



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

RAMON SILVA OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA CIRCULAÇÃO DE ORTOPOXVÍRUS EM
PRIMATAS NÃO-HUMANOS NA BAHIA**

**ILHÉUS, BAHIA
2025**

RAMON SILVA OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA CIRCULAÇÃO DE ORTOPOXVÍRUS EM
PRIMATAS NÃO-HUMANOS NA BAHIA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz como exigência para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Clínica e Sanidade Animal

Sub-área: Medicina e Conservação de Animais Selvagens.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Simonini Teixeira

Coorientador: Prof. Dr. Filipe Vieira Santos de Abreu

**ILHÉS, BAHIA
2025**

Oliveira, Ramon Silva.
Avaliação da circulação de ortopoxvírus em primatas não-
humanos na Bahia/ Ramon Silva Oliveira. – Ilhéus, BA: UESC, 2025.

Orientador: Danilo Simonini Teixeira.
Coorientador: Filipe Vieira Santos de Abreu
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de
Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal –
PPGCA. (A TERMINAR)

Inclui referências.

1. Captura; 2. epidemiologia; 3. Investigação; 4. *Poxvirus*; 5. zoonoses.

RAMON SILVA OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA CIRCULAÇÃO DE ORTOPOXVÍRUS EM
PRIMATAS NÃO-HUMANOS NA BAHIA**

Ilhéus, Bahia –

Dr. Danilo Simonini Teixeira
UESC
(Orientador)

Filipi Vieira Santos de Abreu
IFNMG – Campus Salinas
(Coorientador)

Dr. Alessandro Pecego Martins Romano
CGCIEVS, DEMSP, SVSA, MS
(Banca Examinadora)

Dr. Fabrício Souza Campos
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
(Banca Examinadora)

Dr^a. Anaiá da Paixão Sevá
Universidade Estadual de Santa Cruz
(Banca Examinadora Suplente)

Dr^a. Maria Angelica Monteiro De Mello Mares Guia
(Banca Examinadora Suplente)

ILHÉUS, BAHIA
2025

Dedico esta dissertação, e todas as minhas futuras conquistas acadêmicas, à memória do meu irmão Felipe, que sempre sonhou em trilhar o caminho que hoje percorro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela saúde, força e bênçãos concedidas, e também pela vida da minha mãe, Soraia, que com garra, amor e dedicação me criou, abrindo mão de muitas coisas para que eu pudesse chegar até aqui. Tudo que conquistei devo a ela. Agradeço também à minha irmã Thainá, que me presenteou com dois sobrinhos maravilhosos, Emanuel e Maitê; ao meu padrasto Washington; aos meus tios, tias, primos, primas, amigos e amigas de infância, que, ao lado da minha mãe, foram meu alicerce e sempre acreditaram em mim.

Aos amigos que fiz durante a graduação e que me acompanham até hoje. Um agradecimento especial ao Matheus, que, desde 2022, tem sido uma fonte de apoio e irmandade e vem acompanhando essa jornada desde o início. Sou também grato aos colegas e amigos que fiz no mestrado e na UESC, em especial ao Erik, que compartilhou comigo os desafios desse período com companheirismo e momentos de descontração.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Danilo Simonini Teixeira, expressei minha profunda gratidão pelo papel fundamental na construção deste trabalho, pelos ensinamentos, suporte, amizade e, sobretudo, pela orientação.

Ao meu antigo orientador da graduação e atual coorientador, Prof. Dr. Filipe Vieira Santos de Abreu, agradeço por ser até hoje um ponto de apoio, pelos incentivos, conselhos, por acreditar no meu potencial e pelas inúmeras oportunidades que foram essenciais para meu crescimento acadêmico, profissional e pessoal.

Agradeço ao NAPAS (Núcleo de Atendimento e Pesquisa em Animais Silvestres) e a todos os seus integrantes, por me permitirem ensinar e aprender junto a eles.

Agradeço à UESC e à secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal pelo suporte administrativo, bem como à CAPES, pelo auxílio financeiro por meio da bolsa concedida e também aos professores do programa, sou imensamente grato por todo o conhecimento compartilhado.

Agradeço ao LabVírus e ao ECOVIR na UFMG, junto a todos os seus integrantes e a orientadora Profa. Dra. Giliane Trindade, por terem me recebido tão bem e terem contribuído para que esse trabalho fosse concluído.

Por fim, e muito importante, à ReWILD, minha gratidão pelo financiamento que possibilitou a finalização da minha pesquisa e pelo custeio do deslocamento necessário para realizar análises em outro estado.

AValiação DA CIRCULAÇÃO DE ORTOPOXVÍRUS EM PRIMATAS NÃO-HUMANOS E DAS TÉCNICAS EMPREGADAS PARA A CAPTURA DE ANIMAIS DE VIDA LIVRE

RESUMO

A crescente proximidade entre seres humanos e Primatas Não-Humanos (PNHs) aumenta o risco de transmissão de zoonoses. No Brasil, país com a maior diversidade de PNHs, essa interação favorece a circulação de patógenos como os *Orthopoxvirus* (OPXV), incluindo *Monkeypox* e *Vaccinia vírus*, que ameaçam a saúde humana e animal. O monitoramento desses vírus nos PNHs é essencial para detectar riscos e orientar medidas preventivas.

A ocorrência de OPXV, já foi relatada em PNHs da Amazônia e no Cerrado, respectivamente, demonstrando o contato com o vírus sugerindo uma possível circulação viral. No entanto, o conhecimento sobre a extensão dessa possível circulação e a possibilidade de infecção em outros PNHs ainda não foram elucidadas. Diante disso, esta pesquisa avaliou a circulação de OPXV em populações de PNHs nos biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica do Estado da Bahia. Para isso, 193 (cento e noventa e três) PNHs foram capturados com armadilhas automáticas do tipo *Tomahawk* e com projetor de dardos anestésicos e material biológico foi coletado. As amostras foram testadas através de exames moleculares (qPCR) e sorológicos (*Plaque Rediction Neutralization Test* - PRNT). Ao todo, 196 (cento e noventa e seis) soros de PNHs de oito espécies diferentes foram testados e anticorpos anti-OPXV foram detectados em 14 amostras (7,14%), oriundas de PNHs das espécies *Callithrix jacchus* (1), *Callithrix kuhlii* (12) e *Callithrix penicillata* (1) capturados nos biomas Cerrado (2 – 14,28%) e Mata Atlântica (12 – 85,71%), sendo esse achado inédito nas espécies de *C. jacchus* e *C. kuhlii* de vida livre. Todas as amostras testaram negativo para a presença de OPXV através do qPCR. Dentre os 14 indivíduos positivos, sete eram machos e sete eram fêmeas, todos adultos. Análises da paisagem identificaram uma concentração de sorologia positiva em localidades da Mata Atlântica, tanto no ambiente urbano (8), quanto em ambiente rural (6). Assim, a detecção sorológica do patógeno indica exposição dessas espécies aos OPXV, que deve ser monitorada para avaliar a saúde das populações de PNHs e os possíveis impactos para os seres humanos que coabitam essas regiões.

Palavras-chave: captura; epidemiologia; investigação; *Poxvirus*; zoonoses.

EVALUATION OF ORTHOPOXVIRUS CIRCULATION IN NON-HUMAN PRIMATES AND TECHNIQUES USED FOR THE CAPTURE OF FREE-LIVING ANIMALS

ABSTRACT

The increasing proximity between humans and Non-Human Primates (NHPs) raises the risk of zoonotic disease transmission. In Brazil, the country with the greatest NHP diversity, this interaction facilitates the circulation of pathogens such as Orthopoxviruses (OPXV), including Monkeypox and Vaccinia virus, posing threats to both human and animal health. Monitoring these viruses in NHPs is essential to assess risks and guide preventive measures.

OPXV occurrence has been reported in NHPs from the Amazon and Cerrado, suggesting possible viral circulation. However, the extent of this circulation and potential infections in other NHPs remain unclear. This study evaluated OPXV circulation in NHP populations in the Caatinga, Cerrado, and Atlantic Forest biomes in Bahia, Brazil.

A total of 193 NHPs were captured using Tomahawk automatic traps and anesthetic dart projectors, and biological samples were collected. Samples were tested using molecular (qPCR) and serological (Plaque Reduction Neutralization Test - PRNT) analyses. A total of 196 NHP sera from eight different species were tested, and anti-OPXV antibodies were detected in 14 samples (7.14%), originating from *Callithrix jacchus* (1), *Callithrix kuhlii* (12), and *Callithrix penicillata* (1). These individuals were captured in the Cerrado (2 – 14.28%) and Atlantic Forest (12 – 85.71%) biomes, with the findings in free-living *C. jacchus* and *C. kuhlii* being unprecedented. All samples tested negative for OPXV presence via qPCR.

Among the 14 seropositive individuals, seven were males and seven females, all adults. Landscape analyses identified a concentration of positive serology in the Atlantic Forest, both in urban (8) and rural (6) environments. The serological detection of OPXV indicates exposure of these species to the virus, which should be monitored to assess the health of NHP populations and the potential impact on humans cohabiting these regions.

Keywords: capture; epidemiology; investigation; *Poxvirus*; zoonoses.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição de alguns OPXV e seus hospedeiros. Fonte: Silva et al. (2021).....	17
Figura 2: Mapa da distribuição dos municípios onde houve esforços de capturas.	23
Figura 3: Mapa dos municípios no bioma Caatinga onde houve esforços de capturas.....	23
Figura 4: Mapa dos municípios no bioma Cerrado onde houve esforços de capturas.	24
Figura 5: Mapa dos municípios no bioma Mata Atlântica onde houve esforços de capturas.	24
Figura 6: Armadilhas Tomahawk instaladas em plataforma e iscadas com banana.	26
Figura 7: PNH sendo anestesiado com anestesia inalatória utilizando a VetBag. Fonte: Teixeira et al. (2022).....	27
Figura 8: Laboratório de campo montado para coletas. Foto: Danilo Simonini Teixeira.....	28
Figura 9: Coleta (A) e acondicionamento (B) de material biológico (sangue). Fonte: Brasil (2017).	28
Figura 10: Quantidade de PNHs por gênero.	32
Figura 11: Quantidade de PNHs por espécie.	33
Figura 12: Quantidade de PNHs capturados por bioma.	34
Figura 13: Placa utilizada para PRNT; Resultado de um ensaio de neutralização por redução de placa (PRNT), realizada em placa de 6 poços. A1 e A2: Soro negativo para PRNT; B1 e B2: Soro positivo para PRNT. C1: Controle de célula e C3: Controle viral.	36
Figura 14: Mapa dos municípios com PNH positivo e distribuição espacial dos municípios por bioma.	36
Figura 15: Quantidade de PNHs positivos quanto a faixa etária e sexo	38
Figura 16: Mapa da paisagem do local de captura do PNH positivos em Formosa do Rio Preto.	43
Figura 17: Mapa da paisagem do local de captura do PNH positivos em Santa Rita de Cássia.	43
Figura 18: Mapa da paisagem do local de captura do PNH positivos em Ilhéus.....	44
Figura 19: Mapa da paisagem do local de captura do PNH positivos em Itororó.	44
Figura 20: Mapa da paisagem do local de captura do PNH positivos em Mascote (2 PNH).	45
Figura 21: Mapa da paisagem do local de captura do PNH positivos em Mascote (1 PNH).	45
Figura 22: Mapa da paisagem do local de captura do PNH positivos em Macarani.....	46
Figura 23: Mapa da paisagem do local de captura dos PNHs positivos em Una.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Municípios, biomas, quantidade de PNHs e espécies capturados.....	34
Tabela 2: Percentual de redução de amostras positivas.....	37

SUMÁRIO

1	INTODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1	Primatas não-humanos (PNHs) do brasil.....	13
3.2	Zoonose e saúde pública	14
3.3	Vigilância de zoonoses em primatas da caatinga, cerrado e mata atlântica.....	15
3.4	A família <i>poxviridae</i> e sua importância zoonótica	16
3.4.1	Gênero <i>Orthopoxvirus</i> (OPXV)	17
3.5	<i>Orthopoxvirus</i> em primatas não-humanos	21
4	MÉTODOS.....	22
4.1	Considerações éticas	22
4.2	Local da pesquisa.....	22
4.3	Captura de primatas não-humanos (PNHs).....	25
4.3.1	Captura de pequenos primatas	25
4.3.2	Captura de grandes primatas	27
4.3.3	Procedimento e obtenção de amostras.....	27
4.4	Diagnóstico molecular e sorológico das amostras	30
4.4.1	Diagnóstico molecular - qPCR (<i>Polymerase Chain Reaction</i> – PCR).....	30
4.4.2	Diagnóstico sorológico - Teste de neutralização de redução de placa (<i>Plaque reduction neutralization test</i> – PRNT)	31
4.5	Produção de Mapas	32
5	RESULTADOS	32
6	DISCUSSÃO.....	38
7	CONCLUSÃO	52
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

O Brasil abriga a maior diversidade de primatas do mundo, representando um quarto de todas as espécies conhecidas (Gonçalves, 2006; IUCN, 2023). São cerca de 140 táxons (espécies e subespécies) distribuídas em cinco famílias e 22 gêneros, destes, 83 táxons são endêmicos do Brasil (IUCN, 2023).

Apesar disso, os primatas brasileiros estão ameaçados por fatores como transmissão de doenças zoonóticas, desmatamento, caça e fragmentação de habitat (Estrada *et al.*, 2017), especialmente na Mata Atlântica, onde quase 90% da floresta original foi destruída, o que coloca em risco diversas espécies endêmicas.

Nos últimos anos, a interação entre seres humanos e primatas não-humanos (PNHs) tem se tornado uma preocupação crescente para a saúde pública. Isso decorre do rompimento de barreiras naturais, que aproximam humanos de animais silvestres, elevando o risco de transmissão de zoonoses e aumentando a possibilidade do surgimento de pandemias (Devaux *et al.*, 2019).

No contexto da saúde animal, os PNHs são como hospedeiros de diversas zoonoses (Wolfe; Dunavan; Diamond, 2007). Por habitarem áreas urbanas e frequentemente interagirem diretamente com seres humanos, esses PNHs representam um elo importante na dinâmica de transmissão de patógenos entre espécies. Em muitas regiões, a prática do consumo de carne de animais silvestres, incluindo primatas, é comum, especialmente em comunidades de baixa renda e população nativa (Michaud *et al.*, 2003; Verona, 2008).

Primatas são suscetíveis a uma variedade de doenças infecciosas, muitas delas com potencial zoonótico. No Brasil, uma das doenças mais impactantes para esses animais é a febre amarela, causada pelo vírus da febre amarela (*Orthoflavivirus flavi* – YFV) e transmitida por mosquitos, que frequentemente leva a surtos com alta mortalidade de espécies de PNHs, especialmente do gênero *Alouatta* (Fernandes *et al.*, 2021). Outros agravos de interesse em saúde pública incluem herpes, raiva, hepatite, malária, leishmaniose e sarampo, devido ao risco de manifestações graves em primatas e humanos (Andrade, 2002; Hart *et al.*, 2012; Brasil, 2017).

Além destas, os vírus do gênero *Orthopoxvirus* (OPXV), são importantes causadores de surtos zoonóticos. O OPXV inclui patógenos como o *Cowpox virus* (CPXV), *Monkeypox virus* (MPXV), *Vaccinia virus* (VACV) e *Variola virus* (VARV), que apresentam capacidade de infectar uma ampla gama de hospedeiros (Silva *et al.*, 2021).

Os vírus desse gênero apresentam alta complexidade e similaridades, sendo de grande importância epidemiológica, uma vez que podem conferir imunidade cruzada, ou seja, a resposta imunológica a um OPXV pode conferir proteção contra outros vírus do mesmo gênero (Kroon *et al.*, 2011; Abreu *et al.*, 2022).

Entre os OPXV, destaca-se o *Variola virus*, o agente causador da varíola, que foi uma das doenças mais letais da história da humanidade até sua erradicação em 1980, conforme declarado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (OMS, 1980; McFadden, 2005). No entanto, outros OPXV, como o *Vaccinia virus*, *Monkeypox virus* e *Cowpox virus*, continuam a ser de grande relevância para a saúde pública global, sendo responsáveis por surtos zoonóticos em várias partes do mundo (Essbauer; Pfeffer; Meyer, 2010).

A erradicação da varíola levou à suspensão da vacinação contra essa doença na década de 1980, conforme recomendado pela OMS, resultando em um aumento da população suscetível a infecções por OPXV (Shchelkunov, 2013). Nesse contexto, a pesquisa sobre OPXV se torna essencial, com modelos animais sendo fundamentais para o estudo da patogênese viral, bem como para o desenvolvimento de vacinas e tratamentos antivirais (Hutson; Damon, 2010).

Recentemente, houve avanços significativos no desenvolvimento de modelos animais para infecções por OPXV, incluindo pequenos roedores e PNHs (Schmitt; Mätz-Rensing; Kaup, 2014). Devido à proximidade genética com os seres humanos, os PNHs são considerados o padrão-ouro para estudos sobre OPXV, sendo os mais indicados para testar vacinas e tratamentos (Nalca *et al.*, 2010; Safronetz; Geisbert; Feldmann, 2013), reforçando a importância de investigações voltadas para esses agentes patogênicos nessas espécies.

Evidências de infecção natural de PNHs por OPXV já foram encontradas no Brasil (Abrahão *et al.*, 2010; Abreu *et al.*, 2022), porém, os estudos são escassos e carentes de informações sobre a participação desses

Nesse cenário, este trabalho propõe investigar a circulação de OPXV em PNHs nos biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica do estado da Bahia (BA).

Ao correlacionar os resultados obtidos com fatores ambientais e antrópicos, espera-se identificar áreas de maior vulnerabilidade à circulação desses patógenos. Assim, os dados gerados poderão servir como base para o desenvolvimento de estratégias de vigilância e conservação, contribuindo para a saúde pública e para a proteção dessas espécies em seus habitats naturais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Investigar evidências de circulação de *Orthopoxvirus* (OPXV) em Primatas Não-Humanos (PNHs) de diferentes espécies e biomas brasileiros.

2.2 Objetivos específicos

- Capturar diferentes espécies de PNHs nos biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica;
- Coletar materiais biológicos e realizar testes moleculares para identificação de infecção patente por OPXV;
- Coletar materiais biológicos e realizar testes sorológicos para identificação de infecção prévia por OPXV;
- Comparar a circulação do OPXV nas diferentes espécies de PNHs e nos biomas amostrados;
- Avaliar a soroprevalência entre machos, fêmeas e jovens e adultos;

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Primatas não-humanos (PNHs) do Brasil

O Brasil é reconhecido mundialmente por sua imensa biodiversidade, sendo um dos países com maior diversidade de espécies de primatas (IUCN, 2023). Estes desempenham papéis ecológicos fundamentais, como a dispersão de sementes e a manutenção da estrutura das florestas tropicais. Atualmente, o país abriga cerca de 140 espécies de primatas, muitas das quais são endêmicas e distribuídas entre cinco famílias: Atelidae, Aotidae, Callitrichidae, Cebidae e Pitheciidae (Paglia *et al.*, 2012; IUCN, 2023). Essa alta diversidade reflete a complexidade dos ecossistemas brasileiros (Rylands e Mittermeier, 2014). Especificamente na BA, 14 espécies ocorrem nos biomas que acobertam o estado (Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica) (Cassano *et al.*, 2017), duas das quais são endêmicas: *Callithrix kuhlii* (sagui-de-wied) e *Leontopithecus chrysomelas* (mico-leão-da-cara-dourada) (Guy *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2011).

Coberto por seis biomas e variados ecossistemas, o Brasil abriga aproximadamente 20% das mais de 600 espécies de primatas conhecidas no mundo (ICMBio, 2018). No entanto, esses animais enfrentam ameaças graves, incluindo a perda de habitat, a caça, a domesticação ilegal e a fragmentação florestal (Lorini; Persson, 1990; Mittermeier *et al.*, 1984). Para mitigar os impactos negativos dessas ameaças, as iniciativas de conservação são essenciais. A criação de áreas protegidas, programas de reprodução em cativeiro e o estabelecimento de corredores

ecológicos para conectar ambientes isolados são medidas cruciais para garantir a sobrevivência dessas espécies (Oliveira *et al.*, 2021). Mesmo com esses desafios, novas espécies de primatas continuam a ser descritas a cada ano (Paglia *et al.*, 2012; IUCN, 2023).

Embora a maioria dos PNHs dependa exclusivamente de florestas e seja vulnerável às pressões antrópicas, algumas espécies, como os calitriquídeos, demonstram maior adaptabilidade ao ambiente urbano, sobrevivendo melhor às mudanças no uso da terra (Benchimol; Peres, 2014). Essa capacidade adaptativa está intrinsecamente associada à sua natureza oportunista, que lhes confere uma notável plasticidade comportamental e ecológica (Fisher; Owens, 2004). Esse oportunismo permite que esses animais explorem diferentes recursos disponíveis no meio urbano, como fontes alternativas de alimento, abrigos artificiais e áreas verdes remanescentes, favorecendo sua sobrevivência e reprodução em cenários altamente antropizados (Goulart; Teixeira; Young, 2010).

Essa adaptabilidade também contribui para a aproximação entre PNHs, humanos e outros animais em ambientes urbanos ou periurbanos. Tal interação favorece a transmissão de patógenos entre espécies, destacando dois fenômenos principais: o *spillover*, no qual um patógeno é transmitido de uma espécie hospedeira primária (ou reservatório) para uma nova espécie hospedeira, e o *spillback*, quando um patógeno que foi transmitido de uma espécie hospedeira primária para uma nova espécie retorna à espécie original ou a outras dentro do mesmo ecossistema (Daszak; Cunningham; Hyatt, 2000; Hendy *et al.*, 2023)

3.2 Zoonose e saúde pública

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), zoonoses são definidas como doenças transmitidas entre animais e humanos (OMS, 2020), sendo amplamente distribuídas ao redor do mundo. Elas são responsáveis por uma grande parcela das doenças infecciosas emergentes, podendo ser transmitidas entre humanos, animais domésticos, exóticos ou espécies silvestres, frequentemente associadas a surtos em diversas regiões (Bergqvist *et al.*, 2017; Styczynski *et al.*, 2019).

As mudanças ambientais resultantes da atividade humana, como o desmatamento, promovem a proximidade entre animais e humanos, aumentando os riscos de infecções zoonóticas. Essas infecções, facilitam a diversidade e adaptação genética dos patógenos, levando ao surgimento ou reemergência de doenças (Fernandes *et al.*, 2019; Doty *et al.*, 2019). Apesar dos avanços no controle e tratamento de algumas doenças infecciosas, a emergência e/ou reemergência de patógenos zoonóticos continua sendo um dos maiores desafios à saúde pública no século XXI (Morens *et al.*, 2004).

A propagação de zoonoses tem sido impulsionada por modificações ambientais, socioeconômicas e culturais, muitas vezes afetando regiões com populações carentes, de baixa renda e com condições precárias de higiene, criando um ambiente favorável à disseminação de patógenos (Lima *et al.*, 2017).

A transmissão zoonótica pode ocorrer através de contato direto com animais infectados ou seus produtos, como alimentos e secreções, mas também por intermediários como vetores (Barros *et al.*, 2004; Lagoni, 2004).

Atualmente, mais de 150 doenças zoonóticas são conhecidas, incluindo algumas de particular importância para a saúde pública, como a doença de Chagas, raiva, leishmaniose, leptospirose, febre amarela, herpes, dengue e malária, que são transmitidas e que convivem em sinantropia com os humanos (Andrade, 2002; Hart *et al.*, 2012; Sanguinette, 2015; Brasil, 2017). Estudar e investigar essas doenças é crucial não só para controlar e prevenir surtos, mas também para entender como se transmite e como interagem ecologicamente entre animais, humanos e o meio ambiente.

A vigilância ativa do ciclo enzoótico de doenças zoonóticas é uma estratégia essencial e complementar. Um exemplo desse tipo de vigilância ativa é aquela voltada para o monitoramento de áreas com PNHs e vetores silvestres, visando identificar zonas de circulação de patógenos como o YFV entre as espécies envolvidas, além de aspectos eco-epidemiológicos. Essa vigilância visa coletar dados sobre a ocorrência, comportamento e saúde dos PNHs por meio de exames sorológicos e moleculares, contribuindo para a detecção precoce de surtos zoonóticos e a predição de riscos relacionados a doenças (Brasil, 2017).

3.3 Vigilância de zoonoses em primatas da caatinga, cerrado e mata atlântica.

A vigilância de zoonoses em primatas é de extrema importância para a saúde pública e a conservação da biodiversidade (Brasil, 2017). Biomas como a Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica abrigam uma vasta diversidade de PNHs, muitos dos quais estão em contato próximo com populações humanas devido ao avanço das atividades antropogênicas. Esse cenário favorece a transmissão de patógenos entre animais silvestres e humanos, aumentando o risco de surtos de zoonoses (Devaux *et al.*, 2019).

A Caatinga, por exemplo, é um bioma único e semiárido, com uma fauna adaptada às condições extremas (Andrade *et al.*, 2012), enquanto a Mata Atlântica (Myers, 1988) e o Cerrado (Mittermeier *et al.*, 1999; Myers *et al.*, 2000), por sua vez, são hotspots de biodiversidade. Em especial, as espécies que se adaptam melhor às áreas fragmentadas, como alguns calitriquídeos (Ex.: *C. penicillata* e *C. jacchus*), acabam por aumentar a frequência de

interação com seres humanos e animais domésticos, servindo como potenciais hospedeiros e disseminadores de patógenos (Goulart; Teixeira; Young, 2010).

O estudo de zoonoses em PNHs permite o monitoramento da saúde dos ecossistemas e o desenvolvimento de estratégias de conservação. Com a crescente pressão antrópica sobre esses biomas, a vigilância desses patógenos, torna-se uma ferramenta valiosa para a prevenção de doenças e a promoção da coexistência sustentável entre humanos e fauna silvestre (Benchimol; Peres, 2014).

A investigação de zoonoses em PNHs nas regiões da Caatinga, Mata Atlântica e Cerrado não apenas contribui para o controle de doenças, mas também para a preservação de espécies vulneráveis e a manutenção da saúde ambiental.

Dentre os patógenos de interesse, os vírus do gênero OPXV têm sido alvos de interesse de estudiosos. Vírus como o *Monkeypox virus* (MPXV) e o *Vaccinia virus* (VACV) tem um grande impacto na saúde pública, pois possuem a capacidade de infectar uma ampla gama de espécies animais (Frey; Belshe, 2004). Investigar a circulação desses vírus em PNHs nos biomas estudados é essencial para identificar e mitigar riscos à saúde humana, já que esses primatas podem funcionar como amplificadores de patógenos, favorecendo sua transmissão às populações humanas. (Abreu *et al.*, 2022).

3.4 A família *Poxviridae* e sua importância zoonótica

A família *Poxviridae* é composta por grandes virions envelopados e possui duas subfamílias: *Chordopoxvirinae*, que inclui 18 gêneros, incluindo o *Orthopoxvirus*, e infecta vertebrados, e *Entomopoxvirinae*, que possui 4 gêneros — *Alphaentomopoxvirus*, *Betaentomopoxvirus*, *Deltaentomopoxvirus* e *Gammaentomopoxvirus* — e infecta invertebrados. Ao todo, a família engloba cerca de 22 gêneros e 83 espécies (Lefkowitz *et al.*, 2019; Alakunle *et al.*, 2020; ICTV, 2021).

Os vírus da família *Poxviridae* são envelopados e apresentam simetria complexa, com corpúsculos laterais. Seu diâmetro pode chegar a 360 nm de comprimento por 250 nm de largura, e o genoma é composto por DNA linear de fita dupla que possuem de 130 mil a 230 mil pares de bases. As partículas virais apresentam um formato oval ou semelhante a um tijolo, possuem um núcleo bicôncavo, cercado por um ou mais envoltórios, constituídos por uma bicamada de membrana lipídica (Moss, 2013; Vora *et al.*, 2015).

A replicação desses vírus acontece no citoplasma das células infectadas, ou seja, dentro do fluido celular, fora do núcleo. Eles são versáteis, podendo infectar tantos animais vertebrados, quanto invertebrados (Moss *et al.*, 2013; Bonjardim, 2017; David *et al.*, 2020).

Essa capacidade de infectar diferentes grupos de organismos torna esses vírus amplamente distribuídos no ambiente.

Esses vírus infectam principalmente por meio da via percutânea, entrando no organismo através de lesões na pele do hospedeiro. Entretanto, algumas espécies virais utilizam diferentes rotas de entrada, como o vírus da Varíola, que invade pelo trato respiratório (Esteban; Buller, 2005; McFadden, 2005).

3.4.1 Gênero *Orthopoxvirus* (OPXV)

O gênero *Orthopoxvirus* da família *Poxviridae* e subfamília *Chordopoxvirinae*, inclui uma ampla gama de hospedeiros (Figura 1) e é caracterizado pela diversidade de espécies (Moss, 2013) tendo uma grande relevância na medicina humana e veterinária. O gênero compreende 11 espécies conhecidas, entre as quais quatro são patogênicas para humanos: o *Varíola vírus* (VARV), agente causador da varíola humana e sendo o mais conhecido e mortal do gênero; o *Monkeypox vírus* (MPXV), que recentemente foi responsável pelos surtos de varíola M, chamada anteriormente de varíola dos macacos; o *Vaccinia vírus* (VACV), encontrado endemicamente no Brasil e foi amplamente utilizado para a produção de vacina na campanha mundial de erradicação da varíola; e o *Cowpox vírus* (CPXV), associado à varíola bovina e circula em países da Europa e Ásia (Fenner, 1996; Moss, 1996; Damaso *et al.*, 2000; Fernandes, 2004; Moss, 2013).

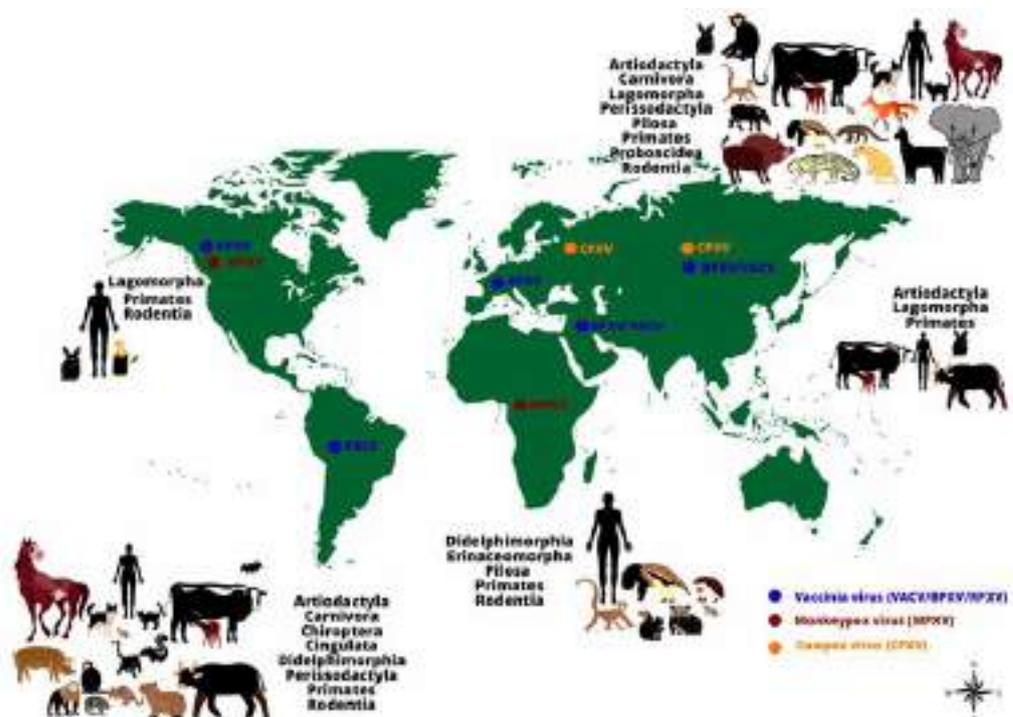


Figura 1: Distribuição de alguns OPXV e seus hospedeiros. Fonte: Silva *et al.* (2021).

As espécies do gênero OPXV compartilham uma base genética altamente conservada, resultando em uma expressiva similaridade antigênica entre elas. Essa característica permite uma significativa reatividade imunológica cruzada, onde a infecção por uma espécie de OPXV pode oferecer proteção considerável contra infecções por outras espécies do mesmo gênero (Stanford *et al.*, 2007; Petersen *et al.*, 2019, Abreu *et al.*, 2022). A capacidade de proteção cruzada entre espécies de OPXV desempenhou um papel fundamental na erradicação global da varíola. Durante a campanha de erradicação, a vacina desenvolvida a partir do VACV foi amplamente utilizada devido à sua eficácia e segurança. Vale ressaltar, que desde 1978, com a suspensão da vacinação contra a varíola, o número de pessoas suscetíveis ao OPXV aumentou, atrelado a isso, o número de casos de OPXV em todo mundo também aumentou (Silva *et al.*, 2021).

3.4.1.1 *Cowpox virus (CPXV)*

O vírus *Cowpox* (CPXV) é predominantemente encontrado na Europa e em algumas áreas da Ásia Ocidental. Ele possui uma ampla variedade de hospedeiros, com os roedores silvestres endêmicos do continente Europeu sendo os principais reservatórios naturais (Chantrey *et al.*, 1999; Carslake *et al.*, 2006) mas apresenta uma baixa patogenicidade em humanos (Shchelkunov *et al.*, 2005). No entanto, o CPXV também pode infectar diversos outros animais, como felinos domésticos, primatas não-humanos, cães, alpacas, cavalos e até animais mantidos em zoológicos (Diaz, 2021). Pesquisas sugerem que os felinos domésticos desempenham um papel crucial na transmissão do vírus entre roedores e humanos, podendo também disseminá-lo para outros animais domésticos e de produção (Kurth *et al.*, 2009; Pelkonen *et al.*, 2003). Casos de transmissão do CPXV de roedores silvestres, como *Rattus norvegicus*, para humanos foram relatados em países como Holanda, Alemanha e França (Wolfs *et al.*, 2002; Campe *et al.*, 2009). Embora as infecções em animais selvagens sejam bem documentadas, os casos de CPXV em bovinos são raramente relatados (Baxby *et al.*, 1979; Meyer *et al.*, 1999; Pelkonen *et al.*, 2003; Kurth *et al.*, 2009).

Um aumento recente no número de infecções humanas por CPXV tem sido observado, o que pode estar relacionado ao surgimento de uma geração não imunizada contra o OPXV após a erradicação da VARV (Becker *et al.*, 2009; Kurth *et al.*, 2009; Ducournau *et al.*, 2013).

3.4.1.2 *Monkeypox virus (MPXV)*

O *Monkeypox vírus* (MPXV) é um *Orthopoxvirus* que circula principalmente em África, com roedores silvestres sendo identificados como os seus principais reservatórios naturais (Gubser *et al.*, 2002). Pesquisas sorológicas e isolamentos virais sugeriram que esquilos

selvagens (*Funisciurus anerythrus* e *Heliosciurus rufobrachium*) são os reservatórios mais prováveis do vírus (Khodakevich *et al.*, 1987).

A primeira descrição do MPXV em primatas ocorreu a partir de espécimes enviados de Cingapura para um centro de pesquisa na Dinamarca, conforme descrito por Essbauer *et al.* (2010), contudo, embora os primatas sejam suscetíveis à infecção, eles não são considerados uma fonte relevante de transmissão para humanos (Arita *et al.*, 1972; Janseghers *et al.*, 1984). O primeiro caso de infecção humana foi relatado no Zaire (hoje conhecido como República Democrática do Congo), em 1970 (Nalca *et al.*, 2005). Desde então, surtos adicionais foram documentados (Rimoin *et al.*, 2010; Reynolds *et al.*, 2013). Em 2003, um surto de MPXV nos Estados Unidos foi adicionado à importação de roedores da África, afetando especialmente veterinários (Di Giulio; Eckburg, 2004). Embora identificado pela primeira vez em primatas, estudos sugerem que os verdadeiros reservatórios naturais são alguns roedores (Sklenovská; Van Ranst, 2018; Curaudeau *et al.*, 2023).

Por aproximadamente 50 anos após ser descoberto, o MPXV permaneceu endêmico em países Africanos. Mais recentemente, em 2020, o MPXV foi responsável por um surto global em mais de 100 países, incluindo o Brasil, sendo este, o segundo país com o maior número de casos (WHO, 2022).

3.4.1.3 *Vaccinia virus* (VACV)

O *Vaccinia virus* (VACV) é considerado um vírus zoonótico e endêmico da América do Sul, é também o agente etiológico da vaccínia bovina (VB), uma zoonose ocupacional amplamente difundida no Brasil, especialmente em regiões onde a produção leiteira é predominante. A doença causada por VACV resulta em lesões ulcerativas tanto em bovinos quanto em humanos, configurando um importante problema de saúde pública (Kroon *et al.*, 2011; Assis *et al.*, 2015).

Damaso *et al.* (2000) sugerem que o VACV foi inicialmente isolado em florestas tropicais brasileiras, no Sudeste do Brasil, entre as décadas de 1960 e 1970, mas foi a partir de 1999 que surtos frequentes começaram a ser reportados, particularmente em rebanhos leiteiros e humanos, consolidando sua relevância epidemiológica no Brasil. Além de bovinos e humanos, o VACV foi detectado em primatas e equinos, com e sem manifestações clínicas (Trindade *et al.*, 2004; Abrahão *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2017). Desde então, diversos estudos têm sido conduzidos para esclarecer a origem e disseminação desse vírus, assim como seus mecanismos de transmissão (Assis *et al.*, 2012).

Nos últimos anos, o VACV se espalhou rapidamente para as outras regiões brasileiras e até para países vizinhos, sendo que cerca de 11 estados no Brasil registraram surtos nos últimos 20 anos (Oliveira *et al.*, 2017). Contudo, apenas em Minas Gerais e Goiás a VB é considerada uma doença de notificação compulsória, pelo alto número de casos relatados nos estados (Abrahão *et al.*, 2009; Schatzmayr *et al.*, 2011; Lima *et al.*, 2019; SES/MG, 2020; SES/GO, 2020).

A menor virulência do VACV em comparação com outros OPXV facilitou sua utilização em campanhas de vacinação, além de oferecer uma base para estudos sobre imunidade e doenças infecciosas. Devido a sua importância vacinal e potencial como vetor vacinal, o VACV tem sido alvo de inúmeras pesquisas, particularmente em surtos que afetam o gado leiteiro e trabalhadores rurais diretamente envolvidos na produção pecuária (Abrahão *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2012; Liu *et al.*, 2013).

3.4.1.4 Variola virus (VARV)

O VARV, é considerado o patógeno humano mais antigo e mais mortal registrado até o momento. Causador da varíola, considerada uma doença altamente letal que teve um grande impacto na história da humanidade. Os primeiros registros da doença datam do Egito Antigo, e um dos casos mais antigos conhecidos é o do faraó Ramsés V, cuja múmia foi descoberta em 1898, apresentando evidências de que sua morte, em 1148 a.C., podendo ter sido causada pela varíola. Com o crescimento populacional, o surgimento das cidades, o aumento do comércio e das grandes navegações, a varíola se espalhou pelo mundo, tornando-se cada vez mais frequente.

A infecção por VARV causa uma doença febril sistêmica exantemática que apresenta sintomas como dor nas costas, dor de cabeça, vômito e fadiga. As lesões costumam aparecer nas palmas das mãos, plantas dos pés e face, evoluindo de máculas e pápulas iniciais para vesículas e pústulas, posteriormente (Henderson *et al.*, 1999).

Embora a varíola tenha sido erradicada, há questões em aberto em relação às infecções causadas pelos *Orthopoxvirus*, incluindo o VARV. Isso ocorre porque existem dois laboratórios que armazenam amostras de VARV: o Centro de Controle e Prevenção de Doenças, nos Estados Unidos, e o Centro de Pesquisa do Estado para Virologia e Biotecnologia, na Rússia. Devido à existência desses estoques e a possibilidade de existirem estoques clandestinos, o uso de amostras de VARV como arma bioterrorista não pode ser descartado (Mcfadden, 2005). Além disso, o aumento da população não imunizada contra OPXV, desde que a vacinação foi suspensa há mais de três décadas, levou a um aumento de infecções em humanos causadas por

OPXV zoonóticos, como MPXV, CPXV e VACV (Wolfs *et al.*, 2002; Shchelkunov, 2013; Oliveira *et al.*, 2014)

3.5 *Orthopoxvirus* em primatas não-humanos

Recentes investigações têm demonstrado que o VACV não se limita a infecções em gado, mas também pode ser encontrado em diversos hospedeiros silvestres, incluindo roedores, equídeos, e mamíferos domésticos como cães e gatos (Silva *et al.*, 2021).

Entre fevereiro de 2001 e setembro de 2002, um programa de resgate de fauna durante a construção de uma usina hidrelétrica nos municípios de Lajeado e Ipueiras, Tocantins, capturou 344 mamíferos selvagens. Dentre os animais capturados, destacaram-se 269 macacos-prego (*Cebus apella*), 27 bugios-pretos (*Alouatta caraya*) e pequenos números de outras espécies, como quatis, cutias, tamanduás, raposas, tatus e gambás.

As análises laboratoriais identificaram anticorpos contra *Orthopoxvirus* em 25,3% dos *C. apella* e 48,1% dos *A. caraya*, além de 16,6% dos quatis e 5,0% das cutias. No total, 24,4% (84 de 344) dos animais apresentaram soropositividade. Em testes moleculares, o DNA viral foi detectado em 18 amostras, exclusivamente de primatas (11 *C. apella* e 7 *A. caraya*), reforçando a circulação silvestre de OPXV na região. Os genes sequenciados mostraram alta similaridade (98%-100%) com linhagens de VACV (*Vaccinia Virus*) conhecidas no Brasil, indicando que essas infecções estão associadas a variantes endêmicas do vírus no país. Contudo, esses resultados evidenciaram que os primatas selvagens atuam como hospedeiros acidentais na ecologia do VACV, enquanto outras espécies analisadas não apresentaram DNA viral (Abrahão *et al.*, 2010).

Anteriormente, infecções experimentais por OPXV foram realizadas em PNHs, como o estudo realizado por Mätz-Rensing *et al.* (2012) onde PNHs da espécie *Callithrix jacchus* foram usados como modelo experimental para infecção por OPXV, com foco no *Calpox virus*. Para isso, os pesquisadores realizaram experimentos envolvendo 28 saguis expostos ao vírus por vias intravenosa, orofaríngea e intranasal (IN). A via IN, com dose infecciosa mediana de $8,3 \times 10^2$ PFU, mimetizou a rota natural de infecção humana. Os animais apresentaram lesões semelhantes à varíola em órgãos como pele, linfonodos e fígado, com evolução rápida para óbito entre 4 e 15 dias. Com isso, o modelo reproduziu achados clínicos e patológicos de infecções letais por OPXV em humanos, destacando sua relevância para estudos utilizando modelos experimentais.

Adicionalmente, Abreu *et al.* (2022) reportaram a detecção de anticorpos contra OPXV em primatas neotropicais livres no estado de Minas Gerais, Sudeste do Brasil. Neste estudo,

anticorpos foram identificados em dois indivíduos da espécie *Callithrix penicillata*. Assim, está foi a primeira evidência documentada de exposição ao OPXV em primatas dessa espécie, que habita áreas de transição entre ambientes urbanos e florestais, o que potencializa o risco de transmissão zoonótica através de eventos de transbordamento (*spillover*), quando um patógeno passa de uma espécie para uma nova espécie.

A disseminação do OPXV entre PNHs de vida livre é uma preocupação crescente, especialmente diante da detecção recente do vírus MPXV em novas regiões. É imperativo que novos estudos sejam realizados para monitorar a circulação desse vírus em PNHs, uma vez que a proximidade entre esses animais e os humanos pode aumentar a probabilidade de transmissão. A compreensão das dinâmicas de transmissão e a vigilância em populações silvestres se tornam essenciais para a prevenção de surtos e para a saúde pública.

4 MÉTODOS

4.1 Considerações éticas

A execução desta pesquisa foi aprovada e licenciada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Santa Cruz (CEUA/UESC), sob o número 023/20, e também conta com autorizações do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio – SISBIO nº 75734-1) e do Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN, nº AF40BCA).

4.2 Local da pesquisa

A pesquisa foi conduzida em áreas urbanas, periurbanas e rurais no estado da Bahia. A seleção das cidades e dos locais de estudo foi baseada na presença de Primatas Não-Humanos (PNHs) e na cobertura dos biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (Figura 2). Além disso, o estudo incluiu regiões comuns consideradas "silenciosas" para febre amarela pela Divisão de Vigilância Epidemiológica (DIVEP) do estado da Bahia, aumentando a sensibilidade.

Um levantamento prévio identificou as cidades mais viáveis para avistamento e captura de PNHs e para realização das expedições de campo. Contudo, as atividades de captura e coleta de amostras ocorreram em 28 municípios baianos, ilustrado nas figuras 3, 4 e 5.

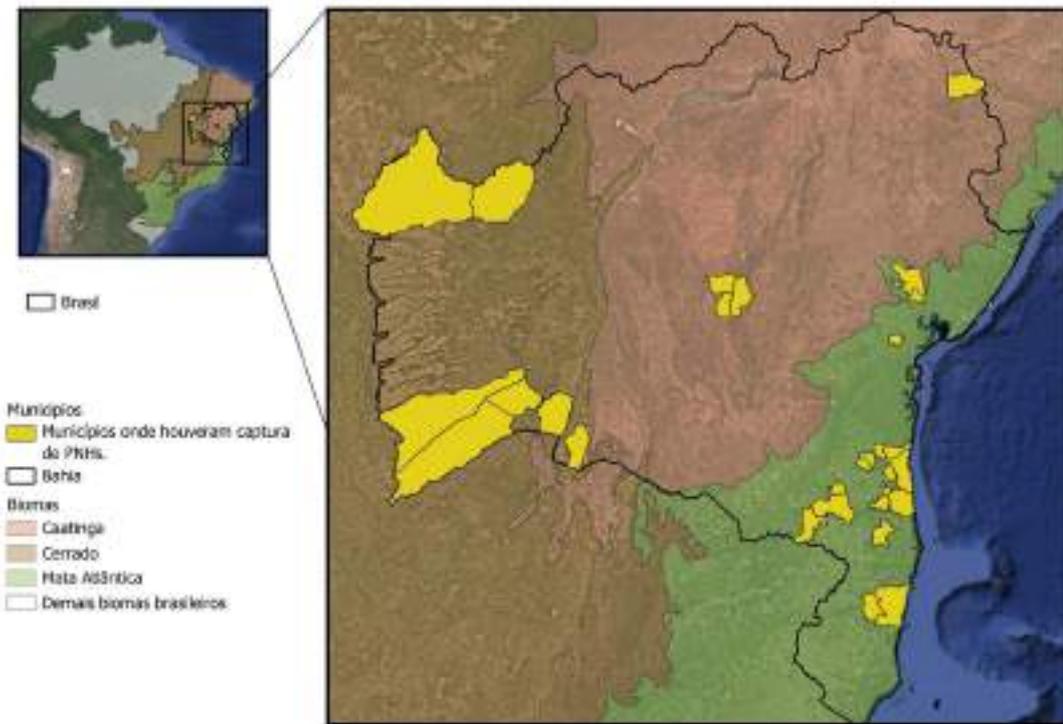


Figura 2: Mapa da distribuição dos municípios onde houve esforços de capturas.

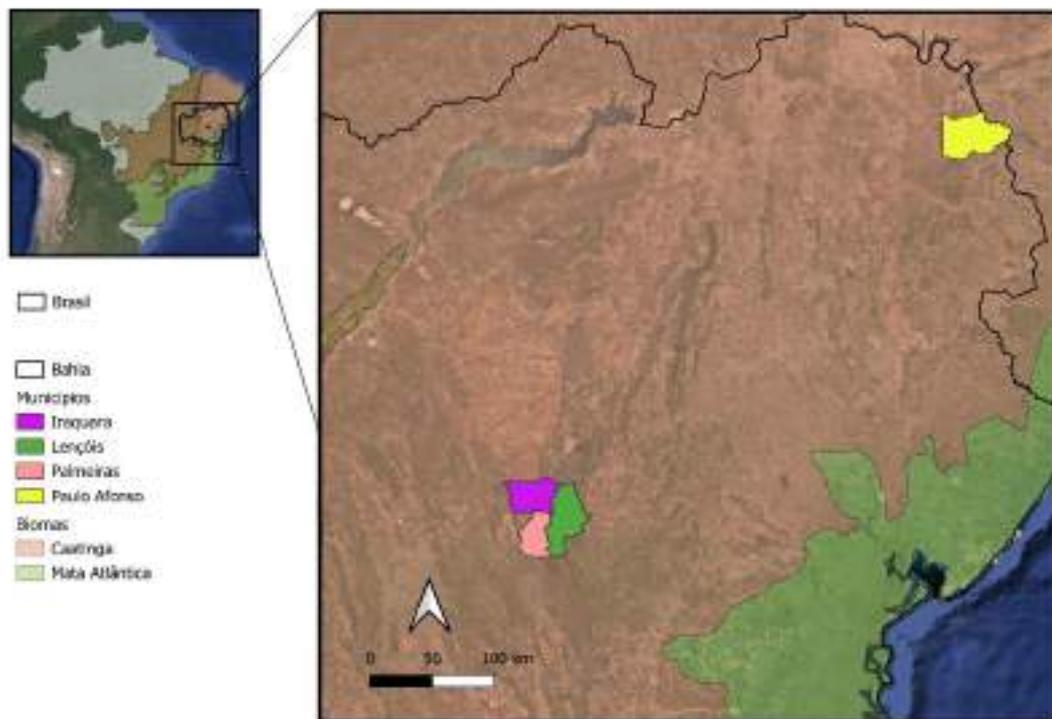


Figura 3: Mapa dos municípios no bioma Caatinga onde houve esforços de capturas.

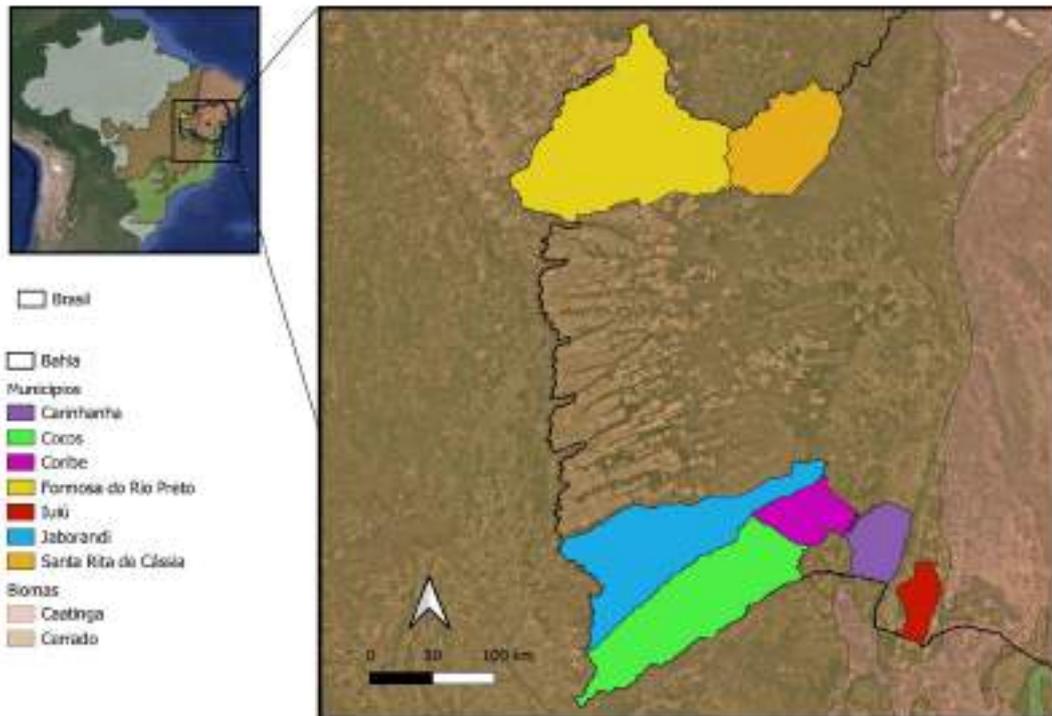


Figura 4: Mapa dos municípios no bioma Cerrado onde houve esforços de capturas.

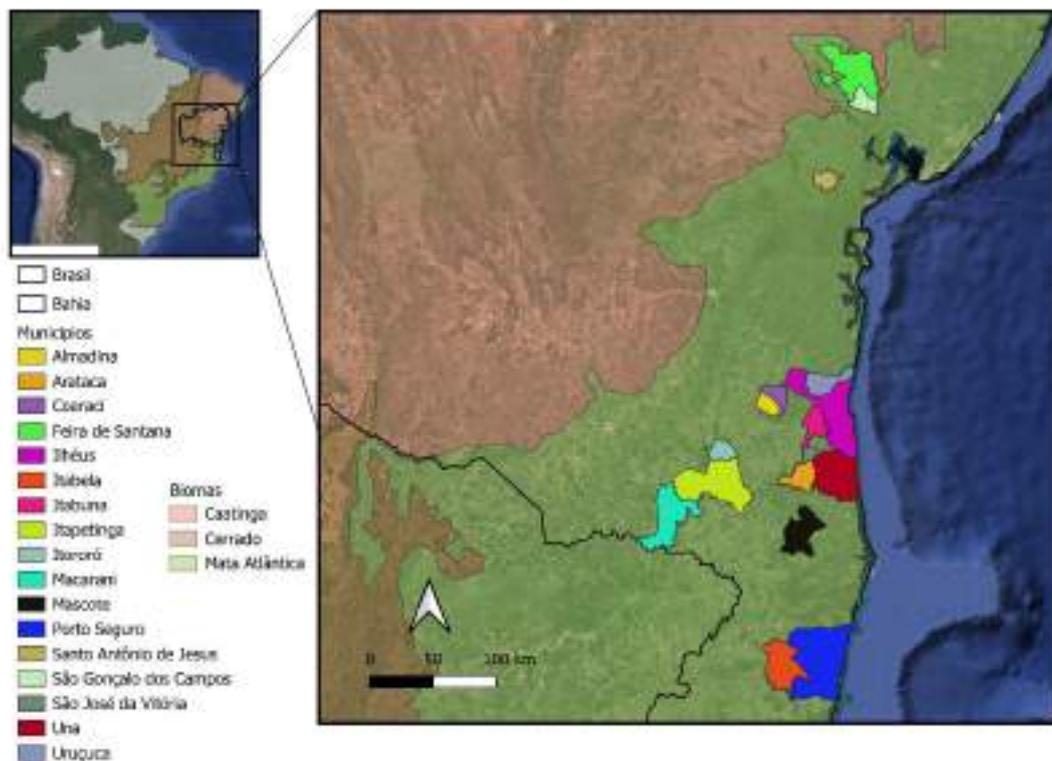


Figura 5: Mapa dos municípios no bioma Mata Atlântica onde houve esforços de capturas.

4.3 Captura de primatas não-humanos (PNHs)

A captura de PNHs em vida livre é uma ferramenta essencial para pesquisas em ecologia, epidemiologia e conservação, possibilitando a coleta de dados biométricos, amostras biológicas e a aplicação de dispositivos de monitoramento. No entanto, trata-se de um procedimento que deve ser prolongado com rigor técnico e ético, minimizando o estresse e garantindo a segurança dos animais e da equipe envolvida. Sendo assim, as capturas foram efetuadas por uma equipe especializada, com veterinários, devidamente protegidos com Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), incluindo jaleco, luvas, touca, máscara e óculos de proteção (Teixeira *et al.*, 2022).

A escolha da técnica de captura varia conforme fatores biológicos, como a espécie, idade e peso dos primatas, além de aspectos ecológicos, como o habitat. Os principais métodos incluem o uso de armadilhas automáticas e a imobilização química por meio de dardos anestésicos.

A primeira etapa do processo consistiu na identificação da área de ocorrência dos primatas. Uma abordagem frequentemente utilizada é o uso de iscas alimentares, especialmente para espécies que não apresentam habituação à presença humana. Além disso, informações obtidas com moradores locais também foram úteis para identificação das áreas de maior probabilidade de ocorrência, auxiliando na definição das estratégias de captura.

4.3.1 Captura de pequenos primatas

Os PNHs de pequeno porte, como *Callithrix spp.*, *Leontopithecus spp.* e *Sapajus spp.* foram capturados utilizando armadilhas automáticas do tipo *Tomahawk* sendo a armadilha do tamanho 20x20x60cm, foram usadas para capturar PNHs do gênero *Callithrix spp.* e *Leontopithecus spp.* e as de tamanho 40x40x60cm usadas para capturar PNHs do gênero *Sapajus spp.* (Figura 6) (Brasil, 2017; Catenacci *et al.*, 2022; Teixeira *et al.*, 2022; Brasil, 2024). Frutas como banana, foram colocadas estrategicamente em plataformas ou nas árvores, permitindo a aproximação dos PNHs e facilitando uma posterior captura. As armadilhas foram instaladas em árvores, galhos, cercas e em outros locais que fossem viáveis para garantir a captura segura dos animais, sendo fixadas com barbante ou arame (Teixeira *et al.*, 2022).



Figura 6: Armadilhas Tomahawk instaladas em plataforma e iscadas com banana.
Foto: Arquivo pessoal.

Para aumentar o sucesso na captura dos calitriquídeos, foi utilizada uma técnica de *playback*, que consiste na reprodução de vocalizações de indivíduos do mesmo gênero por meio de uma caixa de som. Essa estratégia explora o comportamento social dos primatas, que tende a responder a desafios de sua própria espécie, seja por curiosidade, defesa territorial ou busca por interação social. Dessa forma, os animais eram atraídos para uma área onde as armadilhas eram posicionadas, facilitando sua captura (Bezerra, Souto, 2008; Garcia *et al.*, 2014).

Após capturados, os primatas eram monitorados constantemente para garantir sua segurança e bem-estar. Para evitar fugas, as armadilhas eram travadas com arames e cobertas com um pano, proporcionando estímulos visuais externos e, conseqüentemente, minimizando o estresse dos animais. A contenção física dos PNHs foi realizada com o uso de luvas de raspa de couro, um equipamento de proteção individual essencial para evitar lesões tanto nos pesquisadores quanto nos próprios animais durante o manejo (Brasil, 2017).

Os espécimes capturados foram submetidos a anestesia inalatória com isoflurano, um anestésico amplamente utilizado para sua segurança e rápida indução e recuperação. O procedimento foi realizado utilizando a Mochila Anestésica VetBag®, um equipamento portátil que permite a administração controlada do anestésico diretamente por meio de uma máscara inalatória (Figura 7).



Figura 7: PNH sendo anestesiado com anestesia inalatória utilizando a VetBag.
Fonte: Teixeira *et al.* (2022).

4.3.2 Captura de grandes primatas

Os PNHs de médio e grande porte (*Alouatta sp*), foram capturados com projetores de dardos anestésicos (Dan-Inject), utilizando Cloridrato de Cetamina (10-15 mg/kg) associado à Dexmedetomidina (0.005–0.05 mg/kg), com a dosagem calculada de acordo com o peso aproximado do animal e administrada por via intramuscular (Teixeira *et al.*, 2022). Após a confirmação de que o dardo atingiu o alvo, o animal era acompanhado, até o efeito completo do anestésico. Uma rede de amparo de 4mx4m foi estendida para amortecer sua queda ao solo enquanto sob efeito do anestésico (Brasil, 2017; Teixeira *et al.*, 2022). Nos casos em que o animal permanecesse agarrado a algum galho, foram utilizados cordas, linha e chumbada para balançar o galho e facilitar sua queda. Na própria rede o animal era levado até o laboratório de campo onde eram realizados os exames clínicos e coleta de amostras biológicas.

Todos os dados e informações obtidas durante o procedimento de coleta foram registrados em fichas com a identificação do animal.

4.3.3 Procedimento e obtenção de amostras

Todos os animais capturados foram submetidos a exame clínico e inspeção (Bernal-Valle; Jiménez-Soto; Meneses-Guevara, 2020). Um laboratório de campo foi montado próximo ao local de captura (Figura 8), com o objetivo de evitar o deslocamento dos PNHs para áreas

distantes, reduzindo o estresse dos animais que ainda não haviam sido submetidos à coleta, além de minimizar o risco de contaminações durante o transporte (Brasil, 2017).



Figura 8: Laboratório de campo montado para coletas. Foto: Danilo Simonini Teixeira

O estado geral de saúde dos animais foi avaliado através de exame físico e em seguida foram coletadas 3 mL e 6 mL de sangue nos primatas de pequenos e grande porte, respectivamente, por meio de punção da veia femoral (Figura 9).

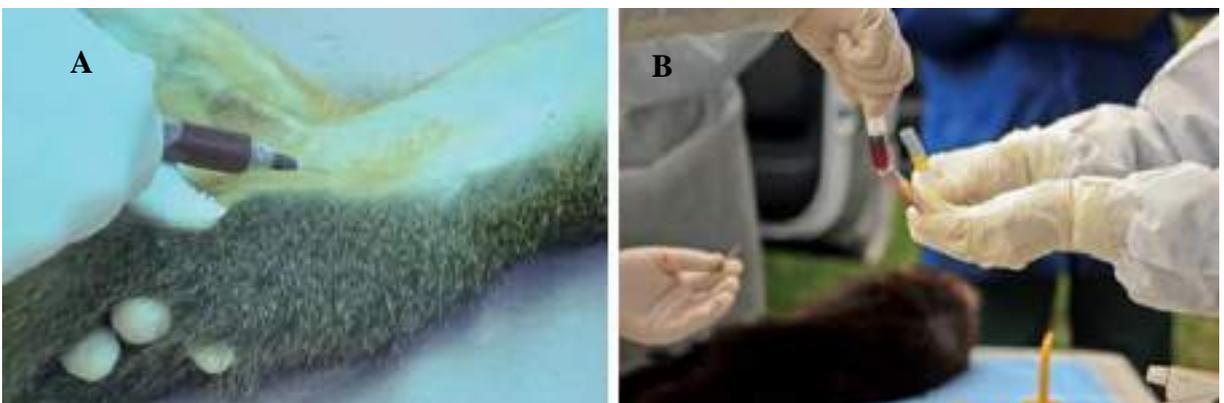


Figura 9: Coleta (A) e acondicionamento (B) de material biológico (sangue). Fonte: Brasil (2017).

Durante o exame físico, os sinais vitais dos animais, incluindo Frequência Cardíaca, Frequência Respiratória e Temperatura corporal, foram monitorados para garantir sua estabilidade durante o procedimento. O exame também pretendia verificar possíveis sinais de comprometimento sistêmico ou alterações sugestivas de infecção, através da observação do estado geral dos animais, inspeção das mucosas e linfonodos. Além da coleta de amostras biológicas, foram registrados dados morfométricos, como medidas do corpo, cauda, membros, cabeça e abdômen, bem como informações biológicas, incluindo sexo e classe etária (Teixeira *et al.*, 2022). Somente após essas etapas iniciais, proceda-se à coleta de sangue, garantindo que os animais permaneçam nas condições adequadas para a realização desse procedimento.

Após a coleta, 0,5 mL de sangue foi adicionado a um tubo contendo EDTA-K2, e o restante foi colocado em um tubo com acelerador de coágulo, sendo posteriormente centrifugado por cinco minutos a 3600 rpm para a separação de soro e coágulo. Após centrifugadas e armazenadas em criotubos, antes de serem preservadas em temperatura adequada, todas as amostras de soro foram identificadas com uma letra correspondente ao gênero do animal (A para *Alouatta*, C para *Callithrix*, L para *Leontopithecus* e S para *Sapajus*) e um número sequencial referente à ordem de captura (ex.: A001; C250). Entre essas amostras, três eram duplicadas, provenientes de indivíduos recapturados seis meses após a captura (L20/L20.2, L21/L21.2 e L24/L24.2). A primeira captura ocorreu em novembro de 2021, e as recapturas foram realizadas em maio de 2022.

Todo o material biológico foi armazenado em caixa térmica a 4° ou em nitrogênio líquido (-196°C) e transportado até o laboratório, onde foi armazenado em um freezer a -80°C até o processamento.

Todos os animais examinados foram identificados com a implantação de um microchip subcutâneo de 12x2.1 mm (Transponder Partners®, modelo PA140) na região interescapular (Teixeira *et al.*, 2022). Os procedimentos de exame e coleta de dados tiveram duração aproximada de 20 minutos por animal. Após a finalização do protocolo, os animais foram transportados sob observação até a recuperação completa da anestesia. A liberação ocorreu no mesmo local de captura até as 16h00, garantindo que os primatas precisassem de tempo suficiente para se reintegrarem ao ambiente natural antes do anoitecer. Caso esse horário fosse ultrapassado, os indivíduos eram mantidos em condições adequadas e liberadas na manhã seguinte para minimizar riscos associados à soltura noturna (Brasil, 2017; Catenacci *et al.*, 2022; Teixeira *et al.*, 2022).

Como exclusivos de exclusão, não foram realizadas capturas e exames em fêmeas acompanhadas de filhotes ou que apresentassem sinais de prenhez, a fim de evitar estresse excessivo e possíveis impactos na maternidade. Além disso, filhotes e indivíduos com peso inferior a 100 gramas também foram excluídos do estudo, priorizando o bem-estar dos animais e a segurança do procedimento.

As amostras de soro para investigação de OPXV foram testadas em parceria com o Laboratório de Vírus da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em Belo Horizonte - MG. Para o transporte das amostras (da Bahia) até o laboratório (em Minas Gerais), elas foram acondicionadas em isopor com gelo artificial (gelox), garantindo a preservação da temperatura adequada.

As demais amostras coletadas, que não foram utilizadas neste estudo, foram destinadas a um banco de dados e amostras da espécie e para outros projetos vinculados ao Laboratório do Núcleo de Atendimento e Pesquisa de Animais Silvestres (Lab-NAPAS)

4.4 Diagnóstico molecular e sorológico das amostras

Para avaliar a presença de OPXV foram realizados ensaios moleculares de PCR em tempo real (qPCR) para a detecção do vírus e testes sorológicos através do Teste de Neutralização por Redução de Placas (PRNT) para detecção de anticorpos neutralizantes.

4.4.1 Diagnóstico molecular - qPCR (*Polymerase Chain Reaction* – PCR)

A qPCR, ou PCR (*Polymerase Chain Reaction*) em tempo real, é uma técnica de biologia molecular usada para amplificar e quantificar DNA.

Para a detecção de DNA viral de OPXV, foi realizada a técnica de qPCR, seguindo o protocolo adaptado de fontes como Kroon *et al.* (2016).

Primeiramente, foi preparado um mix de reação contendo SYBR Green PCR Master Mix, os primers específicos VGF (forward: 5'-CGCTACAACAGATATTCCAGCTATCAG-3' e reverse: 5'-AGCGTGGATACAGTCACCGTGTA-3'), e água livre de nucleases. Cada reação foi montada em um volume final de 10 µl, sendo 8 µl do mix e 2 µl da amostra de soro.

As amostras foram testadas em duplicata, junto com controles positivos e negativos (controle negativo contendo apenas água livre de nucleases). A placa foi selada, centrifugada brevemente por aproximadamente três minutos, e colocada em um termociclador de PCR em tempo real, programado com as seguintes condições: uma fase de desnaturação inicial a 95°C por 10 minutos, seguida de 40 ciclos de amplificação (95°C por 10 segundos, 58°C por 40 segundos). Após a amplificação, foi realizada a análise da curva de *melting* (desnaturação) para garantir a especificidade do produto amplificado.

Os resultados foram analisados com o software do sistema de qPCR, verificando-se a amplificação nos poços das amostras e comparando a curva de *melting* com a do controle positivo. Caso as amostras apresentassem ciclo de *threshold* (Ct) inferior a 38, com uma curva de *melting* equivalente ao controle positivo ($\pm 1^\circ\text{C}$), seriam consideradas positivas para a presença de DNA viral.

4.4.2 Diagnóstico sorológico - Teste de neutralização de redução de placa (*Plaque reduction neutralization test* – PRNT)

O PRNT foi iniciado com o cultivo de células BSC-40 (extraída de células epiteliais de rim de macaco verde africano *Cercopithecus aethiops*) em placas de cultura até formarem uma monocamada confluenta. O cultivo das células, foi realizado em meio mínimo de Eagle (MEM) (Gibco, EUA), com 5% de soro fetal bovino (SFB) (Cultilab, Brasil). Afim de minimizar e prevenir o crescimento de bactérias e fungos, eram adicionados antimicrobianos (penicilina a 100 U/mL, estreptomicina a 100 $\mu\text{g/mL}$ e Fungizona a 2 $\mu\text{g/mL}$) no MEM antes do cultivo. Em seguida, as amostras de soro coletadas foram diluídas e aquecidas a 56°C por 30 minutos para inativar o sistema complemento. Posteriormente, essas amostras foram diluídas em série, enquanto o vírus foi preparado em uma solução com uma quantidade específica de unidades formadoras de placas (PFU).

Como vírus controle, foi utilizado a amostra VACV Western Reserve (VACV-WR), que faz parte da coleção de vírus do Laboratório de Vírus da UFMG.

O soro diluído foi misturado com a suspensão viral e incubado a 37°C por 16 horas, permitindo a reação de neutralização dos anticorpos. Após esse período, a mistura de soro e vírus foi inoculada sobre as células BSC-40, e as placas de cultura foram incubadas por aproximadamente 1 hora. As células foram então cobertas com meio de cultura (MEM a 1%) e incubadas por mais 48 horas, permitindo o desenvolvimento de placas.

Após o tempo de incubação, as células foram fixadas com formalina e coradas com cristal violeta para facilitar a visualização das placas. A contagem das placas foi realizada e comparada com o controle do vírus, sendo possível determinar a presença de anticorpos neutralizantes com base na redução de 50% das placas formadas em comparação ao controle viral (Kroon *et al.*, 2016).

Esse método foi fundamental para confirmar a presença de anticorpos neutralizantes nos indivíduos estudados, evidenciando a exposição anterior ao OPXV.

4.5 Produção de Mapas

A produção de mapas de localização foi realizada utilizando o software QGIS, uma ferramenta de código aberto amplamente empregada para análise espacial e geoprocessamento. Os mapas foram desenvolvidos com o objetivo de sinalizar os locais de captura dos Primatas Não-Humanos (PNHs) e avaliar a paisagem circundante.

Para isso, foram utilizadas bases cartográficas oficiais, imagens de satélite e dados de coordenadas obtidos em campo. As camadas vetoriais e raster foram processadas para representar características ambientais relevantes, como uso do solo, proximidade com áreas urbanas e presença de fragmentos florestais. A espacialização das áreas de amostragem permitiu uma análise detalhada da relação entre os habitats dos PNHs e a possível circulação de patógenos, além de fornecer subsídios para a interpretação dos dados epidemiológicos.

5 RESULTADOS

O presente estudo obteve sucesso na captura de Primatas Não-Humanos (PNHs) nos três biomas estudados: Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. No total, foram capturados 193 indivíduos, abrangendo quatro gêneros e oito espécies. Sendo, 1 (0,51%) indivíduo do gênero *Alouatta*, 161 (83,41%) do gênero *Callithrix*, 22 (11,39%) do gênero *Leontopithecus*, 1 (0,51%) do gênero *Sapajus*, e 8 (4,14%) híbridos do gênero *Callithrix* (Figura 10).

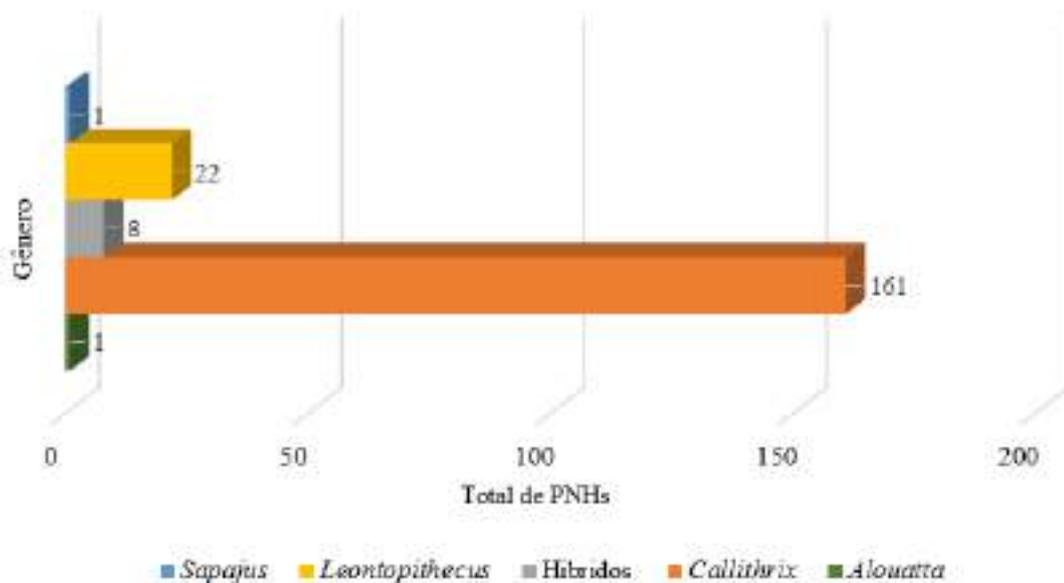


Figura 10: Quantidade de PNHs por gênero.

As espécies identificadas foram *Alouatta caraya* (1 indivíduo – 0,51%), *Callithrix geoffroyi* (11 indivíduos – 5,69%), *Callithrix jacchus* (5 indivíduos – 2,59%), *Callithrix kuhlii* (91 indivíduos – 47,15%), *Callithrix penicillata* (54 indivíduos – 27,97%), *Leontopithecus*

chrysomelas (22 indivíduos – 11,39%) e *Sapajus libidinosus* (1 indivíduo – 0,51%), além de híbridos entre *C. jacchus* e *C. penicillata* (8 indivíduos – 4,14%) (Figura 11).

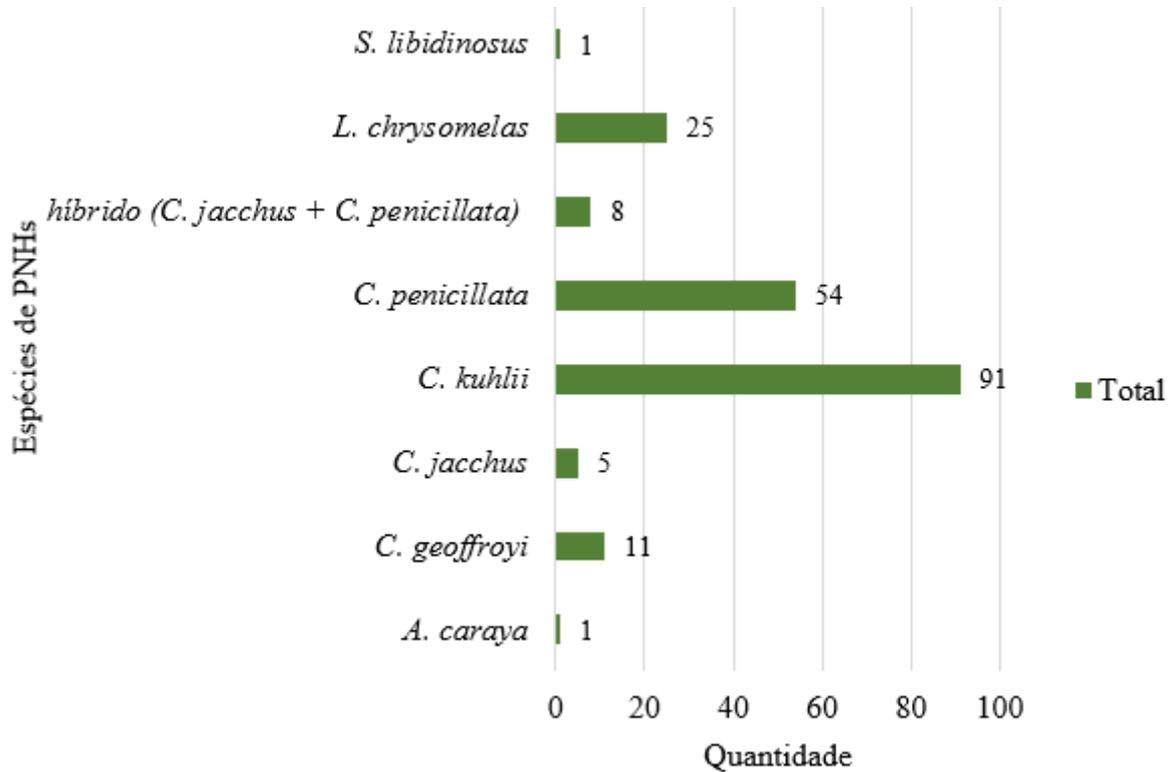


Figura 11: Quantidade de PNHs por espécie.

As capturas ocorreram em 28 municípios do estado da Bahia, distribuídos por diferentes biomas, com quatro municípios na Caatinga, sete no Cerrado e 17 na Mata Atlântica. A distribuição dos PNHs capturados por bioma foi a seguinte: Caatinga: Foram capturados 19 (9,84%) indivíduos, representando as espécies *C. penicillata* e *S. libidinosus*; Cerrado: Um total de 45 (23,31%) indivíduos foi capturado, pertencentes às espécies *A. caraya*, *C. jacchus*, *C. penicillata* e híbridos (*C. jacchus* + *C. penicillata*); e Mata Atlântica: O maior número de capturas foi registrado neste bioma, com 129 (66,83%) indivíduos, abrangendo as espécies *C. kuhlii*, *C. penicillata*, *C. geoffroyi*, *C. jacchus* e *L. chrysomelas*.

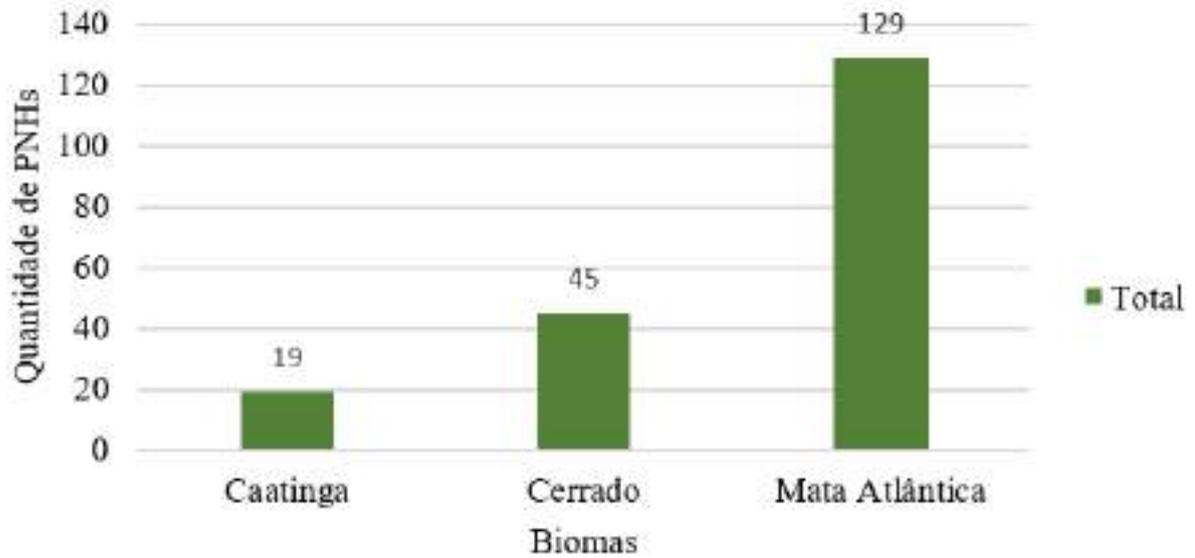


Figura 12: Quantidade de PNHs capturados por bioma.

Os municípios e a quantidade de animais, bem como as espécies capturadas por município estão representados na Tabela 1.

Tabela 1: Municípios, biomas, quantidade de PNHs e espécies capturados.

Município	Bioma	Quantidade	Espécies capturadas
Almadina	Mata Atlântica	3	<i>C. kuhlii</i>
Arataca	Mata Atlântica	1	<i>C. kuhlii</i>
Carinhanha	Cerrado	3	<i>C. penicillata</i>
Coaraci	Mata Atlântica	1	<i>C. kuhlii</i>
Cocos	Cerrado	8	<i>C. penicillata</i>
Coribe	Cerrado	6	<i>C. penicillata</i>
Feira de Santana	Mata Atlântica	1	<i>C. penicillata</i>
Formosa do Rio Preto	Cerrado	8	<i>C. penicillata</i> [5] e híbrido (<i>C. jacchus</i> + <i>C. penicillata</i>) [3]
Ilhéus	Mata Atlântica	52	<i>C. kuhlii</i> [46] e <i>L. chrysomelas</i> [6]
Iraquara	Caatinga	8	<i>C. penicillata</i>
Itabela	Mata Atlântica	1	<i>C. geoffroyi</i>
Itabuna	Mata Atlântica	2	<i>C. kuhlii</i>
Itapetinga	Mata Atlântica	2	<i>C. kuhlii</i>
Itoróro	Mata Atlântica	3	<i>C. kuhlii</i>
Iuiú	Cerrado	4	<i>C. penicillata</i>

Jaborandi	Cerrado	4	<i>C. penicillata</i>
Lençóis	Caatinga	4	<i>C. penicillata</i>
Macarani	Mata Atlântica	4	<i>C. kuhlii</i>
Mascote	Mata Atlântica	6	<i>C. kuhlii</i>
Palmeiras	Caatinga	6	<i>C. penicillata</i>
Paulo Afonso	Caatinga	1	<i>S. libidinosus</i>
Porto Seguro	Mata Atlântica	10	<i>C. geoffroyi</i>
Santa Rita de Cássia	Cerrado	11	<i>A. caraya</i> [1], <i>C. jacchus</i> [3], <i>C. penicillata</i> [2] e híbrido (<i>C. jacchus</i> + <i>C. penicillata</i>) [5]
Santo Antônio de Jesus	Mata Atlântica	3	<i>C. penicillata</i>
São Gonçalo dos Campos	Mata Atlântica	2	<i>C. jacchus</i>
São José da Vitória	Mata Atlântica	1	<i>C. kuhlii</i>
Una	Mata Atlântica	36	<i>C. kuhlii</i> [20] e <i>L. chrysomelas</i> [16]
Uruçuca	Mata Atlântica	2	<i>C. kuhlii</i>

Os resultados das avaliações físicas indicaram que todos os espécimes apresentavam estado clínico adequado, sem alterações visíveis que sugerissem enfermidades ativas. Não foram detectadas características que poderiam indicar processos infecciosos em curso.

Do total de indivíduos capturados, 56,91% (107/193) eram machos, 43,09% (81/193) eram fêmeas e 6,14% (8/193) não tiveram o sexo identificado.

O qPCR realizado em todas as amostras não detectou evidências de infecção por OPXV, indicando ausência de viremia em indivíduos no momento da coleta. Por outro lado, os testes de soroneutralização pelo PRNT (Figura 13) identificaram a presença de anticorpos neutralizantes contra OPXV em 14 amostras (7,14%). Para isso, a interpretação dos resultados baseou-se na contagem das unidades formadoras de placa (PFU), que representam vírus infecciosos capazes de formar placas de lise celular em uma monocamada de células. A partir daí, faz-se a contagem das placas de lise em capa poço, e se o percentual de redução for maior que 50%, a amostra é considerada positiva.

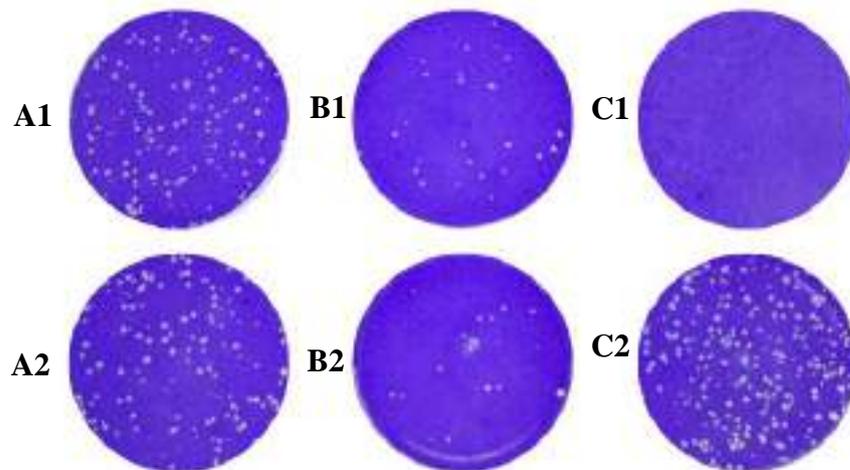


Figura 13: Placa utilizada para PRNT; Resultado de um ensaio de neutralização por redução de placa (PRNT), realizada em placa de 6 poços. **A1 e A2:** Soro negativo para PRNT; **B1 e B2:** Soro positivo para PRNT. **C1:** Controle de célula e **C3:** Controle viral.

Todos os indivíduos positivos no PRNT eram adultos e pertenciam ao gênero *Callithrix*, sendo as espécies: *C. jacchus*, *C. kuhlii* e *C. penicillata*. As amostras positivas foram de PNHs capturados nos anos de 2021 (1 *C. jacchus* e 1 *C. penicillata* -14,3%) e 2023 (12 *C. kuhlii* - 85,7%) em sete municípios diferentes (Figura 14).

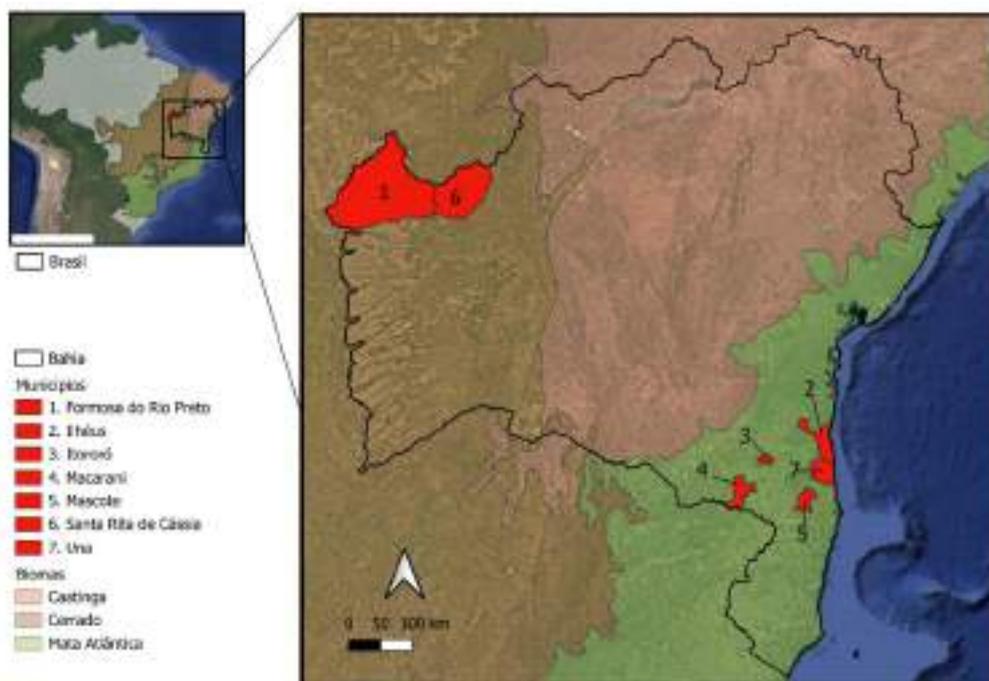


Figura 14: Mapa dos municípios com PNH positivo e distribuição espacial dos municípios por bioma.

A média de soroneutralização de todas as amostras positivas foi de 69,98% (Tabela 2).

Tabela 2: Percentual de redução de amostras positivas.

ID	Data da Coleta	UF	Município	Espécie	Sexo	F.E.	Percentual de redução
C027	02/02/2021	Bahia	Santa Rita de Cássia	<i>C. jacchus</i>	Macho	Adulto	56,71%
C031	05/02/2021	Bahia	Formosa do Rio Preto	<i>C. penicillata</i>	Macho	Adulto	51,26%
C217	16/02/2023	Bahia	Ilhéus	<i>C. kuhlii</i>	Macho	Adulto	50,00%
C256	03/05/2023	Bahia	Una	<i>C. kuhlii</i>	Fêmea	Adulto	50,32%
C265	09/05/2023	Bahia	Una	<i>C. kuhlii</i>	Macho	Adulto	51,03%
C273	23/05/2023	Bahia	Una	<i>C. kuhlii</i>	Fêmea	Adulto	89,42%
C274	23/05/2023	Bahia	Una	<i>C. kuhlii</i>	Macho	Adulto	59,15%
C281	06/06/2023	Bahia	Mascote	<i>C. kuhlii</i>	Fêmea	Adulto	78,01%
C283	06/06/2023	Bahia	Mascote	<i>C. kuhlii</i>	Macho	Adulto	57,43%
C284	06/06/2023	Bahia	Mascote	<i>C. kuhlii</i>	Fêmea	Adulto	67,50%
C315	22/07/2023	Bahia	Itoróro	<i>C. kuhlii</i>	Fêmea	Adulto	55,61%
C316	22/07/2023	Bahia	Itoróro	<i>C. kuhlii</i>	Fêmea	Adulto	61,34%
C325	31/07/2023	Bahia	Macarani	<i>C. kuhlii</i>	Macho	Adulto	71,20%
C326	31/07/2023	Bahia	Macarani	<i>C. kuhlii</i>	Fêmea	Adulto	54,73%
Média de Neutralização:							60,98%

A análise da distribuição de primatas com anticorpos anti-OPXV revelou a presença de indivíduos positivos apenas nos biomas Cerrado e Mata Atlântica (Figura 14). No Cerrado onde foram encontrados 14,3% dos indivíduos positivos, foram detectados anticorpos anti-OPXV em dois espécimes, pertencentes às espécies *Callithrix jacchus* (n=1) e *Callithrix penicillata* (n=1). Já na Mata Atlântica, representado 85,7% dos positivos, foram identificados 12 primatas com anticorpos anti-OPXV, todos pertencentes à espécie *Callithrix kuhlii* (n=12).

Entre os 14 indivíduos positivos, houve distribuição equitativa entre machos e fêmeas (50% cada) (Figura 15).

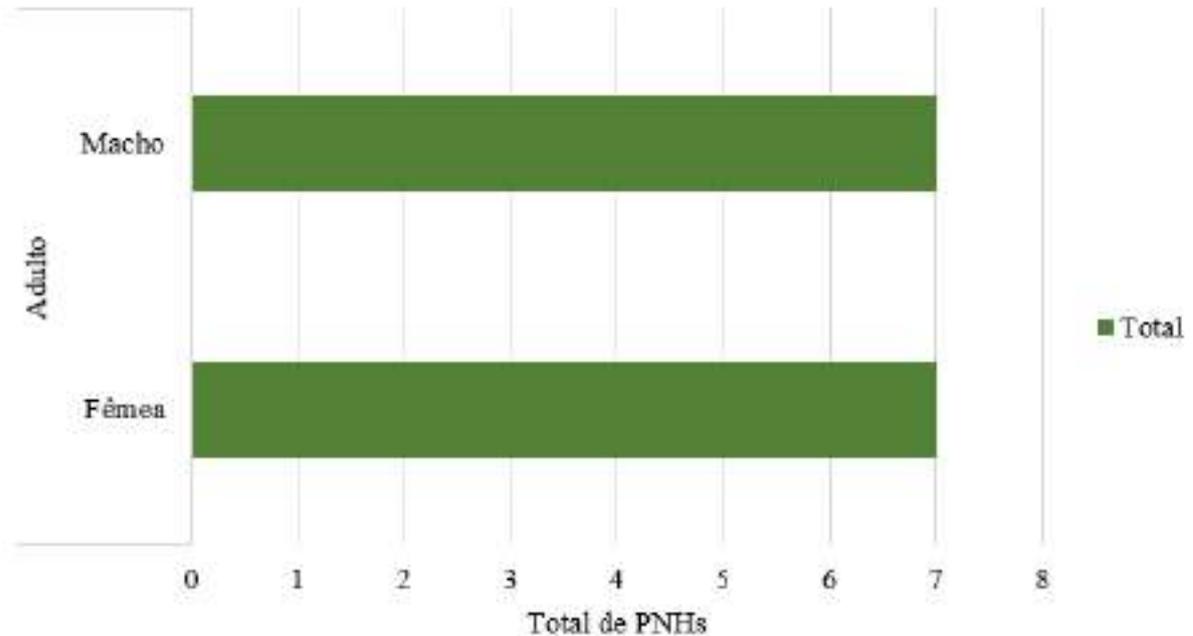


Figura 15: Quantidade de PNHs positivos quanto a faixa etária e sexo

6 DISCUSSÃO

No presente trabalho realizamos o primeiro esforço de vigilância de OPXV em PNHs do estado da Bahia, incluindo uma ampla amostragem nos três biomas que recobrem o estado e em oito das 14 espécies encontradas na Bahia. Trata-se, portanto, do maior esforço desse tipo realizado até o momento, com destacada importância para o gênero *Callithrix* (onde o empenho para captura foi maior no Bioma Mata Atlântica), no qual detectamos um percentual de positividade (7,14%) maior do que o encontrado por Abreu e colaboradores (2022) – 4,5%.

O avistamento e a captura de PNHs pertencentes a diferentes espécies, principalmente as do gênero *Callithrix* eram resultados esperados neste estudo. Conforme relatado por Rylands *et al.* (2000), o gênero *Callithrix* possui ampla distribuição nos biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, todos incluídos na área de abrangência desta pesquisa. Além disso, essas espécies são endêmicas do Brasil, o que reforça a importância de sua ocorrência em diferentes regiões do país.

Segundo Hendy *et al.* (2023), frequentemente os PNHs habitam áreas que foram alteradas pela atividade humana. Além disso, os PNHs são conhecidos por apresentarem comportamentos sociais complexos, como aliciamento (catação), compartilhamento de alimentos e proximidade física durante o descanso ou deslocamento. Essas interações são fundamentais para a coesão social e sobrevivência, mas também podem facilitar a troca de

fluidos corporais, secreções e até de ectoparasitas que podem atuar como vetores mecânicos do vírus (Brasil, 2016). Assim, a alta densidade de interações físicas dentro de um bando podem criar um ambiente propício para a transmissão direta do OPXV.

A presença desse gênero nos três biomas estudados reflete sua adaptabilidade a diferentes condições ecológicas e climáticas, variando desde as áreas semiáridas da Caatinga até os ambientes úmidos e fragmentados da Mata Atlântica (Rylands *et al.* 1988; Hilário, 2010). Segundo de Moraes Jr. *et al.* (2008), os saguis possuem hábitos alimentares generalistas, ou seja, são capazes de consumir uma ampla variedade de alimentos, que vão desde frutos, folhas e insetos até néctar e goma de árvores. Essa característica, associada à sua flexibilidade comportamental, permite que essas espécies se adaptem a diferentes condições ambientais, incluindo habitats alterados ou próximos a áreas urbanas. Além disso, segundo o mesmo autor, esses animais possuem a capacidade de serem comensais, podendo viver em proximidade com comunidades humanas, explorando recursos alimentares fornecidos direta ou indiretamente por pessoas, como restos de alimentos, plantações ou até mesmo alimento oferecido intencionalmente. Esse comportamento facilita sua sobrevivência em ambientes fragmentados e degradados, mas também pode aumentar o risco de interações negativas, como a exposição a doenças zoonóticas (Goulart; Teixeira; Young, 2010; McKinney, 2011).

Todo trabalho de captura dos 193 PNHs nos biomas estudados foi conduzida com técnicas distintas de acordo com o porte das espécies-alvo, refletindo o rigor técnico e ético exigido nesse tipo de pesquisa e seguindo o protocolo publicado por Teixeira *et al.* (2022). O uso predominante de armadilhas *Tomahawk* (191 indivíduos capturados) é uma estratégia eficiente e amplamente empregada em estudos com PNHs de pequeno porte (Brasil, 2017), como os gêneros *Callithrix* e *Leontopithecus*. A instalação de armadilhas em locais estratégicos, aliada ao uso de banana como iscas e reprodução de vocalizações através do *playback* (para PNHs do gênero *Callithrix*), otimizou o sucesso das capturas ao atrair os animais de maneira direcionada e minimamente invasiva (Teixeira *et al.*, 2022). A eficiência dessa abordagem foi utilizada e validada por Teixeira *et al.*, 2022, pela captura bem-sucedida da maioria dos indivíduos em estudos realizados.

A predominância de indivíduos do gênero *Callithrix*, em especial de *Callithrix kuhlii*, reflete diversos fatores ecológicos e geográficos que influenciam a sua abundância e captura em estudos de vigilância. Essa espécie é amplamente distribuída na região de Mata Atlântica (onde houve o maior número de PNHs capturados) e endêmica neste bioma (Mittermeier, Coimbra-Filho e Valle, 1984), porém, tem sido muito encontrada em áreas antropizadas e

apresenta alta capacidade de adaptação a diferentes tipos de ambientes, como florestas primárias, secundárias e até áreas urbanizadas.

Em contrapartida, a captura de primatas de grande porte, como o *A. caraya*, foi realizada com projetores anestésicos. Esse método de captura é considerado uma tarefa difícil e onerosa e que requer profissionais treinados e especializados, porém foi necessário devido ao porte e comportamento arborícola da espécie (Abreu *et al.*, 2019). O uso de dados associados ao monitoramento pós-projeção e uso de redes demonstra a adoção de boas práticas para minimizar riscos à saúde e segurança dos animais. Contudo, a baixa captura de espécies como *A. caraya* e *S. libidinosus* pode estar relacionada às dificuldades logísticas, a dificuldade de capturar esses animais e à baixa densidade populacional em algumas regiões.

Para a captura de PNHs de grande porte, Aguiar *et al.* (2007) recomendam plataformas de “ceva” no topo das árvores, facilitando o uso de armadilhas. No entanto, esse método exige longos períodos de aclimatação e mudanças frequentes da equipe. O uso de rifles projetores de dardos anestésicos é considerado mais eficiente e viável em campo (Brasil, 2017), sendo validado por Glader *et al.* (1991), Karesh *et al.* (1998), Santa Cruz *et al.* (2000) e Abreu *et al.* (2019). Contudo, seu sucesso depende da experiência do profissional responsável pelo disparo.

A logística de captura e coleta de amostras de PNHs impacta a qualidade dos dados em pesquisas (Brasil, 2017). A instalação de um laboratório de campo próximo às áreas amostradas melhorou a conservação de amostras sensíveis, como RNA, deslocamentos e estresse dos animais. Isso otimiza critérios éticos e técnicos, além de garantir maior integridade e confiabilidade dos resultados laboratoriais (Teixeira *et al.*, 2022).

No entanto, o uso de um laboratório de campo próximo apresenta desafios, como infraestrutura e logística para operar equipamentos especializados em áreas remotas. Para garantir a conservação das amostras, adotamos estratégias de armazenamento em caixas de isopor com gelo para materiais menos sensíveis e botijões com nitrogênio líquido para amostras contendo RNA, exigindo temperaturas extremamente baixas. Essa abordagem preservou a qualidade das amostras até o armazenamento em freezer -80°C, evitando perdas que comprometeriam a pesquisa.

O resultado negativo observado no qPCR está em consonância aos resultados do estudo prévio publicado por Abreu *et al.* (2022), que também relatou ausência de detecção de OPXV por qPCR em PNHs. Estes resultados indicam que os animais estudados não apresentaram carga viral ativa no momento da captura e da coleta das amostras, reforçando a hipótese de Abreu *et*

al. (2022) de que a detecção do vírus por métodos moleculares pode ser limitada pela dinâmica temporal da viremia e nem sempre poderá ser usado para diagnóstico definitivo.

O exame físico reforçou a hipótese de que os indivíduos estavam clinicamente saudáveis no momento da coleta das amostras. Portanto, segundo Calderon *et al.* (2016), a ausência de manifestações clínicas não exclui a possibilidade de infecção subclínica ou de estados de portador assintomático. No entanto, o fato de os animais não apresentarem sintomas compatíveis com OPXV, caso haja infecção viral em alguns dos indivíduos, esta não foi testada em impacto clínico significativo. Esta observação fortalece a hipótese de que a presença de patógenos, caso detectado nas análises laboratoriais, pode estar associada a um estado de portador assintomático ou a um estágio da doença sem expressão clínica evidente.

A distribuição dos casos positivos revelou diferenças entre as espécies e períodos amostrados, com maior percentual de positividade em 2023. Esses dados podem refletir variações na exposição ao vírus ao longo do tempo e entre as espécies estudadas. A taxa de detecção de anticorpos anti-OPXV observado em 2023 pode ser explicado por diferentes fatores. É importante considerar que o esforço de captura foi intensificado nos anos de 2022 e 2023, com 71 e 73 amostras coletadas, respectivamente. Essa maior representatividade de animais testados pode refletir um aumento na detecção de casos devido ao maior número de indivíduos amostrados.

A maior prevalência de anticorpos em *C. kuhlii* (85,7%), principalmente no ano de 2023, pode estar associada a fatores ecológicos e comportamentais, como a densidade populacional, a interação social, a fragmentação do habitat e a que o maior esforço de captura foi realizado no bioma Mata Atlântica, onde essa espécie é exclusivamente encontrada. Como espécie endêmica da Mata Atlântica, um bioma altamente antropizado e sujeito a intensa fragmentação. *C. kuhlii* vive em um bioma altamente antropizado e sujeito a intensa fragmentação. Segundo Coimbra-Filho (1984) e Neves (2008), sua distribuição é geograficamente limitada ao bioma Mata Atlântica, o que pode aumentar sua exposição a potenciais fontes de infecção, como reservatórios silvestres e ambientes urbanos próximos, devido ao intenso desmatamento e fragmentação do habitat.

A detecção de anticorpos apenas em indivíduos adultos sugere que a infecção ocorreu em um momento anterior à captura e que esses animais sobreviveram ao contato com o patógeno. Esse achado indica que a exposição ao agente infeccioso não resultou em um quadro clínico grave ou letal, evidenciando uma possível resistência ou capacidade de resposta imunológica eficaz por parte desses primatas.

Além disso, a média de soroneutralização observada nas 14 amostras reforça a robustez da resposta imune apresentada pelos indivíduos positivos. Esses resultados destacam a importância do gênero *Callithrix* como grupo potencialmente sensível à circulação de OPXV e ressaltam a necessidade de investigações adicionais para compreender a epidemiologia desses patógenos em populações de PNHs. Em comparação a estudos passados, também em PNH, a medida de neutralização neste trabalho é considerada alta, visto que, detectamos um percentual de positividade (7,14%) maior do que o encontrado por Abreu e colaboradores (2022) – 4,5%.

No ano de 2020 houve uma ocorrência documentada de um caso de VACV no estado da Bahia, conforme relatado pelo Sistema Brasileiro de Vigilância e Emergências Veterinárias (SISBRAVET), o que reforça a importância da vigilância contínua. O fato de uma infecção ter sido confirmada laboratorialmente em um bovino com sintomas da doença, mesmo sem informações previstas sobre a localidade, aponta para a existência de circulação viral no ambiente. Essa confirmação sugere que outros reservatórios potenciais e hospedeiros acidentais, incluindo primatas, podem estar expostos ao vírus.

No que tange a circulação do VACV em diversos hospedeiros, sendo um vírus amplamente difundido no Brasil e segundo Lima *et al.* (2019) o vírus já foi identificado em bovinos e em diversas fontes no Brasil, como lesões, sangue, leite e seus derivados. Além disso, inúmeros hospedeiros, de diferentes espécies tem sido relatado, como humanos e em bovinos. Um outro exemplo disso são os estudos que reportam a ocorrência de OPXV ou de anticorpos específicos em equinos, cães, pequenos roedores e sobretudo, primatas (Borges *et al.*, (2018); Peres *et al.*, (2018); da Costa *et al.*, (2020); Abreu *et al.*, (2022)).

Na análise dos pontos de captura dos eventos com casos confirmados positivo para anticorpos anti-OPXV, foi observado que as ocorrências foram registradas em áreas urbanas, periurbanas e de mata.

Os PNHs positivos dos municípios de Formosa do Rio Preto (Mapa 8), Ilhéus (Mapa 10) e Itororó (Mapa 11) foram capturadas dentro da área urbana, em fragmentos de mata isolados dentro dos limites municipais. Já nos municípios de Santa Rita de Cássia (Mapa 9) e Mascote (Mapas 12 e 13), os PNHs positivos foram capturadas em áreas periurbanas. Por outro lado, os indivíduos capturados e positivos dos municípios de Macarani (Mapa 14) e Una (Mapa 15) foram encontrados em áreas rurais/de pasto e de mata, respectivamente.



Figura 16: Mapa da paisagem do local de captura do PNH positivos em Formosa do Rio Preto.



Figura 17: Mapa da paisagem do local de captura do PNH positivos em Santa Rita de Cássia.

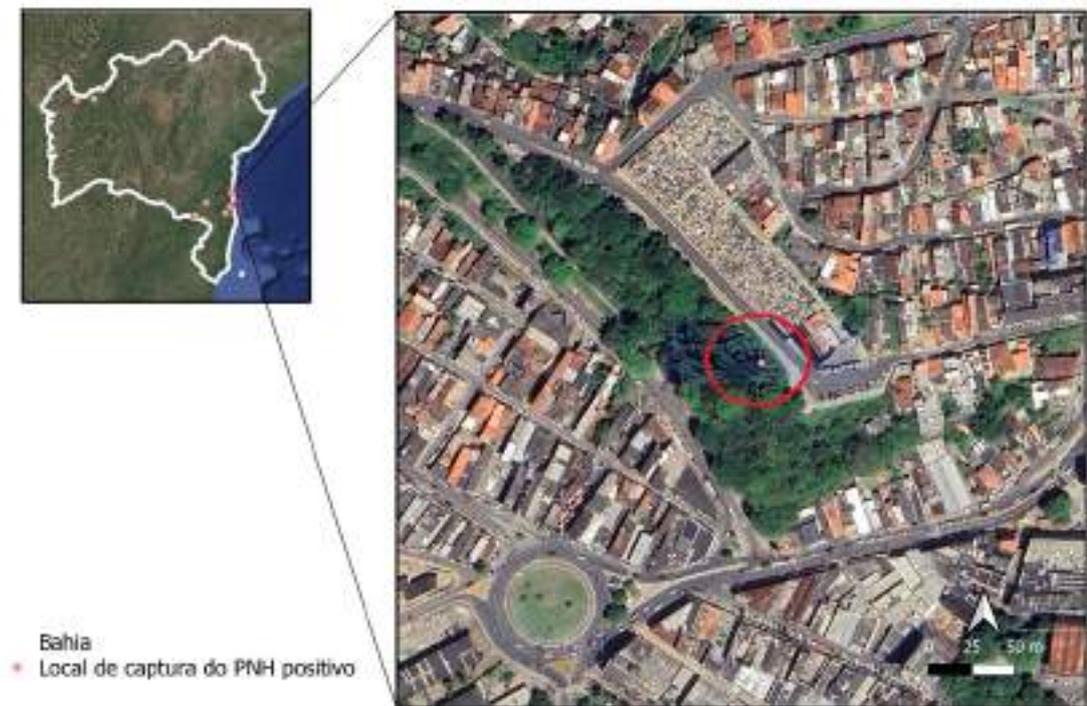


Figura 18: Mapa da paisagem do local de captura do PNH positivos em Ilhéus.



Figura 19: Mapa da paisagem do local de captura do PNH positivos em Itororó.



Figura 20: Mapa da paisagem do local de captura do PNH positivos em Mascote (2 PNH).



Figura 21: Mapa da paisagem do local de captura do PNH positivos em Mascote (1 PNH).

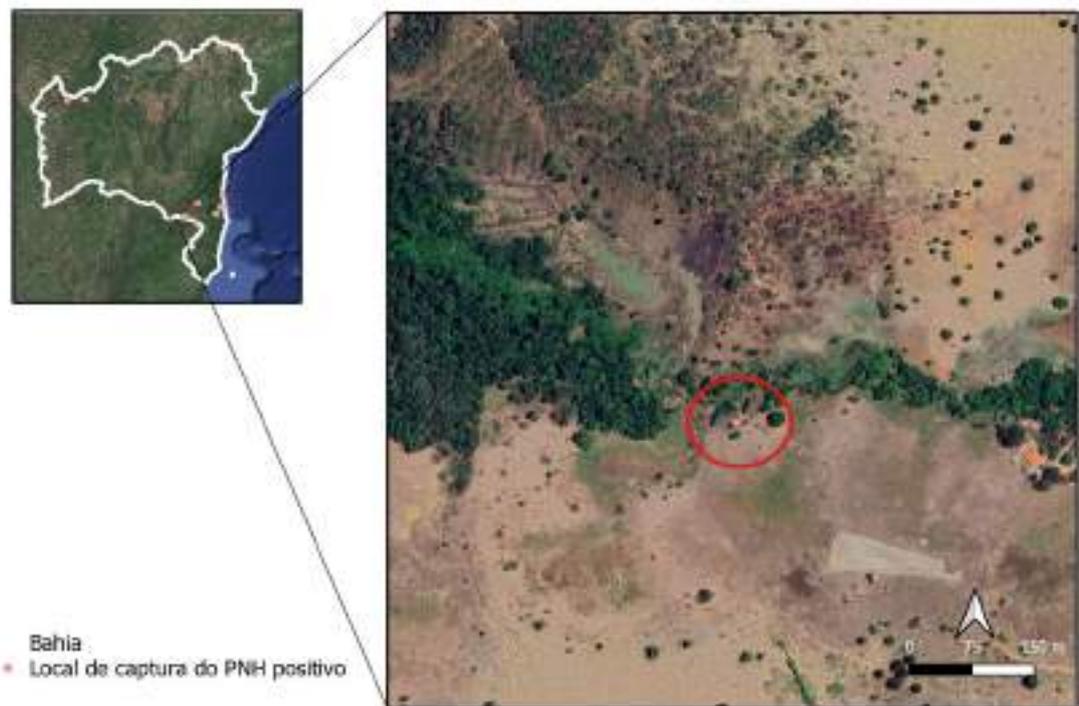


Figura 22: Mapa da paisagem do local de captura do PNH positivos em Macarani.



Figura 23: Mapa da paisagem do local de captura dos PNHs positivos em Una.

A presença de anticorpos contra OPXV em PNHs pode estar diretamente associada às características ambientais e aos possíveis reservatórios do patógeno. No Brasil, a circulação do vírus VACV, é amplamente documentada em surtos de vaccínia bovina (BV), que afetam tanto o gado quanto os seres humanos (Megid *et al.*, 2012; Oliveira *et al.*, 2017). Dessa forma, diante

dos PNHs positivos, é essencial considerar a relação entre o tipo de ambiente, a fauna presente e a dinâmica da infecção nos primatas testados.

A análise de paisagem dos diferentes locais de captura das PNHs revelou variações ambientais significativas: Figuras 15, 17 e 18: Áreas urbanas com fragmentos de mata; Mapas 16, 19 e 20: Áreas periurbanas; Figura 21: Zona rural com pastagens e 22 rural com mata fechada.

Embora todos esses ambientes apresentem circulação de pessoas e animais, apenas os locais identificados nas figuras 14 e 15 possuíam contato direto com bovinos. Isso é relatado por Trindade *et al.* (2007), que descreve que esse fator pode ter implicações epidemiológicas importantes, uma vez que os bovinos são reconhecidos como hospedeiros amplificadores do VACV, possibilitando a transmissão de vírus para outras espécies, incluindo humanos e PNHs.

Estudos sobre a circulação do VACV no Brasil demonstram que os bovinos desempenham um papel central na epidemiologia do patógeno. Segundo Oliveira *et al.* (2017), surtos causados pelo VACV são frequentemente registrados em áreas rurais, afetando majoritariamente o gado leiteiro e trabalhadores que mantêm contato direto com animais infectados. Esse achado é também descrito Leite *et al.* (2005), que descreve que a transmissão ocorre, em grande parte, por meio do contato direto com lesões nos tetos de vacas infectadas, que apresentam alta carga viral, ou pelo uso de fômites contaminados, como equipamentos e mãos dos tratadores.

Além da transmissão direta, evidências apontam para a participação de outros mamíferos na manutenção do vírus na natureza. Roedores silvestres já foram identificados como possíveis reservatórios naturais de VACV, atuando na persistência do vírus no ambiente e em mutações transmitindo-o a bovinos e outras espécies que transmitem o mesmo habitat. Além disso, primatas, marsupiais e animais domésticos também foram relatados como suscetíveis à infecção, reforçando a hipótese de múltiplas vias de transmissão do patógeno (Domingos *et al.*, 2021).

Considerando os achados deste trabalho, é possível inferir que os PNHs em áreas rurais (42,85% dos casos positivos) com presença de bovinos (mapas 21 e 22) podem estar em maior risco de exposição ao VACV devido à proximidade com os animais domésticos e à possibilidade de compartilhamento de habitats ou recursos. A interação direta ou indireta entre PNHs e bovinos pode facilitar a transmissão do vírus, especialmente se houver práticas agrícolas que promovam o contato entre essas espécies.

Por outro lado, em áreas urbanas ou periurbanas (57,14% dos casos) sem presença de bovinos (Figuras 15, 16, 17, 18, 19 e 20), uma fonte de infecção para PNHs pode estar mais relacionada a outros reservatórios, como roedores sinantrópicos ou animais infectados. Nesses ambientes, a dinâmica de transmissão pode ser influenciada por fatores como densidade populacional humana, presença de animais de estimação e fragmentação de habitats naturais.

Sabendo disso, é presumido que a proximidade entre os ecossistemas naturais onde vivem os PNHs e as áreas de atividade agropecuária, bem como o ambiente doméstico pode facilitar a transmissão entre espécies. Assim, a vigilância ativa em PNHs desempenha um papel crucial, não apenas para monitorar a saúde dessas populações, mas também como um indicador precoce de potenciais surtos zoonóticos que podem impactar humanos e animais. Um exemplo disso, é a detecção do VACV em cães domésticos e quatis selvagens (*Nasua nasua*) (Costa *et al.* (2018)), que viviam em uma área de transição entre o ambiente urbano e silvestre, sustentando a colocação da circulação do vírus entres diferentes espécies de diferentes ambientes.

Ademais, é sabido que tenha ocorrido uma maior circulação de vírus pertencente ao gênero OPXV a partir de 2020. Esse cenário é apoiado pelo contexto global recente de um surto de *Monkeypox* (varíola M), o que pode indicar uma dinâmica de transmissão ampliada dentro do gênero OPXV, incluindo outros vírus que apresentam características semelhantes. Segundo o Ministério da Saúde (2024), no ano de 2023 o Brasil registrou 853 casos de *Monkeypox*, dado menor do que 2024, ano que foi registrado até setembro de 2024, 1.015 casos. Ainda, conforme o Ministério da Saúde, a região Sudeste concentra a maioria dos casos de MPOX registrados no país, totalizando 80,9% (821 casos). Os estados com os maiores números de casos são: São Paulo, com 533 (52,5%), seguido do Rio de Janeiro, com 224 (22,1%), Minas Gerais, com 56 (5,5%), e indo para o Nordeste, a Bahia se destaca, com 40 (3,9%) casos, dados esses até o mesmo de setembro de 2024.

A Bahia, estado onde está pesquisa foi desenvolvida, foi considerado o quarto estado com maior número de casos de MPOX. Segundo a Secretaria de Saúde do Estado da Bahia, até o dia 20 de dezembro de 2024, às 14:05:42, o estado contava com 241 casos confirmados de MPOX e 421 suspeitos, sendo os municípios de Salvador com mais casos registrados até a data da última atualização (CGTICS/SUVISA/DIVEP, 2024). Dos municípios com PNHs com anticorpos anti-OPXV, apenas Ilhéus registrou um caso confirmado de MPOX em humanos, com 3 casos até o mês de dezembro de 2024 (CGTICS/SUVISA/DIVEP, 2024). A ausência de

casos nos outros municípios pode estar ligada a barreiras ecológicas, diferenças de virulência, subnotificação ou até mesmo inexistência de casos.

A Bahia, sendo o quarto estado com o maior número de casos confirmados de MPOX no Brasil, reflete um contexto epidemiológico que sugere uma possível circulação mais ampla do vírus do gênero OPXV. O total de 241 casos confirmados, concentrados especialmente na capital Salvador, aponta para uma significativa exposição humana, possivelmente relacionada ao turismo, já que Salvador é um destino turístico de destaque no país.

A concentração de casos humanos na capital, associada à dinâmica de exposição ampliada pelo turismo, evidencia uma circulação viral relevante em ambientes urbanos. Contudo, essa circulação não implica automaticamente na transmissão do vírus para PNHs ou outras espécies animais. Até o momento, os surtos de MPOX têm se concentrado predominantemente em humanos, com transmissão associada a contatos interpessoais próximos. Entretanto, segundo WHO (2022), o MPXV pode infectar naturalmente PNHs do velho mundo e roedores silvestres africanos pertencentes aos gêneros *Funisciurus*, *Heliosciurus*, *Cricetomys*, *Graphiurus*, *Oenomys*, *Paraxerus* e *Xerus*.

Embora o MPXV tenha sido inicialmente identificado em macacos mantidos em cativeiro e em PNHs do velho mundo e desempenhem um papel relevante na transmissão do vírus para humanos em áreas endêmicas da África (Cho; Wenner, 1973; Di Giulio; Eckburg, 2004; Ligon, 2004), a epidemia de MPOX em países não endêmicos, os PNHs não estão envolvido na dinâmica epidemiológica da doença.

Até o momento, não há evidências de que PNHs do novo mundo sejam infectados ou participem do ciclo de transmissão do MPXV de forma natural, com a transmissão do surto de MPOX, iniciada em 2022, ocorrendo exclusivamente entre humanos. Também não há registros de circulação de vírus em PNHs ou de cativeiros no Brasil, nem informações sobre o impacto potencial do vírus na conservação dessas espécies. Esse cenário reforça a importância de ações educativas e de conscientização para esclarecer que os PNHs não são transmissores de doenças.

Ainda assim, a vigilância ativa nos PNHs e outros animais silvestres continua sendo uma medida crucial, considerando o potencial dos vírus do gênero OPXV de se adaptarem a novos hospedeiros. Uma pesquisa experimental sobre patogênese realizada por Mucker *et al.* (2015) revelou que o PNHs da espécie *Callithrix jacchus*, pode ser infectado por doses reduzidas do vírus MPOX. O estudo também indicou que a infecção pode gerar alta viremia e manifestar sinais patológicos semelhantes aos observados em humanos acometidos pela doença. A viremia foi detectada a partir do terceiro dia pós-infecção e permaneceu elevada até

a morte dos animais. Os principais sintomas incluíram febre, erupções cutâneas hemorrágicas, diminuição das plaquetas e manifestações respiratórias. A doença progrediu rapidamente, com um período de incubação prolongado seguido de uma fase aguda abreviada. Esse achado é significativo para demonstrar a suscetibilidade de PNHs aos OPXV, indicando que eles podem servir como modelos para estudos laboratoriais ou até mesmo como potenciais reservatórios na natureza. A alta viremia observada reforça a capacidade do vírus de se replicar eficientemente nesse hospedeiro, enquanto os sinais patológicos semelhantes aos humanos validam sua relevância em estudos translacionais.

No ponto de vista epidemiológico, como o resultado positivo ocorreu através do PRNT, considerado padrão ouro para diagnosticar OPXV (Kroon *et al.* (2016), e segundo Abreu *et al.* (2022), é inviável saber qual espécie de OPXV foi detectada. Isso ocorre devido a sorologia apresenta uma limitação significativa: não é possível distinguir qual espécie específica de OPXV causou a infecção.

Essa dificuldade ocorre devido à reatividade imunológica cruzada característica dos vírus desse gênero, que compartilham proteínas estruturais altamente conservadas em seus genomas. Essas proteínas, que desempenham funções essenciais para a estrutura e replicação viral, são tão semelhantes entre as diferentes espécies de OPXV que os anticorpos gerados contra uma delas podem neutralizar outras espécies. Por exemplo, os anticorpos neutralizantes produzidos em resposta ao VACV também podem inibir a infecção por vírus como o do VARV, o MPXV e o CPXV. Essa propriedade, amplamente documentada em estudos (Jacobs *et al.*, 2009; Kroon *et al.*, 2016; Petersen *et al.*, 2019), ressalta a importância da análise sorológica como uma ferramenta para compreender a exposição de populações ao OPXV. No entanto, ela deve ser complementada por outras abordagens, como a detecção molecular, para fornecer uma caracterização mais detalhada das espécies envolvidas e apoiar estratégias mais eficazes de vigilância e controle.

Adicionalmente, como citado anteriormente, 85,7% (12/14) dos casos positivos ocorreram em PNHs da espécie *Callithrix kuhlii*, todos capturados no ano de 2023, ainda na Mata Atlântica. Importante destacar que, até onde se tem conhecimento, esta é a primeira vez que anticorpos anti-OPXV são detectados em amostras de PNHs dessa espécie. Esse achado ressalta a relevância de *Callithrix kuhlii* como potencial sentinela na vigilância de vírus emergentes e sublinha a importância de estudos contínuos para entender a dinâmica de circulação do OPXV em diferentes biomas e espécies.

No bioma Cerrado, anticorpos anti-OPXV foram detectados em amostras de duas espécies de PNHs: *C. jacchus* (1/14 - 7,1%) e *C. penicillata* (1/14 - 7,1%). Este é um achado inédito de infecção natural em *C. jacchus* (1/14 - 7,1%), uma vez que, assim como em *C. kuhlii*, é a primeira vez que amostra positiva dessa espécie são documentadas na literatura.

Por outro lado, a presença de anticorpos anti-OPXV em *C. penicillata* no Cerrado já havia sido relatada em 2022, quando dois (4,5% - 2/44) exemplares dessa espécie foram identificados como positivos, conforme descrito por Abreu *et al.* (2022). Esse novo registro representa, portanto, a segunda ocorrência documentada de casos positivos para OPXV em *C. penicillata* nesse bioma, corroborando os achados anteriores e intrigando os pesquisadores para entender qual o papel dos PNHs na transmissão do vírus, mas fortalecendo a hipótese de que essa espécie pode atuar como um possível hospedeiro acidental. O estudo aponta a distância de um caso para o outro, separados por 505 km em linha reta, o que sugere que essa interação VACV/OPXV-*Callithrix* é ampla no território. O resultado obtido nesse estudo, de mais um *C. penicillata* positivo corrobora essa afirmação.

A recorrência de detecções em *C. penicillata*, mesmo que poucas, sugere a necessidade de estudos adicionais para avaliar o papel dessa espécie na manutenção e transmissão do OPXV no Cerrado.

Quanto as os PNHs capturados na Caatinga, não houve nenhuma amostra positiva para anticorpos anti-OPXV. Embora o número de municípios amostrados nesse bioma tenha sido mais limitado em comparação aos outros, esses resultados negativos não devem ser interpretados como uma ausência de risco. A baixa representatividade de amostras pode limitar a detecção, e a ausência de casos registrados não exclui a existência do vírus no bioma.

Espécies como *C. jacchus* e *C. penicillata*, documentadas neste estudo com anticorpos anti-OPXV no bioma Cerrado, transitam e habitam também a Caatinga (Rylands *et al.*, 2000), o que potencializa a possibilidade de circulação viral, especialmente em áreas de contato entre diferentes regiões ecológicas, além disso, conforme Rylands *et al.* (1988) e Mendes (1997), por conta da vasta distribuição geográfica dos *Callithrix*, existem regiões de sobreposição, onde diferentes espécies do gênero se encontram, deixando eminente o risco de hibridização entre essas espécies, o que foi percebido neste estudo, visto que animais híbridos também foram capturados e amostrados.

Portanto, é essencial que a vigilância seja contínua e ampliada na Caatinga, e nos demais biomas, incluindo mais municípios e esforços de captura de outras espécies de primatas, para garantir uma avaliação mais robusta da circulação de OPXV e sua possível introdução ou

manutenção nesse bioma. A atenção contínua é crucial para detectar precocemente eventuais zoonoses e prevenir surtos que poderiam impactar tanto a fauna silvestre quanto a saúde pública.

7 CONCLUSÃO

A amostragem de Primatas Não-Humanos (PNHs) nos biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica da Bahia, contribuiu para a compreensão da circulação de OPXV em populações de PNHs, que possui distribuição ampla no estado, com maior taxa de detecção na Mata Atlântica e em *C. khulii*.

A distribuição dos casos positivos entre machos e fêmeas, exclusivamente em adultos, sugere uma interação mais intensa desses indivíduos com o ambiente ou maior exposição ao vírus, apontando para a necessidade de investigações adicionais.

Os PNHs provenientes de zonas rurais com presença de bovinos estão potencialmente mais expostos ao VACV, possivelmente devido ao compartilhamento de habitat e à interação indireta com vacas infectadas.

Nos ambientes urbanos e periurbanos, onde não há contato direto com bovinos, a infecção pode estar mais relacionada a outros reservatórios potenciais, como roedores sinantrópicos, animais domésticos e fragmentos ambientais contaminados. A fragmentação do habitat e a maior densidade populacional humana nesses locais podem influenciar a dinâmica de transmissão viral, aumentando a possibilidade de contato entre primatas e outros hospedeiros do patógeno.

Os resultados reforçam o papel dos PNHs como sentinelas de zoonoses emergentes, evidenciando a importância do monitoramento contínuo na interface fauna silvestre-humana. Este estudo, ao estabelecer a circulação de OPXV em PNHs, contribui para estratégias de vigilância ativa e medidas preventivas contra possíveis surtos zoonóticos, além de ampliar o conhecimento sobre a dinâmica ecológica e epidemiológica desses vírus em áreas tropicais brasileiras.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo revelou a circulação de *Orthopoxvirus* (OPXV) em primatas não-humanos (PNHs) nos biomas Cerrado e Mata Atlântica, com detecção de anticorpos em *Callithrix jacchus*, *Callithrix kuhlii* e *Callithrix penicillata*, evidenciando a exposição desses animais ao vírus. A análise espacial indicou casos positivos em ambientes urbanos, periurbanos e rurais,

destacando que a proximidade com bovinos nas zonas rurais pode representar um fator de risco adicional, dado o papel amplificador desses animais na transmissão do *Vaccinia virus* (VACV) no Brasil.

A crescente interface entre áreas naturais e antrópicas aumenta a probabilidade de eventos zoonóticos, especialmente diante do recente aumento dos casos de *Monkeypox* (MPOX) no Brasil. Assim, a vigilância ativa em PNHs se mostra essencial para monitorar a circulação viral e antecipar possíveis surtos.

Além disso, este estudo reforça a importância da padronização de técnicas de captura, com o uso de armadilhas *Tomahawk* e dardos anestésicos, garantindo a coleta segura de amostras biológicas. Os achados fornecem subsídios para futuras pesquisas e estratégias de conservação, contribuindo para o entendimento da dinâmica da transmissão de OPXV e seus impactos na saúde animal e humana.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, J. S.; SILVA-FERNANDES, A. T.; LIMA, L. S.; CAMPOS, R. K.; GUEDES, M. I.; COTA, M. M.; ASSIS, F. L.; BORGES, I. A.; SOUZA-JÚNIOR, M. F.; LOBATO, Z. I.; BONJARDIM, C. A.; FERREIRA, P. C.; TRINDADE, G. S.; KROON, E. G. *Vaccinia virus* infection in monkeys, Brazilian Amazon. **Emerg Infect Dis.** Jun;16(6):976-9. 2010. DOI: 10.3201/eid1606.091187.
- ABRAHÃO, J.S.; GUEDES, M.I.M.; TRINDADE, G.S.; FONSECA, F.G.; CAMPOS, R.K.; MOTA, B.F.; LOBATO, Z.I.P.; SILVA-FERNANDES, A.T.; RODRIGUES, G.O.L.; LIMA, L.S.; et al. One More Piece in the VACV Ecological Puzzle: Could Peridomestic Rodents Be the Link between Wildlife and Bovine Vaccinia Outbreaks in Brazil? **PLoS ONE**, 4, e7428. 2009.
- ABREU, F. V. S.; LORENE, S. R. K.; SILVA-OLIVEIRA, R.; MACEDO, M. V.; SILVA, T. G. M.; GONÇALVES-DOS-SANTOS, M. E.; de OLIVEIRA, C. H.; AQUINO-TEIXEIRA, S. M.; OTTONE, V. O.; DA SILVA, A. J. J.; DOS SANTOS, R.M.; TÁTILA-FERREIRA, A.; ALMEIDA, M. A. B.; DOS SANTOS, E.; DA CRUZ CARDOSO, J.; CAMPOS, A. A. S.; ALBUQUERQUE, G. R.; DA PAIXÃO SEVÁ, A.; RIBEIRO, B. M.; SIMONINI TEIXEIRA, D.; CAMPOS, F. S.; FRANCO, A. C.; ROEHE, P. M.; DE SOUZA TRINDADE, G.; BRETAS DE OLIVEIRA, D. Serological Evidence of *Orthopoxvirus* Infection in Neotropical Primates in Brazil. **Pathogens.** Oct 10;11(10):1167. 2022. DOI: 10.3390/pathogens11101167.
- ABREU, F. V. S.; SANTOS, E.; GOMES, M. Q.; VARGAS, W. P.; PASSOS, P. E. O.; SILVA, C. N.; ARAUJO, P. C.; PIRES, J. R.; ROMANO, A. P. M.; TEIXEIRA, D. S.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Capture of *Alouatta guariba clamitans* for the surveillance of sylvatic yellow fever and zoonotic malaria: Which is the best strategy in the tropical Atlantic Forest? *American Journal of Primatology.* Volume81, Issue6. 2019.

AGUIAR, L. M.; LUDWIG, G.; SVOBODA, W. K.; TEIXIERA, G. M.; SHIOZAWA, M. M.; MALANSKI, L. S.; MELLO, A. M.; NAVARRO, I. T.; PASSOS, F. C. Use of traps to capture Black and Gold Howlers (*Alouatta caraya*) in the islands of the upper Paraná river, Southern Brazil. **American Journal of Primatology**, 69 (2): 241-247, 2007.

ALAKUNLE, E.; MOENS, U.; NCHINDA, G.; OKEKE, M. I. Monkeypox virus in Nigeria: infection biology, epidemiology, and evolution. *12* (11), 1257. **Viruses**. 2020. DOI: 10.3390/v12111257

ANDRADE, L. A.; LEAL, I. R. Mudanças climáticas e a Caatinga: uma análise dos impactos e das possíveis medidas de adaptação. **Ecologia Brasiliensis**, 16(3), 461-478, 2012. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9865>.

ANDRADE, M.C.R. Criação e manejo de primatas-não-humanos. In: ANDRADE, A.; PINTO; OLIVEIRA, R.S. (eds). **Animais de laboratório: criação e experimentação**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ. Cap. 19, p. 143-154. 2002.

ARITA, I.; GISPEN, R.; KALTER, S.; WAH, L.; MARENNIKOVA, S.; NETTER, R.; TAGAYA, I. Outbreaks of monkeypox and serological surveys in nonhuman primates. **Bull World Health Organ**, 46, pp. 625-631. 1972.

ASSIS, F. L.; BORGES, I. A.; FERREIRA, P. C. P.; BONJARDIN, C. A.; TRINDADE, G. S.; LOBATO, Z. I. P.; GUEDES, M. I. M.; MESQUITA, V.; KROON, E. G.; ABRAHÃO, J. S. Group 2 *Vaccinia Virus*, Brazil. **Emerg Infect Dis**.18(12):2035-2038. 2012. DOI: 10.3201/eid1812.120145

ASSIS, F. L.; FRANCO-LUIZ, A. P. M.; PAIM, L. M.; OLIVEIRA, G. P.; PEREIRA, A. F.; ALMEIDA, G. MF.; FIGUEIREDO, L. B.; TANUS, A.; TRINDADE, G. S.; FERREIRA, P. P.; KROON, E. G.; ABRAHÃO, J. S. Horizontal study of vaccinia virus infections in an endemic area: epidemiologic, phylogenetic and economic aspects. **Archives of Virology**. Vol. 160, pages 2703–2708. 2015. DOI: 10.1007/s00705-015-2549-1

BAXBY, D.; SHACKLETON, W. B.; WHEELER, J.; TURNER, A. Comparison of cowpox-like viruses isolated from European zoos. **Archives of Virology**, v. 61, n. 4, p. 337–340, 1979.

BECKER, C.; KURTH, A.; HESSLER, F.; KRAMP, H.; GOKEL, M.; HOFFMANN, R.; KUCZKA, A.; NITSCHKE, A. Kuhpocken bei haltern von farbratten - Ein nicht immer sofort erkanntes krankheitsbild. **Deutsches Arzteblatt**, v. 106, n. 19, p. 329–334, 2009.

BENCHIMOL, M.; PERES, C. A. Widespread Forest Vertebrate Extinctions Induced By A Mega Hydroelectric Dam In Lowland Amazonia. **PLOS One**. 9(7), e103917. 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0129818

BERGQVIST, C.; KURBAN, M.; ABBAS, O. Orf virus infection. **Rev Med Virol**. Jul; 27(4); 2017. DOI: 10.1002/rmv.1932.

BERNAL-VALLE, S.; JIMÉNEZ-SOTO, M.; MENESES-GUEVARA, A. Hematology and Serum Biochemistry Values of Healthy Free-Ranging Panamanian White-Faced Capuchins (*Cebus imitator*) in Costa Rica. **Journal of wildlife diseases**, v. 56, n. 1, p. 229–233, jan. 2020.

BEZERRA, B. M.; SOUTO, A. Structure and usage of the vocal repertoire of *Callithrix jacchus*. **Int. J. Prima tol.** 29(3): 671–701. 2008.

BONJARDIM, C. A. Viral exploitation of the MEK/ERK pathway – A tale of vaccinia virus and other viruses. **Virology**. Volume 507, Pages 267-275. 2017. DOI: 10.1016/j.virol.2016.12.011

BORGES, I. A.; REYNOLDS, M.G.; MCCOLLUM, A. M.; FIGUEIREDO, P. O.; AMBROSIO, L. L. D.; VIEIRA, F. N.; COSTA, G. B.; MATOS, A. C. D.; ALMEIDA, V. M. D.A.; FERREIRA, P. C.P.; LOBATO, Z. I. P.; REIS, J. K. P.; KROON, E. G.; TRINDADE, G. S. Serological Evidence of Orthopoxvirus Circulation Among Equids, Southeast Brazil *Front. Microbiol.* 2018.

Brasil. Ministério da Saúde. Centro de Operações de Emergências. Situação Epidemiológica. Edição nº01 SE 01 a 37/2024. 2024

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Guia de vigilância de epizootias em primatas não humanos e entomologia aplicada à vigilância da febre amarela / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – 2. ed. atual. – Brasília: Ministério da Saúde, 2017.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Manual de vigilância, prevenção e controle de zoonoses: normas técnicas e operacionais [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

CALDERON, C.; MOREIRA, A.; MARQUEZ, E. S.; CRUZ, M. F. R.; DELL ANTONIO, J. R. Herpesvíroses em primatas não humanos. **Scientific Electronic Archives**. Sci. Elec. Arch. 9:5. 2016.

CAMPE, H.; ZIMMERMANN, P.; GLOS, K.; BAYER, M.; BERGEMANN, H.; DREWECK, C.; GRAF, P.; WEBER, B. K.; MEYER, H.; BÜTTNER, M.; BUSCH, U.; SING, A. Cowpox virus transmission from pet rats to humans, Germany. **Emerging Infectious Diseases**, v. 15, n. 5, p. 777–780, 2009.

CARSLAKE, D.; BENNETT, M.; HAZEL, S.; TELFER, S.; BEGON, M. Inference of cowpox virus transmission rates between wild rodent host classes using space–time interaction. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 273, n. 1588, p. 775–782, 2005.

- CASSANO, C. R.; DE ALMEIDA-ROCHA, J. M.; ALVAREZ, M. R.; BERNARDO, C. S. S.; BIANCONI, G. V.; CAMPIOLO, S.; DE CAMPOS, C. B.; DANILEWICZ, D.; DE CARVALHO FALCÃO, F.; GARCÍA, F. V.; GINÉ, G. A. F.; GUIDORIZZI, C. E.; JERUSALINSKY, L.; LE PENDU, Y.; MARCONDES, M. C. C.; MELO, V. L.; MENDES, F. R.; MIRETZKI, M.; NEVES, L. G.; OLIVEIRA, L. C.; PEREIRA, A. R.; DA SILVA, K. F. M.; DO SOCORRO REIS, M.; DE VLEESCHOUWER, K. M.; VIEIRA, E. M.; XIMENES, G. E. I. Primeira avaliação do status de conservação dos mamíferos do estado da Bahia, Brasil. **Oecologia Australis**, v. 21, n. 2, p. 156–170, 10 ago. 2017.
- CATENACCI, L. S.; RABOY, B. E.; OLIVEIRA, L.; GUIDORIZZI DE CARVALHO, C. E.; NEVES, L. G.; SUSCKE, P.; DEEM, S. L.; COSTA, T.; DE VLEESCHOUWER, K. M. Golden-headed Lion Tamarins, *Leontopithecus chrysomelas* (Kühl, 1820): 27 Years of Experience in Methods for Their Capture and the Collection of Biological Material. **Primate Conservation**, v. 2022, n. 36, p. 23–35, 2022.
- CGTICS/SUVISA/DIVEP, Bahia. 2024. Disponível em: <https://bi.saude.ba.gov.br/mpox/>
- CHANTREY, J.; MEYER, H.; BAXBY, D.; BEGON, M.; BOWN, K. J.; HAZEL, S. M.; JONES, T.; MONTGOMERY, W. I.; BENNETT, M. Cowpox: Reservoir hosts and geographic range. **Epidemiology and Infection**, v. 122, n. 3, p. 455–460, 1999.
- CHEN, H.; CHUAI, X.; DENG, Y.; WEN, B.; WANG, W.; XIONG, S.; RUAN, L.; TAN, W. Optimisation of Prime-Boost Immunization in Mice Using Novel Protein-Based and Recombinant Vaccinia (Tiantan)-Based HBV Vaccine. **PLoS ONE**, v. 7, n. 9, 2012.
- CHO, C. T.; WENNER, H. A. Monkeypox virus. **Bacteriological Reviews**, v. 37, n. 1, p. 1-18. 1973. DOI: <https://doi.org/10.1128/br.37.1.1-18.1973>
- COIMBRA-FILHO, A.F. Situação atual do calitriquídeos que ocorrem no Brasil (Callitrichidae, Primates). In: M. T. de Mello (ed) **A primatologia no Brasil**, Vol. 1. Sociedade Brasileira de Primatologia, Brasília. p.15-33. 1984
- COSTA, G. B.; RIBEIRO DE ALMEIDA, L.; CERQUEIRA, A. L. R.; MESQUITA, W. U.; OLIVEIRA, J. S.; MIRANDA, J. B.; SARAIVA-SILVA, A. T.; ABRAHÃO, J. S.; DRUMOND, B. P.; KROON, E. G.; PEREIRA, P. L. L.; SOARES, D. F. M.; TRINDADE, G.; S. Vaccinia Virus among Domestic Dogs and Wild Coatis, Brazil, 2013–2015. **Emerg Infect Dis**. 24(12):2338-2342. 2018.
- COSTA, P. S. P. M.; OLIVEIRA, J. S.; DOMINGOS, I. J. S.; SILVA, P. E. B.; DUTRA, A. G. S.; AMARAL, C. D.; ABRAHÃO, J. S.; PEREIRA, V. B. R.; KROON, E. G.; COSTA, G. B.; TRINDADE, G. S. Circulation of vaccinia virus in southern and south-eastern wildlife, Brazil. ;67(5):1781-1785. **Transbound Emerg Dis**. 2020. DOI: 10.1111/tbed.13537
- CURAUDEAU, M.; BESOMBES, C.; NAKOUNÉ, E.; FONTANET, A.; GESSAIN, A.; HASSANIN, A. Identifying the Most Probable Mammal Reservoir Hosts for *Monkeypox Virus* Based on Ecological Niche Comparisons. **Viruses**, v. 15, n. 3, p. 727, 2023.

- DACIER, A.; LUNA, A. G.; FERNÁNDEZ-DUQUE, E.; DI FIORES, A. Estimating Population Density of Amazonian Titi Monkeys (*Callicebus discolor*) via Playback Point Counts. **BioTropica**. Volume43, Issue2. Pages 135-140. 2011.
- DAMASO, C. R. A.; EPOSITO, J. J.; CONDIÇÃO, R. C.; MOUSSATCHÉ, N. An emergent Poxvirus from humans and cattle in Rio de Janeiro State: Cantagalo virus may derive from brazilian smallpox vaccine. **Virology**, v. 277, p. 439- 449, 2000.
- DASZAK, P.; CUNNINGHAM, A. A.; HYATT, A. D. Emerging Infectious Diseases of Wildlife-- Threats to Biodiversity and Human Health. **Science**, v. 287, n. 5452, p. 443–449. 2000.
- DAVID, D.; DAVIDSON, I.; BERKOWITZ, A.; KARNIELY, S.; EDERY, N.; BUMBAROV, V.; LASKAR, O.; ELAZARI-VOLCANI, R. A novel poxvirus isolated from an Egyptian fruit bat in Israel. *Veterinary Medicina and Science*. Volume6, Issue3, Pages 587-590. 2020. DOI: doi.org/10.1002/vms3.233
- DEVAUX, C. A; MEDIANNIKOV, O.; MEDKOUR, H.; RAOULT, D. Infectious Disease Risk Across the Growing Human-Non Human Primate Interface: A Review of the Evidence. **Front Public Health**. Nov 5; 7:305. 2019 DOI: 10.3389/fpubh.2019.00305.
- DI GIULIO, D. B.; ECKBURG, P. B. Human monkeypox: an emerging zoonosis. *The Lancet*, **Infectious Diseases**, v. 4, n. 1, p. 15-25. 2004.
- DIAZ, J. H. The Disease Ecology, Epidemiology, Clinical Manifestations, Management, Prevention, and Control of Increasing Human Infections with Animal Orthopoxviruses. **Wilderness and Environmental Medicine**, v. 32, n. 4, p. 528–536, 2021.
- DOMINGOS, J.S.I.; SILVA DE OLIVEIRA, J.; ROCHA, L.S.R.K.; OLIVEIRA, D.B.; KROON, G.E.; BARBOSA, G.C.; TRINDADE, G.S. Twenty Years after Bovine Vaccinia in Brazil: Where We Are and Where Are We Going? **Pathogens** 2021, 10, 406.
- DOTY, J.B.; MAGHLAKELIDZE, G.; SIKHARULIDZE, I.; TU, SL.; MORGAN, C. N.; MAULDIN, M. R.; PARKADZE, O.; KARTSKHIA, N.; TURMANIDZE, M.; MATHENY, A. M.; DAVIDSON, W.; TANG, S.; GAO, J.; LI, Y.; UPTON, C.; CARROLL, D. S.; EMERSON, G. L.; NAKAZAWA, Y. Isolation and Characterization of Akhmeta Virus from Wild-Caught Rodents (*Apodemus* spp.) in Georgia. **J Virol**. 93(24): e00966-19. 2019. DOI:10.1128 / JVI.00966-19.
- DUCOURNAU, C.; FERRIER-REMBERT, A.; FERRARIS, O.; JOFFRE, A.; FAVIER, A. L.; FLUSIN, O.; VAN CAUTEREN, D.; KECIR, K.; AUBURTIN, B.; VÉDY, S.; BESSAUD, M.; PEYREFITTE, C. N. Concomitant human infections with 2 cowpox virus strains in related cases, France, 2011. **Emerging Infectious Diseases**, v. 19, n. 12, p. 1996–1999, 2013.
- ESSBAUER, S.; PFEFFER, M.; MEYER, H. Zoonotic poxviruses. **Veterinary Microbiology**, v. 140, n. 3–4, p. 229–236, 2010.

- ESSBAUER, S.; PFEFFER, M.; MEYER, H. Zoonotic poxviruses. **Vet. Microbiol.** *140*, 229–236. 2010.
- ESTEBAN, D. J.; BULLER, R. MARK L. Ectromelia virus: the causative agent of mousepox. **Journal of General Virology**, v. 86, n. 10, p. 2645–2659, 2005.
- ESTRADA, A., GARBER, P. A., RYLANDS, A. B., ROOS, C., FERNANDEZ-DUQUE, E., DI FIORE, A., NEKARIS, K. A.; NIJMAN, V.; HEYMANN, E.; LAMBERT, J. E.; ROVERO, F.; BARELI, C.; SETCHELL, J. M.; GILLESPIE, T. R.; MITTERMEIER, R. A.; ARREGOITIA, L. V.; GUINEA, M.; GOUVEIA, S.; DOBROVOLSKI, R.; SHANEE, S.; SHANEE, N.; BOYLE, S. A.; FUENTES, A.; MACKINNON, K. C.; AMATO, K. R.; MEYER, A. L. S.; WICH, S.; SUSSMAN, R. W.; PAN, R.; KONE, I.; LI, B. Impending extinction crisis of the world's primates: Why primates matter. **Science Advances**. Jan 18;3(1):e1600946. 2017. DOI: 10.1126/sciadv.1600946
- FAGUNDES, N.; CASTRO, M. L.; SILVA, R. A.; DE LIMA, M. P. A.; BRAGA, C. S.; DOS SANTOS, E. A. R.; OLIVEIRA, M. A.; MATTOSO, C. R. S.; PIMENTA, E. L. M.; BEIER, S. L. Comparison of midazolam and butorphanol combined with ketamine or dexmedetomidine for chemical restraint in howler monkeys (*Alouatta guariba clamitans*) for vasectomy. **Journal of Medical Primatology**, v. 49, n. 4, p. 179–187, 10 ago. 2020.
- FENNER, F. Poxviruses. In: FIELDS, D.M. et al. **Virology**. 3. ed. Philadelphia, LippincottRaven, p. 2673-2702, 1996.
- FERNANDES, A. T. da S.; MOREIRA, S. B.; GASPAR, L. P.; SIMÕES, M.; CAJARAVILLE, A. C. dos R. A.; PEREIRA, R. C.; GOMES, M. P. de B.; LINHARES, J. H. R.; SANTOS, V. de O.; SANTOS, R. T.; AMORIM, J. F.; BARROS, T. A. da C.; MELGAÇO, J. G.; DA SILVA, A. M. V.; FERNANDES, C. B.; TUBARÃO, L. N.; DA SILVA, J.; CARIDE, E. C.; BORGES, M. B.; GUIMARÃES, R. C.; MARCHEVSKY, R. S.; DE LIMA, S. M. B.; ANO BOM, A. P. D.; NEVES, P. C. da C.; PISSINATTI, A.; FREIRE, M. da S. Safety and immunogenicity of 17DD attenuated yellow fever vaccine in howler monkeys (*Alouatta* spp.). **Journal of Medical Primatology**, v. 50, n. 1, p. 36–45, 20 fev. 2021.
- FERNANDES, J.; OLIVEIRA, R.C.; COELHO, T.A.; MARTINS, R.M.B.; CAETANO, K.A.A.; HORTA, M.A.P.; LEVIS, S.; CARNEIRO, M.A.S.; TELES, S.A.; LEMOS, E.R.S. Rodent-borne viruses survey in rural settlers from Central Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**. 114, e180448; 2019. DOI: 10.1590/0074-02760180448.
- FERNANDES, T. M. Vacina antivariólica: visões da Academia de Medicina no Brasil Imperial. **História, Ciências, Saúde**. Manguinhos, v. 11, n. 1; p. 141-163. 2004.
- FISHER, D. O.; OWENS, I. P. F. The comparative method in conservation biology. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 19, n. 7, p. 391–398, 2004.
- FREY, S. E.; BELSHE, R. B. Poxvirus zoonoses—putting pocks into context. **The New England Journal of medicine**, 350(4), 324-327. 2004. DOI: 10.1056/NEJMp038208

GARCIA, V. L.; FIALHO, M. S.; JERUSALÉM, L. Uso de playback para levantamento populacional de *Alouatta belzebul* (Linnaeus, 1766) reintroduzidos na Reserva Biológica Guaribas, Paraíba. **A Primatologia no Brasil** 13 (pp.79-88)Edition: 1. 2014.

GLANDER, K.E.; FEDIGAN, L. M.; CHAPMAN C. Field methods for capture and measurement of the three monkey species in Costa Rica. **Folia Primatol.**, v.57, p.70-82, 1991.

GOULART, V. D. L. R.; TEIXEIRA, C. P.; YOUNG, R. J. Analysis of callouts made in relation to wild urban marmosets (*Callithrix penicillata*) and their implications for urban species management. **European Journal of Wildlife Research**, v. 56, n. 4, p. 641– 649. 2010.

GUBSER, C.; SMITH, G. L; The sequence of camelpox virus shows it is most closely related to variola virus, the cause of smallpox. **J Gen Virol** 83: 855–872. 2002.

GUY, C.; CASSANO, C. R.; CAZARRE, L.; DE VLEESCHOUWER, K. M.; CECÍLIA, M.; KIERULFF, M.; NEVES, L. G.; OLIVEIRA, L. C.; MARCHENA, B.; TARDIO, R.; ZEIGLER, S. L.; RABOY, B. E. Evaluating landscape suitability for golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) and Wied’s black tufted-ear marmosets (*Callithrix kuhlii*) in the Bahian Atlantic Forest. **Mongabay.com Open Access Journal Tropical Conservation Science**. Vol. 9 (2): 735-757, 2016.

HILARIO, R. R. Padrão das atividades, dieta e uso do hábitat por *Callithrix flaviceps*na Reserva Biológica Augusto Ruschi, Santa Teresa, ES. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. 110f. 2010.

HART, B. A’T; ABBOTT, D. H.; NAKAMURA, K.; FUCHS, E. The marmoset monkey: a multi-purpose preclinical and translational model of human biology and disease. **Drug Discovery Today**, 17(21):1160-1165. 2012.

HENDERSON, D. A.; INGLESBY, T. V.; BARTLETT, J. G.; ASCHER, M. S.; EITZEN, E.; JAHRLING, P. B.; HAUER, J.; LAYTON, M.; MCDADE, J.; OSTERHOLM, M. T.; O’TOOLE, T.; PARKER, G.; PERL, T.; RUSSELL, P. K.; TONAT, K. Smallpox as a biological weapon: **Medical and public health management**. *Jama*, v. 281, n. 22, p. 2127– 2137, 1999.

HENDY, A.; HERNANDEZ-ACOSTA, E.; VALÉRIO, D.; FÉ, N. F.; MENDONÇA, C. R.; COSTA, E. R.; ANDRADE, E. S. de; ANDES JÚNIOR, J. T.; ASSUNÇÃO, F. P.; SCARPASSA, V. M.; LACERDA, M. V. G. de; BUENEMANN, M.; VASILAKIS, N.; HANLEY, K. A. Where boundaries become bridges: Mosquito community composition, key vectors, and environmental associations at forest edges in the central Brazilian Amazon. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 17, n. 4, p. e0011296. 2023.

HUTSON, C. L.; DAMON, I. K. *Monkeypox Virus* Infections in Small Animal Models for Evaluation of Anti-Poxvirus Agents. **Viruses**. 2, 2763-2776. 2010. <https://doi.org/10.3390/v2122763>

ICTV. Taxonomy Browser. Disponível em: < <https://ictv.global/taxonomy> >. Acesso em: 07/01/2025.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON TAXONOMY OF VIRUSES (ICTV) *Poxviridae*. Disponível em: <https://talk.ictvonline.org/taxonomy/>

IUCN. 2023 IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <http://www.redlist.org>.

JACOBS, B. L.; LANGLAND, J. O.; KIBLER, K. V.; DENZLER, K. L.; WHITE, S. D.; HOLECHEK, S. A.; WONG, S.; HUYNH, T.; BASKIN, C. R. *Vaccinia virus* 1500 vaccines: Past, present and future. **Antiviral Research**, v. 84, n. 1, p. 1–13, 2009.

JANSEGHERS, L.; MATAMBA, M.; COLAERT, J.; VANDEPITTE, J.; DESMYTER, J. Fatal monkeypox in a child in Kikwit, Zaire. **Ann Soc Belg Med Trop**, 64, pp. 295-298. 1984.

KARESH, W. B.; WALLACE, R. B.; PAINTER, R. L.; RUMIZ, D.; BRASELTON, W. E.; DIERENFELD, E. S.; PUCHE, H. Immobilization and health assessment of free-ranging black spider monkeys (*Ateles paniscus chamek*). **Am J Primatol**. 1998.

KHODAKEVICH, L.; SZCZENIEWSKI, M.; Manbu-ma-Disu.; JEZEK, Z.; MARENNIKOVA, S.; NAKANO, J.; MESSINGER, D. The role of squirrels in sustaining monkeypox virus transmission. **Trop Geogr Med**, 39, pp. 115-122. 1987.

KROON, E. G.; MOTA, B. E. F.; ABRAHÃO, J. S.; FONSECA, F. G.; TRINDADE, G. S. Zoonotic Brazilian *Vaccinia virus*: From field to therapy. **Antiviral Research**. Volume 92, Issue 2, Pages 150-163. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2011.08.018>

KROON, G.E.; SANTOS ABRAHÃO, J.; DE SOUZA TRINDADE, G.; PEREIRA OLIVEIRA, G.; MOREIRA FRANCO LUIZ, A.P.; BARBOSA COSTA, G.; LIMA, M.T.; CALIXTO, R.S.; DE OLIVEIRA, D.B.; DRUMOND, B.P. Natural *vaccinia virus* infection: Diagnosis, isolation, and characterization. **Curr. Protoc. Microbiol**. 2016.

KURTH, A.; STRAUBE, M.; KUCSKA, A.; DUNSCHE, A. J.; MEYER, H.; NITSCHKE, A. Cowpox virus outbreak in banded mongooses (*Mungos mungo*) and jaguarundis (*Herpailurus yagouaroundi*) with a time-delayed infection to humans. **PLoS ONE**, v. 4, n. 9, 2009.

LANGONI, Hélio. Zoonoses and human beings. **J. Venom. Anim. Toxins incl. Trop. Dis** 10 (2). 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-91992004000200001>

LEITE, J. A.; DRUMOND, B. P.; TRINDADE, G. S.; LOBATO, Z. IP.; FONSECA, F. G.; SANTOS, J. R.; MADUREIRA, M. C.; GUEDES, M. I.; FERREIRA, J. M. S.; BONJARDIN, C. A.; FERREIRA, P. C. P.; KROON, E. G. Passatempo Virus, a *Vaccinia Virus* Strain, Brazil. **Emerg Infect Dis**. Dec;11(12):1935–1941.2005.

LIGON, B. L. Monkeypox: a review of the history and emergence in the Western hemisphere. *Seminars in Pediatric Infectious Diseases*, v. 15, n. 4, p. 280-287. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.spid.2004.09.001>.

- LIMA, M. C. F.; MITTESTAINER, J. C.; DA ROCHA, P. B.; C ARVALHO, E. R.; VEROSSI, B. P.; PELLICCIARI, P.; R.; VICTORIA, C.; LANGONI, H. Principais zoonoses em pequenos animais: breve revisão. **Veterinária e Zootecnia**, v.24, n.1, p.84-106, 2017.
- LIMA, M. T.; OLIVEIRA, G.; AFONSO, J. A. B.; SOUTO, R. J. C.; DE MENDONÇA, C. L.; DANTAS, A. F.M.; ABRAHAO, J. S.; KROON, E. G. An Update on the Known Host Range of the Brazilian Vaccinia Virus: An Outbreak in Buffalo Calves. **Front. Microbiol.** 2019.
- LIU, C. X.; DU, S. W.; LI, C.; WANG, Y. H.; WANG, M. P.; LI, Y.; YIN, R. L.; LI, X.; REN, D. Y.; QIN, Y. Q.; REN, J. Q.; JIN, N. Y. Immunogenicity analysis following human immunodeficiency virus recombinant DNA and recombinant vaccinia virus Tian Tan prime-boost immunization. **Science China Life Sciences**, v. 56, n. 6, p. 531–540, 2013.
- MÄTZ-RENSING, K.; STAHL-HENNIG, C.; KRAMSKI, M.; PAULI, G.; ELLERBROK, H.; KAUP, F-J. The Pathology of Experimental Poxvirus Infection in Common Marmosets (*Callithrix jacchus*): Further Characterization of a New Primate Model for Orthopoxvirus Infections. *Journal of Comparative Pathology*. Volume 146, Issues 2–3. Pages 230-242. 2012.
- MCFADDEN, Grant. Poxvirus tropism. **Nature Reviews Microbiology**, v. 3, n. 3, p. 201–213, 2005.
- MCKINNEY, T. The effects of provisioning and crop-raiding on the diet and foraging activities of human commensal white-faced capuchins (*Cebus capucinus*). **American Journal of Primatology**, v. 73, p. 439–448, 2011.
- MEDIG, J.; BORGES, I. A.; ABRAHÃO, J. S.; TRINDADE, G. S.; APPOLINARIO, C. M.; RIBEIRO, M. G.; ALLENDORF, S. D.; ANTUNES, J. M. A. P.; SILVA-FERNANDES, A. T.; KROON, E. G. Vaccinia virus zoonotic infection, São Paulo State, Brazil. **Emerg Infect Dis**; 18(1):189-91. 2012. doi: 10.3201/eid1801.110692.
- MEYER, H.; SCHAY, C.; MAHNEL, H.; PFEFFER, M.; Characterization of orthopoxviruses isolated from man and animals in Germany. **Arch Virol.** 1999
- MICHAUD, G. A.; SALCIUS, M.; ZHOU, F.; BANGHAM, R.; BONIN, J.; GUO, H.; SNYDER, M.; PREDKI, P. F.; SCHWEITZER, B. I. Analyzing antibody specificity with whole proteome microarrays. **Nat Biotechnol** 21(12):1509-12. 2003.
- MITTERMEIER, R.A.; ROBLES-GIL, P.; MITTERMEIER, C.G.; Hotspots: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. **Journal of Mammalogy**. CEMEX/ Agrupación Sierra Madre, Mexico City. 1999.
- MITTERMEIER, R.A.; COIMBRA FILHO, A.F; VALLE, C.M.C. A conservação internacional de primatas, com ênfase nos primatas da Mata Atlântica do Brasil. In: M.T. de Mello (ed.). **A primatologia no Brasil**, Vol 1. Sociedade Brasileira de Primatologia, Brasília p. 264-70. 1984.

- MITTERMEIER, R.A; COIMBRA FILHO, A.F; VALLE, C.M.C. A conservação internacional de primatas, com ênfase nos primatas da Mata Atlântica do Brasil. In: M.T. de Mello (ed.). A primatologia no Brasil, Vol 1. **Sociedade Brasileira de Primatologia**, Brasília p. 264-70. 1984.
- MORAIS JR, M. M.; RUIZ-MIRANDA, C.; GRATIVOL, A. D.; ANDRADE, C. C.; LIMA, C. S.; MARTINS, A.; BECK, B. B. Os sagüis, *Callithrix jacchus* e *penicillata*, como espécies invasoras na região de ocorrência do mico-leão dourado. Associação Mico-Leão-Dourado. 2008.
- MORENS, D. N.; FOLKERS, G. K.; FAUCI, A. S. The challenge of emerging and re-emerging infectious diseases. **Nature**. 8;430(6996):242-9. 2004.
- MOSS, B. Genetically engineered Poxviruses for recombinant gene expression, vaccination and safety. **Proc. Natl. Acad. Sci, USA**, v. 93, p. 11341-11348, 1996.
- MOSS, B. Poxvirus DNA replication. **Cold Spring Harb Perspect Biol**. Sep 1;5(9):a010199. 2013. DOI:10.1101/cshperspect.a010199.
- MUCKER, E.M.; CHAPMAN, J.; HUZELLA, L.M.; HUGGINS, J.W.; SHAMBLIN, J.; ROBINSON, C.G.; HENSLEY, L.E. Susceptibility of mar-mosets (*Callithrix jacchus*) to monkeypox virus: A low dose prospective model for monkeypox and smallpox disease. **PLoS ONE**, 10, e0131742. 2015.
- MYERS, N. Threatened biotas: "hot spots" in tropical forests. *Environmentalist*, v. 8, n. 3, p. 187-208, 1988.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403(6772), 853. 2000.
- NALCA, A.; LIVINGSTON, V. A.; GARZA, N. L.; ZUMBRUN, E. E.; FRICK, O. M.; CHAPMAN, J. L.; HARTINGS, J. M. Experimental Infection of *Cynomolgus* Macaques (*Macaca fascicularis*) with Aerosolized *Monkeypox Virus*. **PLoS ONE**. 2010.
- NALCA, A.; RIMOIN, A. W.; BAVARI, S.; WHITEHOUSE, C. A. Reemergence of monkeypox: Prevalence, diagnostics, and countermeasures. **Clinical Infectious Diseases**, v. 41, n. 12, p. 1765–1771, 2005.
- NEVES, L. G. **Distribuição Geográfica E Conservação De *Callithrix Kuhlii* (Coimbra-Filho, 1985) (Primates, Callitrichidae) No Sul Da Bahia, Brasil**. Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre em Zoologia, à Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, 2008
- OLIVEIRA, G. P.; FERNANDES, A. T. S.; DE ASSIS, F. L.; ALVES, P. A.; LUIZ, A. P. M. F.; FIGUEIREDO, L. B.; DE ALMEIDA, C. M. C.; TRAVASSOS, C. E. P. F.; DE SOUZA TRINDADE, G.; ABRAHÃO, J. S.; KROON, E. G. Short report: Intrafamilial transmission of *Vaccinia virus* during a bovine vaccinia outbreak in Brazil: A new insight in viral

transmission chain. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 90, n. 6, p. 1021–1023, 2014.

OLIVEIRA, J. S.; FIGUEIREDO, P. O.; COSTA, G. B.; ASSIS, F. L.; DRUMOND, B. P.; DA FONSECA, F. G.; NOGUEIRA, M. L.; KROON, E. G.; TRINDADE, G. S. *Vaccinia Virus* Natural Infections in Brazil: The Good, the Bad, and the Ugly. **Viruses**. 2017 DOI: [10.3390/v9110340](https://doi.org/10.3390/v9110340)

OLIVEIRA, L. C.; NEVES, L. G.; KIERULFF, M. C. M.; JERUSALINSKY, L.; MITTERMEIER, R. A.; RYLANDS, A. Golden-headed Lion Tamarin: *Leontopithecus chrysomelas*. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/species/40643/192327573>.

OLIVEIRA, L. C.; NEVES, L. G.; RABOY, B. E.; DIETZ, J. M. Abundance of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) affects group characteristics and use of space by golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) in Cabruca agroforest. **Environmental Management**, v. 48, n. 2, p. 248–262, ago. 2011.

OMS - Organização Mundial da Saúde. Zoonoses. Disponível em: <http://www.who.int/topics/zoonoses/en/>. Acesso em: 10/12/2024.

PAGLIA, A.P.; FONSECA, G.A.B.D.; RYLANDS, A.B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L.M.S.; CHIARELLO, A.G.; LEITE, Y.L.R.; COSTA, L.P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M.C.M.; et al. Lista anotada dos mamíferos do Brasil [In Portuguese]. **In Occasional Papers in Conservation Biology**; Conservação Internacional: Belo Horizonte, Brazil, 2012.

PELKONEN, P. M.; TARVAINEN, K.; HYNINEN, A.; KALLIO, E. R. K.; HENTTONEN, H.; PALVA, A.; VAHERI, A.; VAPALAHTI, O. Cowpox with Severe Generalized Eruption, Finland. **Emerging Infectious Diseases**, v. 9, n. 11, p. 1458–1461, 2003.

PERES, M. G.; BACCHIEGA, T. S.; APPOLINARIO, C. M.; VICENTE, A. F.; MIONI, M. S. R.; RIBEIRO, B. L. D.; FONSECA, C. R. S.; PELICIA, V. C.; FERREIRA, F.; ABRAHÃO, J. S.; MEGID, J. *Vaccinia virus* in Feces and Urine of Wild Rodents from São Paulo State, Brazil. **Viruses**. 23;10(2):51. 2018. DOI: 10.3390/v10020051

PETERSEN, B. W.; KABAMBA, J.; MCCOLLUM, A. M.; LUSHIMA, R. S.; WEMAKOY, E. O.; TAMFUM, J-J. M.; NGUETE, B.; HUGHES, C. M.; MONROE, B. P.; REYNOLDS, M. G. Vaccinating against monkeypox in the Democratic Republic of the Congo. **Antiviral Research**, v. 162, p. 171–177, 2019.

Resolução Estadual SES/GO nº 004-Doenças de Notificação Obrigatória Estadual. Disponível em: https://www.saude.go.gov.br/images/imagens_migradas/upload/arquivos/2015-11/resolucao-estadual-no_-004-2013-doe2.pdf. Acesso em: 06/11/2024.

Resolução SES/MG Nº 6.532, de 05 de dezembro de 2018. Disponível em: <http://vigilancia.saude.mg.gov.br/index.php/download/resolucao-ses-mg-no-6-532-de-05-de-dezembro-de-2018/?wpdmdl=5990>. Acesso em: 05/12/2024.

REYNOLDS, M. G.; EMERSON, G. L.; PUKUTA, E.; KARHEMERE, S.; MUYEMBE, J. J.; BIKINDOU, A.; MCCOLLUM, A. M.; MOSES, C.; WILKINS, K.; ZHAO, H.; DAMON, I. K.; KAREM, K. L.; LI, Y.; CARROLL, D. S.; MOMBOULI, J. V. Short report: Detection of human monkeypox in the Republic of the Congo following intensive community education. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 88, n. 5, p. 982–985, 2013.

RIMOIN, A. W.; MULEMBAKANI, P. M.; JOHNSTON, S. C.; LLOYD SMITH, J. O.; KISALU, N. K.; KINKELA, T. L.; BLUMBERG, S.; THOMASSEN, H. A.; PIKE, B. L.; FAIR, J. N.; WOLFE, N. D.; SHONGO, R. L.; GRAHAM, B. S.; FORMENTY, P.; OKITOLONDA, E.; HENSLEY, L. E.; MEYER, H.; WRIGHT, L. L.; MUYEMBE, J. J. Major increase in human monkeypox incidence 30 years after smallpox vaccination campaigns cease in the Democratic Republic of Congo. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 107, n. 37, p. 16262–16267, 2010.

RYLANDS, A. B.; MITTERMEIER, R. A. Primate taxonomy: species and conservation. **Evol Anthropol.** ;23(1):8-10. 2014. DOI: 10.1002/evan.21387.

RYLANDS, A.B; SCHNEIDER, H; LANGGUTH, A; MITTERMEIER, R.A., GROVES, C.P. e RODRIGUEZ LUNA, E. An assessment of the diversity of New World primates. **In: Neotropical Primates**, Vol. 8(2), p. 61-93. 2000.

RYLANDS, A.B; SPIRONELO, V.L; TORNISIELO, V.L; de SÁ, R.L; KIERULFF, M. C.M; SANTOS, I.B. Primates of the Rio Jequitinhonha valley, Minas Gerais, Brazil. **Primate Conservation**, Vol. 9, p. 100-109. 1988.

SAFRONETZ, D.; GEISBERT, T. W.; FELDMANN, H. Animal models for highly pathogenic emerging viruses. **Current Opinion in Virology**, v. 3, n. 2, p. 205–209, 2013.

SANTA CRUZ, A.C.M.; BORDA, J.T.; PATIÑO, E.M.; GÓMEZ, L; ZUNINO, G.E. Habitat fragmentation and parasitism in howler monkeys (*Alouatta caraya*). **Neotropical Primates** 8:146-148. 2000.

SCHATZMAYR, H. G.; COSTA, R. V. C.; GONÇALVES, M. C. R.; D'ANDRÉA, P. S.; BARTH, O. M. Human and animal infections by vaccinia-like viruses in the state of Rio de Janeiro: A novel expanding zoonosis. **Vaccine**, v. 29, p. 65-69, dez. 2011.

SCHMITT, A.; MATZ-RENSING, K.; KAUP, F-J. Non-Human Primate Models of Orthopoxvirus Infections. **Vet. Sci.**, 1(1), 40-62. 2014. DOI: 10.3390/vetsci1010040

SHCHELKUNOV, S. N.; MARENNIKOVA, S. S.; MOYER, R. W. Orthopoxviruses Pathogenic for Humans. Nova York: Springer. 425 p. 2005. DOI: 1007/b107126

Shchelkunov, S.N. An increasing danger of zoonotic orthopoxvirus infections. **PLoS Pathog.** 2013.

SILVA, N. I. O.; OLIVEIRA, J. S.; KROON, E. G.; TRINDADE, G. S.; DRUMOND, B. P. Here, There, and Everywhere: The Wide Host Range and Geographic Distribution of Zoonotic Orthopoxviruses. **Viruses**, v. 13, n. 1, p. 43, 2020.

SILVA, N.I.O.; DE OLIVEIRA, J.S.; KROON, E.G.; TRINDADE, G.d.S.; DRUMOND, B.P. Here, There, and Everywhere: The Wide Host Range and Geographic Distribution of Zoonotic Orthopoxviruses. **Viruses.**, 13, 43. 2021. DOI: 10.3390/v13010043

Sistema Brasileiro de Vigilância e Emergências Veterinárias. Ministério da Agricultura e Agropecuária. Disponível em:

<https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/SISBRAVET.html>

SKLENOVSKÁ, N.; VAN RANST, M. Emergence of Monkeypox as the Most Important Orthopoxvirus Infection in Humans. **Frontiers in Public Health**, v. 6, 2018.

STANFORD, M. M; MCFADDEN, G.; KARUPIAH, G.; CHAUDHRI, G. Immunopathogenesis of poxvirus infections: forecasting the impending storm. **Immunology & Cell Biology**, v. 85, n. 2, p. 93–102, 2007.

STYCZYNSKI, A.; BURGADO, J.; WALTEROS, D.; USME-CIRO, J.; LAITON, K.; FARIAS, A.P.; NAKAZAWA, Y.; CHAPMAN, C.; DAVIDSON, W.; MAULDIN, M.; MORGAN, C.; MARTÍNEZ-CERÓN, J.; PATIÑA, E.; SEPÚLVEDA, L.L.L.; TORRES, C.P.; SUAREZ, A.E.C.; OLAYA, G.P.; RIVEROS, C.E.; CEPEDA, D.Y.; LOPEZ, L.A.; ESPINOSA, D.G.; LOZADA, F.A.G.; LI, Y.; SATHESHKUMAR, P.S.; REYNOLDS, M.; GRACIA-ROMERO, M.; PETERSEN, B. Seroprevalence and Risk Factors Possibly Associated With Emerging Zoonotic Vaccinia Virus in a Farming Community, Colombia. **Emerg Infect Dis**, 25 (12), 2169- 2176, Dec. 2019. DOI: 10.3201/eid2512.181114.

TEIXEIRA, D. S.; BERNAL-VALLE, S.; RAMOS, A. V. V.; SANTOS, L. K. N. S. S.; DOS ABREU, F. V. S.; SANTOS, E.; BANDEIRA, J. C.; & DE ALMEIDA, R. M. Capture and collection of biological samples from free-living Neotropical Primates. *Primate Conservation*, 36, 01–12. 2022.

TRINDADE G.S.;DRUMOND B.P; GUEDES M.I.M.C.; LEITE JAMOTA BEF, CAMPOS MA, DAFONSECA FG, NOGUEIRA ML, LOBATO ZIP, BONJARDIM CA, FERREIRA P CP, KROON EG. Zoonotic Vaccinia Virus Infection in Brazil: Clinical Description and Implications for Health Professionals. *J Clin Microbiol* 45:2007. DOI: <https://doi.org/10.1128/jcm.00920-06>

TRINDADE, G. S.; DA FONSECA, F. G.; MARQUES, J. T.; DINIZ, S.; LEITE, J.; BODT, S.; PEER, Y. V.; BONJARDIN, C. A.; FERREIRA, P. C. P.; KROON, E. G. Belo Horizonte virus: a vaccinia-like virus lacking the A-type inclusion body gene isolated from infected mice. **Journal of General Virology**, v. 85, n. 7, p. 2015–2021, 2004.

VORA, N. M.; LI, Y.; GELEISHVILI, M.; EMERSON, G. L.; KHMALADZE, E.; MAGHLAKELIDZE, G.; NAVDARASHVILI, A.; ZAKHASHVILI, K.; KOKHREIDZE, M.; ENDELADZE, M. Human Infection with a Zoonotic Orthopoxvirus in the Country of Georgia. **New England Journal of Medicine**, v. 372, n. 13, p. 1223-1230, 26 mar. 2015.

WOLFE, N. D.; DUNAVAN, C. P.; DIAMOND, J. Origins of major human infectious diseases. **Nature**, v. 447, n. 7142, p. 279–283. 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Mpox (*Monkeypox*) Outbreak: Global Trends. 2022. Disponível em: <https://worldhealthorg.shinyapps.io/mpx_global/> Acesso em: 15/02/2024.