

RELAÇÃO DO CORONAVÍRUS COM OS ANIMAIS – REVISÃO DE LITERATURA

Djonathan Adamante¹ 

Tháís Maria Leichtweis¹ 

Fernanda Naconeski¹ 

Sidinei Sacoman¹ 

Marcos Antonio Garlini¹ 

Mário Rafael Alves Mattana¹ 

Rodrigo César dos Reis Tinini¹ 

Priscilla Guedes Gambale¹ 

ADAMANTE, D.; LEICHTWEIS, T. M.; NACONESKI, F.; SACOMAN, S.; GARILINI, M. A.; MATTANA, M. R. A.; TININI, R. C. dos R.; GAMBALÉ, P. G. Relação do coronavírus com os animais – revisão de literatura. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, Umuarama, v. 24, n. 2cont., e2402, 2021.

RESUMO: Os coronavírus são doenças zoonóticas, e, acometem diretamente na saúde e o bem-estar dos animais, bem como dos seres humanos. O surgimento de Síndromes Respiratórias Agudas Graves produzidas por esses vírus é cada vez mais comuns no mundo. Com intuito de compreender e divulgar a ampliação das informações voltadas a esses gêneros de vírus, a presente revisão de literatura realizou avaliação das possíveis causas da internalização de fontes de alimentos não naturais aos animais silvestres, bem como o uso de animais com fonte alimentar aos humanos e as consequências da interrelação frente essas migrações. Nesse sentido é essencial compreender como esses vírus interagem e modificam sua estrutura genética. Entender a forma as quais se relacionam com os animais e como esses são usados na alimentação humana, torna possível o rastreamento e estudos sobre a doença. Somente assim, será possível propor medidas atuais, e prevenir futuras doenças e pandemias.

PALAVRAS-CHAVE: Animais Silvestres. Doenças Zoonóticas. Síndromes Respiratórias Agudas Graves. Pandemia. Vírus.

CORONAVIRUS RELATIONSHIP WITH ANIMALS - LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: Coronaviruses are zoonotic diseases which have direct effect on the health and well-being of both animals and human beings. The emergence of Serious Acute Respiratory Syndromes produced by viruses is increasingly common in the world. In order to understand and disseminate the expansion of information related to these genera of viruses, this work carried out an evaluation of the possible causes of the internalization of non-natural food sources to wild animals, as well as the use of animals as food source to humans and the consequences of the interrelation in the face of these migrations. In this sense, it is essential to understand how these viruses work and understand the way they relate to animals. Only after that it will be possible to propose measures to the current pandemic and also to prevent future diseases and pandemics.

KEYWORDS: Pandemic. Severe acute respiratory syndromes. Virus. Wild animals. Zoonotic diseases.

RELACIÓN DEL CORONAVIRUS CON LOS ANIMALES - REVISIÓN DE LITERATURA

RESUMEN: Los coronavirus son enfermedades zoonóticas, y afectan directamente la salud y el bienestar de los animales, así como de los humanos. La aparición de Síndromes Respiratorios Agudos Graves producidos por esos virus es cada vez más común en el mundo. Con el fin de comprender y difundir la expansión de las informaciones dirigidas a esos géneros de virus, este estudio con revisión de literatura evaluó las posibles causas de la internalización de fuentes alimenticias no naturales a los animales silvestres, así como el uso de animales como fuente alimenticia a los humanos y las consecuencias de la interrelación frente esas migraciones. En ese sentido, es fundamental comprender cómo esos virus interactúan y modifican su estructura genética. Comprender la forma en que se relacionan con los animales y cómo éstos son usados en la alimentación humana. Solo entonces será posible proponer medidas actuales y prevenir futuras enfermedades y pandemias.

PALABRAS CLAVE: Animales Salvajes. Enfermedades Zoonóticas. Síndromes Respiratorios Agudos Graves. Virus.

DOI: <https://doi.org/10.25110/arqvet.v24i2cont.2021.8146>

¹ Curso de Medicina Veterinária - Uniguauçu. São Miguel do Iguauçu - Paraná. E-mail: adamante@live.com

Introdução

O avanço de doenças zoonóticas cresce a cada ano no mundo. Com isso a preocupação com a saúde e o bem-estar dos animais, bem como dos seres humanos é fundamental (SHI *et al.*, 2020). O coronavírus é dividido em quatro gêneros: alfa, beta, gama e delta-coronavírus, e cada animal é acometido por uma dessas variedades (PERERA *et al.*, 2018).

As Síndromes Respiratórias Agudas Graves (SARS) produzidas por vírus, possuem registros de uma primeira pandemia no novo milênio, especificamente na China, no ano de 2003. As situações emergentes e reemergentes da contaminação viral, as interações clínicas, imunológicas, histológicas, histopatológicas, zoonóticas e a relação do desafio viral entre espécies silvestres, foram muito bem catalogadas. Eventos e protocolos de controles e pesquisas foram abordados fomentando um conjunto de dados amplamente analisados e pontuados para mutações virais (CHENG *et al.*, 2007).

As doenças infecciosas emergentes (DIE's) podem causar sérios danos à saúde e às finanças, principalmente em países menos desenvolvidos, e contemporaneamente representa grande desafio mundial à saúde pública. Estima-se que entre 60 a 75% das DIE's são zoonoses e, dessas 70% tem origens em animais silvestres (VALITUTTO *et al.*, 2020). A relação do homem e animais se tornou mais próxima nos últimos anos, aumentando os riscos de infecções por patógenos, como ocorre com os coronavírus (DA SILVA; COELHO, 2020).

Cada vez mais, homens e animais estão mais próximos, incluindo muitas espécies selvagens, muito pela diminuição de áreas de preservação ou pela escassez de alimentos por interferência do homem no habitat dos animais, aumentando com isso, os riscos de infecções por patógenos, muitos deles de grandes riscos, como é o caso da família do coronavírus (MCGEE, 2020).

Nesse contexto, sabe-se que é essencial compreender como os vírus funcionam, e entender a forma que se relacionam com os animais (SHANG *et al.*, 2020). Somente assim será possível propor medidas que amenizem e busquem prevenir futuras doenças e pandemias. Analisar o que as pesquisas científicas descobriram e têm feito, pode facilitar o estudo da ação viral e seu controle (ANDERSEN *et al.*, 2020).

Assim, o presente trabalho objetivou fazer um levantamento bibliográfico a respeito do histórico do coronavírus, e sua relação com animais de companhia, de criação e animais selvagens. Por fim, será abordado sobre os avisos da comunidade global de medicina veterinária a respeito do novo coronavírus.

Histórico e introdução do coronavírus em animais

No início do século XXI, eclodiram surtos zoonóticos de doenças com características virais semelhantes. Como exemplo, têm-se a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS) ocorrida nos anos 2002-2003, na China e a Síndrome Respiratória no Oriente Médio (MERS) no ano de 2012, no Oriente Médio. Ambas relacionadas ao morcego como hospedeiro de SARS e MERS-CoVs, derivados das adaptações

de coronavírus (REHMAN *et al.*, 2020).

De acordo com Weiss e Martin (2005), algumas pesquisas datadas de 1968 descreveram os vírus da família Coronaviridae com morfologia semelhante à coroa, nomeando-os como coronavírus. Esses são causadores de patologias que acometem diversos animais como suínos, equinos, felinos e até seres humanos (WEISS e MARTIN, 2005). Como exemplo, tem-se o SARS-CoV-2 responsável por infecções respiratórias humanas da emergente pandemia de Covid-19 (XU *et al.*, 2020). Segundo dados da Organização Mundial de Saúde (2020), a Covid-19 manifestou-se pela primeira vez em dezembro de 2019, na cidade de Wuhan-China (ZHU *et al.*, 2020).

Os coronavírus são constituídos de RNA, e apresentam uma camada de lipídios (envelope) que lhes conferem proteção, aliado aos receptores de proteínas *spike*, do inglês Receiver Binding Domain (RBD), responsáveis pela forma, fixação e fusão do vírus na membrana de outra célula (WEISS e MARTIN, 2005). Essas proteínas receptoras fazem ligações com a enzima conversora de angiotensina 2 (ECA2) do hospedeiro, encontrada em várias células e principalmente no sistema respiratório, permitindo a entrada do vírus e destruição da célula. Dessa forma, seres humanos, gatos, furões e outros animais passam a ser vetores dos variados tipos de patógenos dessa família viral (ANDERSEN *et al.*, 2020).

Devido a rápida evolução dos CoVs, surgiu a teoria da criação em laboratório. Porém, Almazán *et al.* (2014) trazem experimentos que explicam a multiplicação viral, descrevendo-os como estruturas grandes e com problemas de instabilidade na sequência de genes na cadeia de DNA, sendo impossível a clonagem. Pesquisas apostam na possibilidade de o vírus ter passado por adaptações naturais, e ser advindo de morcegos (ANDERSEN *et al.*, 2020).

De acordo com Fan *et al.* (2019) e Cheng *et al.* (2007) as características extremamente mutáveis dessa família viral já previam possíveis surtos futuros, tendo como principais transmissores os morcegos, com cerca de 90% do genoma viral em seu organismo. Pela numerosidade e por percorrerem áreas muito abrangentes, os morcegos passaram por evoluções que elevaram a temperatura corporal e as taxas metabólicas, ambas ocasionando danos ao ácido desoxirribonucleico (DNA) durante longos períodos de voo (MANN, 2020). Devido a esses fatores, o organismo desses mamíferos seria favorável a proliferação viral (MANN, 2020).

Os primeiros casos de SARS foram registrados em Guangdong, China (GUAN *et al.*, 2003). Estudos realizados por Guan *et al.* (2003) levam em consideração o aumento do mercado de animais selvagens para fins alimentícios, correlacionado à transmissão humana, já que as condições de armazenamento desses mamíferos em gaiolas apertadas, em contato com secreções de outros animais e locais úmidos favorecem a multiplicação viral.

Para detecção viral de SARS-CoV foram isolados alguns animais provenientes do mercado, como civetas de palma ou musang e um cão-guaxinim. Os resultados testaram positivo para possíveis hospedeiros desse vírus (WOO; LAU e YUEN, 2006).

Os hábitos culinários do povo chinês envolvem o consumo de carne de animais selvagens. A motivação responsável pelo consumo humano de carne de animais selvagens na China se deve ao seu valor medicinal, bem como aos efeitos de promoção da saúde associados ao consumo de certas carnes de animais selvagens de caça e seus produtos (HARYPURSAT e CHEN, 2020).

Como os coronavírus possuem uma ampla variedade de hospedeiros animais, várias espécies animais abrigam esses patógenos, e apenas alguns deles apresentam uma infecção grave (CUI *et al.*, 2019).

No início do século XXI, eclodiram surtos zoonóticos de doenças com características virais semelhantes. Como exemplo, têm-se a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS) ocorrida nos anos 2002-2003, na China, e a Síndrome Respiratória no Oriente Médio (MERS) no ano de 2012, no Oriente Médio. Ambas relacionadas ao morcego como hospedeiro de SARS e MERS-CoVs e no final do ano de 2019 um novo coronavírus, denominado de Sars-Cov-2, que segundo a Organização Mundial de Saúde, foi detectado pela primeira vez em humanos, na cidade de Wuhan-China, e, já é responsável por milhões de infecções respiratórias em humanos em todo o mundo, sendo a terceira do século XXI causada por membros dessa família (REHMAN *et al.*, 2020).

Em resposta, para conter o dano, o sistema imune adaptou um mecanismo para reparos teciduais e ações antivirais sem ocasionar inflamações prejudiciais. Devido a esses fatores, o organismo desses mamíferos seria favorável a proliferação viral (MANN, 2020).

Como os coronavírus possuem uma ampla variedade de hospedeiros animais, várias espécies animais abrigam esses patógenos, e apenas alguns deles apresentam uma infecção grave (CUI *et al.*, 2019).

Portanto, compreender o processo evolutivo do coronavírus é fundamental para a tomada de medidas que possam prevenir o surgimento de pandemias futuras. A adoção de pesquisas científicas se faz eficaz na descoberta de hospedeiros com características genômicas semelhantes de coronavírus como os morcegos, civetas de palma e cão guaxinim. Além de adaptações que proporcionaram o salto do vírus de animais para os seres humanos, facilitando o estudo da ação viral e seu controle (ANDERSEN *et al.*, 2020).

Susceptibilidade em animais silvestres

Fauna silvestre em áreas urbanas

A vida humana e suas rotinas mudaram drasticamente nos últimos meses devido à pandemia de coronavírus. Até então a melhor maneira de tratamento para diminuição e disseminação e contágio da COVID-19, é manter-se em isolamento social e devidos cuidados higiênico-sanitários (DA SILVA; COELHO, 2020).

Atualmente, a ampla repercussão multidimensional, impulsionou a corrida pela descoberta e produção de vacina de larga escala em vários *players*, onde vários grupos ativos tais como: Estados nacionais, grupos empresariais do ramo farmacêutico, conjuntamente com a comunidade técnico-

científica referenciarão nessa discussão. As problemáticas geopolíticas e geoeconômicas possuem caráter exploratório, descritivo e explicativo, uma vez que, ao passo da descoberta de vacina eficaz, atenta – se as inúmeras consequências sob toda forma, nos campos geopolíticos e geoeconômicos referencialmente (SENHORAS, 2021).

Os seres humanos recolhidos em suas casas deixaram de circular pelas suas cidades. Dessa forma, deixaram ambientes propícios a receberem visitantes da fauna silvestre. Por meio de imagens foi possível relatar como a fauna silvestre “avançou” nos perímetros urbanos, principalmente em cidades com grande densidade populacional de humanos (DA SILVA; COELHO, 2020). Verifica-se então, adaptação dos animais com a presença dos seres humanos. Isto é ocasionado principalmente pela diminuição de seu habitat natural e alimento, incorrendo ao efeito migratório aos centros urbanos (AGGIMARANGSEE, 1991).

Segundo Specktor (2020), na Ásia, grupos de macacos vêm disputando território e comida na zona urbana da Tailândia, cidade de Nara no Japão esteve recentemente invadida por rebanhos de cervos (*Artiodactyla: Cervidae*), oriundos do Nara Park, onde são tratados pelos turistas. “Com o surgimento das restrições sociais em locais públicos pela pandemia, a presença de turistas diminuiu drasticamente, reduzindo, assim, a oferta de alimento para os animais, forçando a buscas por alimento em locais urbanos, sendo avistados e noticiados pela imprensa em grandes números” (MCGEE, 2020).

Na América do Sul, por exemplo, foram avistados animais em seus biomas naturais em meio às zonas urbanas. Na cidade de Santiago, no Chile, uma onça-parda foi vista andando ao meio do centro urbano, onde provavelmente, era vinda das montanhas próximas (MUÑOZ, 2020).

Reservatório de coronavírus

Em pesquisa nos EUA com morcegos tricolores, e na África com morcegos, onde os mesmos foram isolados, encontrou-se novos alfa-coronavírus, sendo considerado um ancestral comum recente do HCoV-NL63 com uma divergência estimada de aproximadamente 550 anos atrás (HUYNH *et al.*, 2012). Sequências do tipo HCoV-NL63 reafirmam a origem do reservatório ter como origem, o morcego, com cerca de 200 novos coronavírus identificados (BANERJEE *et al.*, 2018).

Esses estudos revelaram que vários SARSr-CoVs capazes de usar enzima receptora de molecular ACE2 em humano ainda estão circulantes entre morcegos na China, destacando a possibilidade de outro surto de doença semelhante ao SARS. A maioria dos SARSr-CoVs parece não ser capaz de usar ACE2, mas sua infecciosidade ou patogênese para seres humanos ainda são desconhecidas. A recombinação interespecie frequente pode resultar em outro coronavírus infeccioso humano desses SARSr-CoVs (FAN *et al.*, 2019).

Esses possuem variabilidade de especificidade de hospedeiros, isso significa que os vírus têm a capacidade de infectar e persistirem em várias espécies. Além disso, possuem facilidade e rapidez em causar doenças nas espécies (DROSTEN, 2013).

Os hospedeiros intermediários dos diferentes CoVs são vacas, camelos, civetas, porcos, entre outros mamíferos. Porém, ainda restam dúvidas a respeito de hospedeiros intermediários de alguns tipos de CoVs, como o do recente SARS-CoV-2 (AHMAD, 2020).

Embora os morcegos sejam os principais possíveis vetores intermediários, recentemente, um grupo de pesquisa da Universidade Agrícola do Sul da China informou que os pangolins podem ser um dos hospedeiros intermediários do SARS-CoV-2. Isso porque descobriram que 70% dos pangolins são positivos para o coronavírus. Além disso, o isolado do vírus do pangolim compartilhou 99% de similaridade de sequência com a atual cepa humana infectada SARS-CoV-2 (XU *et al.*, 2020).

Estudo de caso: Sars-CoV 2 em animais selvagens

A sociedade da conservação dos animais selvagens confirmou que um tigre-malaio (Espécie: *Panthera-tigris*) no jardim zoológico de Bronx em New York City testou positivo para COVID19 após a exposição aparente a um trabalhador contaminado (LAGUIPO, 2020). Os sintomas do tigre malaio de quatro anos, foram tosse seca e perda de apetite. A irmã do tigre, Blue, dois tigres de Amur e três leões africanos também manifestaram os sintomas do novo coronavírus (LAGUIPO, 2020).

Segundo Laguipo (2020) esses casos evidenciam o que é chamado de transmissão reversa. A transmissão reversa de doença zoonótica, também chamada de zoonose reversa ou zoonanthroposis, ocorre quando os seres humanos transmitem patógenos aos animais. No entanto, nesses casos, os animais não são transmissores do vírus, embora sejam superfícies.

Portanto, a relação humanos/animais estão em constante interação e a tendência é de que essa situação se intensificou no decorrer dos anos, no que tange à produção animal, animais de companhia e comércio locais de animais. Nesse sentido, a transmissão de patógenos e zoonoses de animais para humanos e vice-versa será maior, impondo assim, um modelo de cuidados e protocolos sanitários para ambos (LAGUIPO, 2020).

Animais estudados para obter respostas ao coronavírus

Estudos realizados por Weiss e Martin (2005), utilizando os macacos *Cynomolgus* como hospedeiros de SARS-CoV demonstraram ações virais semelhantes à detectada em humanos. Esses animais foram infectados com doses virais por vias intranasais, intratraqueal e conjuntivas, demonstrando resultados rapidamente. Após três dias os primeiros sintomas surgiram, como dificuldades de respirar ocasionada por pneumonia e pela degeneração dos alvéolos pulmonares. Entretanto, se comparada à infecção humana, os primatas desenvolveram sintomas leves.

Na observação de multiplicação viral, comparando três espécies de macacos, *Cynomolgus*, *Chlorocebus aethiops* e *Rhesus* ocorreram diferenças notáveis, sendo que todos estavam suscetíveis aos SARS-CoV. O macaco da espécie *Rhesus* demonstrou melhor eficácia na obtenção de dados, obtendo a

menor taxa de replicação viral em seu organismo. Enquanto os *Chlorocebus aethiops* tiveram doenças secundárias como a pneumonia, ligadas ao aumento expressivo de vírus. Os resultados obtidos da resposta imunológica criada na infecção foram curtos, porém, imprescindível para as análises da doença (COHEN, 2020; WEISS; MARTIN, 2005).

Os animais com maior peso na avaliação de possíveis medicamentos e vacinas são os macacos. Embora seja um modelo caro e difícil de manusear, sua estreita relação genética contribui para a interpretação de dados e testes em humanos (COHEN, 2020).

Segundo Cohen (2020), os dados apresentados demonstram valores experimentais diferenciais quando da utilização dos animais em estudos. Dados fomentados nos últimos 15 anos denotam uma significativa diferença entre animais nos experimentos, por exemplo, o uso de hamsters é de grande valia e apoio aos estudos sobre doenças zoonóticas, mas sob o ponto de vista proximal, macacos, principalmente do gênero *Rhesus*, demonstram serem de melhor eficácia na obtenção de dados para o coronavírus e suas singularidades.

Entretanto, outros modelos de animais vêm demonstrando grande potencial científico, como por exemplo, ratos (*Rattus norvegicus*) e camundongos (*Mus musculus*) (COHEN, 2020). Os hamsters quando expostos ao novo coronavírus, perderam peso, tornaram-se letárgicos e desenvolveram pelos prolongado e com retenção de secreção, postura curvada e respiração rápida. Nesses casos, altos níveis de SARSCOV-2 foram encontrados nos pulmões e intestinos dos hamsters (COHEN, 2020).

O uso de camundongos (*Mus musculus*) em testes mostra a similaridade com os seres humanos na composição de aminoácidos presentes no organismo, diferente do rato (*Rattus norvegicus*) que possui menos da metade desses aminoácidos. Assim, a avaliação desse modelo ficou facilmente visível ao tratamento do coronavírus, e com isso, trouxe um grande impacto de diferentes respostas imunes (COHEN, 2020).

Susceptibilidade em animais pet e de produção

Os animais domésticos e de produção são aqueles que vivem ou são criados em convívio com os seres humanos, que sofreram alguma espécie de domesticação, e, ou são utilizados para suprir a demanda alimentar humana, implicando diretamente no aumento das cadeias produtivas e no crescimento exponencial de animais sendo domesticados para a convivência com as pessoas (MARTINS; SANTOS; SILVESTRE, 2019; PEREIRA *et al.*, 2018).

Nesse sentido, progressivamente ocorrem relatos de novas doenças infecciosas, denominadas de zoonoses, como por exemplo, o coronavírus que apresenta vários gêneros, que podem causar infecções respiratórias graves nos humanos (SHI *et al.*, 2020).

Tendo em vista a relevância do assunto e a sua relação com a saúde humana, muitos pesquisadores desenvolvem pesquisas que buscam encontrar formas seguras de proteção contra agentes infecciosos virais causadores de doenças zoonóticas (FERNANDES *et al.*, 2015). Nessas perspectivas,

se torna cada vez mais necessário a indução a informação relacionado a tais zoonoses, porém, esses não estão associados ao atual surto de coronavírus (WSAVA, 2020).

Nesse contexto, dependendo do tipo de cada gênero do coronavírus, diferentes doenças podem se desenvolver em diferentes espécies de animais. Dentre os quatro gêneros citados na introdução, o mais conhecido por acometer animais *pets*, em especial cães e gatos é o do tipo Beta, responsável por contágio e desenvolvimento de sintomas respiratórios e febre em humanos. O coronavírus entérico canino (CCoV) pode causar gastroenterite canina, uma doença que pode causar no animal vômitos e/ou diarreia, já o coronavírus felino (FCoV) causa peritonite infecciosa felina (PIF) sendo uma doença infecciosa viral severa que acaba atacando a parte interna da barriga (BOTTEON, 2020).

Shi *et al.* (2020) investigaram sintomas (febre e perda de apetite) causados pela replicação do vírus (SARS-CoV-2) em trato respiratório inferior de animais e detectaram anticorpos contra SARS-CoV-2 em furões (*Mustela putorius furo*) e gatos (*Felis catus*), já em cães (*Canis lupus familiaris*) apresentaram baixa suscetibilidade ao SARS-CoV-2 e em suínos (*Sus scrofa domesticus*), frangos (*Gallus gallus domesticus*) e patos (*Cairina moschata*) não foram suscetíveis ao vírus.

A gastroenterite transmissível (TGE) é uma das intercorrências mais comuns em suínos, sendo o vírus PRCoV o principal causador dessa doença, principalmente em leitões em lactação (ARAÚJO e BROGGIO, 2021). Pesquisadores desenvolveram um modelo de expressão, denominado Acess Point Name (APN) suína no intestino delgado em camundongos classificados como transgênicos e não transgênicos, a fim de identificar de forma precoce patógenos e infecções causadas por coronavírus nesses suínos (PARK *et al.*, 2015).

Weingarti *et al.* (2004) inocularam por meio de via intravenosa, intranasal, ocularmente e oralmente com 106 unidades formadoras de placas (PFU) de coronavírus associado à SARS-CoV em suínos e frangos e observaram que os sinais clínicos não se desenvolveram em nenhum dos animais estudados, tão pouco evidenciaram alterações patológicas brutas nos exames pós-morte. Os resultados indicaram que os animais não desempenham papel de hospedeiros amplificadores para SARS-CoV, sendo que somente após à exposição experimental detectaram RNA do coronavírus no sangue e tecidos.

Miyaho *et al.* (2015) realizaram estudo a respeito da terapia gênica com vetores com o envelope do vírus RD-114, um retrovírus endógeno felino, que acomete vários animais domésticos, analisando geneticamente os ensaios de infecção, observaram que os aminoácidos da região C do ASCT2, se conservam entre os animais domésticos, com exceção de roedores e aves. Enquanto isso, cães, gatos, furões, martas, coelhos e codornas, são suscetíveis ao vírus pseudotipado com RD-114. Notaram que o mecanismo de transporte bASCT2 bovino funciona como um receptor de vírus RD-114 e que o bASCT2mRNA é quantificado em vários tecidos (pulmão, baço e rim), constatando que os vetores retrovirais usados, podem ser viáveis para esta terapia.

A utilização de organismos vivos geneticamente

modificados usando técnicas de recombinação são controladas por legislação. Matsuura *et al.* (2011) utilizaram métodos padrão, para investigar a suscetibilidade viral por meio do crescimento *in vitro* de vários vírus de animais com cascos fendidos. Essas células foram infectadas com vírus derivados de espécies ovina, bovina e suína e demonstraram que nenhum vírus pode ser detectado nas células renais dos cordeiros.

Pereira *et al.* (2018) pesquisaram a ligação de inibidores com efeitos contra o coronavírus de furão e *vison*. Por meio da transferência de energia de ressonância de fluorescência perceberam concentrações inibitórias de 50% da faixa baixa ou sub-micromolar. Identificaram compostos que exibiam potentes atividades inibitórias contra os três coronavírus 3CLpros. O inibidor também se mostrou ativo contra os coronavírus humanos e animais e outros vírus que codificam a 3C protease ou 3CLpro *in vitro*, incluindo vírus nas famílias *Caliciviridae* ou *Picornaviridae*.

Fernandes *et al.* (2015) avaliaram o resultado adjuvante vacinal do extrato aquoso de própolis marrom em vacina múltipla contendo CPV e CCoV de modo a analisar a resposta celular induzida após vacinação. Nos resultados, perceberam o aumento nos níveis de IFN- γ , citocina, o que amplia a resposta imune. Porém, o extrato não aumentou os níveis de IFN- γ para CPV nos esplenócitos dos camundongos vacinados, sugerindo que a ação imunoestimulatória da própolis depende do tipo de antígeno usado. Os autores questionam a eficácia das vacinas comerciais, e, afirmam que com mais estudos o extrato aquoso de própolis pode contribuir para a geração de vacinas com proteção mais eficiente contra agentes infecciosos virais, como os causadores de doença em cães.

Recomendações Mundiais sobre a relação do COVID-19 com os Animais

As publicações da Associação Americana de Medicina Veterinária (AVMA), da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), da Organização Mundial de Saúde (OMS) e da Associação Mundial de Animais de Estimação (WSAVA) são úteis, isso porque, são as melhores respostas para levantar a hipótese da susceptibilidade e disseminação por animais, não importando a categoria que são enquadradas (DODDS, 2020).

Recentemente, estudos apresentam relatos de casos onde cães e gatos positivaram para SARS-CoV-2, e apesar disso, não existem relatórios sugerindo que animais de estimação sejam fonte de infecção para seres humanos, não representando risco potencial de transmissão para outros animais ou pessoas. Animais que tiveram contato direto com seus donos infectados, não foram identificados como vetores mecânicos, sequer, carregaram o vírus e se replicaram nos animais. Não há recomendações de mudança nos cuidados com os animais domésticos além das atitudes já tomadas (CALVET *et al.*, 2021; NORONHA, 2020).

Segundo Islam (2020), a WSAVA vem propondo recomendações para uma maior segurança de animais ao redor do mundo, como evitar o contato com animais com os quais não estão familiarizados e sempre lavar as mãos antes e depois de interagirem com os animais. Se os proprietários estiverem doentes com COVID-19, devem tentar limitar a quantidade de

contato direto com os animais em sua casa, incluindo acariciar, aconchegar, beijar ou lambar e compartilhar alimentos. Priorizando hábitos periódicos de higiene, como a lavagem das mãos antes e depois de interagirem com eles, usando sempre uma máscara facial.

Sobre a vacina, as organizações globais não recomendam o uso de produtos destinados aos veterinários à utilização humana. Além disso, as vacinas contra o coronavírus canino disponíveis em alguns mercados globais destinam-se a proteger contra à infecção entérica por coronavírus e não são licenciadas para proteção contra infecções respiratórias (DODDS, 2020). Mais uma vez ressalta a importância em se saber que existem vários tipos de vírus, como os mencionados no recente trabalho.

Dessa forma, em virtude das poucas evidências e as recomendações das organizações e órgãos internacionais de saúde e associações médicas e veterinárias, seguem a mesma linha editorial em seus comunicados oficiais, de que os achados científicos ainda são insuficientes para demonstrar o impacto infeccioso do vírus para os animais de companhia, mas indicam, até o momento, que esses animais não caracterizam fonte importante de transmissão de coronavírus para humanos (RISTOW; CARVALHO; GEBARA, 2020).

Considerações Finais

O constante estudo das diversas famílias virais é fundamental, especialmente a *Coronavirae*, pois detém microorganismos altamente mutáveis.

Por conseguinte, é notória a necessidade de maior entendimento e avaliação das possíveis causas da internalização de fontes de alimentos não naturais aos animais silvestres, bem como o uso de animais com fonte alimentar a humanos e as consequências da inter-relação frente essas migrações. Sendo então possível compreender e prever por meio das análises estruturais as possíveis adaptações futuras, evitando surtos e mantendo a biossegurança.

Por fim, se faz necessária a divulgação científica para esclarecimento de dúvidas relacionadas às transmissões de animais para os seres humanos.

Referências

AGGIMARANGSEE, N. Survey for semi-tame colonies of macaques in Thailand. **Natural History Bulletin of the Siam Society**, v. 40, p. 103-166, 1991.

AHMAD, T. *et al.* COVID-19: Zoonotic aspects [published online ahead of print, fev. 2020]. **Travel Medicine and Infectious Diseases**, v. 36, n. 2020, p. 1-3, 2020.

ALMAZÁN, F. *et al.* Coronavirus reverse genetic systems: Infectious clones and replicons. **Science Direct**, v. 189, p. 262-270, 2014.

ANDERSEN, K. G. *et al.* The proximal origin of SARS-

CoV-2. **Nature Medicine**, v. 26, p. 450-452, 2020.

ARAÚJO, F. M. L.; BROGGIO, B. Doenças entéricas na suinocultura - maternidade. **Nutri Time**, v. 18, n. 2, p. 1-12, 2021.

BANERJEE, A. *et al.* 2018. **Bats and coronaviruses**. [Online]. Disponível em: www.mdpi.com/1999-4915/11/1/41. Acesso em: 15 jun. 2020.

BOTTEON, K. D. Coronavírus em humanos e pets: entenda as diferenças. **Boehringer Ingelheim (2020)**. Disponível em: <https://www.boehringer-ingelheim.com.br/quem-somos/conexao-com-executivos/coronavirus-em-humanos-e-pets-entenda-diferencas>. Acesso em: 16 ago. 2020.

CALVET, G. A. *et al.* Investigação de infecções por SARS-CoV em cães e gatos de humanos com diagnóstico de COVID-19 no Rio de Janeiro, Brasil. **PLoS ONE**, v. 16, n. 4, p. 1-12, 2021.

CHENG, V. C. C. *et al.* Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus as an Agent of Emerging and Reemerging Infection. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 20, n. 4, p. 660-694, 2007.

CUI, J.; LI, F.; SHI, Z. L. Origin and evolution of pathogenic coronaviruses. **Nature Reviews Microbiology**, v. 17, n. 3, p. 181-192, 2019.

DA SILVA, E.; COELHO, L. Sobre incursões da fauna silvestre a áreas urbanas durante a pandemia do novo coronavírus. **A bruxa**, v. 4, p. 1-13, 2020.

DODDS, W. J. Coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19) and Companion Animal Pets. **Journal Immunol Allergy**, v. 1, n. 2, p. 1-3, 2020.

DROSTEN, C. Virus ecology: a gap between detection and prediction. **Emerging Microbes and Infections**, v. 2, n. 5, p. 1-2, 2013.

FAN, Y. *et al.* Bat Coronaviruses in China. **Viruses**, v. 11, n. 210, p. 1-14, 2019.

FERNANDES, M. H. V. *et al.* Efeito do extrato aquoso de própolis marrom sobre a produção de IFN- γ após imunização contra parvovírus canino (CPV) e coronavírus canino (CCoV). **Ciência Animal Brasileira - Revista UFG**, v. 16, n. 2, p. 235-242, 2015.

GLOBAL VETERINARY COMMUNITY. Dundas: Global Veterinary Community; 2020]. **The New Coronavirus and Companion Animals - Advice for WSAVA Members**. [Online]. Disponível em: wsava.org/wp-content/uploads/2020/03/COVID-19_WSAVA-Advisory-Document-Mar-19-2020.pdf. Acesso em: 15 jul. 2020.

GUAN, Y. *et al.* Isolation and characterization of viruses related to the SARS coronavirus from animals in southern

China. **Science (New York)**, v. 302, p. 276-278, 2003.

HARYPURSAT, V.; CHEN, Y. K. Six weeks into the 2019 coronavirus disease (COVID-19) outbreak- it is time to consider strategies to impede the emergence of new zoonotic infections. **Chinese Medical Journal (Engl)**, v. 133, n. 9, p. 1118-1120, 2019.

HUYNH, J. *et al.* Evidence supporting a zoonotic origin of human coronavirus strain NL63. **Journal of Virology**, v. 86, p. 12816-12825, 2012.

ISLAM, M. A. COVID-19 and Pet Animals: What we need to know? **Research in Agriculture Livestock and Fisheries**, v. 7, n. 1, p. 83-86, 2020.

LAGUIPO, A. News-Medical Life Science. **Tiger with SARS-CoV-2 infection demonstrates reverse zoonosis**. Disponível em: <https://www.news-medical.net/news/20200406/Tiger-with-SARS-CoV-2-infection-demonstrates-reverse-zoonosis>. Acesso em: 5 jul. 2020.

MANN, D. L. SARS-CoV-2 and Bats: From Flight to Fighting COVID-19. **JACC: Basic to Translational Science**, v. 5, p. 545-546, 2020.

MATSUURA, K. *et al.* Establishment of a novel ovine kidney cell line for isolation and propagation of viruses infecting domestic cloven-hoofed animal species. **Animal**, v. 47, p. 459-463, 2011.

MCGEE, O. **Nara deer leave park; head to station for food as tourist numbers tumble**. [Online]. Disponível em: japantoday.com/category/national/nara-deer-leave-park-head-to-station-for-food-as-tourist-numbers-tumble. Acesso em: 24 mar. 2020.

MIYAHO, R. N. *et al.* Susceptibility of domestic animals to a pseudotype virus bearing RD-114 virus envelope protein. **Gene**, v. 567, p. 189-195, 2015.

MUÑOZ, D. 2020. **Capturaron a puma que deambulo por las calles del sector oriente de Santiago**. [Online]. Disponível em: www.adnradio.cl/nacional/2020/03/24/puma-fue-visto-por-las-calles-del-sector-oriente-de-santiago.html. Acesso em: 5 jul. 2020.

NORONHA, P. H. ICIT/Fiocruz. **Covid-19: pesquisador esclarece quais cuidados devem ser tomados com os animais domésticos**. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/covid-19-pesquisador-esclarece-quais-cuidados-devem-ser-tomados-com-os-animais-domesticos>. Acesso em: 13 Ago. 2020.

PARK, J-E. *et al.* Development of transgenic mouse model expressing porcine aminopeptidase N and its susceptibility to porcine epidemic diarrhea virus. **Virus Research**, v. 197, p. 108-115, 2015.

PERERA, K. D. *et al.* Protease inhibitors broadly effective against feline, ferret and mink coronaviruses. **Antiviral Research**, v. 160, p. 79-86, 2018.

REHMAN, S. *et al.* Evolutionary Trajectory for the Emergence of Novel Coronavirus SARS-CoV-2. **Pathogens**, v. 9, n. 240, p. 1-12, mar. 2020.

RISTOW, L. E.; CARVALHO, O. V.; GEBARA, R. R. COVID-19 em felinos, seu papel na saúde humana e possíveis implicações para os seus tutores e para a vigilância em saúde. **Revista de Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 29, n. 2, p. 1-4, 2020.

SENHORAS, E. M.; O campo de poder das vacinas na Pandemia da COVID-19. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 6, n. 18, p. 110-121, 2021.

SHANG, J. *et al.* Cell entry mechanisms of SARS-CoV-2. **PNAS**, v. 117, p. 1-8, 27, 2020.

SHI, J. *et al.* Susceptibility of ferrets, cats, dogs, and other domesticated animals to SARS-coronavirus 2. **Science**, v. 368, p. 1016-1020, 2020.

SPECKTOR, B. 2020. **Starving monkey 'gangs' battle in Thailand as coronavirus keeps tourists away**. [Online]. Disponível em: www.livescience.com/macaque-fight-thailand-temple-coronavirus.html. Acesso em: 23 mar. 2020.

UNIVERSIDADE AGRÍCOLA DO SUL DA CHINA. **Pangolin pode ser um potencial hospedeiro intermediário do novo coronavírus**. Disponível em: <http://www.chinanews.com/sh/2020/02-07/9082279.shtml>. Acesso em: 7 fev. 2020.

VALITUTTO, M. T. *et al.* Detection of novel coronaviruses in bats in Myanmar. **PloS ONE**, vol. 15, n. 4, p. 1-11, 2020.

WEINGART, H. M. *et al.* Susceptibility of Pigs and Chickens to SARS Coronavirus. **Emerging Infectious Diseases**, v. 10, n. 2, p.179-184, 2004.

WEISS, S. R.; MARTIN, S. N. Coronavirus Pathogenesis and the Emerging Pathogen Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 69, n. 4, p. 635-664, 2005.

WOO, PATRICK CY; LAU, SUSANNA KP; YUEN, KWOK-YUNG. Infectious diseases emerging from Chinese wet-markets: zoonotic origins of severe respiratory viral infections. **PUBMED**, v. 19, n. 5, p. 401-407, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Novel Coronavirus – Japan**. Disponível em: www.who.int/csr/don/16-january-2020-novel-coronavirus-japan-ex-china/en/. Acesso em: 13 ago. 2020.

XU, J. *et al.* Comparação sistemática de dois coronavírus humanos transmitidos de animal para humano: SARS-CoV-2

e SARS-CoV. **Virus**, v. 12, p. 244, 2020.

XU, Y. Unveiling the Origin and Transmission of 2019-nCoV. **Trends in Microbiology**, v. 28, p. 239-240, 2020.

ZHU, H. *et al.* Host and infectivity prediction of Wuhan 2019 novel coronavirus using deep learning algorithm. **BioRxiv**, 2020.

Recebido em: 08.09.2020

Aceito em: 15.09.2021