

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTUDO RADIOGRÁFICO DO ESQUELETO AXIAL E
APENDICULAR DE PRIMATAS *Callithrix jacchus* (Linnaeus,
1758) E *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812)**

Paula Laise Ribeiro de Oliveira

Médica Veterinária

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTUDO RADIOGRÁFICO DO ESQUELETO AXIAL E
APENDICULAR DE PRIMATAS *Callithrix jacchus* (Linnaeus,
1758) E *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812)**

Paula Laise Ribeiro de Oliveira

Orientador: Prof. Dr. Marcus Antônio Rossi Feliciano

Coorientadora: Dra. Marjory Cristina Maronezi

**Dissertação apresentada à Faculdade
de Ciências Agrárias e Veterinárias –
Unesp, Campus de Jaboticabal, como
parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Cirurgia Veterinária**

O48e Oliveira, Paula Laise Ribeiro de
Estudo radiográfico do esqueleto axial e apendicular de primatas
Callithrix jacchus (Linnaeus, 1758) e *Callithrix penicillata* (É.
Geoffroy, 1812) / Paula Laise Ribeiro de Oliveira. -- Jaboticabal, 2021
74 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Marcus Antônio Rossi Feliciano
Coorientadora: Marjory Cristina Maronezi

1. Doença osteometabólica. 2. Pelvimetria. 3. Radiologia. 4.
Raquitismo. 5. Sagui. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ESTUDO RADIOGRÁFICO DO ESQUELETO AXIAL E APENDICULAR DE PRIMATAS *Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758) E *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812)

AUTORA: PAULA LAISE RIBEIRO DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: MARCUS ANTÔNIO ROSSI FELICIANO

COORIENTADORA: MARJURY CRISTINA MARONEZI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIRURGIA VETERINÁRIA, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCUS ANTÔNIO ROSSI FELICIANO (Participação Virtual)
Setor de Diagnóstico por Imagem-UFSM / Santa Maria/RS

Prof. Dr. RICARDO ANDRES RAMIREZ USCATEGUI (Participação Virtual)
Instituto de Ciências Agrárias (ICA) / UFVJM - Câmpus Unai/MG

Pós-doutorando VICTOR JOSÉ CORREIA SANTOS (Participação Virtual)
Depto de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 02 de março de 2021

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

PAULA LAISE RIBEIRO DE OLIVEIRA nasceu em 12 de fevereiro de 1989. Graduiu-se em Medicina Veterinária na Universidade Anhembi Morumbi, em São Paulo, em 2012. Realizou residência na área de Diagnóstico por Imagem entre 2014 e 2016, no Hospital Veterinário da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Minas Gerais. Ingressou no Programa de Pós-graduação em Cirurgia Veterinária, curso de Mestrado, na Universidade Estadual Paulista FCAV – UNESP – Jaboticabal, em 2018, sob orientação do Prof. Dr. Marcus Antônio Rossi Feliciano. Em 2018 tomou posse no cargo de Médica Veterinária, área de Diagnóstico por Imagem, no Hospital de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Bahia, cargo que ocupa atualmente.

EPÍGRAFE

"Nada na vida deve ser temido, somente compreendido. Agora é hora de compreender mais para temer menos." Marie Curie

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, aos animais e a todas as pessoas especiais que Ele colocou em minha vida, ligados por laços familiares, pelo amor e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela força para seguir por este caminho.

Às pessoas que amo pelo apoio e carinho, especialmente minha mãe Sueli.

Aos meus companheiros desde a residência em Lavras: Bibi, Caroline, Rafael, Juliana e Eveline e da pós-graduação em Jaboticabal, Flávia e Laís, por toda a ajuda nos momentos em que precisei de auxílio durante o mestrado.

Ao Hospital de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Bahia, por ceder os dados, as imagens, os equipamentos e o espaço para realização deste trabalho. Às médicas veterinárias Leane Godim, Elisângela Nascimento, Waléria Borges e à técnica de radiologia Sueli Reis, por todo auxílio prestado. Ao pós-graduando Renan Albuquerque e à Profa. Dra. Caterina Muramoto por todo auxílio nas correções.

À Universidade Estadual Paulista pela oportunidade, aprendizado e crescimento neste período de pós-graduação.

À Banca de avaliação do Exame Geral de Qualificação pelas considerações apresentadas. Ao professor Ricardo Andres Ramirez Uscategui, pela grande contribuição durante a execução deste estudo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcus Antônio R. Feliciano e minha coorientadora Dra. Marjory Cristina Maronezi, pela orientação neste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS.....	iii
RESUMO.....	iv
Palavras-chave.....	iv
ABSTRACT	v
Keywords.....	v
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1.1 INTRODUÇÃO	1
1.2 REVISÃO DE LITERATURA	2
1.2.1 Primatas Neotropicais	2
1.2.2 O Gênero <i>Callithrix</i>	3
1.2.3 <i>Callithrix jacchus</i>	6
1.2.4 <i>Callithrix penicillata</i>	7
1.2.5 Osteologia dos Calitriquídeos.....	8
1.2.6 Exame Radiográfico e Afecções Ósseas em Calitriquídeos.....	10
1.2.7 Estudos de Biometria e Pelvimetria.....	14
1.3 REFERÊNCIAS.....	16
CAPÍTULO 2- ESTUDO RADIOGRÁFICO DO ESQUELETO AXIAL E APENDICULAR DE <i>Callithrix jacchus</i> (Linnaeus, 1758) E <i>Callithrix penicillata</i> (É. Geoffroy, 1812)	21
RESUMO.....	22

2.1 INTRODUÇÃO	22
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	23
2.2.1 Diretrizes de Cuidado Humano	23
2.2.2 Animais avaliados	23
2.2.3 Exames Radiográficos.....	24
2.2.4 Análises estatísticas	27
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
2.4 REFERÊNCIAS.....	34
CAPÍTULO 3: AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DE LESÕES DO ESQUELETO AXIAL E APENDICULAR DE PRIMATAS <i>Callithrix jacchus</i> E <i>Callithrix penicillata</i>	37
RESUMO-.....	38
3.1 INTRODUÇÃO	38
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	39
3.2.1 Diretrizes de Cuidado Humano	39
3.2.2 Coleta de Dados.....	40
3.2.3 Exames Radiográficos.....	40
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
3.3.1 Crânio.....	41
3.3.2 Coluna vertebral	43
3.3.3 Membros torácicos	46
3.3.4 Membros pélvicos	47
3.4 REFERÊNCIAS.....	53

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

C E R T I F I C A D O

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "**Estudo radiográfico ósseo do esqueleto axial e apendicular de primatas das espécies *Callithrix jacchus* e *Callithrix penicillata***", protocolo nº 3534/20, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Marcus Antônio Rossi Feliciano, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 23 de junho de 2020.

Vigência do Projeto	05/08/2018 a 01/02/2021
Espécie / Linhagem	<i>Callithrix jacchus</i> e <i>Callithrix penicillata</i>
Nº de animais	22 da espécie <i>Callithrix jacchus</i> e 07 da espécie <i>Callithrix penicillata</i>
Peso / Idade	150 a 400 gramas
Sexo	16 fêmeas e 13 machos
Origem	Animais atendidos no Serviço de atendimento de animais silvestres e exóticos do Hospital de Medicina Veterinária Prof. Renato R. de Medeiros Neto, da Universidade Federal da Bahia

Jaboticabal, 23 de junho de 2020.


Profª Drª Fabiana Pilarski
 Coordenadora – CEUA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
 Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n CEP 14884-900 - Jaboticabal - SP - Brasil
 Tel. 16 3209-7100 - www.fca.unesp.br

ESTUDO RADIOGRÁFICO DO ESQUELETO AXIAL E APENDICULAR DE PRIMATAS *Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758) E *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812)

RESUMO- Os saguis são pequenos primatas amplamente distribuídos no continente americano. O conhecimento de parâmetros normais e afecções frequentes é limitado, contudo, fundamental para pesquisas e abordagem clínica. Os objetivos deste trabalho foram realizar avaliações descritivas e obter referências de dados quantitativos do esqueleto apendicular e axial de *Callithrix jacchus* e *Callithrix penicillata*. Foram utilizadas imagens radiográficas de 29 saguis. Realizou-se descrição de lesões esqueléticas, pelvimetria, mensuração de ossos longos e avaliação de vértebras e esternébras. As mensurações de ossos longos e pelve foram semelhantes entre as espécies. A avaliação de vértebras e esternébras apresentou variações em relação à literatura. As lesões de crânio, coluna vertebral, membros torácicos e pélvicos estiveram presentes em 47,61%, 53,84%, 44% e 52% dos saguis, respectivamente. Foi possível padronizar as medidas propostas e realizar avaliação quantitativa de vértebras e esternébras. As afecções esqueléticas apresentaram alta prevalência nos saguis, especialmente aquelas de origem traumática e metabólica.

Palavras-chave: Doença osteometabólica, Pelvimetria, Radiologia, Raquitismo, Saguí

**RADIOGRAPHIC STUDY OF THE AXIAL AND APPENDICULAR SKELETON
OF PRIMATES *Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758) AND *Callithrix
penicillata* (É. Geoffroy, 1812)**

ABSTRACT- Marmosets are small primates widely distributed in American continent. Knowledge of normal parameters and frequent disorders is limited; however, it's essential for research and clinical approach. The objectives of this work were to perform descriptive evaluations and obtain references of quantitative data of the appendicular and axial skeleton of *Callithrix jacchus* and *Callithrix penicillata*. Radiographic images of 29 marmosets were used. Skeletal lesions were described, pelvimetry, measurement of long bones and evaluation of vertebrae and sternesbras were performed. Measurements of long bones and pelvis were similar between species. Evaluation of vertebrae and sternesbras exhibited variations relative to the literature. Lesions on the skull, spine, thoracic and pelvic limbs were present in 47,61%, 53,84%, 44% and 52% of marmosets, respectively. It was possible to standardize proposed measures and perform quantitative assessments of the vertebrae and sternesbras. Skeletal conditions were highly prevalent in marmosets, especially those of traumatic and metabolic origin.

Keywords: Marmosets, Osteometabolic disease, Pelvimetry, Radiology, Rickets

LISTA DE ABREVIATURAS

AEP: área da entrada da pelve

cm: centímetros

DBII: diâmetro bi-ilíaco inferior

DBIM: diâmetro bi-ilíaco médio

DBIS: diâmetro bi-ilíaco superior

DDD: diâmetro diagonal direito

DDE: diâmetro diagonal esquerdo

DSP: diâmetro sacro-púbico

F: Fêmeas

ha: hectare

kV: kilovoltagem

M: Machos

mA: miliamperagem

mAs: miliamperagem/ segundos

mm: milímetros

PTH: Hormônio paratireoideano

VC: Vértebras cervicais

VT: Vértebras torácicas

VL: Vértebras lombares

VS: Vértebras sacrais

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Página

Tabela 1: Valores de pelvimetria e comprimento de ossos longos dos membros pélvicos e torácicos em 17 indivíduos adultos, 13 da espécie *Callithrix jacchus* e 4 da espécie *Callithrix penicillata*28

Tabela 2: Valores de pelvimetria e comprimento de ossos longos dos membros pélvicos e torácicos de 13 indivíduos adultos da espécie *Callithrix jacchus*, 7 fêmeas e 6 machos.....29

Tabela 3: Valores de pelvimetria e comprimento de ossos longos dos membros pélvicos e torácicos em 7 indivíduos jovens, 5 da espécie *Callithrix jacchus* e 2 da espécie *Callithrix penicillata*31

Tabela 4: Número de vértebras (cervicais, torácicas, lombares e sacrais), esternébras e localização de vértebra anticlinal de 24 indivíduos (7 jovens e 17 adultos) das espécies *C. jacchus* e *C. penicillata*33

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Página

Figura 1: *Callithrix jacchus* de vida livre. Nota-se a presença de tufo de pelos de coloração branca envolvendo as orelhas.....6

Figura 2: A e B- Fêmeas da espécie *Callithrix penicillata* **A-** Presença de tufo de pelos pretos rostralmente às orelhas. **B-** Fêmea portadora de leucismo. Observam-se tufo de pelos de coloração branca rostralmente às orelhas, coloração semelhante é vista por toda pelagem.....8

CAPÍTULO 2

Figura 1: Imagem radiográfica de pelve de *C. jacchus*, em projeção ventrodorsal, as linhas azuis demonstram os pontos de referência utilizados na pelvimetria. **AB:** diâmetro bi-ilíaco superior. **CD:** diâmetro bi-ilíaco inferior. **BC:** diâmetro diagonal direito. **AD:** diâmetro diagonal esquerdo. **EF:** diâmetro bi-ilíaco médio. **GH:** diâmetro sacro-púbico.....25

Figura 2: A e B- Imagens radiográficas de membros torácicos de saguis da espécie *C. jacchus*, em incidências mediolaterais. **A:** Úmero com seu comprimento representado por linha de cor azul, a qual segue desde a extremidade proximal de cabeça umeral até os côndilos umerais distalmente. **B:** Rádio e ulna com medidas dos seus comprimentos representadas por linhas de cor azul, entre extremidades de epífises proximais e distais.....26

Figura 3: A e B- Imagens radiográficas em incidências mediolaterais de membros pélvicos de saguis da espécie *C. jacchus*. **A:** Fêmur com linha de cor azul, que demonstra a mensuração de seu comprimento, entre extremidade proximal da cabeça e o limite distal dos côndilos femorais. **B:** Tíbia com linha de cor azul, que denota os pontos de mensuração do comprimento, entre o ponto médio do platô tibial e o limite articular distal.....26

CAPÍTULO 3

Página

Figura 1: A e B- Imagens radiográficas de crânio de saguis adultos da espécie *C. jacchus*, fêmea e macho, respectivamente. **A-** Incidência ventrodorsal, a seta sinaliza fratura em osso zigomático esquerdo. D: lado direito do animal. **B-** Incidência laterolateral direita, a seta branca fina indica fraturas em calota craniana e a seta branca larga demonstra fratura em mandíbula esquerda. Notam-se também fraturas de dentes incisivos laterais superiores.....42

Figura 2: A e B- Imagens radiográficas em incidências laterolaterais de crânio de fêmeas jovens, das espécies *C. jacchus* e *C. penicillata*, respectivamente, com alterações compatíveis com doença osteometabólica. Em função da perda de densidade em ossos do crânio, a radiopacidade óssea assemelha-se aos tecidos moles adjacentes. É possível visualizar alterações semelhantes em segmentos ósseos em campo de colimação. **A-** As setas brancas finas denotam o acentuado adelgaçamento de calota craniana. **B-** Setas brancas largas sinalizam a perda de lâmina dentária e aspecto flutuante de dentes. Visualiza-se aumento de volume dos tecidos moles adjacentes.....43

Figura 3: A e B- Imagens radiográficas de coluna vertebral, incidências ventrodorsais, de segmentos lombar e lombossacral. **A-** Indivíduo macho, adulto, da espécie *C. jacchus*, visualizam-se seis vértebras lombares, duas vértebras sacrais e uma vértebra de característica “lombossacral”, com processos transversos unindo-se às asas ilíacas (setas brancas finas) **B-** Fêmea, adulta, da espécie *C. penicillata*, notam-se seis vértebras lombares, duas vértebras sacrais e uma vértebra de característica “lombossacral”, cujos processos transversos são semelhantes aos lombares, contudo, apresentam-se fundidos às asas dos ílios (setas brancas largas).....44

Figura 4: A, B e C- Imagens radiográficas de coluna vertebral, em incidências laterolaterais, de saguis com alterações compatíveis com doença osteometabólica. Nota-se redução difusa da radiopacidade óssea, acentuado adelgaçamento de corticais, redução de contraste entre tecidos moles e ósseos, fraturas patológicas e desvios do eixo ósseo anatômico. **A-** Segmentos toracolombar e lombossacral de macho adulto de *C. jacchus*, com fratura compressiva em L1 (seta branca larga); fraturas e alterações morfológicas de L4 a S1 (setas brancas finas), as quais promovem desvio dorsal toracolombar e ventral lombossacral. **B-** Segmentos lombar e sacral de fêmea jovem de *C. jacchus*. Setas brancas largas demonstram fratura e desvio dorsal de sacro. **C-** Segmentos lombar e sacral de fêmea jovem de *C. penicillata*, visualiza-se importante perda da densidade óssea, com redução da definição de últimas vértebras torácicas e costelas (seta branca fina) e de vértebras lombares (seta branca larga). A seta preta larga denota o acentuado adelgaçamento de corticais ósseas de fêmures.....45

Figura 5: A, B e C- Imagens radiográficas, em incidências mediolaterais de saguis da espécie *C. jacchus*. **A:** Articulação úmero-radio-ulnar de fêmea adulta. Setas brancas finas indicam fratura em metáfise proximal de ulna, envolvendo a articulação do cotovelo. **B-** Articulação escápulo-umeral de macho adulto. Setas brancas largas demonstram focos de fraturas antigas de escápula, com arredondamento de bordos fraturados e esclerose óssea, não se nota união entre os fragmentos. **C-** Úmero, rádio e ulna de macho jovem com alterações radiográficas compatíveis com doença osteometabólica. Nota-se redução da radiopacidade óssea, adelgaçamento de corticais e fraturas patológicas. Setas brancas finas indicam focos de fraturas transversas em úmero, seta branca larga denota a tortuosidade por fraturas patológicas em rádio e ulna.....47

Figura 6: A, B e C- Imagens radiográficas de membros pélvicos de indivíduos da espécie *C. jacchus* **A-** Incidência craniocaudal de fêmur de macho jovem. Seta branca larga demarca fratura de Salter Harris tipo I envolvendo fise femoral distal. Seta branca fina indica posição de patela. **B-** Incidência mediolateral de tíbia e fíbula de macho, adulto, que demonstra amputação diafisária distal. **C-** Incidência mediolateral de fêmur de macho jovem. Seta branca larga sinaliza má união de fratura diafisária distal.....48

Figura 7: Imagens radiográficas de machos da espécie *C. jacchus*, com sinais de doença osteometabólica. **A:** Pelve e membros pélvicos, em incidência ventrodorsal, de indivíduo jovem, o qual apresentou redução da radiopacidade óssea, adelgaçamento de corticais, tortuosidade e fraturas patológicas. Setas brancas finas demonstram fraturas patológicas em fêmures; setas pretas largas indicam o estreitamento de canal pélvico; setas brancas largas sinalizam halos radiolucientes em fêmures e tíbias. **B-** Pelve de animal adulto, em incidência ventrodorsal. Seta branca fina indica tortuosidade de coluna vertebral lombossacral, setas brancas largas denotam acentuado estreitamento pélvico. **C-** Articulação femorotibiopatelar e tíbia direitas de sagui jovem, em incidência mediolateral. Visualiza-se acentuado adelgaçamento de corticais. A seta branca fina denota fratura patológica de cortical femoral distal. A seta preta fina indica linha de fratura incompleta, com área de esclerose óssea, entre metáfise e diáfise proximais. O alargamento de fises, bem como o aumento de radiopacidade e margens discretamente pontiagudas/curvilíneas de metáfises são demonstrados em região proximal por seta preta larga e em região distal por seta branca larga.....49

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

Os saguis são pequenos primatas de característica arborícola, que ocupam diferentes biomas (Stevenson & Rynalds, 1988; Bicca-Marques et al., 2006). Apresentam extensa distribuição geográfica, sendo encontrados em países da América Central e da América do Sul, com amplitude territorial entre o Panamá e o sul do Brasil (Verona & Pissinatti, 2014). Em território nacional, adaptam-se às diversas condições ambientais, *Callithrix jacchus* (sagui-de-tufos-brancos) habita a Caatinga e a Mata Atlântica, enquanto *Callithrix penicillata* (sagui-de-tufos-pretos), além de ser encontrado nestas regiões, ocupa principalmente o Cerrado (Valença-Montenegro et al., 2012; Rímoli et al., 2015; Schiel & Souto, 2017).

O gênero *Callithrix* apresenta grande importância ecológica, pois desempenha função na recomposição de florestas. Ao realizarem o transporte de sementes, os calitriquídeos podem percorrer grandes distâncias, desta forma, auxiliam na manutenção ou recomposição de fragmentos florestais (Silva, 2015). Os principais desafios enfrentados por estes primatas são a destruição ou fragmentação do habitat, escassez de alimentos, hibridação e comércio ilegal para manutenção como animais de estimação (Schiel & Souto, 2017; Bicca-Marques et al., 2018; Bezerra et al., 2018).

Em calitriquídeos, estudos de mensuração de membros e pelvimetria por meio do exame radiográfico têm fornecido dados importantes, que determinam, em animais de cativeiro, características anatômicas, comparações entre indivíduos do mesmo gênero e entre saguis saudáveis e doentes (Casteleyn et al., 2012; Pinheiro et al., 2016; Siragusi et al., 2019). Contudo, são escassas as informações relativas à mensuração de ossos longos e pelve para saguis de vida livre. A padronização de dados para estes indivíduos permitiria o uso como referência, tanto para o auxílio no acompanhamento médico veterinário, quanto para o desenvolvimento de estudos futuros, como, por exemplo, de comparação entre grupos de vida livre sob condições geográficas e ambientais distintas.

Estudos radiográficos de alterações esqueléticas em saguis são pouco numerosos, entretanto, os dados disponíveis indicam que é comum a ocorrência de lesões envolvendo estruturas ósseas e articulares, principalmente afecções de origem traumática e metabólica (Siragusi et al., 2019). As lesões traumáticas foram citadas dentre as principais causas de óbitos em calitriquídeos (Sá & Catão-Dias, 1999). Em relação às desordens metabólicas, como o raquitismo e a osteomalácia, há descrições em animais mantidos em cativeiro e em laboratórios de pesquisa (Yamaguchi et al., 1986; Olson et al., 2015; Siragusi et al., 2019). Estudos com este gênero demonstraram resistência dos órgãos alvo à 1 α ,25-di-hidroxi vitamina D₃, condição que eleva a exigência de níveis séricos desta vitamina, o que torna estes indivíduos propensos à ocorrência de doença osteometabólica (Yamaguchi et al., 1986; Bosseler et al., 2014; Olson et al., 2015).

O conhecimento acerca das afecções que acometem estas espécies é essencial para o desenvolvimento de estratégias de prevenção para animais mantidos em cativeiro, em centros de pesquisa e entidades de conservação e manejo da fauna silvestre. Os dados descritivos são adicionalmente importantes para contribuição em estudos epidemiológicos e análises comparativas com animais atendidos na rotina clínica de primatas.

Diante do exposto, justifica-se a ampliação de pesquisas relativas aos indivíduos deste gênero. Este estudo tem como objetivo descrever as alterações que acometem o esqueleto axial e apendicular dos saguis das espécies *C. jacchus* e *C. penicillata* originários de vida livre e mantidos domiciliados. Bem como, desenvolver avaliações quantitativas do esqueleto axial (coluna vertebral e esterno), pelve e de ossos longos do esqueleto apendicular (úmero, rádio, ulna, fêmur e tíbia) de *C. jacchus* e *C. penicillata* de vida livre.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 Primatas Neotropicais

Os primatas neotropicais, denominados platirrinos, e do velho mundo, os catarrinos, são divididos de acordo com a morfologia nasal. Os platirrinos possuem

focinho curto, com as narinas voltadas para os lados, enquanto os catarrinos apresentam focinho alongado e narinas voltadas para baixo. Em classificações mais antigas, os primatas do novo mundo eram distribuídos em duas famílias, a Família Callitrichidae e a Família Cebidae, além de um gênero monoespecífico denominado *Callimico*, com características intermediárias entre estas duas famílias (Verona & Pissinatti, 2014). Anteriormente ao estabelecimento deste conceito *Callimico* era considerado como pertencente à Família Callitrichidae (Rylands et al., 1995). A nomenclatura dos membros dos calitriquídeos varia muito entre os diferentes autores (Rylands et al., 1995; Ankel-Simons, 2007).

Após o advento de estudos moleculares filogenéticos, diferentes grupos de pesquisadores realizaram estudos e propuseram alterações na classificação, como o realizado por Rynalds et al. (2000), amplamente utilizado, que dividiu a ordem Platyrrhini em cinco famílias: Família Callitrichidae (gêneros *Cebuella*, *Mico*, *Callithrix*, *Saguinus*, *Leontopithecus* e *Callimico*); Família Cebidae (gêneros *Saimiri* e *Cebus*); Família Aotidae (gênero *Aotus*); Família Pitheciidae (*Callicebus*, *Pithecia*, *Chiropotes*, *Cacajao*) e Família Atelidae (gêneros *Alouatta*, *Ateles*, *Lagothrix*, *Oreonax*, *Brachyteles*), com todos estes gêneros totalizando 110 espécies. Posteriormente, Perelman et al. (2011) defenderam a divisão dos platirrínos em Famílias Pitheciidae, Atelidae e Cebidae, com subfamílias Callitrichinae, Aotinae, Cebinae, Saimirinae, Alouattinae, Atelidae, Calicebinae e Pitheciinae. Neste estudo considerou-se a classificação de Rynalds et al. (2000).

1.2.2 O Gênero *Callithrix*

Os calitriquídeos são pequenos primatas, pertencentes à Ordem Platyrrhini e à Família Callitrichidae, cujo peso corpóreo pode variar entre cerca de 300 a 450 gramas na fase adulta. Apresentam o comprimento aproximado de cabeça/corpo até a base da cauda de 250mm e comprimento da cauda de 280mm. São arborícolas e habitam tipos florestais diversos (Stevenson & Rynalds, 1988; Bicca-Marques et al., 2006). Distribuem-se geograficamente desde a América Central, onde habitam as matas do Panamá até a região sul do Brasil (Verona & Pissinatti, 2007).

Estes primatas vivem em grupos de 2 a 13 indivíduos, dentre adultos, jovens e infantes, no qual pode existir mais de um casal de adultos, contudo, apenas uma fêmea é a reprodutora do grupo (Stevenson & Rynalds, 1988; Bicca-Marques et al., 2006). A dominância da fêmea reprodutora exerce supressão sobre a fertilidade das fêmeas subordinadas, isto ocorre em função desta ser a única a permanecer com altos níveis de progesterona. As demais fêmeas auxiliam nos cuidados com os filhotes, mantendo-se em anestro, até que não exista mais a figura da fêmea dominante. Nos machos a estrutura é distinta das fêmeas, sendo possível a reprodução entre um macho subordinado e a fêmea dominante (Verona & Pissinatti, 2014).

A maturidade sexual dos calitriquídeos é atingida entre quatorze e dezoito meses de vida, enquanto o período gestacional varia de 125 a 130 dias (Verona & Pissinatti, 2014). Em estudo com animais em cativeiro, constatou-se que nas espécies *C. penicillata* e *C. jacchus*, os nascimentos concentram-se entre setembro e outubro ou entre março e abril (Gomes & Bicca-Marques, 2003). Neste gênero, os altos níveis de prolactina durante a lactação não exercem inibição sobre a ovulação, fato que permite que as fêmeas gestem e amamentem em um mesmo período, o que possibilita o nascimento de maior número de descendentes por ano (Verona & Pissinatti, 2014). O tamanho da prole de *C. jacchus* e *C. penicillata* é de, geralmente, duas crias por gestação (Gomes & Bicca-Marques, 2003; Valença-Montenegro et al., 2012; Rímoli et al., 2015).

Apresentam como característica dentária permanente a presença de 3 dentes pré-molares e 2 molares, o que difere dos primatas do velho mundo, os quais apresentam 2 dentes pré-molares e 3 dentes molares (Ankel-Simons, 2007). Uma peculiaridade dos calitriquídeos é a presença de ornamentos na cabeça, como tufos, além de cristas, jubas e bigodes (Verona & Pissinatti, 2014). A pelagem apresenta coloração variável, dentre o cinza, preto e vermelho, formando tufos auriculares. A região frontal demonstra uma mancha de coloração branca, exceto na espécie *Callithrix geoffroyi*, a qual apresenta toda a face de coloração branca (Stevenson & Rynalds, 1988; Bicca-Marques et al., 2006).

Em relação ao aspecto nutricional, são classificados como onívoros, alimentando-se, dentre outros produtos, de goma e seiva das árvores, sendo esta uma das bases mais importantes da dieta de *C. jacchus*. Consomem também frutas, néctar,

flores, brotos, insetos, ovos e pequenos vertebrados. O consumo de exsudatos/gomas pode alcançar até 15% do total da alimentação, os quais possuem altos níveis de cálcio e proteína (Wissman, 1999). Possuem dentes incisivos resistentes, com espessa camada de esmalte, que possibilita a perfuração de árvores para obtenção de exsudatos, gomas e látex (Verona & Pissinatti, 2014). Deve-se ter atenção especial aos animais em cativeiro para possibilitar o uso regular e o desgaste dentário, evitando-se alterações na dentição (Pissinatti & Silva, 2014). Neste gênero, o ceco é desenvolvido, o que propicia melhor eficiência na digestão de carboidratos contidos na goma (Bicca-Marques et al., 2006).

Os saguis e os indivíduos do gênero *Callimico* são os únicos dentre os primatas superiores a apresentarem estruturas semelhantes a garras nos dígitos, com exceção do hálux, contudo, não são consideradas garras verdadeiras, tratam-se de unhas modificadas (Ankel-Simons, 2007). Estas estruturas auxiliam no processo forrageamento em busca de insetos e pequenos vertebrados e a escalar os troncos de árvores (Verona & Pissinatti, 2014).

Os saguis representam um interessante modelo animal para pesquisas, o pequeno tamanho corpóreo, comparativamente a outras espécies de primatas e respostas fisiopatológicas semelhantes ao homem são favoráveis à utilização dos calitriquídeos em laboratórios (Zühlke & Weinbauer, 2003). Relata-se a utilização destas espécies em estudos de fisiologia, osteologia, neuropatologia, metabolismo de fármacos, toxicologia e biologia reprodutiva (Geula et al., 2002; Abbott et al., 2003; Bosseler et al., 2014). Especificamente em osteologia, foi demonstrada semelhança de características dos componentes ósseos entre saguis e humanos adultos, bem como similaridades no desenvolvimento de osteoartrites e alterações da densidade óssea no processo de osteoporose (Seidlova-Wuttke et al., 2007; Vierboom et al., 2010).

O pequeno tamanho e características antropomórficas são fatores que levam algumas pessoas a desejarem ter um calitriquídeo como animal de estimação. Além dos aspectos legais, deve-se considerar características comportamentais, como a alteração que acompanha a entrada na fase de maturidade sexual, quando geralmente, se tornam agressivos e com comportamento imprevisível para com humanos (Wissman, 2014).

1.2.3 *Callithrix jacchus*

Callithrix jacchus, conhecido popularmente como sagui-de-tufos-brancos (Figura 1), apresenta os tufos de pelos de coloração clara envolvendo as orelhas (Stevenson & Rynalds, 1988; Bicca-Marques et al., 2006). Estes indivíduos distribuem-se ampla e abundantemente nos biomas da Caatinga até a Mata Atlântica no Brasil (Valença-Montenegro et al., 2012).

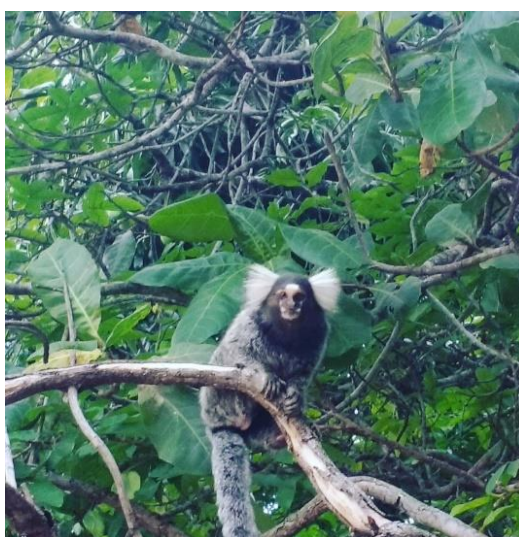


Figura 1: *Callithrix jacchus* de vida livre. Nota-se a presença de tufos de pelos de coloração branca envolvendo as orelhas.

Esta espécie é endêmica em estados brasileiros como Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. Houve introdução em Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. A espécie sofre ameaças como fragmentação de áreas de habitat, retirada de seu bioma habitual ou captura pelo homem, entretanto, não se encontra em redução populacional, é classificada na categoria “Least Concern” pela “Red List of Threatened Species” da “International Union for Conservation of Nature and Natural Resources” (IUCN) (Bezerra et al., 2018).

Em estudo realizado por Castro (2003), *C. jacchus* demonstrou capacidade de adaptação em locais de alta pressão por efeitos antrópicos, pois perante situações de escassez de frutos, dedica-se a explorar as fontes de goma, esta plasticidade adaptativa os permite ocupar ambientes de fragmentação de florestas e áridos, como

o bioma da Caatinga. Habita amplitudes territoriais consideradas pequenas, cujo tamanho não apresentou variação significativa dentre os meses de clima seco e chuvoso, chegando a no máximo 1,4ha por grupo, isto pode ser explicado pelo fato da goma, base da dieta desta espécie, ter disponibilidade durante todo o ano, desta forma, não há necessidade de busca por alimento em áreas mais distantes.

1.2.4 *Callithrix penicillata*

Os indivíduos desta espécie são conhecidos como saguis-de-tufos-pretos e apresentam extensa distribuição no bioma do Cerrado, na região Centro-oeste do Brasil, podem também ser encontrados na Mata Atlântica e na Caatinga (Rímoli et al., 2015). É endêmico nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Piauí, Maranhão, além do Distrito Federal. Foi introduzido no Espírito Santo, Rio de Janeiro, Paraná e Santa Catarina (Bicca-Marques et al., 2018).

C. penicillata apresenta tufos de pelos pretos pré-auriculares, ou seja, rostralmente às orelhas, além de mancha de coloração branca em região frontal, característica do gênero *Callithrix* (Figura 2) (Stevenson & Rynalds, 1988; Bicca-Marques et al., 2006). Embora pouco relatadas, há variações de padrões de coloração em *C. penicillata*, em decorrência de anomalias, como o leucismo (Figura 2), alteração descrita em três indivíduos da espécie (Vale et al., 2018).

À semelhança de *C. jacchus*, esta espécie recebeu, em 2018, a classificação na categoria “Least Concern” pela “Red List of Threatened Species” da “International Union for Conservation of Nature and Natural Resources” (IUCN). Esta atribuição se justifica pela extensa distribuição em biomas distintos, mesmo frente a desafios como destruição ou fragmentação de seu habitat ou comércio como animal de estimação ilegalmente, situação na qual muitas vezes é solto em áreas alheias às regiões de sua ocorrência, com risco de hibridação com outras espécies do gênero pertencentes ao local (Bicca-Marques et al. 2018).



Figura 2: A e B- Fêmeas da espécie *Callithrix penicillata* **A-** Presença de tufos de pelos pretos rostralmente às orelhas. **B-** Fêmea portadora de leucismo. Observam-se tufos de pelos de coloração branca rostralmente às orelhas, coloração semelhante é vista por toda pelagem.

Nas situações em que espécies como *C. jacchus* e *C. penicillata* são introduzidas em áreas nas quais não são endêmicas, há preocupação em relação ao potencial de ocupar o habitat, ocorrer hibridização com indivíduos do mesmo gênero nativos da área, haver transmissão de doenças, além de possível predação de espécies da fauna local (Bicca-Marques et al., 2006). No Rio de Janeiro, os calitriquídeos oriundos de outros estados dos biomas da Mata Atlântica e do Cerrado encontraram condições favoráveis, o que ocasionou a colonização em todo o estado, estabelecendo-se competições por alimento e abrigo com indivíduos do mesmo gênero nativos de matas fluminenses (Machado, 2015).

1.2.5 Osteologia dos Calitriquídeos

O esqueleto dos saguis apresenta algumas particularidades e o conhecimento das características morfológicas normais é fundamental para a comparação entre indivíduos saudáveis e doentes. Por meio de estudos realizados com *C. jacchus*, sabe-se que o crânio desta espécie, na vida adulta, mede cerca de 45mm de

comprimento e 29mm de largura, apresenta órbita grande e em formato cônico. A mandíbula demonstra ângulo proeminente e corpo relativamente largo, com sínfise entre ramos direito e esquerdo apresentando-se fechada ao nascimento, característica sinostótica (Casteleyn et al., 2012; Casteleyn & Bakker, 2019). *C. jacchus* e *C. penicillata*, bem como *C. geoffroyi*, apresentam número total de dentes idêntico, 32, com fórmula dentária correspondente a 2x: incisivos 2/2; caninos 1/1; pré-molares 3/3 e molares 2/2 (Bertassoli et al., 2013).

A coluna vertebral nos segmentos cervical e torácico, apresenta, respectivamente, 7 e 12 ou 13 vértebras, sendo a nona ou a décima a anticlinal (Beattie, 1927; Casteleyn et al., 2012; Casteleyn & Bakker, 2019). O número de costelas está relacionado com o número de vértebras torácicas, portanto, podem estar presentes 12 ou 13 pares. O esterno é composto por manúbrio, processo xifoide, além de mais 4 ou 5 esternébras, que variam de acordo com o número de vértebras torácicas (Casteleyn et al., 2012). O número de vértebras lombares (VL) pode ser de 6 ou 7, as quais se relacionam com o número de vértebras torácicas (VT), desta forma, os animais com 12 VT apresentam 7 VL e aqueles com 13 VT possuem 6 VL, desta forma, o segmento toracolombar constitui-se do total de 19 vértebras (Wagner & Kirberger, 2005; Casteleyn et al., 2012; Casteleyn & Bakker, 2019).

O sacro é composto por 3 vértebras, fundidas em um único osso e a cauda por 25 vértebras (Beattie, 1927). Entretanto, há registros da variação de 2 ou 3 vértebras sacrais e 26 a 29 vértebras caudais (Casteleyn et al., 2012). A locomoção dos calitriquídeos é de característica quadrupedal (Ankel-Simons, 2007). A longa cauda destes indivíduos auxilia no equilíbrio ao se locomoverem entre galhos de árvores (Schiel & Souto, 2017; Stevenson & Rylands, 1988).

O comprimento médio dos ossos longos de membros torácicos em *C. jacchus* adultos é de 29 ± 1 ; 45 ± 1 ; 40 ± 1 e 47 ± 1 mm, para escápula, úmero, rádio e ulna, respectivamente. A escápula apresenta-se com processo coracóide proeminente; o acrômio se conecta com a clavícula de aspecto sigmoide. No úmero, o epicôndilo medial é bem desenvolvido, entretanto, a crista e a tuberosidade deltoide são pouco evidenciadas. Rádio e ulna não se apresentam fundidos, são separados por um amplo espaço interósseo. O carpo é composto por 10 ossos e o primeiro dos 5 dígitos apresenta somente 2 falanges (Casteleyn & Bakker, 2019).

Nos membros pélvicos de *C. jacchus* adultos, fêmur, tíbia e fíbula apresentam comprimento médio de 57 ± 2 ; 60 ± 2 e 58 ± 2 mm, respectivamente. O coxal formado pela fusão de ílio, ísquio e púbis, apresenta acetábulo profundo e forame obturador de grande diâmetro. Em pesquisa com cadáveres de animais adultos, a sínfise pélvica permaneceu sindesmótica e constatou-se dimorfismo sexual pelas características dos ossos da pelve (Casteleyn et al. 2012). O fêmur apresenta trocânteres maior e menor proeminentes, entretanto, não são observados o terceiro trocânter e a tuberosidade glútea. Tíbia e fíbula, à semelhança de rádio e ulna, são separadas por espaço interósseo. O tarso é formado por 7 ossos, incluindo tálus e calcâneo. Os dígitos demonstram 3 falanges, exceto o primeiro dígito, o qual possui 2 falanges, semelhante aos membros torácicos (Casteleyn et al. 2012; Casteleyn & Bakker, 2019)

É importante salientar que grande parte da literatura disponível apresenta dados de estudos anatômicos que utilizaram *C. jacchus* como modelo, desta forma, não é possível afirmar que os demais calitriquídeos, como *C. penicillata*, apresentam todas as características morfológicas semelhantes a esta espécie.

1.2.6 Exame Radiográfico e Afecções Ósseas em Calitriquídeos

A aquisição de imagens radiográficas de boa qualidade é um pré-requisito para se obter informações relevantes ao diagnóstico das afecções esqueléticas. Deve-se ter atenção aos princípios básicos de radiologia, como posicionamento adequado, escolha dos fatores de exposição corretos, uso de grades, necessidade de pelo menos duas incidências ortogonais e bom processamento de imagens (Kealy et al., 2011).

Os saguis, com base em estudos realizados principalmente com a espécie *C. jacchus*, são animais propensos à ocorrência de afecções de origem metabólica, pois apresentam resistência dos órgãos alvo à $1\alpha,25$ -di-hidroxi vitamina D_3 , desta forma, necessitam da concentração sérica desta vitamina em níveis muito elevados (Bosseler et al., 2014). A vitamina D_3 , forma ativa da vitamina D, auxilia na absorção de cálcio pelo intestino. A doença osteometabólica ocorre com maior frequência em animais que consomem dietas com proporção incorreta de Cálcio e Fósforo, que apresentam

deficiência de vitamina D₃, ou que não são adequadamente expostos à radiação ultravioleta. Neste processo, ocorre absorção do cálcio dos ossos, que em indivíduos jovens apresenta-se como raquitismo e em adultos resulta em osteomalácia (Ludlage & Mansfield, 2003).

O raquitismo e a osteomalácia são defeitos da mineralização óssea, que ocorrem principalmente em função da concentração extracelular inadequada de Cálcio e Fósforo, principais componentes minerais dos ossos, pela ausência ou ação ineficiente dos elementos responsáveis pela absorção de Cálcio, especialmente a vitamina D₃. Estes eventos são bem descritos em humanos. O raquitismo caracteriza-se por alterações na formação da placa de crescimento fisário, com falhas na mineralização, arquitetura celular desorganizada e retardo no desenvolvimento ósseo. Na osteomalácia ocorre mineralização deficiente da matriz osteóide de osso cortical e trabecular, com acúmulo do tecido osteóide pouco mineralizado, geralmente raquitismo e osteomalácia são processos associados, desta forma, quando se finda o crescimento há fechamento da cartilagem fisária, permanecendo apenas os eventos relacionados à osteomalácia (Frame & Parfitt, 1978; Mechica, 1999).

Para o diagnóstico, além de dados de anamnese e exame físico, informações importantes podem ser obtidas por meio de hemograma, análise bioquímica e exame radiográfico. A avaliação bioquímica demonstra redução da concentração sérica de cálcio ionizado e inversão da relação entre Cálcio e Fósforo (Ludlage & Mansfield, 2003). Teixeira et al. (2012), utilizaram 15 indivíduos do gênero *C. penicillata* de vida livre e propuseram valores de normalidade para concentrações séricas para 25-hidroxi-vitamina D (20,1- 103,3 ng/mL), Cálcio ionizado (2,8- 5,1 mg/dL) e Hormônio paratireoideano- PTH (207,0- 343,3 pg/dL). Os autores sugerem a utilização destes valores para machos e fêmeas de todas as faixas etárias.

Alterações metabólicas que se caracterizam pelo desequilíbrio de Cálcio e Fósforo, que promovem o aumento do paratormônio, acometem outras espécies e revelam sinais radiográficos semelhantes e característicos, com ampla descrição na literatura de cães e gatos, relacionados com osteopenia, redução generalizada da radiopacidade óssea, perda do contraste normal entre os tecidos moles e ósseos, adelgaçamento de cortical e de osso trabecular. Este quadro pode levar à ocorrência de fraturas patológicas, as quais podem ocasionar angulações nos membros (Pollard

& Wisner, 2013). Entretanto, perdas importantes de cálcio podem ocorrer antes de demonstrar sinais radiográficos (Widmer & Thrall, 2013).

Em cães, após a instalação do processo de hiperparatireoidismo, as manifestações mais frequentes envolvem deformidades ósseas em membros, alterações da marcha, dor e claudicação (Muhlbauer & Kneller, 2013). A intensidade do adelgaçamento das corticais e o grau das lesões estão relacionados com a gravidade e a duração do quadro de hiperparatireoidismo. Em animais em fase de crescimento, em função da rápida alteração esquelética, há acometimento mais importante do que em indivíduos mais velhos (Forrest, 2013).

Na avaliação do crânio em pequenos animais, a perda da lâmina dura é um sinal radiográfico precoce do hiperparatireoidismo, na sequência de progressão da doença ocorre desmineralização dos demais ossos cranianos. Em casos graves, o processo de desmineralização é seguido por hiperplasia do tecido fibroso, denominada osteodistrofia fibrosa, esta alteração leva ao espessamento da calota craniana (Forrest, 2013). No quadro de osteodistrofia fibrosa os dentes aparentam flutuar nos tecidos moles em função da perda óssea grave (Muhlbauer & Kneller, 2013).

Em cães e gatos jovens, o quadro de raquitismo apresenta sinais característicos, como alargamento das fises e atraso na ossificação, o acometimento pode envolver todas as placas fisárias, porém, as alterações tendem a ser mais acentuadas em fises distais de rádio, ulna e tíbia. A região metafisária apresenta-se com radiopacidade elevada e curva, em formato de concha, com margens pontiagudas. As epífises normalmente não demonstram estas lesões. O aumento de volume de tecidos moles pode ser mínimo ou não ocorrer (Muhlbauer & Kneller, 2013).

Em saguis em cativeiro, alterações metabólicas podem ocorrer em função do manejo ou dieta inadequados (Ludlage & Mansfield, 2003; Wissman, 2014). A associação de dietas equilibradas e manejo correto exercem papel fundamental na redução da incidência desta afecção em primatas mantidos em zoológicos e laboratórios de pesquisa (Hatt & Sainsbury, 1998; Bosseler et al., 2014). Em saguis acometidos por doença osteometabólica, pode-se observar paralisia de membros pélvicos em função de fraturas em vértebras (Ludlage & Mansfield, 2003). Outras

manifestações incluem: caquexia, letargia, relutância ao exercício e redução do tamanho corpóreo para a faixa etária (Hatt & Sainsbury, 1998).

Olson et al. (2015) estudaram doenças ósseas em saguis em cativeiro, em duas instituições de pesquisa distintas, através dos exames radiográfico e histopatológico. Na primeira instituição, as lesões foram compatíveis com raquitismo, com ocorrência de osteodistrofia fibrosa e osteopenia. Na segunda instituição, os saguis demonstraram lesões graves de reabsorção e remodelamento ósseo por ação de osteoclastos, de etiologia desconhecida. Estes resultados denotam a importância de se avaliar periodicamente por meio de exame físico, bioquímico e radiográfico, os indivíduos mantidos em cativeiro ou em laboratórios.

Em outro estudo, realizado por Bosseler et al. (2014), com colônias de *C. jacchus* em cativeiro foram observados animais com acentuado encurvamento de membros pélvicos e torácicos, sem evidências de dor, apresentando apenas dificuldade em realizar movimento de extensão completa dos membros acometidos. Realizou-se estudo macroscópico e radiográfico de ossos de 4 animais afetados e 6 normais, constatando-se, nos saguis afetados, flexão diafisária distal e acentuado encurtamento de ossos longos. Os achados macroscópicos e radiográficos dos animais acometidos foram associados à síndrome semelhante à displasia micromélica. Embora não exista a confirmação da ocorrência de displasia micromélica em saguis, os resultados apresentados neste trabalho e no estudo de Olson et al. (2015), demonstram que mesmo patologias sem estudos aprofundados em calitriquídeos devem ser consideradas como diagnósticos diferenciais para os indivíduos que apresentam lesões e desvios ósseos, após se descartar a ocorrência de raquitismo/ osteomalácia.

Lesões de origem traumática também exigem especial atenção em calitriquídeos. Em animais em cativeiro, podem ocorrer durante a captura ou contenção para exame e transporte, em disputas durante o período de acasalamento, ou para reestruturação da hierarquia. Ocorrem com frequência também, ferimentos com materiais cortantes ou perfurantes como margens de ferro corroídas, farpas e pontas de pregos nos abrigos dos recintos (Pissinati & Silva, 2014). Em estudo realizado com componentes do gênero *Callithrix*, afecções por provável decorrência

de trauma envolveram não união de fratura acetabular, amputação e antecurvato tibial, subluxação escápulo-umeral e fratura de rádio (Siragusi et al., 2019).

O conhecimento dos fatores desencadeantes e das patologias que acometem os calitriquídeos é fundamental, neste sentido, Sá & Catão-Dias (1999) realizaram caracterização das causas de morbidade e mortalidade, através de exame necroscópico de animais de vida livre e oriundos de cativeiro, grupo composto por 22 calitriquídeos e 14 cebídeos. Do total de 36 primatas, processos infecto-parasitários foram responsáveis por 14 óbitos, dentre estes, a síndrome de emagrecimento progressivo foi a causa de morte em 6 calitriquídeos, dentre os demais, 2 por distúrbios metabólicos, 3 por enfermidades digestivas, 3 em função de traumas, 2 por afecções reprodutivas; outras alterações como eletrocussão, distúrbio hematopoiético, doença renal, afecção respiratória, distúrbio neurológico e má-formação congênita ocasionaram um óbito cada.

1.2.7 Estudos de Biometria e Pelvimetria

Pesquisas associadas com a mensuração de ossos longos e obtenção dos índices de pelvimetria em calitriquídeos foram realizadas por alguns autores (Casteleyn et al. 2012; Bosseler et al., 2014; Pinheiro et al. 2016; Siragusi et al., 2019). Siragusi et al. (2019) realizaram pelvimetria em 8 indivíduos da espécie *C. penicillata*, 1 *C. jacchus* e 5 híbridos do gênero *Callithrix*. Os saguis saudáveis demonstraram valores de área de entrada pélvica semelhantes aos descritos na literatura para *C. jacchus*, com 2,23 cm ($\pm 0,13$) para fêmeas e 1,90 cm ($\pm 0,26$) para machos.

Pinheiro et al. (2016), ao avaliarem os índices pelvimétricos por meio de exame radiográfico, de 12 indivíduos da espécie *C. jacchus*, 6 machos e 6 fêmeas, mantidos em cativeiro, classificaram a pelve como dolicipélvica. Foi observado dimorfismo sexual entre os animais estudados, característica que não foi constatada por Casteleyn et al. (2012) em estudo anatômico. Os resultados de pelvimetria obtidos para fêmeas (F) e machos (M) foram: diâmetro diagonal direito (F) $2,05 \pm 0,08$ e (M) $1,91 \pm 0,14$; diâmetro diagonal esquerdo (F) $2,03 \pm 0,08$ e (M) $1,85 \pm 0,16$; diâmetro bi-ilíaco médio (F) $1,50 \pm 0$ e (M) $1,46 \pm 0,12$; diâmetro bi-ilíaco superior (F) $1,30 \pm 0,06$ e (M) $1,30 \pm 0,10$; diâmetro bi-ilíaco inferior (F) $1,25 \pm 0,08$ e (M) $1,35 \pm 0,15$;

diâmetro sacro-púbico (F) $1,93 \pm 0,13$ e (M) $1,68 \pm 0,09$; área da entrada da pelve (F) $2,23 \pm 0,13$ e (M) $1,90 \pm 0,26$. As diferenças foram significativas quando o sexo foi considerado em relação à área de entrada de pelve.

Em outros gêneros de primatas, estudos foram realizados com número maior de indivíduos, possibilitando comparações entre espécies. Ramadinha (2003) realizou estudo pelvimétrico em micos leões, de 3 espécies diferentes, 25 *Leontopithecus chrysopygus chrysopygus*, 21 *Leontopithecus chrysomelas* e 23 *Leontopithecus rosalia*, ao avaliar separadamente machos e fêmeas, demonstrou haver dimorfismo sexual através das pelves estudadas. Os indivíduos do gênero *Leontopithecus* apresentam pelve de formato elipsóide em relação ao eixo craniocaudal, classificada como dolicipélvica. Foram constatadas diferenças significativas entre animais de vida livre e de cativeiro em relação ao diâmetro bi-ilíaco inferior e diâmetro sacro-púbico. Entre machos e fêmeas, a diferença foi significativa apenas na avaliação diâmetro sacro-púbico.

Em *Aotus azarai infulatus* (macacos da noite), Valle (2004) realizou pelvimetria e avaliou dimorfismo sexual, correlacionou estes dados com biometria corporal e origem de 72 indivíduos adultos, 30 fêmeas e 42 machos. A pelve foi classificada como dolicipélvica e foi observado dimorfismo sexual entre as pelves avaliadas, com diferenças significativas entre machos e fêmeas em relação ao diâmetro diagonal esquerdo, diâmetro bi-ilíaco médio, diâmetro bi-ilíaco superior e inferior, diâmetro sacro-púbico e área da entrada da pelve.

Favoretto et al. (2018), ao avaliarem fêmeas em cativeiro de *Saimiri sciureus* (macacos-de-cheiro), observaram que a característica da pelve da espécie é dolicipélvica. No estudo pelvimétrico, foram mensurados os mesmos índices supracitados para fêmeas subadultas e adultas, no qual se constatou diferença significativa nas mensurações entre estes dois grupos.

A obtenção de índices de pelvimetria contribui com dados para pesquisas em espécies silvestres, bem como para a rotina de obstetrícia veterinária, considerando-se que a prole dos calitriquídeos é normalmente gemelar (Gomes & Bicca-Marques, 2003; Valença-Montenegro et al. 2012; Rímoli et al., 2015). Estas informações são adicionalmente importantes, ao se considerar a possibilidade de ocorrência de partos

distócicos, conforme relatado por Prestes et al. (2014) em *C. jacchus* mantidos em cativeiro.

A biometria de ossos longos é realizada através da mensuração do comprimento entre as extremidades proximal e distal, estendendo-se aos limites articulares (Casteleyn et al. 2012; Siragusi et al. 2019). No estudo radiográfico realizado por Siragusi et al. (2019), com indivíduos do gênero *Callithrix*, para os 3 animais saudáveis do grupo, foram obtidos valores médios de comprimento de: Úmero: 4,55cm; Rádio: 3,90cm; Ulna: 4,57cm; Fêmur: 5,87cm e Tíbia: 5,86cm. Os resultados deste autor apresentaram semelhança com aqueles obtidos em estudo anatômico e de biometria com cadáveres de *C. jacchus* adultos, no qual os comprimentos médios foram: Úmero: 4,5cm; Rádio: 4,0cm; Ulna: 4,7cm; Fêmur: 5,7cm e Tíbia: 6,0cm (Casteleyn et al. 2012).

Nestas pesquisas, através de peças anatômicas de membros ou do exame radiográfico, foram adquiridas informações que podem ser utilizadas para fins comparativos entre animais saudáveis e doentes, especialmente aqueles acometidos por desordens metabólicas, entretanto, os indivíduos avaliados eram, majoritariamente, originários de cativeiro, fato que denota a necessidade de ampliar estudos sobre calitriquídeos de vida livre.

1.3 REFERÊNCIAS

- Abbott DH, Barnett DK, Colman RJ, Yamamoto ME, Schultz-Darken NJ (2003) Aspects of Common Marmoset Basic Biology and Life. **Comparative Medicine**. 53 (4): 339-350.
- Ankel-Simons F (2007) Survey of Living Primates. In: F, ANKEL-SIMONS (Ed.) **Primate Anatomy An Introduction**. San Diego: Elsevier, p. 111-115.
- Beattie J (1929) The Anatomy of the Common Marmoset (*Hapale jacchus Kuhl*). **Proceedings of the Zoological Society of London** 97:593-718.
- Bertassoli BM, Silva LCS, Oliveira FD, Santos AC, Mançanares CAF, Assis Neto AC (2013) Classificação morfofuncional dos dentes de saguis-de-tufo-branco (*Callithrix jacchus*, Callitrichidae), saguis-de-tufo-preto (*C. penicillata*) e saguis-de-cara-branca (*C. geoffroyi*). **Acta Amazonica** 43 (3): 377-382.

Bezerra B, Bicca-Marques J, Miranda J, Mittermeier, RA, Oliveira, L, Pereira, D, Ruiz-Miranda C, Valença-Montenegro M, Da Cruz M, Do Valle, RR (2018) *Callithrix jacchus*. In: **THE IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES**. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/species/41518/17936001>. Acesso em: 7 dez. 2019.

Bicca-Marques JC, Silva VM, Gomes DF (2006) Ordem Primates. In: Reis, NR, Peracchi, AL, Pedro, WA, Lima, IP (Eds.) **Mamíferos do Brasil**. Londrina: Ed UEL, p. 106-108.

Bicca-Marques JC, Jerusalinsky L, Mittermeier RA, Pereira D, Ruiz-Miranda C, Rímoli J, Valença-Montenegro M, Valle RR (2018) *Callithrix penicillata*. In: **THE IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES**. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/species/41519/17935797>. Acesso em 8 dez. 2019.

Bosseler L, Cornillie P, Saunders JH, Bakker J, Langermans JA, Casteleyn C, Decostere A, Chiers K (2014) Micromelic dysplasia-like syndrome in a captive colony of common marmosets (*Callithrix jacchus*). **Comp. Med** 64 (5): 394-403.

Casteleyn C, Bakker J, Breugelmans S, Kondova I, Saunders J, Langermans JAM, Cornillie P, Van den Broeck W, Van Loo D, Van Hoorebeke L, Bosseler L, Chiers K, Decostere A (2012) Anatomical description and morphometry of the skeleton of the common marmoset (*Callithrix jacchus*). **Lab Anim** 46: 152- 163.

Casteleyn C, Bakker J (2019) The Anatomy of the Common Marmoset. In: Marini R, Wachtman L, Tardif S, Mansfield K, Fox J (Eds.) **The Common Marmoset in Captivity and Biomedical Research**. London: Elsevier, p.17-41.

Castro CSS (2003) Tamanho da área de vida e padrão de uso do espaço em grupos de saguis, *Callithrix jacchus* (Linnaeus) (Primates, Callithrichidae). **Revista Brasileira de Zoologia** 20 (1): 91-96.

Favoretto SM, Landy EC, Pereira WLA, Castro PHG, Imbeloni AA, Muniz JAPC, Santos MAS, Lacrete Junior, ACC (2018) Pelvimetry in Squirrel Monkeys (*Saimiri sciureus* Linnaeus, 1758). **Pesquisa Veterinária Brasileira** 38(4): 767-772.

Forrest LJ (2013) The Cranial and Nasal Cavities: Canine and Feline. In: Thrall DE (Ed.) **Textbook of veterinary diagnostic radiology**. St Louis: Elsevier Saunders, 6 ed. p.114- 117.

Frame B, Parfitt AM (1978) Osteomalacia: Current Concepts. **Annals of Internal Medicine** 89: 966-982.

Geula C, Nagykerly N, Wu CK (2002) Amyloid- β deposits in the cerebral cortex of the aged common marmoset (*Callithrix jacchus*): incidence and chemical composition. **Acta Neuropathol** 103: 48–58.

Gomes DF, Bicca-Marques, JC (2003). **Reprodução de *Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758), *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812) e *Leontopithecus chrysomelas* (Kuhl, 1820) (Primates: Cebidae: Callitrichinae) em cativeiro no Brasil.** Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS. Porto Alegre: 16 (2): 249-254p. (Série Zoologia).

Hatt JM, Sainsbury AW (1998) Unusual case of metabolic bone disease in a common marmoset (*Callithrix jacchus*). **The Veterinary Record** 18: 78-80.

Kealy JK, McAllister H, Graham J (2011) The Radiograph. In: Kealy JK, McAllister H, Graham J (Eds.) **Diagnostic radiology and ultrasonography of the dog and cat.** St. Louis: Saunders Elsevier, 5. ed. p.1-2.

Ludlage E, Mansfield K (2003) Clinical Care and Diseases of the Common Marmoset (*Callithrix jacchus*). **Comparative Medicine** 53 (4): 369-382.

Machado T. **Centro de Primatologia do Rio de Janeiro.** Instituto Estadual do Ambiente. Rio de Janeiro: INEA, 2015. 49- 52 p. Edição Especial.

Mechica JB (1999) Raquitismo e Osteomalacia. **Arq Bras Endocrinol Metab** 43(6): 457-466.

Muhlbauer MC, Kneller SK (2013) Musculoskeleton. In: Muhlbauer MC, Kneller SK (Eds.) **Radiography of the Dog and Cat- Guide to Making and Interpreting Radiographs.** Aimes: Wiley-Blackwell, p. 156- 187.

Olson EJ, Shaw GC, Hutchinson EK, Schultz-Darken N, Bolton ID, Parker JB, Morrison JM, Baxter VK, Metcalf Pate KA, Mankowski JL, Carlson CS (2015) Bone disease in the common marmoset: radiographic and histological findings. **Vet Pathol.** 52(5): 1-11.

Perelman P, Johnson WE, Roos C, Seuánez HN, Horvath JE, Moreira MAM, Kessing B, Pontius J, Roelke M, Rumpler Y, Schneider MPC, Silva A, O'Brien SJ, Pecon-Slatery J. (2011) A molecular phylogeny of living primates. **PLoS Genet.** 7(3): 1-17.

Pinheiro LL, Lima AR, Bombonato PP, Castro PHG, Silva GA, Vaz MGR, Branco E (2016) X-ray pelvimetry in common marmoset (*Callithrix jacchus* - LINNAEUS, 1758). **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** 68(3): 695-701.

Pissinatti A, Silva RR (2014) Processos não infecciosos de particular interesse em Primatas. In: Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL (Eds.) **Tratado de Animais Selvagens: Medicina Veterinária.** 2.ed. v. 2, São Paulo: Roca, p. 1681-1688.

Pollard RE, Wisner ER (2013) Orthopedic Diseases of Young and Growing Dogs and Cats. In: Thrall DE (Ed.) **Textbook of veterinary diagnostic radiology.** St Louis: Elsevier Saunders, 6.ed. p. 273-274.

Prestes NC, Ferreira JCP, Ferraz MC, Garofalo NA, Simões CRB, Sabino FA, Leal LS, Oba E (2014) Cesarean sections in marmosets: white-tufted marmoset (*Callithrix jacchus*). **Veterinária e Zootecnia** 21(1): 92-97.

Ramadinha LS (2003) **Pelvimetria em micos-leões**. 59f. Tese (Doutorado em Anatomia de Animais Domésticos) - USP, São Paulo.

Rímoli J, Pereira DG, Valle RR (2015). **Avaliação do Risco de Extinção de *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira.** ICMBio. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-de-conservacao/7207-mamiferos-callithrix-penicillata-sagui-de-tufos-pretos.html>. Acesso em 30 nov. 2019.

Rylands AB, Mittermeier RA, Rodriguez-Luna E (1995). A species list for the New World primates (Platyrrhini): distribution by country, endemism, and conservation status according to the Mace-Land system". **Neotropical Primates** 3: 113–160.

Rylands AB, Schneider H, Langguth A, Mittermeier RA, Groves CP, Rodríguez-Luna E (2000) An assessment of the diversity of New World Primates. **Neotropical Primates** 8 (2): 61-93.

Sá LRM, Catão-Dias JL (1999) **Determinação e caracterização de enfermidades que acometem calitriquídeos e cebídeos (estudo multidisciplinar)**. 174 f. Dissertação (Mestrado em Patologia Experimental) – USP, São Paulo.

Schiell N, Souto A (2017) The Common Marmoset: An Overview of Its Natural History, Ecology and Behavior. **Developmental Neurobiology** 77: 244-262.

Seidlova-Wuttke D, Schlumbohm C, Jarry H, Dullin C, Wuttke W. Orchidectomized (orx) marmoset (*Callithrix jacchus*) as a model to study the development of osteopenia/osteoporosis (2008) **American Journal of Primatology** 70:294–300.

Silva MAF (2015) **A importância dos frutos na dieta de calitriquídeos e seu potencial como dispersores de sementes**. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – UFRJ, Rio de Janeiro.

Siragusi RHS, Rahal SC, Silva JP, Mamprim MJ, Rolim LS, Teixeira CR Camargo BWDF, Monteiro FOB (2019) Radiographic evaluation of the forelimbs and hind limbs of marmosets (*Callithrix* spp.). **J Med Primatol** 49: 71-78.

Stevenson MF, Rynalds, AB (1988) The marmosets, genus *Callithrix*. In: Mittermeier, RA, Rylands AB, Coimbra-Filho A, Fonseca GAB (Eds.) **Ecology and Behavior of neotropical primates**. Washington: World wildlife found, p. 131-140.

Teixeira DS, Nobrega YKM, Valencia CEU, Gandolfi L, Pratesi R, Castro LCG (2012) Evaluation of 25-hydroxy-vitamin D and parathyroid hormone in *Callithrix penicillata* primates living in their natural habitat in Brazil. **J Med Primatol** 41: 364–371.

Vale CA, Barbosa BC, Maciel TT, Prezoto F (2018) Leucismo em *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812) (Primates: Callitrichidae) em uma área urbana de Juiz de Fora, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências** 19(3): 181-187.

Valença-Montenegro MM, Oliveira LC, Pereira DG, Oliveira MAB, Valle RR (2012) **Avaliação do Risco de Extinção de *Callithrix jacchus* (LINNAEUS, 1758) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira ICMBio.** Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-de-conservacao/7204-mamiferos-callithrix-jacchus-sagui-de-tufo-branco.html/>. Acesso em: 17 dez. 2019.

Valle CMR (2004) **Pelvimetria em macacos da noite (*Aotus azarai infulatus-KUHL, 1820*).** 101f. Dissertação (Mestrado em Anatomia dos Animais domésticos e Silvestres) - USP, São Paulo.

Verona CES, Pissinatti A (2014) Primates: Primatas do Novo Mundo (Sagui, Macaco-prego, Macaco-aranha, Bugio e Muriqui). In: Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL (Eds.) **Tratado de Animais Selvagens: Medicina Veterinária.** 2.ed. São Paulo: Roca, p. 807-828.

Vierboom MPM, Breedveld E, Kondova I, 't Hart BA (2010). Collagen-induced arthritis in common marmosets: a new nonhuman primate model for chronic arthritis. **Arthritis Research & Therapy** 12:1-16.

Wagner WM, Kirberger RM. Radiographic anatomy of the thorax and abdomen of the common marmoset (*Callithrix jacchus*) (2005). **Veterinary Radiology Ultrasound** 46:217-24.

Widmer WR, Thrall DE (2013) The Canine and Feline Vertebrae. In: Thrall DE (Ed.) **Textbook of veterinary diagnostic radiology** St Louis: Elsevier Saunders, 6.ed. p.191.

Wissman MA (1999) Nutrition and husbandry of Callitrichids (marmosets and tamarins) **Veterinary clinics of north america: Exotic animal practice** 2 (1): 209-211.

Wissman MA (2014) Husbandry and medical care of callitrichids. **Journal of Exotic Pet Medicine** 23: 347–362.

Yamaguchi A, Kohno Y, Yamazaki T, Takahashi N, Shinki T, Horiuchi N, Suda T, Koizumi H, Tanioka Y, Yoshiki S (1986) Bone in the marmoset: a resemblance to vitamin D–dependent rickets, type II. **Calcified Tissue International** 39(1):22-27.

Zühlke U, Weinbauer G (2003) The Common Marmoset (*Callithrix jacchus*) as a Model in Toxicology. **Toxicologic Pathology** 31: 123–127.

CAPÍTULO 2- ESTUDO RADIOGRÁFICO DO ESQUELETO AXIAL E APENDICULAR DE *Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758) E *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812)¹

Paula Laise Ribeiro de Oliveira¹ Ricardo Andres Ramirez Uscategui² Renan Luiz Albuquerque Vieira³ Leane Souza Queiroz Gondim⁴ Marjory Cristina Maronezi⁵ Marcus Antônio Rossi Feliciano⁶

¹ Aluna de mestrado, Programa de Cirurgia Veterinária, Universidade Estadual Paulista (UNESP) Júlio de Mesquita Filho- Jaboticabal, São Paulo, Brasil

² Professor adjunto, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)- Unaí, Minas Gerais, Brasil

³ Doutorando em Ciência Animal nos Trópicos - Universidade Federal da Bahia (UFBA)- Salvador, Bahia, Brasil

⁴ Médica Veterinária, Serviço de Atendimento de Animais Silvestres e Exóticos, Universidade Federal da Bahia (UFBA)- Salvador, Bahia, Brasil

⁵ Pós- doutoranda, Programa de Cirurgia Veterinária, Universidade Estadual Paulista (UNESP) Júlio de Mesquita Filho- Jaboticabal, São Paulo, Brasil

⁶ Professor Adjunto, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)- Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

Autor para correspondência: Paula Laise Ribeiro de Oliveira paula-laise@hotmail.com

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)- Jaboticabal, pelo apoio e vínculo da pesquisa. Ao Setor de Animais Silvestres e Exóticos do Hospital de Medicina Veterinária Prof. Renato R. de Medeiros Neto, da Universidade Federal da Bahia por ceder dados dos animais utilizados e ao Serviço de Diagnóstico por Imagem da mesma instituição por fornecer as imagens e os equipamentos essenciais à realização deste estudo.

¹Este capítulo corresponde ao artigo científico submetido à revista “*Journal of Medical Primatology*” e encontra-se em avaliação para publicação.

Endereço eletrônico: <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/16000684>

RESUMO- Introdução: Os saguis são primatas amplamente distribuídos nas Américas. O objetivo deste trabalho foi avaliar quantitativamente o esqueleto apendicular e axial e estabelecer referências dos parâmetros para *Callithrix jacchus* e *Callithrix penicillata* de vida livre. Métodos: Foram utilizadas imagens radiográficas de 24 saguis jovens e adultos. Realizou-se mensuração de ossos longos e pelve; contagem de vértebras e esternébras e determinação da vértebra anticlinal. Resultados: Os valores foram semelhantes ($P > 0,05$) para mensurações de ossos longos e pelvimetria entre as espécies. O número de vértebras cervicais, torácicas, lombares, sacrais e esternébras foi de 7; 12-13; 6-7, 2-3 e 6-7, respectivamente. A vértebra anticlinal localizou-se em T11 nos primatas avaliados. Conclusão: A avaliação quantitativa de vértebras e esternébras apresentou algumas divergências com dados prévios. Foi possível obter referências de mensurações de rádio, ulna, úmero, tíbia, fêmur e pelve para animais de vida livre, constatando-se semelhança dos resultados com calitriquídeos de cativeiro.

PALAVRAS-CHAVE: osteologia, pelvimetria, primata, radiologia, sagui

2.1 INTRODUÇÃO

Os saguis são pequenos primatas de hábito arborícola, encontrados em diferentes biomas.^{1,2} Apresentam extensa distribuição geográfica, em países da América do Sul e América Central, é relatada ocorrência entre o sul do Brasil e o Panamá.³ No Brasil, adaptam-se às condições ambientais diversas, *Callithrix jacchus* (sagui-de-tufos-brancos) habita a Caatinga e a Mata Atlântica, enquanto *Callithrix penicillata* (sagui-de-tufos-pretos), além de ser encontrado nestas regiões, ocupa principalmente o Cerrado.^{4,5,6} Os principais desafios enfrentados por estes indivíduos são a destruição ou fragmentação de seu habitat, escassez de alimentos, hibridação e comércio ilegal para manutenção como animais de estimação.^{4,7,8}

Em calitriquídeos, estudos de mensuração de membros e pelvimetria por meio do exame radiográfico têm fornecido dados importantes, que determinam, em animais de cativeiro, características anatômicas, comparações entre indivíduos do mesmo gênero e entre animais saudáveis e doentes.^{9,10,11} Contudo, são escassas as informações relativas à mensuração de ossos longos e pelve para saguis de vida livre. A padronização destes dados para estes indivíduos permitiria o uso como referência, tanto para o acompanhamento médico veterinário de animais de vida livre, quanto para o desenvolvimento de estudos futuros, como, por exemplo, de comparação entre grupos de saguis de vida livre sob condições geográficas e ambientais distintas.

Objetivou-se desenvolver avaliações quantitativas como referências para o esqueleto axial (coluna vertebral e esterno), pelve e ossos longos do esqueleto apendicular (úmero, rádio, ulna, fêmur e tíbia) de *C. jacchus* e *C. penicillata* de vida livre.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Diretrizes de Cuidado Humano

Este estudo seguiu os critérios de segurança e bem-estar animal para pesquisas, estabelecido pelas Diretrizes do Conselho Brasileiro de Controle de Experimentação Animal (disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502009000100015>, acessado em 14 de agosto de 2020). Foi aprovado pelo Comitê de Ética em Uso de Animais da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Jaboticabal (protocolo nº 3534/20). Adicionalmente, foi autorizado pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio- Protocolo nº 76214-1.

2.2.2 Animais avaliados

Os saguis utilizados neste estudo foram atendidos no Setor de Animais Silvestres e Exóticos, do Hospital de Medicina Veterinária Professor Renato Rodenburg de Medeiros Neto, da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Todos os animais eram originários de vida livre, recolhidos de vias públicas após acidentes ou encaminhados por órgãos de proteção ambiental.

Realizou-se estudo observacional, retrospectivo e transversal, com dados coletados em um período de 21 meses, entre 2018 e 2020. Foram avaliadas imagens radiográficas de 24 saguis de vida livre, sem evidências radiográficas de doença osteometabólica: 18 indivíduos da espécie *Callithrix jacchus*, na proporção de 5 jovens e 13 adultos, 9 fêmeas e 9 machos; 6 animais da espécie *Callithrix penicillata*, 2 jovens e 4 adultos, 5 fêmeas e 1 macho.

Os animais incluídos neste estudo foram avaliados por meio de exame físico e radiográfico. O agrupamento dos animais foi realizado de acordo a espécie, sexo e faixa etária. A idade dos pacientes foi estimada pela avaliação do aspecto das fises ósseas ao exame radiográfico que, em animais jovens, são caracterizadas pela presença de linha radioluciente entre a região epifisária e metafisária. Foram classificados como jovens os animais que apresentavam placas fisárias abertas, ou em processo de fechamento, e como adultos aqueles com fises fechadas.

2.2.3 Exames Radiográficos

Os exames radiográficos dos saguis foram realizados sob contenção física, com auxílio de luvas de couro. Em animais agitados ou com desconforto doloroso, foi realizada contenção química utilizando-se Midazolam ou Diazepam (dose 1mg/ kg, via intramuscular), em associação à Cetamina (dose 10 a 15mg/kg, via intramuscular), e as frequências cardíaca e respiratória dos indivíduos foram monitoradas durante o procedimento por meio de auscultação.

As avaliações foram realizadas utilizando-se equipamento Siemens Multix B Ray-8S-1 (Siemens Healthineers AG, Alemanha) e a técnica radiográfica foi padronizada para a avaliação do esqueleto axial e pelve, com uso de 100 mA, 45 a 48 kV e 5 a 6 mAs. Para o esqueleto apendicular, utilizou-se a 80 mA, 40kV e 2,5 de mAs. As radiografias foram obtidas com chassis 10cm x 12cm e 14cm x 17cm. Todos os exames foram realizados sem utilização de grade de Potter-Bucky.

Para avaliação da coluna vertebral e esterno, foram realizadas projeções radiográficas ventrodorsal e laterolateral direita ou esquerda. Para o estudo da pelve, realizou-se projeção ventrodorsal com membros pélvicos em extensão caudal, com fêmures paralelos entre si e submetidos à rotação interna. Os ossos úmero, rádio, ulna, fêmur e tíbia foram radiografados nas incidências craniocaudal ou caudocranial e mediolateral.

As imagens foram processadas por meio de sistema de digitalização de imagens radiológicas CR30- X® (AGFA, Bélgica). Após aquisição e processamento, foram enviadas em formato DICOM para avaliação com o auxílio do software K-PACS® Workstation V 1.6 (Image Information Systems, Alemanha) em monitor LMD-

DM30® monocromático de 3 megapixels (Sony, Japão). Através destes recursos realizou-se a biometria dos ossos longos e a pelvimetria.

Para pelvimetria foram obtidos valores dos diâmetros: bi-ilíaco superior (DBIS), bi-ilíaco inferior (DBII), diagonal direito (DDD), diagonal esquerdo (DDE), bi-ilíaco médio (DBM) e sacro-púbico (DSP). A partir destes números, pôde-se calcular a área de entrada pélvica (AEP), com uso da seguinte fórmula: $(\text{diâmetro bi-ilíaco médio} / 2) \times (\text{diâmetro sacro-púbico} / 2) \times \pi$. As mensurações foram realizadas conforme descrições anteriores em primatas.^{9,11,12,13,14} Os pontos de mensuração na imagem radiográfica, em projeção ventrodorsal, estão demonstrados na Figura 1.



Figura 1: Imagem radiográfica de pelve de *C. jacchus*, em projeção ventrodorsal, as linhas azuis demonstram os pontos de referência utilizados na pelvimetria. **AB:** diâmetro bi-ilíaco superior. **CD:** diâmetro bi-ilíaco inferior. **BC:** diâmetro diagonal direito. **AD:** diâmetro diagonal esquerdo. **EF:** diâmetro bi-ilíaco médio. **GH:** diâmetro sacro-púbico.

No esqueleto apendicular, foram mensurados os comprimentos dos ossos longos de membros torácicos (úmero, rádio e ulna- Figura 2) e pélvicos (fêmur e tíbia), utilizando-se a incidência mediolateral (Figura 3).^{9, 10}

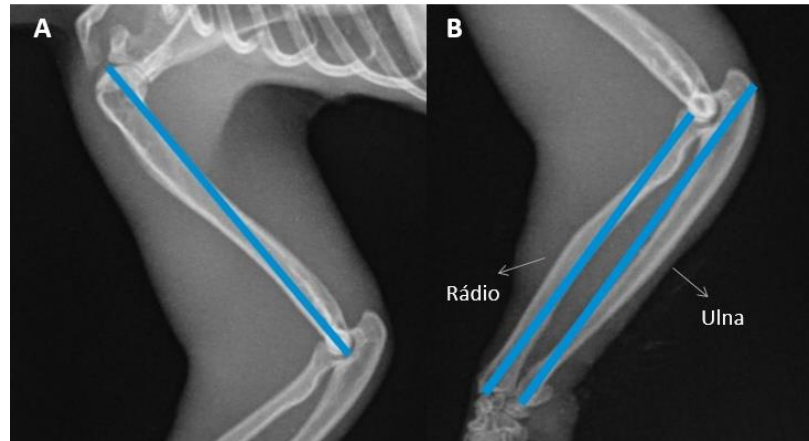


Figura 2: A e B- Imagens radiográficas de membros torácicos de saguis da espécie *C. jacchus*, em incidências mediolaterais. **A:** Úmero com seu comprimento representado por linha de cor azul, a qual segue desde a extremidade proximal de cabeça umeral até os côndilos umerais distalmente. **B:** Rádio e ulna com medidas dos seus comprimentos representadas por linhas de cor azul, entre extremidades de epífises proximais e distais.

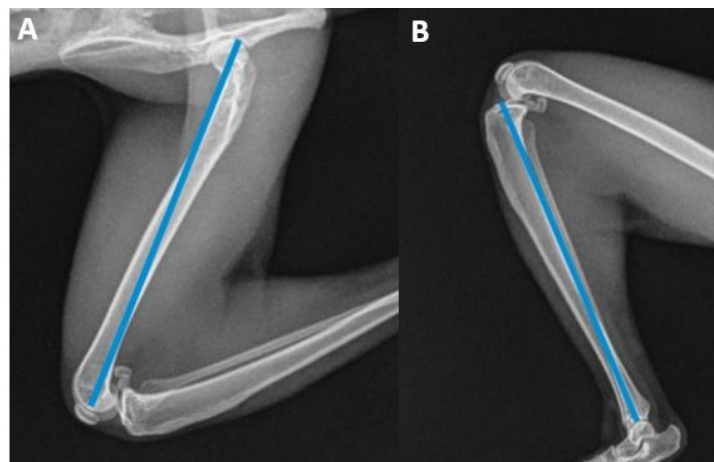


Figura 3: A e B- Imagens radiográficas em incidências mediolaterais de membros pélvicos de saguis da espécie *C. jacchus*. **A:** Fêmur com linha de cor azul, que demonstra a mensuração de seu comprimento, entre extremidade proximal da cabeça e o limite distal dos côndilos femorais. **B:** Tíbia com linha de cor azul, que denota os pontos de mensuração do comprimento, entre o ponto médio do platô tibial e o limite articular distal.

No esqueleto axial, o número de vértebras dos segmentos cervical (VC), torácico (VT), lombar (VL), sacral (VS), bem como as esternébras foram contabilizados. No segmento torácico de coluna vertebral, foi estabelecida a posição da vértebra anticlinal.

Foram eliminadas das análises imagens com técnica radiográfica inadequada, artefatos de moção ou obliquidade. Todas as mensurações e análises foram realizadas por único avaliador.

2.2.4 Análises estatísticas

A análise estatística foi realizada com auxílio do software R (R Foundation for Statistical Computing, 2018, Áustria). Inicialmente testou-se a normalidade dos resíduos (teste de Shapiro) e a homocedasticidade das variâncias (teste de variância) de todas as variáveis estudadas. Os valores das variáveis estudadas, foram comparados entre os lados direito e esquerdo, entre as espécies e entre os machos e fêmeas na espécie *C. jacchus* pelo teste de Mann-Whitney. Posteriormente, calculou-se as estatísticas descritivas não paramétricas: mediana, intervalo interquartil (IQR) e o intervalo de confiança a 95% para a mediana.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos pelas mensurações dos ossos longos, ao se avaliar membros direito e esquerdo, dos 24 saguis foram similares, bem como, não houve diferença significativa entre as espécies quando comparados os valores de pelvimetria e comprimento de ossos longos de 17 indivíduos adultos de *C. jacchus* e *C. penicillata* ($P > 0,05$; Tabela 1). Estes resultados eram esperados em função de ambas as espécies apresentarem proximidade filogenética, com morfologia e peso corpóreo semelhante.^{1,7,8}

Quando comparados os resultados obtidos de acordo com o sexo dos saguis adultos da espécie *C. jacchus*, as variáveis foram similares ($P > 0,05$) (Tabela 2). Não se realizou esta comparação com a espécie *Callithrix penicillata*, devido à ausência indivíduos machos adultos desta espécie. A semelhança entre variáveis de machos e fêmeas, possivelmente, está associada ao fato de que as fêmeas avaliadas apresentavam dimensões corpóreas equivalentes aos machos.

Tabela 1: Valores de pelvimetria e comprimento de ossos longos dos membros pélvicos e torácicos em 17 indivíduos adultos, 13 da espécie *Callithrix jacchus* e 4 da espécie *Callithrix penicillata*

Variável	n	Mediana	IQR	IC 95% Mediana Inferior	IC 95% Mediana superior
DBIS (cm)	9	1,30	0,16	1,19	1,36
DBIM (cm)	9	1,69	0,25	1,56	1,78
DBII (cm)	9	1,57	0,23	1,43	1,65
DD¹ (cm)	9	2,01	0,19	1,94	2,15
DSP (cm)	9	1,85	0,23	1,70	1,95
AEP (cm²)	6	2,37	0,58	2,10	2,65
Úmero (cm)	11	4,57	0,44	4,45	4,79
Rádio (cm)	12	3,90	0,49	3,63	4,11
Ulna (cm)	12	4,59	0,30	4,43	4,79
Fêmur (cm)	7	6,07	0,40	5,67	6,26
Tíbia (cm)	6	5,75	0,72	5,05	5,95

DBIS: Diâmetro bi-ilíaco superior; **DBII:** Diâmetro bi-ilíaco inferior; **DBIM:** Diâmetro bi-ilíaco médio; **DD:** Diâmetro diagonal; **DSP:** Diâmetro sacro-púbico; **AEP:** Área de entrada pélvica.

IQR: Intervalo interquartil

IC: Intervalo de confiança

¹ Não houve diferença significativa entre diâmetro diagonal direito e diâmetro diagonal esquerdo.

Tabela 2: Valores de pelvimetria e comprimento de ossos longos dos membros pélvicos e torácicos de 13 indivíduos adultos da espécie *Callithrix jacchus*, 7 fêmeas e 6 machos

Varíavel	Gênero	Mediana	IQR	IC 95% Mediana Inferior	IC 95% Mediana superior	Valor de P
DBIS (cm)	Fêmea	1,33	0,07	1,29	1,37	0,221
	Macho	1,20	0,26	1,10	1,40	
DBIM (cm)	Fêmea	1,70	0,14	1,61	1,80	0,327
	Macho	1,57	0,32	1,50	1,80	
DBII (cm)	Fêmea	1,65	0,19	1,41	1,72	0,108
	Macho	1,46	0,16	1,40	1,60	
DD¹ (cm)	Fêmea	2,07	0,15	1,97	2,15	0,327
	Macho	1,96	0,29	1,80	2,20	
DSP (cm)	Fêmea	1,85	0,20	1,69	2,01	0,712
	Macho	1,78	0,40	1,60	2,10	
AEP (cm²)	Fêmea	2,50	0,33	2,24	2,68	0,221
	Macho	2,08	0,75	2	3	
Úmero (cm)	Fêmea	4,68	0,44	4,44	4,94	0,256
	Macho	4,48	0,26	4,40	4,70	
Rádio (cm)	Fêmea	3,92	0,40	3,56	4,30	0,234
	Macho	3,60	0,40	3,60	4,10	
Ulna (cm)	Fêmea	4,65	0,29	4,32	4,98	0,234
	Macho	4,47	0,37	4,30	4,80	
Fêmur (cm)	Fêmea	6,07	0,62	5,44	6,39	0,699
	Macho	5,97	0,24	5,80	6,10	
Tíbia (cm)	Fêmea	5,52	1,05	4,94	5,99	0,643
	Macho	5,78	0,07	5,70	5,80	

DBIS: Diâmetro bi-ilíaco superior; **DBII:** Diâmetro bi-ilíaco inferior; **DBIM:** Diâmetro bi-ilíaco médio; **DD:** Diâmetro diagonal; **DSP:** Diâmetro sacro-púbico; **AEP:** Área de entrada pélvica.

IQR: Intervalo interquartil

IC: Intervalo de confiança

¹ Não houve diferença significativa entre diâmetro diagonal direito e diâmetro diagonal esquerdo.

Ao se realizar comparação entre valores de pelvimetria e comprimento de ossos longos de membros pélvicos e torácicos em indivíduos jovens das espécies *C. jacchus* e *C. penicillata*, não se constatou diferença estatística significativa ($P > 0,05$; Tabela 3). Estes dados também podem ser justificados pelo fato de ambas as espécies apresentarem dimensões e características corpóreas semelhantes, que são comuns ao gênero.^{1, 7, 8}

Os resultados obtidos por estudo de biometria através do exame radiográfico, realizado com *C. jacchus* e *C. penicillata*, além de outras espécies do gênero *Callithrix* (*C. kuhlii*, *C. geoffroyi*, *C. flaviceps* e *C. aurita*), saudáveis e doentes, adultos, mantidos em cativeiro, apresentaram dados, para os três animais saudáveis, similares aos obtidos neste trabalho (valores médios de comprimento de: Úmero: 4,55cm; Rádio: 3,90cm; Ulna: 4,57cm; Fêmur: 5,87cm; Tíbia: 5,86cm).⁹ Os resultados obtidos por estudo pelvimétrico realizado previamente com *C. jacchus* adultos, mantidos em cativeiro, foram semelhantes aos obtidos nesta avaliação, para fêmeas (F) e machos (M): DBIS: F: 1,3cm e M: 1,3cm; DBIM: F: 1,5cm e M: 1,46cm; DBII: F: 1,25cm e M: 1,35cm; DDD: F: 2,05cm e M: 1,91cm; DDE: F: 2,03cm e M: 1,85cm; DSP: F: 1,93cm e M: 1,68cm; AEP (cm²): F: 2,23cm e M: 1,9cm).¹¹

No presente estudo, os valores de DBIM apresentaram-se inferiores aos de DSP, portanto, as pelves de *C. jacchus* e *C. penicillata* foram consideradas dolicipélvicas, característica também relatada anteriormente em *C. jacchus*,¹¹ em machos e fêmeas de *Aotus azarai infulatus* (macacos-da-noite),¹³ em fêmeas de *Saimiri sciureus* (macacos-de-cheiro)¹⁴ e machos e fêmeas do gênero *Leontopithecus* (micos-leões).¹²

A morfologia dolicipélvica caracteriza-se por ísquio de aspecto côncavo, com arqueamento ventral de sua porção caudal, além de achatamento lateral da pelve e porção cranial de formato oval.¹⁵ Os saguis avaliados não apresentaram dimorfismo sexual com relação às características e mensurações de pelve entre machos e fêmeas. A literatura diverge em relação ao dimorfismo sexual em *C. jacchus*. O estudo radiográfico citado com indivíduos desta espécie mantidos em cativeiro, demonstrou dimorfismo sexual entre os animais avaliados.¹¹ Entretanto, em avaliação anatômica realizada com cadáveres de *C. jacchus*, não foi constatado dimorfismo sexual pelas características da pelve.¹⁰ O conhecimento da morfologia pélvica é uma importante

ferramenta para o atendimento dos calitriquídeos, tendo em vista as gestações predominantemente gemelares nestes indivíduos e possibilidade de ocorrência de partos distócicos.¹⁶

Tabela 3: Valores de pelvimetria e comprimento de ossos longos dos membros pélvicos e torácicos em 7 indivíduos jovens, 5 da espécie *Callithrix jacchus* e 2 da espécie *Callithrix penicillata*

Variável	n	Mediana	IQR	IC 95% Mediana Inferior	IC 95% Mediana superior
DBIS (cm)	4	0,92	0,40	0,58	1,10
DBIM (cm)	4	1,12	0,62	0,61	1,40
DBII (cm)	4	1,04	0,61	0,50	1,20
DD ¹ (cm)	4	1,27	0,84	0,72	1,80
DSP (cm)	4	1,02	0,72	0,61	1,60
AEP (cm ²)	4	0,90	1,08	0,29	1,70
Úmero (cm)	3	4,10	0,34	3,90	4,20
Rádio (cm)	3	3,53	0,44	3,40	3,80
Ulna (cm)	2	4,34	0,30	4,10	4,60
Fêmur (cm)	2	5,32	0,57	4,90	5,70
Tíbia (cm)	1	5,12	ND	ND	ND

DBIS: Diâmetro bi-ilíaco superior; **DBII:** Diâmetro bi-ilíaco inferior; **DBIM:** Diâmetro bi-ilíaco médio; **DD:** Diâmetro diagonal; **DSP:** Diâmetro sacro-púbico; **AEP:** Área de entrada pélvica.

IQR: Intervalo interquartil

IC: Intervalo de confiança

ND: Não disponível pelo tamanho da amostra.

¹Não houve diferença significativa entre diâmetro diagonal direito e diâmetro diagonal esquerdo.

Os resultados apresentaram semelhança com aqueles obtidos em estudo anatômico e de biometria com cadáveres de 10 *C. jacchus* adultos, 3 fêmeas e 3 machos (Úmero: 4,5cm; Rádio: 4,0cm; Ulna: 4,7cm; Fêmur: 5,7cm; Tíbia: 6,0cm).¹⁰

A Tabela 4 fornece o número de vértebras de segmentos cervical, torácico, lombar e sacral, esternébras e caracterização de vértebra anticlinal de indivíduos jovens e adultos de *C. jacchus* e *C. penicillata*. Todas as vértebras torácicas apresentaram duas costelas. Não foram contabilizadas vértebras caudais em função da não obtenção das imagens radiográficas de toda a cauda e de reduções numéricas por possível alteração congênita/ amputação pregressa. Achados incidentais incluíram espondiloses e dois saguis apresentaram vértebras transicionais e não tiveram os segmentos vertebrais acometidos contabilizados.

Todos os saguis avaliados apresentaram a vértebra anticlinal, que corresponde à vértebra torácica em que processo espinhoso passa a orientar-se em sentido cranial, localizada em T11, dados que divergem de estudos anatômicos anteriores, que apontam a posição da vértebra anticlinal como a nona ou a décima.^{10,17} O esterno se apresentou com seis ou sete esternébras, a variação entre quatro ou cinco ocorreu nas esternébras intermediárias (entre o manúbrio e o xifoide), o que está em conformidade com a literatura.^{10,17}

Na avaliação da coluna vertebral, os saguis apresentaram variações numéricas de acordo com estudos pregressos, como a presença de 12 ou 13 VT e seis ou sete VL.^{10,17,18} Entretanto, em relação à correlação com o sexo, a proporção de quatro fêmeas dentre cinco saguis que possuíam 12 VT não foi semelhante ao estudo com cadáveres de *C. jacchus*, no qual apenas uma fêmea dentre sete saguis apresentou 12 VT.¹⁰ Outro estudo, com imagens radiográficas, demonstrou proporção de cinco dentre nove fêmeas de *C. jacchus* com 12 VT.¹⁸ Em relação aos cinco saguis com 12 VT avaliados neste estudo, três apresentavam seis VL e dois possuíam sete VL, o que diverge do que foi sugerido nestes dois estudos citados, os quais referem que em todos os animais com 12 VT foram observadas sete VL, bem como, os saguis que possuíam 13 VT apresentavam seis VL, de acordo com estes dados, foi proposto que o segmento torácico/lombar constituiu-se pelo total de 19 vértebras.^{10,17,18} No presente estudo, este total variou entre 18 (12VT + 6VL), 19 (12VT + 7VL ou 13VT + 6VL) ou 20 (13VT + 7VL).

Tabela 4: Número de vértebras (cervicais, torácicas, lombares e sacrais), esternébras e localização de vértebra anticlinal de 24 indivíduos (7 jovens e 17 adultos) das espécies *C. jacchus* e *C. penicillata*

Variável	<i>Callithrix penicillata</i>	<i>Callithrix jacchus</i>
	(n=6)	(n=18)
Vértebras cervicais	7 (n=5)	7 (n=15)
Vértebras torácicas	12 (n=2)	12 (n= 3)
	13 (n=1)	13 (n=13)
Vértebras lombares	6 (n=3)	6 (n=13)
	7 (n=1)	7 (n=3)
Vértebras sacrais	3 (n=3)	2 (n= 3)
		3 (n= 12)
Esternébras	6 (n= 1)	6 (n= 8)
	7 (n= 1)	7 (n= 3)
Vértebra anticlinal	T11 (n=1)	T11 (n= 16)

A variação numérica de esternébras (seis a sete) corrobora com dados da literatura.^{10,17} Entretanto, cita-se correlação entre maior ou menor número de esternébras e de VT, ou seja, animais que apresentam 12 VT possuem seis esternébras e aqueles com 13 VT possuem sete esternébras.^{10,17} Isto não foi constatado no presente estudo, os saguis apresentaram-se com 12 ou 13 VT e sete esternébras, ou, 12 ou 13 VT e seis esternébras, portanto, não houve variação no número de esternébras em função do maior ou menor número de vértebras torácicas.

Este trabalho apresentou como limitação o número reduzido de animais em que foi possível obter imagens de toda coluna vertebral, para contabilizar as vértebras de todos os segmentos.

Conclui-se que foi possível obter valores de referência para pelvimetria e ossos longos do esqueleto apendicular (úmero, rádio, ulna, fêmur e tíbia) para *C. jacchus* e *C. penicillata* de vida livre. Determinou-se o número de esternébras, de vértebras de segmentos cervical, torácico, lombar e sacral de coluna vertebral, bem como a posição da vértebra anticlinal. Considerando-se que os saguis apresentam ampla distribuição geográfica, estas informações são de extrema importância para a rotina clínica e para contribuição em estudos do gênero *Callithrix*.

2.4 REFERÊNCIAS

- 1- Bicca Marques JC, Silva VM, Gomes DF. Ordem Primates. In: Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP, eds. Mamíferos do Brasil. Londrina: Ed UEL; 2006:106-108.
- 2- Stevenson MF, Rynalds AB. The marmosets, genus *Callithrix*. In: Coimbra-Filho AF, Mittermeier RA, eds. Ecology and Behavior of neotropical primates. Washington: World wildlife found; 1988:131-140.
- 3- Verona CES, Pissinatti A. Primates: Primatas do Novo Mundo (Sagüi, Macaco-prego, Macaco-aranha, Bugio e Muriqui). In: Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL, eds. Tratado de Animais Selvagens: Medicina Veterinária. São Paulo: Roca; 2014:807-828.
- 4- Schiel N, Souto A. The Common Marmoset: An Overview of Its Natural History, Ecology and Behavior. *Developmental Neurobiology* 2017;77:244–262.
- 5- Valença-Montenegro MM, Oliveira LC, Pereira DG, Oliveira MAB, Valle RR. Avaliação do Risco de Extinção de *Callithrix jacchus* (LINNAEUS, 1758) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade 2012. <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-de-conservacao/7204-mamiferos-callithrix-jacchus-sagui-de-tufo-branco.html>. Acesso em: 17 dezembro, 2019.

- 6- Rímoli J, Pereira DG, Valle RR. Avaliação do Risco de Extinção de *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade 2015. <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-de-conservacao/7207-mamiferos-callithrix-penicillata-sagui-de-tufos-pretos.html>. Acesso em 30 novembro, 2019.
- 7- Bicca-Marques J, Jerusalinsky L, Mittermeier RA, Pereira D, Ruiz-Miranda C, Rímoli J, Valença-Montenegro M, Valle RR. *Callithrix penicillata*. The IUCN red list of threatened species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources 2018. <https://www.iucnredlist.org/species/41519/17935797> Acesso em 8 dezembro, 2019.
- 8- Bezerra B, Bicca-Marques J, Miranda J, Mittermeier, RA, Oliveira, L, Pereira, D, Ruiz-Miranda C, Valença-Montenegro M, Da Cruz M, Do Valle, RR. *Callithrix jacchus*. The IUCN red list of threatened species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources 2018. <https://www.iucnredlist.org/species/41518/17936001>. Acesso em: 7 dez. 2019.
- 9- Siragusi RHS, Rahal SC, Silva JP, Mamprim MJ, Rolim LS, Teixeira CR, Camargo BWDF, Monteiro FOB. Radiographic evaluation of the forelimbs and hind limbs of marmosets (*Callithrix spp.*) Journal of Medical Primatology 2019;49:71-78.
- 10- Casteleyn C, Bakker J, Breugelmans S, Kondova I, Saunders J, Langermans JAM, Cornillie P, Van den Broeck W, Van Loo D, Van Hoorebeke L, Bosseler L, Chiers K, Decostere A. Anatomical description and morphometry of the skeleton of the common marmoset (*Callithrix jacchus*). Laboratory Animals 2012;46:152-163.
- 11- Pinheiro LL, Lima AR, Bombonato PP, Castro PHG, Silva GA, Vaz MGR, Branco E. X-ray pelvimetry in common marmoset (*Callithrix jacchus* - LINNAEUS, 1758). Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 2016;68(3):695-701.
- 12- Ramadinha LS. (2003) Pelvimetria em micos-leões. Universidade de São Paulo (tese de doutorado em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres).
- 13- Valle CMR (2004) Pelvimetria em macacos da noite (*Aotus azarai infulatus*-KUHL, 1820). Universidade de São Paulo (dissertação de mestrado em Anatomia dos Animais domésticos e Silvestres).
- 14- Favoretto SM, Landy EC, Pereira WLA, Castro PHG, Imbeloni AA, Muniz JAPC, Santos MAS, Lacrete Junior ACC. Pelvimetry in Squirrel Monkeys (*Saimiri sciureus Linnaeus*, 1758). Pesquisa Veterinária Brasileira 2018;38(4): 767-772.
- 15- Toniollo GH, Vicente WRR. Manual de Obstetrícia Veterinária. São Paulo: Varela; 2003: 123-124 p.

- 16- Prestes NC, Ferreira JCP, Ferraz MC, Garofalo NA, Simões CRB, Sabino FA, Leal LS, Oba E. Cesarean sections in marmosets: white-tufted marmoset (*Callithrix jacchus*). *Veterinária e Zootecnia* 2014;21(1):92-97.
- 17- Casteleyn C, Bakker J. The Anatomy of the Common Marmoset. In: Marini R, Wachtman L, Tardif S, Mansfield K, Fox J, eds. *The Common Marmoset in Captivity and Biomedical Research*. London: Elsevier; 2019:17-41.
- 18- Wagner WM, Kirberger RM. Radiographic anatomy of the thorax and abdomen of the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *Veterinary Radiology Ultrasound* 2005;46:217-24.

CAPÍTULO 3: AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DE LESÕES DO ESQUELETO AXIAL E APENDICULAR DE PRIMATAS *Callithrix jacchus* E *Callithrix penicillata* ²

Paula Laise Ribeiro de Oliveira¹ Ricardo Andres Ramirez Uscategui² Renan Luiz Albuquerque Vieira³ Leane Souza Queiroz Gondim⁴ Marjory Cristina Maronezi⁵ Marcus Antônio Rossi Feliciano⁶

¹ Aluna de mestrado, Programa de Cirurgia Veterinária, Universidade Estadual Paulista (UNESP) Júlio de Mesquita Filho- Jaboticabal, São Paulo, Brasil

² Professor adjunto, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)- Unaí, Minas Gerais, Brasil

³ Doutorando em Ciência Animal nos Trópicos - Universidade Federal da Bahia (UFBA)- Salvador, Bahia, Brasil

⁴ Médica Veterinária, Serviço de Atendimento de Animais Silvestres e Exóticos, Universidade Federal da Bahia (UFBA)- Salvador, Bahia, Brasil

⁵ Pós- doutoranda, Programa de Cirurgia Veterinária, Universidade Estadual Paulista (UNESP) Júlio de Mesquita Filho- Jaboticabal, São Paulo, Brasil

⁶ Professor Adjunto, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)- Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

Autor para correspondência: Paula Laise Ribeiro de Oliveira paula-laise@hotmail.com

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) - Jaboticabal, pelo apoio e vínculo da pesquisa. Ao Setor de Animais Silvestres e Exóticos do Hospital de Medicina Veterinária Prof. Renato R. de Medeiros Neto, da Universidade Federal da Bahia por ceder dados dos animais utilizados e ao Serviço de Diagnóstico por Imagem da mesma instituição por fornecer as imagens e os equipamentos essenciais à realização deste estudo.

² Este capítulo corresponde ao artigo científico submetido à revista “*Journal of Medical Primatology*” e encontra-se em avaliação para publicação.

Endereço eletrônico: <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/16000684>

RESUMO- Introdução: Os saguis são pequenos primatas que se distribuem por diferentes biomas. O objetivo deste trabalho foi descrever alterações radiográficas esqueléticas de *C. jacchus* e *C. penicillata* de vida livre e domiciliados. Métodos: Avaliou-se radiografias do esqueleto axial e apendicular de 22 *C. jacchus* e 7 *C. penicillata*. Resultados e Conclusão: As lesões de crânio estiveram presentes em 47,61% dos saguis (9 *C. jacchus* e 1 *C. penicillata*), origem: 60% traumática; 40% metabólica. 53,84% dos saguis (11 *C. jacchus* e 3 *C. penicillata*) apresentaram alterações em coluna vertebral, origem: 50% traumática; 35,71% metabólica; 14,29% congênita. Lesões em membros torácicos e pélvicos acometeram 44% e 52% dos primatas (9 e 10 *C. jacchus*, 2 e 3 *C. penicillata*), respectivamente. Origem em membros torácicos: 54,54% traumática, 36,36% metabólica; 9,09% alteração do desenvolvimento ósseo. Origem em membros pélvicos: 61,54% traumática; 38,46% metabólica. Constatou-se alta prevalência de alterações traumáticas e metabólicas.

PALAVRAS-CHAVE: osteologia, osteomalácia, radiologia, raquitismo, sagui

3.1 INTRODUÇÃO

O gênero *Callithrix* é composto por primatas arborícolas, de pequenas dimensões, cujo peso na vida adulta geralmente não ultrapassa 450 gramas.^{1,2} Pertencem à Família Callitrichidae e à Ordem Platyrrhini, distribuindo-se em países da América Central e América do Sul.³ O sagui-de-tufos-brancos (*Callithrix jacchus*) e o sagui-de-tufos-pretos (*Callithrix penicillata*) são encontrados no Brasil em biomas variados, por vezes adaptando-se a condições ambientais extremas.^{3,4,5,6} Os principais riscos aos quais estão sujeitos são o tráfico da fauna silvestre, a hibridação e a perda de habitat.^{7,8}

Estudos radiográficos de alterações esqueléticas em saguis são pouco numerosos, contudo, os dados disponíveis indicam que a ocorrência de lesões envolvendo estruturas ósseas e articulares é comum, principalmente afecções de origem traumática e metabólica.⁹ Há associação das lesões traumáticas dentre as principais causas de óbitos em calitriquídeos.¹⁰ Em relação às desordens metabólicas, como o raquitismo e a osteomalácia, há descrições em alguns estudos com animais mantidos em cativeiro e em laboratórios de pesquisa.^{9, 11, 12}

Pesquisas com *C. jacchus* têm demonstrado resistência dos órgãos alvo à 1 α ,25-di-hidroxi vitamina D₃, fato que exige que os níveis séricos desta vitamina sejam muito elevados e os predispõe à doença osteometabólica.^{11,12,13} Os animais mantidos

em cativeiro, com baixa exposição à luz natural ou sem iluminação artificial adequada estão mais susceptíveis à ocorrência.^{9,14}

O exame radiográfico é uma modalidade de imagem fundamental na detecção precoce das alterações esqueléticas, que possibilita agilidade na intervenção a partir do diagnóstico das lesões ósseas.¹⁵ O conhecimento acerca das afecções que acometem estas espécies é essencial para o desenvolvimento de estratégias de prevenção em animais mantidos em cativeiro, em centros de pesquisa e entidades de conservação e manejo da fauna silvestre. Os dados descritivos são adicionalmente importantes para contribuição em estudos epidemiológicos e análises comparativas com animais atendidos na rotina clínica de primatas.

O gênero *Callithrix* possui grande importância ecológica, pois desempenha funções na conservação de florestas, ao realizar transporte de sementes, muitas vezes por grandes distâncias, com papel na manutenção ou recomposição de fragmentos florestais.¹⁶ Justifica-se a ampliação de pesquisas relativas a estes primatas, pois o conhecimento aprofundado sobre as patologias que os acometem, e seus fatores desencadeadores, servirão como base para se traçar alternativas para prevenção. Este estudo tem como objetivo descrever as alterações ósseas que acometem o esqueleto axial e apendicular das espécies *C. jacchus* e *C. penicillata* originários de vida livre e mantidos domiciliados.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Diretrizes de Cuidado Humano

Este trabalho está de acordo com as normas de segurança e bem-estar animal para pesquisas, estabelecido pelas Diretrizes do Conselho Brasileiro de Controle de Experimentação Animal (disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-86502009000100015>, acessado em 14 de agosto de 2020). Foi autorizado pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, Protocolo nº 76214-1. Obteve aprovação pelo Comitê de Ética em Uso de Animais da Faculdade de Ciências

Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)- Jaboticabal (protocolo nº 3534/20).

3.2.2 Coleta de Dados

Os animais avaliados nesta pesquisa foram atendidos no Setor de Animais Silvestres e Exóticos, do Hospital de Medicina Veterinária, da Universidade Federal da Bahia. A procedência dos grupos estudados compreendeu primatas de vida livre e domiciliados. Foram avaliadas imagens radiográficas de 29 saguis: 7 da espécie *Callithrix penicillata*, 3 jovens e 4 adultos, 6 fêmeas e 1 macho; 22 indivíduos da espécie *Callithrix jacchus*, sendo 8 jovens e 14 adultos, 10 fêmeas e 12 machos. Dentre os saguis da espécie *C. jacchus* 19 eram de vida livre e 3 mantidos ilegalmente domiciliados. Todos os animais da espécie *C. penicillata* eram de vida livre. Neste estudo retrospectivo, observacional e transversal, foram coletados dados de um período de 21 meses.

Realizou-se agrupamento dos primatas de acordo com a espécie. Os animais incluídos neste estudo foram avaliados por meio de exame físico e radiográfico, solicitado devido ao histórico de traumas e dificuldade locomotora, para o esclarecimento de suspeitas clínicas de lesões do esqueleto axial e apendicular.

3.2.3 Exames Radiográficos

Para realização dos exames radiográficos utilizou-se contenção física, empregando-se luvas de couro. Para saguis com sensibilidade dolorosa ou que apresentavam agitação intensa, foi realizada contenção química, associando-se Cetamina (dose 10 a 15mg/kg, via intramuscular), Midazolam ou Diazepam (dose 1mg/ kg, via intramuscular), com monitoração de frequências cardíaca e respiratória durante o exame, por meio de auscultação.

As radiografias foram realizadas em equipamento Siemens Multix B Ray-8S-1 (Siemens Healthineers AG, Alemanha) e a técnica radiográfica foi padronizada, de acordo com a região avaliada. Para obtenção de imagens do esqueleto axial e pelve, foram realizadas projeções radiográficas ventrodorsal ou dorsoventral, laterolateral

direita ou esquerda, empregando-se 100 mA, 45 a 48 kV e 5 a 6 mAs. Para o esqueleto apendicular, as projeções radiográficas mediolateral, craniocaudal ou caudocranial foram realizadas para avaliação de escápula, úmero, rádio e ulna, no membro torácico; e fêmur, tíbia e fíbula, no membro pélvico. Para carpo e tarso e regiões distais a estes, além da projeção mediolateral, foram obtidas as incidências dorsopalmar e dorsoplantar, respectivamente. Como técnica radiográfica, utilizou-se de 80 mA, 40kV e 2,5 de mAs para o esqueleto apendicular. Em função da baixa espessura, todos os exames foram realizados sem utilização de grade de Potter-Bucky. Todas as radiografias foram obtidas com chassis de dimensões 10cm x 12cm e 14cm x 17cm.

O processamento das imagens ocorreu por meio de sistema de digitalização de imagens radiológicas CR30- X® (AGFA, Bélgica). Após processadas, realizou-se o envio das imagens em formato DICOM para o software K-PACS® Workstation V 1.6 (Image Information Systems, Alemanha). A avaliação das imagens radiográficas foi realizada em monitor LMD-DM30® monocromático de 3 megapixels (Sony, Japão). Todas as análises foram realizadas por único avaliador. Foram eliminadas da pesquisa imagens com falhas técnicas, obliquidade ou artefatos que comprometessem a avaliação.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os saguis foram encaminhados ao exame radiográfico em função do histórico e sinais clínicos, que envolveram: traumas e quedas (18), eletrocussão (4), paresia/paralisia de membros pélvicos (4), apatia/ dificuldade locomotora (2) e lesões após agressões entre indivíduos de um grupo (1).

3.3.1 Crânio

As alterações radiográficas de crânio foram encontradas em 10 (47,61%) do total de 21 saguis que tiveram esta região avaliada, sendo 60% das lesões de origem traumática e 40% por disfunção metabólica. Na espécie *C. jacchus*, nove indivíduos apresentaram lesões, alguns animais com mais de um tipo de alteração, as quais compreenderam: ausência ou fraturas de dentes incisivos, pré-molares e molares (4);

fraturas em calota craniana/ calvário (3); fratura de mandíbula (1) e fratura de osso zigomático (1) (Figura 1).

A redução da radiopacidade óssea, associada com perda da lâmina dura e dentes com aspecto “flutuante” esteve presente em três animais da espécie *C. jacchus*. Estas lesões também foram notadas no único indivíduo da espécie *C. penicillata* a apresentar alterações em crânio (Figura 2). Estes quatro saguis demonstraram alterações generalizadas, com acentuada redução da radiopacidade óssea, assemelhando-se aos tecidos moles adjacentes, características de doença osteometabólica, outro primata *C. penicillata*, também apresentou alterações compatíveis com esta afecção em demais ossos, porém não foram obtidas imagens radiográficas do crânio.

Os animais com sinais radiográficos de doença osteometabólica exibiram importante redução da densidade óssea na lâmina dura dentária. Em estudo prévio, com três *C. jacchus* acometidos por osteomalácia, foi constatado o desaparecimento da lâmina dura das cavidades dentárias, associado à redução da densidade óssea.¹¹ Comparando-se com afecções de origem metabólica em outras espécies, a perda da lâmina dura é um sinal radiográfico precoce na avaliação do crânio em cães acometidos por hiperparatireoidismo, na sequência de progressão da doença, ocorre desmineralização dos demais ossos cranianos. Em casos graves, o processo de desmineralização é seguido por hiperplasia de tecido fibroso.¹⁷



Figura 1: A e B- Imagens radiográficas de crânio de saguis adultos da espécie *C. jacchus*, fêmea e macho, respectivamente. **A-** Incidência ventrodorsal, a seta branca sinaliza fratura em osso zigomático esquerdo. **D:** lado direito do animal. **B-** Incidência laterolateral direita, a seta branca fina indica fraturas em calota craniana e a seta branca larga demonstra fratura em mandíbula esquerda. Notam-se também fraturas de dentes incisivos laterais superiores.

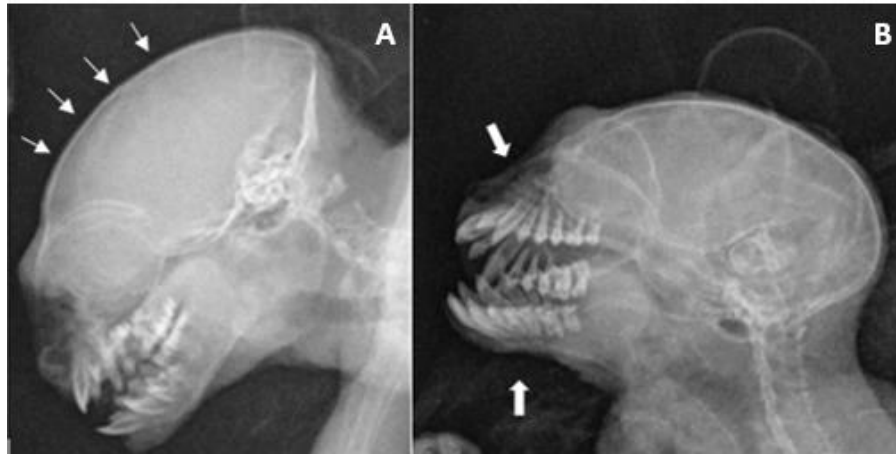


Figura 2: A e B- Imagens radiográficas em incidências laterolaterais de crânio de fêmeas jovens, das espécies *C. jacchus* e *C. penicillata*, respectivamente, com alterações compatíveis com doença osteometabólica. Em função da perda de densidade em ossos do crânio, a radiopacidade óssea assemelha-se aos tecidos moles adjacentes. É possível visualizar alterações semelhantes em segmentos ósseos em campo de colimação. **A-** As setas brancas finas denotam o acentuado adelgaçamento de calota craniana. **B-** Setas brancas largas sinalizam a perda de lâmina dentária e aspecto flutuante de dentes. Visualiza-se aumento de volume dos tecidos moles adjacentes.

3.3.2 Coluna vertebral

Dentre os 26 saguis em que foi possível avaliar a coluna vertebral, em 14 (53,84%) foram visualizadas alterações, 50% destas em decorrência de traumas, 35,71% por disfunções metabólicas e em 14,29% por afecções congênitas. Alguns animais exibiram mais de um tipo de alteração. Um sagui demonstrou redução numérica de vértebras caudais, não sendo possível agrupar esta alteração como congênita ou traumática (amputação), este animal não foi considerado nas porcentagens. Em 11 animais da espécie *C. jacchus* encontrou-se: fratura de corpo vertebral de T10 (2), em um destes associada com luxação de T10 e compressão do espaço intervertebral de T9-T10. Fratura de corpo vertebral de L5 (1), com compressão do espaço intervertebral de L5-L6. Fraturas compressivas, com redução de corpos vertebrais envolvendo T6 e T7 (1) e T10 (1), com compressão dos espaços intervertebrais de T6-T7 e T10-T11, respectivamente. Espondiloses ventrais entre T4 a T8 (1). Alteração vertebral transicional de última vértebra lombar, com características intermediárias entre sacral e lombar (1) (Figura 3). Os quatro saguis

da espécie *C. jacchus* que apresentaram sinais radiográficos de doença osteometabólica demonstraram redução difusa da radiopacidade óssea em coluna vertebral, associadas com fraturas patológicas lombares e sacrais, além de desvios do eixo anatômico (Figura 4).

Considerando-se a espécie *C. penicillata*, três saguis apresentaram lesões em coluna vertebral, caracterizadas por: fraturas compressivas (2), de T12 e T4, o sagui acometido por fratura em T4 apresentou redução de espaços intervertebrais entre T3 a T5 e luxação de T5. Este mesmo primata apresentou vértebra lombossacral transicional, com características de vértebra lombar e processos transversos fundidos às asas ilíacas (Figura 3). A fêmea jovem desta espécie que apresentava sinais de doença osteometabólica, além das alterações radiográficas clássicas de redução da densidade óssea, demonstrou também acentuação da lordose lombossacral e desvio dorsal de vértebras sacrais (Figura 4). O esterno apresentou alteração em apenas um primata *C. jacchus*, o qual demonstrou luxação dorsal de primeira e segunda esternébras.

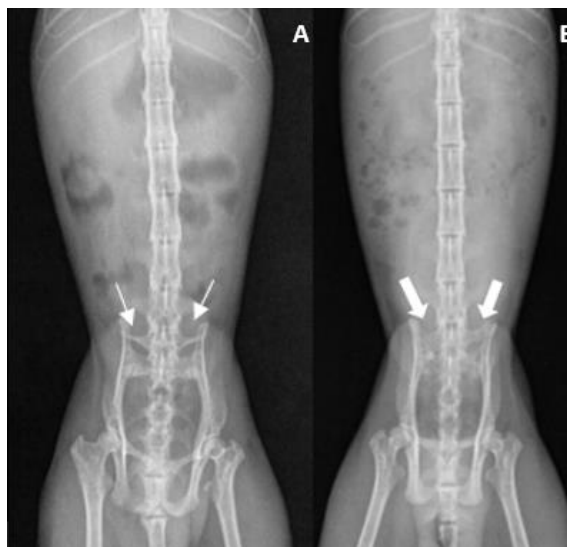


Figura 3: A e B- Imagens radiográficas de coluna vertebral, incidências ventrodorsais, de segmentos lombar e lombossacral. **A-** Indivíduo macho, adulto, da espécie *C. jacchus*, visualizam-se seis vértebras lombares, duas vértebras sacrais e uma vértebra de característica “lombossacral”, com processos transversos unindo-se às asas ilíacas (setas brancas finas) **B-** Fêmea, adulta, da espécie *C. penicillata*, notam-se seis vértebras lombares, duas vértebras sacrais e uma vértebra de característica “lombossacral”, cujos processos transversos são semelhantes aos lombares, contudo, apresentam-se fundidos às asas dos ílios (setas brancas largas).

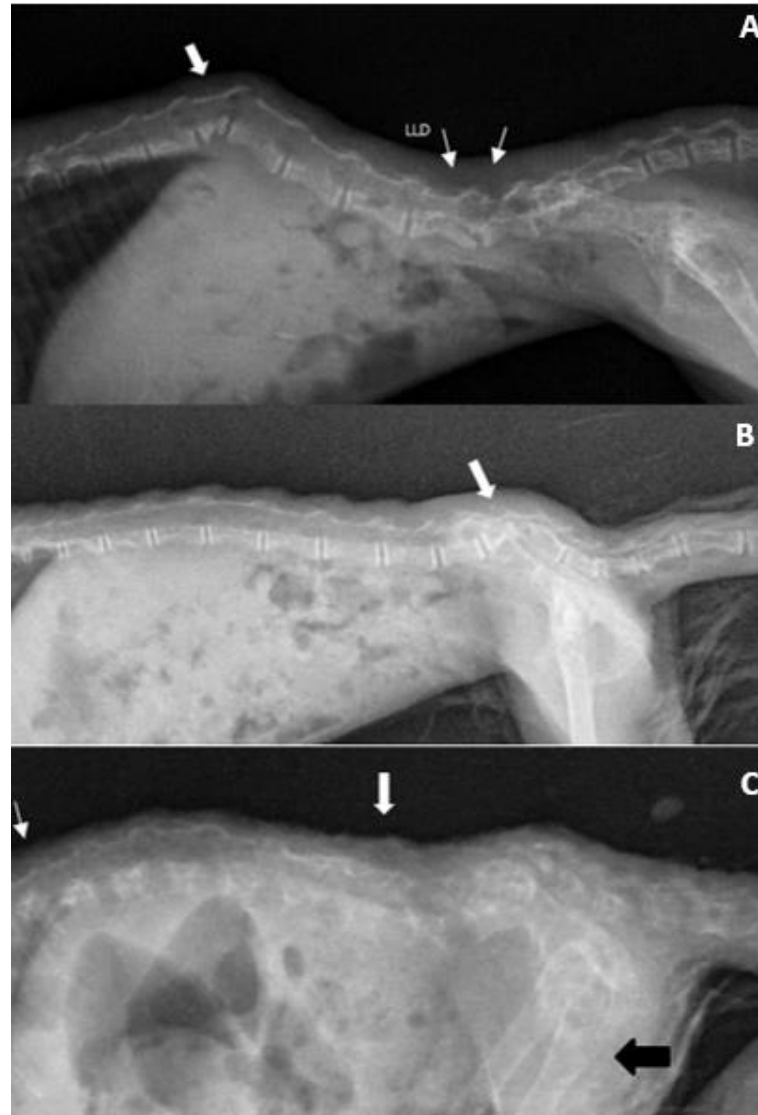


Figura 4: A, B e C- Imagens radiográficas de coluna vertebral, em incidências laterolaterais, de saguis com alterações compatíveis com doença osteometabólica. Nota-se redução difusa da radiopacidade óssea, acentuado adelgaçamento de corticais, redução de contraste entre tecidos moles e ósseos, fraturas patológicas e desvios do eixo ósseo anatômico. **A-** Segmentos toracolombar e lombossacral de macho adulto de *C. jacchus*, com fratura compressiva em L1 (seta branca larga); fraturas e alterações morfológicas de L4 a S1 (setas brancas finas), as quais promovem desvio dorsal toracolombar e ventral lombossacral. **B-** Segmentos lombar e sacral de fêmea jovem de *C. jacchus*. Seta branca larga demonstra fratura e desvio dorsal de sacro. **C-** Segmentos lombar e sacral de fêmea jovem de *C. penicillata*, visualiza-se importante perda da densidade óssea, com redução da definição de últimas vértebras torácicas e costelas (seta branca fina) e de vértebras lombares (seta branca larga). A seta preta larga denota o acentuado adelgaçamento de corticais ósseas de fêmures.

Os saguis normalmente apresentam 7 vértebras cervicais, 12 a 13 vértebras torácicas, 6 a 7 vértebras lombares e 2 a 3 vértebras sacrais.^{18,19} As vértebras transicionais são achados incidentais comuns em pequenos animais, apresentando-se com características anatômicas comuns a dois segmentos vertebrais adjacentes, podem ocorrer nas regiões cervicotorácica, toracolombar e lombossacral.²⁰ A vértebra transicional com característica “lombossacral” esteve presente em dois animais nesta avaliação. Em estudo anatômico e radiográfico realizado com *C. jacchus*, foi observada elevada incidência desta alteração, com acometimento de 10 dentre 17 saguis avaliados.²¹ Trabalhos com este tema em calitriquídeos são escassos, desta forma, pode-se também citar estudos em cães, com maior número amostral, como o realizado por meio de avaliação de radiografias de 4.000 raças de médio e grande porte, nesta pesquisa, a vértebra transicional lombossacral esteve presente em 3,5% dos animais avaliados, com maior prevalência nas raças Pastor Alemão e Grande Boiadeiro Suíço, fato que sugere predisposição genética à ocorrência de vértebras transicionais.²²

Cães com vértebra transicional lombossacral apresentam predisposição oito vezes maior a desenvolver a Síndrome da cauda equina, comparados a animais sem esta alteração.²³ Embora estes números revelem a maior propensão à ocorrência desta afecção na espécie canina, não há estudos em saguis que demonstrem a relação entre vértebras transicionais e o desenvolvimento de alterações neurológicas.

Em animais acometidos por doença osteometabólica, pode-se observar paralisia de membros pélvicos em função de fraturas em vértebras.²⁴ Todos os animais que exibiram alterações radiográficas compatíveis com esta afecção apresentaram sinais clínicos relacionados às fraturas e desvios do eixo ósseo anatômico como dor, dificuldade para locomoção e paralisia de membros.

3.3.3 Membros torácicos

Em 11 calitriquídeos, 44% do total de 25 que tiveram os membros torácicos avaliados, constatarem-se lesões em membros torácicos. Alguns saguis exibiram mais de um tipo de alteração. Afecções traumáticas corresponderam a 54,54% deste total, as disfunções metabólicas a 36,36% e uma alteração do desenvolvimento ósseo a 9,09%. Em nove primatas *C. jacchus* foram observados: luxação interfalangeana

(1); fratura diafisária ulnar (1); fratura ulnar com envolvimento articular (1); incongruência articular/ subluxação úmero-radio-ulnar (1); fratura antiga e não-união de escápula (1) e edema de tecidos moles não associado com fraturas/ luxações (2). Três saguis exibiram sinais radiográficos compatíveis com doença osteometabólica, com fraturas patológicas corticais e tortuosidade de membros bilateralmente, um animal que demonstrou estas alterações em outros ossos não teve os membros torácicos radiografados. Os primatas jovens, além destas alterações, apresentaram fises alargadas, aumento de radiopacidade e discreto aspecto curvilíneo/ pontiagudo em margens metáfisárias. Em dois saguis *C. penicillata* foram diagnosticadas lesões em membros torácicos, o primeiro apresentou fratura de úmero e III osso metacarpiano pós trauma, o segundo, alterações compatíveis com doença metabólica, contudo, sem evidências de fraturas em membros torácicos (Figura 5).

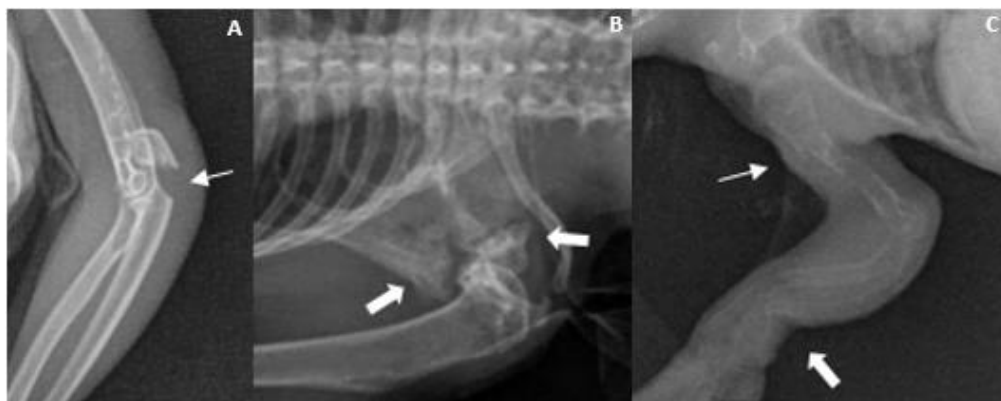


Figura 5: A, B e C- Imagens radiográficas, em incidências mediolaterais de saguis da espécie *C. jacchus*. **A:** Articulação úmero-radio-ulnar de fêmea adulta. Seta branca fina indica fratura em metáfise proximal de ulna, envolvendo a articulação do cotovelo. **B-** Articulação escápulo-umeral de macho adulto. Setas brancas largas demonstram focos de fraturas antigas de escápula, com arredondamento de bordos fraturados e esclerose óssea, não se nota união entre os fragmentos. **C-** Úmero, rádio e ulna de macho jovem com alterações radiográficas compatíveis com doença osteometabólica. Nota-se redução da radiopacidade óssea, adelgaçamento de corticais e fraturas patológicas. Seta branca fina indica focos de fraturas transversas em úmero, seta branca larga denota a tortuosidade por fraturas patológicas em rádio e ulna.

3.3.4 Membros pélvicos

Dentre os 25 saguis que tiveram os membros pélvicos avaliados, em 13 (52%) foram observadas alterações. Alguns primatas apresentaram mais de um tipo de

afecção óssea, deste total, em 61,54% as lesões eram de origem traumática e em 38,46% por afecções metabólicas. Em 10 *C. jacchus* as lesões foram compostas por: amputação de tibia/ fíbula (1); má união de fraturas antigas em tibia/ fíbula e fêmur (2); fratura de cabeça femoral (1); fraturas diafisárias de tibia e fíbula (1); fratura de Salter Harris Tipo I distal femoral (1) e edema de tecidos moles não relacionado com fraturas/ luxações (1).

Nos indivíduos *C. penicillata*, as lesões de membros pélvicos compreenderam fraturas diafisárias de tibia e fíbula (1) e fratura antiga e má-união femoral (1)- (Figura 6). Os cinco saguis que apresentaram sinais radiográficos compatíveis com doença osteometabólica (quatro *C. jacchus* e um *C. penicillata*) demonstraram acentuado estreitamento de canal pélvico, adelgaçamento de corticais, fraturas patológicas corticais, envolvendo fêmures, tíbias e ílios. Animais jovens com sinais de doença osteometabólica apresentaram as fises alargadas, as metáfises com a radiopacidade elevada e discreto aspecto pontiagudo de suas margens (Figura 7). Notou-se também tortuosidade de membros, com desvios e anquilose de tarsos. Um sagui macho, jovem, da espécie *C. jacchus* apresentou, além destas alterações, halos radiolucentes em fêmures e tíbias (Figura 7).

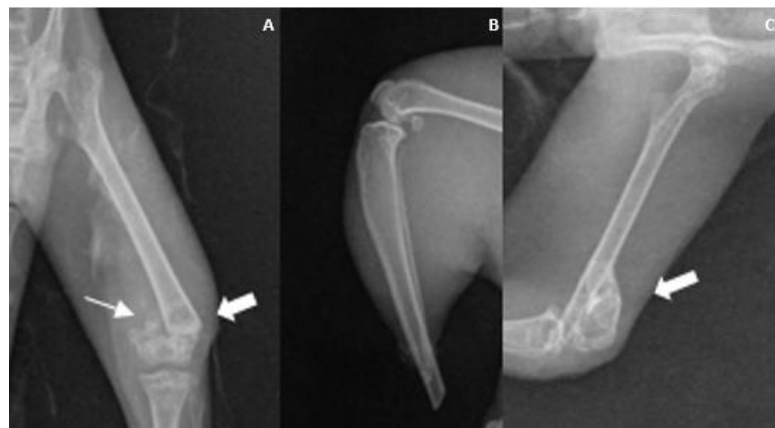


Figura 6: A, B e C- Imagens radiográficas de membros pélvicos de indivíduos da espécie *C. jacchus* **A-** Incidência craniocaudal de fêmur de macho jovem. Seta branca larga demarca fratura de Salter Harris tipo I envolvendo fise femoral distal. Seta branca fina indica posição de patela. **B-** Incidência mediolateral de tibia e fíbula de macho, adulto, que demonstra amputação diafisária distal. **C-** Incidência mediolateral de fêmur de macho jovem. Seta branca larga sinaliza má união de fratura diafisária distal.

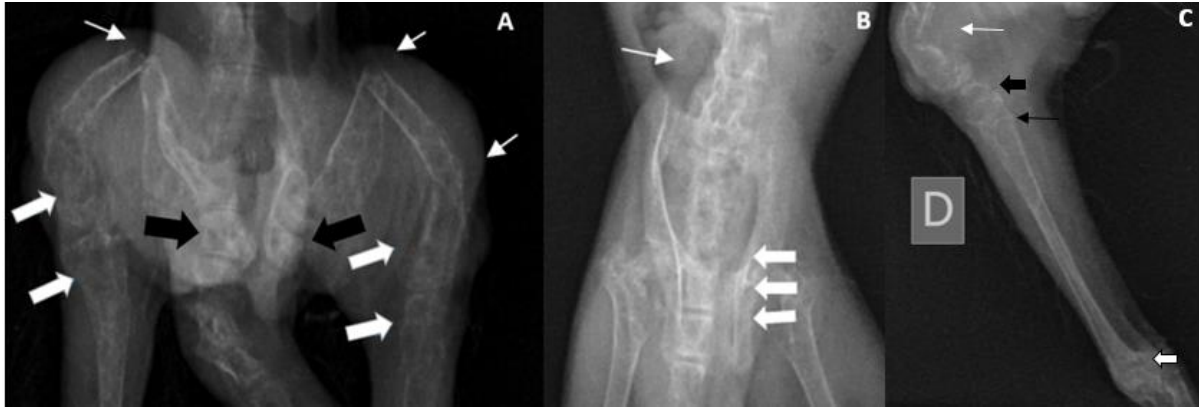


Figura 7: Imagens radiográficas de machos da espécie *C. jacchus*, com sinais de doença osteometabólica. **A:** Pelve e membros pélvicos, em incidência ventrodorsal, de indivíduo jovem, o qual apresentou redução da radiopacidade óssea, adelgaçamento de corticais, tortuosidade e fraturas patológicas. Setas brancas finas demonstram fraturas patológicas em fêmures; setas pretas largas indicam o estreitamento de canal pélvico; setas brancas largas sinalizam halos radiolúcentes em fêmures e tíbias. **B-** Pelve de animal adulto, em incidência ventrodorsal. Seta branca fina indica tortuosidade de coluna vertebral lombossacral, setas brancas largas denotam acentuado estreitamento pélvico. **C-** Articulação femorotibiopatelar e tíbia direitas de sagui jovem, em incidência mediolateral. Visualiza-se acentuado adelgaçamento de corticais. A seta branca fina denota fratura patológica de cortical femoral distal. A seta preta fina indica linha de fratura incompleta, com área de esclerose óssea, entre metáfise e diáfise proximais. O alargamento de fises, bem como o aumento de radiopacidade e margens discretamente pontiagudas/curvilíneas de metáfises são demonstrados em região proximal por seta preta larga e em região distal por seta branca larga.

Neste estudo, predominaram lesões nos membros pélvicos em comparação aos torácicos, com total de 13 e 11 animais afetados, respectivamente. O maior acometimento de membros pélvicos também foi constatado em estudo radiográfico com espécies do gênero *Callithrix*, no qual 78,57% dos animais exibiram lesões em esqueleto apendicular, predominantemente em membros pélvicos, contudo, sem interferência na locomoção.⁹

Ao exame radiográfico, os saguis acometidos por doença osteometabólica apresentam, especialmente em ossos longos, fraturas patológicas com aspecto de dobramento.¹⁴ Nos saguis avaliados, constatou-se a associação entre fraturas patológicas e importantes desvios dos membros em todos os indivíduos cujas alterações radiográficas eram compatíveis com doença osteometabólica. Assim como os calitriquídeos deste estudo, em pequenos animais as manifestações mais frequentes quando se instala afecção metabólica, como no quadro de

hiperparatireidismo, são deformidades ósseas em membros, com alteração da marcha, dor e claudicação.²⁵ Em cães e gatos também é relatada associação entre as fraturas patológicas e angulações nos membros.²⁶

A doença osteometabólica normalmente ocorre em animais que consomem dietas com proporção incorreta de Cálcio e Fósforo, deficiência de vitamina D₃ (forma ativa da vitamina D) e exposição inadequada à radiação ultravioleta, o que leva ao desequilíbrio entre Cálcio e Fósforo, que nos animais jovens apresenta-se como raquitismo e nos adultos resulta em osteomalácia.²⁴ O raquitismo e a osteomalácia são defeitos da mineralização óssea, que ocorrem principalmente em função da concentração extracelular inadequada de Cálcio e Fósforo, principais componentes minerais dos ossos, pela ausência ou ação ineficiente dos elementos responsáveis pela sua absorção, especialmente a vitamina D.^{27,28}

C. jacchus possui alta exigência de vitamina D₃, que auxilia na absorção de cálcio pelo intestino.²⁴ Indivíduos desta espécie são propensos a apresentar resistência dos órgãos alvo à 1 α ,25-di-hidroxi vitamina D₃, o que exige níveis séricos muito elevados desta vitamina.¹³ Em estudo com saguis submetidos à ingestão de altas doses de vitamina D₃, demonstrou-se que os níveis séricos nos animais que não apresentaram osteomalácia eram aproximadamente seis vezes maiores em comparação com os saguis acometidos, os quais apresentaram concentrações séricas extremamente baixas, com alterações ósseas características, mesmo com alta ingestão diária de vitamina D₃, assemelhando-se às alterações do raquitismo tipo II.¹¹ Este tipo de raquitismo, amplamente descrito em humanos, relaciona-se com resistência à vitamina D de origem hereditária, determinada pela ocorrência de mutações em um gene do receptor desta vitamina, o que ocasiona resistência tecidual à forma ativa.^{27,29}

O quadro de raquitismo apresenta sinais característicos em cães e gatos jovens, são relatados alargamento das fises e atraso na ossificação, que pode envolver todas as placas fisárias, entretanto, as alterações tendem a ser mais acentuadas em placas fisárias distais de rádio, ulna e tíbia. A metáfise apresenta-se radiopaca e curva, em formato de concha, com margens pontiagudas. As epífises normalmente não demonstram estas lesões.²⁵ No presente estudo, os saguis que apresentaram sinais radiográficos de doença osteometabólica demonstraram

expansão de fises, aumento de radiopacidade e discreto formato curvilíneo nas metáfises, conforme demonstrado na Figura 7.

Dentre os primatas com sinais radiográficos de doença osteometabólica, quatro saguis pertenciam à espécie *C. jacchus*, três machos e uma fêmea, três jovens e um adulto, três domiciliados e um de vida livre. O único sagui da espécie *C. penicillata* com alterações indicativas deste distúrbio tratava-se de uma fêmea, jovem e de vida livre. Afecções metabólicas são relatadas em saguis mantidos em cativeiro.^{9,11,12} Em função da alta necessidade de vitamina D₃, para evitar a ocorrência do quadro em indivíduos mantidos em cativeiro, é de suma importância a suplementação na dieta e exposição diária aos raios UVB. Deve-se também possibilitar a exposição à luz natural. Para animais mantidos em ambientes internos, devem ser colocadas lâmpadas fluorescentes de espectro total próximas ao recinto.¹⁴ Os animais domiciliados não estavam sob as condições de manejo preconizadas.

Os cinco saguis acometidos apresentavam estreitamento de pelve, associado com fraturas patológicas e desvios ósseos de membros pélvicos bilateralmente, semelhante ao encontrado no estudo com o gênero *Callithrix*, cujos indivíduos demonstravam estreitamento pélvico e desvio do eixo ósseo femoral bilateral.⁹ Nas deformidades ósseas ocasionadas por raquitismo ou osteomalácia em humanos, os desvios ósseos podem ser bilaterais e simétricos e ocorrem em ossos que suportam peso.³⁰

Observou-se maior acometimento de lesões compatíveis com doença osteometabólica em saguis jovens. A literatura associa a ocorrência nesta faixa etária, a animais que passaram por desmame precoce.^{14,31} Entretanto, não se conhece o histórico desde o nascimento dos animais avaliados neste estudo.

Dentre as alterações do desenvolvimento ósseo, apenas uma fêmea de *C. jacchus* apresentou incongruência articular úmero-radio-ulnar em membro torácico direito, há relato desta alteração em dois indivíduos da espécie *C. penicillata* bilateralmente.⁹

Na presente avaliação, as lesões de origem traumática (fraturas, luxações, amputações) estiveram presentes em 6, dentre os 11 saguis com afecções em membros torácicos, além de 8, dentre 13 animais com alterações em membros pélvicos. No estudo realizado com componentes do gênero *Callithrix*, as afecções de

provável ocorrência de trauma envolveram não-união de fratura acetabular, amputação/antecurvato tibial, subluxação escápulo-umeral e fratura do rádio.⁹ Em estudo necroscópico com 22 calitriquídeos, a ocorrência de traumas foi a causa de morte de três primatas.¹⁰

Os traumas podem ocorrer devido a lutas em período de acasalamento e disputas para reestruturação da hierarquia. Em animais mantidos em cativeiro relata-se também a ocorrência de lesões traumáticas durante a captura ou contenção para exame ou transporte.³²

Este trabalho apresentou como limitação a dificuldade para realização dos posicionamentos radiográficos em animais com acentuados desvios ósseos.

Conclui-se que os saguis avaliados neste estudo apresentaram alta prevalência de lesões esqueléticas de origem traumática e metabólica, que acometeram, predominantemente, a coluna vertebral e os membros pélvicos. As alterações de crânio estiveram presentes em 10 saguis, 47,61% do total de animais avaliados. As afecções metabólicas corresponderam a 40% e as lesões de origem traumática a 60% deste total. Em 14 saguis (53,84%), foram diagnosticadas afecções em coluna vertebral, as lesões traumáticas foram responsáveis por 50% destes casos, outros 35,71% por disfunções metabólicas e 14,29% de origem congênita. As alterações em membros torácicos estiveram presentes em 11 calitriquídeos (44%), as lesões de origem traumática corresponderam a 54,54% deste total, os distúrbios metabólicos a 36,36% e afecção relacionada ao desenvolvimento ósseo a 9,09%. Nos membros pélvicos, em 13 animais (52%) foram observadas alterações, destas, 61,54% em decorrência de traumas e 38,46% de origem metabólica.

As lesões cujo aspecto radiográfico foi compatível com doença osteometabólica implicaram em importantes desvios ósseos que comprometeram a locomoção, os quais ocorreram, principalmente, em animais jovens e domiciliados. Os dados obtidos são importantes para análises epidemiológicas e para se traçar estratégias de manejo e de conscientização relativas à manutenção de integrantes da fauna silvestre em cativeiro.

3.4 REFERÊNCIAS

- 1- Bicca Marques JC, Silva VM, Gomes DF. Ordem Primates. In: Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP, eds. Mamíferos do Brasil. Londrina: Ed UEL; 2006:106-108.
- 2- Stevenson MF, Rynalds AB. The marmosets, genus *Callithrix*. In: Coimbra-Filho AF, Mittermeier RA, eds. Ecology and Behavior of neotropical primates. Washington: World wildlife found; 1988:131-140.
- 3- Verona CES, Pissinatti A. Primates: Primatas do Novo Mundo (Sagüi, Macaco-prego, Macaco-aranha, Bugio e Muriqui). In: Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL, eds. Tratado de Animais Selvagens: Medicina Veterinária. São Paulo: Roca; 2014:807-828.
- 4- Valença-Montenegro MM, Oliveira LC, Pereira DG, Oliveira MAB, Valle RR. Avaliação do Risco de Extinção de *Callithrix jacchus* (LINNAEUS, 1758) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade 2012. <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-de-conservacao/7204-mamiferos-callithrix-jacchus-sagui-de-tufo-branco.html>. Acesso em: 17 dezembro, 2019.
- 5- Rímoli J, Pereira DG, Valle RR. Avaliação do Risco de Extinção de *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812) no Brasil. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade 2015. <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-de-conservacao/7207-mamiferos-callithrix-penicillata-sagui-de-tufos-pretos.html>. Acesso em 30 novembro, 2019.
- 6- Schiel N, Souto A. The Common Marmoset: An Overview of Its Natural History, Ecology and Behavior. Developmental Neurobiology 2017;77:244–262.
- 7- Bicca-Marques J, Jerusalinsky L, Mittermeier RA, Pereira D, Ruiz-Miranda C, Rímoli J, Valença-Montenegro M, Valle RR. *Callithrix penicillata*. The IUCN red list of threatened species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources 2018. <https://www.iucnredlist.org/species/41519/17935797>. Acesso em 8 dezembro, 2019.
- 8- Bezerra B, Bicca-Marques J, Miranda J, Mittermeier, RA, Oliveira, L, Pereira, D, Ruiz-Miranda C, Valença-Montenegro M, Da Cruz M, Do Valle, RR. *Callithrix jacchus*. The IUCN red list of threatened species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources 2018. <https://www.iucnredlist.org/species/41518/17936001>. Acesso em: 7 dez. 2019.
- 9- Siragusi RHS, Rahal SC, Silva JP, Mamprim MJ, Rolim LS, Teixeira CR, Camargo BWDF, Monteiro FOB. Radiographic evaluation of the forelimbs and hind limbs of marmosets (*Callithrix spp.*) Journal of Medical Primatology 2019;49: 71-78.

- 10- Sá LRM, Catão-Dias JL (1999). Determinação e caracterização de enfermidades que acometem calitriquídeos e cebídeos (estudo multidisciplinar). Universidade de São Paulo (dissertação de mestrado em Patologia Experimental).
- 11- Yamaguchi A, Kohno Y, Yamazaki T, Takahashi N, Shinki T, Horiuchi N, Suda T, Koizumi H, Tanioka Y, Yoshiki S. Bone in the marmoset: a resemblance to vitamin D–dependent rickets, type II. *Calcified Tissue International*. 1986; 39(1):22-27.
- 12- Olson EJ, Shaw GC, Hutchinson EK, Schultz-Darken N, Bolton ID, Parker JB, Morrison JM, Baxter VK, Metcalf Pate KA, Mankowski JL, Carlson CS. Bone disease in the common marmoset: radiographic and histological findings. *Veterinary Pathology* 2015;52(5):883-893.
- 13- Bosseler L, Cornillie P, Saunders JH, Bakker J, Langermans JA, Casteleyn C, Decostere A, Chiers K. Micromelic dysplasia-like syndrome in a captive colony of common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Comparative Medicine* 2014;64(5): 394-403.
- 14- Wissman, MA. Husbandry and medical care of callitrichids. *Journal of Exotic Pet Medicine* 2014; 23:347-362.
- 15- Pinto ACB, Lorigados CAB, Arnaut LS, Unruh, SM. Radiologia em répteis, aves e roedores de companhia. In: Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL, eds. *Tratado de Animais Selvagens: Medicina Veterinária*. São Paulo: Roca; 2014:1798-1848.
- 16- Silva MAF (2015). A importância dos frutos na dieta de calitriquídeos e seu potencial como dispersores de sementes. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais).
- 17- Forrest LJ. The Cranial and Nasal Cavities: Canine and Feline. In: Thrall DE, eds. *Textbook of veterinary diagnostic radiology*. St Louis: Elsevier Saunders; 2013:114-117.
- 18- Casteleyn C, Bakker J, Breugelmans S, Kondova I, Saunders J, Langermans JAM, Cornillie P, Van den Broeck W, Van Loo D, Van Hoorebeke L, Bosseler L, Chiers K, Decostere A. Anatomical description and morphometry of the skeleton of the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *Laboratory Animals*. 2012; 46:152-163.
- 19- Casteleyn C, Bakker J. The Anatomy of the Common Marmoset. In: Marini R, Wachtman L, Tardif S, Mansfield K, Fox J, eds. *The Common Marmoset in Captivity and Biomedical Research*. London: Elsevier; 2019:17-41.
- 20- Thrall DE. Principles of Radiographic Interpretation of the Axial Skeleton. The Canine and Feline Vertebrae. In: Thrall DE, ed. *Textbook of veterinary diagnostic radiology*. St Louis: Elsevier Saunders; 2013:112-113.

- 21- Wagner WM, Kirberger RM. Radiographic anatomy of the thorax and abdomen of the common marmoset (*Callithrix jacchus*). *Veterinary Radiology Ultrasound* 2005;46:217-24.
- 22- Damur-Djuric N, Steffen F, Hässig M, Morgan JP, Flückiger MA. Lumbosacral transitional vertebrae in dogs: classification, prevalence, and association with sacroiliac morphology. *Veterinary Radiology Ultrasound* 2006;47(1):32-38.
- 23- Flückiger MA, Damur-Djuric N, Hässig M, Morgan JP, Steffen F. A lumbosacral transitional vertebra in the dog predisposes to cauda equina syndrome. *Veterinary Radiology Ultrasound* 2006; 47(1):39-44.
- 24- Ludlage E, Mansfield K. Clinical Care and Diseases of the Common Marmoset (*Callithrix jacchus*). *Comparative Medicine* 2003;53(4):369-382.
- 25- Muhlbauer MC, Kneller SK. Musculoskeleton. In: Muhlbauer MC, Kneller SK, eds. *Radiography of the Dog and Cat- Guide to Making and Interpreting Radiographs*. Aimes: Wiley-Blackwell; 2013:156-187.
- 26- Pollard RE, Wisner ER. Orthopedic diseases of young and growing dogs and cats. In: Thrall DE ed. *Textbook of veterinary diagnostic radiology*. St Louis: Elsevier Saunders; 6.ed. 2013: 273-274.
- 27- Mechica JB. Raquitismo e Osteomalacia. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia* 1999;43(6):457-466.
- 28- Frame MDB, Parfitt AM. Osteomalacia: Current Concepts. *Annals of Internal Medicine* 1978;89:966-982.
- 29- Rosen JF, Fleischman AR, Finberg L, Hamstra A, Deluca HF. Rickets with alopecia: an inborn error of vitamin D metabolism. *Journal of Pediatrics* 1979;94:729-735.
- 30- Patel AA, Ramanathan R, Kuban J, Willis MH. Imaging findings and evaluation of metabolic bone disease. *Advances in Radiology* 2015;2015:1-21.
- 31- Wissman, MA. Nutrition and husbandry of Callitrichids (marmosets and tamarins). *Veterinary clinics of north america: Exotic animal practice* 1999;2(1):209-211.
- 32- Pissinatti A, Silva RR. Processos não infecciosos de particular interesse em Primatas. In: Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL, eds. *Tratado de Animais Selvagens: Medicina Veterinária*. São Paulo: Roca; 2014:1681-1688.