

CARACTERIZAÇÃO DO TRANSBORDAMENTO DO VÍRUS DA RAIVA EM CÃES E GATOS NO ESTADO DO CEARÁ (2015 A 2022)

(Characterization of rabies virus overflow in dogs and cats in the state of Ceará - 2015 to 2022)

Luisa Edmila de Castro MARQUES* ; Ingryde Paula Aragão Leitão FAÇANHA; Francisco Bergson Pinheiro MOURA; Lorena Mayana Beserra de OLIVEIRA

Programa de Residência em Área Profissional da Saúde/Medicina Veterinária da Universidade Estadual do Ceará. Av. Dr. Silas Munguba, 1700 – Campus do Itaperi, CEP: 60.714-903, Fortaleza/Ceará.

*E-mail: luisadecastro@sobral.ce.gov.br

RESUMO

O vírus da raiva causa uma infecção neurológica aguda e fatal em mamíferos, sendo uma zoonose de alta letalidade. No Brasil, há sete caracterizações antigênicas (AgV) do vírus rábico. Desta forma, o objetivo desse estudo foi caracterizar os casos de transbordamento do vírus rábico em cães e gatos no estado Ceará de 2015 a 2022. A partir dos dados de domínio público disponíveis no portal do Ministério da Saúde foi possível descrever e mapear os resultados das tipificações genéticas através de gráficos do Excel® e demonstrar espacialmente por mapas gerados pelo Qgis®. No estado do Ceará foram detectados 16 casos de transbordamentos do vírus rábico no período estudado, com 11 cães e 5 gatos infectados pelas variantes Agv2* ou AgV3. Em todos os cães ocorreu o transbordamento pela variante Agv2*. Nos 5 casos em gatos, 3 (60%) estavam infectados pela Agv2* e 2 (40%) pela AgV3*. Dentre os 184 municípios cearenses, os registros de transbordamentos ocorreram em 14 (7,6%). O Ceará é o terceiro estado do país com o maior número de transbordamentos em cães e gatos no período estudado, com 16 (20%) casos. Este número foi inferior apenas ao registrado em São Paulo (20 casos - 25%) e Pernambuco (18 casos - 23%). Apesar dos avanços no controle da raiva urbana no Ceará, a sobreposição espacial, temporal e ecológica, natural e expansiva, com vários hospedeiros reservatórios do vírus e o aquecimento global fazem com que a raiva se apresente como uma das principais incógnitas atuais de saúde pública.

Palavras-chave: Tipificação genética, saúde pública, raiva animal.

ABSTRACT

The rabies virus causes an acute and fatal neurological infection in mammals, being a highly lethal zoonosis. In Brazil, there are seven antigenic characterizations (AgV) of the rabies virus. Thus, this study aimed to characterize cases of rabies virus spillover in dogs and cats in the state of Ceará from 2015 to 2022. Using public domain data accessed on the Ministry of Health/animal rabies portal, it was possible to analyze and map the results of genetic typification through Excel® graphs and demonstrate spatially through maps generated by Qgis®. In Ceará, 16 cases of rabies virus spillovers were detected from 2015 to 2022, with 11 dogs and 5 cats with the Agv2 or AgV3 variants. In all dogs, it was due to the Agv2* variant. In the 5 cases in cats, 3 (60%) infections were caused by Agv2* and 2 (40%) by AgV3*. Among the 184 municipalities, spillovers occurred in 14 (7.6%). Ceará is the third state in the country with the highest number of spillovers in dogs and cats in the period studied, with 16 (20%) cases. This number was lower only than the ones recorded for São Paulo (20 cases - 25%) and Pernambuco (18 cases - 23%). Despite advances in the control of urban rabies in the state of Ceará, the spatial, temporal, and ecological overlap, natural and expansive, with several reservoir hosts of the virus and global warming make this disease one of the main current public health unknown.*

Keywords: Genetic typing, public health, animal rabies.

INTRODUÇÃO

A raiva é uma enfermidade causada por um vírus do gênero *Lyssavirus* - vírus da raiva (RABV) - e está entre as doenças mais compreendidas e pesquisadas (RUPPRECHT *et al.*,

2002; VELASCO *et al.*, 2017). O RABV é o agente mais difundido dentro do gênero e sua detecção e identificação são bastante sensíveis. O RABV distribui-se por todo o mundo, com pontos críticos de diversidade viral ao longo da América Central e América do Sul (STREICKER *et al.*, 2012; FISHER *et al.*, 2018).

A transmissão intraespecífica e interespecífica do vírus requer contato direto através de mordidas e arranhões (FISHER *et al.*, 2018). No Brasil, pelo menos 7 linhagens genéticas distintas do RABV foram estabelecidas em diferentes espécies de carnívoros, quirópteros e primatas não humanos, sendo duas encontradas principalmente em cães (AgV1 – *Canis familiares* e AgV2 – *Canis familiares*), três em morcegos (AgV3 – *Desmoldas rotundos*; AgV4 – *Tardaria brasiliensis* e AgV6 – *Uaiurus spp.*) e outras duas em reservatórios silvestres (*Cerdocyon thous* (AgV2*) e *Callithrix jacchus* (AgVCN)) (ESCOBAR *et al.*, 2015; BRASIL, 2021).

As relações epidemiológicas da raiva são subdivididas em ciclos de transmissão: urbano, rural e silvestre. Essa subdivisão facilita o estabelecimento de programas efetivos de vigilância e controle para agentes patogênicos multi-hospedeiros, como o vírus rábico, sendo importante definir as espécies beneficiadas. No caso da raiva trata-se normalmente de humanos (programas de saúde pública) ou animais de produção (programas de sanidade animal), mas também incluem espécies selvagens mantenedoras da biodiversidade (programas de conservação) e os próprios cães domésticos (programas de saúde e bem-estar animal) (HANLON, 2013).

Em 1973, o Programa Nacional de Raiva foi criado no Brasil através de um acordo entre o Ministério da Saúde e da Agricultura. Inicialmente, desenvolveram-se ações integradas, disponibilizando profilaxia pós-exposição (PEP) gratuita para pessoas, campanhas de vacinação em cães, sistema conjunto de vigilância e educação em saúde. Esse programa demonstrou um enorme esforço para eliminar casos humanos transmitidos por cães e reduzir a transmissão das variantes AgV1 e AgV2 entre cães e gatos, de acordo com recomendações internacionais (DUARTE *et al.*, 2019).

Entretanto, o controle da raiva ainda apresenta desafios específicos em sistemas sócio-ecológicos complexos, onde pessoas e seus animais domésticos coabitam em ambientes com diversas populações de vida selvagem e não há uma abordagem integrada dos programas, aumentando o risco de transbordamento entre espécies (PLOWRIGHT *et al.*, 2017).

O transbordamento do vírus rábico acontece quando uma variante do RABV, associada a uma determinada espécie, se adapta a uma outra espécie suscetível, de modo que a transmissão intra-espécie da nova variante possa ser sustentada (FENTON e PEDERSEN, 2005; PLOWRIGHT *et al.*, 2017). O aparecimento de variantes em um novo hospedeiro deve ser monitorado quanto às modificações/mutações; pequenas mutações de um único aminoácido em certas regiões podem modificar a patogenicidade e a virulência do vírus (MIKAKO *et al.*, 2001; POCH, 1990). Essas evidências apontam para a necessidade de vigilância na identificação de múltiplas variantes do vírus da raiva que podem representar uma ameaça para saúde pública e para os animais, especialmente porque os eventos de transbordamentos de repercussão para os seres humanos permanecem pouco estudados no Brasil (LUNA, 2002)

O perfil da epidemiologia da raiva no estado do Ceará é bastante relevante, uma vez que nos últimos 50 anos, 48 municípios registraram casos da doença em humanos (DUARTE *et al.*, 2019), com 6 óbitos registrados nos últimos 14 anos por variantes de animais domésticos e silvestres (SESA, 2023). Estudos recentes sugerem que mesmo diante dos avanços alcançados

pelo programa de controle da raiva, a ausência de medidas de controle raiva silvestre e o aumento da temperatura provocado pelas mudanças climáticas estão associadas a um maior risco transmissão do vírus da raiva para humanos e animais (SCHNEIDER *et al.*, 2023).

O aumento da temperatura ambiente e a consequente diminuição da oferta e consumo de alimentos podem interferir nas respostas imunes adaptativas específicas do RABV. Diversos autores sugerem que a elevação das temperaturas globais aumenta a transmissão de vírus (MORIYAMA e ICHINOHE, 2019; CARLSON *et al.*, 2019), colocando o estado do Ceará, bem como outros estados do Nordeste em posição de relevância na epidemiologia da raiva, visto que o Ceará é um dos estados com a maior temperatura do país (INMET, 2024).

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi descrever a tipificação genética do vírus da raiva isolado de cães e gatos no estado do Ceará de acordo com a sua distribuição espacial (184 municípios) e temporal (2015 a 2022).

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um estudo descritivo baseado nos casos de transbordamento do vírus rábico isolado de cães e gatos no estado do Ceará no período de 2015 a 2022. Considerando que foram utilizados dados de domínio público do Ministério da Saúde (MS), esse estudo é dispensado de avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa Animal.

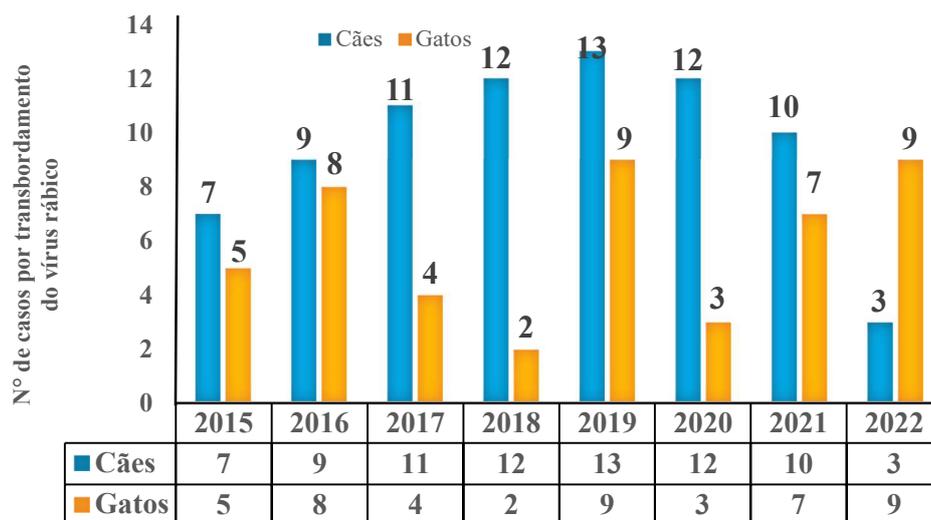
Esse estudo foi baseado em dados secundários de domínio público, disponibilizados pela Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente do Ministério da Saúde (SVSA/MS) por meio do portal do Ministério da Saúde/ raiva animal (<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/r/raiva/raiva-animal>). Os dados coletados estavam relacionados com a identificação das variantes dos casos de raiva canina e felina.

Análise Estatística

Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas no programa Excel[®]. Os casos de raiva animal e a identificação das variantes foram subdivididos por ano (2015 a 2022), espécie (cão e gato), regiões do Brasil, estados do Brasil e municípios do Ceará. As frequências absoluta e relativa das variáveis listadas anteriormente foram calculadas possibilitando a construção de mapas e gráficos. Com o uso do software QGis 3.10.7 foram construídos mapas temáticos, delimitado municípios de ocorrência de acordo com o mapa administrativo-político da divisão municipal do Ceará, extraídos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

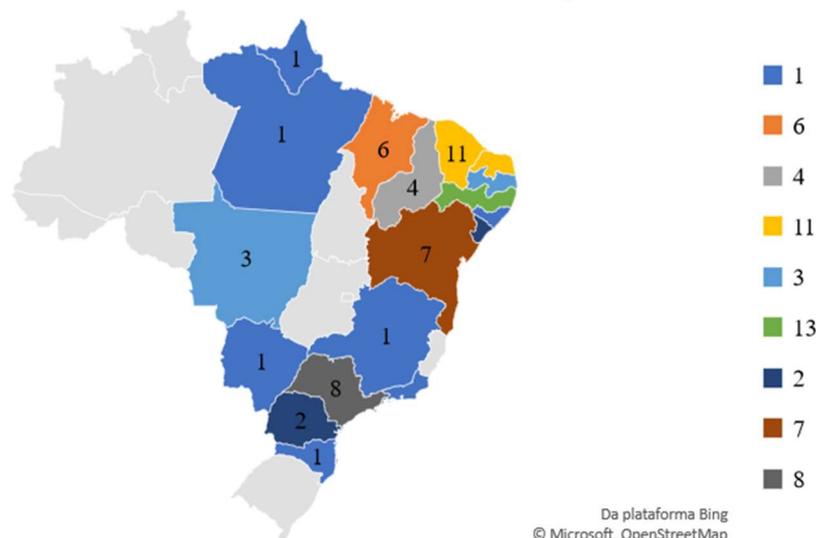
No Brasil foram registrados 124 casos de transbordamento do vírus rábico em cães e gatos no período analisado (2015-2022), sendo o número equivalente a 77 e 47, respectivamente. A análise temporal indicou aumento no número de casos de transbordamento ao longo dos anos, atingindo um pico em 2019, seguido de declínio acentuado dos casos registrados no período analisado, principalmente em cães em 2022 (Fig. 01). O aumento do número de casos em 2019 pode ser justificado pela menor taxa de cobertura vacinal em 8 anos ter ocorrido nesse mesmo ano. A taxa de cobertura vacinal alcançou somente 51% e ficou restrita a região nordeste (BRASIL, 2024a).



(Fonte: SVSA-MS, 2023)

Figura 01: Número de casos de transbordamento do vírus rábico no Brasil em cães e gatos no período de 2015 a 2022.

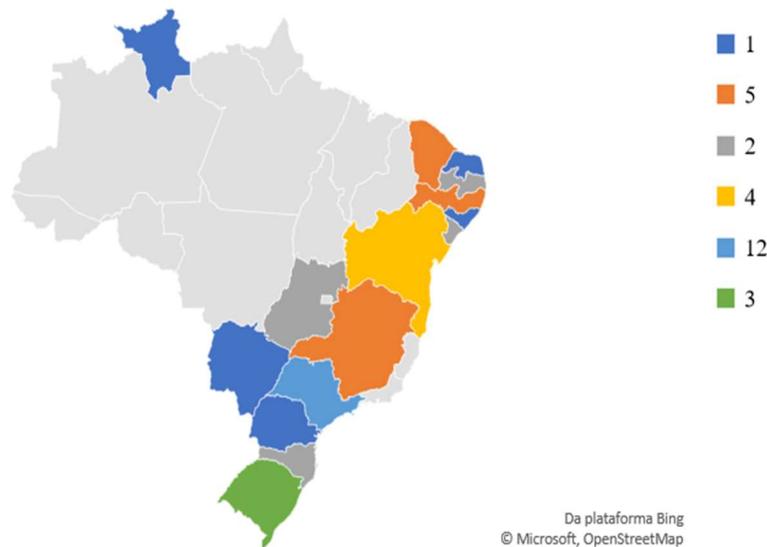
Dentre os estados do Brasil, durante o período analisado, o Ceará foi o estado com o terceiro maior número de transbordamentos do vírus rábico registrado em ambas as espécies, cães e gatos (16 casos - 12%), atrás de São Paulo - 20 casos (16%) e Pernambuco - 18 casos (14%). Esses foram os estados que registraram o maior número de transbordamento do vírus da raiva de espécies silvestres, acometendo espécies domésticas. O Ceará foi o estado com o segundo maior número de transbordamento na espécie canina, juntamente com o estado do Rio Grande do Norte, ambos com 11 casos (Fig. 02).



(Fonte: SVSA-MS, 2023)

Figura 02: Distribuição espacial dos casos de transbordamento do vírus rábico em cães no Brasil no período de 2015 a 2022.

O estado também ocupa a segunda posição com Pernambuco no número de casos de transbordamentos na espécie felina, ambos com 5 casos (Fig. 03).



(Fonte: SVSA-MS, 2023)

Figura 03: Distribuição espacial dos casos de transbordamento do vírus rábico em gatos no Brasil no período de 2015 a 2022.

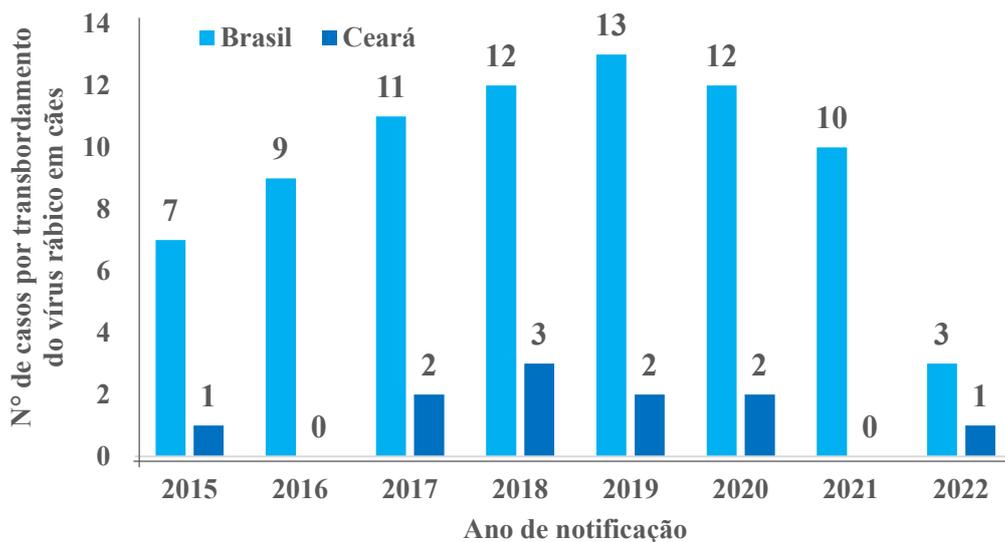
O número de transbordamentos do vírus rábico ocorridos no estado do Ceará no período analisado nesse estudo, em comparação com outros estados do Brasil, merece destaque. Tendo em vista que o risco de transmissão da raiva é maior quando considera-se o grau de vulnerabilidade da população sob risco (WHO *et al.*, 2018). A realidade sócio-econômica do Ceará evidencia um estado bastante vulnerável, 80% dos trabalhadores ocupados recebem até um salário mínimo e vivem próximos a linha da pobreza, segundo o IBGE (RODRIGUES, 2023).

O reflexo dessa realidade de vulnerabilidade recai também sobre a precarização dos serviços de vigilância em saúde executados pelos municípios, que são caracterizados por pouco investimento em vigilância e saúde, em favor da atenção básica e da assistência farmacêutica (VIEIRA, 2020); dessa forma, as ações previstas no Programa Nacional de Profilaxia da Raiva são negligenciadas. Ainda assim, o estado tem um número expressivo de casos do transbordamento da raiva para animais domésticos no período analisado; período esse que coincide com o agravamento da precariedade dos serviços de vigilância, em virtude da pandemia de COVID-19 (FARIAS *et al.*, 2024). Diante do exposto, a caracterização epidemiológica no estado pode ser ainda mais preocupante, em virtude da subnotificação.

Outro aspecto relevante, levando-se ainda os aspectos da vulnerabilidade de uma população, são os animais que tendem a viver em condições precárias de saúde e de bem-estar, em áreas de degradação ambiental. O aumento do número de animais semi-domiciliados ou mesmo que vivem em estado de abandono é comum em populações com alto grau de vulnerabilidade, propiciando o transbordamento do vírus da raiva silvestre para espécies domésticas. De acordo com ALVES *et al.* (2013), a estreita coabitação de animais silvestres com animais em situação de vulnerabilidade aumenta o risco da transmissão secundária de raiva para humanos. No Brasil, 8% dos casos de raiva humana ocorreram por meio da transmissão secundária de felinos infectados pela variante AgV3 (BRASIL, 2024b).

Há uma preocupação crescente com o aumento do número de animais que vivem em estado de abandono e os sérios impactos que estes podem causar na saúde pública, haja vista que a ausência de programas de controle populacional mais efetivos, agravam a situação já tratada aqui, bem como de outras zoonoses (PLOWRIGHT *et al.*, 2017). No Brasil, nos últimos anos da série histórica estudada, ocorreu uma diminuição do número de casos de transbordamento do vírus em cães e um aumento no número de transbordamento em gatos (Figs. 04 e 05). O aumento do número de casos de transbordamento em gatos foi uma tendência no Brasil e no Ceará. Esse fato ressalta a necessidade de intensificar o manejo e controle populacional dessa espécie no ambiente urbano, bem como melhorar a cobertura vacinal na espécie felina, que é em média 19% menor que a cobertura vacinal de cães (GHENO *et al.*, 2023).

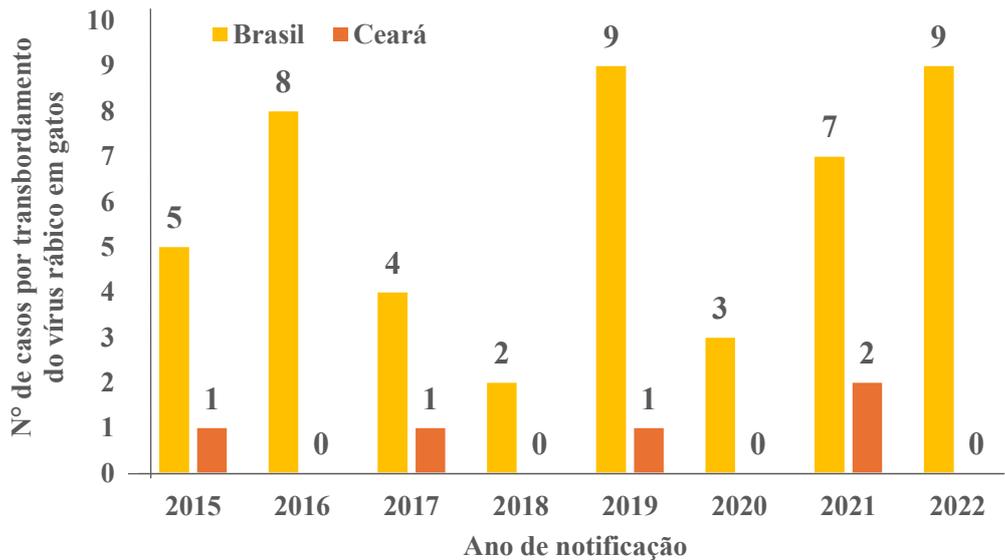
Atualmente, os felinos representam um grande desafio para o controle populacional de animais, em virtude do modo de vida e da capacidade adaptativa em vida livre, propiciando maior disseminação da espécie. Diante do cenário do incremento do número de animais em situação de rua e das pressões ambientais resultantes de atividades humanas, os gatos representam um grave problema para saúde pública e para o equilíbrio ambiental, com a predação de espécies nativas (FERREIRA *et al.*, 2011; RUYVER *et al.*, 2021)



(Fonte: SVSA-MS, 2023)

Figura 04: Perfil epidemiológico do transbordamento do vírus rábico em cães no Brasil e no Ceará, no período de 2015 a 2022.

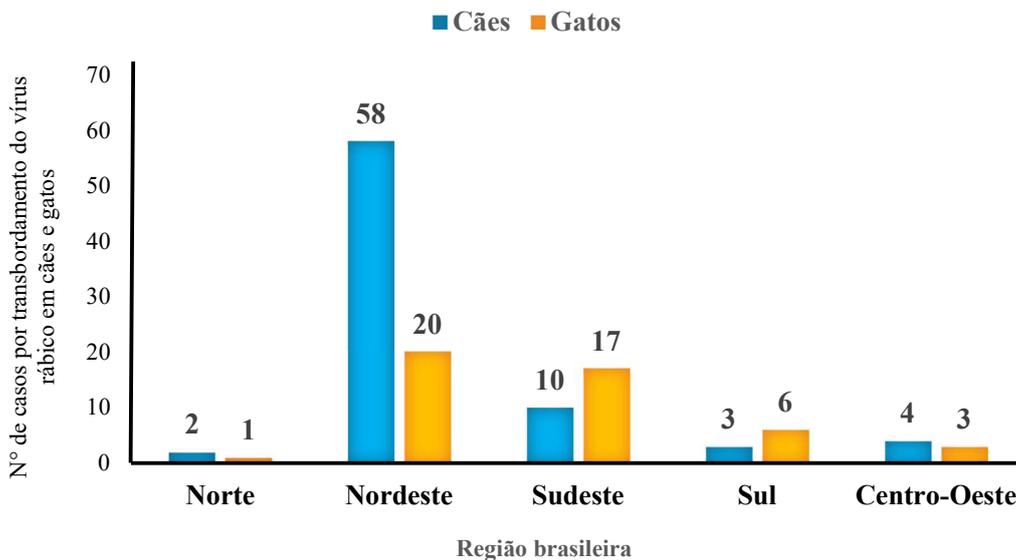
No Brasil, o programa nacional de controle da raiva urbana é crucial, pois não há controle da raiva no ciclo silvestre e há uma intensa circulação do vírus nessas espécies, sendo relativamente comum o transbordamento de variantes da raiva silvestre para cães e gatos. Soma-se a isso a característica do material genético do vírus rábico que possui um elevado grau de remodelamento, assim como outros vírus de RNA. A falta de mecanismos robustos de correção de erros durante a replicação do RNA pode desencadear falha da resposta vacinal e, por conseguinte, favorecer à reemergência da raiva (SCHNEIDER *et al.*, 1996; CASTILHO *et al.*, 2014).



(Fonte: SVSA-MS, 2023)

Figura 05: Perfil epidemiológico do transbordamento do vírus rábico em gatos no Brasil e no Ceará, no período de 2015 a 2022.

No período de 2015 a 2022, o Nordeste foi a região brasileira que concentrou maior número de casos de raiva em cães e gatos por transbordamento no país, com 78 (62%) casos (Fig. 06). A região destaca-se no panorama epidemiológico tanto da raiva animal como da raiva humana, de acordo com informações contidas na base de dados do MS (BRASIL, 2024b), 24% dos casos de raiva humana, no período de 2015 a 2021, estão no Nordeste. No Ceará, foram detectados 21 casos de raiva urbana, com cinco casos relacionados às variantes AgV1 e AgV2, que são variantes relacionadas à espécie canina.



(Fonte: SVSA-MS, 2023)

Figura 06: Perfil epidemiológico do transbordamento do vírus rábico em cães e gatos por região do Brasil no período de 2015 a 2022.

Dos 21 casos, 16 casos ocorreram por transbordamento do vírus rábico acometendo 11 cães e 5 gatos; na série história analisada, o maior número de casos (03) foram registrados em 2018, envolvendo cães (Fig. 04). Nos cães e nos gatos prevaleceu o transbordamento pela variante AgV2*. A variante foi identificada nos 11 casos cães (100%) e nos 3 casos de transbordamento em gatos (60%). Os Casos pela variante AgV3 ocorreram com menor frequência e ficaram restritos a espécie felina no estado do Ceará, 2 (40%) casos. O que difere do perfil molecular encontrado no Brasil onde prevalece o transbordamento em gatos pela variante AgV3 ou AgV4 (Tab. 01).

Tabela 01: Perfil epidemiológico do transbordamento do vírus rábico em cães e gatos de acordo com a variante detectada no Brasil e no estado do Ceará no período de 2015 a 2022.

Variantes	Cães		Gatos	
	Brasil	Ceará	Brasil	Ceará
AgV2*	56	11	9	3
AgV3 ou AgV4	21	0	38	2
Total	77	11	47	5

(Fonte: SVSA-MS, 2023)

Nesse estudo foi possível evidenciar uma maior dispersão do transbordamento da variante AgV2* a nível de Ceará e Brasil, principalmente em cães (Tab. 01). A raiva em canídeos silvestres ou *Cerdocyon thous* representa atualmente um importante ciclo de transmissão do vírus, visto que os casos de raiva por essas espécies têm sido frequentes, com transmissão direta do vírus ocorrendo para cães, gatos e humanos; comprometendo os avanços alcançados pelo programa de saúde pública e antecipando a necessidade de implementar medidas de conservação ambiental e melhorar a sensibilização da população para o risco de transmissão que envolve esses animais (DUARTE, 2015).

Poucos casos de raiva em cães foram relacionados à variante AgV3, em que sua dinâmica de dispersão acometeu principalmente gatos. Esse perfil epidemiológico se manteve tanto no Brasil, como no estado do Ceará. A variante AgV3 está relacionada a morcegos hematófagos e frugívoros, como *Artibeus lituratus*, devido aos seus compartilhamentos de abrigos e de interações em comum (FAHL, 2009; DE SOUSA *et al.*, 2023). A importância epidemiológica de animais silvestres, incluído várias espécies de morcegos, hematófagos e não hematófagos, entraram na discussão do controle da raiva, diante da possibilidade real e iminente de alterações na dinâmica de dispersão viral de um hospedeiro primário, como morcegos, para secundários como cães e gatos. Esse tipo de transbordamento assume que a circulação do vírus na nova população pode ampliar distribuição da variante que antes era restrita a nichos ecológicos (GORBUNOVA *et al.*, 2020).

Outra variante importante para epidemiologia da raiva no estado do Ceará é a AgVCN, transmitida por saguis (*Callithrix jacchus*). Nesse estudo não foi identificado transbordamento dessa variante para as espécies estudadas, a variante só foi detectada em associação a casos de raiva em humanos no Estado do Ceará. Essa particularidade pode ser explicada pelo fato de essa variante não apresentar proximidade antigênica ou relação genética com as variantes do vírus encontradas em morcegos e mamíferos terrestres das Américas. Desse modo, a transmissão da variante do vírus poderia ser específica entre primatas humanos e não humanos

(AGUIAR, 2011). Recentemente, um estudo identificou em morcegos uma variante intimamente relacionada a variante presente em saguis-de-tufo-branco (*Callitrix jacchus*), afastando a possibilidade ser uma variante restrita apenas a primatas (DE SOUSA *et al.*, 2023b).

A análise espacial desse estudo da dispersão dos casos de raiva no estado do Ceará, evidenciou que, dos 184 municípios do Ceará, 14 (7,6%) registraram casos de raiva em cães ou gatos por transbordamentos do vírus rábico. Quatro municípios (Sobral, Quixeré e Tabuleiro do Norte) registraram casos de transbordamento em gatos e 10 municípios (Amontada, Paracuru, São Gonçalo do Amarante, Fortaleza, Maranguape, Baturité, Fortim, Jaguaruana, Limoeiro do Norte, Pereiro) registraram casos de transbordamento em cães (Figs. 07 e 08).

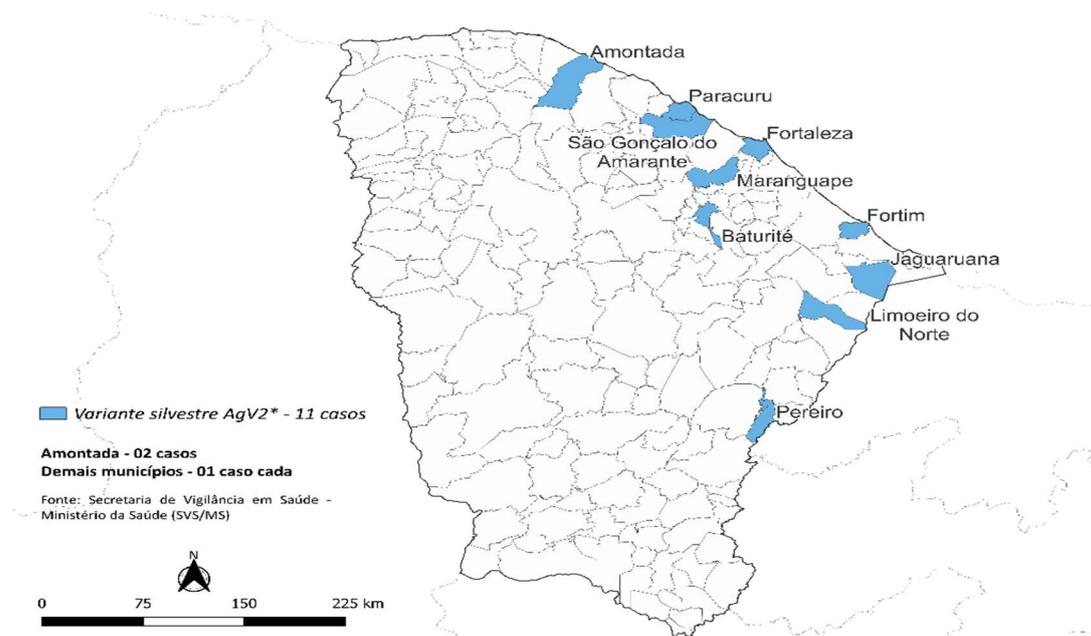


Figura 07: Distribuição espacial dos casos de transbordamento do vírus rábico em cães no estado do Ceará no período de 2015 a 2022.

Os casos de raiva por transbordamento no estado distribuíram-se na sua grande maioria na região norte, área com cidades densamente populosas e com muitas áreas de fragmentação de matas, como a capital (Fortaleza), região metropolitana (São Gonçalo do Amarante, Paracuru, Maranguape) e Sobral. De acordo com IBGE (2022), dos 10 municípios com as densidades populacionais mais elevadas, nove estão localizados em Fortaleza e Região Metropolitana, onde concentra-se 44,4% da população do estado; o município de Sobral também está entre as 10 cidades mais populosas do estado, concentrando 2,31% da população da população. O crescimento desordenado pode ser um dos principais responsáveis pelo Ceará ser o estado nordestino com maior perda de formações florestais, dentro do bioma caatinga. Por mais que o estado tenha a maior área de formações florestais, do bioma caatinga, a área suprimida acaba sendo pequena. Entretanto, a proporção dos danos é prejudicial (COSTA, 2021).

As áreas de subtração do bioma no estado foram em decorrência de queimadas e avanços na construção civil. Os impactos das mudanças no uso do solo e o desequilíbrio ambiental são potencializados pela crise climática e o resultado é o bioma Caatinga ainda mais seco e vulnerável (COSTA, 2021). O somatório desses fatores relacionados a antropização

evidenciados no estado do Ceará, podem propiciar que eventos de transbordamentos do vírus da raiva ocorram, como já citado por outros autores que discutem a epidemiologia da raiva (SILVA *et al.*, 2020)

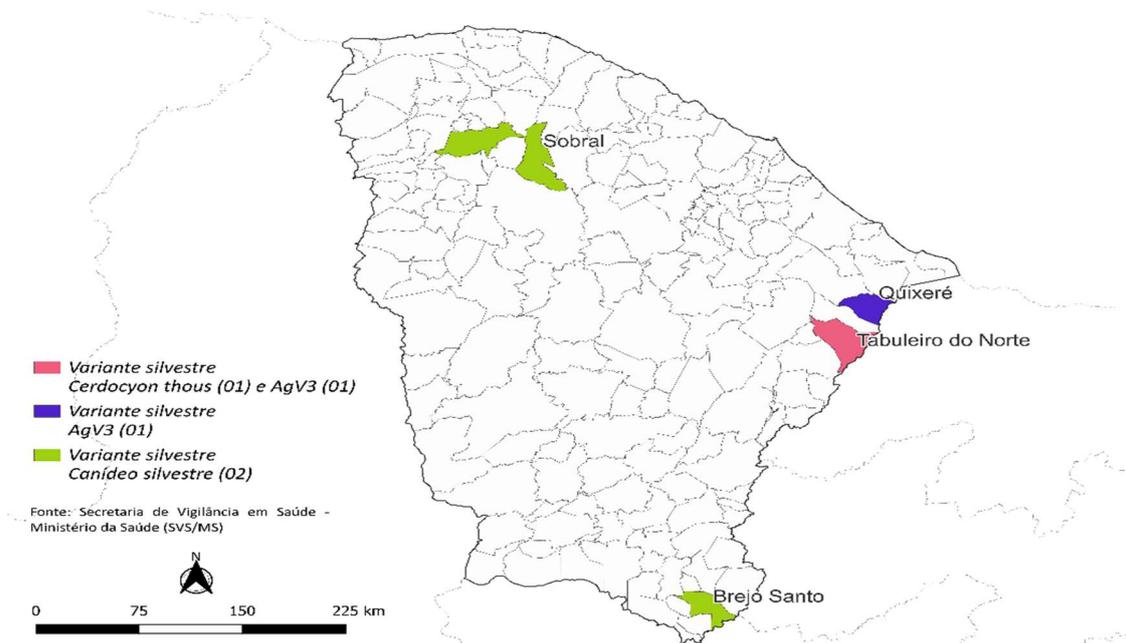


Figura 08: Distribuição espacial dos casos de transbordamento do vírus rábico em gatos no estado do Ceará no período de 2015 a 2022.

CONCLUSÕES

No estado do Ceará foram detectados 16 casos de transbordamentos do vírus rábico de 2015 a 2022, com 11 cães e 5 gatos, pelas variantes Agv2* ou AgV3, evidenciando a transição epidemiológica, onde a manutenção do vírus rábico no ambiente urbano é mantida pela circulação do vírus em animais silvestres. A distribuição da doença se concentra em municípios ou áreas densamente populosas no estado, evidenciando o impacto do crescimento desordenado no controle da doença. É necessário que políticas públicas voltadas para o controle da raiva, retomem diante das evidências, avançando na vacinação de suscetíveis, investido em pesquisa de mutação genéticas que interfiram na eficácia da vacina, melhorando o controle populacional de cães e gatos e integrando as ações de controle da raiva no ambiente urbano com intervenções conservacionista do meio ambiente e urbanísticas, para minimizar os impactos dos fatores antrópicos que afetam a suscetibilidade à infecção pelo vírus da raiva.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, T.D.F.; COSTA, E.C.; ROLIM, B.N.; MORAIS, N.B.; TEIXEIRA, M.F.S. Risco de transmissão do vírus da raiva oriundo do sagui (*Callithrix jacchus*), domiciliados e semidomiciliados, para o homem na região metropolitana de Fortaleza, estado do Ceará. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.44, n.3, p.356-363, 2011.

ALVES, A.J.S.; GUILLOUX, A.G.A.; ZETUNO, C.B.; POLO, G.; BRAGA, G.B.; PANACHÃO, L.I.; SANTOS, O.; DIAS, R.A. Abandono de animais na América Latina: Revisão de Literatura. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária do CRMV-SP**, v.11, n.2, p.34-41, 2013.

BATISTA, M.N.; NEILSON, R.B.; MATOS, C.H.H.; BRITO, N.J.; SILVA, L.M. Raiva em micos (*Callithrix jacchus*) no Estado do Ceará, Brasil, uma variante viral distinta? *Jornal dos Micróbios, seus vetores causando zumbido. Infectar*, v.95, n.5, p.609–610, 2000.

BORUCKI, M.K.; CHEN-HARRIS, H.L.A.V.; VANIER, G.; WADFORD, D.A.; MENSAGEIRO, S.; ALLEN, J.E. Sequenciamento ultraprofundo de populações de vírus da raiva intra-hospedeiro durante a transmissão entre espécies. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v.7, p.22555, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. **Guia de Vigilância em Saúde**: volume único [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. – 5. ed., Brasília: Ministério da Saúde, p.989-997, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Cobertura vacinal de cães e gatos [S.I.]**: Ministério da Saúde, 08 agosto 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/r/raiva/cobertura-vacinal-de-caes-egatos#:~:text=Atualmente%2C%202023%20Unidades%20Federadas%20realizam,%C3%A9%20de%2060%2C4%25>. Acesso: 05 de set. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Raiva Humana [S.I.]**: Ministério da Saúde, 08 agosto 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/r/raiva/raiva-humana>. Acesso: 05 set. 2024.

CARLSON, C.J.; ALBERY, G.F.; MEROW, C.; TRISOS C.H.; ZIPFEL, C.M.; ESKEW, E.A.; OLIVAL, K.J.; ROSS, N.; BANSAL, S. As mudanças climáticas aumentam o risco de transmissão viral entre espécies. **Natureza**, v.607, n.20, p.555–562, 2022.

CASTILHO, J.G.; DE SOUZA, D.N.; OLIVEIRA, R.N.; CARNIELI, P.; BATISTA, H.B.C.R.; PEREIRA, P.M.C.; MACEDO, C.I. A importância epidemiológica de morcegos na transmissão da raiva em cães e gatos no estado de São Paulo, Brasil, entre 2005 e 2014. **Zoonoses e Saúde Pública**, v.64, n.6, p.423–430, 2014.

COSTA, A. **O Ceará perdeu o equivalente a 22,6 mil castelões em área de formações florestais nos últimos 35 anos**. Diário do Nordeste. Publicado em: 13 de Outubro de 2021, disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/ceara-perde-o-equivalente-a-226-mil-casteloes-em-area-de-formacoes-florestais-nos-ultimos-35-anos-1.3147444>. Acessado em: 01 dez. 2023.

DE SOUZA, D.N.; OLIVEIRA, R.N.; ASPRINO, P.F.; MACEDO, C.I.; ACHKAR, S.M.; FAHL, W.O.; CASTILHO, J.G. Evolução e divergência da linhagem genética *Desmodus rotundus/Artibeus lituratus* do vírus da raiva no estado de São Paulo. **Arquivos de Virologia**, v.168, n.266, 2023a.

DE SOUSA, L.L.F.; DE SOUZA, T.L.; TIBO, L.H.S.; MOURA, F.B.P.; JUNIOR, F.A.S.; DE OLIVEIRA-FILHO, E.F.; LUDWIG-BEGALL, L.F.; CABRAL-MIRANDA, G.; ANDREATA-SANTOS, R.; JANINI, LMR; ET AL. Variantes do vírus da raiva de morcegos intimamente relacionadas às variantes encontradas em saguis (*Callithrix jacchus*), uma fonte negligenciada de infecção humana por raiva no Brasil. **Revista de Virologia Médica**, v.95, n.8, 2023b.

DUARTE, N.F.H.; PIRES, N.R.J.; VIANA, V.F.; FEIJÃO, L.X.; ABREU, K.G.; MELO, I.M.L.A. Epidemiologia da raiva humana no estado do Ceará, 1970 a 2019. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.30, n.1, p.e2020354, 2021.

DUARTE, N.F.H. **A importância dos canídeos silvestres na epidemiologia da raiva no estado do Ceará (2003-2013): um estudo retrospectivo**, 2015. 111p. (Dissertação de Mestrado em Ciências Médicas). Universidade Federal Do Ceará. Fortaleza/Ceará, 2015.

ESCOBAR L.E.; PETERSON, A.T.; FAVI, M.; YUNG, V.; MEDINA-VOGEL, G. Raiva transmitida por morcegos na América Latina. **Revista do Instituto de Medicina Tropical**, São Paulo, v.57, n.1, p.63–72, 2015.

FAHL, W.O. **Filogenia de vírus da raiva isolados de morcegos frugívoros do gênero *Artibeus* e relacionada a morcegos hematófagos com base nos genes codificadores da nucleoproteína N e glicoproteína G**, 2009. 134p. (Dissertação de Mestrado em Epidemiologia Aplicada à Zoonoses). Universidade de São Paulo, 2009.

FARIAS, L.A.B.G.; CAMINHA, J.; PERDIGÃO NETO, L.V. Raiva Humana durante a pandemia de COVID-19: Insight sobre a raiva no mundo e no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.57, p.e00300, 2024.

FENTON, A. PEDERSEN, AB. Estrutura epidemiológica comunitária para classificar ameaças de doenças. **Emerging Infectious Disease**, v.11, n.12, p.1815–1821, 2005.

FERREIRA, J.P.; LEITÃO, I.; SANTOS, R.M.; REVILLA, E. Human-related factors regulate the spatial ecology of domestic cats in sensitive areas for conservation. **PLOS ONE**, v.6, n.10, e25970, 2011.

FISHER, C.R.; STREICKER, D.G.; SCHNELL, M.J. A propagação e evolução do vírus da raiva: conquistando novas fronteiras. **Nature Reviews Microbiology**, v.16, p.241–255, 2018.

GHENO, B.P.; LOPES, T.S.; DIESEL, L.P.; STRECK, A.F.; GHENO, F.P.; LUNGE, V.R.; SOARES, A.M.; BOS, A.J.G. Cobertura vacinal no Brasil em combate ao vírus da raiva em cães e gatos associada a fatores sociodemográficos entre os anos de 2013 a 2019. **Revista Contemporânea**, v.3, n.10, p.16627–16642, 2023.

GORBUNOVA, V.; SELUANOV, A.; KENNEDY, B.K. The World Goes Bats: Living Longer and Tolerating Viruses. **Cell Metabolism**, v.32, n.1, p.31–43, 2020.

HANLON, C.A. Raiva em animais terrestres. In: JACKSON, A.C **Raiva base científica da doença e seu manejo**, 3. ed., Elsevier, 2013, p.179–213.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados. Estado do Ceará. Censo Brasileiro de 2022**, 2022. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2022/Previa_da_Populacao/POP2022_Brasil_e_UFs.pdf. Acesso em: 05 jan. 2024.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **2023 é o ano mais quente da história do Brasil**, Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/ano-de-2023-%C3%A9-o-mais-quente-da-hist%C3%B3ria-do-brasil>. Acesso: 05 jan. 2024.

LUNA, E.J.A. A emergência das doenças emergentes e as doenças infecciosas emergentes e reemergentes no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v.3, n.5, p.229-243, 2002.

MIKAKO, I.; YOHKO, T.; ARAI, T.I.; TAKEO, S.; FUMIO, H.I.; TOMOHIKO, T.; ICHIRO, K. Genetic Characterization and geographic distribution of rabies virus isolates in Brazil: Identification of two reservoirs, dogs and vampire bats. **Virology**, v.284, n.2, p.214-222, 2001.

MORIYAMA, M.; ICHINOHE, T. A alta temperatura ambiente amortece as respostas imunes adaptativas à infecção pelo vírus influenza A. **PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences.**, v.116, n.8, p.3118–3125, 2019.

M.S. Ministério da Saúde. DATASUS. Tabnet: raiva humana- casos confirmados notificados no Sistema de Notificação de Agravos de Notificação-SINAN. Ministério da Saúde, 2024.

MORIYAMA, M.; ICHINOHE, T. A alta temperatura ambiente amortece as respostas imunes adaptativas à infecção pelo vírus influenza A. **PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.116, n.8, p.3118–3125, 2019.

PLOWRIGHT, R.; PARRISH, C.; MCCALLUM, H.; HUDSON, P.J.; KO, A.I., GRAHAM A.L.; SMITH, J. O. Caminhos para repercussões zoonóticas. **Nature Review Microbiology**, v.15, n.8, p.502–510, 2017.

POCH, O.; BLUMBERG, B.M.; BOUGUELERET, L.; TORDO, N. Sequence comparison of five polymerases (L proteins) of unsegmented negative-strand RNA viruses: theoretical assignment of functional domains. **Journal General Virology**, v.71, n.5, p.1153-62, 1990.

ROCHA, S.M.; DE OLIVEIRA, S.V.; HEINEMANN, M.B.; GONÇALVES, V.S. Epidemiological Profile of Wild Rabies in Brazil (2002-2012). **Transbound and Emerging Diseases**, v.2, n.2, p.624-633, 2017.

RODRIGUES, L. Quase 80% dos trabalhadores ocupados no Ceará recebem até 1 salário mínimo. **Diário do Nordeste** de 7 de dezembro de 2023. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/negocios/quase-80-dos-trabalhadores-ocupados-no-ceara-recebem-ate-um-salario-minimo-1.3452844>. Acesso em: 02 jan. 2024.

RUPPRECHT, C.E.; HANLON, C.A.; HEMACHUDHA, T. Rabies re-examined. **The Lancet Infectious Diseases**, v.2, n.6, p.327-43, 2002.

RUYVER, C.; ABATI, E.; VILLA, P.D.; PEETERS, E.; CLEMENTS, J.; DUFAU, A.; MOONS, C.P.H. Public opinions on seven different stray cat population management scenarios in Flanders, Belgium. **Research Veterinary Science**, v.136, n.0034-5288, p.209-219, 2021.

SCHNEIDER, M.C.; ALMEIDA, G.A.; SOUZA, L.M.; MORARES, N.B.; DIAZ, R.C. Controle a raiva no Brasil e 1980 a 1990, **Revista de Saúde Pública**, v.30, n.2, p.196-203, 1996.

SCHNEIDER, M.C.; MIN, K.D; ROMIJN, P.C.; DE MORAIS, N.B.; MONTEBELLO, L.; MANRIQUE, R.S.; SCIANCALEPORE, S.; HAMRICK, P.N.; UIEDA, W.; CÂMARA, V.M.; LUIZ, R.R; BELOTTO, A. Fifty Years of the National Rabies Control Program in Brazil under the One Health Perspective. **Pathogens**, v.12, n.11, p.1342, 2023.

SESA. Secretaria de Saúde do Estado do Ceará. Notícia: **Sesa orienta sobre o que fazer em casos de agressão por animais domésticos ou silvestres** [Internet]. 06 de maio de 2023. **Ascom SESA**, 2023.

SILVA, L.P.; PINTO, A.P.V.B.; PONTES, A.N.; BICHARA, C.N.C. Epidemiologia da raiva em herbívoros domésticos em uma localidade na Amazônia brasileira. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.3, p.105-112, 2020.

STREICKER, D.G.; LEMEY, P.; VELASCO-VILLA, A.A.; RUPPRECHT, C.E. Rates of viral evolution are linked to host geography in bat rabies. **PLoS Pathogens**, v.8, n.5, p.e1002720, 2012.

VELASCO, V.A.; ESCOBAR, L.E.; SANCHEZ, A.; SHI, M.; STREICKER, D.G.; GALLARDO, R.N.F.; VARGAS P.F.; GUTIERREZ, C.V.; DAMON, I.; EMERSON, G. Successful strategies implemented towards the elimination of canine rabies in the Western Hemisphere. **Antiviral Research**, v.143, p.1-12, 2017.

VIEIRA S.F. O financiamento da saúde no Brasil e as metas da Agenda 2030: alto risco de insucesso. **Rev Saúde Pública**, v.54, p.127-136, 2020.

WHO. World Health Organization; FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations and OIE. World Organisation for Animal Health. **Zero by 30: the global strategic plan to end human deaths from dog-mediated rabies by 2030**, 2018.