



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

**LEVANTAMENTO DOS DIAGNÓSTICOS ANATOMOPATOLÓGICOS EM
PRIMATAS NÃO HUMANOS NO BRASIL CENTRAL-2012 a 2020**

ALEXANDRA ARIADINE BITTENCOURT GONÇALVES

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

**BRASÍLIA/DF
AGOSTO DE 2022**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ANIMAIS**

**LEVANTAMENTO DOS DIAGNÓSTICOS ANATOMOPATOLÓGICOS EM
PRIMATAS NÃO HUMANOS NO BRASIL CENTRAL-2012 a 2020**

**ALUNA: ALEXANDRA ARIADINE BITTENCOURT GONÇALVES
ORIENTADOR: PROF. DR. MÁRCIO BOTELHO DE CASTRO**

TESE DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO: 256D/2022

**BRASÍLIA/DF
AGOSTO DE 2022**

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

**LEVANTAMENTO DOS DIAGNÓSTICOS ANATOMOPATOLÓGICOS EM
PRIMATAS NÃO HUMANOS NO BRASIL CENTRAL-2012 a 2020.**

ALEXANDRA ARIADINE BITTENCOURT GONÇALVES

**TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ANIMAIS, COMO
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO
DO GRAU DE DOUTORA EM CIÊNCIAS ANIMAIS.**

APROVADA POR:

**MÁRCIO BOTELHO DE CASTRO- (Doutor, Universidade de Brasília)
(PRESIDENTE- ORIENTADOR)**

**LÍRIA QUEIROZ LUZ HIRANO- (Doutora, Universidade de Brasília)
(1º MEMBRO)**

**CRISTIANO BARROS DE MELO (Doutor, Universidade de Brasília)
(2º MEMBRO)**

**ALESSANDRO PECEGO MARTINS ROMANO (Doutor, Ministério da Saúde)
(3º MEMBRO)**

**Documento assinado digitalmente via SEI
BRASÍLIA-DF, 29 de AGOSTO DE 2022**

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

GONÇALVES, A.A.B. Levantamento dos Diagnósticos Anatomopatológicos em Primatas Não Humanos no Brasil Central-2012 a 2020. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília. 2022, 51p. Tese de Doutorado.

Documento formal, autorizando reprodução desta tese de doutorado 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 Tese de Doutorado pode ser reproduzida sem a autorização escrito do autor ou de seu orientador. Citações são estimuladas, desde que citadas a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Bittencourt Gonçalves, Alexandra Ariadine.

Levantamento dos Diagnósticos Anatomopatológicos em Primatas Não Humanos no Brasil Central-2012 a 2020 / Alexandra Ariadine Bittencourt Gonçalves; orientador Márcio Botelho de Castro. -- Brasília, 2022. 51 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Ciências Animais) - Universidade de Brasília, 2022.

1. Levantamento de Lesões pós morte. 2. Alterações Histopatológicas. 3. Primatas Não Humanos. 4. Doenças não infecciosas. 5. Doenças Infecciosas.

DEDICATÓRIA

*A minha família,
Meu filho Davi, meu pai Alexandre, minha mãe Marléa, meu irmão Hugo e meu amigo Leandro,
Por todo apoio, incentivo, amor e carinho.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus**, pela oportunidade da vida, por guiar e proteger os meus passos nessa caminhada fornecendo força, saúde e sabedoria.

Agradeço a minha família querida e amada. Ao meu filho **Davi Bittencourt**, por me inspirar a nunca desistir, me fazendo perceber que preciso ser seu exemplo de perseverança e otimismo e por acreditar que sou a melhor mãe que existe.

Aos meus pais, **Alexandre Gonçalves e Marléa Gonçalves**, pela dedicação, incentivo e por me apoiarem com amor, carinho e paciência em todas as minhas escolhas a cada dia dessa jornada, estando presentes em cada momento de conquista e frustração, por acreditarem em mim e pela torcida.

Ao meu irmão, **Alexandre Hugo**, pelo amor, toda ajuda, pelas conversas e por sempre acreditar que eu poderia alcançar meus objetivos. Aos meus sobrinhos **Ícaro Bittencourt e Sabrina Bittencourt** por serem meus motivos de alegria e descontração juntamente com meu filho Davi.

Ao meu eterno amigo e ex-marido **Leandro Pereira** que sempre acreditou que eu poderia ser quem eu quisesse ser, nunca virando as costas para qualquer momento bom ou ruim que vivi.

Ao meu grande exemplo, amigo e orientador de doutorado **Prof. Dr. Márcio Botelho de Castro**, a quem dedico total carinho, respeito, admiração e sou muito grata pela infinita dedicação a mim ofertada, além de estar sempre disposto a me corrigir, incentivar, ensinar, por sempre exigir o meu melhor, mesmo quando eu não era tão merecedora e independente das circunstâncias, ele sempre esteve ali para mim e a realização desta pesquisa não sairia se não fosse a constante ajuda dele.

A todos os professores, funcionários e colegas do Programa de Pós-graduação em Ciências Animais da Universidade de Brasília, em especial do Laboratório de Patologia Veterinária e a todos os amigos e companheiros da Pós-graduação e também da residência que encontrei, em especial aos mais antigos amigos, **Davi Emanuel, Tais Meziara, Mizaél Machado e Marina Landi** que sempre tinham algo incrível para me ensinar e que são minhas inspirações.

Também aos amigos novos que o laboratório de Patologia me deu, **Cintia Regina, Isabella Luanni, Liz Albuquerque** pela colaboração, companheirismo e amizade.

Agradeço especialmente à minha grande amiga **Isabel Luana** que viveu comigo os piores anos de pandemia, além de provar o quão brilhante ela é em seus conhecimentos, amizade, generosidade e competência.

Às minhas eternas alunas de iniciação científica **Fernanda Correa, Bianca Dias, Damara Valcam, Sarah Castro e Clara Teixeira** que foram as iniciantes juntamente comigo desse projeto incrível que hoje alberga tantos projetos.

Agradeço a um alguém especial chamado **Danillo Mendes**, que cruzou meu caminho exatamente na reta final desta jornada, mas que foi imensamente ajudador, incentivador e companheiro.

Agradeço pela amizade de três grandes mulheres **Daniely Lisboa, Ludmilla Rocha e Fernanda Gomes**, vocês são presentes de Deus e moram no meu coração.

Agradeço imensamente a todos os envolvidos que trabalham no Centro de Controle de Doenças (CDC) em Atlanta nos Estados Unidos, por nos auxiliarem nos diagnósticos desta pesquisa.

Agradeço também ao **Ministério da Saúde** pelas amostras utilizadas nesse trabalho submetidas para investigação ao **Laboratório de Patologia Veterinária da Universidade de Brasília**, também ao **centro de Zoonoses/DF**, pelo constante trabalho conjunto.

Agradeço a **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)**, pelo auxílio financeiro.

SUMÁRIO

RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
CAPÍTULO 1- REVISÃO DE LITERATURA EM DIAGNÓSTICOS PÓS-MORTE DE PRIMATAS NÃO HUMANOS	- 1 -
1. INTRODUÇÃO	- 2 -
1.2. Objetivos.....	- 2 -
2. REVISÃO DE LITERATURA	- 4 -
2.1. Doenças em primatas não humanos.....	- 4 -
2.2. Doenças Não infecciosas em PNHs.....	- 4 -
2.2.1 Alterações traumáticas.....	- 4 -
2.2.2. Alterações Degenerativas	- 5 -
2.2.3. Alterações Metabólicas.....	- 6 -
2.2.4. Alterações Neoplásicas.....	- 7 -
2.3. Doenças Infecciosas em PNHs	- 7 -
2.3.1. Enfermidades Parasitárias.....	- 7 -
2.3.2. Enfermidades Bacterianas	- 8 -
2.3.3. Enfermidades Virais	- 9 -
CAPÍTULO 2- LEVANTAMENTO DOS DIAGNÓSTICOS ANATOMOPATOLÓGICOS EM PRIMATAS NÃO HUMANOS NO BRASIL CENTRAL-2012 a 2020	- 16 -
CAPÍTULO 3- ELETROCUÇÕES EM SAGUÍIS DE VIDA LIVRE (CALLITHRIX PENICILLATA) EM AMBIENTES ANTROPOGÊNICOS DO DISTRITO FEDERAL E ARREDORES, BRASIL	- 17 -
RESUMO	- 18 -
ABSTRACT	- 19 -
1. INTRODUÇÃO	- 20 -

2. MATERIAL E MÉTODOS.....	- 21 -
2.1 Locais do estudo e Coleta das Amostras	- 21 -
2.2 Processamento das Amostras.....	- 21 -
2.3 Análise de Dados	- 22 -
3. RESULTADOS	- 23 -
4. DISCUSSÃO.....	- 29 -
5. CONCLUSÕES.....	- 33 -
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	- 34 -
CAPÍTULO 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	- 38 -
CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS	- 39 -

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 3

- Figura 1: Ocorrência de eletrocussões em saguis do tufo preto e precipitação mensal de janeiro de 2015 a abril de 2018 no Distrito Federal e arredores, Brasil.....24
- Figura 2: Localização das eletrocussões de saguis do tufo preto de janeiro de 2015 a abril de 2018 no Distrito Federal (DF) e adjacências (Goiás), Brasil.....25
- Figura 3: Número de eletrocussões em sagüis de tufo preto por sexo, idade, número de locais de lesão por choque elétrico e localização de lesões por choque elétrico de janeiro de 2015 a abril de 2018 no Distrito Federal e adjacências (Goiás), Brasil.....25
- Figura 4: Sagui-de-tufo-preto eletrocutado. a Membro inferior com lesão eletrotérmica na superfície plantar e formação de úlcera na pele. b Membro superior com lesão grave por choque elétrico com exposição dos tecidos subjacentes e fratura de falanges.....26
- Figura 5: Sagui-de-tufo-preto eletrocutado. a Membro inferior com carbonização dos tecidos e úlcera profunda na pele. b Tronco com marcas de fios elétricos paralelos avermelhados escuros nos tecidos subcutâneo e muscular.....26
- Figura 6: Cauda, membros inferiores e região inguinal de um sagüi de tufo preto mostrando pontos de contato externos com queimaduras de fiação (setas) e pelos chamuscados.....27
- Figura 7: Membro inferior, face plantar de sagüi de tufo preto com formação de bolha intraepidérmica (a, separação intraepidérmica), descontinuidade (b) e necrose de coagulação da epiderme (c), e hialinização das fibras colágenas (d) (H&E, bar = 100 µm). *Visão de perto: membro inferior, superfície plantar de sagui-de-tufo-preto com linha de metalização na superfície epidérmica corada com azul da Prússia de Pearls.....27

RESUMO

A classificação dos primatas não humanos (PNHs) está dividida em cerca de 128 espécies, com 51 pertencentes ao Novo Mundo e 77 ao Velho Mundo. No Brasil, as espécies de primatas correspondem a 23,8% das espécies do mundo todo. São pertencentes a Ordem Primatas, e divididos em dois grupos, os macacos do Novo mundo, e macacos do Velho mundo. Atualmente a maior ameaça para primatas é a destruição dos habitats e a fragmentação das florestas, além da caça e do tráfico. A crescente urbanização e industrialização proporcionaram maior contato entre as populações humanas e seus animais domésticos com as populações de PNHs, facilitando a disseminação de agentes infecciosos entre esses hospedeiros, além do acometimento maior às enfermidades não infecciosas, em especial de origem traumática. Em comparação ao conhecimento disponível para primatas do velho mundo, pouco ainda se conhece sobre as enfermidades que acometem PNH neotropicais. O *Callithrix penicillata* é a espécie com maior abrangência no Cerrado Brasileiro e conhecimento das diferentes afecções que acometem PNHs tanto de cativeiro quanto de vida livre é fundamental para o controle, prevenção e vigilância de diversas alterações infecciosas e não infecciosas. Diante disso, foi realizado um levantamento de casos de necropsia e fragmentos de órgãos enviados ao Laboratório de Patologia Veterinária de Brasília (LPV-UnB) em busca de determinar a frequência das doenças que podem causar a morte ou lesões nos PNHs encaminhados ao LPV-UnB no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2020.

Palavras Chave: *Callithrix penicillata*, Cerrado brasileiro, Diagnóstico pós morte, Primatas.

ABSTRACT

The classification of non-human primates (NHPs) is divided into about 128 species, with 51 belonging to the New World and 77 to the Old World. In Brazil, primate species correspond to 23.8% of species worldwide. They belong to the Primates Order, and are divided into two groups, the New World monkeys and the Old World monkeys. Currently, the greatest threat to primates is habitat destruction and forest fragmentation, in addition to hunting and trafficking. The greater spread of population agents and their domestic animals, especially of biological origin, with greater spread of infectious agents, among those with increasing origin to infectious diseases, especially with increasing origin to infectious diseases, among these animals greater to traumatic populations, among these larger animals to non-infectious diseases. Compared to the knowledge available for primates in the world, little is known about the diseases that affect Neotropical PNHs. *Callithrix penicillata* is the most widespread species in the Brazilian Cerrado and knowledge of the different diseases that affect both captive and free-living PNHs is essential for the control, prevention and surveillance of various infectious and non-infectious changes. From this, a survey of necropsy cases and organ fragments sent to the Veterinary Pathology Laboratory was carried out in order to determine the frequency of diseases that can cause death or resources in the PNH sent to the LPV-UnB in the period from January 2012 to December of 2020.

Key Words: *Callithrix penicillata*, Brazilian Cerrado, Postmortem diagnosis, Primates.

**CAPÍTULO 1- REVISÃO DE LITERATURA EM DIAGNÓSTICOS PÓS-MORTE DE
PRIMATAS NÃO HUMANOS**

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o país com a maior diversidade de espécies de primatas no mundo todo, com mais de 100 espécies ocorrendo no território nacional, destas, 59 são endêmicas e atualmente a maior ameaça para primatas é a destruição dos habitats e a fragmentação das florestas, além da caça e do tráfico (Sigrist, 2012). A crescente urbanização e industrialização proporcionam maior contato entre as populações humanas e seus animais domésticos com os bandos de primatas não humanos (PNHs), facilitando a disseminação de agentes infecciosos entre esses hospedeiros (Corrêa et al., 2016), no entanto em comparação ao conhecimento disponível para primatas do velho mundo, pouco ainda se conhece sobre as enfermidades que acometem PNHs neotropicais (Pissinati & Silva, 2014).

Dentre os PNHs neotropicais, está o *Callithrix penicillata*, que é a espécie com maior abrangência no Cerrado Brasileiro, em especial, nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins, áreas de Cerrado de São Paulo e no Distrito Federal (Fioravanti, 2012). O conhecimento das diferentes afecções que acometem PNHs tanto de cativeiro quanto de vida livre é fundamental para o controle, prevenção e vigilância de doenças infecciosas e também não infecciosas, e permite entender o impacto sobre a conservação da biodiversidade. O Laboratório de Patologia Veterinária da Universidade de Brasília (LPV-UnB) trabalha em parceria com o Ministério da Saúde e a Diretoria de Vigilância Ambiental do Distrito Federal (DIVAL-DF) no monitoramento, vigilância e diagnóstico de epizootias em PNHs e desta forma vem conseguindo catalogar diversas enfermidades infecciosas e não infecciosas que acometem os PNHs. A relevância desta pesquisa consiste no levantamento e conhecimento de diversas enfermidades infecciosas e não infecciosas, em uma grande quantidade de PNHs de vida livre e cativeiro vindos de diversos locais da região central do Brasil, durante nove anos.

1.2. Objetivos

- i. Realizar um levantamento de diagnósticos das enfermidades em PNHs a partir do exame de necrópsia e avaliação de fragmentos de órgãos de 1228 animais de 2012 a 2020.
- ii. Descrever as principais causas de morte, doenças ou lesões que acometem os PNHs na área do estudo que abrange principalmente o Cerrado Brasileiro.

- iii. Ampliar o conhecimento das doenças de PNHs necropsiados ou a partir de fragmentos de órgãos encaminhados ao setor de Patologia Veterinária da UnB.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Doenças em primatas não humanos

O aumento da população humana associada à expansão das áreas urbanas resulta na invasão de habitats da vida selvagem e a consequente adaptação de algumas populações naturais de PNHs para viverem nestas áreas modificadas. Essas condições tornam as interações entre o homem e PNH e as relações hospedeiro e patógeno mais frequentes, podendo aumentar o risco de enfermidades não infecciosas (Pereira et al., 2019) e também de transmissão de doenças infecciosas interespécies (Estrada et al., 2017). Ainda se sabe pouco acerca das enfermidades de PNHs do novo mundo, comparado com os primatas do velho mundo, talvez por pouco recurso ou equipe qualificada para o trabalho, mas de qualquer forma, o contato e os cuidados com esses animais em criadouros ou zoológicos ajudam a fornecer um pouco mais de informações sobre calitriquídeos em relação aos cebídeos.

Alguns estudos especializados proporcionaram uma ampla abordagem sobre as formas de parasitismo por vírus, protozoários, bactérias, fungos, helmintos além das alterações neoplásicas e de caráter nutricional (Cubas et al., 2014) e também de que essa maior interação entre homem e PNHs pode acarretar no aumento do aparecimento de enfermidades não infecciosas, principalmente de origem traumática (Pereira et al., 2019).

2.2. Doenças Não infecciosas em PNHs

2.2.1 Alterações traumáticas

Os traumas em PNHs de vida livre ou de cativeiro são importantes e frequentes causas de acometimento clínico e morte destes indivíduos. Podem acontecer por ação mecânica, gerada por um agente externo, resultando em dano físico, que pode causar lesões em qualquer região do corpo do animal (Muir, 2006; Werner, 2010). Essa ação mecânica pode ser decorrente de brigas entre os indivíduos por disputas hierárquicas, estresses no cativeiro, predação, choques elétricos, atropelamentos e também por agressões de pessoas com armas contundentes ou de fogo (Lopes et al., 2010; Pereira, 2011). Os traumas podem ser classificados como leves ou graves e podem gerar dor, medo e estresse, desencadeando mecanismos compensatórios a fim de manter a homeostase e eles variam, incluindo lesões de pele, comprometimentos musculares, fraturas e lesões de maior gravidade nas cavidades

torácicas, abdominais e no sistema nervoso central (Crowe, 2006; Simpson, 2009). Lesões do sistema nervoso central ocorrem muitas vezes pelo traumatismo crânio encefálico (TCE) e são lesões ocasionadas por diversos tipos de acidentes e com prognóstico que varia de reservado a desfavorável, podendo causar disfunções neurológicas e comprometimento da vida, uma vez que prejudica as funções motoras, sensoriais e viscerais (Mendes & Arias, 2012). A convivência humana com o PNH em ambientes antrópicos também tem efeitos negativos sobre as populações devido à morte dos animais associada a traumas causados por humanos, animais domésticos e à eletrocussão nas linhas elétricas (Kumar & Kumar, 2015; Sinha et al., 2017).

As lesões por eletricidade artificial são o resultado do encontro acidental de animais silvestres com os fios elétricos e geralmente são causadas por correntes alternadas de baixa voltagem de menos de 1000 volts (V), usadas em residências e pequenas indústrias após serem reduzidas por transformadores (Arnoldo et al., 2009, Parakkattil et al., 2017; Sheikhzadi et al., 2010). Ferimentos elétricos foram descritos em animais domésticos (Ros et al., 2015), e causam um impacto considerável sobre as populações, despertando preocupação especial na conservação de espécies (Dwyer et al., 2014; Lehman et al., 2007). No entanto, em primatas de vida livre, lesões elétricas não são frequentes e são geralmente associadas com o deslocamento de animais em áreas urbanas (Kumar & Kumar 2015).

As características morfológicas das lesões elétricas são muito variáveis, devido à resistência dos tecidos à energia elétrica e quantidade de corrente, o que pode acarretar desde a ausência de lesões, à queimadura de primeiro a quarto grau e até carbonização e são demonstradas microscopicamente por formação de bolhas subepidérmicas, hialinização de fibras de colágeno, e ocasionalmente metalização em áreas de contato (Schulze et al., 2016). As alterações que podem ser visualizadas como consequência de eletrocussão são marcas principalmente na pele da palma da mão ou superfícies plantares com ou sem separação intraepidérmica (formação de bolhas), eventuais áreas de necrose de coagulação da epiderme e derme, além de hialinização das fibras de colágeno, com formação de linhas de metalização na superfície epidérmica de alguns animais (Pereira, et al., 2019).

2.2.2. Alterações Degenerativas

A degeneração é um processo patológico caracterizado por modificações morfológicas das células com consequente diminuição da funcionalidade. Estas modificações consistem em degenerações celulares reversíveis decorrentes de alterações

bioquímicas que levam ao acúmulo intracelular de substâncias tais como carboidratos, proteínas e lipídios (Varela, 2012).

A amiloidose é um exemplo de degeneração hialina e se caracteriza por ser uma condição patológica que ocorre espontaneamente em animais. Essa condição pode ser causada pela deposição extracelular, em vários órgãos, como intestinos, rins, pele e fígado, resultando na disfunção orgânica dos órgãos e eventualmente morte (Nuvolone & Giampaolo, 2017). Amiloidose sistêmica em PNHs tem sido associada a doenças crônicas. As causas do desenvolvimento de amiloidose sistêmica ainda não foram completamente elucidadas (Blanchard, 1993). Em primatas não humanos, a doença tem sido descrita com várias condições de infecção crônica ou inflamações incluindo enterocolite bacteriana, parasitismo, doença respiratória, trauma e artrite reumatoide. Apesar de prevalências relatadas chegarem a 30% em rhesus (*Macaca mulatta*) e 47% em macacos de cauda de porco (*Macaca nemestrina*), a amiloidose continua sendo um desafio para diagnosticar. O diagnóstico “padrão ouro” em macacos ainda é a histopatologia (Rice et al., 2013).

2.2.3. Alterações Metabólicas

Metabolismo é o conjunto de transformações que as substâncias químicas sofrem no interior dos organismos vivos, desta forma a expressão metabolismo celular é usada em referência ao conjunto de todas as reações químicas que ocorrem nas células (Díaz González & Silva, 2017). Então, as doenças metabólicas são condições onde esses processos estão ocorrendo de maneira incorreta, a exemplo de doenças ósseas (Oliveira et al., 2013). As doenças ósseas metabólicas já foram diagnosticadas tanto em seres humanos quanto em primatas não humanos. Além disso, existem relatos da ocorrência em diversas outras espécies de mamíferos, aves, répteis e anfíbios (Lewis, 2005).

Uma causa importante de mortalidade em primatas, especialmente saguis, são as doenças ósseas metabólicas (DOM). Elas caracterizam-se basicamente por osteopenias: osteodistrofia fibrosa, osteomalácia e raquitismo (Fowler, 1986; Baxter et al., 2013). Esses diferentes termos clínicos não são sinônimos e caracterizam entidades distintas. O termo osteodistrofia é originário do grego e corresponde a

"osso mal alimentado". Na prática, os nutrientes mais comumente envolvidos nessa enfermidade são o cálcio, o fósforo e a vitamina D, sendo assim a osteodistrofia fibrosa resulta de uma desmineralização ocasionada pela ação do paratormônio que retira ativamente cálcio dos ossos, e nesse caso, o tecido ósseo vai sendo substituído por tecido conjuntivo fibroso (Carciofi & De Oliveira, 2014). O raquitismo acontece restritamente em filhotes e é decorrente de uma baixa mineralização da osteóide em consequência de uma deficiência de vitamina D. A osteomalácia acomete adultos e é decorrente de uma não mineralização da osteóide por falta de fósforo, ou ainda, deficiência de vitamina D, sendo que nesse caso, o osso perde qualidade e torna-se menos resistente (Carciofi & De Oliveira, 2014).

2.2.4. Alterações Neoplásicas

As neoplasias possuem inúmeras definições, mas podem ser facilmente interpretadas como um tecido ou conjunto de células que estão fora do seu mecanismo normal de ação, possuindo geralmente um crescimento descontrolado ou fora dos padrões. Essa expansão de células pode prejudicar órgãos adjacentes e o órgão na qual está localizada, diminuindo suas funções vitais por pressão ou substituição do tecido funcional normal (Kumar et al., 2016). A elevação do número de casos de neoplasia em animais está diretamente relacionada com o aumento da expectativa de vida dos mesmos, que foi devido principalmente, às melhorias nas condições de vida, nutrição, vacinação e práticas terapêuticas preventivas, entretanto, nos animais selvagens, ainda há certa dificuldade no diagnóstico de certas doenças (Rodaski & Piekarz, 2009).

Existem relatos de neoplasias em PNHs sejam de vida livre ou de cativeiro, porém a maioria deles nos primatas do velho mundo e em achados de necropsia de indivíduos pertencentes a entidades responsáveis por animais em cativeiro. Segundo a literatura, os macacos rhesus e babuínos são mais acometidos. Nestes grupos já foram relatados tumores dos sistemas respiratório, digestório, reprodutor, nervoso e tegumentar (Lewis & Colgin, 2005).

2.3. Doenças Infecciosas em PNHs

2.3.1. Enfermidades Parasitárias

Os principais agentes parasitários são helmintos, cestódeos, trematódeos, protozoários e ácaros (Andrade et al., 2002) e vários têm potencial para causar zoonoses, como o protozoário *Toxoplasma gondii*, que elimina formas contaminantes através das fezes do hospedeiro. Trata-se de um protozoário intracelular obrigatório, que acomete uma grande variedade de mamíferos e aves, acarretando na doença denominada, toxoplasmose. Esse tipo de parasitismo é comum mundialmente, afetando várias espécies de primatas e humanos (Dubey, 2004). *Toxoplasma gondii* tem como hospedeiro definitivo os felídeos, desta forma o gato doméstico é muito importante para manutenção do ciclo urbano da toxoplasmose, sendo aves e diversos mamíferos os hospedeiros intermediários (Santos et al., 2018).

Platynosomum illiciens é um trematódeo do fígado, encontrado principalmente em felinos, embora também tenha sido relatado em aves e outras espécies de mamíferos, incluindo primatas não humanos. É uma doença hepatobiliar causada pelo trematódeo do gênero *Platynosomum illiciens* (Sampaio et al., 2006). Primatas geralmente não apresentam sintomatologia e frequentemente são achados incidentais de necropsia (Silva et al., 2011).

2.3.2. Enfermidades Bacterianas

Uma variedade considerável de infecções causadas por bactérias pode ocorrer em populações de primatas mantidos em cativeiro e em vida livre, e são responsáveis por morbidade e mortalidade por vezes alta se não for dada a devida atenção (Pissinati & Silva, 2014). A leptospirose por exemplo, é uma enfermidade causada por bactéria patogênica do gênero *Leptospira*, podendo causar infecção bacteriana aguda, com possibilidade de afetar humanos e animais do mundo todo (Costa et al., 2015). A literatura relata que a leptospirose natural e experimental em animais domésticos e silvestres, por exemplo os PNHs, tem características clínicas e achados histopatológicos semelhantes à forma grave de leptospirose em humanos (Rissi & Brown, 2014). A leptospirose é prevalente em países da América latina (Schneider et al., 2017), sendo endêmica no Brasil, e é uma das doenças aguda hemorrágicas mais relevante com alto número de casos (Brasil, 2021). A leptospirose naturalmente adquirida em PNHs, até o momento, é incomum em todo o mundo e nunca havia sido relatada antes em saguis de vida livre (Wilson et al., 2021).

Os actinomicetos são bactérias menos comumente encontradas nos PNHs, sendo classificadas em Gram-positivas com grande diversidade morfológica, apresentando-se microscopicamente filamentosas, bacilares ou cocobacilares (Malik et al., 2006). Esses microrganismos ocorrem em uma grande diversidade de hábitat e são capazes de crescer em uma vasta variedade de substratos. O solo compreende o habitat mais comum para os actinomicetos, todavia podem ser encontrados em águas doces e marinhas, além de tecidos animais e vegetais (Matsuura, 2004). São microrganismos de baixa patogenicidade e de caráter oportunista que demandam lesão tissular prévia (Couto et al., 2000).

Geralmente a forma de transmissão ocorre por lesões mecânicas na pele ou contaminação de feridas constituindo a principal forma de infecção para a apresentação cutânea/ou subcutânea da doença (Sykes, 2015), mas a inalação de aerossóis e a ingestão de materiais contaminados também participam na patogenia, desencadeando a forma respiratória e digestiva da doença, respectivamente (Quinn et al., 2005). Apesar da actinomicose ser uma infecção muito rara em primatas que não são de cativeiro, a infecção foi descrita em um *Callithrix penicillata* de vida livre na área urbana do Distrito Federal, apresentando pneumonia piogranulomatosa multifocal severa, com miríade de bactérias filamentosas Gram-positivas em contas, e negativas a coloração de Ziehl-Neelsen (Sousa et al., 2019).

2.3.3. Enfermidades Virais

As doenças virais são as mais relatadas pela literatura nacional e internacional, dada a grande variedade de vírus causadores de enfermidades em primatas e ao fato de a grande maioria terem alta capacidade zoonótica (Cubas et al., 2014). A exemplo dos herpesvírus que acometem várias espécies de mamíferos que causam, na maioria das vezes, lesões vesiculares em mucosas, e em menor frequência, acondicionados ao estado imunológico do animal e do tipo de herpesvírus infectante (Setzer, 2007). Herpesvirus simplex tipo 1 (HSV-1) é um dos herpesvírus melhor caracterizados e transmissíveis do homem para PNHs (Matz et al., 2003). Seu hospedeiro natural é o primata humano, no qual provoca doença autolimitante, geralmente localizada (Costa et al., 2011). Os PNHs se infectam com HSV-1 através do contato direto com saliva ou secreções de vesículas ou úlceras de humanos ou de outros PNHs contaminados (Linn et al., 2006). Herpesvírus humano (*Herpesvirus hominis* e *Herpesvirus simples*) geralmente causa infecções assintomáticas e latentes nesta espécie, porém quando transmitida para as espécies de PNHs, a doença resulta em sinais clínicos sistêmicos severos e fatal com período

de evolução clínica de dois a cinco dias (Matz et al., 2003). Clinicamente, são observadas lesões erosivas e ulcerativas na cavidade oral, conjuntivite e doença respiratória, normalmente evoluindo para um quadro neurológico (Longa et al., 2011).

A febre amarela é outro exemplo de doença viral que pode ocorrer em PNHS. Trata-se de uma arbovirose, desta forma é transmitida ao homem e ao PNH, mediante a picada de insetos hematófagos da família Culicidae, em especial dos gêneros *Aedes* e *Haemagogus* (Lopes et al., 2014). Em PNHS pode ocasionar vacuolização macro e microgoticular moderada difusa associada a necrose individual multifocal discreta de hepatócitos relacionada a presença de corpúsculo de Councilman-Rocha Lima e discreto infiltrando mononuclear nos sinusoides e hemorragia focal discreta (Leal et al., 2016).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A., PINTO, S. C., OLIVEIRA, R. S. **Animais de Laboratório: criação e experimentação** [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2002. Disponível em: <http://static.scielo.org/scielobooks/sfwjtj/pdf/andrade-9788575413869.pdf>> Acesso em: 8 jun. 2022.

ARNOLDO, B. D.; PURDUE, G. F., **The diagnosis and management of electrical injuries.** *Hand Clin*, v. 25, p. 469-479. 2009.

BAXTER, V. K., SHAW, G. C., SOTUYO, N. P., CARLSON, C.S., OLSON, E. J., ZINK, M. C., MANKOWSKI, J. L., ADAMS, R. J., HUTCHINSON, E. K., KELLY, A. **Serum albumin and body weight as biomarkers for the antemortem identification of bone and gastrointestinal disease in the common marmoset.** *Dec* 6;8(12):e82747. doi: 10.1371/journal.pone.0082747. e Collection. 2013.

BLANCHARD, J. L. **"Amiloidose generalizada, primatas não humanos"**. *Primatas não humanos*. Ed. Springer: Berlim, Heidelberg, 1993. 194-197p.

BRASIL, Ministério da Saúde, 2021. **Uma análise da situação de saúde e da qualidade da informação.** Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_4ed.pdf> Acesso em: 03 agost. 2022.

CARCIOFI, A. C.; DE OLIVEIRA, L. D. Doenças Nutricionais. In: CUBAS, Z. L.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de Animais Selvagens - Medicina Veterinária.** 2ª Edição. Cap. 53. São Paulo: Ed Roca, 2014. 838-863p.

COSTA, F., HAGAN, J. E., CALCAGNO, J., KANE, M., TORGERSON, P., MARTINEZ-SILVEIRA M. S. **Global morbidity and mortality of leptospirosis: a systematic review.** *PLoS Negl Trop Dis*. 9:e0003898. 2015.

COSTA, E. A., LUPPI, M. M., MALTA, M. C., LUIZ, A. P., ARAÚJO, M. R., COELHO, F.M. **Outbreak of human herpes virus type 1 infection in nonhuman primates (*Callithrix penicillata*).** *J Wildl Dis*. 47:690-3. 2011.

COUTO, S. S., DICKINSON, P. J., JANG, S., MUNSON, L. **Pyogranulomatous meningoencephalitis due to *Actinomyces sp.* in a dog.** *Veterinary Pathology Online*, v. 37, 650-652 p. 2000

CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de Animais Selvagens - medicina veterinária**, 2ª edição, v.1. Ed. Roca: São Paulo, 2014. 778p

CORRÊA, P., BUENO, C., SOARES, R., VIEIRA, F. M., MUNIZ-PEREIRA, L. C. **Checklist of helminth parasites of wild primates from Brazil.** *Rev Mex Biodivers*. v.87, 908-918p, 2016.

CROWE, J. R. **Assessment and management of the severely polytraumatized small animal patient.** *Journal of veterinary emergency and critical care*, v. 16, n. 4, 264-275p, 2006.

DÍAZ GONZÁLEZ, F. H. & SILVA, S. C. **Introdução à Bioquímica Clínica Veterinária.** Ed. UFRGS, 2017, 23 p.

- DUBEY, J. **Toxoplasmosis – a waterborne zoonosis**. *Veterinary Parasitology* 126, 2004, 57-72p.
- DWYER, J. F., HARNESS, R. E., DONOHUE, K. **Predictive model of avian electrocution risk on overhead power lines**. *Conserv. Biol.* 28:159–68. 2014.
- ESTRADA, A., GARBER, P. A., RYLANDS, A. B., ROOS, C., FERNANDEZ-DUQUE, E., DI FIORE, A., LI, B. **Impending extinction crisis of the world’s primates: Why primates matter**. *Science advances*, 3(1), e1600946. 2017.
- FOWLER, M. E. **Zoo and Wild Animal Medicine**. 2nd ed. Ed M. E. Fowler. Philadelphia, W. B. Saunders, 70p. 1986.
- FIORAVANTE, C. **Espécies Invasoras – Indesejáveis, mas nem sempre**. revista de Pesquisa FAPESP, 192, FEV. 2012.
- KUMAR, V. & KUMAR, V. **Seasonal electrocution fatalities in free-range rhesus macaques (*Macaca mulatta*) of Shivalik hills area in northern India**. *J Med Primatol.* 44:137–142. 2015.
- KUMAR, V.; COTRAN, R. S.; ROBBINS, S. L. **Patologia básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
- LEAL, S. G, ROMANO, A. P. M., MONTEIRO, R. V., MELO, C. B., VASCONCELOS, P. F. C., CASTRO, M. B. **Frequency of histopathological changes in Howler monkeys (*Alouatta sp.*) naturally infected with yellow fever virus in Brazil**. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 49(1):29-33, Jan-Feb, 2016.
- LEWIS A. D. & COLGIN L. M. A. **Pathology of non infectious diseases of the laboratory primate**. 47-74p. In: Wolfe-Cotte S. (Ed.), *The Laboratory Primate*. Elsevier, London, 2005.
- LEHMAN, R. N., KENNEDY, P. L., Savidge JA. **The state of the art in raptor electrocution research: a global review**. *Biol. Conserv.* 136:159–74. 2007.
- LINN, M. J.; DURAN-STRUUCK, R.; TRIVEDI, A. K.; et al. **Medicine of nonhuman primates**. In: **Laboratory Animal Medicine and Management**, 2006. Disponível em <<http://www.ivis.org>. Acesso em 15/out/2019>.
- LOPES, C., FASANO, D., BRAVIN, J., CYSNE, L., ANDRADE, M., TANNOUZ, V., Clínica aplicada. In: ANDRADE, A., ANDRADE, M., MARINHO, A., FILHO, J. **Biologia, manejo e medicina de primatas não humanos na pesquisa biomédica**. Rio de Janeiro- RJ: Editora Fiocruz. p. 315 – p. 350. 2010.
- LOPES, N., LINHARES, R.E.C., NOZAWA, C. **Características gerais e epidemiologia dos arbovírus emergentes no Brasil**. *Rev Pan-Amaz Saude* 5(3):55-64. 2014.
- LONGA, C. S., BRUNO, S. F., PIRES, A. R., ROMIJN, P. C., KIMURA, L. S., COSTA, C. H. **Human herpes virus 1 in wild marmosets, Brazil, 2008**. *Emerg Infect Dis.* 17:1308-10. 2011.
- MALIK, R., KROCKENBERGER, M. B., O’BRIEN, C. R., WHITE, J. D., FOSTER, D., TISDALL, P. L. C., GUNEW, M., CARR, P. D., BODELL, L., MCCOWAN, C., HOWE, J.,

OAKLEY, C., GRIFFIN, C., WIGNEY, D. I., MARTIN, P., NORRIS, J., HUNT, G., MITCHELL, D. H., GILPIN, C. **Nocardia infections in cats: a retrospective multi-institucional study of 17 cases.** Aust Vet J, v.84, p.235-245. 2006.

MATSUURA, Takeshi. **Caracterização taxonômica de actinomicetos endofíticos produtores de antibióticos isolados de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum.)** São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. 2004, 55p. Tese (Doutorado em Ciência de alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. 2004

MATZ-RENSING, K.; JENTSCH, K. D.; RENSING, S.; et al. **Fatal Herpes simplex infection in a group of common marmosets (*Callithrix jacchus*).** Vet. Pathol., v. 40, n.4, p. 405-411, 2003.

MENDES, D. S & ARIAS, M.V. B. **Traumatismo da medula espinhal em cães e gatos: estudo prospectivo de 57 casos.** Pesquisa Veterinária Brasileira, v. 32, n. 12p. 1304-1312, 2012.

MUIR, W. **Trauma: physiology, pathophysiology, and clinical implications.** Journal of veterinary emergency and critical care, v. 16, n. 4, p. 253-263, 2006.

NUVOLONE, M. & GIAMPAOLO M. **"Amiloidose sistêmica: novas terapias e papel dos biomarcadores"**. Nephrology Dialysis Transplantation 32.5: 770-780. 2017.

OLIVEIRA, D. V., BATILANI, J. R., BERTOLINI, S. M. M. G., CARVALHO, E. E. A. **Caracterização das atividades físicas, condições de saúde e hábitos de vida dos idosos usuários das academias da terceira idade.** Revista Científica JOPEF – Vol.15, nº 1/ano 11. Universidade Estadual de Maringá. Editora Korppus – Curitiba/PR ISSN 1806-1508, 2013.

PARAKKATTIL, J., KANDASAMY, S., DAS, S., DEVNATH, G.P., CHAUDHARI, V.A., SHAHA, K. K. **Atypical Exit Wound in High-Voltage Electrocution.** Am J Forensic Med Pathol, v. 38, n. 4, p. 336-338. 2017.

PEREIRA, A. A., DIAS, B., CASTRO, S. I., LANDI, M. F., MELO, C. B., WILSON, T. M., COSTA, G. R. T., PASSOS, P. H. O, ROMANO, A. P., SZABÓ, M. P. J., CASTRO, M. B. **Electrocutions in free-living black-tufted marmosets (*Callithrix penicillata*) in anthropogenic environments in the Federal District and surrounding areas, Brazil.** Primates, 61(2), 321–329. <https://doi.org/10.1007/s10329-019-00760-x>. 2019.

PEREIRA, Fernanda Mara Aragão Macedo. **Choque elétrico acidental em animais de vida livre: revisão de literatura.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2011. 45p. Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2011. Monografia (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

PISSINATI, A. & SILVA, R.R. **Processos não infecciosos de particular interesse em primatas.** In: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO-DIAS, J. L. Tratado de Animais Selvagens, 2ª edição, volume 2. Ed. Roca: São Paulo, 2014, 650p.

QUINN, P. J.; MARKEY, B. K.; CARTER, M. E. **Actinomicetos.** In. Microbiologia Veterinária e Doenças Infecciosas. 1ed. São Paulo: Ed. Artmed: São Paulo, 74-82p. 2005.

RICE, K. A. CHEN, E., METCALF, P., KELLY, A. ; HUTCHINSON, E., ADAMS, R.J. **Diagnóstico de amiloidose e diferenciação de enterocolite idiopática crônica em macacos rhesus (*Macaca mulatta*) e rabo de porco (*M. nemestrina*)**. Medicina comparativa 63.3: 262-271. 2013.

RISSI, D. R., & BROWN, C. A. **Diagnostic features in 10 naturally occurring cases of acute fatal canine leptospirosis**. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation, 26(6), 799–804. <https://doi.org/10.1177/1040638714553293>. 2014.

RODASKI, S; PIEKARZ, C. H. Epidemiologia e Etiologia do Câncer. In: DARLECK, C. R.; DE NARDE, A. B.; RODASKI, S. **Oncologia em Cães e Gatos**. Ed. Roca: São Paulo, 2009. cap. 1, 1-23p.

ROS, C., DE LA FUENTE, C., PUMAROLA, M., AÑOR, S. **Spinal cord injury secondary to electrocution in a dog**. J Small Anim Pract. Oct;56(10):623-5. doi: 10.1111/jsap.12325. Epub 2015 Jan 23.2015.

SANTOS, S. V.; PENA, H. F. J.; TALEBI, M. G.; TEIXEIRA, R. H. F.; KANAMURA, C. T.; DIAZ-DELGADO, J.; GENNARI, S. M.; CATÃO-DIAS, J. L. **Fatal toxoplasmosis in Southern muriqui (*Brachyteles arachnoides*) from São Paulo state, Brazil: Pathological, immunohistochemical and molecular characterization**. Journal of Medical Primatology, vol. 47, p. 124-127, 2018.

SAMPAIO, M. A. S., BERLIM, C. M., ANGELIM, A. J. G. L., GONDIM, L. F. P., ALMEIDA, M. A. O. **Infecção natural pelo *Platynosomum illiciens* em gato em Salvador, Bahia – Relato de caso**. Rev. Bras. Saúde Prod. An., v.7, n.1, p. 01-06p., 2006.

SETZER, A. P. Hepatites Virais. In: CUBAS, Z. S. et al. **Tratado de animais selvagens**. 1ed. São Paulo: Rocca, p.815-825. 2007.

SILVA, K. S. M.; SILVA, R. J.; PEREIRA, W. L. A. **Occurrence of infection by *Platynosomum illiciens* (Braun, 1901) in captive neotropical primates**. Journal *Primates* volume 53, 79–82p. 2011.

SOUSA, D.E.R., WILSON, T.M., MACHADO, M., PEREIRA, A.A.B.G., COSTA, G.R.T., DUTRA, V., CASTRO, M.B. **Pulmonary actinomycosis in a free-living black-tufted marmoset (*Callithrix penicillata*)**. Primates, Mar;60(2):119-123. 2019. doi.org/10.1007/s10329-018-00713-w.

SCHULZE, C., PETERS, M., BAUMGÄRTNER, W., WOHLSEIN, P. **Electrical Injuries in Animals: Causes, Pathogenesis, and Morphological Findings**. Vet Pathology, v. 53, p. 1018-1029. 2016.

SCHNEIDER, M. C., LEONEL, D. G., HAMRICK, P. N., DE CALDAS, E. P., VELÁSQUEZ, R. T., MENDIGAÑA PAEZ, F. A., GONZÁLEZ ARREBATO, J. C., GERGER, A., MARIA PEREIRA, M., & ALDIGHIERI, S. (2017). **Leptospirosis in Latin America: Exploring the first set of regional data**. Revista Panamericana de Salud Pública, 41, 1–9. 2017. doi.org/10.26633/rpsp.81

SIGRIST, T. **Mamíferos do Brasil**. Uma Visão Artística. Ed. Avis Brasilis, 2012, 63-81p.

SIMPSON, S. A; SYRING, R; OTTO, C. M. **Severe blunt trauma in dogs: 235 cases (1997–2003)**. Journal of veterinary emergency and critical care, v. 19, n. 6, p. 588-602, 2009.

SINHA, A., VIJAYAKRISHNAN, S. **Primates in Urban Settings**. In: fuentes, Agustín. The International Encyclopedia of Primatology. John Wiley & Sons, 2017, 1-8p.

SHEIKHAZADI, A., KIANI, M., GHADYANI, M. **Electrocution-Related Mortality A Survey of 295 Deaths in Tehran, Iran Between 2002 and 2006**. Am J Forensic Med Pathol. [S.l.], v. 31, n. 1, 42-45p. 2010.

SYKES, J. E. **Actinomicose e nocardiose**. In: GREENE, C.E. Doenças infecciosas em cães e gatos. 4 ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro. 2015, 510-521p.

VARELA, Marília. **Noções de patologia**. Barra da Estiva: Instituto Formação, 2012. Disponível em: <<https://www.ifcursos.com.br/sistema/admin/arquivos/18-20-54-apostilapatologia.pdf>> Acesso em 28/11/2021.

WERNER, P. R. **Patologia Geral Veterinária Aplicada**. Ed.Roca: São Paulo, 2010. 371 p. v. 11.

WILSON, T. M., RITTER, J. M., MARTINES, R.B., GONÇALVES, A. A. B., FAIR, P., GALLOWAY, R., WEINER, Z., ROMANO, A. P. M., COSTA, G. R. T., MELO, C. M. B., ZAKI, S. R., CASTRO, M. B. **Pathology and One Health implications of fatal *Leptospira interrogans* infection in an urbanized, free-ranging, black-tufted marmoset (*Callithrix penicillata*) in Brazil**. Transboundary and Emerging Diseases. Rapid communication. DOI: 10.1111/tbed.14287. 2021.

**CAPÍTULO 2- LEVANTAMENTO DOS DIAGNÓSTICOS
ANATOMOPATOLÓGICOS EM PRIMATAS NÃO HUMANOS NO BRASIL
CENTRAL-2012 a 2020**

**(Capítulo submetido em periódico científico e aguardando decisão de processo editorial
e de copyright)**

CAPÍTULO 3- ELETROCUÇÕES EM SAGUÍ DE VIDA LIVRE (CALLITHRIX PENICILLATA) EM AMBIENTES ANTROPOGÊNICOS DO DISTRITO FEDERAL E ARREDORES, BRASIL

Capítulo publicado na revista (Journal) Primates e disponível em:

<https://doi.org/10.1007/s10329-019-00760-x>

RESUMO

A diminuição de habitats expõe alguns primatas não humanos ao risco de acidentes associados a fios elétricos. Foram examinados os saguis mortos (*Callithrix penicillata*) coletados nas regiões de janeiro de 2015 a abril de 2018 para determinar a causa da morte destes animais e os animais eletrocutados examinamos os locais onde eles morreram, bem como a configuração dos fios elétricos nesses locais. Também foi registrado o sexo do animal, a região corporal acometida e as características das lesões. Diagnosticou-se eletrocussões em 11% (n = 34) dos saguis estudados. A maioria dos animais acometidos era do sexo masculino (n = 22) com lesões simples ou duplas nos membros. Os animais foram feridos em áreas urbanas (n = 26) e periurbanas (n = 8) em linhas de corrente alternada de baixa tensão, e não detectamos sazonalidade ou pontos quentes de eletrocussão. Os achados deste estudo, sugerem que o movimento ao longo de linhas de transmissão compostas por condutores agrupados é um fator importante nas eletrocussões de saguis no Distrito Federal e arredores. O planejamento da infraestrutura da rede elétrica deve considerar primatas arborícolas para evitar eletrocussões.

PALAVRAS-CHAVE: Primatas não humanos; Lesões elétricas; Conservação; Baixa Voltagem

ABSTRACT

The decline of habitats exposes some non-human primates to the risk of accidents associated with electrical transmission lines. We examined dead marmosets (*Callithrix penicillata*) collected in the region from January 2015 to April 2018 to determine the animals' cause of death and for electrocuted animals we examined the locations the animals had died as well as the configuration of the power lines at these sites. The sex of the animal was also recorded, the body region affected, and characteristics of the injuries. We diagnosed electrocutions in 11% (n = 34) of the marmosets studied. Most of the affected animals were male (n = 22) with single or double sites of injury on the limbs. Animals were injured in urban (n = 26) and peri-urban (n = 8) areas on lower-voltage alternate current lines, and we detected no seasonality or hotspots of electrocution. The findings of this study suggest that movement along transmission lines composed of bundled conductors is a major factor in electrocutions of marmosets in the Federal District and surrounding areas. The planning of electrical power grid infrastructure should consider arboreal primates to prevent electrocutions.

KEYWORDS: Non-human primates; Electrical injuries; Conservation; Lower voltage

1. INTRODUÇÃO

A extensa perda de habitats devido à urbanização, agricultura e pecuária força alguns primatas a sobreviverem em áreas rurais, periurbanas e urbanas (Corrêa et al. 2018; Estrada et al. 2012; Kumar & Kumar 2015). Tais ambientes antrópicos apresentam riscos para PNHs, incluindo traumas acidentais e não acidentais, predação por cães e gatos domésticos e eletrocussão (Corrêa et al. 2018; Kumar & Kumar 2015; Sinha & Vijayakrishnan 2017). Eletrocussões e choques elétricos não fatais ocorrem quando animais selvagens encontram fios elétricos expostos e geralmente são causados por correntes alternadas de baixa tensão de menos de 1.000 V comumente usadas em residências e pequenas indústrias (Arnoldo & Purdue 2009; Sheikhzadi et al. 2010; Viner 2018). As lesões por choque elétrico apresentam características morfológicas altamente variáveis devido à variação da resistência do tecido à energia elétrica e à quantidade de corrente, podendo variar consideravelmente: alguns animais podem não ter marcas visíveis, outros podem ter queimaduras de primeiro a quarto grau e até apresentarem tecidos completamente carbonizados (Schulze et al. 2016). Estas lesões ocorrem em animais domésticos (Boeve et al. 2004; Knox et al. 2014; Novales et al. 1998; Ros et al. 2015), e populações de aves selvagens, e para algumas espécies as eletrocussões podem representar uma ameaça considerável à sua sobrevivência (Dwyer et al. 2014; Lehman et al. 2007).

Em primatas, tais lesões geralmente ocorrem quando os primatas usam a rede elétrica para viajar através de matrizes antropogênicas (Chapman et al. 2016; Kumar e Kumar 2015; Lindshield 2016; Rodrigues e Martinez 2014).

Os saguis (gênero *Callithrix*) são um grupo diversificado de primatas platirrinos com 13-15 táxons distintos, muitos dos quais são considerados ameaçados de extinção (Tagliaro et al. 1997). O sagui do tufo preto, *Callithrix penicillata*, é endêmico do bioma de savana do Brasil (Miranda & Faria 2001; Vilela & Faria 2004), sendo uma das espécies de *Callithrix* mais abundantes e se adaptam bem a ambientes urbanizados (Duarte et al. 2011; Sinha & Vijayakrishnan 2017). Como resultado, eles têm um alto risco de contato com linhas de transmissão elétrica e lesões associadas.

O objetivo deste estudo foi determinar a influência da sazonalidade, distribuição geográfica e padrões locais de linhas de transmissão elétrica de eletrocussões em saguis do tufo preto no Distrito Federal e áreas adjacentes no Brasil. Descrevemos também as características morfológicas das lesões por choque elétrico nesses animais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Locais do estudo e Coleta das Amostras

O Distrito Federal é a menor unidade da Federação Brasileira, com área de 5.799,99 km², localizado no Brasil Central e circundado pelos estados de Goiás e Minas Gerais. O Distrito Federal e seu entorno compreendem uma grande área metropolitana com cerca de três milhões de habitantes e possuem uma das maiores taxas de urbanização do Brasil (Brandão 2015; IBGE 2010). Apesar de extensamente urbanizada, a região metropolitana apresenta o maior índice de reflorestamento de vias públicas (36,9%) do Brasil e é intercalada por fragmentos de vegetação nativa e manchas de floresta artificial (Brandão 2015). As áreas naturais sofrem grande pressão antrópica devido ao crescimento populacional rápido e não planejado, especulação imobiliária e ocupação de áreas naturais pela agricultura e pecuária.

Foram examinados registros de eletrocussões em saguis no Laboratório de Referência Regional do Ministério da Saúde para o Diagnóstico de Febre Amarela em PNHs na Universidade de Brasília (UnB) de janeiro de 2015 a abril de 2018. A Diretoria de Vigilância Sanitária Ambiental (Secretaria de Saúde) coletou todos os PNHs mortos encontrados por pessoas no Distrito Federal e adjacências (Estado de Goiás) de acordo com o Programa Nacional de Vigilância Epizootica para o Controle da Febre Amarela do Ministério da Saúde do Brasil. Campanhas públicas incentivaram a população a colaborar com o programa de vigilância e controle da Febre Amarela e comunicar a localização de animais mortos à Diretoria de Vigilância Sanitária Ambiental.

Foi registrada a localização de cada sagui usando GPS e georreferenciou-se usando o software QGIS 2.18.0™.

2.2 Processamento das Amostras

Foram necropsiados e coletados amostras de órgãos e tecidos de todos os saguis, fixados em formol tamponado a 10%, processados e incluídos em parafina, e cortes histológicos corados com hematoxilina e eosina (H&E).

Amostras de pele com marcas de corrente elétrica da palma da mão ou superfícies plantares foram coradas com azul da Prússia de Pearls para detectar linhas de metalização formadas por partículas microscópicas de metal da fiação elétrica transferida para a pele (Bellini et al. 2016; Schulze et al. 2016). Foram registradas as características morfológicas, localização,

distribuição e frequência das lesões externas e internas. O diagnóstico de eletrocussão foi baseado na localização do animal no momento da morte (por exemplo, sob linhas elétricas), relatos de testemunhas, características da lesão cutânea, queimaduras elétricas e alterações histológicas (Merck & Miller 2013; Schulze et al. 2016; Viner 2018).

Coordenadas de GPS foram usadas para investigar a distribuição de eletrocussões em áreas urbanas e periurbanas. Os padrões das linhas de transmissão elétrica (tensão, disposição, tipo e distância entre os fios) nos locais das eletrocussões foram determinados nas normas técnicas utilizadas pela Companhia de Energia de Brasília (Ferreira et al. 2011) e fiscalização local. Registrou-se a frequência de eletrocussão de saguis por sexo, faixa etária (adulto ou jovem com base em características morfológicas externas: Decanini & Macedo 2008), ano, mês, estação do ano (primavera, verão, outono, inverno) e período de precipitação (estação chuvosa). de outubro a abril vs. estação seca de maio a setembro: INMET 2018).

2.3 Análise de Dados

Utilizou-se o teste exato de Fisher para comparar as eletrocussões com sexo (masculino ou feminino), faixa etária (adulto ou jovem), localização geográfica das eletrocussões (áreas urbanas ou periurbanas, Distrito Federal ou adjacências) e período de precipitação (umidade em linhas de transmissão elétrica pode favorecer eletrocussões) (Cooper, 1995; Koumbourlis, 2002). Foram usados testes de Qui-quadrado para comparar frequências de lesões elétricas externas em regiões do corpo (membros superiores, membros inferiores, tronco e cauda), o número de lesões por choque elétrico detectadas em cada animal (simples, dupla, tripla ou mais), e a localização geográfica em que ocorreu a eletrocussão (para detectar pontos quentes) (Katsis, et al. 2018), anos, meses e estações do ano (pode interferir nos aspectos comportamentais e ecológicos dos saguis) (Vilela & Faria, 2004).

Calculou-se a incidência (%) de eletrocussão em relação a outras causas de morte de saguis no período do estudo e categorizou-se a localização geográfica das eletrocussões (áreas urbanas ou periurbanas, e Distrito Federal ou adjacências) de acordo com dados da Empresa de Planejamento do Distrito Federal (Brandão 2015).

Todos os dados e amostras deste estudo estão disponíveis nos arquivos do Laboratório de Referência Regional do Ministério da Saúde do Brasil para o Diagnóstico da Febre Amarela em PNHs. Os dados mensais de precipitação estão disponíveis no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET 2018).

3. RESULTADOS

Foram revisados 355 registros de necropsia de primatas não humanos, 306 dos quais envolviam saguis-de-tufo-preto. Eletrocussões foram diagnosticadas em 34 saguis (incidência de 11%). As eletrocussões foram distribuídas aleatoriamente ao longo dos meses do ano (janeiro, n = 4; fevereiro, n = 2; março, n = 3; abril, n = 4; maio, n = 2; junho, n = 5; julho, n = 1; agosto, n = 1; setembro, n = 3; outubro, n = 5; novembro, n = 2; dezembro, n = 2; $P = 0,816$) sem padrão sazonal (seco, n = 20, estação chuvosa, n = 14, $P = 0,225$; outono, n = 9; inverno, n = 7; primavera, n = 10; verão, n = 8; $P = 0,853$). Entre os 4 anos de vigilância, as lesões por choque elétrico em saguis foram mais frequentes em 2016 (n = 12/42; $P < 0,001$) (Fig. 1).

As mortes de saguis por eletrocussão ocorreram predominantemente nas áreas urbanas (n = 26, $P < 0,001$) e no Distrito Federal (n = 31, $P < 0,001$) com menos casos (n = 4) no entorno do Estado de Goiás (Figura 2). Dos 34 casos de eletrocussão, quatro foram testemunhados. Em uma ocasião, quatro saguis (um macho adulto, uma fêmea adulta, dois juvenis) foram eletrocutados simultaneamente. Os casos foram localizados em toda a região, sem focos de eletrocussão ($P = 1,0$) (Fig. 2).

De acordo com as normas técnicas para linhas de transmissão de energia usadas pela Companhia de Energia de Brasília, e nossas observações em locais de eletrocussão, todas as lesões por choque elétrico ocorreram em linhas de transmissão de corrente alternada de baixa tensão (< 1000 V). As linhas de transmissão do Distrito Federal e entorno abastecem principalmente residências (86,6%) e são compostas por feixes de condutores formados por quatro subcondutores ou condutores verticais paralelos não revestidos espaçados com 20 cm entre os fios.

Os adultos foram eletrocutados mais do que os juvenis (n = 31, $P < 0,001$) e os machos foram eletrocutados mais do que as fêmeas (n = 22, $P = 0,028$). Animais eletrocutados exibiram altas frequências de lesões simples (n = 16) e de duplo local (n = 13) mais do que lesões triplas (n = 6, $P = 0,032$). As lesões por choque elétrico externo foram mais frequentes nos membros superiores (n = 14) e inferiores (n = 10) e tronco (n = 10) do que na cauda (n = 2, $P < 0,001$) (fig. 3). A maioria das lesões elétricas ocorreu nas extremidades dos membros, principalmente nas superfícies palmar e plantar (Fig. 4a). Observou-se fraturas na coluna vertebral próximas a marcas de eletrocussão em um sagui e nos membros em quatro saguis, acometendo rádio, ulna, tíbia, fibula ou falanges (Fig. 4b). A amputação do membro superior direito com carbonização completa dos tecidos circundantes também foi observada em um sagui.

Lesões eletrotérmicas diretas na pele (Fig. 5a) e tecidos adjacentes, caracterizadas por queimaduras de fiação leves a graves (Fig. 5b), foram as marcas da eletrocussão nos saguis. As marcas externas de corrente variaram de leve descoloração superficial acinzentada a úlceras profundas, com bordas carbonizadas e exposição dos tecidos subjacentes, incluindo subcutâneo, músculos e ossos (queimaduras de primeiro a quarto grau). Pêlos chamuscados em locais de lesão por choque elétrico com pele pilosa foram observados em 14 saguis. Em alguns casos, foi detectada a distância exata entre os pontos de contato com a fiação elétrica com base nas marcas de corrente externas (Fig. 6). Congestão e hemorragia pulmonar foram as principais lesões em órgãos internos, detectadas em 50% dos animais eletrocutados.

A análise histológica das marcas atuais na pele das superfícies palmares ou plantares de sete animais revelou separação intraepidérmica (formação de bolhas), descontinuidade e necrose de coagulação da epiderme e derme e hialinização das fibras colágenas (fig. 7). Linhas de metalização na superfície epidérmica foram observadas em três das amostras de pele (n = 7) coradas com azul da Prússia de Pearls (Fig. 7).

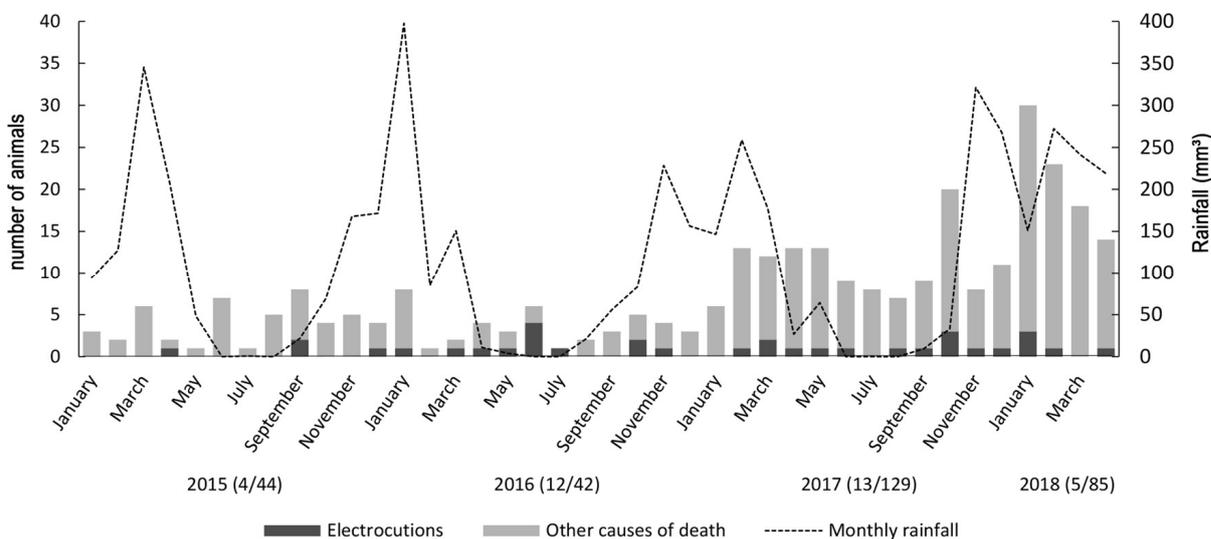


Figura 1: Ocorrência de eletrocussões em saguis do tufo preto e precipitação mensal de janeiro de 2015 a abril de 2018 no Distrito Federal e arredores, Brasil

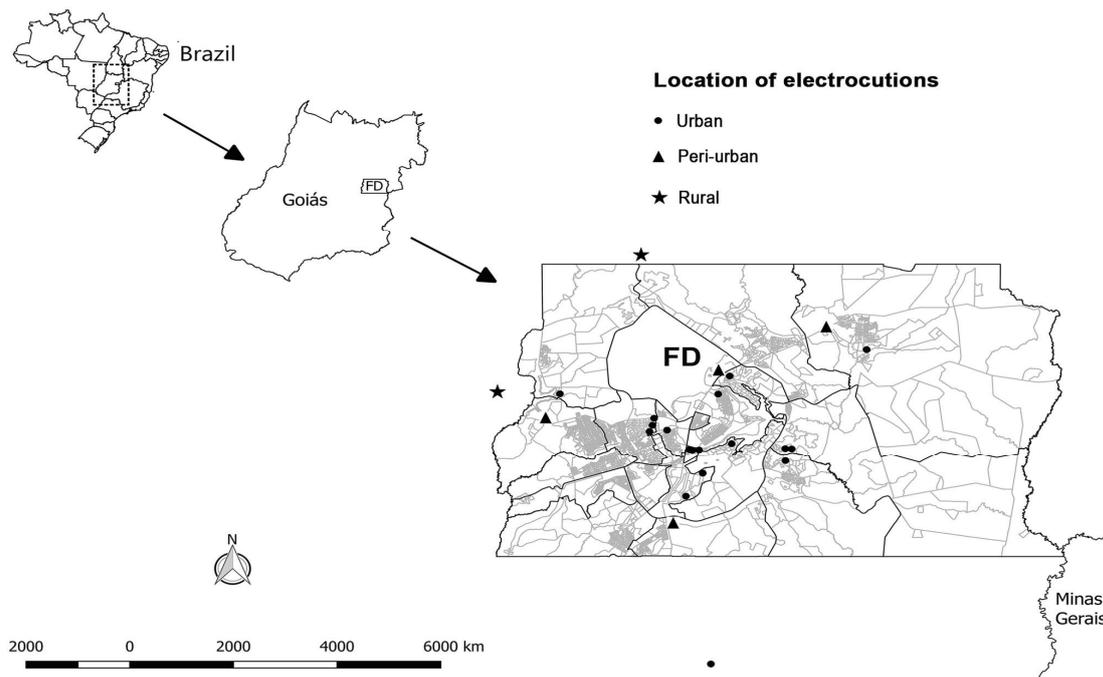


Figura 2: Localização das eletrocussões de saguis do tufo preto de janeiro de 2015 a abril de 2018 no Distrito Federal (DF) e adjacências (Goiás), Brasil

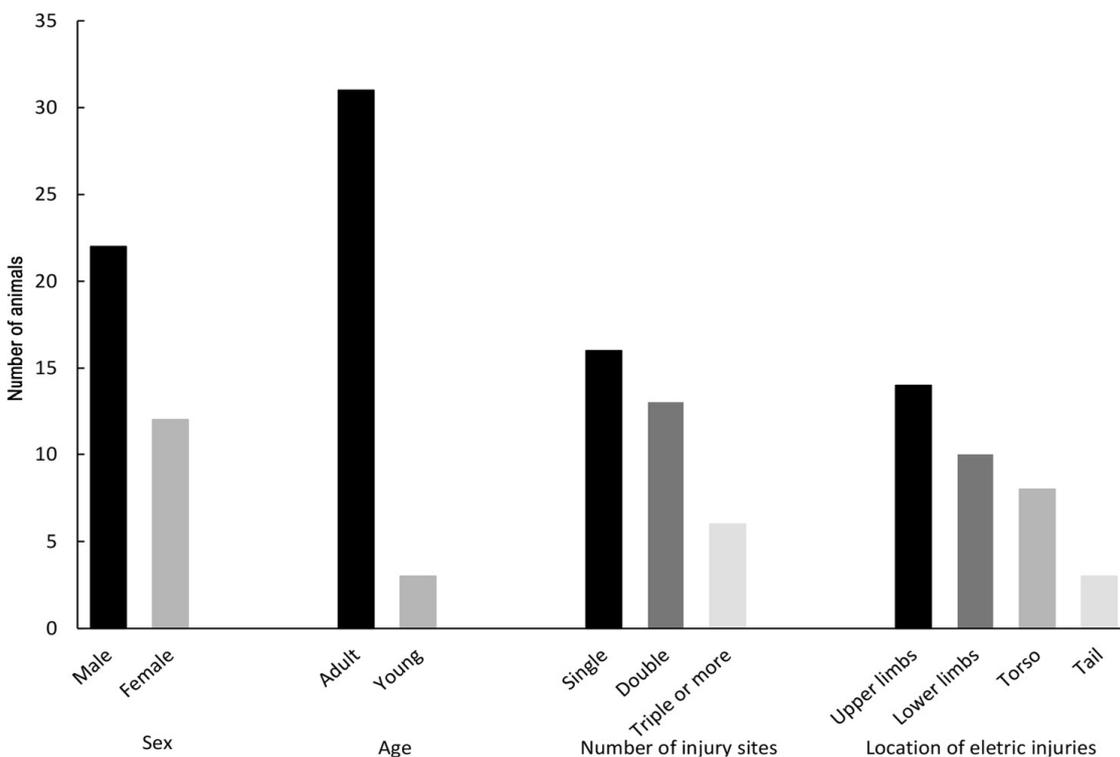


Figura 3: Número de eletrocussões em saguis de tufo preto por sexo, idade, número de locais de lesão por choque elétrico e localização de lesões por choque elétrico de janeiro de 2015 a abril de 2018 no Distrito Federal e adjacências (Goiás), Brasil.



Figura 4: Sagui-de-tufo-preto electrocutado. a Membro inferior com lesão eletrotérmica na superfície plantar e formação de úlcera na pele. b Membro superior com lesão grave por choque elétrico com exposição dos tecidos subjacentes e fratura de falanges.



Figura 5: Sagui-de-tufo-preto electrocutado. a Membro inferior com carbonização dos tecidos e úlcera profunda na pele. b Tronco com marcas de fios elétricos paralelos avermelhados escuros nos tecidos subcutâneo e muscular.



Figura 6: Cauda, membros inferiores e região inguinal de um sagui de tufo preto mostrando pontos de contato externos com queimaduras de fiação (setas) e pelos chamuscados.

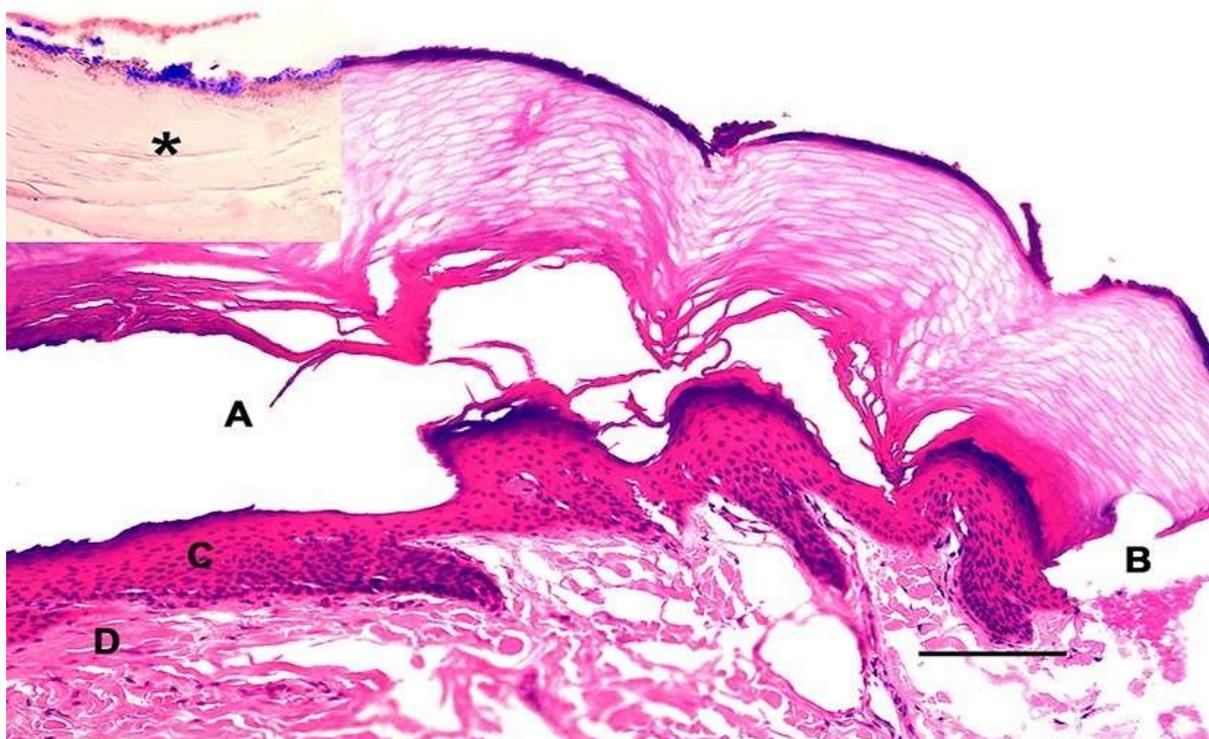


Figura 7: Membro inferior, face plantar de sagui de tufo preto com formação de bolha intraepidêmica (a, separação intraepidémica), descontinuidade (b) e necrose de coagulação da epiderme (c), e hialinização das fibras colágenas (d) (H&E, bar = 100 μ m). *Visão de perto:

membro inferior, superfície plantar de sagui-de-tufo-preto com linha de metalização na superfície epidérmica corada com azul da Prússia de Pearls.

4. DISCUSSÃO

Constatou-se que as eletrocussões são uma importante causa de morte em saguis de vida livre no Distrito Federal e arredores, sugerindo que as matrizes antrópicas nessas áreas são perigosas para os saguis. Outras ameaças do ambiente urbanizado para os saguis também devem ser consideradas como lesões traumáticas variáveis, como acidentes de carro, apedrejamento, queda durante a passagem de arame, predação por animais domésticos e outros (Rodrigues & Martinez 2014). Neste estudo, o elevado número de animais necropsiados com outras causas de morte que não a eletrocussão reforça essas observações. A ocorrência dispersa de animais eletrocutados mostra que a região abriga populações de saguis em uma grande área urbana. A maior densidade de cabos eletrificados em áreas com maiores índices de urbanização no Distrito Federal e adjacências possivelmente justificam a eletrocussão de mais saguis nessas localidades.

A vegetação abundante e a oferta de alimentos nas áreas urbanas e periurbanas podem atrair os saguis e facilitar seu deslocamento em áreas altamente urbanizadas. Também é importante considerar as diferenças entre a atividade de eliminação de animais domésticos e animais selvagens em áreas urbanas e periurbanas (Antworth et al. 2005) que podem causar variações no número de saguis mortos coletados. Outros primatas arborícolas, como bugios marrons (*Alouatta* sp.) também se movem a procura de alimentos usando elementos de matriz como árvores, telhados e linhas de energia, aumentando o risco de eletrocussão (Corrêa et al. 2018). A rede elétrica e a infraestrutura também representam um sério perigo de eletrocussão para os macacos rhesus na Índia (Kumar & Kumar, 2015). A extensa rede elétrica local de baixa tensão composta por condutores não revestidos espaçados em 20 cm expõem pequenos primatas, como os saguis, ao risco de eletrocussão durante o deslocamento entre áreas no Distrito Federal. As normas de infraestrutura da rede elétrica utilizada pela Companhia de Energia de Brasília são regulamentadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica do Brasil, e não foram planejadas levando em consideração a movimentação de primatas não humanos em matrizes antrópicas e a convivência com a vida selvagem.

Não foi possível determinar por que os saguis se movem ao longo das linhas de transmissão elétrica, pois apenas quatro casos foram presenciados, e o comportamento dos saguis na matriz antropogênica do Distrito Federal não foi estudado. No entanto, o forrageamento de frutas, insetos e exsudatos (Vilela & Faria 2004) e a seleção de áreas de vida

para evitar áreas ruidosas (Duarte, et al. 2011) podem influenciar seu movimento e o risco de eletrocussões.

A maioria dos animais eletrocutados eram machos adultos, que podem estar em maior risco de eletrocussão devido a diferenças comportamentais relacionadas à idade e sexo. Os grupos de saguis são compostos por 3 a 15 indivíduos com um macho e uma fêmea dominantes (Schiel & Souto 2017). O viés masculino no risco de eletrocussão de saguis pode ser atribuído a fatores como diferenças entre os sexos em seu alcance para forrageamento (Michels 1998; Miranda & Faria 2001) e dispersão (Ferrari 2009). Os calitriquídeos juvenis têm propensão a responder abertamente ao ambiente e aos objetos (Box e Smith 1995; Kendal et al. 2005), o que pode expô-los a maior risco do que os adultos. No entanto, a reprodução cooperativa pode proteger os bebês de lesões acidentais (Schiel & Souto 2017). O menor tamanho dos animais jovens poderia minimizar a incidência de lesões por choque elétrico, evitando o contato simultâneo com dois ou mais fios.

A pele molhada e a umidade na fiação elétrica durante as estações chuvosas reduzem a resistência elétrica, favorecendo eletrocussões (Cooper 1995; Koumbourlis 2002). No entanto, apesar dos marcados períodos secos e chuvosos no Distrito Federal e adjacências, não encontramos padrão sazonal de eletrocussão de saguis. Esses achados contrastam com as lesões por choque elétrico em macacos rhesus machos jovens caipiras, que ocorrem predominantemente durante o período chuvoso (Kumar & Kumar, 2015).

A frequência de eletrocussão variou ao longo dos quatro anos do estudo. O aumento da vigilância epidemiológica e a coleta de primatas não humanos mortos associados ao grave surto de febre amarela no Brasil em 2017 e 2018 explicam o aumento de necropsias registradas e eletrocussões detectadas nesses anos. No entanto, os dados epidemiológicos limitados não permitem explicar a maior frequência de animais eletrocutados em 2016.

Os aspectos morfológicos das marcas de correntes externas observadas em saguis eletrocutados são semelhantes aos relatados em animais domésticos e selvagens (Merck & Miller 2013; Schulze, et al. 2016; Viner, 2018) e humanos (Mukherjee et al. 2015). Em eletrocussões de baixa tensão, marcas elétricas podem ser encontradas ao redor do ponto de contato com fontes de energia (Merck & Miller 2013). No entanto, as lesões elétricas nem sempre produzem lesões externas que permitem um diagnóstico preciso (Arnaldo & Purdue 2009; Schulze, et al. 2016). É possível que tenhamos subestimado a frequência de morte por eletrocussão, pois as lesões elétricas nem sempre produzem alterações morfológicas.

Além das eletrocussões que relatamos, é possível supor que um número considerável de saguis tenha sofrido lesões elétricas não fatais. Por exemplo, lesões por choque elétrico em macacos rhesus resultam em 31,5% da mortalidade (Kumar & Kumar 2015). O pequeno tamanho corporal dos saguis implica em áreas de contato reduzidas com a fiação elétrica e pode permitir que mais energia atue por área de tecido (Fish & Geddes 2009; Hunt, et al. 1976; Schulze et al. 2016). A poderosa ação concentrada da energia elétrica em uma pequena região do corpo pode explicar a gravidade das lesões por choque elétrico em saguis, especialmente nos membros.

As poucas eletrocussões testemunhadas envolveram o contato entre os membros e a fiação quando os animais viajavam em linhas de transmissão de energia. Isso sugere que as lesões por choque elétrico ocorreram principalmente na extremidade dos membros dos saguis devido ao contato entre as mãos e os pés e a fiação, como em macacos rhesus eletrocutados (Kumar & Kumar, 2015). Em alguns casos, os saguis também apresentaram fraturas ósseas e extensa carbonização tecidual. Isso pode ocorrer porque a exposição à corrente alternada (AC) causa forte contração muscular, que pode fraturar os ossos longos e a coluna (Arnaldo & Purdue 2009; Merck & Miller 2013; Viner, 2018). A tetania muscular nos flexores do antebraço em contato com a fiação CA aumenta a duração do fluxo de corrente e o dano tecidual pelo aquecimento eletrotérmico (Arnaldo & Purdue 2009; Cooper, 1995).

Um número considerável de casos apresentou lesão elétrica simultânea em mais de um local do corpo, principalmente nos membros. As correntes elétricas que passam pelo corpo podem causar morte e lesões eletrotérmicas nos pontos de contato entre a fonte elétrica e a pele e nos órgãos internos (Fish & Geddes, 2009; Schulze, et al. 2016). As distâncias entre os pontos de contato da pele com a fiação elétrica em alguns saguis eletrocutados foram semelhantes ao espaçamento padrão entre os fios utilizados nas linhas de transmissão elétrica de baixa tensão da região. Esses achados reforçam o perigo que as linhas de distribuição elétrica compostas por condutores não revestidos espaçados em 20 cm apresentam para pequenos primatas como os saguis, pois permitem o contato com dois ou mais condutores ao mesmo tempo, desencadeando eletrocussão.

Metade dos saguis analisados apresentou hemorragia e congestão pulmonar, semelhantes aos efeitos relatados em humanos eletrocutados (Karger, et al. 2002) e porcos (Giles & Simmons 1975). Tempo de exposição, voltagem, amperagem, resistência dos tecidos, tamanho da área de contato e o caminho da corrente através do corpo são os principais fatores

envolvidos na extensão e gravidade do dano tecidual (Arnoldo & Purdue 2009; Bier, et. al. 2005; Koumbourlis, 2002; Schulze, et al. 2016).

Alterações histológicas nas marcas atuais nas amostras de pele de saguis foram caracterizadas pela separação das camadas da pele e necrose de coagulação do colágeno dérmico, que são comumente relatadas em animais eletrocutados (Merck & Miller 2013; Schulze, et al. 2016; Viner, 2018) . A transferência de partículas metálicas dos condutores para a pele (linha de metalização) é uma importante alteração cutânea no diagnóstico de queimaduras elétricas, mas pode não ser observada em todos os animais feridos ou humanos (Merck & Miller 2013; Bellini, et al. 2016; Schulze, et al. 2016; Viner, 2018).

5. CONCLUSÕES

O diagnóstico de eletrocussão em primatas de vida livre é desafiador devido às lesões frequentemente únicas e sutis, características morfológicas inespecíficas e ausência de informações clínicas e epidemiológicas. O mapeamento de áreas de risco e deslocamento e o estudo do comportamento dos saguis são essenciais para entender o impacto que as redes elétricas de baixa tensão têm nas populações de saguis. Esse conhecimento pode levar a ações para reduzir ou prevenir a mortalidade em saguis caipiras que vivem em ambientes antrópicos. Além disso, ações e políticas públicas para os padrões das linhas de transmissão elétrica devem minimizar os acidentes e a morte de animais. Por exemplo, um aumento na distância entre os condutores ou o uso de condutores revestidos seguros devem evitar o contato simultâneo com a fiação, reduzindo o risco de eletrocussão de saguis e outros primatas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTWORTH, R. L., PIKE, D. A., STEVENS, E. E. **Hit and run: effects of scavenging on estimates of roadkilled vertebrates.** *Southeast Nat* 4:647–656. 2005.
- ARNOLDO, B. D., PURDUE, G. F. **The diagnosis and management of electrical injuries.** *Hand Clin* 25:469–479. 2009.
- BELLINI, E., GAMBASSI, G., NUCCI, G., BENVENUTI, M., LANDI, G., GABBRIELLI, M., VANEZIS, P. **Death by electrocution: histological technique for copper detection on the electric mark.** *Forensic Sci Int* 264:24–27. 2016.
- BIER, M., CHEN, W., BODNAR, E., LEE, R. C. **Biophysical injury mechanisms associated with lightning injury.** *Neurorehabilitation* 20:53–62. 2005.
- BOEVE, M. H., HUIJBEN, R., GRINWIS, G., DJAJADININGRAT-LAANEN, S. C. **Visual impairment after suspected lightning strike in a herd of Holstein-Friesian cattle.** *Vet Rec* 154:402–404. 2004.
- BOX, H. O., SMITH, P. **Age and gender differences in response to food enrichment in family groups of captive marmosets (*Callithrix*—*Callithrichidae*).** *Anim Tech* 46:11–18. 1995.
- BRANDÃO, A. **Environmental and Urban Quality Indicators for the Federal District. Resource document. Planning Company of the Federal District (CODEPLAN).** 2015. http://www.codeplan.df.gov.br/wpcontent/uploads/2018/02/TD_5_Indicadores_de_Qualidade_Ambiental_e_Urbana_para_o_DF.pdf. Accessed 05 May 2018.
- CHAPMAN, C. A., TWINOMUGISHA, D., TEICHROEB, J. A., VALENTA, K., SENGUPTA, R., SAKAR, D., ROTHMAN, J. R. **How do primates survive among humans? Mechanisms employed by vervet monkeys at Lake Nabugabo, Uganda.** In: Waller M (ed) *Ethnoprimateology*. Springer, Cham, pp 77–94. 2016.
- COOPER, M. A. **Emergent care of lightning and electrical injuries.** *Semin Neurol* 15:268–278. 1995.
- CORRÊA, F. M., CHAVES, Ó.M., PRINTES, R. C., ROMANOWSKI, H. P. **Surviving in the urban–rural interface: feeding and ranging behavior of brown howlers (*Alouatta guariba clamitans*) in an urban fragment in southern Brazil.** *Am J Primatol* 80:e22865.2018.
- DECANINI, D. P., MACEDO, R. H. **Sociality in *Callithrix penicillata*: II. Individual strategies during intergroup encounters.** *Int J Primatol* 29:627–639. 2008.
- DUARTE, M. H., VECCI, M. A, HIRSCH, A., YOUNG, R. J. **Noisy human neighbours affect where urban monkeys live.** *Biol Lett* 7:840–842. 2011.
- DWYER, J. F., HARNESS, R. E., DONOHUE, K. **Predictive model of avian electrocution risk on overhead power lines.** *Conserv Biol* 28:159–168. 2014.
- ESTRADA, A., RABOY, B. E., OLIVEIRA, L. C. **Agroecosystems and primate conservation in the tropics: a review.** *Am J Primatol* 74:696–711 Ferrari SF (2009) Social hierarchy and dispersal in free-ranging buffy-headed marmoset (*Callithrix flaviceps*). In: Ford SM (ed) *The smallest anthropoids. The Marmoset/Callimico Radiation*. Springer, Boston, pp 155–165. 2012.

FERREIRA, E.S., PAIVA, K. F., SILVA, R. L. A., SILVA, R. B., CARVALHO, R. N., AMARAL, S. L. P. **Technical standards of distribution—NTD 2.06. Primary compact overhead distribution lines.** Engineering board superintendency of planning projects management of standardization and technology. Resource document. 2011. EnergyCompany of Brasília (CEB). <http://www.ceb.com.br/index.php/component/phocadownload/category/16-secao-02?download=281:ntd-2-06-redes-de-distr-areas-protegidas-padres-de-montagem>. Accessed 30 June 2018.

FISH, R. M., GEDDES, L. A. **Conduction of electrical current to and through the human body: a review.** *Eplasty* 9:e44. 2009.

GILES, N., SIMMONS, J. R. **Electrocution of pigs.** *Vet Rec* 97:305–306. 1975.

HUNT, J. L., MASON, J. A., MASTERSON, T. S., PRUITT, J. B. **The pathophysiology of acute electric injuries.** *J Trauma* 16:335–340. 1976.

IBGE (2010) **Resource document. Brazilian Institute of Geography and Statistics.** <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/panorama>. Accessed 29 Nov 2018.

INMET (2018) **Resource document. National Institute of Meteorology.** http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_grf. Accessed 29 Nov 2018.

KARGER, B., SÜGGELER, O., BRINKMANN, B. **Electrocution—autopsy study with emphasis on “electrical petechiae”.** *Forensic Sci Int* 126:210–213. 2002.

KATSIS, L., CUNNEYWORTH, P. M. K., TURNER, K. M. E., PRESOTTO, A. **Spatial patterns of primate electrocutions in Diani, Kenya.** *Am J Primatol* 39:493–510. 2018.

KENDAL, R. L., COE, R. L., LALAND, K. N. **Age differences in neophilia, exploration, and innovation in family groups of Callitrichid monkeys.** *Am J Primatol* 66:167–188. 2005.

KNOX, R. V., SHIPLEY, C. F., BRESSNER, G. E., JARRELL, V. L. **Mortality, morbidity, and fertility after accidental electrical shock in a swine breeding and gestation barn.** *J Swine Health Prod* 22:300–305. 2014.

KOUMBOURLIS, A. C. **Electrical injuries.** *Crit Care Med* 30: S424–S430. 2002.

KUMAR, V., KUMAR, V. **Seasonal electrocution fatalities in free-range rhesus macaques (*Macaca mulatta*) of Shivalik hills area in northern India.** *J Med Primatol* 44:137–142. 2015.

LEHMAN, R.N., KENNEDY, P. L., SAVIDGE, J.A. **The state of the art in raptor electrocution research: a global review.** *Biol Conserv* 136:159–174. 2007.

LINDSHIELD, S. M. **Protecting nonhuman primates in peri-urban environments: a case study of Neotropical monkeys, corridor ecology, and coastal economy in the Caribe Sur of Costa Rica.** In: Waller M (ed) *Ethnoprimatology*. Springer, Cham, pp 351–369. 2016.

MERCK, M. D., MILLER, D. M. **Burn-, electrical-, and fire-related injuries.** In: Merck MD (ed) *Veterinary forensics: animal cruelty investigations*. Wiley-Blackwell, Ames, pp 139–147. 2013.

- MICHELS, A. M. **Sex differences in food acquisition and aggression in captive common marmosets (*Callithrix jacchus*).** *Primates* 39:549–556. 1998.
- MIRANDA, G. H. B., FARIA, D. S. **Ecological aspects of black-pinellated marmoset (*Callithrix penicillata*) in the cerrado and dense cerrado of the Brazilian central plateau.** *Braz J Biol* 61:397–404. 2001.
- MUKHERJEE, B., FAROOQUI, J. M., FAROOQUI, A. A. J. **Retrospective study of fatal electrocution in a rural region of western Maharashtra, India.** *J Forensic Leg Med* 32:1–3. 2015.
- NOVALES, M., HERNÁNDEZ, E., LUCENA, R. **Electrocution in the horse.** *Vet Rec* 142:68. 1998.
- RODRIGUES, N. N., MARTINEZ, R. A. **Wildlife in our backyard: interactions between Wied's marmoset *Callithrix kuhlii* (Primates: Callitrichidae) and residents of Ilhéus, Bahia, Brazil.** *Wildl Biol* 20:91–96. 2014.
- ROS, C., DE LA FUENTE, C., PUMAROLA, M., AÑOR, S. **Spinal cord injury secondary to electrocution in a dog.** *J Small Anim Pract* 56:623–625. 2015.
- SCHIEL, N., SOUTO, A. **The common marmoset: an overview of its natural history, ecology and behavior.** *Dev Neurobiol* 77:244–262. 2017.
- SCHULZE, C., PETERS, M., BAUMGÄRTNER, W., WOHLSEIN, P. **Electrical injuries in animals: causes, pathogenesis, and morphological findings.** *Vet Pathol* 53:1018–1029. 2016.
- SHARMA, G., RAM, C., RAJPUROHIT, L.S. **Study of man–monkey conflict and its management in Jodhpur, Rajasthan (India).** *J Evol Biol Res* 3:1–3. 2011.
- SHEIKHAZADI, A., KIANI, M., GHADYANI, M.H. **Electrocution-related mortality: a survey of 295 deaths in Tehran, Iran between 2002 and 2006.** *Am J Forensic Med Pathol* 31:42–45. 2010.
- SINHA, A., VIJAYAKRISHNAN, S. (2017) **Primates in urban settings.** In: Fuentes A (ed) *The international encyclopedia of primatology*. Wiley, San Francisco, pp 1–8. 2017.
- TAGLIARO, C.H., SCHNEIDER MPC, SCHNEIDER H, SAMPAIO IC, STANHOPE MJ **Marmoset phylogenetics, conservation perspectives, and evolution of the mtDna control region.** *Mol Biol Evol* 14:674–684. 1997.
- VILELA, S.L., FARIA, D.S. **Seasonality of the activity pattern of *Callithrix penicillata* (Primates, Callitrichidae) in the cerrado (scrub savanna vegetation).** *Braz J Biol* 64:363–370. 2004.
- VINER, T.C. **Thermal/Electrical Injuries.** In: Brooks J (ed) *Veterinary forensic pathology*, vol 2. Springer, Cham, pp 17–35. 2018.

O artigo científico está disponível em:

<https://doi.org/10.1007/s10329-019-00760-x>

Primates

<https://doi.org/10.1007/s10329-019-00760-x>

ORIGINAL ARTICLE



Electrocutions in free-living black-tufted marmosets (*Callithrix penicillata*) in anthropogenic environments in the Federal District and surrounding areas, Brazil

Alexandra A. B. G. Pereira¹ · Bianca Dias¹ · Sarah I. Castro¹ · Marina F. A. Landi¹ · Cristiano B. Melo¹ · Tais M. Wilson¹ · Gabriela R. T. Costa² · Pedro H. O. Passos³ · Alessandro P. Romano³ · Matias P. J. Szabó⁴ · Márcio B. Castro¹ 

Received: 20 June 2019 / Accepted: 18 September 2019

© Japan Monkey Centre and Springer Japan KK, part of Springer Nature 2019

CAPÍTULO 4- CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

O presente trabalho observou que a urbanização e a industrialização proporcionaram um maior contato entre humanos e primatas não humanos, o que pode ter facilitado a propagação de alguns agentes infecciosos e ocorrência de enfermidades não infecciosas entre esses PNHs. Foi demonstrado que alterações não infecciosas, principalmente relacionado a traumas por eletrocussão foram bastante evidentes como causa de morte para estes animais. Desta forma, observou-se que o crescimento populacional mundial levou a invasão de novos ambientes e ecossistemas e, conseqüentemente, muitos patógenos e alterações não infecciosas, foram compartilhados com estes animais selvagens.

Os PNHs povoam diversos ecossistemas e podem constituir um reservatório de micro e macroparasitas, incluindo uma variedade de helmintos, protozoários, bactérias e vírus, além de ficarem mais expostos às ações humanas que possam denegrir suas integridades. Por este motivo, faz-se necessário a monitoração e acompanhamento de causa de morte destes animais com maior detalhamento. Ainda se faz muito necessário maiores estudos acerca das doenças que acometem PNHs, e para isto é preciso apoio simultâneo de vários grupos em contato com estes animais, para que estes consigam chegar às mãos de pessoal técnico qualificado a realizar exames necroscópicos, ou mesmos de fragmentos de órgãos para as análises corretas e adequadas. Equipes de prefeituras, zoonoses, zoológicos, clínicos de silvestres, polícia ambiental e profissionais do ministério da saúde são essenciais para que este fluxo de animais e/ou fragmentos dos órgãos, chegue corretamente para as devidas análises laboratoriais e consequentes diagnósticos