

Dispersão de vírus zoonóticos de alta patogenicidade para humanos por morcegos

Paulo Henrique Gorgonho ¹

Resumo. O presente estudo construído de através da literatura específica relacionada ao tema tem como objetivo central a ampliação do conhecimento das consequências da convivência entre seres humanos e morcegos, tendo como objetivo principal realizar a descrição sob o ponto de vista clínico-laboratorial os vírus zoonóticos de maior grau de patogenicidade para humanos que são dispersados por estes animais, e como objetivos secundários, realizar o apontamento dos fatores associados à transmissão de zoonoses, com ênfase à aquelas que tenham alto taxa de mortalidade, pelos morcegos aos humanos, enumerar os principais vírus zoonóticos de alta patogenicidade que são dispersados por morcegos, e relatar os aspectos clínico-laboratoriais dos principais vírus zoonóticos. Ademais correlacionar eventos ocorridos em diversas partes do mundo a situação brasileira, com intuito de apontar a possibilidade da dispersão de vírus zoonóticos de alta patogenicidade no país. Em suma o estudo apresentou logrou êxito em ampliar os conhecimentos sobre os objetivos propostos.

Palavras-chave: Zoonoses. Morcegos. Vírus. Diagnostico. Transmissão.

DOI:10.21472/bjbs.v11n24-005

Submitted on:
06/02/2024

Accepted on:
06/12/2024

Published on:
06/24/2024



Open Access
Full Text Article



Dispersion of highly pathogenic zoonotic viruses to humans by bats.

Abstract. The present study, constructed through specific literature related to the topic, has the central objective of expanding knowledge about the consequences of the coexistence between humans and bats. The primary aim is to describe, from a clinical-laboratory perspective, the zoonotic viruses with the highest degree of pathogenicity to humans that are spread by these animals. Secondary objectives include identifying the factors associated with the transmission of zoonoses, with an emphasis on those with high mortality rates transmitted from bats to humans, listing the main highly pathogenic zoonotic viruses spread by bats, and detailing the clinical-laboratory aspects of these major zoonotic viruses. Additionally, the study aims to correlate events that have occurred in various parts of the world with the Brazilian situation, in order to highlight the potential for the spread of highly pathogenic zoonotic viruses in the country. In summary, the study successfully expanded knowledge on the proposed objectives.

Keywords: Zoonoses, Bats, Viruses, Diagnosis, Transmission.

Dispersión de virus zoonóticos altamente patogénicos para humanos por murciélagos

Resumen. El presente estudio, construido a través de la literatura específica relacionada con el tema, tiene como objetivo central ampliar el conocimiento sobre las consecuencias de la convivencia entre seres humanos y murciélagos. El objetivo principal es realizar la descripción, desde el punto de vista clínico-laboratorial, de los virus zoonóticos de mayor grado de patogenicidad para los humanos que son

¹ Universidad Internacional Tres Fronteras (UNINTER), Pedro Juan Caballero, Amambay, Paraguay.
E-mail: paulogorgonho16@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7912-8207>

dispersados por estos animales. Como objetivos secundarios, se propone señalar los factores asociados a la transmisión de zoonosis, con énfasis en aquellas que tienen una alta tasa de mortalidad, de murciélagos a humanos, enumerar los principales virus zoonóticos de alta patogenicidad que son dispersados por murciélagos y relatar los aspectos clínico-laboratoriales de estos principales virus zoonóticos. Además, se busca correlacionar eventos ocurridos en diversas partes del mundo con la situación brasileña, con el fin de señalar la posibilidad de la dispersión de virus zoonóticos de alta patogenicidad en el país. En resumen, el estudio logró ampliar los conocimientos sobre los objetivos propuestos.

Palabras clave: Zoonosis. Murciélagos. Virus. Diagnóstico. Transmisión.

INTRODUÇÃO

O presente artigo tem como objetivo primário a compreensão dos aspectos clínicos-laboratoriais dos principais vírus zoonóticos dispersos por morcegos e correlacionar ao panorama brasileiro, visto que o Brasil é detentor de vasta variedade de espécies deste animal, atualmente 180 espécies até então catalogadas no total, e tendo em vista necessidade da exposição das principais consequências do convívio entre esses animais e os seres humanos, o que muitas vezes pode ser considerado forçoso, a elaboração do artigo justifica-se principalmente também pela carência de material específico relacionado diretamente ao tema e objetivos específicos propostos, e devido a carência de materiais que façam o correlacionamento, entre o convívio mutuo entre seres humanos e morcegos, visando preferencialmente o cenário nacional.

Secundariamente a pesquisa tem como intuito apontar os fatores associados à transmissão de zoonoses pelos morcegos aos humanos, realizando a enumeração dos principais vírus zoonóticos de alta patogenicidade para humanos que são dispersados por morcegos, bem como apontar o papel notório dos morcegos na transmissão de vírus e exemplificar utilizando-se de relatos publicados inerentes a transmissão viral ocorridos em diversas localidades globais, e relatar em detalhes os aspectos clínico-laboratoriais dos principais vírus zoonóticos transmitidos por esses animais.

Tendo sua construção realizada através da revisão da literatura específica, publicadas gratuitamente e na íntegra, relacionada de maneira direta ou indiretamente ao tema pesquisado, e com ênfase principal na área de microbiologia voltada ao estudo e melhor compreensão dos vírus. Estruturando-se em elementos pré-textuais, elementos textuais e elementos pós-textuais, visando sempre a organização harmônica e centrada das ideias.

REFERENCIAL TEÓRICO

Habitando o planeta a cerca de 54 milhões de anos e dispondo de cerca de 1300 espécies atualmente catalogadas os morcegos estão presentes em quase todos os continentes, considerados a segunda ordem de mamíferos mais abundantes no planeta, a ordem *Chiroptera*, e especialmente no Brasil que possui em torno de 14% do total de espécies conhecidas, o que corresponde a 180 espécies. A alimentação dos morcegos é frequentemente associada ao consumo de sangue (hematófaga), no entanto essa informação é incorreta em partes, já que a maioria dos morcegos consome frutas, insetos e néctar, por outro lado apenas três espécies, todas restritas a América do Sul e Central, utilizam o sangue como fonte principal de nutrientes, sendo duas delas consumindo apenas o sangue de aves *Diphylla ecaudata* e *Diaemus youngi* e apenas uma consumindo essencialmente o sangue de mamíferos *Desmodus rotundus*, devido ao considerável número de espécies e a variedades de habitats os morcegos prestam serviços vitais para o equilíbrio dos ecossistemas (Guedes; Costa, 2018).

Derivando do latim *muris* (rato) e *coecus* (cego) a palavra morcego remete diretamente a ideia de um rato cego alado de hábitos noturnos, esses animais ainda recebem no Brasil os nomes de *andirá*, *guandira* e *guandiruçu* provenientes da língua tupi, e no grego *verpertilio* essas nomenclaturas são desconhecidas do público em geral, também são ignoradas a diversidade de espécies, a complexidade biológica e a importância ecológica destes mamíferos (Reis *et al.*, 2007).

Reservatórios naturais de vírus zoonóticos como o Corona vírus, Marburg, Ebola, Raiva e uma ampla variedade de paramixovírus, os morcegos demonstram maior probabilidade de serem infectados por vírus zoonóticos em comparação aos roedores, corroborando com a ideia do papel principal dos morcegos na transmissão de doenças podendo serem considerados os únicos vetores dessas zoonoses (O'shea *et al.*, 2014).

De origem, ainda não conhecida, existindo três teorias mais aceitas sobre sua origem, teoria regressiva, teoria da coevolução e teoria do escape. Ademais, os vírus são definidos como uma organização associada de macromoléculas, que necessitam de um hospedeiro vivo, unicelular ou pluricelular, para a realização da síntese de novas partículas virais para finalizar o seu ciclo de replicação, podendo assim, infectar qualquer ser vivo, como animais, plantas, fungos e bactérias, a depender apenas da presença de proteínas que possibilitem a ligação da partícula viral à célula desse hospedeiro, e tendo sua estrutura básica formada por ácido nucleico, RNA ou DNA, que é envolto por uma capa proteica e uma membrana, onde é obtida através do brotamento, que ocorre ao fim do ciclo de replicação, no momento em que o vírus sai da célula infectada (Korsman *et al.*, 2014).

Atualmente, o *International Committee on Taxonomy of Viruses* (ICTV), classifica os vírus em níveis hierárquicos, de ordem família, subfamília, gênero e espécie e em níveis inferiores, subespécies,

estirpes e variantes. Porém, ainda são utilizadas, com o intuito classificatório, as características estruturais dos vírus, como por exemplo: Morfologia, Proteínas, Lipídeos, Carboidratos e propriedades físico-químicas (Santos *et al.*, 2015).

Portanto, apesar dos esforços para agregar ainda mais conhecimentos sobre o papel dos vírus, sua origem e onde se encaixam na árvore da vida, as pesquisas para elucidar esses questionamentos, ainda são de difícil realização, já que, para que ocorra necessitam-se de materiais de qualidade superior, encontrados nos laboratórios de pesquisas, como os microscópios eletrônicos e materiais necessários ao cultivo de vírus *in vitro*. Porém, todos possuem alto valor agregado, o que impede que novas informações sejam descobertas, além disso, a falta de profissionais especializados em pesquisas voltadas especialmente para a área da virologia, complexifica ainda mais a situação, por outro lado é de vital importância, já que, somente com o acréscimo de novos conhecimentos, será possível entender os mecanismos e os fatores associados à transmissão dos vírus, e como minimizar os efeitos dessas viroses.

O notório papel dos morcegos como vetores de doenças virais foi reconhecido na primeira metade do século XX (20) com a associação destes animais a transmissão do vírus da raiva, encontrado na América do Sul e Central, porém o papel dos morcegos como transmissores de doenças infecciosas emergentes (EID), só foi reconhecida após a segunda metade do século XX (Alfet *et al.*, 2018).

O conceito de doença infecciosas emergentes pauta-se em uma serie de comportamentos como, doenças que inexisteriam na espécie humana, mas que passaram a ocorrer causando problemas de saúde pública, doenças não reconhecidas anteriormente, mas que provavelmente já ocorriam, doenças em declínio ou erradicadas que regressam com novas propriedades biológicas e epidemiológicas, doenças que retornam após controle efetivo de casos. Todavia esses conceitos são de difícil definição e compreende apenas doenças que apresentem um dos comportamentos em um período de vinte a trinta anos (Silva; Angerani, 2008).

Em suma a associação entre morcegos e a dispersão de vírus zoonóticos é concluída por inúmeros autores sobre diversos pontos de vista, ademais esses animais são os responsáveis pelo surgimento ou reaparecimento de doenças que ocasionam inúmeros danos à saúde das populações e grandes impactos econômicos, contudo os morcegos também são muito afetados com os avanços desordenados das cidades, que por vezes acabam adentrando aos habitats naturais desses animais, causando uma adaptação forçada, que resulta na utilização das estruturas artificiais como abrigo, das vegetações urbanas como fonte de alimento e proteção, e com isso tornando o contato entre os seres humanos e morcegos mais próximo e a ascensão de novos vírus ainda mais frequentes, o que pode levar a situações de desequilíbrio, como o caos nos sistemas de saúde que não estão preparados, pois como a Ascensão de novos vírus costuma ser facilitada devido aos fatores citados anteriormente e quando à ocorrência destes fatos as informações sobre esses vírus são em sua maioria escassas, dificultando a adoção de medidas para o

tratamento dos pacientes infectados e controle para a diminuição do contágio de novos indivíduos. (Tiriba; Shmal, 2010).

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo do tipo revisão bibliográfica, de caráter descritivo, realizado no mês de Agosto de 2020 a Junho de 2021, a partir da seleção de documentos eletrônicos, livros, manuais e artigos indexados nas bases de dados Lilacs, PubMed, SciELO, *Nacional center for biotechnology information* (NCBI), Bireme e Biblioteca Virtual em Saúde-Brasil (BVS-Brasil), disponibilizados gratuitamente, na íntegra, com publicações entre anos de 2007 e 2020, em Português (Brasil) e em Inglês, utilizando os descritores: Zoonoses; Doenças virais transmitidas por morcegos ; Saúde Pública . Os critérios para inclusão destes termos foram à associação direta ao tema a ser estudado e associação aos objetivos propostos e os criterios de exclusão foram a não adequação, similaridade ou proximidade ao tema.

FATORES ASSOCIADOS À TRANSMISSÃO DE ZOONOSES PELOS MORCEGOS AOS HUMANOS

Tendo em mente que o aumento do desmatamento e das atividades de mineração, são fatores que podem ser responsáveis pela destruição de habitats e posterior adaptação forçada de diversas espécies de animais como os morcegos, visto que esses mamíferos possuem capacidades adaptativas altas a ambientes urbanos e inóspitos a sua sobrevivência e também foi relacionado a isso uma elevação dos números de casos de transmissão de doenças por morcegos acontecidos na bacia amazônica, (Chomel, Belotto; Meslin, 2007).

Em levantamento realizado em 2020, nos nove estados brasileiros que compõem a Amazônia legal, a taxa consolidada de desmatamento foi de 10.129 Km², 3,76% maior que o previsto no ano anterior em novembro de 2019 (INPE, 2020). Com base nas informações apresentadas sobre o desmatamento da Amazônia legal, onde se encontra vasta variedades de espécies de morcegos, os dados corroboram com a ideia que o desmatamento está intimamente ligado com o aumento dos números de casos de vírus zoonóticos transmitidos por morcegos.

Um outro fator relacionado ao surgimento de novas doenças ou o reaparecimento de doenças extintas ou controladas no passado é o crescimento das cidades, visto que o avanço do espaço urbano contribuiu para o aumento do desmatamento e consequentemente a destruição de habitats naturais. Segundo estimativa o Brasil chegou a 211,8 milhões de habitantes em 2020, número 0,77% maior que

no ano de 2019 (IBGE, 2020), o que reforça a ideia citada da íntima relação entre crescimento das cidades, desmatamento e o aumento de casos de dispersão de vírus zoonóticos.

Durante o período de 2000 a 2017 foram descritos 188 casos de raiva no Brasil, sendo que 33%, residentes de áreas urbanas, com predominância da transmissão causada por morcegos, o estudo concluiu ainda que são necessários investigar casos secundários, ou não notificados, e principalmente viabilizar a profilaxia pré-exposição as populações sob maior risco de infecções (Vargas; Romano; Hemann, 2019).

O consumo de carne de animais silvestres pode ser considerado também como um fator importante na dispersão de vírus zoonóticos, visto que em algumas localidades como Bolívia, Brasil, Índia, China, Japão e Mianmar, o consumo da carne de morcegos como alimento ou medicamento, são práticas consideradas culturalmente aceitas em algumas regiões destes países, e em diversos países os morcegos fazem parte da alimentação, apreciados como petiscos em celebrações especiais ou como fonte alternativa de proteína, em países como Mianmar e China os morcegos ainda são utilizados como medicamento tradicional para o tratamento da asma e entre outras doenças (Mildenstein; Tanshi; Racey; 2015).

A introdução em larga escala de árvores frutíferas pode ser considerada também um fator associado a transmissão de zoonoses a seres humanos visto que a maioria das espécies de morcegos é insetívora e frutívora. E a transmissão de doenças pode se dar através do consumo de frutas contaminadas parcialmente comidas e seivas como aconteceu em Bangladesh, onde foram isoladas amostras do vírus *Nipah* em amostras de seiva de tamareira, houve relatos dos fazendeiros que haviam fezes próximas aos recipientes ou dentro dos utilizados para armazenar a seiva, e corpos de morcegos mortos flutuando nos potes de seiva, foram observados também, 124 pessoas na área de surto que desenvolveram sintomas condizentes a infecção pelo vírus *Nipah*, sendo que 12 pacientes preencheram as definições de encefalite, os sintomas mais comuns entre os infectados foram febre, dores de cabeça, vômito e perda de consciência, 11 pacientes infectados que preencheram as definições evoluíram para óbito em um período médio de 5 dias. (Luby *et al.*, 2006).

A atividade turística é um outro fator que não pode ser descartado, visto que a visitação de cavernas é comum em todo o mundo, pois em algumas cavernas se encontram estruturas naturais peculiares, o que contribui para a atração de grande número de visitantes, somente no Brasil no ano de 2019 foi alcançada a marca de 20 mil cavernas catalogadas, sendo que 41 % das cavernas catalogadas se encontrem em área de preservação (ICMBio, 2020). Devidos as condições favoráveis e predileção desses animais é comum encontrar diversas variedades de espécies de morcegos habitando cavernas, entretanto à casos de infecção causada pelo vírus *Marburg*, ocorridas em países africanos, que acometeram visitantes de cavernas que eram habitats de morcegos (Rodhaim, 2015).

Portanto conclui-se que a expansão das atividades humanas, sejam elas econômicas, como o avanço do desmatamento da atividade agricultura e da mineração, turísticas como o aumento da visitação de cavernas e outras estruturas naturais que são utilizadas como abrigo para morcegos, está relacionada de maneira peculiar com a dispersão de vírus zoonóticos que podem causar diversos danos a sociedade, já que algumas destas doenças pode ser de difícil tratamento devido ao desconhecimento de suas características. Porém existem medidas que podem ser tomadas para conter o avanço da dispersão de vírus zoonóticos como, a preservação dos habitats naturais e diminuição do desmatamento, realização do manejo adequado de animais que invadem os ambientes urbanos, restrição ou proibição do consumo da carne destes animais e de produtos derivados, adoção de medidas sanitárias mais eficazes, principalmente a produtos que possam ter contato com esses animais e controle da visitação de cavernas que sejam habitadas por morcegos, somente após a tomada destas medidas e de outras que possam agregar de maneira positiva serão evitadas a perda de vidas e o acontecimento de epidemias ou até pandemias. Ademais é necessária a compreensão dos vírus zoonóticos que são dispersados por morcegos, no que tange ao entendimento da origem dos vírus e mecanismos de transmissão, posteriormente ao presente capítulo serão elencados os principais vírus com dispersão e origem relacionadas aos morcegos de diversas espécies mundo a fora, bem como os mecanismos de transmissão e aspectos clínico-laboratoriais destas zoonoses.

PRINCIPAIS VÍRUS ZONÓTICOS DE ALTA PATOGENICIDADE PARA HUMANOS QUE SÃO DISPERSADOS POR MORCEGOS

O presente capítulo do estudo tem como objetivo principal identificar os principais vírus zoonóticos de alta patogenicidade dispersados por morcegos, tendo como objetivo secundário fazer a compreensão de suas origens, identificar as principais espécies de morcegos que estão associados a dispersão destas zoonoses, e o entendimento dos mecanismos de transmissão desses vírus para seres humanos

O nome *Nipah* vírus (NiV) é um vírus da família paramyxoviridae que tem sua origem relacionada ao vilarejo próximo ao rio *Nipah* local onde aconteceram os primeiros casos, sendo detectado pela primeira vez no ano 1998, após um surto na Malásia que atingiu humanos e porcos, atingindo seu auge na primavera do ano de 1999, sendo considerado endêmico da região sul asiática, com casos reportados na Índia, China, Singapura e Bangladesh. O vírus *Nipah* foi classificado como um patógeno de classe C pelo *Center For Disease Control And Prevention* (CDC) e devido a seu alto grau de letalidade, cerca de 40 %, e a falta de vacinas e medicamentos que podem ser usados para o

tratamento, apenas um medicamento antiviral é utilizado para a terapêutica contra o vírus (PRESTI *et al.*, 2016).

A transmissão do vírus *Nipah* se dá pelo consumo de alimentos contaminados, como por exemplo seiva da tamareira que é apreciada em alguns países asiáticos em forma de bebida alcoólica, conhecida como *tari* ou vinho de palma, foram encontrados nos recipientes utilizados para a armazenagem da seiva que utilizada como base para a bebida, urina e fezes de morcegos do gênero *Pteropus ssp.*, que após testes indicaram a presença do Niv. Outro fator relacionado a dispersão do vírus entre humanos é o contato com pacientes infectados (Luby *et al.*, 2006).

Os primeiros casos de infecção pelo vírus *Hendra* (HeV), foram descritos primeiramente no distrito de *Hendra*, localizado na cidade Brisbane na Austrália, acometendo 20 equinos e dois humanos, o vírus *Hendra* é um membro da família *paramyxoviridae*, assim como o *Nipah* vírus, porém diferenciando apenas quanto a espécie. Posteriormente Também foram identificadas infecções pelo vírus na cidade de *Mackay*, a 800 km ao norte do surto ocorrido em Brisbane. Até o ano de 2015 foram descritos 94 casos fatais em equinos e sete em humanos (Black; Douglas; Field, 2015).

A transmissão do *Hendra* vírus está relacionada ao seu principal reservatório natural, os morcegos do gênero *Pteropus alecto* e *Pteropus. conspicillatus* a proximidades desses animais a locais habitados por seres humanos e utilizados para criação de equinos, que disponibilizam abrigos artificiais, estruturas como estábulos, celeiros e doações casas, ou naturais, como árvores, e alimentos como flores e frutas, facilitam a dispersão do vírus, visto a proximidade entre as espécies. O contato com a urina é a principal forma detectada de dispersão do vírus e a convivência dos seres humanos e equinos com este fluido favorece a infecção pelo vírus (Field, 2016).

O vírus da raiva é uma zoonose, ou seja, uma doença própria de animais que pode ser transmitida a humanos, pertencente ao gênero *lyssavirus*, sendo uma doença relatada desde tempos antigos, e presente frequentemente na sociedade, a raiva já foi descrita por Aristóteles que descreveu a suscetibilidade dos cães à e periculosidade para aqueles que forem mordidos por algum animal infectado (KING *et al.*, 2004). Atualmente a raiva continua causando diversos prejuízos socioeconômicos, visto que anualmente a doença ainda vítima cerca de 70.000 pessoas ao redor do mundo (Wang; Tang; Liang, 2014), e cause somente na América Latina cerca de 30 milhões de dólares/ano de prejuízo tanto para a vacinação de animais criados para consumo quanto para o tratamento profilático de pessoas que tiveram contato com animais potencialmente infectados (Teixeira *et al.*, 2015).

A transmissão do vírus se dá através de contato direto com a saliva do animal ou paciente infectado, principalmente durante o ataque, também podendo ocorrer infecções através de arranhadura ou lambidura de mucosas, sendo estas mais raras, a raiva é facilmente diagnosticada devido a particularidade dos sintomas indicativos da infecção e possui um período médio de incubação de 45 dias,

sendo este período de tempo altamente variável (Brasil, 2010). Os morcegos são mamíferos considerados suscetíveis a infecção pelo vírus e também considerado como reservatórios naturais desempenhando papel importante na dispersão da doença em regiões de mata e nas cidades (Silva; Angerami, 2008). Morcegos da espécie *Desmodus rotundus* são os principais transmissores do vírus da raiva na América do Sul e Central, devido aos hábitos alimentares que possuem, visto que são uma das três espécies de morcegos presentes nestas regiões que possui hábitos hematófagos, e a tendência a atacar presas de grande porte (Barbosa *et al.*, 2008). Morcegos frutíferos do gênero *Artibeus spp.* desempenham papel igualmente importante na dispersão do vírus na natureza e em cidades, quando ocorre a migração de animais e adaptação a novas condições, como a utilização de abrigos artificiais para proteção e a utilização de insetos, flores e frutas muitas vezes presentes nos jardins das casas como fonte de alimento o contato de seres humanos com as fezes e urina destes animais pode proporcionar a infecção pela raiva (Fahl *et al.*, 2012).

Sendo o primeiro membro da família *Filoviridae* descoberto, tendo seus primeiros casos relatados na cidade de *Marburg* na Alemanha em 1967, onde trabalhadores de institutos de pesquisas que mantiveram contato com macacos, culturas de células, sangue, fezes e urina desses animais infectados vindos de Uganda, desenvolveram febre hemorrágica, que acometeu 31 pessoas e que sete delas foram a óbito (Siebert, 1968).

A transmissão do vírus *Marburg* está associada principalmente com o contato com urina e saliva de morcegos frutíferos da espécie *Rousettus aegyptiacus*, em um estudo feito na República Democrática do Congo, Quênia, África do Sul, Gabão, Zâmbia e em morcegos criados em cativeiro nos Estados Unidos, comprovaram o papel do morcego *R. aegyptiacus* como reservatório natural do vírus. A descoberta da relação entre os morcegos e o papel na dispersão do vírus *Marburg* foi essencial para entender como ocorre a transmissão do vírus para outros animais como os seres humanos e macacos. Durante um surto ocorrido em Uíge em Angola no ano de 2005, causado pelo vírus *Marburg*, observou-se uma taxa de letalidade extremamente alta de 90%, superando até as causadas por outros vírus como o Ebola com 41% de letalidade, sendo que 227 pessoas infectadas morreram de um total de 252 casos. Os casos de infecção pelo vírus foram associados a atividade mineradora e turística, visto que os casos foram principalmente mineiros que atuavam em locais que eram habitados por morcegos e turistas que visitavam essas cavernas (Amman *et al.*, 2020).

A compreensão tanto das origens dos vírus descritos anteriormente e dos mecanismos de transmissão dessas zoonoses, é de vital importância, visto que a gênese e eventuais prejuízos socioeconômicos, estão relacionadas intimamente com os fatores citados no capítulo primeiro, como por exemplo o avanço da atividade mineradora e turística. No capítulo posterior serão abordados os aspectos clínicos-laboratoriais das zoonoses aqui enumerados.

ASPECTOS CLÍNICO-LABORATORIAIS DOS PRINCIPAIS VÍRUS ZOONÓTICOS TRANSMITIDOS POR MORCEGOS

A compreensão dos aspectos clínicos-laboratoriais dos principais vírus zoonóticos transmitidos por morcegos, é de suma importância visto que o entendimento da sintomatologia, das características como forma, material genético que compõe o vírus, a presença ou ausência de envelope lipoproteico, são de considerável valor para a adoção de medidas corretas de diagnóstico e principalmente de tratamento.

Os vírus da família paramixovírus, como os já citados Hendra e Nipah virus, possuem como material genético uma única fita de ácido ribonucleico (RNA) com sentido negativo, (-)ssRNA, forma helicoidal e possuindo envelope lipoproteico, utilizado para fixação, as células do hospedeiro, e proteção contra a perda de água do interior da partícula (Acheson, 2011).

Os vírus *Niv* e *HeV* possuem similaridades que vão além das classificações taxonômicas, família e gênero, essas zoonoses possuem tropismo celular, que significa que estes vírus tem tendência a infectar um ou mais tipos específicos de células, sendo principalmente as células do sistema nervoso central, os neurônios, pelas células do músculo liso e endotélio dos vasos sanguíneos. Os sintomas iniciais indicativos da infecção pelo *Nipah* ou pelo *Hendra* vírus, são o desenvolvimento de doença neurológica ou respiratória, podendo progredir para piora como, febre elevação da temperatura corpórea acima de 37,8°C, cefaleia, depressão ou perda da consciência, dificuldades de deglutição e respiração, encefalite que consiste em uma inflamação cerebral, convulsões, seguida por edema, hemorragia pulmonar podendo evoluir para um quadro de choque hipovolêmico e coma por período de tempo indeterminado. A taxa de mortalidade em seres humanos é extremamente alta podendo vitimar 40 a 75% dos infectados, os sobreviventes podem desenvolver encefalite tardia causada por esses vírus (Korsman *et al.*, 2014).

O diagnóstico laboratorial tanto do vírus *Hendra* como do vírus *Nipah* é feito principalmente através da utilização de técnicas de biologia molecular como as de transcrição reversa seguida por reação em cadeia da polimerase (RT-PCR), a técnica tem como objetivo transcrever o RNA do vírus em um DNA complementar facilitando assim a identificação e comparação com material de vírus já conhecidos. A utilização de cultivos celulares, coloração imuno-histoquímica para detecção do vírus também pode ser útil como uma forma de diagnóstico auxiliar, devido ao alto grau de patogenicidade destes vírus o manuseio das amostras e a realização dos testes deve ser feito em laboratório com alto grau de biossegurança (Maclachlan; Dubovi, 2010).

O vírus da raiva assim como os já mencionados anteriormente, é um vírus que possui como material genético uma única fita de RNA de sentido negativo, (-)ssRNA, o vírus da raiva se difere dos

citados anteriormente por possuir forma que se assemelha a um projétil de arma de fogo, medindo cerca de 170 nanômetros(nm) de comprimento e 70 nm de altura (Cornelissen; Fisher; Harvey, 2013, p. 309).

A raiva apresenta uma vasta variedade de sintomas sendo alguns particulares e exclusivos da doença, iniciando com mudanças de comportamento, sentimento de angústia, fotofobia sensibilidade a luzes, sensibilidade extrema a sons, cefaleia, febrícula elevação discreta da temperatura corporal, astenia, excitação e agressividade, sialorreia que consiste na produção exagerada de saliva, dificuldades de deglutição, hiperestemia aumento da sensibilidade a estímulos, dor e prurido na região lesionada, alterações sensoriais, podendo levar a perda total ou parcial da consciência, hidrofobia medo irracional de água, evoluindo nos estágios finais da doença para paralisia e convulsões generalizadas. Durante o período de incubação da doença, com tempo médio de 45 dias, o paciente encontrasse assintomático, caso as medidas profiláticas pós contato com animal contaminado não sejam tomadas em tempo hábil a doença sempre evolui pra óbito (Trabulsi; Alterthum, 2015).

O diagnóstico da raiva pode ser feito através da utilização de técnicas de identificação como a técnica histológica com uso da coloração de Sellers, metodologia esta que consiste na pesquisa de corpúsculos de Negri, em diferentes porções de tecido advindo do sistema nervoso central. Outras técnicas como a de imunofluorescência direta, em que se utiliza de anticorpos fluorescentes, que podem ser observadas através da utilização de microscopia de fluorescência, é uma das mais utilizadas por terem alto grau de sensibilidade e especificidade, ademais técnicas como a utilização de cultivo do vírus em cultura de células e posterior identificação através da utilização de microscópio invertido de luz ultravioleta e RT-PCR, compõem as principais técnicas recomendadas para a identificação do vírus da raiva (Brasil, 2008).

O vírus *Marburg* como um dos membros da família dos filovirus possuem como material genético uma fita simples linear de RNA, com sentido único, podendo medir 80 nm de diâmetro e 800 nm de comprimento, e possuindo núcleo capsídeo helicoidal, ademais os filovirus possuem expressão e ordem genéticas semelhantes às encontradas nos vírus de outras famílias como os paramyxovírus e rabdovírus, o que significa uma possível convergência evolutiva ou então a presença de um ancestral comum entre elas (Bennett; Dolin; Blaser, 2015).

A infecção pelo vírus *Marburg*, apresenta uma série de complicações que pode levar o paciente infectado rapidamente a morte, iniciando-se com febre, e acompanhada por cefaleia e astenia severas, seguidas por algia, diarreia aquosa intensa, podendo persistir por até uma semana, cólica, náuseas e êmese, a partir do terceiro dia de infecção, também foram observados letargia, erupções cutâneas sem coceira, sangramento gengival, orquite, inflamação dos testículos acometendo homens na fase tardia da doença, sangramento vaginal e presença de sangue no vômito e nas fezes, as manifestações hemorrágicas da doença costumam ter início de 5 a 7 dias após o aparecimento dos primeiros sintomas, o paciente

infectado tende ir a óbito de 8 a 9 dias, sendo precedido pelo por choque hipovolêmico. O vírus *Marburg* tem um período de incubação que varia de 2 a 21 dias, e uma taxa de letalidade que pode chegar à até 90% (OMS, 2018).

O diagnostico laboratorial primário do vírus *Marburg* é feito através da utilização da técnica de PCR, e ELISA esta técnica permite a detecção de anticorpos próprios contra o virus pesquisado, já os ensaios confirmatórios são respectivamente imunofluorescência indireta e imuno-histoquímica de tecidos infectados e através da utilização de microscópio eletrônico de varredura (Knipe; Howley, 2013).

Tendo em mente os caraterísticas dos vírus mencionadas no capítulo entende-se a necessidade do investimento em tecnologia, principalmente voltados para a pesquisa e desenvolvimento de métodos de identificação destas zoonoses, já que em sua maioria o diagnóstico é feito através da utilização de técnicas de biologia molecular ou técnicas ainda manuais porém que necessitam da elaboração de laminais com cortes histológicos e colorações específicas que carecem de equipamentos de alta tecnologia para a visualização destas laminais, insumos de alto valor agregado e profissionais devidamente treinados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho obteve êxito em ampliar o entendimento sobre os vírus zoonóticos de alta patogenicidade dispersados por morcegos, apontando exitosamente também respostas para as hipóteses levantadas, em principal no tocante ao conhecimento dos fatores associados a transmissão de zoonoses por morcegos, a enumeração dos principais vírus zoonóticos, bem como a descrição de seus aspectos clínicos-laboratoriais.

A metodologia e bibliografia utilizada para a elaboração do projeto foi de extrema utilidade, para a organização e catalogação harmônica dos conteúdos utilizados durante a confecção do artigo. Tendo em vista as problemáticas citadas durante o artigo, medidas como a diminuição do avanço do desmatamento e das atividades de mineração, o controle do acesso a cavernas que sirvam de habitats de morcegos se mostra de vital importância para manter o equilíbrio natural e assim evitar a migração de morcegos para áreas urbanas, ou rurais habitadas por seres humanos, e a possível adaptação destes animais a esses novos centros de convivência mutua de espécies. Portanto estas medidas podem ser consideradas de suma importância para a não dispersão de novos, ou já conhecidos virus de alta patogenicidade, para os seres humanos, podendo evitar assim prejuízos sociais e econômicos.

CONCLUSÃO

Em suma o estudo contribuiu para o aprimoramento e ampliação do conhecimento, referente a correlação entre seres humanos e morcegos, as características dos principais e mais mortíferos patógenos e em reforçar também a necessidade de alterações no tocante as consequências deste convívio. além disso futuramente os resultados obtidos por esse estudo podem auxiliar de maneira agregativa na confecção de outros textos mais específicos e detalhados relacionados.

AGRADECIMENTOS

Seção opcional, onde o autor pode agradecer às agências financiadoras, ou outro tipo de agradecimento aplicável.

REFERÊNCIAS

ACHESON, N. H. **FUNDAMENTALS OF MOLECULAR VIROLOGY**. 2. ed. [S. l.]: Wiley, 2011. 500 p.

AFELT, A. Bats, Bat-Borne Viruses, and Environmental Changes. IntechOpen 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.74377>. Acesso em: 01/10/2020.

AMMAN, B. *et al.* Isolation of Angola-like Marburg virus from Egyptian rousette bats from West Africa. **Nature Communications**, [s. l.], 24 jan. 2020. DOI 10.1038/s41467-020-14327-8. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31980636/>. Acesso em: 23 abr. 2021.

BARBOSA, T. F. S. *et al.* Molecular epidemiology of rabies virus isolated from different sources during a bat-transmitted human outbreak occurring in Augusto Correa municipality, Brazilian Amazon. **Virology**, [s. l.], 2008. Disponível em: doi:10.1016/j.virol.2007.10.005. Acesso em: 22 abr. 2021.

BENNETT, J. E.; DOLIN, Raphael; BLASER, Martin J. **Principles and Practice of Infectious Diseases**. 9. ed. Philadelphia, PA: Elsevier, 2015. ISBN 978-0-323-48255-4.

BLACK, P.; DOUGLAS, I.; FIELD, H.. This could be the start of something big—20 years since the identification of bats as the natural host of Hendra virus. **One Health** , [s. l.], 2015.

CHOMEL, B. B; BELOTTO, A; MESLIN, F. Wildlife, Exotic Pets, and Emerging Zoonoses. **EMERGING INFECTIOUS DISEASES-CDC**, [s. l.], 2007. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.3201/eid1301.060480>. Acesso em: 24 mar. 2021.

FAHL, W.O. *et al.* Desmodus rotundus and Artibeus spp. bats might present distinct rabies virus lineages. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, Salvador-BA, 2012. DOI doi.org/10.1016/j.bjid.2012.07.002. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-86702012000600008&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 22 abr. 2021.

FIELD, H. E. Hendra virus ecology and transmission. **Current Opinion in Virology**, [S. l.], v. 16, p. 120-125, 2016. DOI doi.org/10.1016/j.coviro.2016.02.004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1879625716300086?via%3Dihub>. Acesso em: 15 abr. 2021.

FILOVIRIDAE:: Marburg and Ebola Viruses. In: KNIPE, David M.; HOWLEY, Peter M. **Fields Virology**. [S. l.]: LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS, a WOLTERS KLUWER, 2013. v. 2, cap. 39, p. 923-956.

Guedes, V, L; Costa, L, M. Morcegos além dos mitos. São paulo. Editora na raiz, 2018.

IBGE. **Projeções da População**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 1 abr. 2021.

ICMBIO. ANUARIO ESTATISTICO DO PATRIMONIO ESPELEOLOGICO BRASILEIRO. **ICMBio**, Brasília-DF, 2020. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/stories/downloads/Anuario/CECAV_-_Anuario_estatistico_espeleologico_2019.pdf. Acesso em: 26 mar. 2021.

INPE. A TAXA CONSOLIDADA DE DESMATAMENTO POR CORTE RASO PARA OS NOVE ESTADOS DA AMAZÔNIA LEGAL (AC, AM, AP, MA, MT, PA, RO, RR E TO) EM 2019 É DE 10.129 KM2. **INPE Notícias**, [S. l.], p. 1, 9 jul. 2020. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5465. Acesso em: 17 mar. 2021.

KING, A. A. *et al.* **Historical Perspective of Rabies in Europe and the Mediterranean Basin**. [S. l.: s. n.], 2004. ISBN 92-9044-639-0.

KORSMAN, S.N *et al.* **Virologia**. 1. ed. Rio de Janeiro-RJ: Elsevier, 2014. 636 p.

LUBY, S.P *et al.* Foodborne Transmission of Nipah Virus. **Emerging Infectious Diseases**, Bangladesh, 2006. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.3201/eid1212.060732>. Acesso em: 7 abr. 2021.

MACLACHLAN, N. James; DUBOVI, Edward J. **Fenner's Veterinary Virology**. 5. ed. [S. l.]: Elsevier, 2010. 602 p. ISBN 9780128009468.

OMS, M. virus disease. [S. l.], 15 fev. 2018. Disponível em: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/marburg-virus-disease>. Acesso em: 24 abr. 2021.

MILDENSTEIN, T.; TANSHI, Iroro; RACEY, Paul. **Exploitation of Bats for Bushmeat and Medicine**. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-25220-9_12#enumeration. Acesso em: 1 abr. 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). **Manual de Diagnóstico Laboratorial da Raiva**. Brasília-DF: Editora MS, 2008.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). **DOENÇAS INFECCIOSAS E PARASITÁRIAS: GUIA DE BOLSO**. 8. ed. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, 2010. 449 p.

NEGATIVE-STRAND RNA Viruses. In: CORNELISSEN, Cynthia Nau; FISHER, Bruce D.;

HARVEY, R. A. **Lippincott's Illustrated Reviews: Microbiology**. 3. ed. [S. l.]: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business, 2013. cap. 29, p. 309-322. ISBN 978-1-60831-733-2.

- O'SHEA, T, J. Bat Flight and Zoonotic Viruses. NBCI, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4012789/>. Acesso em: 01/10/2020
- PRESTI, A. Lo *et al.* Origin and Evolution of Nipah Virus. **Journal of Medical Virology**, [s. l.], 2016. DOI 10.1002/jmv.24345. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26252523/>. Acesso em: 1 abr. 2021.
- REIS, N, R. *et al.* Morcegos do Brasil. Londrina-Brasil. 2007
- RODHAIN, F. Chauves-souris et virus : des relations complexes: Bats and Viruses: complex relationships. **ÉPIDÉMIOLOGIE**, [s. l.], 2015.
- SANTOS N, S *et al.* Virologia humana 3º edição. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2015.
- SIEGERT, R.. **Marburg Virus**. Vienna: Springer, 1968. 148 p. v. 11. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-7091-8302-1_2#citeas. Acesso em: 23 abr. 2021.
- SILVA, L, J; ANGERAMI, R, N. *Viroses emergentes no Brasil*. SciELO, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.7476/9788575413814>. Acesso em: 05/10/2020.
- TEIXEIRA, L.H *et al.* DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS DIAGNÓSTICOS LABORATORIAIS DA RAIVA ANIMAL. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia-GO, v. 16, ed. 1, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-68912015000100144&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 22 abr. 2021.
- TIRIBAI, A. D. C; SHMALII, M. R. Morcegos na área urbana: doença adquirida na moradia. Disciplina de Doenças Infecciosas e Parasitárias do Departamento de Medicina da Universidade Federal de São Paulo Escola Paulista de Medicina (Unifesp-EPM), São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-3, jun./2010. Disponível em: <http://files.bvs.br/upload/S/1413-9979/2010/v15n2/a61-63.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020.
- TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. 6. ed. São Paulo: Atheneu, 2015. 888 p.
- VARGAS, A.; ROMANO, A. P. M.; HAMANN, E. M. Raiva humana no Brasil: estudo descritivo, 2000-2017. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília-DF, 2019. DOI doi.org/10.5123/s1679-49742019000200001. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-96222019000200306&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 18 mar. 2021.
- WANG, L; TANG, Q; LIANG, G. Rabies and rabies virus in wildlife in mainland China, 1990?2013. **International Journal of Infectious Diseases**, [s. l.], 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijid.2014.04.016>. Acesso em: 22 abr. 2021.