



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ASPECTOS ECOEPIDEMIOLÓGICOS DA VIGILÂNCIA DE PRIMATAS NÃO
HUMANOS E FEBRE AMARELA NO DISTRITO FEDERAL**

GABRIELA RODRIGUES DE TOLEDO COSTA

BRASÍLIA-DF, 2023



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ASPECTOS ECOEPIDEMIOLÓGICOS DA VIGILÂNCIA DE PRIMATAS NÃO
HUMANOS E FEBRE AMARELA NO DISTRITO FEDERAL**

**ALUNA: GABRIELA RODRIGUES DE TOLEDO COSTA
ORIENTADOR: PROF. DR. MÁRCIO BOTELHO DE CASTRO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO: 046/2023

BRASÍLIA – DF

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ASPECTOS ECOEPIDEMIOLÓGICOS DA VIGILÂNCIA DE PRIMATAS NÃO
HUMANOS E FEBRE AMARELA NO DISTRITO FEDERAL**

GABRIELA RODRIGUES DE TOLEDO COSTA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
ANIMAIS, COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
EM CIÊNCIAS ANIMAIS.**

APROVADA POR:

**MARCIO BOTELHO DE CASTRO, Doutor (Universidade de Brasília)
ORIENTADOR**

**CRISTIANO BARROS DE MELO, Doutor (Universidade de Brasília)
EXAMINADOR INTERNO**

**GIANE REGINA PALUDO, Doutora (Universidade de Brasília)
EXAMINADOR INTERNO**

**ALESSANDRO PECEGO MARTINS ROMANO, Doutor (Ministério da Saúde)
EXAMINADOR EXTERNO**

BRASÍLIA-DF, 04 de DEZEMBRO de 2023

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

COSTA, Gabriela Rodrigues de Toledo. **Aspectos ecoepidemiológicos da vigilância de primatas não humanos e febre amarela no Distrito Federal**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília. 2023, 58 p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal autorizando reprodução dessa dissertação para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor e seu orientador reservam para si os outros direitos autorais de publicação. Nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização escrito do autor ou de seu orientador. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

COSTA, Gabriela Rodrigues de Toledo. **Aspectos ecoepidemiológicos da vigilância de primatas não humanos e febre amarela no Distrito Federal**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2023. 58p. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2023.

1. Primatas não humanos; 2. Vigilância em Saúde; 3. Epizootias; 4. Arbovirose 5. Febre Amarela; 6. Callithrix.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais (Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV), da Universidade de Brasília, pela oportunidade, e ao meu orientador, Márcio Botelho, pela paciência, compreensão e cooperação, sem as quais não seria possível concluir o curso com êxito!

À Gerência de Vigilância Ambiental de Zoonoses do Distrito Federal, aos colegas que sempre acreditaram na força da vigilância e iniciaram esse belíssimo trabalho. Sem o empenho inicial e a insistência de vocês, nada disso seria possível. Em especial à Maria Isabel Rao Bofill, Ivanildo Oliveira, Divino dos Santos, além de tantos outros colegas distribuídos pelo Sistema Único de Saúde e pelos Órgão Ambientais.

À Coordenação-Geral das Arboviroses, do Ministério da Saúde. Daniel e Pedro, obrigada pelas conversas e suporte ao longo do mestrado.

Um agradecimento especial aos meus familiares, por todo amor demonstrado de tantas formas, vocês foram essenciais. Aos meus pais, Martinho e Inês, e minha querida irmã, Juliana, pelo carinho e encorajamento sempre!

Ao meu companheiro de vida, Fabio Gontijo, e aos meus filhotinhos maravilhosos, Isadora, Heloísa e Eduardo. Vocês são uma parte muito importante de mim.

Agradeço a todas as pessoas que não citei, mas que também contribuíram de alguma forma em minha caminhada.

Agradeço a Deus, a força que me sustenta em vários momentos.

Sou imensamente grata por mais essa etapa concluída. Muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUÇÃO.....	2
1.1. PROBLEMÁTICA E RELEVÂNCIA	4
1.2. OBJETIVO	4
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. FEBRE AMARELA	5
2.2. PRIMATAS NÃO HUMANOS	9
2.2.1. <i>Callithrix</i>	10
2.2.2. <i>Sapajus</i>	11
2.2.3. <i>Alouatta</i>	11
2.3. VIGILÂNCIA DE PRIMATAS NÃO HUMANOS	12
2.4. DISTRITO FEDERAL	15
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
CAPÍTULO 2	20
1. RESUMO	20
2. ABSTRACT	21
3. INTRODUÇÃO.....	22
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
5. RESULTADOS	25
6. DISCUSSÃO	28
7. REFERÊNCIAS	36

RESUMO

Febre amarela (FA) é uma doença infecciosa febril aguda e causada por um flavivírus. Ela se mantém como importante ameaça à saúde pública, dado o elevado potencial epidêmico, principalmente em áreas com populações não vacinadas e densamente povoadas. É uma doença imunoprevenível e, atualmente, a vacinação é recomendada em todo o território nacional. Ainda assim, historicamente são registrados surtos recorrentes, com extensão e magnitude variáveis e alta letalidade para as formas grave.

A FA se mantém na natureza por meio da transmissão entre primatas não humanos (PNH) e mosquitos silvestres (*Haemagogus*; *Sabethes*). Os PNHs são os principais hospedeiros do vírus e constituem “sentinelas” na vigilância da doença. No Brasil, a vigilância de epizootias em PNHs iniciou seus registros em 1999 e, a partir de 2006, a morte ou adoecimentos de PNHs passou a ser de notificação compulsória, em todo território nacional. No Distrito Federal, a vigilância de PNHs teve início em 2008, durante surto de FA.

Esse estudo buscou descrever e analisar o perfil ecoepidemiológico da vigilância passiva da morte de PNHs notificadas à Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal (SES-DF), entre 2008 e 2022. Para captação dos dados, foram utilizadas a Ficha de Notificação de Epizootia do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e a planilha de notificação da Gerência de Vigilância Ambiental de Zoonoses (GVAZ/ SES-DF). No período, foram notificadas 1.175 epizootias de PNHs no DF, envolvendo 1.353 animais.

As notificações foram investigadas e as amostras coletadas foram encaminhadas aos laboratórios de referência do Ministério da Saúde, para diagnóstico laboratorial. Do total de notificações, 20 (1,7%) foram confirmadas para febre amarela, em três períodos epizooticos distintos: 2008 (casos humanos, PNHs e vetores confirmados); 2015 e 2020 (PNHs confirmados). Do total, 85,2% dos animais eram do gênero *Callithrix* (23/27), 66,7% adultos (18/27), e 70% (14/20) das epizootias confirmadas para FA ocorreram nos meses de setembro e outubro. A intensificação das ações de vigilância, a interlocução entre equipes multidisciplinares, o fortalecimento e aprimoramento das relações interinstitucionais (saúde, órgãos ambientais, polícia militar ambiental, Emater, Seagri etc.) são fundamentais para o aperfeiçoamento da vigilância em saúde. As informações sobre a ecoepidemiologia da morte de PNHs, e a consolidação da notificação de epizootias em primatas, potencializa a vigilância como instrumento de prevenção de casos humanos da doença no DF.

PALAVRAS-CHAVE: Primatas não humanos, Vigilância em saúde, febre amarela, arbovirose *Callithrix*.

ABSTRACT

Yellow fever (YF) is an acute febrile infectious disease caused by a flavivirus. It remains an important threat to public health, given the high epidemic potential, mainly in areas with unvaccinated and densely populated populations. It is an immunoprevent disease and currently vaccination is recommended throughout the national territory. Still, historically, recurrent cases have only been recorded, with variable extension and magnitude and high lethality for the severe forms. YF is maintained in nature by means of transmission between non-human primates (NPH) and wild mosquitoes (*Haemagogus*; *Sabethes*). The NPHs are the main hosts of viruses and constitute “sentinels” in the surveillance of YF. In Brazil, the surveillance of epizootics in NHPs began its records in 1999 and as of 2006, deaths or documents of NHPs became mandatory notification in all national territory. In the Federal District (DF), surveillance of NHPs began in 2008 during the supply of YF. This study seeks to identify and analyze the eco-epidemiological profile of passive death surveillance of NHPs notified to the Secretary of State for Health of the Federal District (SES-DF) between 2008 and 2022. To capture data, the forms used in the Epizootic Notification File Notification Aggravations Information System (SINAN) and notification plan of the Zoonoses Environmental Surveillance Management (GVAZ/ SES-DF). In this period, 1,175 epizootics of NHPs were notified, involving 1,353 animals. The notifications were investigated and the samples collected were sent to the Ministry of Health's reference laboratories for laboratory diagnosis. The total number of notifications, 20 (1.7%) confirmed for YF, in three different epizootic periods: 2008 (confirmed human cases, NHPs and vectors); 2015 and 2020 (confirmed PNHs), 85.2% of the animals were of the genus *Callithrix* (23/27), 66.7% of adults (18/27) and 70% (14/20) of the confirmed epizootics for YF occurred in the months September and October. The intensification of surveillance activities, the interlocution between multidisciplinary teams, the strengthening and strengthening of inter-institutional relations (health, environmental organizations, environmental military police, Emater, Seagri, etc.) are fundamental for the improvement of surveillance in health. The information on the ecoepidemiology of the death of NHPs and the consolidation of the notification of epizootics in primates potentializes surveillance as an instrument for the prevention of human cases of disease in DF.

KEYWORDS: Non-human primates, Yellow Fever, Health surveillance, arbovirus, *Callithrix*.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

A febre amarela (FA) é uma doença infecciosa febril aguda, não contagiosa, causada por um arbovírus do gênero *Flavivirus*, família *Flaviviridae*. A doença se mantém endêmica e enzoótica em diversas regiões tropicais das Américas e da África e, de modo esporádico, são registrados surtos e epidemias de magnitude variável (Brasil, 2009). Não há transmissão direta de pessoa para pessoa, pois essa é realizada exclusivamente através de fêmeas infectadas de mosquitos (BRASIL, 2022). A suscetibilidade à doença é universal, e a imunidade, duradoura, sendo desencadeada a partir de quadro infeccioso ou vacinação (BRASIL, 2022).

Nas Américas, a FA possui dois ciclos epidemiológicos de transmissão: silvestre (FAS) e urbano (FAU). As diferenças entre os ciclos são em relação às espécies de vetores e os hospedeiros vertebrados amplificadores. Sob os demais aspectos (etiológico, clínico, imunológico e fisiopatológico), não há diferenciação na história natural da doença entre o ciclo silvestre e urbano (CAVALCANTE e TAUIL, 2017). No ciclo urbano, que envolve o homem como hospedeiro amplificador e culicídeos do gênero *Aedes*, especialmente da espécie *Aedes aegypti*, como vetores, não há participação do primata não humano (MARCONDES, 2016). No Brasil, desde 1942 há apenas registros de casos da doença devido à transmissão do agente etiológico pelo ciclo silvestre (BRASIL, 2022).

O vírus da FA (VFA) se dispersa por corredores ecológicos de transmissão, afetando mosquitos silvestres e PNH de fragmentos florestais próximos, que podem levar o vírus da região Norte até a região Sudeste e Sul do Brasil. Estudos recentes, utilizando sequenciamento genômico, permitiram a identificação dos corredores espaciais de propagação do VFA, que iniciam na região Amazônica e se dispersam no sentido Norte-Sul, passando pelo Centro-Oeste (GIOVANETTI et al, 2023). Essas vias de dispersão passam por GO e DF, que são importantes territórios sentinelas para vigilância da FA no Brasil.

Nas Américas, todas as espécies de primatas são suscetíveis à infecção viral. Os principais gêneros de macacos envolvidos no ciclo silvestre da doença são: *Sapajus* sp. (macaco-prego), *Alouatta* sp. (guariba) e *Callithrix* sp. (sagui) (ACHA, 2003). Estudos mostram que nos primatas a doença se manifesta periodicamente em intervalos de tempo suficiente para a renovação das populações de símios suscetíveis, após cada onda epizootica. Isso reforça as constatações de que os surtos de FA, nestes animais, são seguidos por períodos longos de imunidade contra reinfecção, até que uma população de símios se reproduza e se

desenvolva, formando uma nova geração suscetível ao vírus (STRODE, 1951; AMARAL, 1983; KINDLOVITS, 2009).

Nas duas últimas décadas, foram registradas transmissões de febre amarela (FA) além dos limites da área considerada endêmica (região Amazônica). A partir de 2014, uma reemergência sem precedentes na história da FA silvestre no Brasil afetou, até junho de 2020, dezoito estados de todas as regiões, resultando em 2.283 casos humanos e 779 óbitos (letalidade de 34,1%), além de 1.810 epizootias, em primatas não humanos, confirmadas laboratorialmente, com pelo menos 2.216 animais mortos (BRASIL, 2019a).

Considerando sua relevância epidemiológica, a FA é uma doença de notificação compulsória, devendo ser comunicada, ainda na suspeição, à autoridade de saúde local de forma imediata, ou seja, em um prazo de até 24 horas. A notificação é de caráter obrigatório, por todos os profissionais de saúde de instituições públicas e privadas (BRASIL, 2016).

A vigilância da FA é complexa e envolve diferentes áreas da vigilância em saúde, para melhor monitoramento, prevenção e controle do agravo, tais como vigilância epidemiológica, vigilância entomológica, vigilância de primatas e imunização.

A vigilância de primatas não humanos (PNH) tem por objetivo detectar precocemente uma possível circulação viral, a fim de desencadear medidas de controle e prevenção da doença (BRASIL, 2017).

1.1. PROBLEMÁTICA E RELEVÂNCIA

O Distrito Federal faz parte da região extra-amazônica onde ocorre a FA e compõe corredores de dispersão desse vírus. Considerando a relevância epidemiológica da FA, e a potencial ameaça de causar surtos, sistematizar informações fornece subsídios ecoepidemiológicos e ecogeográficos, a fim de orientar tomadas de decisões mais eficientes e melhorar as respostas à Saúde Pública no Distrito Federal.

1.2. OBJETIVO

Este estudo retrospectivo tem como objetivo descrever e analisar as epizootias em primatas não humanos (PNHs) notificadas à Secretaria de Saúde do Distrito Federal, no período de 2008 a 2022. Como objetivos específicos, propõe descrever a distribuição espacial das epizootias em PNHs notificadas no período; descrever e analisar a ecoepidemiologia e a ecogeografia das epizootias PNHs e os surtos epizoóticos de FA em PNHs, no DF.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A vigilância de epizootias em primatas não humanos como estratégia para o monitoramento da febre amarela

2.1.FEBRE AMARELA

Doença infecciosa febril aguda, imunoprevenível, de evolução abrupta e gravidade variável, com elevada letalidade nas suas formas graves. O agente etiológico é um arbovírus, pertencente ao gênero *Flavivirus*, transmitido por artrópodes (vetores), habitualmente conhecido como mosquitos e pernilongos. Não há transmissão direta de pessoa para pessoa, pois ela ocorre exclusivamente através de fêmeas de mosquitos infectadas. A suscetibilidade à doença é universal, e a imunidade, duradoura, sendo desencadeada a partir de quadro infeccioso ou vacinação (BRASIL, 2022). A importância epidemiológica decorre da gravidade clínica, da elevada letalidade e do potencial de disseminação e impacto (VASCONCELOS, 2003; BRASIL, 2022).

Estima-se que de 80% a 90% dos casos humanos acometidos pela FA se apresentam nas formas clínicas leves ou moderadas, que evoluem para a cura, enquanto entre 10% e 20% desenvolvem quadros graves, com letalidade em torno de 50%. A forma clássica se caracteriza por um quadro ictero-hemorrágico, tanto em humanos como em primatas (VASCONCELOS, 2003).

Nas Américas, dois ciclos epidemiológicos são conhecidos, um urbano, que se mantém entre o homem e os mosquitos urbanos, e um silvestre, que ocorre entre PNH e mosquitos silvestres (VASCONCELOS, 2003). No ciclo silvestre da febre amarela, os primatas não humanos (PNHs) são considerados os principais hospedeiros, amplificadores do vírus, e são vítimas da doença assim como o ser humano, que, nesse ciclo, apresenta-se como hospedeiro acidental. As principais espécies de culicídeos (mosquitos silvestres) implicadas na transmissão são *Haemagogus janthinomys* e *Haemagogus leucocelaenus*, além de diversas espécies do gênero *Sabethes*.

Os mosquitos são considerados os verdadeiros reservatórios do vírus da febre amarela, pois, uma vez infectados, permanecem assim durante toda a vida. No ciclo urbano, não

registrado no Brasil desde 1942, o ser humano é o principal hospedeiro com importância epidemiológica, e as espécies de culicídeos (mosquitos vetores) implicadas na transmissão são do gênero *Aedes*, principalmente o *A. aegypti*, mantendo-se um ciclo homem-mosquito (TAUIL, 2010; BRASIL, 2017).

No Brasil, até o século XIX, a doença dizimou vidas em extensas epidemias, mas com o desenvolvimento de vacinas e programas de eliminação do principal vetor urbano, o *Aedes aegypti*, a incidência da doença foi reduzida. O ciclo urbano teve seu último registro em 1942 (COSTA, 2011). Até o ano de 1999, a ocorrência de casos de FA estava limitada principalmente à região Norte e Nordeste (no caso desse último, mais especificamente, no sul do Estado da Bahia). A partir do ano 2000, no entanto, observou-se a ocorrência consistente de casos autóctones, em áreas extra-amazônicas, que não são classificadas como endêmicas para a febre amarela (BRASIL, 2019).

A FA é uma zoonose de importância em saúde pública e o número anual de notificações de FAS é muito variável. No período entre 1980 e 2008, foram confirmados 726 casos, dos quais 383 evoluíram para óbito, o que corresponde a uma letalidade média de 52,8%, com uma variação de 23% a 100%. Todas as unidades federadas da região Norte registraram casos no período, sendo essas as responsáveis por 35,8% das notificações do país, nas duas últimas décadas, seguidas da região Centro-Oeste, com 30,2%, região Sudeste, 18%, Nordeste (Maranhão e Bahia) 15%, e a região Sul (Paraná e Rio Grande do Sul), com 1% dos casos do período (BRASIL, 2009).

A partir de 2014, uma reemergência sem precedentes na história da FA silvestre no Brasil afetou, até junho de 2020, dezoito estados de todas as regiões, resultando em 2.283 casos humanos e 779 óbitos (letalidade de 34,1%), além de 1.810 epizootias, em primatas não humanos, confirmadas laboratorialmente, com pelo menos 2.216 animais mortos. Os casos registrados nessa reemergência representam 84,7% dos casos da série histórica e superaram o número de casos confirmados desde a descrição do ciclo silvestre, em 1932, até 2013 (BRASIL, 2019a).

A vacinação é uma das principais medidas de prevenção da doença. A vacina contra a febre amarela é produzida no Brasil desde 1937 (vacina de vírus vivo atenuado) e, atualmente, está sendo utilizada a cepa 17DD (COSTA, 2011). Em 1999, a vacina foi incluída no calendário de vacinação infantil, para residentes na Amazônia Legal, região Centro-Oeste, e para

residentes ou viajantes para áreas de transição (BRASIL, 2013). A partir de 2001, com o deslocamento de casos para outras regiões do país, a vacina foi ampliada para parte da região Sudeste e Sul (COSTA et al, 2011). Em 2020, com a ampliação da vacina para estados da região Nordeste, todo o país passou a ser considerado como Área com Recomendação de Vacinação (BRASIL, 2020). Em 2013, a Organização Mundial de Saúde (OMS) passou a recomendar dose única da vacina como garantia de imunidade permanente, sem necessidade de doses de reforço adicionais (WHO, 2013). O Ministério da Saúde, em abril de 2017, também passou a recomendar a vacinação contra a febre amarela em dose única.

O Programa de Vigilância, Prevenção e Controle da febre amarela atua de forma articulada com diferentes áreas, como: vigilância de casos humanos suspeitos, vigilância de síndromes febris íctero-hemorrágicas, imunização, vigilância de eventos adversos pós-vacinais (EAPV) graves, vigilância entomológica (vetores urbanos e silvestres), vigilância ambiental (ecoepidemiologia), além de ações de informação, de educação e de comunicação. Assim, as vigilâncias entomológica e de epizootia em PNH constituem eixos de atuação ecoepidemiológica do Programa no Brasil (BRASIL, 2017).



Figura 1. Áreas de atuação do Programa de Vigilância, Prevenção e Controle da febre amarela.

No Brasil, a Portaria de Consolidação nº 4 GM/MS, de 28 de setembro de 2017, define a compulsoriedade da notificação de casos suspeitos de febre amarela e de mortes de primatas

não humanos a todos os níveis de gestão do SUS, até 24 horas após a suspeita inicial (BRASIL, 2017b), cuja finalidade é identificar a área de transmissão, avaliação, tipo de transmissão (urbana ou silvestre), verificar a área afetada e populações sob risco, para adotar medidas de prevenção e controle (ROMANO et al, 2011).

2.2. PRIMATAS NÃO HUMANOS

A ordem *Primates* é composta por mais de 600 táxons distribuídos na África, Ásia e na América Latina. Cerca de 35% destes táxons se encontram ameaçados de extinção, devido à perda de habitat, causada principalmente pelo avanço da agricultura e pecuária, pelo corte seletivo de árvores, e pela caça (IUCN, 2010). Esta ordem é dividida em duas subordens: PROSIMII e ANTHROPÓIDEA. A primeira inclui os prossímios, que são evolutivamente mais primitivos. A segunda se divide em dois grandes grupos: a infraordem CATARRHINI e a PLATYRRHINI (REIS, 2008; VOEVODIM & MARX, 2009).

Os macacos do Velho Mundo pertencem à infraordem Catarrhini (do grego, *Kata* = inferior, e *Rhinos* = naris), que inclui as quatro famílias de primatas: *Cercopithecidae*, *Hylobatidae*, *Pongidae* e *Hominidae*. Os primatas do Novo Mundo, ou primatas neotropicais, pertencem à infraordem *Platyrrhini* (do grego: *Platy* = largo, chato, e *Rhinos* = nariz), sendo que a posição da abertura das narinas é voltada para os lados, apresentando o septo nasal largo e um focinho curto (REIS, 2008; KINDLOVITS, 2009; MITTERMEIER et al, 2013).

Os macacos do Novo Mundo compreendem as espécies que vivem exclusivamente nas florestas tropicais das Américas do Sul e Central. São macacos de tamanho pequeno e médio (de 100 g a pouco mais de 10 kg), arborícolas, que possuem uma locomoção predominantemente quadrúpede, com algumas espécies apresentando uma cauda preênsil (REIS, 2008).

Os primatas neotropicais são classificados em cinco famílias mais abrangentes (*Callitrichidae*, *Cabidae*, *Aotidae*, *Phitheciidae* e *Atelidae*), dezenove gêneros (*Cebuella*, *Mico*, *Callithrix*, *Saguinus*, *Leontopithecus*, *Callimico*, *Saimiri*, *Cebus*, *Sapajus*, *Aotus*, *Callicebus*, *Pithecia*, *Chiropotes*, *Cacajao*, *Alouatta*, *Ateles*, *Lagothrix*, *Oreonax* e *Brachyteles*), 110 espécies e 205 subespécies (RYLANDS, 2000; RYLANDS et al, 2016).

Estudos sobre a FA em primatas demonstram que esse grupo animal pode sinalizar a circulação viral e ajudar no alerta para a prevenção da doença em humanos. Em regiões habitadas por populações humanas, a morte de primatas, principalmente dos gêneros *Alouatta* e *Sapajus*, como já registrado, alerta a saúde pública e justifica a importância do monitoramento desses animais, uma vez que essa zoonose silvestre não é passível de ser eliminada (REIS et al., 2008). Como a maioria dos primatas do Novo Mundo é altamente suscetível à infecção, e muitos morrem, sugere-se que a periodicidade entre epizootias ou epidemias reflete o tempo

necessário para a renovação das populações de macacos suscetíveis. No entanto, não está claro como a FA se mantém durante períodos interepizooticos ou interepidemicos (BRYANT et al., 2007).

Entre os símios neotropicais, a FA se apresenta em proporções epizooticas, sobretudo nos do gênero *Alouatta*, nos quais pode causar elevada mortalidade. Outros primatas gravemente afetados são: macaco-aranha (*Ateles* sp.), macaco-da-noite (*Aotus* sp.) e espécies dos gêneros *Saguinus*, *Sapajus*, *Callithrix* e *Callicebus*. Os macacos do gênero *Sapajus*, apesar de se infectarem facilmente, apresentam baixa taxa de letalidade e geralmente desenvolvem imunidade (KINDLOVITS et al, 2009).

Os gêneros de PNHs de vida livre, encontrados no Distrito Federal, são *Callithrix*, *Sapajus* e *Alouatta*. Sendo *C. penicillata*, *S. libidinosus* e *A. caraya* as espécies que fazem parte da fauna silvestre (IBRAM, 2021).

2.2.1. *Callithrix*

São popularmente conhecidos como sagui-de-tufos-brancos, mico-estrela, sagui-de-tufos-pretos, sagui-de-cara-branca, sagui-de-Wied, sagui-da-serra, sagui-estrela-preto (RAYLANDS, 2009). Tem peso entre 373 g e 450 g, pelagem estriada no dorso e calda, geralmente com ornamentos pilosos nas orelhas. São basicamente insetívoros-gumívoros, e, para a gumivoria, os incisivos inferiores são longos e estreitos, facilitando o roer dos troncos de árvores gumíferas. Esse gênero possui uma ampla distribuição nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil. Os *Callithrix* ocupam áreas de floresta estacional semidecidual, floresta ombrófila densa, florestas ripárias, manchas de caatinga arbórea e caatinga arbustiva e, ainda, áreas urbanas e ambientes fragmentados (AURICCHIO, 1995; GARBER, 2017; MITTERMEIER et al, 2013).

Algumas espécies desse gênero são consideravelmente antropofílicas e vivem em ambientes urbanos. Por esse motivo, são mais facilmente avistadas quando doentes ou mortas, fazendo com que esse gênero seja numericamente o principal PNH notificado pelo sistema de saúde, embora apenas uma pequena fração se mostre positiva para a presença do vírus (FERNANDES et al, 2021).

Os saguis são suscetíveis a infecções pelo vírus da FA, mas parecem exibir resistência intermediária à morte, quando comparados aos macacos-prego e bugios. Essas descobertas levantam preocupações, uma vez que muitos grupos de saguis transitam entre fragmentos

florestais e cidades, o que poderia facilitar o seu papel como “hospedeiro-ponte”, devido ao seu comportamento, por vezes estabelecendo contacto próximo com humanos (ABREU, 2020).

2.2.2. *Sapajus*

Fazem parte deste gênero o macaco-prego. Esse gênero possui ampla distribuição na América do Sul, com oito espécies descritas com ocorrência no Brasil: *Sapajus apela*, *Sapajus cay*, *Sapajus flavius*, *Sapajus libidinosus*, *Sapajus macrocephalus*, *Sapajus nigritus*, *Sapajus robustus*, e *Sapajus xanthosternos* (SILVA, 2010; TORRES DE ASSUMPCÃO, 2014). Habita quase toda a região neotropical e seu habitat é o mais diversificado dos primatas neotropicais, utilizando todos os estratos arbóreos de florestas chuvosas inundáveis ou não, florestas primárias, secundárias, caatinga, palmeiras, campos e mangues, e, conseqüentemente, adaptando-se a uma alimentação onívora grandemente variada (AURICCHIO, 1995; RYLANDS & MITTERMEIER, 2009).

No habitat natural, vivem em grupos de sete a dez indivíduos, estando sujeitos à sazonalidade alimentar, que determina os melhores períodos para acometerem as cópulas e os nascimentos dos filhotes. Mede de 0,32 a 0,56 cm de comprimento, sua cauda mede de 0,30 a 0,55 cm, que pode ser utilizada como ponto de apoio, quando se posiciona em pé ou para dar-lhe equilíbrio, enrolando-se ao redor de um ramo, mas não é propriamente preênsil. Pesa, em média, três quilos, sendo sua densidade de 35 indivíduos por km² e sua biomassa de 96 Kg por km² (AURICCHIO, 1995; CUBAS, 2007; KINDLOVITS, 2009).

O gênero *Sapajus* apresenta maior resistência ao vírus da FA. O macaco-prego se mostra mais refratários ao vírus da FA (STRODE, 1951). Esses animais, mesmo infectados com doses maciças, raramente desenvolvem doença grave. Eles desenvolvem infecção subclínica ou quadro febril fugaz, há viremia, e segue-se a produção de anticorpos protetores que neutralizam futuras reinfecções (VASCONCELOS, 2003).

2.2.3. *Alouatta*

O gênero *Alouatta* é conhecido como guariba, bugio, barbado ou gritador, desenvolve quadros fulminantes após infecção pelo vírus da FA, e serve como sentinelas para a circulação do vírus (ALMEIDA et al, 2017; VASCONCELOS, 2003). Por apresentar alta viremia durante a infecção, é uma importante fonte de infecção para mosquitos vetores, tratando-se assim de um importante hospedeiro amplificador do vírus (FERNANDES et al, 2021).

Este gênero apresenta a maior distribuição geográfica dentre todos os gêneros de primatas neotropicais, pois é muito ampla, estendendo-se do Sul do México ao Norte da Argentina. No Brasil, podemos encontrá-lo no Amazonas, Pará, Maranhão, Paraíba, Ceará, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Habita em florestas montanhosas úmidas ou em vegetação mais aberta, como no cerrado, na caatinga ou em florestas de araucárias, em altitudes que oscilam entre 0 a 1.200 m, além de ser encontrado em habitats fragmentados e antropizados (REIS, 2006; KINDLOVITS, 2009; KOWALEWSKI & RAÑO, 2017).

São animais maciços, com vasta barba, sob a face nua de pele negra, cauda preênsil com palma, ventre e peito com pouca pelagem. É um dos poucos gêneros que possui dimorfismo sexual. O comprimento total da cabeça e corpo varia de 420 mm a 630 mm e o da cauda, de 485 mm a 690 mm. Vivem em grupos de quatro a seis indivíduos, podendo chegar a quinze, sendo sua área de uso de 1 a 20 ha (AURICCHIO, 1995; REIS, 2006; KINDLOVITS, 2009). Alimentam-se de folhas, principalmente folhas novas e frutos, que recolhem antes dos outros primatas, devido à capacidade de detoxificar as defesas químicas de muitas plantas, abrindo para si mesmo um grande suprimento que outros primatas não podem consumir (AURICCHIO, 1995).

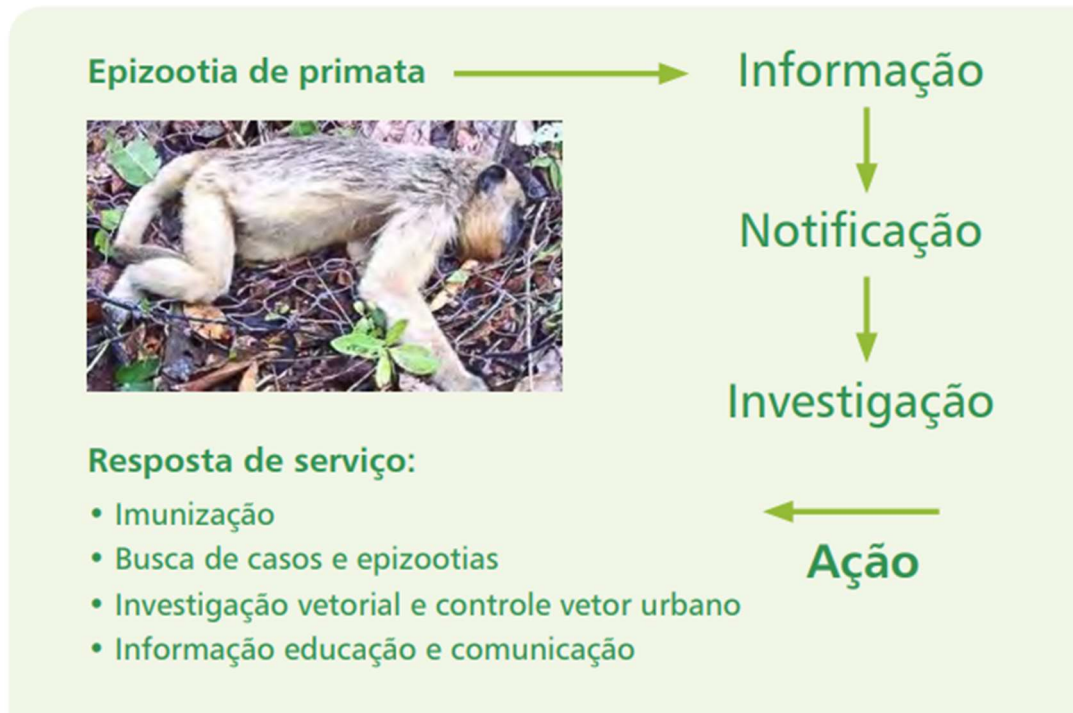
2.3. VIGILÂNCIA DE PRIMATAS NÃO HUMANOS

Os primatas não humanos são os principais hospedeiros e atuam como amplificadores de vírus. Um macaco em período de viremia pode infectar vários mosquitos (VASCONCELOS, 2003). As espécies de primatas, que atuam com hospedeiros vertebrados, diferem de acordo com a região geográfica (BARRETT & MONATH, 2003).

Para efeito de vigilância da FA no Brasil, a epizootia em PNH foi definida como: “primata não humano, de qualquer espécie, encontrado morto (incluindo ossadas) ou doente, em qualquer local do território nacional” (BRASIL, 2016) e funciona como evento sentinela, para a ocorrência da doença em humanos, dando oportunidade ao desencadeamento das ações de prevenção e controle.

A vigilância de PNHs é uma das principais estratégias de vigilância da ocorrência da febre amarela, cujo objetivo é detectar precocemente uma possível circulação viral, a fim de desencadear medidas de controle e prevenção da doença (BRASIL, 2019). Baseia-se essencialmente em recolher informações, oportunamente, sobre o adoecimento ou morte de

PNH e investigar adequadamente esses eventos, com objetivo de subsidiar a tomada de decisão para a adoção de medidas de prevenção e controle, para diminuir a morbimortalidade da doença na população humana (BRASIL, 2017).



Fonte: GT_Arbo/SVS/MS.

Figura 2. Vigilância passiva de epizootias em PNH: informação, notificação, investigação e resposta dos serviços de saúde pública.

O Sistema de Vigilância de Epizootias em PNHs teve como marco inicial o ano de 1999, após período de intensa transmissão na região Centro-Oeste brasileira, onde a ocorrência de epizootias em PNH precedeu e acompanhou a ocorrência de casos humanos de FA silvestre (FAS). Em fevereiro de 2006, a epizootia de PNH passou a ser considerada um evento de relevância epidemiológica e, portanto, de notificação compulsória ao Ministério da Saúde. Em 2007, foi incorporada no sistema de informação de agravos de notificação e passou a ser informatizado (BRASIL, 2017).

A vigilância de PNHs pode ocorrer de forma passiva ou ativa. O foco da passiva consiste em identificar grupos sociais e profissionais que, por advento das atividades que desenvolvem, possam observar adoecimento ou morte de PNH e informar às autoridades de saúde locais para investigação oportuna e avaliação do risco potencial de ocorrência de casos humanos de FAS na região (BRASIL, 2017). Todas as instituições ligadas ao meio ambiente, à proteção ambiental, à conservação animal, aos produtores rurais, aos agricultores, aos zoológicos, aos

parques, às instituições de ensino e pesquisa e à população devem ser consideradas fontes potenciais de informação. A população animal de interesse é prioritariamente a de PNH, podendo ser: animais de vida livre, de ambientes rurais ou silvestres; e animais mantidos em cativeiro, como criadouros conservacionistas, parques e zoológicos, ou domesticados, ainda que inadvertidamente (BRASIL, 2017).

Durante muitos anos, a vigilância passiva de epizootias em PNHs foi a principal ferramenta utilizada. Entretanto, após o surto epizoótico, de 2001-2002, no sul do Brasil, uma nova modalidade de vigilância se fez presente, por meio da busca ativa de PNHs de vida livre (ALMEIDA, 2005). Mas, em virtude de sua complexidade e da necessidade de recursos materiais e humanos habilitados, é considerada atualmente uma atividade complementar.

Durante o surto epidêmico de FA, de 2016-2017, no Brasil, o monitoramento viral e vigilância de PNH trouxeram como novidade experiências no Sul e Sudeste do Brasil, como a teoria de dispersão viral, com base nos corredores ecológicos. O método consiste em mapear epizootias, de acordo com a localização dos PNH (coordenadas geográficas), e associar com as condições ambientais e climáticas da região, para estimar a velocidade média de propagação viral.

Considera-se que a propagação do vírus se dá de forma contínua na paisagem, com a propagação do vírus a partir de fragmentos florestais para o próximo mais espacialmente próximo, demonstrando assim uma cadência espaço-temporal, para dispersão do agente etiológico. A partir desse diagnóstico, é possível planejar ações de vacinação mais oportunas, antes do período sazonal da FA (dezembro a maio) e manter altas coberturas vacinais em áreas com maior risco de transmissão (FIORAVANTI, 2018). O diagnóstico dessa tendência de dispersão, através da vigilância de PNH, foi essencial para planejar as ações de vacinação para as populações de maior vulnerabilidade epidemiológica (PINTER, 2020).

No Distrito Federal, a vigilância de PNHs está sob responsabilidade da Gerência de Vigilância Ambiental de Zoonoses (GVAZ), subordinada à Diretoria de Vigilância Ambiental em Saúde (DIVAL), órgão da Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal (SES-DF). Os primeiros registros de mortes em PNHs ocorreram em 2008 e, desde então, a vigilância passiva de PNHs no DF vem sendo utilizada como uma das principais estratégias da vigilância da FA. Estudos recentes, utilizando sequenciamento genômico, permitiram a identificação dos corredores espaciais de propagação do VFA, que iniciam na região amazônica e se dispersam

no sentido Norte-Sul, passando pelo Centro-Oeste o que ressalta a importância dessa vigilância no DF (GIOVANETTI et al, 2023).

2.4. DISTRITO FEDERAL

O Distrito Federal (DF) está localizado entre os paralelos 15°30' e 16°03', de latitude Sul, e os meridianos 47°18' e 48°17', de longitude Oeste, na região Centro-Oeste do Brasil. É a menor das 27 unidades federativas do Brasil e a única que não possui municípios, sendo dividida em 35 regiões administrativas (IPEDEF, 2020). Sua área é de 5.760,784 km², sendo 590,22 km² de área urbanizada, com 36,9% das vias públicas arborizadas e população de 2.817.381 de habitantes (IBGE, 2023).

Inserido no bioma Cerrado, o DF se apresenta como um mosaico vegetacional composto por onze tipos de fitofisionomias. Nas últimas décadas, o Cerrado passou por intensas transformações, sendo, depois da Mata Atlântica, o bioma brasileiro que mais sofreu alterações devido à ocupação humana. Estima-se a perda de 40% de sua cobertura vegetal natural. No Distrito Federal, esse número chega a quase 60% de cobertura natural suprimida (IPEDEF, 2020).

Mais de 90% de área do Distrito Federal está sob o regulamento de alguma unidade de conservação. Existem 36 unidades de conservação, sendo doze de proteção integral e 24 de uso sustentável. Existem, ainda, 72 parques voltados ao lazer e contemplação ecológica e três áreas de proteção especial: o Jardim Zoológico, o Jardim Botânico e a Reserva da Embrapa Cerrados, somadas às Áreas de Preservação Permanente (APPs) (IPEDEF, 2020).

O DF integra a Rede da Reserva da Biosfera do Cerrado (RBC-DF), composta por cinco unidades de conservação: Estação Ecológica de Águas Emendadas, Estação Ecológica do Jardim Botânico, Parque Nacional de Brasília, Estação Ecológica do IBGE e Fazenda Água Limpa. (IPEDEF, 2020).

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima no Distrito Federal é tropical, com concentração de precipitações no verão. O período mais chuvoso corresponde aos meses de novembro a janeiro, e o período seco coincide com o inverno, especialmente nos meses de junho e agosto (IBGE, 2023). As temperaturas médias anuais variam entre 19°C e 23°C. O período mais quente ocorre entre setembro e outubro, no qual a média histórica das temperaturas mais altas chega a 30°C. O período mais frio ocorre entre junho e julho, meses em que as temperaturas mais baixas chegam a 13°C. (IPEDEF, 2020).

A pluviosidade é caracterizada pela marcante sazonalidade. Cerca de 90% da precipitação ocorre na estação das chuvas (de setembro/outubro a março/abril), enquanto na estação seca (de abril/maio a setembro) raramente chove mais do que 9,0 mm/mês. O total anual varia entre 1.100 mm e 1.600 mm. A umidade do ar varia regionalmente. Em geral, fica em torno de 70% a 80% no período chuvoso, diminuindo para valores médios entre 45% e 65% no período seco, quando valores menores do que 20% podem ocorrer (IPEDF, 2020).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, FVS et al. **Haemagogus leucocelaenus and Haemagogus janthinomys are the primary vectors in the major yellow fever outbreak in Brazil, 2016-2018**. *Emerging Microbes & Infections*, v. 8, p. 218-231, 2019. DOI: 10.1080/22221751.2019.1568180
- ABREU, F.V.S.; FERREIRA-DE-BRITO A; AZEVEDO A.S.; LINHARES J.H.R., et al; **Survey on Non-Human Primates and Mosquitoes Does not Provide Evidences of Spillover/Spillback between the Urban and Sylvatic Cycles of Yellow Fever and Zika Viruses Following Severe Outbreaks in Southeast Brazil**. *Viruses*. 2020 Mar 26;12(4):364. DOI: 10.3390/v12040364.
- ACHA, P. N.; SZYFRES, B. **Zoonosis y Doenças Transmisíveis Comunes al Hombre y a los Animales. Organización Panamericana de Salud**. Tercera Edición. v.II. Clamidiosis, rickettsiosis y virosis. p. 80-105. Publicación Científica y Técnica Nº 580. OPS. 2003. Washington, DC, EUA. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2005000300038>
- ALMEIDA, M. A. B. **Captura de primatas para detecção de febre amarela: a experiência da Secretaria de Estado da Saúde do Rio Grande do Sul**. Associação Brasileira de Veterinários de Animais Selvagens. Agosto, 2005.
- AURICCHIO, P. **Primatas do Brasil**. São Paulo, Brasil. Terra Brasilis Comércio de Material Didático e Editora, p. 168, 1995.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações sobre população do Distrito Federal**. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/panorama> Acesso: 08/11/2023.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Guia de Vigilância Epidemiológica**, 7ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 819 p. Série A. Normas e Manuais Técnicos. 2009. Disponível em https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_epidemiologica_7ed.pdf
- BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Guia de vigilância de epizootias em primatas não humanos e entomologia aplicada à vigilância da febre amarela**. 2. ed. atual. Brasília: Ministério da Saúde, 2017. Disponível em [file:///C:/Users/gabri/Downloads/guia_vigilancia_epizootias_primatas_entomologia%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/gabri/Downloads/guia_vigilancia_epizootias_primatas_entomologia%20(1).pdf)
- BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria de Consolidação n.º 4, de 28 de setembro de 2017. **Consolidação das normas sobre os sistemas e os subsistemas do Sistema Único de Saúde**. Brasília, DF: MS, 2017b. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0004_03_10_2017.html.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças não Transmissíveis. **Saúde Brasil 2019: uma análise da situação de saúde com enfoque nas doenças imunopreveníveis e na imunização**. Brasília, DF: MS, 2019a. Disponível em: <http://svs.aids.gov.br/dantps/centrais-de-conteudos/publicacoes/saude-brasil/saude-brasil-2019-analise-situacao-saude-enfoque-doencas-imunopreveniveisimunizacao.pdf>
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Articulação Estratégica de Vigilância em Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde – 5. ed. rev. e atual. – Brasília: Ministério da Saúde, 2022**. https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_5ed_rev_atual.pdf

- BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Programa Nacional de Imunizações (PNI): 40 anos**, 2013. 236 p.: il. Disponível em https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programa_nacional_imunizacoes_pni40.pdf
- CAUSEY, E. C. **Arboviroses: implantação dos estudos sobre arbovírus na região amazônica**. In: Instituto Evandro Chagas (Org.). Instituto Evandro Chagas 50 anos de contribuição às ciências biológicas e à medicina tropical, v. 1. Editora Fundação Serviços de Saúde Pública; p. 361-363, Belém, 1986.
- CAVALCANTE KRLJC, TAUIL PL. **Risco de reintrodução da febre amarela urbana no Brasil**. Epidemiol. Serv. Saúde, v. 26, n. 3, 2017 Jul.
- COSTA, Z. G. A. ELKHOURY, A. N. M. ROMANO, P. M. R. FLANNERY, B. **Evolução histórica da vigilância epidemiológica e do controle da febre amarela no Brasil**. Revista PanAmaz Saude. 2011; 2(1):11-26
- FERNANDES NCCA ET AL. **Differential Yellow Fever Susceptibility in New World Nonhuman Primates, Comparison with Humans, and Implications for Surveillance**. Emerg Infect Dis, v. 27, n. 1, p. 47-56, 2021.
- FIORAVANTI C.H. **O combate à febre amarela em São Paulo: história, desafios e inovações**. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, p. 184, 2018.
- GIOVANETTI, M; PINOTTI, F; ZANLUCA, C. et al. **Genomic epidemiology unveils the dynamics and spatial corridor behind the Yellow Fever virus outbreak in Southern Brazil**. Science Advanced (2023). DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.adg9204>
- IBRAM, Instituto Brasília Ambiental. Gestão de Fauna. Disponível <https://www.ibram.df.gov.br/gestao-de-fauna/>. Acesso 15 de dezembro de 2023
- IPEDF, Instituto de Pesquisa e Estatística do Distrito Federal. **Portal de Informações Estatísticas do Distrito Federal**. Disponível em: <https://infodf.ipe.df.gov.br/>. Acesso 16/11/2023
- IUCN (2010) **The IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em <http://www.iucnredlist.org> Acesso em 08 de novembro de 2023
- IPEDF, Instituto de Pesquisa e Estatística do Distrito Federal. **Atlas do Distrito Federal (2020)**. Disponível em <https://atlas.ipe.df.gov.br/> Acesso em 08/11/2023
- HERVÉ, J. P.; DÉGALLIER, N.; TRAVASSOS DA ROSA, A. P. A.; et al. **Arboviroses: aspectos ecológicos**. In: Instituto Evandro Chagas (Org.). Instituto Evandro Chagas - 50 anos de contribuição às ciências biológicas e à medicina tropical, v. 1. Belém: Editora Fundação Serviços de Saúde Pública, p. 409-437, Belem, 1986.
- KINDLOVITS LM, KINDLOVITS A. **Febre Amarela: clínica e terapêutica em primatas tropicais**. 2ª ed. Rio de Janeiro: L. F. Livros; 2009. p. 190-191.
- MARCONDES, C. B.; XIMENES, M. F. F. de M. **Zika virus in Brazil and the danger of infestation by Aedes (Stegomyia) mosquitoes**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, Uberaba, v. 49, n. 1, p. 4-10, 2016.
- PINTER A. **Os caminhos do vírus da febre amarela**. Ciência no Zoo, informativo n° 14, p. 3840, 2020.
- REIS, N. R.; PERACCHI, A. L. & ANDRADE, F. R. **Primatas brasileiros**. Technical Books. Universidade Estadual de Londrina. Paraná. Brasil, 2008.

- ROMANO, A. P. M.; RAMOS, D. G.; ARAÚJO, F. A. A; SIQUEIRA, ET AL. **Febre amarela no Brasil: recomendações para a vigilância, prevenção e controle.** Epidemiologia em Serviços de Saúde. v. 20, n. 1, p. 101-106, jan-mar; Brasília, 2011
- RYLANDS, A. B. & MITTERMEIER, R. A. (2009). **The diversity of the New World primates (Platyrrhini): an annotated taxonomy.** In: IUCN (ed.) South American primates. Springer.
- RYLANDS, A.B., HEYMANN, E.W., LYNCH ALFARO, J. et al. **Taxonomic review of the New World tamarins (Primates: Callitrichidae).** (2016). Zool. J. Linn. Soc. 177, 1003–1028
- STRODE, G.K.; BUGHER, J.C.; AUSTIN-KERR, J.; et al.; editors. **Yellow Fever.** New York, McGraw-Hill Book Company, Inc. 1951.
- VASCONCELOS, P. F. C. Febre Amarela. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, Rio de Janeiro, v. 36, n. 2, p. 275-293, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822003000200012>
- WHO, WORLD HEALTH ORGANIZATION POSITION PAPER. **Vaccines and vaccination against yellow fever.** Wkly Epidemiol Rec, v. 88, p. 269-84, 2013 Jun.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS ECOLÓGICOS E EPIDEMIOLÓGICOS NA VIGILÂNCIA DE PRIMATAS NÃO HUMANOS PARA FEBRE AMARELA NO DISTRITO FEDERAL.

Gabriela Rodrigues de Toledo Costa^{1,2}, Márcio Botelho de Castro¹

[1]. Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

[2]. Gerência de Vigilância Ambiental de Zoonoses (GVAZ), Diretoria de Vigilância Ambiental em Saúde do Distrito Federal, Subsecretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal, Brasília, DF.

1. RESUMO

A Vigilância de epizootias em primatas não humanos (PNHs) é uma importante estratégia na Vigilância em Saúde, sendo usada no controle da febre amarela (VFA) e de outros agravos de importância em Saúde Pública. Ela consiste no monitoramento de eventos com adoecimento ou morte de PNHs, a fim de detectar precocemente a circulação do vírus da febre amarela (VFA) e prevenir riscos à saúde humana. No Brasil, a vigilância de epizootias em PNHs iniciou seus registros em 1999 e, a partir de 2006, a morte ou adoecimentos de PNHs passou a ser de notificação compulsória em todo território nacional. No Distrito Federal (DF), a vigilância de epizootias em PNHs teve início em 2008, durante transmissão ativa de FA, onde o vírus foi encontrado em humanos, PNHs e vetores silvestres.

Este estudo descreveu e analisou a vigilância dos PNHs no DF, no contexto do Programa de Vigilância, Prevenção e Controle da febre amarela, no período de janeiro de 2008 a dezembro de 2022, caracterizando a distribuição espaço-temporal, número de animais por epizootia e os principais gêneros envolvidos, sexo, idade e a identificação da presença do vírus amarílico. Nesse período, foram registradas 1.175 epizootias de primatas não humanos no DF, envolvendo 1.353 animais, com média de 1,2 PNH por epizootia e 81,9% delas ocorreram em áreas urbanas ou periurbanas.

Para o período analisado, os PNHs eram, em sua maioria, do gênero *Callithrix* ($p < 0,05$), não houve diferenças significativas entre os sexos ($p > 0,05$) e houve um número maior de animais adultos do que jovens ($p < 0,05$). Todas as Regiões Administrativas (RAs) do DF tiveram ao menos uma notificação de epizootia em PNHs e as RAs que mais notificaram foram Lago Norte, Lago Sul e Candangolândia. Do total de notificações, 20 (1,7%) foram confirmadas para FA, em três períodos epizooticos distintos: 2008 (casos humanos, PNHs e vetores confirmados); 2015 e 2020 (PNHs confirmados). Desses, 85,2% dos animais eram do gênero *Callithrix* (23/27), 66,7%

adultos (18/27) e 70% (14/20) das epizootias confirmadas para FA ocorreram nos meses de setembro e outubro.

A vigilância de epizootias em PNHs permitiu detectar áreas de circulação do vírus da FA e orientar os serviços de vacinação seletiva e de captura entomológica, protegendo a população humana de novos casos. A intensificação das ações de vigilância, a interlocução entre equipes multidisciplinares, o fortalecimento e aprimoramento das relações interinstitucionais (saúde, órgãos ambientais, polícia militar ambiental, Emater, SEAGRI etc.) são fundamentais para o aperfeiçoamento da vigilância em saúde. As informações sobre a ecoepidemiologia da morte de PNHs e a consolidação da notificação de epizootias em primatas potencializa a vigilância como instrumento de prevenção de casos humanos da doença no DF, tanto para a população local quanto para os estados vizinhos e as regiões Sudeste e Sul, considerando os corredores de dispersão do VFA no Brasil.

2. ABSTRACT

Surveillance of epizootics in non-human primates (NHPs) is an important strategy in Surveillance in Health being used in the control of Yellow Fever (YF) and other aggravations of importance in Public Health. It consists of monitoring events with the detection and death of NHPs to detect the circulation of the Yellow Fever Virus (YFV) early and prevent risks to human health. In Brazil, surveillance of epizootics in NHPs began its records in 1999, and as of 2006, deaths and documents from NHPs became mandatory notifications in all national territories. In the Federal District (DF), surveillance of epizootics in NHPs began in 2008, during active transmission of FMD where the virus was found in humans, NHPs and wild vectors. This study developed and analyzed the surveillance of NHPs, in the context of the Program of Surveillance, Prevention, and Control of Yellow Fever (YFV), in the period from January 2008 to December 2022, characterizing the spatio-temporal distribution, number of animals per epizootic and the main genres involved, sex, identity and the identification of the presence of the yellow virus. During this period, 1,175 epizootics of non-human primates were recorded, involving 1,353 animals, with an average of 1.2 NHPs per epizootic and 81.9% of them occurring in urban or peri-urban areas. For the period analyzed, the NHPs were in the majority of the *Callithrix* genus ($p < 0.05$), there were no significant differences between the sexes ($p > 0.05$) and they had a greater number of adults than young animals ($p < 0.05$). All Administrative Regions (RAs) of the DF have at least one notification of epizootics in PNHs and the RAs that most notify for Lago Norte, Lago Sul, and Candangolândia. Of the total

notifications, 20 (1.7%) were confirmed for YF, in three different epizootic periods: 2008 (confirmed human cases, NHPs and vectors); 2015 and 2020 (confirmed NHPs), 85.2% of the animals were of the genus *Callithrix* (23/27), 66.7% of adults (18/27) and 70% (14/20) of the confirmed epizootics for FMD occurred in the months September and October. Surveillance of epizootics in NHPs makes it possible to detect areas of FMD virus circulation and guide selective vaccination and entomological capture services, protecting the human population from new cases. The intensification of surveillance activities, the interlocution between multidisciplinary teams, and the strengthening and strengthening of inter-institutional relations (health, environmental organizations, environmental military police, Emater, SEAGRI, etc.) are fundamental for improving surveillance in health. The information on the ecoepidemiology of the death of NHPs and the consolidation of the notification of epizootics in primates potentializes surveillance as an instrument for the prevention of human cases in the DF, both for the local population and for the neighboring states and the Southeast and South regions, considering the VFA dispersion corridors in Brazil.

3. INTRODUÇÃO

A vigilância de epizootias em primatas não humanos (PNHs), no contexto da Saúde Pública, tem como motivação a captação de informações sobre o adoecimento ou morte de PNHs, visando investigar e detectar precocemente a circulação do vírus da febre amarela (FA). Isso permite subsidiar a tomada de decisões para a adoção das medidas de prevenção e controle, de modo a reduzir a morbimortalidade da doença na população humana prioritariamente nas áreas afetadas (com transmissão ativa) e ampliadas (áreas adjacentes). (BRASIL, 2018).

Do ponto de vista epidemiológico, o termo epizootia se refere a um aumento do número de casos de uma doença em animais em uma quantidade acima da esperada, para um determinado período e espaço, podendo ser considerada análoga ao termo epidemia (TOMA et al, 2004). No contexto do Ministério da Saúde, epizootia é usado para morte ou o adoecimento de um animal ou um grupo de animais que apresente risco à saúde pública, uma das situações de notificação obrigatória ao Sistema Único de Saúde (BRASIL, 2017a). No Brasil, a Portaria de Consolidação nº 4 GM/MS, de 28 de setembro de 2017, define a compulsoriedade da notificação de casos suspeitos de febre amarela e de mortes de PNHs a todos os níveis de gestão do SUS, até 24 horas após a suspeita inicial (BRASIL, 2017b). A investigação das epizootias em PNHs deve priorizar a febre amarela na pesquisa laboratorial, devendo ser realizado também o exame para raiva (ROMANO et al, 2011).

A febre amarela (FA) é uma doença infecciosa febril aguda, não contagiosa, causada por um arbovírus do gênero *Flavivirus*, família *Flaviviridae*. A doença mantém-se endêmica e enzoótica em diversas regiões tropicais das Américas e da África e, de modo esporádico, são registrados surtos e epidemias de magnitude variável afetando os seres humanos. No Brasil, ela é endêmica da região Norte, mas, a partir de 2014, uma reemergência sem precedentes na história da FA silvestre no Brasil afetou, até junho de 2020, dezoito estados de todas as regiões, resultando em 2.283 casos humanos e 779 óbitos (letalidade de 34,1%), além de 1.810 epizootias em primatas não humanos confirmadas laboratorialmente, com pelo menos 2.216 animais mortos. Os casos registrados nessa reemergência representam 84,7% dos casos da série histórica e superaram o número de casos confirmados desde a descrição do ciclo silvestre, em 1932, até 2013 (BRASIL, 2019a).

No Brasil, são conhecidos dois ciclos de transmissão do vírus da FA: um urbano, homem-mosquito-homem, no qual o *Aedes aegypti* é o principal vetor; e outro silvestre, no qual diferentes espécies de mosquitos (e.g., *Haemagogus* spp. e *Sabethes* spp.) atuam como vetores e os primatas não humanos (PNHs) participam como hospedeiros. Tendo em vista que o ciclo silvestre de transmissão do vírus amarelo não é passível de eliminação, estratégias que visam à detecção precoce da circulação viral devem ser adotadas (Brasil, 2009).

O Brasil tem um padrão sazonal, com maior transmissão entre dezembro e maio. Porém, as epizootias de PNHs, notificadas ao longo de 2018, mostraram que a circulação do vírus da febre amarela continuou durante o período de baixa transmissão (junho a novembro). Isso indica que o risco de transmissão para humanos não vacinados pode persistir por períodos mais prolongados e considerados geralmente não favoráveis à circulação viral (OPAS/WHO, 2023).

Localizado na região Centro Oeste do Brasil, com área de 5.760 km², o Distrito Federal (DF) representa um território autônomo, que não se divide em municípios, mas sim em Regiões Administrativas (RAs). Atualmente, existem 35 RAs (IPEDF, 2023).

O conhecimento da distribuição espacial e temporal das epizootias em PNHs ajuda a detectar sua ocorrência, bem como permitir a adoção oportuna de medidas preventivas, evitando a ocorrência de novos casos (COSTA, 2005).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado estudo descritivo e retrospectivo utilizando os dados da vigilância passiva de mortes em PNHs realizada pela Secretaria de Saúde do Distrito Federal (SES-DF), no

período de janeiro de 2008 a dezembro de 2022. O início do intervalo foi definido a partir do primeiro registro do vírus da febre amarela (VFA) em PNHs no DF, concomitantemente a casos humanos e vetores positivos para FA, em 2008. Os registros de interesse deste estudo foram mortes em PNHs, notificadas à vigilância de epizootias em PNH, da Gerência de Vigilância Ambiental de Zoonoses (GVAZ-SES-DF), com ou sem diagnóstico laboratorial, com ocorrência no Distrito Federal. Durante o período do estudo, as mortes de PNHs notificadas foram investigadas pela GVAZ/SES-DF e os animais recolhidos tiveram amostras biológicas coletadas e direcionadas aos laboratórios de referência da rede do Ministério da Saúde (MS), para diagnóstico laboratorial (exames anatomopatológicos, imunohistoquímicos e ensaios moleculares). Entre os anos de 2008 e 2017, foram coletados fragmentos de tecidos (fígado, baço, rins, coração, pulmão e cérebro) de 0,3 cm a 0,6 cm de espessura, e todas as amostras foram acondicionadas em um único frasco, de boca larga, contendo formol tamponado a 10%, e encaminhados ao Instituto Evandro Chagas (IEC/PA), ou Instituto Adolfo Lutz (IAL/SP). A partir de setembro de 2017, a carcaça completa passou a ser encaminhada ao Laboratório de Patologia Veterinária da Universidade de Brasília – LPV/UnB.

Para captação dos dados, foram utilizadas a Ficha de Notificação de Epizootia do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e planilha de notificação da Gerência de Vigilância Ambiental de Zoonoses (GVAZ/ SES-DF). As epizootias notificadas foram classificadas de acordo com a conclusão da investigação:

- a) Epizootias DESCARTADAS para FA: quando as amostras biológicas de PNHs coletadas apresentaram resultado laboratorial negativo para FA;
- b) Epizootias CONFIRMADAS para FA: *Por laboratório*: epizootia de primata cujo resultado laboratorial foi conclusivo para a febre amarela em, pelo menos, um animal do LPI. *Por vínculo epidemiológico*: epizootia de primata, associada à detecção viral em vetores, outros primatas ou em humanos no LPI. Devem ser considerados o tempo e a área de detecção, avaliando caso a caso, em conjunto com a Secretaria Estadual de Saúde (SES) e a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS).
- c) Epizootias INDETERMINADAS para FA: quando não houve coleta de amostras biológicas para o diagnóstico.

Esse estudo avaliou a distribuição espaço-temporal das epizootias em PNHs, número de PNHs envolvidos por epizootia, gênero, sexo, idade, número de amostras encaminhadas aos laboratórios de referência do MS, principais causas de morte em PNH (agrupadas em injúrias

traumáticas, doenças infecciosas/parasitárias, outras e inconclusivas) e resultados da vigilância da FA.

Os dados foram analisados utilizando os programas: Excel/Office 365, para a confecção de gráficos e tabelas, GraphPad Prism 8.0, para análise estatística das frequências, e os testes Exato de Fischer e Qui-quadrado de Pearson. O *software* QGIS 3.28.10 (Firenze) - Sistema de Informação Geográfica (SIG) - foi usado para padronização dos dados geográficos e para confecção de mapas temáticos. As informações geográficas foram obtidas nos sites do GeoPortal-DF e IBGE.

O estudo foi apreciado e aprovado Secretaria de Estado da Saúde do Distrito Federal (SEI XXXXXXXXXXXXXXXX). Para o desenvolvimento e a publicação do estudo, foi garantido o sigilo das informações, utilizando-se apenas dados não identificados e agregados para as análises.

5. RESULTADOS

No período entre janeiro de 2008 e dezembro de 2022, foram registradas 1.175 epizootias, envolvendo 1.353 PNHs. A distribuição geográfica das epizootias em PNHs, ao longo desse período analisado, foi representada na **Figura 1**. Dessas, em 79,4% (1074/1175) delas envolveram um animal e em 12,7% (279/1175) envolveram dois ou mais animais. Em média, houve 1,2 animal por epizootia.

Nas epizootias em PNHs avaliadas, os principais gêneros identificados foram: *Callithrix* - 87,8% (1188/1353), *Sapajus* - 4,4% (60/1353), *Alouatta* - 3,5% (48/1353), e 4,2% (57/1353) de outros gêneros mantidos em cativeiro provenientes da Fundação Jardim Zoológico de Brasília (FJZB) e Centro de Primatologia/Universidade de Brasília (CP/UnB). Os animais desse estudo eram, em sua maioria, do gênero *Callithrix* ($p < 0,05$), não houve diferenças significativas entre os sexos ($p > 0,05$) e a maioria dos animais eram adultos ($p < 0,05$).

Os meses de janeiro e agosto apresentaram os maiores números de notificação de epizootias em PNHs ($p < 0,05$), quando comparados aos demais, porém não diferiram entre si ($p > 0,05$). No mês de novembro ocorreu o menor número de notificações de epizootias em PNHs, quando comparado aos outros meses ($p < 0,05$), exceto em relação a abril e julho ($p > 0,05$).

Dentre os registros de epizootias recebidos, 52,9% (622/1175) eram mortes em PNHs de vida livre notificadas pela população em geral e, em 47,1% (553/1175), eram mortes de PNHs tanto de cativeiro como de vida livre, registradas nos três grandes centros responsáveis pelo recebimento, tratamento, reabilitação e pesquisa em PNHs no DF, sendo: Centro de Primatologia (CP-IB/UnB), Fundação Jardim Zoológico de Brasília (FJZB) e Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS/IBAMA).

As notificações provenientes do CETAS/IBAMA corresponderam a 30,6% das epizootias em PNHs (360/1175), onde os animais de vida livre foram recolhidos pelo Batalhão de Polícia Militar Ambiental (BPMA), da Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF), ou entregues pela população na unidade localizada na Floresta Nacional de Brasília (FLONA), em Taguatinga-DF, e não possuíam endereço ou coordenada geográfica que identificasse o local do recolhimento. As notificações do CP-IB/UnB representaram 10,8% (127/1175) envolvendo animais de cativeiro, localizados na Fazenda Água Limpa (FAL), no Núcleo Rural Vargem Bonita/Park Way-DF, e 5,6% eram animais de cativeiro do plantel da FJZB (66/1175).

As RAs com maior número de notificações de epizootias em PNHs foram Lago Norte (81/633), seguido de Lago Sul (65/633), Candangolândia (43/633) e Park Way (43/633), e Guará (42/633). As RAs com menos notificações foram Cruzeiro (3/633), Riacho Fundo II (3/633) e Sol Nascente (3/633), Riacho Fundo e SCIA (2/633), e Varjão (1/633) e SIA (1/633). Todas as RAs no DF tiveram ao menos um recolhimento de PNH. Das notificações de epizootias, 36% ocorreram em área urbana (n=423), 46% em área periurbana (n=540) e 18% em área rural (n=212) (**Tabela 1**).

Dos PNHs recolhidos, 96,7% (1308/1353) foram enviados para análise laboratorial e em 22% (298/1353) não foi possível realizar diagnóstico de febre amarela com a técnica de imuno-histoquímica (IHQ), em função de avançado estado de decomposição da carcaça, ou pela inacessibilidade ao PNH. Dos PNHs enviados para análise laboratorial, 50% (654/1308) deles apresentaram laudos conclusivos e 50% (654/1308) laudos inconclusivos. As mortes dos PNH foram classificadas como 30,7% (n=401) com origem em injúrias traumáticas, 15,5% (n=204) causadas por doenças infecciosas/parasitárias e 3,7% (n=49) de outras causas. Dentro do grupo das injúrias traumáticas, destacamos o politraumatismo (atropelamentos e ataques de animais carnívoros), traumatismo crânio encefálico (TCE) e eletrocussão. No grupo das doenças infecciosas/parasitárias, a toxoplasmose, platinossomíase, alfa herpes vírus humano e

FA se destacaram. Como outras causas de morte, vale menção a casos raros de ataque de abelhas, intoxicação por organofosforados/carbamatos, acidente ofídico.

No período analisado neste estudo, houve o registro de vinte epizootias positivas para febre amarela no DF, envolvendo 27 animais, em três períodos epizooticos distintos: 2008 (n=3), 2015 (n=7) e 2020 (n=10), representando 1,7% das notificações, em que 85,2% dos animais afetados eram do gênero *Callithrix* (23/27), machos e fêmeas, 66,7% adultos (18/27), e 70% (14/20) das epizootias confirmadas para FA ocorreram nos meses de setembro e outubro.

A maioria das mortes de macaco-prego-amarelo (*Sapajus libidinosus*), animais de vida livre, ocorreu nas áreas de proteção ambiental que circundam o Zoológico de Brasília (Santuário de Vida Silvestre do Riacho Fundo, Parque Distrital Ezechias Heringer, Parque Ecológico dos Pioneiros e Parque das Aves – IBRAM, 2020). A notificação de mortes em bugio-preto (*Alouatta caraya*) ocorreu principalmente nos anos iniciais da Vigilância de Epizootias no DF, envolvendo 23 animais em 2008. Em 2009 e 2010, não houve a notificação de morte de bugio-preto e, nos anos seguintes, houve uma variação entre 1 e 4 mortes/ano dessa espécie no DF.

Em 2008, três epizootias de FA foram confirmadas por exame histopatológico (HP) e imuno-histoquímica (IHQ) e ocorreram no mês de janeiro. Todas as epizootias ocorreram em animais de vida livre, sendo *C. penicillata* a espécie mais envolvida (Guará e Gama), seguida do *A. caraya* (Planaltina). Em 2015, sete epizootias foram confirmadas por HP e IHQ e ocorreram em junho, julho, setembro e outubro, sendo que 71,4% dos animais eram de vida livre. As espécies envolvidas foram *C. penicillata* (Candangolândia, Ceilândia e Parkway), *S. libidinosus* (Candangolândia) e *Leontopithecus chrysomelas* (do plantel da FJZB), e, em duas epizootias, os animais foram recolhidos pelo BPMA e entregues ao CETAS/IBAMA, com origem desconhecida e informações incompletas.

Em 2020, uma epizootia em um *C. penicillata* (São Sebastião) de vida livre foi confirmada por HP e IHQ, no mês de setembro. Outras nove epizootias foram confirmadas por PCR em tempo real (RT PCR), 100% dos animais eram de vida livre, e ocorreram em agosto setembro e outubro, envolvendo as espécies *C. penicillata* (Gama, Taguatinga, Samambaia, Águas Claras e Lago Norte), *S. libidinosus* (Candangolândia), sendo que, em 88,8% dos casos, a *causa mortis* foi atribuída a injúrias traumáticas, apesar da infecção amarílica.

6. DISCUSSÃO

A estratégia de Vigilância de epizootias em PNHs no Brasil vem se provando como uma importante estratégia na Vigilância em Saúde, tanto para detecção precoce da circulação do VFA como também para outros agravos de importância em saúde pública. O Distrito Federal, localizado no Centro-Oeste brasileiro, é uma importante rota de dispersão do VFA, através de corredores ecológicos. Estudos recentes, utilizando sequenciamento genômico, permitiram a identificação de corredores espaciais de propagação do VFA, que iniciam na região Amazônica e se dispersam no sentido Norte-Sul, passando pelo Centro-Oeste (GIOVANETTI et al, 2023). Por essa razão, a vigilância de epizootias em PNHs é crucial, por se tratar justamente da zona de transição entre as regiões Amazônica, e Sudeste/Sul, onde se concentra a maior densidade populacional Brasileira, e, por vezes, com baixos índices vacinais para FA.

Nesse estudo, as notificações envolveram, em média, 1,2 PNH por epizootia. Esse valor difere do encontrado nacionalmente (1,8 PNH por epizootia), no período entre 2007 a 2009 (ARAÚJO et al. 2011). No Distrito Federal, no período do estudo, duas epizootias apresentaram oito animais envolvidos, sendo uma no Núcleo Rural Boa Esperança (Ceilândia-DF), onde foi confirmada febre amarela, e outra no PAD-DF (Paranoá-DF), com o mesmo número de animais afetados, onde a causa das mortes foi toxoplasmose. Diferenças na sensibilização das populações locais para a importância da notificação da morte de PNHs, no funcionamento do sistema local de notificação, e nas populações de PNHs e sua distribuição, poderiam justificar essas diferenças no número médio de animais detectados por epizootias neste estudo.

Os principais gêneros de PNHs de vida livre envolvidos nas epizootias no DF foram: *Callithrix*, sendo *Callithrix penicillata* – sagui-de-tufos-pretos (E. Geoffroy, 1812), a principal espécie envolvida, seguida do gênero *Sapajus*, representado pelo *S. libidinosus* (Spix, 1823) – macaco-prego-amarelo, e pelo gênero *Alouatta*, *Alouatta caraya* (Humboldt, 1812) – bugio-preto. O sagui-de-tufos-pretos (*C. penicillata*) é um bom exemplo de um PNH bem adaptado a ambientes alterados pelo homem. Eles são naturalmente encontrados no bioma Cerrado e são comumente comensais em áreas urbanas e periurbanas (DUARTE et al, 2011). Interações próximas entre humanos e saguis (por exemplo, alimentação) são comuns. Como essas configurações são adequadas para transmissão interespecie de patógenos, a vigilância de doenças infecciosas dos PNHs fornece uma oportunidade inestimável para detectar doenças zoonóticas e antropozoonóticas emergentes e reemergentes, bem como prever eventos de disseminação de patógenos (WILSON et al, 2022). Neste estudo, o *C. penicillata* é a espécie

mais abundante e adaptada ao ambiente urbano e periurbano na região, e isso certamente justificou o maior número de notificações envolvendo esses animais.

Quase todas as epizootias envolvendo macacos-prego-amarelo (*Sapajus libidinosus*), assim como as mortes em bugios-preto (*Alouatta caraya*), ocorreram em áreas de proteção ambiental ou periurbanas, nos anos iniciais da implantação da vigilância de PNHs. O avanço das áreas urbanas sobre os ambientes naturais na região possivelmente impactou negativamente nas populações de *Alouatta*. Esse gênero parece ser mais sensível às mudanças ambientais e, com isso, animais antes avistados em determinadas regiões do DF deixaram de ser. Apesar de não haver estudos populacionais locais dessa espécie, muitas regiões do DF, nos últimos anos, vêm sofrendo forte pressão antrópica, implicando na supressão da vegetação nativa e na alteração dos ambientes naturais, requisitos essenciais para manutenção das populações de *Alouatta*. Mais estudos nessa área são necessários, para avaliar possíveis causas que sugerem redução da população combinada ao aumento fragmentação florestal no DF.

Os gêneros e suas proporções mais detectados neste estudo são decorrentes de suas distribuições ecológicas, abundância no território do DF e a adaptabilidade às áreas urbanas e periurbanas. Programas de educação ambiental e educação em saúde podem melhorar a sensibilidade da população e de órgãos ambientais, para a necessidade de notificar as mortes de macacos. Uma iniciativa recente é o Sistema de Informação em Saúde Silvestre (SISS-Geo), da FIOCRUZ. Como instrumento de ciência-cidadã, a ferramenta torna possível, a partir de registros realizados por cidadãos comuns, profissionais de saúde, meio ambiente, pesquisadores e especialistas em vida silvestre, agir para a prevenção e controle de zoonoses e a conservação da biodiversidade brasileira.

Ao longo dos anos, houve significativa flutuação no número de notificações registradas pela GVAZ/SES-DF. No Brasil, grandes surtos ocorreram entre o final de 2016 e 2020, afetando principalmente os estados da região Sudeste (São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo), com 2.256 casos confirmados (OPAS/WHO, 2023). concentrando 99,9% dos casos. A maior frequência de notificação das epizootias em PNHs provavelmente foi relacionada a: 1) a própria reemergência do vírus, que, por si só, pode ter contribuído na mobilização da rede de saúde e da população, ampliando a vigilância durante o período de transmissão; 2) ampla presença do tema nos telejornais e mídias sociais; e 3) a maior sensibilização da população para a doença e para a importância da notificação das mortes de PNHs.

Quanto aos meses com maior número de notificação, destacamos janeiro, do ano de 2008, quando houve confirmação tanto de casos humanos quanto de PNHs para febre amarela e de vetores (mosquitos) infectados, e agosto de 2020, quando houve detecção de epizootias em PNHs confirmadas para febre amarela, apresentando circulação viral tanto no período de alta ocorrência (dezembro a maio) como no período de baixa ocorrência (junho a setembro).

Entre setembro de 2010 e agosto de 2011, em estudo realizado no Parque Nacional de Brasília (PNB), foram identificados 2677 culicídeos, distribuídos em 29 espécies. A maioria dos culicídeos foi capturada ao nível do solo (69%) e na estação chuvosa (86%). Na estação seca, os potenciais vetores de FA apresentaram baixa frequência e abundância, exceto *Aedes scapularis* e *Aedes serratus* (LIRA-VIEIRA et al, 2013). Assim, o risco de transmissão da febre amarela na região pode praticamente persistir durante todos os meses do ano.

O Lago Norte, Lago Sul e a Candangolândia foram as Regiões Administrativas (RAs) com maior número de notificações, isso poderia se justificar por apresentarem condições mais favoráveis para a manutenção das populações de PNHs, devido às suas características ambientais combinadas às necessidades dos moradores em informar aos órgãos de saúde a ocorrência de morte de macacos. No entanto, até o momento, não é possível determinar as principais razões para isso, uma vez que ainda não existem estudos populacionais de PNHs na região, especialmente, nas áreas urbanas e periurbanas, mas essa percepção ajuda a indicar áreas para programas de educação ambiental e planos de comunicação.

A grande maioria das notificações de epizootias em PNHs foi registrada em áreas urbanas ou periurbanas, representando 81,9% dos casos (963/1175). A vegetação abundante e a oferta de alimentos nas áreas urbanas e periurbanas da região poderiam atrair saguis e facilitar o seu movimento em áreas altamente urbanizadas (ANTWORTH et al. 2005), o que poderiam explicar o maior número de PNHs coletados nessas áreas. Além disso, deve-se considerar que, em áreas mais densamente povoadas, a possibilidade do animal doente ou morto ser encontrado e notificado às autoridades de Saúde é maior do que em locais pouco povoados, como as áreas naturais.

No Distrito Federal, no período entre 2008 e 2011, em 64,25% (160/249) das notificações de epizootias em PNHs não foi possível encaminhar amostras para diagnóstico laboratorial. Mas, a partir de 2012, houve um aumento gradativo no número de amostras com diagnóstico realizado, sendo que em 2022 foi possível realizar diagnóstico laboratorial em 96,5% (83/86) das notificações de epizootias em PNHs. Em relação à proporção de resultados

laboratoriais inconclusivos, no período de 2008 e 2014, 72,75% (291/400) das amostras apresentavam resultado inconclusivo e, no período seguinte, entre os anos de 2015 e 2022, esse número foi reduzido a 42,8% (408/953).

Esses dados podem ser explicados pela dificuldade de obter amostras viáveis dos animais afetados, pois o tempo entre a morte do PNH e a notificação/início da investigação nem sempre é oportuno, para que os animais afetados sejam encontrados em condições próprias para a colheita de amostra e análises laboratoriais. Parte dessas dificuldades foram minimizadas com o avanço da estruturação da vigilância de epizootias. Além disso, entre 2008 e 2017, as amostras das epizootias em PNHs do DF eram encaminhadas aos laboratórios de referência da rede do MS, percorriam grandes distâncias com logística difícil (que, muitas vezes, comprometia a qualidade da amostra) e forneciam resposta para pesquisa de arboviroses, em prazos que ultrapassavam meses.

Em 2015, a GVAZ começou a encaminhar amostras dos PNHs para o Laboratório de Patologia Veterinária da UnB (LPV/UnB), além de encaminhar para os laboratórios da rede de referência do MS. Essa parceria forneceu informações adicionais sobre a causa das mortes de PNHs, principalmente daqueles que eram negativos para FA, reduzindo o tempo de respostas de meses para dias. Em 2017, após o reemergência da FA no Brasil, foi constatada a necessidade da ampliação da rede de diagnóstico para FA no país. A inclusão do LPV-UnB na rede de laboratórios de referência do Ministério da Saúde diminuiu as distâncias geográficas percorridas pelas amostras e permitiu a realização de diagnósticos mais rápidos e amplos, sobre os casos de epizootias em PNHs no Distrito Federal, Goiás e Tocantins.

A vigilância sistemática de epizootias em PNHs, dentro do Programa Nacional de Vigilância da febre amarela, implantada pelo Ministério da Saúde brasileiro, vem oportunizando o exame dos animais, a caracterização de suas principais doenças e causas de morte. Apesar de o objetivo desse estudo não ser esmiuçar as causas de morte nos PNHs na região, foi demonstrado que os animais são acometidos com frequência por injúrias traumáticas e sofrem de diversas doenças infecciosas diferentes da febre amarela, principalmente nas áreas urbanas e urbanizadas. No Rio Grande do Sul, no início do surto 2008/2009, as informações provenientes da vigilância epizootica foram úteis para identificar as populações com maior risco de exposição ao vírus da FA, definindo e dando prioridade à vacinação e outras estratégias de prevenção, incluindo a proteção pessoal (ALMEIDA et al. 2014).

Apesar da vigilância de epizootias em PNHs no DF ser motivada pela Vigilância Nacional da Febre Amarela, nos quinze anos analisados neste estudo, apenas 1,99% (27/1353) dos animais foram confirmados com o vírus amarelo, sendo 19 confirmados por (HP e IHQ) e oito confirmados por biologia molecular. No DF, 85,2% dos PNHs envolvidos nas epizootias eram do gênero *Callithrix* (23/27). No Rio Grande do Sul, durante a reemergência da FA, entre 2008 e 2009, onde foram relatadas as mortes de 2.013 bugios (1.183 *A. g. clamitans* e 830 *A. caraya*), o principal gênero envolvido foi *Alouatta*, (ALMEIDA et al, 2012). Isso demonstra diferenças regionais quanto aos gêneros de PNHs envolvidos na manutenção do ciclo silvestre da FA, em diferentes partes do Brasil.

Em 2020, com ensaios da vigilância genômica nos laboratórios de referência do MS e o uso de técnicas moleculares, houve um aumento no número de epizootias com VFA detectados, com destaque ao gênero *Callithrix*. Entretanto, em 88,8% das epizootias confirmadas por biologia molecular, a causa das mortes foram injúrias traumáticas. Vem sendo proposto que PNHs do gênero *Callithrix* sejam considerados menos sensíveis à infecção pelo VFA, pois apresentam cargas virais e taxas de mortalidade proporcionalmente mais baixas, são negativos no exame imuno-histoquímico e não apresentam lesões histológicas hepáticas típicas, porém, apresentam RNA viral detectável (FERNANDES et al, 2021). Entretanto, para o diagnóstico patológico de casos fatais de FA em PNH, todos os animais desenvolveram um dano hepático fulminante semelhante, com algumas pequenas diferenças patológicas entre os gêneros *Alouatta*, *Callithrix* e *Sapajus* (PASSOS et al, 2022). Isto pode ser devido a menor sensibilidade dos métodos laboratoriais, que não foram capazes de detectar baixa viremia nas amostras de *Callithrix* (MARES-GUIA et al, 2020). Durante o surto de FA (2016-2017), em São Paulo, na comparação dos gêneros *Alouatta* e *Callithrix* foram detectadas diferenças significativas na carga viral mediana. *Callithrix* spp. mostram uma carga viral mais baixa e não desenvolvem uma infecção fatal pelo VFA semelhante à relatada em humanos (CUNHA, 2019).

Considerando as diferenças observadas no gênero *Callithrix*, são necessários estudos adicionais para avaliar a infecção pelo VFA neste gênero e seu papel na manutenção do ciclo da FA. Em nível regional, a ampliação da vigilância genômica pode melhorar a sensibilidade e detecção precoce da circulação viral, especialmente no DF, onde há um predomínio de epizootias em PNHs do gênero *Callithrix*.

O Distrito Federal é Área Com Recomendação de Vacina (ACRV) desde os anos 2000. Em 2019, antes da pandemia de COVID-19, a cobertura vacinal acumulada para as vacinas do

calendário infantil (crianças de até 1 ano) era de 83,7%. Nos anos seguintes, apresentou queda gradativa: 2020 – 77,9%; 2021 – 75,7%; e 2022 – 72,1% (DISTRITO FEDERAL, 2023). O DF apresenta baixas chances de vivenciar surtos de febre amarela humana de grandes proporções, como observado em 2016/2017, no Sudeste e Sul do Brasil (Áreas Sem Recomendação de Vacina – ASRV – até então). Mas ele faz parte de importantes corredores espaciais de propagação do vírus da FA (Regiões Norte, Centro-Oeste e Sul) e reforçar a vigilância de epizootias em PNHs é reforçar a identificação dos principais gêneros de PNHs, a definição do perfil ecoepidemiológico dos PNHs, a ecogeografia, a caracterização das principais causas de morte dos PNHs do território e a detecção das áreas de circulação do vírus da FA, antes do aparecimento de casos humanos autóctones. O fortalecimento dessa estratégia em saúde pública é de suma importância, tanto para o DF quanto para os outros estados que também fazem parte desses corredores de dispersão do VFA.

Um dos objetivos norteadores da vigilância epidemiológica da febre amarela é detectar a circulação viral o mais precocemente possível, para implementação oportuna das ações de controle e prevenção, preferencialmente quando a circulação ainda estiver no ciclo enzoótico, ou seja, no âmbito das mortes em PNH, a fim de reduzir o risco de transmissão para a população humana. Em 2008, a vigilância de PNHs não foi capaz de antever os casos de FA humana, porque ocorreram de forma simultânea, mas, em 2015 e 2020, a vigilância detectou a circulação viral no território antes de casos humanos.

Vigilância em saúde se faz com local de ocorrência. Melhorar o diálogo interinstitucional e definir a cooperação de informações, de forma institucionalizada, é urgente. Consideramos o investimento em ampliação dos recursos humanos aliado à capacitação técnica-profissional, a melhora no acesso às informações dos PNHs recolhidos por órgãos parceiros, como a geolocalização das epizootias, a inclusão de novas técnicas diagnósticas, em nível regional, e a educação em saúde como caminhos necessários para definir ações para prever, prevenir e controlar futuros surtos potenciais.

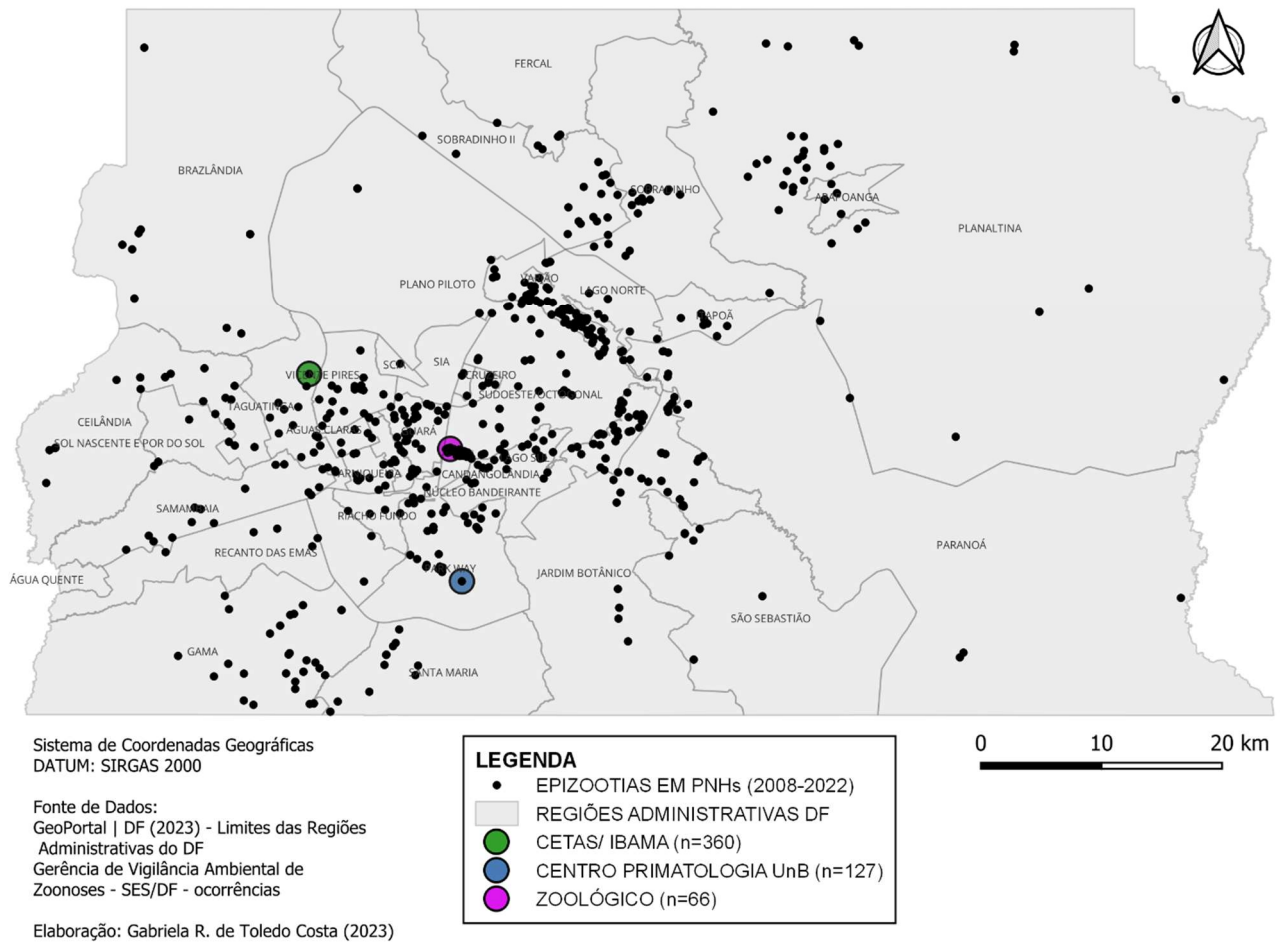


Figura 1. Distribuição geográfica das epizootias em PNHs registradas no Distrito Federal, no período de 2008 a 2022.

TABELAS

Tabela 1. Distribuição das epizootias notificadas em PNHs, por Região Administrativa (RA) do DF, entre 2008 e 2022.

Regiões Administrativas do DF	(n)	%
ÁGUAS CLARAS	10	1,6
ARAPOANGA	5	0,8
ARNIQUEIRA	12	1,9
BRAZLÂNDIA	11	1,7
CANDANGOLÂNDIA	43	6,8
CEILÂNDIA	25	3,9
CRUZEIRO	3	0,5
FERCAL	5	0,8
GAMA	28	4,4
GUARÁ	42	6,6
ITAPOÃ	8	1,3
JARDIM BOTÂNICO	33	5,2
LAGO NORTE	81	12,8
LAGO SUL	65	10,3
NÚCLEO BANDEIRANTE	4	0,6
PARANOÁ	15	2,4
PARK WAY	43	6,8
PLANALTINA	36	5,7
PLANO PILOTO	39	6,2
RECANTO DAS EMAS	5	0,8
RIACHO FUNDO	2	0,3
RIACHO FUNDO II	3	0,5
SAMAMBAIA	14	2,2
SANTA MARIA	11	1,7
SÃO SEBASTIÃO	7	1,1
SCIA	2	0,3
SAI	1	0,2
SOBRADINHO	17	2,7
SOBRADINHO II	17	2,7
SOL NASCENTE E POR DO SOL	3	0,5
SUDOESTE/OCTOGONAL	5	0,8
TAGUATINGA	18	2,8
VARJÃO	1	0,2
VICENTE PIRES	19	3,0
TOTAL	633	100,0

7. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.A.B. CARDOSO, J.D.C. DOS SANTOS, E. DA FONSECA, D.F. CRUZ, L.L. et al. (2014) Surveillance for Yellow Fever Virus in Non-Human Primates in Southern Brazil, 2001–2011: A Tool for Prioritizing Human Populations for Vaccination. *PLoS Negl Trop Dis* 8(3): e2741. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pntd.0002741>
- ALMEIDA, M.A.B. DOS SANTOS, E. CARDOSO, J.D.C. DA FONSECA, D.F. et al. Yellow Fever Outbreak Affecting *Alouatta* Populations in Southern Brazil (Rio Grande do Sul State), 2008–2009. *American Journal of Primatology* 74:68–76 (2012). <https://doi.org/10.1002/ajp.21010>
- ARAÚJO, F.A.A. RAMOS, D.G. SANTOS, A.L. PASSOS, P.H.O ELKHOURY, A.N.S.M. COSTA, Z.G.A. et al. Epizootias em primatas não humanos durante reemergência do vírus da febre amarela no Brasil, 2007 a 2009. *Epidemiol Serv Saúde*. 2011;20:527–36.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Informe 21: Monitoramento do Período Sazonal da Febre Amarela Brasil – 2017/2018, 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Guia de Vigilância Epidemiológica, 7^a ed. Brasília: Ministério da Saúde, 819 p. Série A. Normas e Manuais Técnicos. 2009.
- BRASIL. Portaria de Consolidação nº 4 de 28 de setembro de 2017a. Consolidação das normas sobre os sistemas e os subsistemas do Sistema Único de Saúde. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0004_03_10_2017.html. Acesso em: 30 out 2023.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Guia de vigilância de epizootias em primatas não humanos e entomologia aplicada à vigilância da Febre Amarela. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.
- COSTA, Z. G. A. Estudo das características epidemiológicas da Febre Amarela no Brasil, nas áreas fora da Amazônia Legal, no período de 1999 a 2003 [dissertação]. Brasília: Escola Nacional de Saúde Pública / Fiocruz, 2005.
- CUNHA, M.S. DA COSTA, A.C. FERNANDES, N.C.C.A. GUERRA, J.M. DOS SANTOS, F.C.P. NOGUEIRA, J.S. et al. Epizootics due to yellow fever virus in São Paulo State, Brazil: viral dissemination to new areas (2016–2017). *Sci Rep*. 2019; 9:5474.
- DISTRITO FEDERAL, Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal. **Informativo Indicadores de Imunização - Segundo Quadrimestre de 2022, Março de 2023.** Disponível em <https://www.saude.df.gov.br/documents/37101/0/Boletim+Vacina%C3%A7%C3%A3o+DF+2%C2%BA+Quadrimestre+2022.pdf/e54f0279-0fe4-7f66-b09f-ce6e6b84a9da?t=1678387600529> Acesso 23/12/2023
- DUARTE, M.H. VECCI, M.A. HIRSCH, A. YOUNG, R.J. Noisy human neighbours affect where urban monkeys live. *Biol Lett*. 2011;7:840–2. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2011.0529>
- ESTRADA, A. GARBER, P.A. RYLANDS, A.B. ROOS, C., FERNANDEZ-DUQUE, E. DI FIORE, A. et al. Impending extinction crisis of the world's primates: why primates matter. *Sci Adv*. 2017; 3:e1600946. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600946>

- FERNANDES et al, Differential Yellow Fever Susceptibility in New World Nonhuman Primates, Comparison with Humans, and Implications for Surveillance. *Emerging Infectious Diseases*. DOI: <https://doi.org/10.3201/eid2701.191220>
- GIOVANETTI, M. et al. Genomic epidemiology unveils the dynamics and spatial corridor behind the Yellow Fever virus outbreak in Southern Brazil. *Sci. Adv.* 9, eadg9204 (2023). DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.adg9204>
- IBRAM - Instituto Brasília Ambiental, <http://ibram.df.gov.br/listagem-de-unidades-de-conservacao/>, 2020. Acesso: 02/11/2023.
- IPEDF, Instituto de Pesquisa e Estatística do Distrito Federal. **Portal de Informações Estatísticas do Distrito Federal**. Disponível em: <https://infodf.ipe.df.gov.br/>. Acesso 16/11/2023
- LIRA-VIEIRA, A.R., GURGEL-GONÇALVES, R. MOREIRA, I.M. YOSHIZAWA, M.A.C. et al. (2013). Ecological aspects of mosquitoes (diptera: culicidae) in the gallery forest of brasilia national park, brazil, with an emphasis on potential vectors of yellow fever. *Revista Da Sociedade Brasileira De Medicina Tropical*, 46(5), 566-574. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0136-2013>
- MARES-GUIA, M.A.M.d. HORTA, M.A., ROMANO, A. et al. Yellow fever epizootics in non-human primates, Southeast and Northeast Brazil (2017 and 2018). *Parasites Vectors* 13, 90 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13071-020-3966-x>
- OPAS-PAHO, Organização Pan-Americana da Saúde. Febre Amarela. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/febre-amarela> Acesso: 05 de nov de 2023.
- OPAS-PAHO, Organização Pan-Americana da Saúde. Perfil Nacional da Febre Amarela no Brasil. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/57536> Acesso: 05 de nov de 2023.
- PASSOS, P.H.O. RAMOS, D.G. ROMANO, A.P. CAVALCANTE, K.R.L.J. MIRANDA, L.H.M. et al. Hepato-pathological hallmarks for the surveillance of Yellow Fever in South American non-human primates, *Acta Tropica*, Volume 231, (2022) <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106468>.
- PEREIRA, A.A.B.G., DIAS, B., Castro, S.I. et al. Electrocutions in free-living black-tufted marmosets (*Callithrix penicillata*) in anthropogenic environments in the Federal District and surrounding areas, Brazil. *Primates* 61, 321–329 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10329-019-00760-x>
- ROMANO, A. P. M. ANDRADE, M. A. JAYME, V. D. S. RAMOS, D. G. ARAÚJO, F. A. Febre Amarela em Primatas Não Humanos no Brasil e o Sistema Nacional de Vigilância de Epizootias, 2000 a 2010. In: Anais da 63ª Reunião Anual da SBPC, 2011; Goiânia. p. 1-5.
- TOMA, B.; DUFOUR, B.; SANAA, M.; BENET, J.; SHAW, A.; MOUTOU, F.; LOUZÃ, A. Epidemiologia aplicada à luta colectiva contra as principais doenças animais transmissíveis. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742011000100011>
- WILSON, T.M. RITTER, J.M. MARTINES, R.B. et al. Fatal Human Alpha herpesvirus 1 Infection in Free-Ranging Black-Tufted Marmosets in Anthropized Environments, Brazil,

2012–2019. Emerging Infectious Diseases. 2022;28(4):802-811.
<https://doi.org/10.3201/eid2804.212334>