago. 2020.

FROHLICH, J. Rats and Mice. In: QUESENBERRY, K. E. *et al.* (Org.). **Ferrets, Rabbits, and Rodents: clinical medicine and surgery**. 4. ed. Elsevier, 2020. p. 345-367.

- GIBBS, R. A. *et al.* Genome sequence of the Brown Norway rat yields insights into mammalian evolution. **Nature**, v. 428, p. 493-521, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature02426>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature02426>. Acesso em: 21 ago. 2020.
- GRAHAM, J. E.; SCHOEB, T. R. *Mycoplasma pulmonis* in rats. **Journal of Exotic Pet Medicine**, v. 20, n. 4, p. 270-276, out. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.jepm.2011.07.004>.
- GRANZOTTO, N. *et al.* A importância histórica dos ratos no avanço da compreensão da biologia humana. In: RUIZ, V. R. R. (Org.). **Comportamento Animal**. Ponta Grossa, Paraná: Atena Editora, 2019. p. 1-17. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.7351925011>.
- HANSEN, A. K.; NIELSEN, D. S. **Handbook of Laboratory Animal Bacteriology**. 2. ed. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2015. p. 233-238.
- HERBERT, R. A. *et al.* Lung, pleura, and mediastinum. In: SUTTIE, A. W. *et al.* (Org.). **Boorman's pathology of the rat: Reference and atlas**. 2. ed. USA: Academic Press, 2018. p. 437-466. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-391448-4.00023-X>.
- LENNOX, A. M.; BAUCK, L. Basic anatomy, physiology, husbandry, and clinical techniques. In: QUESENBERRY, K. E.; CARPENTER, J. W. (Org.). **Ferrets, Rabbits, and Rodents: clinical medicine and surgery**. 3. ed. Elsevier, 2012, p. 339-353. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-6621-7.00026-9>.
- MOTTA, M. C. *et al.* Detecção de *Mycoplasma pulmonis* no trato respiratório superior em roedores através da técnica de PCR. **Revista da Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório**, v. 1, n. 1, p. 87-91, jan./fev./mar. 2012.
- PAGLIARONE, A. C.; SFORCIN, J. M. Estresse: revisão sobre seus efeitos no sistema imunológico. **Biosaúde**, Londrina, v. 11, n. 1, p. 57-90, jan./jun. 2009.
- PIASECKI, T.; CHRZASTEK, K.; KASPRZYKOWSKA, U. *Mycoplasma pulmonis* of rodents as a possible human pathogen. **Vector-borne and zoonotic diseases**, v. 17, n. 7, p. 475-477, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1089/vbz.2016.2104>.
- RÊGO, J. F. *et al.* Ética e bem-estar em animais de laboratório. **Revista da Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório**, v.7, n. 1, p. 69-76, 2019.
- ROMAGNANO, A. Mice, rats, gerbils, and hamsters. In: BALLARD, B.; CHEEK, R. (Org.). **Exotic Animal Medicine for the Veterinary Technician**. 3. ed. Ames, Iowa: John Wiley & Sons, Inc., 2017. p. 319-331.
- SAUNDERS, R. Rats. In: KUBIAK, M. (Org.). **Handbook of Exotic Pet Medicine**. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2020. p. 99-123. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119389934.ch8>.
- SHAW, B. M. *et al.* EPS-I polysaccharide protects *Mycoplasma pulmonis* from phagocytosis. **FEMS Microbiology Letters**, v. 338, n. 2, p. 155-160, jan. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1111/1574-6968.12048>.
- SILVA, M. T. O. *et al.* Mixed antigen ELISA of *Mycoplasma pulmonis* and *M. arthritidis* for diagnosis of murine mycoplasmosis. **Brazilian Journal of Veterinary Medicine**, v. 40, n. 1, e96218, 2018. DOI: <https://doi.org/10.29374/2527-2179.bjvm096218>. Disponível em: <http://rbmv.org/index.php/BJVM/article/view/962>. Acesso em: 21 mar. 2021.
- SOUZA, J. B. *et al.* *Mycoplasma pulmonis*, agente da micoplasmose respiratória murina: Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 21, n. 4, p. 08-25, out. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v21i4.39205>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/39205>. Acesso em: 16 mar. 2021.
- TEDESCO, J. T. G.; BLATT, S. L.; CORDOVA, C. M. M. Infecção por *Mycoplasma pulmonis* em ratos Wistar provenientes de biotério. **Revista de Patologia Tropical**, v. 40, n. 4, p. 279-286, out./dez. 2011. DOI: <https://doi.org/10.5216/rpt.v40i4.16757>. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/iptsp/article/view/16757>. Acesso em: 21 ago. 2020.

TEIXEIRA, V. N. Rodentia - Roedores exóticos (rato, camundongo, hamster, gerbilo, porquinho-da-índia e chinchila). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C.; CATÃO-DIAS, J. L. (Org.). **Tratado de Animais Selvagens**: Medicina Veterinária. 2. ed. São Paulo: Roca, 2014. p. 1169-1208.

WEISBROTH, S. H.; KOHN, D. F. Bacterial, Mycoplasmal, and Mycotic Infections. In: SUCKOW, M. A. *et al.* (Org.). **The Laboratory Rat**. 3. ed. Academic Press, 2019. p. 451-539.

YIWEN, C. *et al.* Infection Strategies of Mycoplasmas: unraveling the panoply of virulence factors. **Virulence**, v. 12, n. 1, p. 788-817, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1889813>.

Recebido: 23 de novembro de 2020. Aprovado: 23 de abril de 2021.