

Morfologia do tubo digestório de *Alouatta belzebul*

Morfological aspects of the digestory tube of *Alouatta belzebul*

Morfología del tubo digestorial de *Alouatta belzebul*

Recebido: 01/10/2020 | Revisado: 02/10/2020 | Aceito: 05/10/2020 | Publicado: 06/10/2020

Ana Claudia de Laet Segantine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1563-6226>

Federal University of Jatai, Brazil

E-mail: acdlsegantine@gmail.com

Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7823-8460>

Federal University of Viçosa, Brazil

E-mail: fabiana.melo@ufv.br

Fabiano Rodrigues de Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8886-4668>

Federal University of Viçosa, Brazil

E-mail: frmelo@ufv.br

Ruan Kelvin Wink Schell

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8497-0255>

Federal University of Parana, Brazil

E-mail: ruan.schell@gmail.com

Ana Carla Zarpelon Schutz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8320-3633>

Federal University of Parana, Brazil

E-mail: ana.zarpelon@hotmail.com

Dayane Kelly Sabec Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8886-4668>

University Center Assis Gurgacz, Brazil

E-mail: daya_ks@hotmail.com

Kleber Fernando Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5102-6273>

Federal University of Parana, Brazil

E-mail: kleber.ufpr@gmail.com

Resumo

O *Alouatta belzebul* é uma espécie classificada como “Vulnerável” e isso se justifica principalmente pela caça, fragmentação e perda do hábitat nas florestas tropicais. A anatomia deste gênero apresenta características peculiares em todas as espécies estudadas, assim este trabalho objetivou descrever a morfologia do tubo digestório de *Alouatta belzebul* a fim de fornecer subsídios para avaliação de dietas, realização de procedimentos clínicos e cirúrgicos nestes animais. Foram utilizados 10 espécimes de *Alouatta belzebul*, adultos, machos, de diferentes idade. O trabalho foi realizado na Universidade Federal de Goiás e aprovado no comitê de ética N.083/17. Os animais previamente criopreservados, foram descongelados e fixados por meio da infusão intramuscular e intracavitária de solução aquosa de folmol a 10%. Existem diversas variações na anatomia macroscópica do tubo digestório entre os primatas e estas variações ocorrem de acordo com os hábitos alimentares. Em *Alouatta belzebul*, que são folívoros-frugívoros, o tubo digestório abrange a maior parte da cavidade abdominal. Estes animais possuem números variáveis de rugas palatinas, de 10 a 17 pares de rugas, independente do sexo e idade, valores estes diferentes dos relatados para *Sapajus libidinosus*, de 18 a 21 pares de rugas. O estômago pseudo-compartmentalizado com uma região glandular e duas aglandulares, assemelhando com os achados de *Nasalis larvatus*. O intestino grosso apresenta o ceco aumentado em formato de L, corroborando com os achados em *Callithrix penicillata*. Os resultados demonstram que as variações estruturais do tubo digestório ocorrem de acordo com o hábito alimentar das diferentes espécies.

Palavras-chave: Anatomia; Sistema digestório; Bugio; Guariba.

Abstract

The *Alouatta belzebul* is a species classified as "Vulnerable" and this is mainly justified by the hunting, fragmentation and loss of habitat in tropical forests. The anatomy of this genus presents peculiar characteristics in all the studied species, so this work aimed to describe the morphology of the digestive tube of *Alouatta belzebul* in order to provide subsidies for evaluation of diets, clinical and surgical procedures in these animals. Ten adult *Alouatta belzebul* specimens of different ages were used. The study was carried in the Federal University of Goiás and approved in the ethics committee n. 083/17. The previously cryopreserved animals were thawed and fixed by intramuscular and intracavitary infusion of 10% aqueous follicle solution. There are several variations in the macroscopic anatomy of the digestive tube between the primates and these variations occur according to the eating habits. In *Alouatta belzebul*, which are folivore-frugivorous, the digestive tract covers most of the

abdominal cavity. These animals have variable numbers of palatal ridges, from 10 to 17 pairs of crests, regardless of sex and age, values different from those reported for *Sapajus libidinosus*, from 18 to 21 pairs of crests. The pseudo-compartmentalized stomach with one glandular region and two aglandular, resembling the findings of *Nasalis larvatus*. The large intestine presents the enlarged cecum in L-shaped, corroborating with the findings in *Callithrix penicillata*. The results demonstrate that the structural variations of the digestive tube occur according to the dietary habits of the different species.

Keywords: Anatomy; Digestive system; Howler monkey; Guariba.

Resumen

Alouatta belzebul es una especie clasificada como “Vulnerable” y esto se justifica principalmente por la caza, la fragmentación y la pérdida de hábitat en los bosques tropicales. La anatomía de este género tiene características peculiares en todas las especies estudiadas, por lo que este trabajo tuvo como objetivo describir la morfología del tubo digestivo de *Alouatta belzebul* con el fin de otorgar subsidios para la evaluación de dietas, realización de procedimientos clínicos y quirúrgicos en estos animales. Se utilizaron 10 ejemplares de *Alouatta belzebul*, adultos, machos, de diferentes edades. El trabajo fue realizado en la Universidad Federal de Goiás y aprobado por el comité de ética N.083 / 17. Los animales previamente criopreservados se descongelaron y fijaron mediante infusión intramuscular e intracavitaria de solución acuosa de formol al 10%. Existen varias variaciones en la anatomía macroscópica del tracto digestivo entre los primates y estas variaciones ocurren según los hábitos alimenticios. En *Alouatta belzebul*, que comen hojas y comen frutas, el tracto digestivo cubre la mayor parte de la cavidad abdominal. Estos animales tienen un número variable de arrugas palatinas, de 10 a 17 pares de arrugas, independientemente del sexo y la edad, valores diferentes a los reportados para *Sapajus libidinosus*, de 18 a 21 pares de arrugas. El estómago pseudocompartimentalizado con una región glandular y dos aglandulares, similar a los hallazgos de *Nasalis larvatus*. El intestino grueso tiene un ciego agrandado en forma de L, que corrobora los hallazgos en *Callithrix penicillata*. Los resultados demuestran que las variaciones estructurales del tracto digestivo se producen según los hábitos alimentarios de las diferentes especies.

Palabras clave: Anatomía; Aparato digestivo; Mono aullador; Guariba.

1. Introdução

As espécies do gênero *Alouatta* são conhecidas popularmente como bugios, guaribas ou barbados (Bonvicino 1989, Hirsch et al. 1991, Strier 2017) e estão entre os maiores primatas neotropicais. São primatas de hábito diurno, arborícola, folívoro-frugívoro oportunista, ou seja, sua dieta vai variar de acordo com a disponibilidade sazonal do alimento, sendo composta por flores, folhas (jovens, maduras, pecíolos), frutos, e brotos (Crockett et al. 1987, Pinto 2002). Em relação às folhas, existe a preferência pelas folhas mais jovens em detrimento de folhas maduras (Milton 1980, Silva 2015). De acordo com Odália-Rímoli et al. (2008) as espécies equatoriais, como *Alouatta belzebul*, tendem a ser mais frugívoras do que folívoras quando comparada as espécies que habitam em altas latitudes, como *Alouatta guariba* e *Alouatta caraya*. Como são animais que ingerem grande quantidade de folhas, estes apresentam processo digestivo lento (Milton 1980). Devido à dieta com baixa energia, os bugios são animais pouco ativos e passam grande parte do seu tempo descansando (Bonvicino 1989, Pinto 2003, Cristobal-Azkarate & Arroyo-Rodriguez 2007, Palma et al. 2011, Silva 2015).

O *Alouatta belzebul* pertence a classe Mammalia, ordem Primata, família Atelidae, subfamília Alouattinae, gênero *Alouatta* e espécie *Alouatta belzebul* (Neville et al. 1988, Fialho et al. 2014, Silva 2015). A espécie atualmente encontra-se classificada como “vulnerável” de acordo com critérios da International Union for Conservation of Nature (IUCN 2017) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ Ministério do Meio Ambiente (ICMbio 2016). Esta vulnerabilidade é justificada principalmente pela caça, fragmentação e perda do hábitat nas florestas tropicais (BRASIL 2014).

O sistema digestório compreende os órgãos relacionados à recepção, quebra mecânica, à digestão química, à absorção de alimentos e líquidos e à eliminação de detritos que não foram absorvidos e ocupa a maior parte da cavidade abdominal. Este sistema é formado pelo tubo digestório e estruturas acessórias. Os lábios, língua, dentes e glândulas extramurais (glândulas salivares, fígado e pâncreas) formam as estruturas acessórias. O tubo digestório é descrito como uma estrutura tubular modificada que se estende da cavidade bucal até o ânus, composto pelos órgãos: boca, faringe, esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso (Fleagle 2013, Standring 2016, Junqueira & Carneiro 2017).

Na literatura são encontrados poucos trabalhos que utilizam como objeto de estudo o *Alouatta belzebul*. Em relação à anatomia desta espécie, as informações são escassas e em alguns aspectos como o tubo digestório, são inexistentes. Estudos para avaliar a topografia, os

padrões de vascularização, índices biométricos do trato digestório bem como os aspectos histológicos e ultraestruturais dos órgãos desse sistema, são de importância na medicina veterinária, pois os dados podem auxiliar procedimentos, e o conhecimento da anatomia deste primata pode ser um fator importante para preservação e proteção quando são levados às clínicas veterinárias após acidentes, ou mesmo necessitando de cirurgia ou tratamento clínico (Kindlovits & Kindlovits 2009, Vieira et al. 2015), pois espécimes de *Alouatta* estão frequentemente envolvidos em acidentes rodoviários (Sartor et al. 2017). Este trabalho tem por objetivo verificar os aspectos morfológicos do tubo digestório de *Alouatta belzebul*, realizando uma análise comparativa com diferentes espécies de primatas disponíveis na literatura.

2. Metodologia

Foram utilizados 10 exemplares de *Alouatta belzebul*, adultos, machos e de diferentes idades. Os animais foram cedidos pelo Projeto de Salvamento e Aproveitamento Científico da Fauna (PSACF) – UHE Belo Monte, segundo os ofícios nº 002-2015 – ARC/NAT, nº 009-2015 – ARC/NAT e nº 012-2015 – ARC/NAT, regidos pelo processo do IBAMA nº 02001.001848/2006-75 e armazenados em freezers de congelamento no Laboratório de Anatomia Humana e Comparativa da Universidade Federal de Goiás (UFG) – Regional Jataí. Esta é uma pesquisa descritiva e qualitativa (Pereira et al., 2018) e foi aprovada pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal - CEUA-PRPI-UFG, regido pelo protocolo nº 083/17.

Os animais que estavam previamente criopreservados foram descongelados em água corrente e logo após fixados em solução aquosa de formol a 10% por meio da infusão intramuscular e intracavitária. Posteriormente foram submersos em mesma solução, dentro de cubas opacas cobertas, para evitar a penetração da luz e evaporação do formol.

Para a realização da técnica de perfusão com látex, foi realizada uma incisão na linha média das cavidades torácica e abdominal, dissecando a região da aorta torácica, canulando e injetando uma solução corada de látex em vermelho, mediante o uso de seringas e pressão manual, em sentido cranial e caudal.

Após as identificações das estruturas arteriais, o conjunto faringe, esôfago, estômago, intestino delgado e grosso foram retirados e os conteúdos gástrico e intestinal lavados para o estudo. Todas as estruturas do tubo digestório foram analisadas sob a perspectiva da sintopia.

Ao terminar a etapa da dissecação, foi feita a descrição do tubo digestório e a documentação com câmera digital (Samsung, 18 megapixels). A Nomina Anatômica

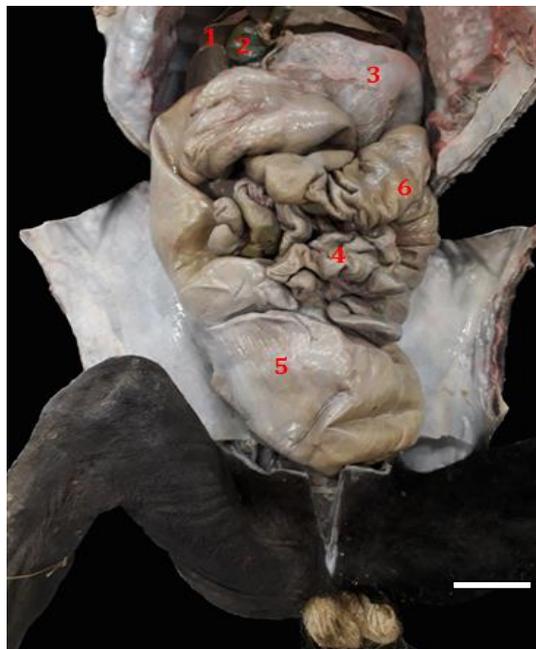
Veterinária (2017) foi consultada para adequar a nomenclatura utilizada com os padrões e normas internacionais. Foi estabelecido o padrão de normalidade dos órgãos do tubo digestório de *Alouatta belzebul* através da descrição morfológica macroscópica.

Para avaliação microscópica do tubo digestório, foram coletados fragmentos da região fúndica do estômago de três espécimes. As amostras foram coletadas e mantidas em solução de formaldeído a 10%. Posteriormente as amostras passaram por 2 banhos de etanol em concentrações crescentes, xilol e foram incluídas em parafina, os blocos obtidos foram cortados em micrótomo automático EasyPath modelo EP-31-20093 para obtenção das lâminas, que foram reidratadas (xilol, etanol e água), e coradas em hematoxilina/eosina (H.E.) para análise histológica. As fotomicrografias para documentação foram obtidas em microscópio óptico Nikon E100 com câmera interna acoplada.

3. Resultados

Foi observado na análise anatômica que os órgãos do sistema digestório de *Alouatta belzebul* ocupam a maior parte da cavidade abdominal (Figura 1).

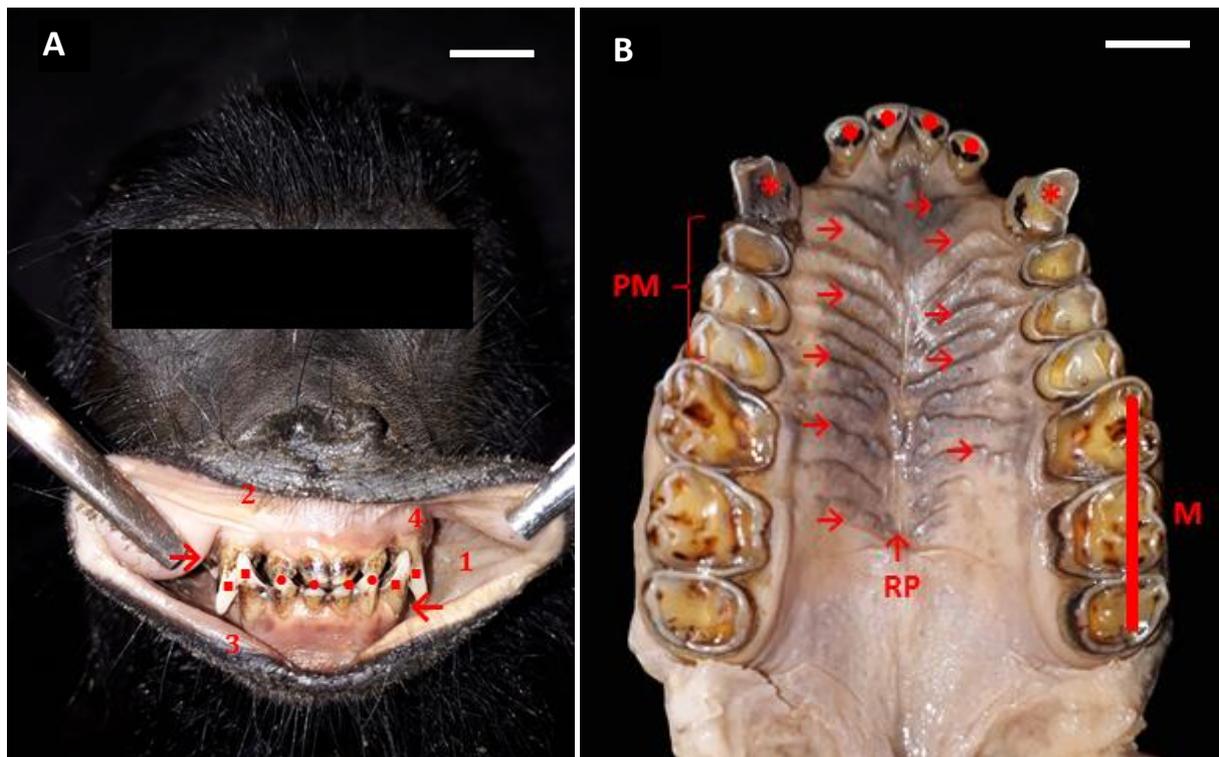
Figura 1. Trato digestório de *Alouatta belzebul*.



Trato digestório de *Alouatta belzebul* ocupando grande parte da cavidade abdominal, evidenciando o fígado (1), vesícula biliar (2), estômago (3), intestino delgado (4), ceco (5) e intestino grosso (6). Barra: 1 cm. Fonte: Autores.

A cavidade oral possui forma semi-oval, abre-se para a face através da rima da boca e é continuada pela faringe. É delimitada pelos dentes e bochechas (Figura 2.A), superiormente pelos palatos duro e mole, inferiormente pela língua e posteriormente pelo istmo das fauces (ou istmo da garganta). Esta cavidade é dividida em duas partes, uma externa, que corresponde ao vestíbulo bucal e outra interna que é a cavidade oral propriamente dita. O vestíbulo bucal situa-se entre os arcos dentais e as superfícies profundas da bochecha e dos lábios, assim, tem o formato de ferradura. A cavidade oral propriamente dita, ou cavidade própria da boca é interna e está encerrada pelos arcos dentais. As rugas palatinas são organizadas como um sistema de cristas (rugos) mucosas, assimétricas e irregulares. Nos espécimes de *Alouatta belzebul*, as rugas palatinas foram verificadas e os animais apresentaram de 10 a 17 pares (Figura 2.B), independente de idade e sexo.

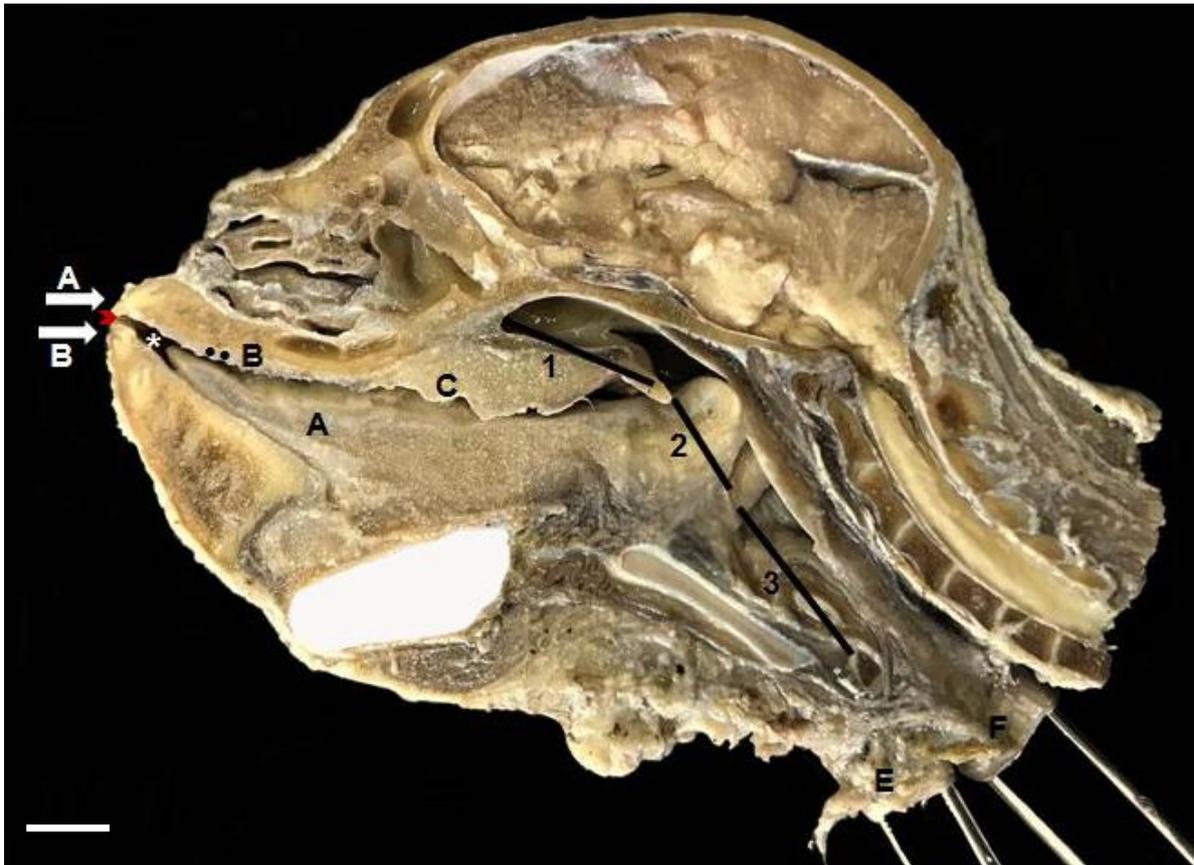
Figura 2. (A). Delimitação da cavidade oral de *Alouatta belzebul*.



(A). Delimitação da cavidade oral de *Alouatta belzebul*, evidenciando as bochechas (1), lábio superior (2) lábio inferior (3), vestíbulo bucal (4), rima bucal (*), arcada dentária superior (→) e arcada dentária inferior (←), sendo visíveis na imagem apenas os dentes incisivos (•) e dentes caninos (▪). (B). Palato duro de *Alouatta belzebul* evidenciando as rugas palatinas (→), rafe palatina (RP), dentes incisivos (•), caninos (*), pré-molares (PM) e molares (M). Barra: 1 cm. Fonte: Autores.

A faringe de *Alouatta belzebul* é um tubo que se estende da boca até esôfago. Situada no final da cavidade bucal, é um canal comum aos sistemas digestório e respiratório: por ela passa o alimento, que se dirige ao esôfago; e o ar, que se dirige a laringe. Nota-se a presença da nasofaringe, orofaringe e laringofaringe (Figura 3).

Figura 3. Cabeça de *Alouatta belzebul* em corte sagital.



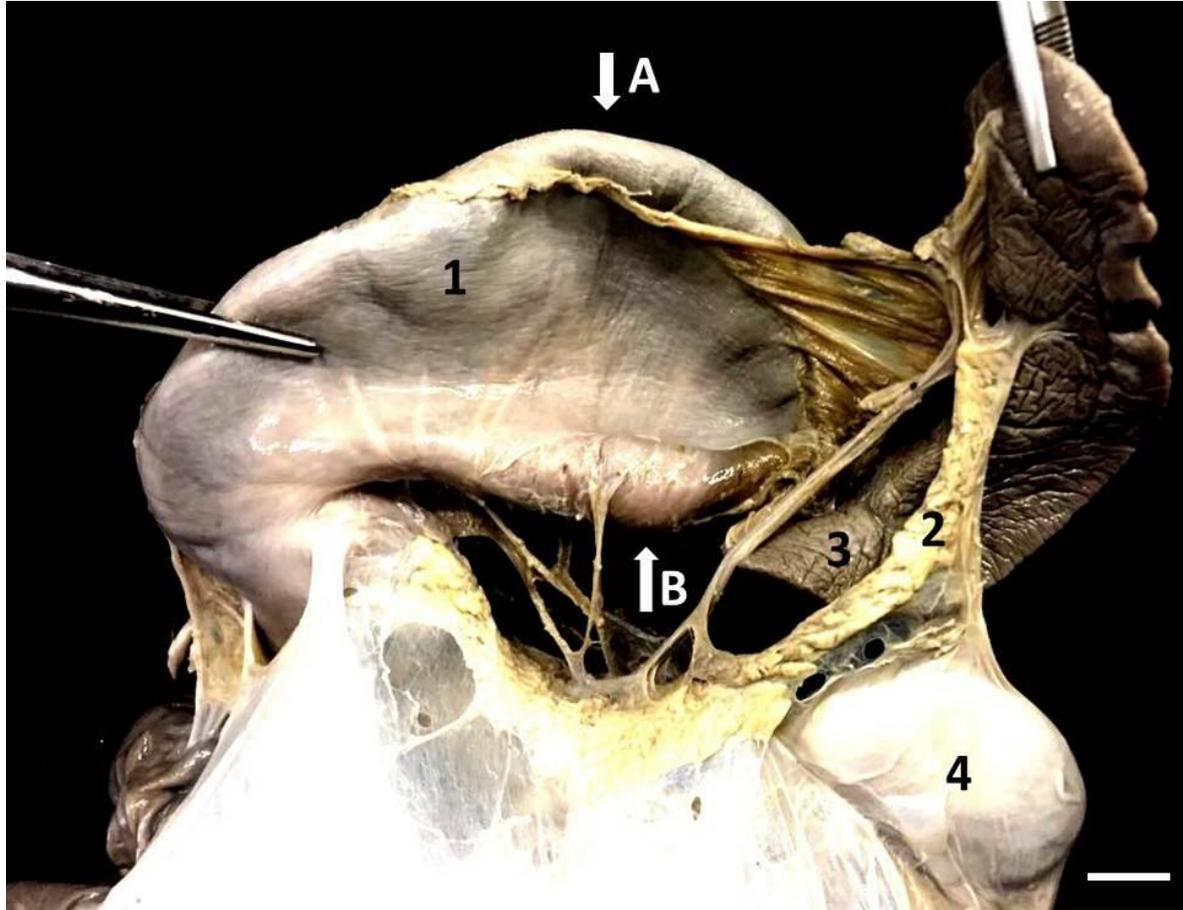
Cabeça de *Alouatta belzebul* em corte sagital evidenciando: lábio superior (seta A), lábio inferior (seta B), língua (A), palato duro (B), palato mole (C), osso hioide (D), traqueia (E), esôfago (F), nasofaringe (barra1), orofaringe (barra 2), laringofaringe (barra 3), rugas palatinas (•) e rima da boca (**). Barra: 1 cm.

Verificou-se o esôfago fibro-muscular-mucoso se estendendo da extremidade inferior da faringe até o óstio do estômago com trajeto crânio-caudal relacionando-se topograficamente com as regiões cervical, torácica e abdominal.

O estômago de *Alouatta belzebul* apresenta uma curvatura maior e outra curvatura menor (Figura 4) e é pseudo-compartimentalizado (Figura 5). Após a cárdia (região aglandular) possui um saco gástrico (região glandular, ocupando aproximadamente 3/4 do estômago) e um tubo gástrico (região aglandular, ocupando aproximadamente 1/4 do

estômago), delimitadas por uma prega músculo-mucosa e estendendo-se até a região pilórica. O volume deste órgão variou de acordo com a idade dos animais.

Figura 4. Fotografia da face caudal do estômago de *Alouatta belzebul*.



Fotografia da face caudal de *Alouatta belzebul* evidenciando o estômago (1), curvatura maior (seta A), curvatura menor (seta B), pâncreas (2), baço (3) e rim (4). Barra: 1 cm. Fonte: Autores.

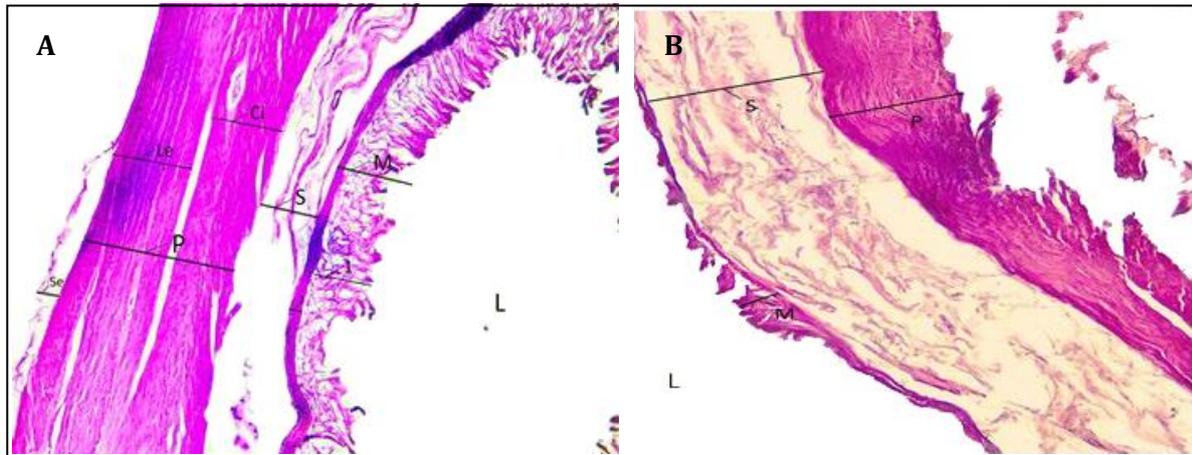
Figura 5. Fotografia do estômago pseudo-compartimentalizado de *Alouatta belzebul*.



Fotografia do estômago pseudo-compartimentalizado de *Alouatta belzebul* em corte longitudinal evidenciando: esôfago (1), cárdia (2), saco gástrico (3), prega músculo-mucosa (seta), região pilórica (4), região glandular (•) e região aglandular (*). Barra: 1 cm. Fonte: Autores.

A análise histológica permitiu identificar as camadas do estômago de *Alouatta belzebul*, sendo a mais interna, a camada mucosa, composta por epitélio cilíndrico simples e muscular da mucosa. O epitélio cilíndrico simples é essencial para proteção e lubrificação deste órgão. A camada muscular da mucosa, composta por músculo liso, comprime as glândulas do estômago, auxiliando na liberação de secreção, além de auxiliar na promoção da mistura do bolo alimentar com as secreções gástricas, impulsionando o material que está na luz (Figura 6.A).

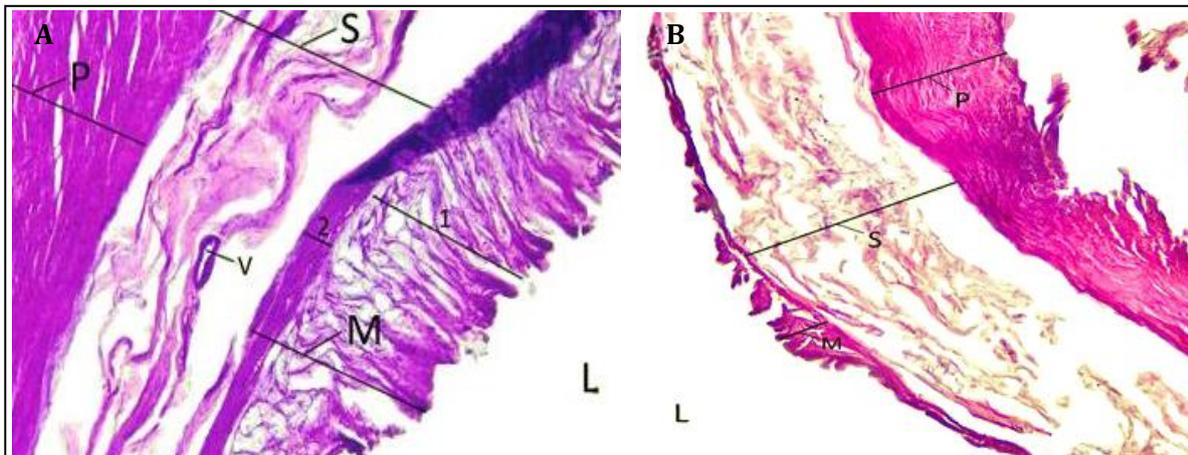
Figura 6. (A) Fotomicrografia da região glandular do estômago pseudo-compartmentalizado de *Alouatta belzebul*.
de *Alouatta belzebul*.



(A) Fotomicrografia da região glandular do estômago pseudo-compartmentalizado de *Alouatta belzebul* evidenciando: lúmen (L), camada mucosa (M) composta pelo epitélio cilíndrico simples (1) e pela muscular da mucosa (2), camada submucosa (S), camada muscular própria (P) composta pela circular interna (Ci) e longitudinal externa (Le) e camada serosa (Se). Aumento: 400X, colorações: hematoxilina e eosina. (B). Fotomicrografia da região aglandular do estômago pseudo-compartmentalizado de *Alouatta belzebul* evidenciando: lúmen (L), camada mucosa (M), camada submucosa (S) camada muscular própria (P). Aumento: 400X, colorações: hematoxilina e eosina.

A camada submucosa está localizada abaixo da mucosa e é constituída por tecido conjuntivo denso e vasos sanguíneos (Figura 7.A), contendo o plexo nervoso submucoso (plexo de Meissner), com gânglios do sistema nervoso autônomo, cuja função é controlar as contrações da muscular da mucosa. A principal atividade dessa camada é a manutenção da sustentação e irrigação. A camada adjacente é a muscular própria, a qual adquire uma configuração circular na parte interna e longitudinal na parte externa. Entre as duas subcamadas, há um pouco de tecido conjuntivo com o plexo nervoso mioentérico (ou de Auerbach). A camada serosa é o revestimento externo do órgão, formada por tecido conjuntivo frouxo e mesotélio (epitélio simples pavimentoso).

Figura.7 (A). Fotomicrografia da região glandular do estômago pseudo-compartmentalizado de *Alouatta belzebul*.

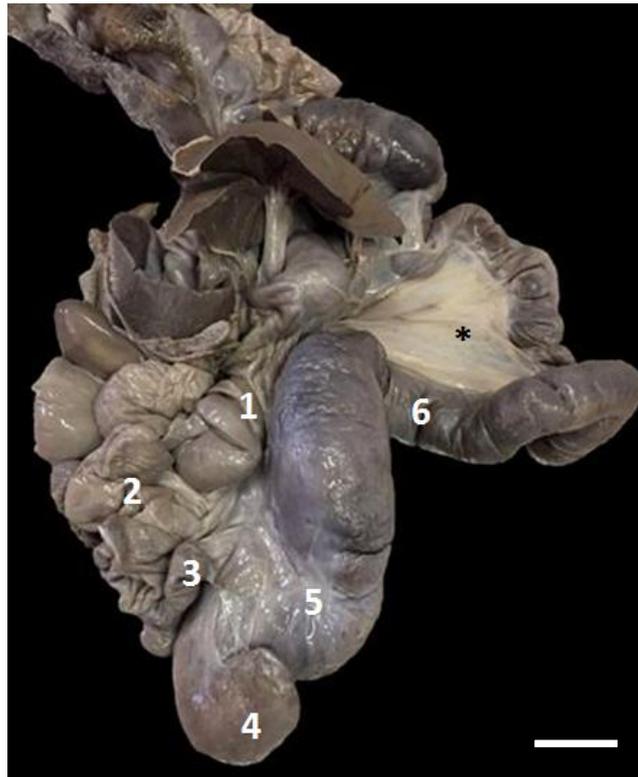


(A). Fotomicrografia da região glandular do estômago pseudo-compartmentalizado de *Alouatta belzebul* evidenciando: lúmen (L), camada mucosa (M) composta pelo epitélio cilíndrico simples (1) e pela muscular da mucosa (2), camada submucosa (S) composta por tecido conjuntivo denso irrigado por vasos (V), camada muscular própria (P). Aumento: 1000X, colorações: hematoxilina e eosina. Barra: 1 cm. (B). Fotomicrografia da região aglandular do estômago pseudo-compartmentalizado de *Alouatta belzebul* evidenciando: lúmen (L), camada mucosa (M), camada submucosa (S) camada muscular própria (P). Aumento: 1000X, colorações: hematoxilina e eosina.

Notou-se uma diferença significativa no tamanho da mucosa gástrica no decorrer da análise histológica, podendo ser observado comparando as imagens da Figura 6.A e Figura 7.A com a Figura 6.B e Figura 7.B (respeitando os aumentos de cada imagem). Essa redução na área mucosa, possivelmente implicará em uma produção relativamente menor das secreções gástricas.

O intestino delgado é a parte mais longa do trato gastrointestinal, estendendo-se do óstio pilórico do estômago até o lábio ileocecal. Foi verificado em *Alouatta belzebul* três partes bem definidas no intestino delgado: duodeno, que é a parte inicial, seguida por jejuno e íleo (Figura 8). O jejuno, a parte mais longa e o íleo é a mais curta e se distingue do jejuno por uma dobra de mesentério entre ele e o ceco.

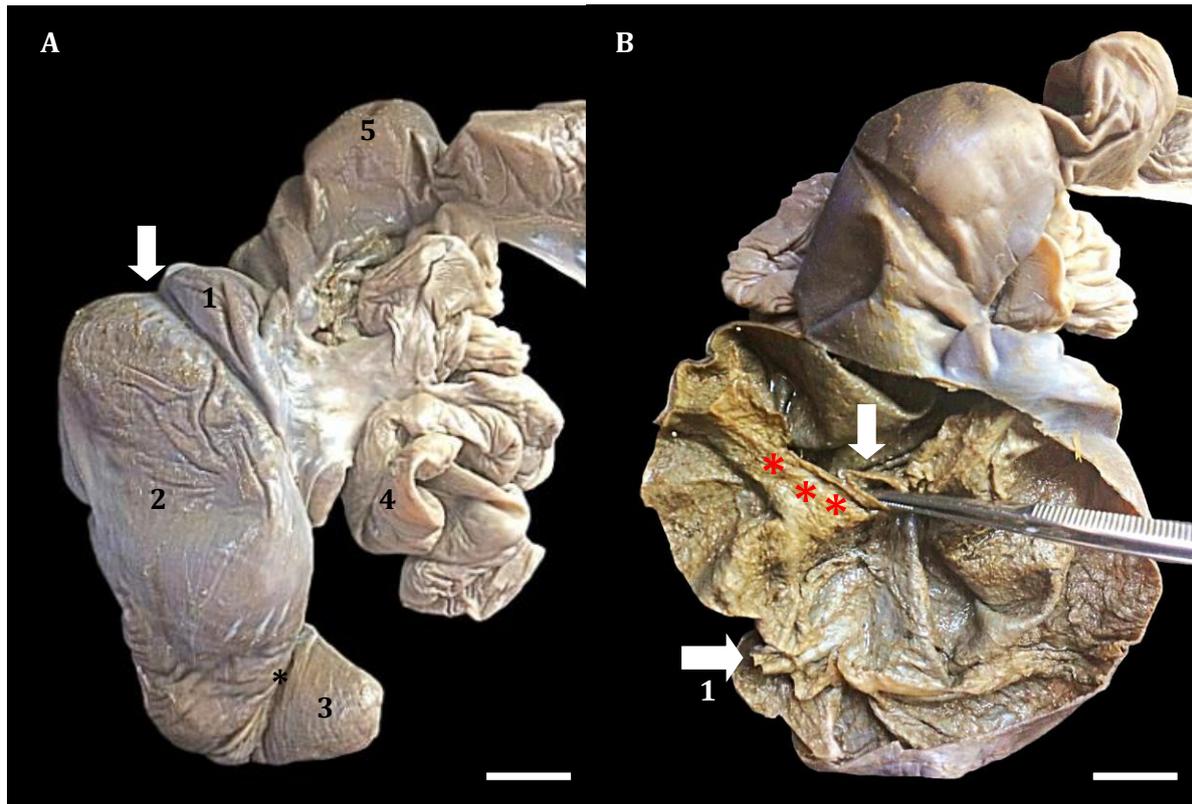
Figura 8. Fotografia do intestino de *Alouatta belzebul*.



Fotografia do intestino de *Alouatta belzebul*, evidenciando o duodeno (1), jejuno (2), íleo (3), ápice do ceco (4), corpo do ceco (5), Intestino grosso (6) e mesentério (*). Barra: 1 cm. Fonte: Autores.

O intestino grosso se estende da parte terminal do íleo até o ânus, com função de absorver fluidos e sais do bolo alimentar, formando as fezes. É constituído pelo ceco, apêndice cecal, cólon, reto e canal anal. A morfologia do intestino grosso revelou particularidade em relação ao ceco, onde ocorre fermentação. Este é bastante aumentado e apresenta formato de L (Figura 9.A), com pregas bem definidas, além da prega ileocecal (Figura 9.B). Porém sem a presença de apêndice cecal devido a fermentação ceco-cólica em *Alouatta belzebul*.

Figura 9. (A) Ceco em forma de L de *Alouatta belzebul*.



(A) Ceco em forma de L de *Alouatta belzebul*, que é bastante aumentado, evidenciando a base do ceco (1), corpo do ceco (2), ápice do ceco (3), prega ileocecal (seta) e prega ceco-cólica (**), intestino delgado (4) e intestino grosso (5). (B). Ceco de *Alouatta belzebul* em corte longitudinal, evidenciando o óstio ileocecal (seta), prega ileocecal (***) e prega ceco-cólica (seta 1). Barra: 1 cm. Fonte: Autores.

4. Discussão

A recepção dos alimentos, quebra mecânica, digestão química, absorção de nutrientes e líquidos e eliminação de detritos inutilizados são responsabilidades do sistema digestório, que ocupa a maior parte da cavidade abdominal. O tubo digestório, como parte do sistema digestório, é formado pela: boca, faringe, esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso (Hill 1974, Fleagle 2013, Standring 2016, Junqueira & Carneiro 2017).

O tamanho do animal e a qualidade da dieta estão relacionados diretamente ao tamanho do trato gastrointestinal (Hill 1974). Comparando a espécie analisada com as descrições encontradas na literatura, o *Alouatta belzebul* possui longo trato gastrointestinal, com digestão lenta e dieta com alimentos de baixa energia, sendo o ceco e o cólon a maior superfície de contato do que a maioria dos primatas folívoros corroborando com os achados em *Alouatta guariba clamitans* (Aiello et al. 1995, Lambert 1998, Chivers & Hladik 1980, Milton 1980, Santo et al. 2016).

A alimentação dos bugios é classificada como folívora e frugívora (Milton 1978, Milton 1981, Chaves & Bicca-Marques 2016). O trato digestório de animais folívoros são longos com presença de câmara de fermentação no estômago, ceco ou cólon (Chivers & Hladik 1980, Chivers & Hladik 1984).

Sendo a cavidade oral a porta de entrada para o sistema digestório, o processamento inicial dos alimentos se dá nesta cavidade que tem como função a prensão dos alimentos, insalivação, mastigação, gustação, deglutição (Hall 2017). A morfologia da cavidade oral de *Alouatta bezebul* assemelha-se com os achados descritos para humanos por Drake et al. 2010 e Moore et al. 2014, com forma semi-oval abrindo para a face através da rima da boca e seguida pela faringe, com delimitações evidentes pelos dentes, bochechas, palato duro, palato mole, língua e istmo da fauce. As rugas palatinas, que possuem funções de auxiliar na mastigação, aumentar a retenção de saliva e de alimentos na cavidade oral, proteger a mucosa e propagar as ondas sonoras em diversas direções (Tornavoi & Silva 2010), apresentavam-se de formas assimétrica e irregulares de 10 a 17 pares de rugas palatinas, independente de idade e sexo, diferindo de *Sapajus libidinosus* (macaco-prego) que possui de 18 a 21 rugas palatinas e são onívoros (Mortoza et al. 2008) e humanos que possuem não mais que quatro rugas (Tornavoi & Silva 2010).

Algumas espécies de primatas não-humanos como *Cacajao* (macaco-inglês), *Pithecia* (parauacu), *Chiropotes* (macaco-preto), *Sapajus libidinosus* (macaco-prego), *Daubentonia* (aie-aie) e *Pongo* (orangotango), possuem adaptações especiais da cavidade oral (aparelho de mastigação) e arquitetura craniana para o processamento de frutas com pericarpos e/ou sementes duras. Outra especialização na cavidade bucal, que não ocorre em *Alouatta*, é a presença de “cheek pouched monkeys”, uma bolsa muscular na membrana externa da cavidade bucal, presente em macacos cercopithecines para armazenamento temporário de alimentos, na qual o animal pode retirar o alimento antes de processar. Essas bolsas, quando cheias de comida, aparecem como protuberâncias no pescoço (Wolfe-Coote 2005).

A faringe é um tubo que se estende da boca até esôfago. Situada no final da cavidade bucal, é um canal comum aos sistemas digestório e respiratório: por ela passa o alimento, que se dirige ao esôfago; e o ar, que se dirige a laringe. (Gardner et al. 1978). Está inserida anteriormente às margens das cavidades nasais, à cavidade oral e à laringe. Em *Alouatta belzebul* a faringe se assemelha aos humanos, apresentando a nasofaringe (na região posterior ao nariz e acima do palato mole), orofaringe (estende-se do palato mole até o osso hioide) e

laringofaringe (estende-se do osso hióide até a cartilagem cricóide) (Silva 2016, Standing 2016).

Foi verificado em *Alouatta belzebul* o esôfago com trajeto crânio-caudal relacionando-se topograficamente com as regiões cervical, torácica e abdominal, semelhante aos humanos. É um tubo fibro-muscular-mucoso que estende da extremidade inferior da faringe até o óstio cárdico do estômago. Localiza-se no tórax ventralmente à coluna vertebral e dorsalmente à traquéia. Esse penetra no abdômen através do hiato esofágico do diafragma e termina na parte superior do estômago. Na sua porção final, o esôfago apresenta uma curvatura para a esquerda onde se abre na região da cárdia no estômago (Gardner et al 1978, Drake et al. 2010).

A função do esôfago é conduzir o alimento sólido ou líquido, da faringe para o estômago. Durante este processo, a luz do esôfago aumenta durante a passagem do bolo alimentar, que é impulsionado por contrações da camada muscular de sua parede. Esses movimentos peristálticos são característicos de todo o restante do canal alimentar. Acomoda quase tudo que possa ser deglutido, pois é bastante distensível (Dângelo & Fattini 2011).

O estômago em humanos é a parte mais dilatada do trato gastrointestinal e possui um formato de “J” (Drake et al. 2010) e é localizado na parte cranial do abdômen, à esquerda da linha média, na região hipocôndrica esquerda, situando-se entre o esôfago abdominal e o duodeno, que é a primeira porção do intestino delgado (Silva 2012, König et al. 2016). É um órgão visceral, oco, saciforme, com paredes estratificadas (Silva 2012). De acordo com Drake et al. (2010) é dividido em quatro regiões: cárdia (localizada ao redor da abertura do esôfago, porém no próprio estômago), fundo gástrico ou saco gástrico (acima do nível do óstio cárdico), corpo do estômago (maior região do estômago) e parte pilórica que é dividida em antro pilórico e canal pilórico (parte distal do estômago).

Ainda incluem como características do estômago: a curvatura maior; a curvatura menor; a incisura cárdica, que é formada pela angulação superior criada no final do esôfago quando chega ao estômago e a incisura angular, que é uma dobra na curvatura menor (Standing 2016). O volume e forma deste órgão se apresentam em diversas modificações nos indivíduos vivos e isso se deve de acordo com a espécie, idade, sexo, raça e biótipo. Também se altera de acordo com a dieta e função da digestão (Didio 2002).

Diferindo de humanos, o estômago de *Alouatta belzebul* é pseudo-compartmentalizado, apresentando após a cárdia um saco gástrico (região glandular, ocupando aproximadamente 3/4 do estômago) e um tubo gástrico (região aglandular, ocupando aproximadamente 1/4 do estômago), delimitadas por uma prega músculo-mucosa e estendendo-se até a região pilórica. Estes dados corroboram com os achados para outros

primatas onívoros, como o *Nasalis larvatus*, que apresentam estômago mais complexo com capacidade de fermentação pré-gástrica e diferem do estômago descrito em *Callithrix penicillata* e macaco *Macaca mullata*, que apresenta estômago unicavitário simples (Ankel-Simons 2010, Abee et al. 2012, Silva 2012).

Sendo uma das principais porções do aparelho digestório, o estômago pode ser caracterizado como simples com região glandular ou composto com região glandular e aglandular (Frandsen et al. 2005, Dyce et al. 2010). O alimento pré-processado advindo do esôfago, desemboca no estômago para um armazenamento temporário. Neste espaço há secreção de muco digestivo, secreção ácida, fermentação inicial, mistura e homogeneização das partículas. As funções mecânicas de comprimir, agitar, movimentar e triturar o alimento ocorrem devido a presença de uma musculatura muito forte na parede do órgão (Ankel-Simons 2010).

As diferenças externas do estômago são determinadas pelo hábito alimentar das diferentes espécies. A maioria dos primatas apresentam estômago simples por serem onívoros, como a *Macaca mulatta*. Alguns primatas que são completamente herbívoros, como os bugios, apresentam estômago pseudocompartimentado e colobos apresentam estômago com multicompartmentos, diferentemente do que ocorre com a maioria dos primatas (Abee et al. 2012, Silva 2012).

Os primatas do gênero *Alouatta* ingerem uma proporção de folhas de 40% a 60% da dieta por peso do animal (Hill 1958, Neville et al. 1988, Mendes 1989, Chiarello 1994, Bicca-Marques & Calegari-Marques 1995, Miranda & Passos 2004, Dos Santos Neto et al. 2018), apresentando assim, o estômago como um saco espaçoso e estreitando-se em direção ao piloro que é tubular e curvado, sendo protegido por fortes pilares. Os primatas do gênero *Ateles* (macaco-aranha ou coata) que é um dos mais frugívoros, engolem muitas pedras, têm um estômago alargado em forma de “J”. Os macacos da família Hylobatidae, conhecidos como gibões apresentam estômago com aspecto globular, sendo o mais semelhante ao homem neste aspecto, porém em os primatas do gênero *Gorilla* (gorila) são ainda mais globulares, diferindo dos gêneros *Pan* (chimpanzés) e *Pongo* que possuem estômago mais alongado (Hill 1958, Chivers & Hladik 1980).

Em estômago de colobos a fermentação ocorre no pré-saco e saco, que juntos formam a câmara de fermentação saculada que abrigam microorganismos simbiotes, diferindo de *Lagothrix lagotricha* (macaco-barrigudo) e *Cercopithecus aethiops* (macaco-vervet) (Lambert 1998, Wolfe-Coote 2005, Pinto 2002). A estrutura anatômica deste mesmo órgão em outra espécie do velho mundo e herbívora, a *Presbytis francoisi* (macaco-folha-de-

francois), consiste em três partes: o saco, o tubo gástrico e a parte pilórica (Suzuki et al. 1985). Em estudo com *Sapajus flavius* e *Sapajus libidinosus*, foi relatado que o estômago destes animais se localiza na porção crânio-lateral esquerda do abdômen e apresenta formato comum aos carnívoros domésticos (Bacalhao et al. 2016). O estômago de *Callithrix jacchus* é a região de maior capacidade gastrointestinal (51,5%) em termos de peso de conteúdo úmido (Caton et al. 1996).

O intestino delgado é a parte mais longa do trato gastrointestinal em humanos, estendendo-se do óstio pilórico do estômago até o lábio ileocecal. Consiste em três regiões: duodeno, jejuno e íleo. Estende-se do piloro até a junção ileocecal onde o íleo une-se ao ceco, a primeira parte do intestino grosso. Esse segmento do sistema digestório é especializado em absorção de lipídios, proteínas (aminoácidos), carboidratos (monossacarídeos), além de cálcio, fósforo e magnésio, bem como são capazes de sintetizar muco, enzimas e hormônios. Além disso, ainda recebe secreções pancreáticas e biliares, que auxiliam na formação do quilo. O intestino delgado, assim como o intestino grosso estão presos à parede abdominal através de dobras de peritônio chamadas de mesentério e mesocólon (Standring 2016).

Foi verificado em *Alouatta belzebul* três partes bem definidas no intestino delgado: duodeno, que é a parte inicial seguido por jejuno e íleo, sendo o jejuno a parte mais longa corroborando com os achados em humanos. O íleo é a parte mais curta e se distingue do jejuno por uma dobra de mesentério entre ele e o ceco.

De acordo com Chivers & Hladik (1980) e Perrin (2013), *Lepilemur leucopus* (lemur saltador) apresenta o menor intestino delgado de todos os primatas.

O intestino grosso se estende da parte terminal do íleo até o ânus, com função de absorver fluidos e sais do bolo alimentar, formando as fezes. É constituído pelo ceco, apêndice cecal, colon, reto e canal anal. Em *Alouatta belzebul*, primatas da família Atelidae, o ceco é um grande saco de fundo cego, porém sem a presença de apêndice cecal assemelhando-se com os primatas das famílias Tarsiidae e diferindo dos primatas das famílias Megalapidae (gênero extinto de lêmures), Daubentoniidae, Hylobatidae e Hominidae (Milton et al. 1993, Smith et al. 2009, Tortora & Derrickson, 2016).

Superiormente o intestino grosso segue como colo ascendente, logo abaixo do fígado ele se dobra para a esquerda e cruza o abdômen como colo transversal. Logo abaixo do baço o intestino grosso dobra-se continuando como colo descendente através do flanco esquerdo e quando chega na parte superior da cavidade pélvica ele continua como colo sigmoide, que em sua continuidade na parede posterior encontra-se o reto e termina no canal anal (Wolfe-Coote 2005, Standring 2016).

Os primatas fermentadores ceco-cólicos usam o ceco como câmara de fermentação microbiana de polissacarídeos complexos e a produção de ácidos voláteis. Alguns macacos do novo mundo, como o *Lagothrix lagotricha* apresentam ceco bem extenso. Em *Alouatta*, primata folívoro-frugívoro da região neotropical, a fermentação ocorre no ceco, sendo este bem desenvolvido e em formato de L e seus produtos finais podem fornecer até 30 % da energia desses animais (Milton 1980, Bruerton & Perrin 1988, 1991 a, 1991 b, Lambert 1998, Pinto 2003, Cristóbal-Azkarate & Arroyo-Rodriguez 2007, Perrin 2013), porém Milton & Mcbee (1983) em estudo com *Alouatta palliata*, relata que a fermentação cecal desta espécie contribui com até 31% do requisito diário para a manutenção de energia desses animais. Entretanto, Lambert (1998) relata que *Lepilemur mustelinus* (lemur esportivo) tem o ceco extremamente longo, ocupando quase a metade do volume da cavidade abdominal. A quantidade de microorganismos existentes nas câmaras fermentativas são semelhantes em animais que possuem fermentação gástrica e pós-gástrica.

O ceco é bastante segmentado e desenvolvido em *Lepilemur leucopus*, sendo o único gênero que ocorre a cecotrofia, que possibilita a ingestão de material altamente fibroso com sua concomitante fermentação no ceco, e transformação em cecotrofo que é o excremento mole que o animal consome diretamente do ânus, nos momentos de máxima quietude; os quais contém alguns aminoácidos e vitaminas do complexo B, sintetizados no intestino ceco, que são essenciais para a saúde e desenvolvimento do animal. (Hill 1958; Chivers & Hladik 1980; Paula et al. 2017). O ceco e o cólon também são bastante segmentados em *Callithrix jacchus*, sendo que o ceco representa 35% da capacidade e 25% do comprimento total do intestino grosso e isso se deve a necessidade de fermentação microbiana que ocorre no ceco (Caton et al. 1996). Em *Papio cynocephalus* e *Cercopithecus mitis* (macaco-azul) as concentrações de ácidos graxos voláteis na região ceco-cólica são comparáveis com estômago de ruminantes (Lambert 1998).

Na espécie *Hapalemur griseus* (lêmure-grisalho-do-bambu) não existe separação para restringir a entrada de partículas de digesta (>1,5 mm) no ceco, diferindo de outros lemures. Em prossimianos o ceco é bastante desenvolvido e o intestino é aumentado. Em *Lepilemur leucopus* o intestino grosso bastante aumentado diferindo de *Hapalemur griseus* que possui intestino pequeno e alongado e de *Lepilemur leucopus* (Hill 1958, Perrin 2013).

A ausência de taenia e haustros no cólon indica pequena presença de musculatura, o que prolonga a presença do conteúdo no cólon corroborando com os achados de *Alouatta guariba clamitans* (Milton 1980, Santos 2016).

5. Conclusão

Estudar o sistema digestório contribui com dados que permitam elucidar problemas de alimentação, perpetuação das espécies e comportamento animal. A complexidade deste sistema deixa as evidências para entendermos as dietas dos primatas, assim como o processo evolutivo de humanos e não-humanos. Alguns autores também avaliam a relação entre o tamanho do intestino e do cérebro para compreender a evolução de primatas.

Observou-se diferenças em relação a adaptação em dieta alimentar entre *Aloatta belzebul* e as demais espécies de primatas descritas na literatura. Há diferenças entre os aspectos anatômicos, principalmente em relação ao estômago e intestino grosso. O estômago de *Alouatta belzebul*, que é pseudo-compartmentalizado e composto, com regiões glandular e aglandular.

Verificou-se na análise histológica que o estômago de *Alouatta belzebul* segue a configuração histológica usual, porém, com uma diferença significativa na porção mucosa. Em uma das regiões avaliadas, observou-se uma mucosa com densidade significativa, enquanto que em outra região, a mesma porção foi quase inexistente, confirmando a existência de uma região glandular e aglandular no estômago desse primata.

O ceco de *Alouatta belzebul*, localizado no intestino grosso, é um saco de fundo cego onde ocorrer fermentação. É bastante desenvolvido e em formato de L, sem a presença de apêndice cecal.

References

Abee, C. R., Mansfield, K., Tardif, S. D., & Morris, T. (2012). *Nonhuman primates in biomedical research: biology and management*. (2a ed.), Elsevier, Canada. 269-287.

Andrade, M. C. R. (2017). Primatas não humanos para estudos biomédicos: manejo, agentes infecciosos e monitoramento sanitário. *Revista da Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório*. 5(1):64-75.

Ankel-Simons, F. (2010). *Primate anatomy: an introduction*. (3th ed.) Elsevier, California. 392-499.

Azkarate, J. C., Dun, J. C., Balcells, C. D., & Veà Baró, J. (2017). A demographic history of a population of howler monkeys (*Alouatta palliata*) living in a fragmented landscape in México. *PeerJ*. 5:e3547.

Bacalhao, M. B. M., Firmino, M. O., Siqueira, R. A. S., Ramalho, A. C., Cavalcante, T.A., Nery, T. F. L., & Guera, R. R.I. (2016). Descrição morfológica de duas espécies de *Sapajus* encontradas na Paraíba: *S. libidinosus* e o recém-redescoberto e já criticamente ameaçado *S. flavius*. *Pesq. Vet. Bras.* 36(4):317-321.

Bicca-Marques, J. C., & Calegari-Marques, C. (1995). Ecologia alimentar do gênero *Alouatta* lacépede, 1799 (PRIMATES, CEBIDAE). *Cadernos UFAC*. 3, 23-49.

Bonvicino, C. R. (1989). Ecologia e comportamento de *Alouatta belzebul* (Primates: Cebidae) na mata atlântica. *Revista Nordestina de Biologia*. 6(2):149-179.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). (2014). Instrução Normativa nº 444 de 17 de dezembro de 2014. *Lista Nacional das Espécies de mamíferos, aves, répteis, anfíbios e invertebrados terrestres ameaçados de extinção*. Diário Oficial da União, Brasília.

Briseño Jaramillo, M., Biquand, V., Estrada, A., & Lemasson, A. (2017). Vocal repertoire of free-ranging black howler monkeys' (*Alouatta pigra*): Call types, contexts, and sex-related contributions. *American Journal of Primatology*. 79(5), 1-15.

Bruerton, M. R., & Perrin, M. R. (1988). The anatomy of the stomach and cecum of the samango monkey, *Cercopithecus mitis erythrarchus* Peters, 1982. *Zeitschrift für Säugetierkunde-International journal of mammalian Biology*. 53(4):210-224.

Bruerton, M. R., & Perrin, M. R. (1991). Comparative gut morphometrics of vervet (*Cercopithecus aethiops*) and samango (*C. mitis erythrarchus*) monkeys. *Zeitschrift für Säugetierkunde-International journal of mammalian Biology*. 56(2):65-71.

Bruerton, M. R., Davis, C. L., & Perrin, M. R. (1991). Gut microflora of vervet and samango monkeys in relation to diet. *Applied and environmental microbiology*. 57(2):573-578.

Caton, J. M., Hill, D. M., Hume, I. D., & Crook, G. A. (1996). The digestive strategy of the common marmoset, *Callithrix jacchus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*. 114(1);1-8.

Chaves, O. M., & Bicca-Marques, J. C. (2016). Feeding strategies of brown howler monkeys in response to variations in food availability. *PloS one*. 11(2):e0145819.

Chiarello, A. G. (1994). Diet of the brown howler monkey *Alouatta fusca* in a semi-deciduous forest fragment of southeastern Brazil. *Primates*. 35(1):25-34.

Chivers, D. J., & Hladik, C. M. (1980). Morphology of the gastrointestinal tract in primates: comparisons with other mammals in relation to diet. *Journal of morphology*. 166(3);337-386.

Costa, C. A. (2016). *Descrição do repertório vocal e análise da função das vocalizações de curto alcance do bugio ruivo (Alouatta guariba clamitans)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 56p.

Cristóbal-Azkarate J., & Arroyo-Rodriguez V. (2007). Diet and activity pattern of howler monkeys (*Alouatta palliata*) in Los Tuxtlas, Mexico: effects of habitat fragmentation and implications for conservation. *American Journal of Primatology*. 69(9):1013-1029.

Crockett, C. M., & Eisenberg, J. F. (1987). *Howlers: variations in group size and demography*, 54-68. In, Smuts, B. B., Cheney, D. L., & Seyfarth, R. M., Primate societies. The University of Chicago Press, Chicago.

Cubas, Z. S., Silva, J. C. R., & Catão-Dias, J. L. (2015). *Tratado de animais selvagens: medicina veterinária*. 2ª ed. Roca, São Paulo, 1528-1539.

Catão-Dias, J. L., Epihanio, S., & Kierulff, M. C. M. (2013). *Neotropical primates and their susceptibility to Toxoplasma gondii: new insights for an old problem*. 253-289. In: Brinkworth J. F. & Pechenkina K. (eds), Primates, pathogens and evolution. Springer, New York.

Dângelo, J. G., & Fattini, C. A. (2011). *Sistema digestório*, 157-174. In: Ibid. (Eds), *Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar*. (3a ed.), Atheneu, Rio de Janeiro.

Didio, L. J. A. (2002). *Tratado de anatomia sistêmica aplicada*. (2a ed.), Atheneu, São Paulo, 53-92.

Dos Santos Neto, R. T., Guevara, R., & Lopes, M. A. (2018). Effects of sex, seed size na amount of dietary fiber on retention time of captive black holer monkeys. *Mastozoologia Neotropical*. 25(1), 107-114.

Drake, R. L., Volg, W., & Mitchell, A. W. (2010). *Vísceras abdominais*, 272-291. In: Ibid (Eds), *Gray's anatomia para estudantes*. (2a ed.), Elsevier, Rio de Janeiro.

Dunn, J. C., Halenar, L. B., Davie, T. G., Cristobal-Azkarate, J., Reby, D., Sykes, D., & KNAPP, L. A. (2015). Evolutionary trade-off between vocal tract and testes dimensions in howler monkeys. *Current Biology*. 25(21):2839-2844.

Dyce, K. M., Sack, W. O., & Wensing, C. J. G. (2010). *Aparelho digestório*, 99-145. In: Ibid (Eds), *Tratado de Anatomia Veterinária*. (4a ed.), Elsevier, Rio de Janeiro.

Fialho, M. S., Valença-Montenegro, M. M., Silva, T. C. F., Ferreira, J. G., & Laroque, P. O. (2014). Ocorrência de *Sapajus flavius* e *Alouatta belzebul* no Centro de Endemismo Pernambuco. *Neotropical Primates*. 2(2):214–219.

Fleagle J.G. (2013). *Primate Adaptation & Evolution*. (3a ed.), Elsevier, San Diego, p.181-188.

Frandsen, R. D., Wilke, W. L., & Fails, A. D. (2005). *Anatomia do sistema digestório*, p.269-288. In: Ibid (Eds), *Anatomia e Fisiologia dos Animais de Fazenda*. 7ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

Gardner, E., O'rahilly, R., & Gray, D.J. (1978). *Anatomia: estudo regional do corpo humano*. (4a ed.), Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 46-47.

Gregorin, R. (2006). Taxonomia e variação geográfica das espécies do gênero *Alouatta Lacépède* (Primates, Atelidae) no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 23(1):64-144.

Gregorin R., Kugelmeier, T., & Del Rio do Valle R. (2008). *Gênero Alouatta*, p.189-204. In: *Primates Brasileiros*. Technical Books, Londrina.

Hall, J. E. (2017). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*. (13a ed.), Elsevier, Mississippi, p.771-782.

Hill, W. C. O. (1958). Pharynx, oesophagus, stomach, small and large intestine: form and position. *Primatologia*. 3:139-147.

Hill, W. C.O. (1962). *Primates: comparative anatomy and taxonomy*. 7rd ed. Interscience Publishers, New York, 439p.

Hirsch, A., Landau, E. C. Tedeschi, A. C. M., & Menegheti, J. O. 1991. Estudo comparativo das espécies do gênero *Alouatta Lacépède*, 1799 (Platyrrhini, Atelidae) e sua distribuição geográfica na América do Sul. *A primatologia no Brasil*. 3:239-262.

ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). *Espécies ameaçadas*, (2016). Recuperado de http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-dorisco/PORTARIA_N%C2%BA_444_DE_17_DE_D_EZEMBRO_DE_2014.pdf>

IUCN (International Union for Conservation of Nature). *Red List of Threatened Species*. (2017). Recuperado de <http://www.iucnredlist.org/mammals/redlist_status> Acesso: 21/11/2018.

Junqueira, L. C., & Carneiro, J. (2017). *Trato Digestivo*. 279-310. In: *Ibid.* (Eds), *Histologia básica*. (13a ed.) Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

Kindlovits A., & Kindlovits, L. M. (2009). *Primates em cativeiro: classificação, descrição, biologia, comportamento e distribuição geográfica*, 8-27. In: *Ibid.* (ED), *Clínica e Terapêutica em Primatas Neotropicais*. (2a ed.), L. F. Livros, Juiz de Fora.

König, H. E., Sautet, J., Liebich, H. G. (2016). *Anatomia dos animais domésticos*. (6a ed.) Artmed, Porto Alegre, 15-80.

Lambert, J. E. (1998). Primate digestion: interactions among anatomy, physiology, and feeding ecology. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*. 7(1):8-20.

Mendes, S. L. (1989). Estudo ecológico de *Alouatta fusca* (Primates: Cebidae) na Estação Biológica de Caratinga, MG. *Revista Nordestina de Biologia*, 6(2):71-104.

Milton, K. (1978). Behavioral adaptations to leaf-eating by the mantled howler monkey (*Alouatta palliata*). *The ecology of arboreal folivores*. 535–550.

Milton, K. (1980). *The foraging strategy of howler monkeys: a study in primate economics*. Columbia University Press, 82-91.

Milton, K. (1981). Food choice and digestive strategies of two sympatric primate species. *The American Naturalist*. 117(4):496-505.

Milton, K., & Mcbee, R. H. (1983). Rates of fermentative digestion in the howler monkey, *Alouatta palliata* (primates: ceboidea). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*. 74(1):29-31.

Miranda, J. M., & Passos, F. C. (2004). Feeding habits of the *Alouatta guariba* (Humboldt) (Primates, Atelidae) on a Araucaria Pine Forest, Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 21(4):821-826.

Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. R. (2014). *Abdome*, 294-322. In: Ibid. (Eds), *Anatomia orientada para a clínica*. (7a ed.), Koogan, Rio de Janeiro.

Mortoza, A. R., Ferreira, V. S., Siqueira, P. A., Ramos, A. L. M., & Ferreira, J. R. (2008). Aspectos anatômicos do palato duro do primata *Cebus apella* (L. 1766). *Biotemas*. 21(1):107-113.

Neville, M. K., Glander, K. E., Brasa, F., & Rylands, A. (1988). *The Howling Monkeys, Genus Alouatta*. 349-453. In: Mittermeir, R. A., Rylands, A. B., Coimbra-Filho, A. F., & Fonseca, G. A. B. Ecology and Behavior of Neotropical Primates. Vol.2. World Wildlife Fund, Washington.

Odália-Rímoli, A., Valdivino, E. M., Rímoli, J., & Ferrari, S. F. (2008). *Behavior patterns of a group of black howler monkey Alouatta caraya (Humboldt, 1812) in a forest fragment in Terenos, Mato Grosso do Sul: a seasonal analysis*, 179-191. In: Ferrari, S. F., & Rimolí, J. (Eds), A Primatologia no Brasil. Vol.9. Sociedade Brasileira de Primatologia, Aracajú.

Palma, A. C., Vélez, A., Gómez-Posada, C., López, H., Zárate, D. A., & Stevenson, P. R. (2011). Use of space, active patterns, and foraging behavior of red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in an Andean forest fragment in Colombia. *American Journal of Primatology*. 73(10):1062-1071.

Paula, E., Ferreira, W. M., Ferreira, F. N. A., Junior, M. B. C., Mota, K. C. N. M., & Rocha, L.F. (2017). Digestibilidade e contribuição da cecotrofia de coelhos alimentados com ou sem óleo vegetal na dieta. *PUBVET*. 11(3):298-305.

Pereira, A. S., et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [free e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Perrin, M. R. (2013). The gastrointestinal anatomy of the lesser bamboo lemur, *Haplemur griseus*, with comments on digestive function. *South African Journal of Wildlife Research*, 43(1):79-83.

Pinto, A. C. B., Azevedo-Ramos, C., & Carvalho, J. R. (2003). O Activity patterns and diet of the howler monkey *Alouatta belzebul* in areas of logged and unlogged forest in Eastern Amazônia. *Animal Biodiversity and Conservation*. 26(2):39-49.

Pinto, L. P. (2002). *Dieta, padrão de atividades e área de vida de Alouatta belzebul discolor (primates, atelidae) em Paranaíta, Norte de Mato Grosso*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Caminas, São Paulos. 128p.

Sartor, R., Müller, T. R., Mamprim, M. J., Teixeira, C. R., Souza, L. P., Lehmkuhl, R. C., & Luciani, M. G. (2017). Abdominal ultrasonography of the healthy howler monkey (*Alouatta fusca*). *Veterinary Medicine and Science*. 3(1):32-39.

Silva, A. E. F. (2016). *Modelação de um Software para análise qualitativa e quantitativa da deglutição orofaríngea por videofluoroscopia*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Porto. 102p.

Silva, J. M. (2015). *Ecologia, Conservação e Comportamento de Guariba-de-mãos-ruivas (Alouatta belzebul belzebul) no município de água preta, Pernambuco, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Água Preta. 108p.

Silva, L. C. S. (2012). *Contribuição ao estudo do estômago do sagui-de-tufo-preto (Callithrix penicillata)*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 87p.

Smith, H. F., Fisher, R. E., Everett, M. L., Thomas, A. D., Randal Bollinger, R., & Parker, W. (2009). Comparative anatomy and phylogenetic distribution of the mammalian cecal appendix. *Journal of evolutionary biology*. 22(10):1984-1999.

Standring, S. (2016). *Gastrointestinal Tract*, p.1111-1142. In: Ibid. (Eds), Gray's anatomy. (41a ed.) Elsevier, Rio de Janeiro.

Strier, K. B. (2017). *Introduction to Primate Studies*, 1-34. In: Ibid. (Eds), Primate behavioral ecology. (5^a ed.), Routledge. New York.

Suzuki, K., Nagai, H., Hayama, S., & Tamate, H. (1985). Anatomical and histological observations of the stomach of François' leaf monkeys (*Presbytis francoisi*). *Primates*. 26(1),99-103.

Tomasello M. (2000). First steps toward a usage-based theory of language acquisition. *Cognitive linguistics*. 11 (2),61-82.

Tornavoi, D. C., & Silva, R. H. A. D. (2010). Rugoscoia palatina e aplicabilidade na identificação humana em odontologia legal. *Saude, ética & Justiça*. 15(1),28-34.

Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2016). *Princípios de Anatomia e fisiologia*. (14a ed.), Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1207-1270.

Vieira, V. S., Soares, N. P., Carneiro-e-Silva, F. O., Lima, F. C., & Pereira, K. F. (2015). Comparative anatomical study of the thigh muscles of *Sapajus spp.* (*Primates, Cebidae*). *Enciclopédia Biosfera*. 11(21), 579-592.

Wolfe-Coote S. (2005). *The laboratory primate*. Elsevier Academic Press, Oxford, 175-227.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Ana Claudia de Laet Segantine - 25%

Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo – 10%

Fabiano Rodrigues de Melo – 10%

Ruan Kelvin Wink Schell – 10%

Ana Carla Zarpelon Schutz – 10%

Dayane Kelly Sabec Pereira – 10%

Kleber Fernando Pereira- 25%