

Anatomia das vias respiratórias de *Alouatta belzebul*

Anatomy of the airways of *Alouatta belzebul*

Anatomía del tracto respiratorio de *Alouatta belzebul*

Recebido: 04/11/2020 | Revisado: 10/11/2020 | Aceito: 18/11/2020 | Publicado: 24/11/2020

Raniery José Fernandes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5030-6505>

Faculdade Morgana Potrich, Brasil

E-mail: ranieryfernandes@fampfaculdade.com.br

Érica Rezende Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0725-6143>

Faculdade Morgana Potrich, Brasil

E-mail: ericarezende@fampfaculdade.com.br

Vanessa Chiaparini Martin Coelho Pires

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0699-6377>

Faculdade Morgana Potrich, Brasil

E-mail: vanessamartin@fampfaculdade.com.br

Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo

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

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: fabiana.melo@ufv.br

Fabiano Rodrigues de Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9958-2036>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: frmelo@ufv.br

Dayane Kelly Sabec Pereira

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

Centro Universitário Assis Gurgacz, Brasil

E-mail: daya_ks@hotmail.com

Kleber Fernando Pereira

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

Universidade Federal do Paraná, Brasil

E-mail: kleber.ufpr@gmail.com

Resumo

Alouatta belzebul é uma espécie de bugio, da família Atelidae e gênero *Alouatta*, conhecido por guariba-de-mãos-vermelhas. É endêmico no Brasil, ocorrendo em duas populações: na Amazônia e na Mata Atlântica do litoral do Nordeste. A anatomia deste gênero apresenta variações entre os primatas, como o desenvolvimento atípico da laringe. Estas variações ocorrem principalmente por fatores comportamentais, defesa de alimentos e território. O objetivo deste estudo foi estabelecer dados comparativos das estruturas do sistema respiratório de *A. belzebul* com a de outros primatas humanos e não humanos e mamíferos. Foram usados para este estudo sete espécimes de *A. belzebul* onde observou-se na laringe a presença de musculatura, membranas e ligamentos, em consonância às estruturas observadas em primatas humanos, e um osso hioide bastante evidente. A traqueia do *Alouatta belzebul* é constituída de 11 a 12 anéis cartilagíneos incompletos. Nas estruturas pulmonares, notou-se um quarto lobo no pulmão direito, no esquerdo apresenta somente dois lobos, que se assemelharam com outros primatas não humanos, como sagui-de-tufos-brancos (*Callithrix jacchus*) e macaco-prego (*Sapajus libidinosus*), mamíferos domésticos, como canídeos e felinos e mamíferos silvestres, como jaguatirica (*Leopardus Pardalis*) e raposa (*Cerdocyon thous*). O estudo contribuiu para discussão sobre aspectos evolutivos do sistema respiratório e atuação clínica e cirúrgica do médico veterinário.

Palavras-chave: Anatomia; Bugio; Laringe; Pulmão.

Abstract

Alouatta belzebul is a species of howler, from the Atelidae family and genus *Alouatta*, known as the red-handed Guariba. It is endemic in Brazil, occurring two populations: in the Amazon and the Atlantic Forest of the northeast coast. The anatomy of this genus presents variations among primates, such as atypical development of the larynx. These variations occur mainly by behavioral factors, defense of food and territory. This study established comparative data on the structures of the respiratory system, with that of other primates and mammals. In the larynx, the presence of muscles, membranes and ligaments was observed, in consonance with the structures observed in human primates, and a very evident hyoid bone. The trachea of the *Alouatta Belzebul* consists of 11 to 12 incomplete cartilaginous rings. In the pulmonary structures, there was a fourth lobe in the right lung, on the left, presenting only two lobes, which resembled other non-human primates, such as white-tufted Sagui (*Callithrix Jacchus*) and Capuchin monkey (*Sapajus libidinosus*), Domestic mammals such as canids and felines and wild mammals, such as Jaguaririca (*Leopardus Pardalis*) and Fox (*Cerdocyon thous*). The

study contributed to a discussion about evolutionary aspects of the respiratory system and clinical and surgical performance of the veterinary physician.

Keywords: Anatomy; Howler monkey; Larynx; Lung.

Resumen

Alouatta belzebul es una especie de mono aullador, de la familia Atelidae y del género *Alouatta*, conocido como guariba-de-mãos-vermelhas. Es endémico en Brasil y se da en dos poblaciones: el Amazonas y el Bosque Atlántico del litoral nordeste. La anatomía de este género presenta variaciones anatómicas entre los primates, como el desarrollo laríngeo atípico. Estas variaciones ocurren principalmente debido a factores de comportamiento, defensa de la comida y territorio. El objetivo de este estudio era establecer datos comparativos de las estructuras del sistema respiratorio de *A. belzebul* con las de otros primates humanos y no humanos y mamíferos. Para este estudio se utilizaron siete ejemplares de *A. belzebul*, en los que se observó la presencia de músculos, membranas y ligamentos en la laringe, en consonancia con las estructuras observadas en primates humanos, y un hueso hioides muy evidente. La tráquea de *Alouatta belzebul* consiste en 11 o 12 anillos cartilagosos incompletos. En las estructuras pulmonares, se observó un cuarto lóbulo en el pulmón derecho, en el izquierdo presenta sólo dos lóbulos, que se asemejan a otros primates no humanos, como el sagui-de-tufos-blanco (*Callithrix jacchus*) y el mono capuchino (*Sapajus libidinosus*), los mamíferos domésticos, como los caninos y gatos y los mamíferos salvajes, como el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el zorro (*Cerdocyon thous*). El estudio contribuyó al debate sobre los aspectos evolutivos del sistema respiratorio y el rendimiento clínico y quirúrgico del veterinario.

Palabras clave: Anatomía; Bugio; Laringe; Pulmón.

1. Introdução

A anatomia do sistema respiratório de primatas do novo mundo foi estudada por César e Campos *et al.* (2013) que descreveram a morfologia da traqueia de *Sapajus libidinosus* (macaco-prego) e Silva *et al.* (2015), que elucidaram a histologia e a ultraestrutura da traqueia, brônquios e pulmões do *Callithrix penicillata* (sagui-de-tufo-preto).

A espécie *Alouatta belzebul* foi avaliada em outros estudos anatómicos, como na medula espinal (Souza-Terra *et al.*, 2018), vascularização do encéfalo (Sabec-Pereira *et al.*, 2020), tubo digestório (Segantine *et al.*, 2020), seios venosos da dura-máter (Sabec-Pereira *et*

al., 2020) e sistema reprodutor feminino (Pereira et al., 2020), entretanto, a literatura científica sobre a anatomia do sistema respiratório do *Alouatta belzebul* é inexistente, e estudos que descrevam os aspectos morfológicos desta espécie são de grande importância para conhecimento dos animais silvestres, contribuindo na conservação da fauna e auxiliando na atuação clínica e/ou cirúrgica do médico veterinário.

Deste modo, a análise de estruturas animais, em especial de primatas não humanos é fundamental para a compreensão dos diversos elementos do sistema respiratório, assim como seus aspectos anatômicos e fisiológicos (Paula, 2010, Pissinatti, 2014).

Estudos comparativos são importantes para diferenciar a evolução das espécies e o sistema respiratório apresenta diferenças consideráveis no que diz respeito a dificuldade de procedimentos experimentais. No que se refere especificamente aos pulmões, diversas foram as pesquisas realizadas nestas estruturas em primatas não-humanos, tendo em vista a proximidade filogenética com os seres humanos, e assim se tornam, quando comparados a outros mamíferos, melhores modelos para estudo da estrutura, função e patologia pulmonar (Maina, 1987).

Mediante esses informes e considerando a escassez de informações acerca da morfologia do sistema respiratório em *Alouatta belzebul*, o presente trabalho teve como objetivo descrever a morfologia das vias respiratórias desta espécie, no que tange à cavidade nasal, faringe, laringe, traqueia, brônquios, segmentação broncopulmonar e pulmões, por meio da técnica anatômica de dissecação.

2. Metodologia

Foram utilizados sete espécimes de *Alouatta belzebul*, machos e adultos, provenientes do Projeto de resgate e salvamento de fauna terrestre durante as atividades de supressão de vegetação para a implantação do aproveitamento hidrelétrico de Belo Monte – Brasília-DF, regidos pelo processo do IBAMA nº 02001.001848/2006-75 e a autorização nº 473/2014 – 2a retificação. Após o resgate, os animais foram congelados e encaminhados para o Laboratório de Anatomia Humana e Comparativa da Universidade Federal de Jataí, sendo mantidos congelados até o início do experimento.

Esta é uma pesquisa descritiva e qualitativa (Pereira et al., 2018) e foi aprovada pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal - CEUA-UFG, regido pelo protocolo nº 083/17.

Os espécimes foram fixados por meio de infusão intramuscular e intracavitária e submersão em solução aquosa de formol a 10%, mantidos dentro de cubas opacas cobertas

para evitar a penetração da luz e evaporação do formol. Foi empregado a técnica de perfusão com látex, dissecando a região da artéria aorta torácica, canulando e injetando uma solução corada de látex em vermelho em artérias e traqueia e azul, nas veias, mediante o uso de seringas, em sentido cranial e caudal.

Para as vias aéreas superiores, os crânios foram seccionados em serra fita no plano sagital mediano para visualização de estruturas nasais e faríngeas internas. O acesso na região cervical, foi realizada através de uma abertura na região ventral, expondo as estruturas musculares e cartilagens, membranas e ligamentos da laringe.

Na região torácica realizou-se uma secção entre as costelas e esterno, expondo a região dos pulmões, evidenciando a presença de pleura e sua localização em relação a caixa torácica. Após a identificação das estruturas vasculares, o conjunto de laringe, traqueia e pulmões foram retirados e mensurados, incluindo cavidade nasal, faringe, cartilagens e músculos da laringe, traqueia, brônquios e pulmões, com o uso de um paquímetro Wolker®.

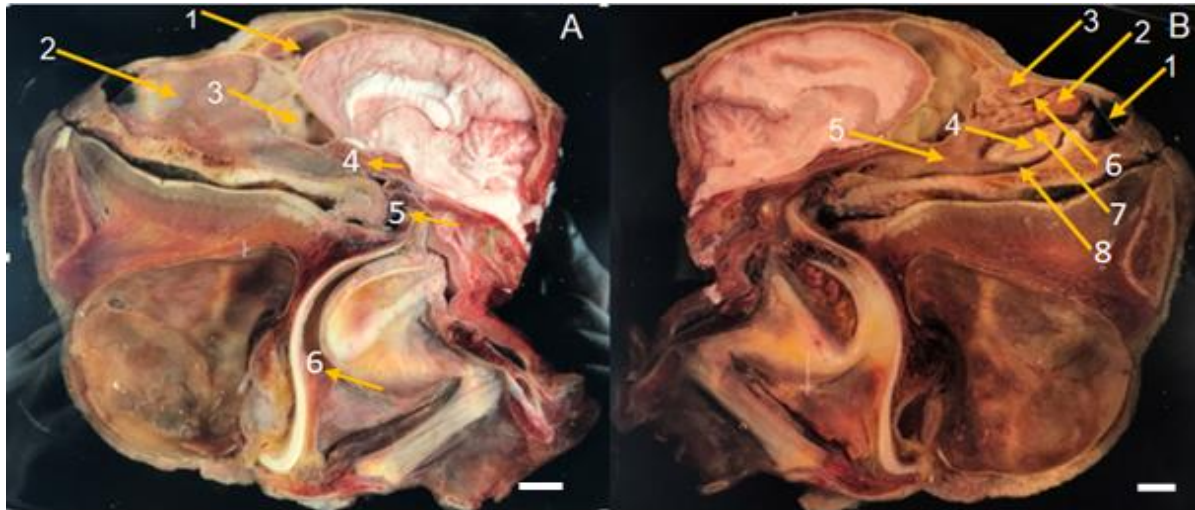
Ao término da etapa da dissecação, as capturas de imagens foram realizadas com o uso de uma câmera digital (camera-sony-cyber-shot-16-mega-pixeis) a Nomina Anatômica Veterinária (2017) foi consultada para adequação a nomenclatura utilizada com os padrões e normas internacionais.

3. Resultados e Discussão

Na cavidade nasal do *Alouatta belzebul* foi identificado um septo nasal que separa os antímeros direito e esquerdo, sendo a parte óssea formada pela lâmina perpendicular do osso etmóide. A região maxilar, onde se localiza os ossos nasais e frontal, o etmóide e o esfenóide formam os limites da parede lateral e superior da cavidade nasal.

A cavidade nasal inclui a concha nasal superior do etmóide e as conchas média e inferior que se se projetam em direção ao vestíbulo nasal, se estendendo à região das cóanas (Figura 1).

Figura 1. Vias aéreas superiores do *Alouatta belzebul*, A - 1 seio nasal frontal, 2 septos nasal, 3 seios esfenoidal, 4 nasofaringes, 5 orofaringes, 6 laringofaringes. B - 1 Vestíbulo nasal, 2 concha nasal média, 3 conchas nasal superior, 4 conchas nasal inferior, 5 cóanas, 6 meatos nasal superior, 7 meatos nasal médio, 8 meatos nasal inferior. Barra de escala: 1cm.



Fonte: Raniery José Fernandes.

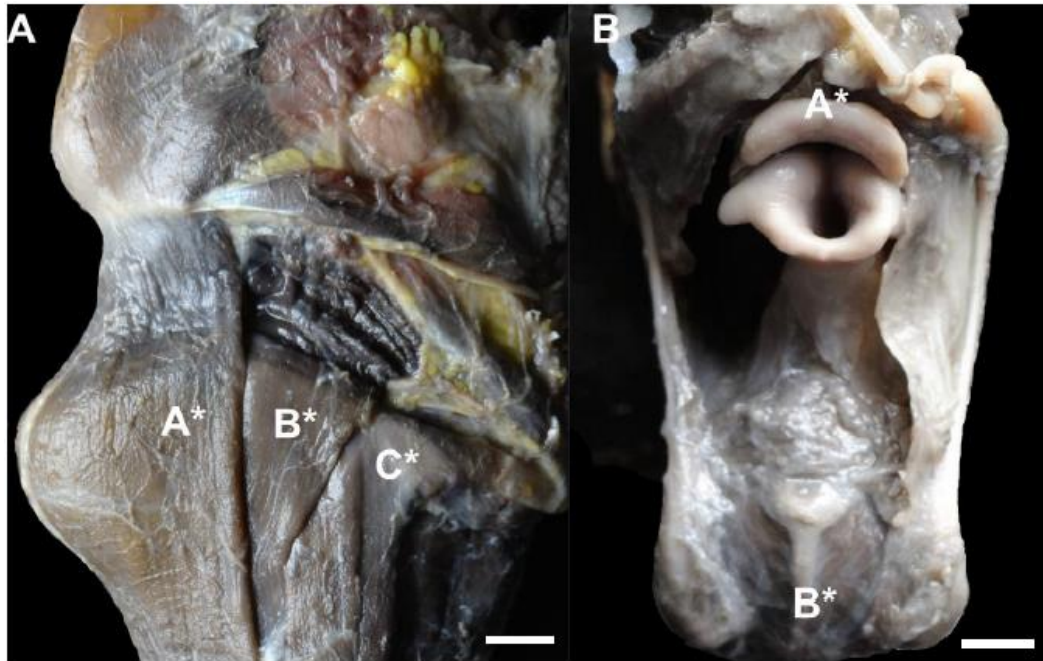
Em *Alouatta belzebul*, as estruturas anatômicas assemelham-se quando comparado a algumas espécies de primatas não-humanos como *Cacajao* (macaco-inglês), *Pithecia* (parauacu), *Chiropotes* (macaco-preto), *Sapajus libidinosus* (macaco-prego) e o *Pongo* (orangotango), possuem adaptações especiais da faringe (Wolfe-Coote, 2005), nas quais as estruturas das vias aéreas superiores utilizadas para a vocalização, são em geral modificadas e se sobrepõem completamente aos envolvidos na vocalização.

Para Chandrasekaran (2009) e Morrill, (2012), os componentes básicos do aparelho vocal se comportam e interagem em formas complexas para gerar uma ampla gama de sons.

As vias aéreas se estendem desde a laringe à região brônquica e sua segmentação, em *Alouatta belzebul*, apresenta estruturas compatíveis e similares àqueles presentes em outros primatas como o macaco-prego (*Sapajus libidinosus*) (César *et al.*, 2013) e o sagui-de-tufos-brancos (*Callithrix jacchus*) (Falcão *et al.*, 2018).

A Figura 2 demonstra na parte ventral a musculatura da laringe, músculo esterno-hioideo, músculo tiro hioideo, Ventre superior músculo omo hioideo, epiglote e na região posterior, o músculo cricoaritenóideo posterior.

Figura 2. Músculos da Laringe do *Alouatta belzebul*: A – Músculos da região anterior, (A*) músculo esterno-hioideo, (B*) músculo tiro hioideo, (C*) Ventre superior musculo omo hioideo B: epiglote e músculos da laringe, (A*) Epiglote, (B*) musculo cricoaritenóideo posterior. Barra de escala: 1cm.



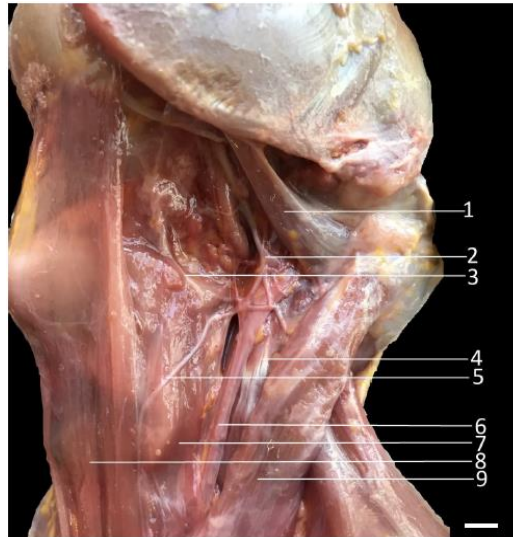
Fonte: Raniery José Fernandes.

Os vasos e nervos da laringe de *Alouatta belzebul* constituem em artérias tireóideas superior e inferior as quais dão origem às artérias laríngeas superior e inferior, respectivamente, anastomosando-se entre si.

Os nervos laríngeos são derivados do nervo vago (NC X) através dos ramos interno e externo do nervo laríngeo superior, e o nervo laríngeo inferior é derivado do nervo laríngeo recorrente demonstrado na Figura 3.

A laringe é um órgão situado entre a faringe e a traqueia, fazendo parte das vias aéreas superiores. A laringe no primata humano, é um órgão tubular localizado no plano mediano e anterior do pescoço que, além de função respiratória é órgão responsável pela produção do som (Gray. 2010).

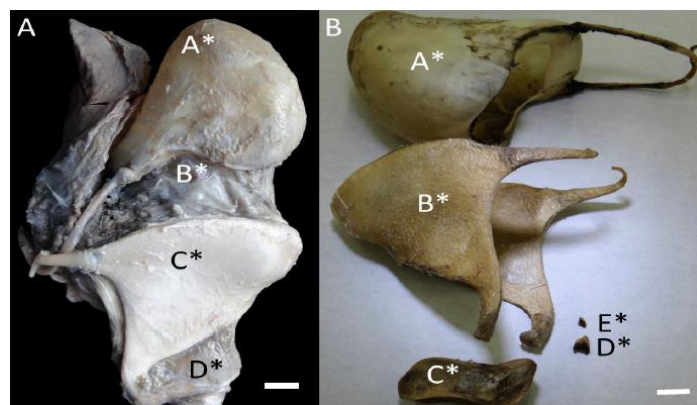
Figura 3. Vista lateral do pescoço do *Alouatta belzebul*: 1 ventre posterior do músculo digástrico, 2 nervos vago, 3 nervos laríngeo superior, 4 músculos escaleno médio, 5 nervos laríngeo inferior, 6 artérias carótida comum, 7 músculos esterno-hióideo, 8 músculos tireo-hióide, 9 músculos esternocleidomastóide. Barra de escala: 1cm.



Fonte: Raniery José Fernandes.

As estruturas que constituem a laringe do *Alouatta belzebul* são bastantes evidentes, possivelmente por sua função na vocalização, o tamanho e forma das cartilagens são grandes em relação ao tamanho do espécime (Figura 4).

Figura 4. Estruturas da laringe do *Alouatta belzebul*: A, cartilagens e ligamentos laringe, (A*) osso hioide, (B*) membrana tirohioidea, (C*) cartilagem tireóidea, (D*) ligamento cricotireóide. B cartilagens da laringe e osso hioide, (A*) osso hioide, (B*) cartilagem tireóidea, (C*) cartilagem cricóidea, (D*) cartilagem aritenóide, (E*) cartilagem corniculada. Barra de escala: 1cm.



Fonte: Raniery José Fernandes.

As estruturas vocais do *Alouatta belzebul* demonstram adaptações próprias da espécie, como evidenciado nas características atípicas do osso hioide. Algumas das vocalizações emitidas pelos indivíduos são muito intensas, devido ao desenvolvimento deste osso, podendo ser ouvidas a grandes distâncias (Figura 5) (Auricchio, 1995; Oliveira, 2002). Dentre os primatas neotropicais ou do novo mundo, o gênero *Alouatta* possui uma vocalização acústica única, principalmente devido às características morfológicas complexas presentes na região da laringe. A presença do osso hioide modificado, pois possui forma ovalada responsável pela ressonância e amplificação dos sons deste primata. Essas características anatômicas são especializadas para a vocalização (Oliveira, 2002).

O osso hioide do *Pan troglodytes* participa no funcionamento dos sacos de ar laríngeos, que não estão presentes em seres humanos. A configuração anatômica da linhagem e do trato vocal restringe o primata de comunicação de diferentes maneiras (Hauser e Marler, 1993). Evidências convergentes sugerem que o tamanho da laringe é independente do tamanho total do corpo, tornando sua frequência e suas estruturas vocais próprias para o tamanho do corpo para adultos dentro da maioria das espécies (McComb e Reby, 2010). De acordo com Negus (1958), as características da laringe do homem estão correlacionadas com a evolução da postura ereta. Por exemplo, em *Pan troglodytes* não são habitualmente bípedes, um fato que se reflete na posição da cabeça, bem como a posição elevada da epiglote em relação ao palato mole. Além disso, tanto a posição e morfologia da laringe e hioide do *Pan troglodytes*, o tamanho e estruturas morfológicas diferem do homem.

As vias aéreas inferiores do *Alouatta belzebul* são constituídas por traqueia, brônquios principais, brônquios lobares e brônquios segmentares, além de dois pulmões, um direito e um esquerdo.

Observou-se que a traqueia do *Alouatta belzebul* é constituída de uma estrutura tubular cilíndrica, seu início localiza-se na borda inferior da cartilagem cricóidea e a sua terminação situa-se no mediastino, onde uma bifurcação marca a origem dos brônquios principal esquerdo e direito. A traqueia em *Alouatta belzebul*, é constituída de um tubo cilíndrico em sua porção antero-lateral, achatado na região ventral por conta da presença da membrana traqueal. A traqueia do espécime é constituída por 11 a 12 anéis cartilagosos incompletos (Tabela 1), os quais na porção dorsal estão ligados por uma parede musculomembranosa, o músculo traqueal. Diferente das descrições anatômicas da traqueia humana com aproximadamente de 15 a 20 anéis (Testut; Latarjet, 1979) e em gorila (*Gorila gorila*) a contagem de 17 anéis (Raven, (1950). Segundo Pinheiro *et al.* (2012), existem grandes

variações entre o número de anéis traqueais em diferentes grupos de primatas, como no macaco-de-cheiro (*Saimiri sciureus*), o número de anéis entre 30 e 36 nos animais jovens e 28 a 32 nos adultos, e em estudos realizados em macacos-prego (*Sapajus libidinosus*) a traqueia é constituída por anéis incompletos, cujo número varia entre 29 a 30 (César *et al.*, 2013). A estrutura anatômica da traqueia do *Alouatta belzebul* não apresentou grandes divergências em relação à morfologia da traqueia de humanos e de outros primatas.

Tabela 1. Mensuração da traqueia e contagem do número de anéis traqueais encontrados no *A. belzebul*.

ESPÉCIME	TRAQUEIA EM CM	NUMERO DE ANEIS
BM55623	3,50	12,00
BM55322	4,00	11,00
BM46182	3,40	11,00
BM91659	4,10	12,00
BM49402	3,90	12,00
BM70990	3,70	11,00
BM88397	4,00	12,00
Média ± DP (Desvio padrão da média).	3,8±0,27	11,55 ± 0,53

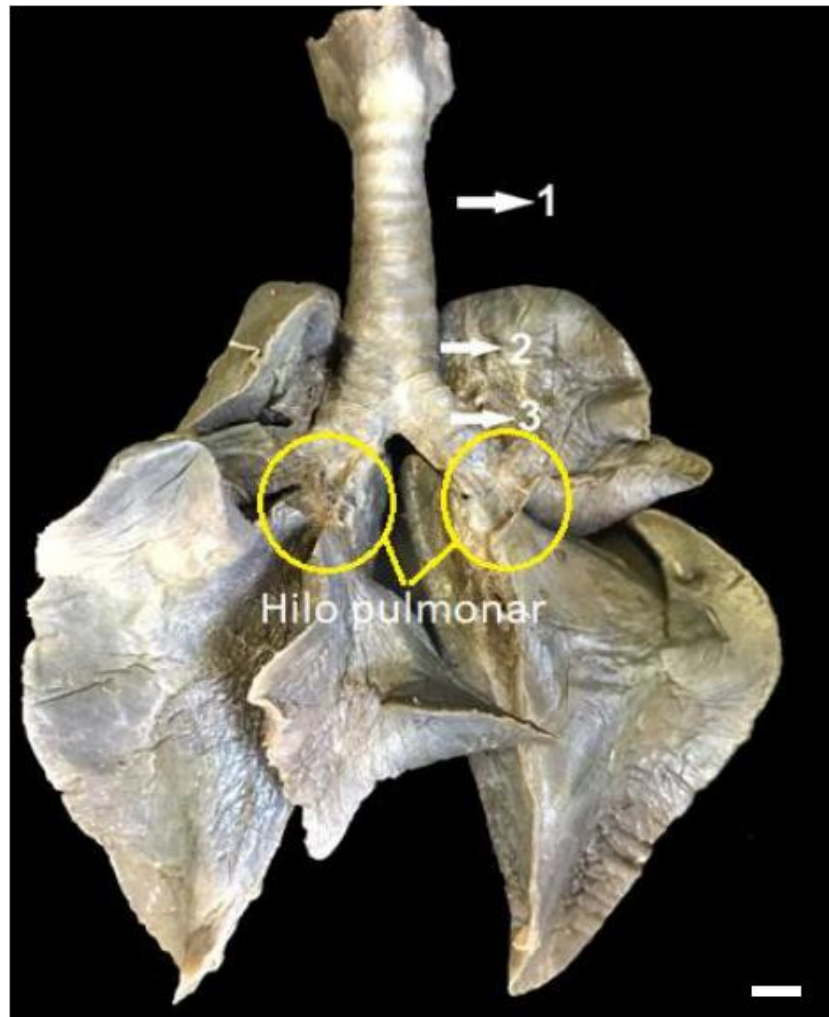
Fonte: Autores.

Existem variações das formas dos anéis traqueais no *Alouatta belzebul*, podendo ser ramificados ou não. Em sua extremidade caudal a traqueia divide-se em dois ramos: o brônquio principal esquerdo e direito, entretanto, animais com pescoço mais curto podem exibir um número menor de anéis por conta do tamanho da laringe, como encontrado no *Alouatta belzebul*.

Os pulmões do *Alouatta belzebul* estão localizados na cavidade torácica, têm um formato cônico, com base perpendicular ao ápice, face caudal (diafragmática), face lateral (costal), face medial (mediastínica), margem dorsal, margem ventral e margem basal que se assemelham aos demais primatas.

Na face mediastínica está localizado o hilo pulmonar, local de acesso dos brônquios, vasos sanguíneos, linfáticos e nervos (Figura 5). O ápice do pulmão se estende até a região da base do pescoço. A parte inferior, côncava e ampla, ou base do pulmão, apoia-se na superfície cranial do diafragma.

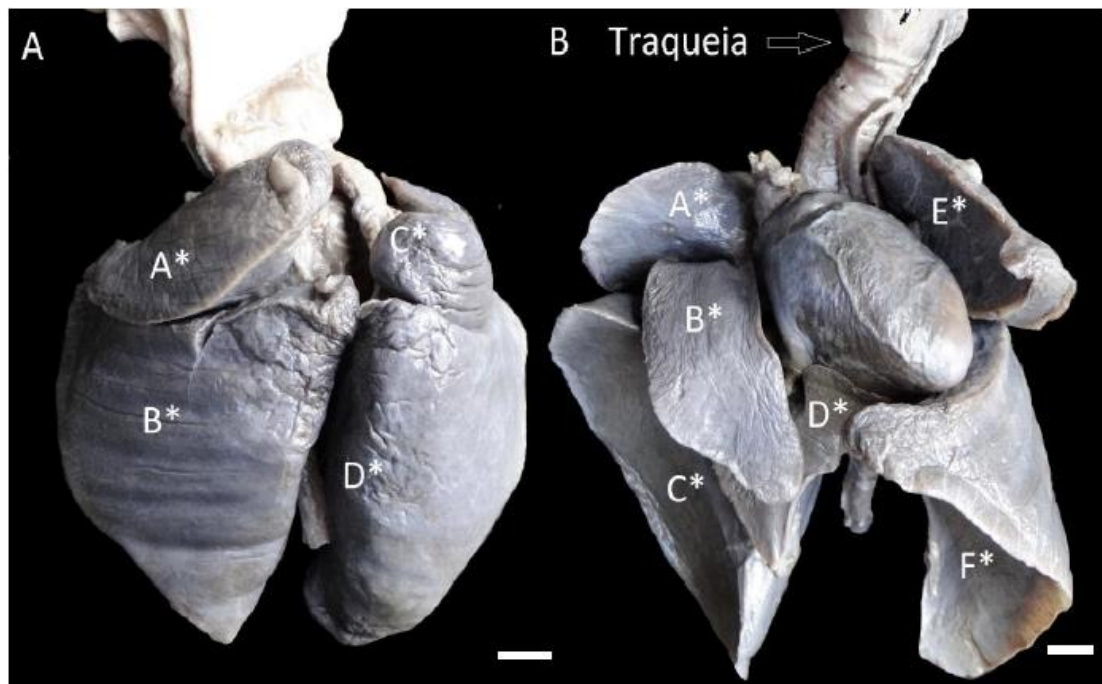
Figura 5. Vias respiratórias inferiores do exemplar de *Alouatta belzebul*, hilo pulmonar (círculo amarelo), 1 traqueia, 2 região da carina, 3 brônquios principais. Barra de escala: 1cm.



Fonte: Raniery José Fernandes.

A morfologia pulmonar do *Alouatta belzebul* consiste em pulmão direito dividido em: lobo cranial, lobo médio, lobo caudal e lobo acessório (Figura 6), enquanto que o pulmão esquerdo é dividido em: lobo cranial e lobo caudal. É bem semelhante em relação as estruturas pulmonares, como divisão lobar, bronquial e presença de um lobo acessório, quando comparada aos outros primatas neotropicais como sagui-de-tufos-brancos (*Callithrix jacchus*) (Falcão, *et al.* 2018) e gibões de mão branca, (*Hylobates agilis*) (Nakakuki S, Akiyoshi E, 1993), e alguns mamíferos silvestres como, Jaguaririca (*Leopardus Pardalis*) (Schuingues *et al.*, 2017).

Figura 6. Identificação lobar do *Alouatta belzebul*: A - Face costal, (A*) lobo cranial do pulmão esquerdo, (B*) lobo caudal pulmão esquerdo, (C*) lobo cranial pulmão direito, (D*) lobo caudal direito. B - Face diafragmática e mediastínica, (A*) lobo cranial pulmão direito, (B*) lobo médio pulmão direito, (C*) lobo caudal do pulmão direito, (D*) lobo acessório pulmão direito, (E*) lobo cranial pulmão esquerdo, (F*) lobo caudal pulmão esquerdo. Barra de escala: 1cm.



Fonte: Raniery José Fernandes.

Quando comparados a outras espécies de primatas, os pulmões do *Alouatta belzebul*, demonstraram bastante similaridade em relação à descrições observadas na literatura, como em Gorila (*Gorila gorila*) (Nakakuki, 1991), Gibões de mão branca, (*Hylobates agilis*) (Nakakuki e Akiyoshi, 1993), Macaco comedor de caranguejo (*Macaca fascicularis*) (Nakakuki, 1994), Sagui-de-tufos-brancos (*Callithrix jacchus*) (Falcão *et al*, 2018).

A lobação pulmonar do *Alouatta belzebul* composta por, pulmão direito constituído de quatro lobos no pulmão direito, lobo cranial, lobo médio, lobo caudal e lobo acessório, e pulmão esquerdo, lobo cranial e lobo caudal, diferindo de espécies como Chimpanzé (*Pan troglodyte*) (Nakakuki, 1992) e Orangotango, (*Pongo pygmaeus*) (Nakakuki e Akiyoshi, 1991), onde a anatomia é bastante semelhante à humana quando comparados, contendo os lobos pulmonares divididos em: pulmão direito composto por quatro lobos no pulmão direito, lobo cranial, lobo médio, lobo caudal, pulmão esquerdo

lobo cranial e lobo caudal. As comparações com outros primatas humanos e não humanos, podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2. Morfologia da divisão lobar dos pulmões de primatas.

ESPÉCIE	LOBAÇÃO		REFERÊNCIA
	PULMÃO DIREITO	PULMÃO ESQUERDO	
Bugios de mãos ruivas (<i>Alouatta belzebul</i>)	Lobo cranial, lobo médio, lobo caudal e lobo acessório	Lobo cranial e lobo caudal	Presente estudo.
Humanos (<i>Homo sapiens</i>)	Lobo superior, lobo médio, lobo inferior	Lobo superior, lobo inferior	Moore, 2014
Sagui-de-tufos-brancos (<i>Callithrix jacchus</i>)	Lobo cranial, lobo médio, lobo caudal e lobo acessório	Lobo cranial e lobo caudal	Falcão. B, <i>et. al.</i> 2018
Gorila (<i>Gorila gorila</i>)	Lobo cranial, lobo médio, lobo caudal e lobo acessório	Lobo cranial e lobo caudal	Nakakuki S, Akiyoshi E; 1991
Gibões de mão branca, (<i>Hylobates agilis</i>)	Lobo cranial, lobo médio, lobo caudal e lobo acessório	Lobo cranial e lobo caudal	(Nakakuki S, Akiyoshi E; 1993
Macaco comedor de caranguejo, (<i>Macaca fascicularis</i>)	Lobo cranial, lobo médio, lobo caudal e lobo acessório	Lobo cranial e lobo caudal	(Nakakuki S, Akiyoshi E; 1993
Chimpanzé (<i>Pan troglodyte</i>)	Lobo cranial, lobo médio, lobo caudal	Lobo cranial e lobo caudal	Nakakuki Shoichi, 1992
Orangotango, (<i>Pomgo pygmaeus</i>)	Lobo cranial, lobo médio, lobo caudal	Lobo cranial e lobo caudal	Nakakuki S, Akiyoshi E, 1991

Source: Authors.

Quando comparados com outros espécimes, a divisão lobar do *Alouatta belzebul*, mostrou-se bastante similar em relação a disposição dos lobos em mamíferos domésticos como canídeos, ovinos, bovinos, equídeos e suínos (Dyce *et al*, 2010), (Cury *et al*, 2013) e animais silvestres como raposa (*Cerdocyon thous*) (Dantas *et al.*, 2014) o que difere para jaguatirica (*Leopardus Pardalis*) (Schuingues, *et al*, 2017) (Tabela 3).

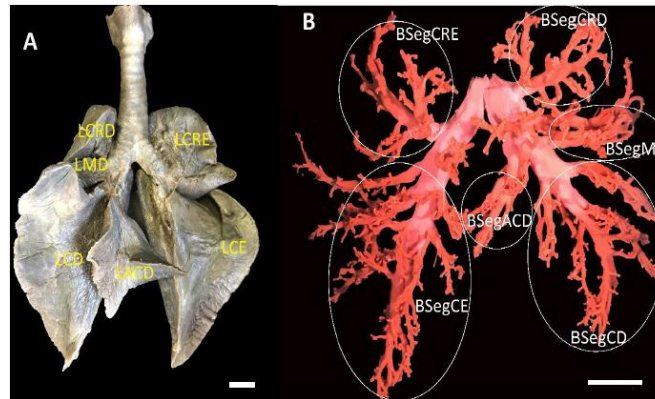
Tabela 3. Morfologia da divisão lobular dos pulmões de animais domésticos e silvestres.

ESPÉCIE	LOBAÇÃO		REFERÊNCIA
	PULMÃO DIREITO	PULMÃO ESQUERDO	
Bugios de mãos ruivas (<i>Alouatta belzebul</i>)	Lobo cranial, lobo médio, lobo caudal e lobo acessório	Lobo cranial e lobo caudal	Referente estudo
Jaguaritica (<i>Leopardus Pardalis</i>)	Lobo superior, lobo médio, lobo inferior	Lobo superior, lobo inferior	Schuingue <i>et al.</i> , 2017
Raposa (<i>Cerdocyon thous</i>)	Lobo cranial, lobo médio, lobo caudal e lobo acessório	Lobo cranial e lobo caudal	Dantas <i>et al.</i> , 2014
Canídeos, felinos domésticos e suínos	Lobo cranial, lobo médio, lobo caudal e lobo acessório	Lobo cranial e lobo caudal	Dyce; Sack; Wensing, 2010
Equídeo	Lobo cranial, lobo médio, lobo caudal e lobo acessório	Lobo cranial e lobo caudal	Dyce; Sack; Wensing, 2010

Source: Authors.

Em todos os espécimes de *Alouatta belzebul* estudados, foi verificado que houve uma bifurcação da traqueia em brônquios principais direito e esquerdo dorsal na região mediastínica. O brônquio principal direito emitiu quatro ramos lobares respectivamente direcionados para os lobos cranial, médio, caudal e acessório. Do brônquio principal esquerdo emergiram dois ramos lobares, um para o lobo cranial e outro para o lobo caudal. (Figura 7).

Figura 7. Vista ventral do pulmão do *Alouatta belzebul*. A - Evidencia-se os lobos, separados por fissuras; lobo cranial direito (LCRD), lobo médio (LMD), lobo caudal direito (LCD) e lobo acessório (LACD); lobo cranial esquerdo (LCRE), lobo caudal esquerdo (LCE). B – Vista dorsal árvore brônquica e brônquios segmentares (BSegCRE) brônquio segmentar cranial esquerdo, (BSegCE) brônquio segmentar caudal esquerdo, (BSegCRd) brônquio segmentar cranial direito, (BSegMD) brônquio segmentar médio direito, (BSegCD) brônquio segmentar caudal direito e (BSegACD) brônquio segmentar acessório direito. Barra de escala: 1cm.



Fonte: Raniery José Fernandes.

A segmentação broncopulmonar do *Alouatta belzebul* demonstrou ser muito similar entre os espécimes estudados, ocorrendo pequenas variações entre os indivíduos, se mostrando semelhante na lobação e divisão bronquial, como descrita na (Tabela 4).

Tabela 4. Número de brônquios segmentares dos lobos dos pulmões de *Alouatta belzebul*.

Espécime	IDENTIFICAÇÃO DO NÚMEROS DE SEGMENTOS				PULMÃO ESQUERDO	
	PULMÃO DIREITO				Lobo Cranial	Lobo Caudal
	Lobo Cranial	Lobo Médio	Lobo Caudal	Lobo Acessório		
BM55623	3	2	5	2	3	5
BM55322	2	2	4	2	3	4
BM46182	3	2	5	2	3	4
BM91659	2	2	5	2	3	5
BM49402	3	2	5	2	3	4
BM70990	3	2	4	2	4	5
BM88397	3	2	4	2	4	5
MODA	3	2	5	2	3	5

A ramificação segmentar é semelhante ao descrito em Gibões de mão branca, (*Hylobates agilis*) (Nakakuki e Akiyoshi 1993), em Gorila (*Gorila gorila*) (Nakakuki e Akiyoshi 1991), Macaco comedor de caranguejo, (*Macaca fascicularis*) (Nakakuki 1994), Sagui-de-tufos-brancos (*Callithrix jacchus*) (Falcão, *et al.* 2018). Em todas as espécies de primatas estudados não há variação muito grande na quantidade de brônquios segmentares emitidos do brônquio lobar cranial direito, exceto Chimpanzé (*Pan troglodyte*) (Nakakuki 1992) e Orangotango, (*Pongo pygmaeus*) (Nakakuki e Akiyoshi 1991), cuja variação deriva por não apresentar um lobo acessório. Fonte: Autores.

4. Considerações Finais

De acordo com os resultados obtidos foi possível observar em *Alouatta belzebul*, estruturas das vias respiratórias superiores como: cavidade nasal, faringe subdividida em nasofaringe, orofaringe e laringofaringe e laringe, estrutura bastante desenvolvida com um osso hioide proeminente. Apresenta nas vias respiratórias inferiores a constituição da traquéia, pulmões, lobos e números de brônquios segmentares, o qual mostrou-se bastante semelhantes quando comparados aos primatas não humanos e observa-se alterações no tamanho da traqueia quando comparado à animais silvestres e primatas, apresentando pouca variação entre nestes espécimes. Contudo a lobação não apresenta variações entre os espécimes, apresentando no pulmão direito quatro lobos, pulmão esquerdo dois lobos e a divisão segmentar apresenta pouca variação entre os espécimes. Estudos sobre esse primata são de extrema relevância dos aspectos morfológicos para um melhor diagnóstico de doenças relacionadas à cavidade nasal e oral, lesões de laringe, traqueais e pulmonares, contribuindo na discussão sobre aspectos evolutivos e na atuação clínica e/ou cirúrgica do médico veterinário.

Referências

- Auricchio, P. (1995). *Primatas do Brasil*, Terra Brasilis. São Paulo-SP.
- César, L., Campos, P., Felipe, R. L. De, Maria, E., Alexandre, G., Silva, D. O., Silva, Z. (2013). Anatomia descritiva da traqueia do macaco-prego (*Sapajus apella*), *Revista Biotemas*, (4), 179–83.
- Chandrasekaran C, Ghazanfar A. (2009). Different Neural Frequency Bands Integrate Faces and Voices Differently in the Superior Temporal Sulcus. *J Neurophysiol* 101: 773–88.
- Cury F, S; Censoni J, B; Ambrósio C, E. (2013). Técnicas Anatômicas no Ensino da Prática de Anatomia Animal. *Pesq. Vet. Bras.* 33(5).
- Dantas, A.K.F.P. *et al.* (2014). Morfologia e Segmentação Pulmonar de Raposas (*Cedocyon thous*). *Acta Veterinária Brasileira*, v.8, p.31–7.

Dyce, K. M.; Sack, W.O.; Wensing, C.J.G. (2010). *Tratado de Anatomia Veterinária: Elsevier 4. ed.*

Falcão; A.Vieira, A.; de Souza, J. et al. (2018). Lobation and bronchopulmonary segmentation of *Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758). *Biota Neotropica*, v 18.

Gray, Henry. (2010). *Anatomia*. 40 ed. Guanabara Koogan S.

Hauser M D, Evans C S & Marler P. (1993). The role of articulation in the production of rhesus monkey (*Macaca Mulatta*) vocalizations. *Animal Behaviour*, 45, 423–33.

International Committee On Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. *Nomina anatomica veterinaria*. 6ª edição. Ithaca: Word Association of Veterinary Anatomists, 2017. 160 p.

Maina, J.N. (1987). The morphology and morphometry of the adult normal baboon lung (*Papio anubis*). *Journal of Anatomy*, v.150, p. 229-45.

Mccomb, K., Reby, D. (2010). Communication in Terrestrial Animals, *Encyclopedia of Neuroscience*, p. 1167-71.

Morrill RJ, Paukner A, Ferrari PF, Ghazanfar AA. (2012). Monkey lipsmacking develops like the human speech rhythm. *Dev Sci* 15 (4):557–68.

Nakakuki S, Akiyoshi E. (1991). Distribution of the pulmonary artery and vein of the orangutan lung, *Primates*, July, 32(3), 397–401.

Nakakuki s. (1991). The bronchial tree and lobular division of the gorilla lung, *Primates July*, 32(3), 403–8.

Nakakuki S. (1992). The bronchial tree and lobular division of the chimpanzee lung, *Primates April*, Volume 33, Issue 2, pp 265–72.

Nakakuki S., Akiyoshi E. (1993). The bronchial tree and lobular division of the lung of the white handed gibbon, *Primates January*, Volume 34, Issue 1, pp 119–12.

Nakakuki, S. (1994). Distribution of the pulmonary artery and vein in the lung of the crab-eating monkey *Macaca fascicularis*, *Primates October*, Volume 35, Issue 4, pp 513–7.

Negus, V. (1958). The Comparative Anatomy and Physiology of the Nose and Paranasal Sinuses. Edinburgh: *Livingstone*, p. 283– 327. 12.

Oliveira, D. A. G. (2002). Vocalizações de longo alcance de *Alouatta fusca clamitans* e *Alouatta belzebul*: estrutura e contextos. *Tese (Doutorado), Instituto de Psicologia - Universidade de São Paulo*.

Oliveira, D., Ades, C. (2004). Long-distance calls in Neotropical primates. *Anais da Academia Brasileira de Ciências (Annals of the Brazilian Academy of Sciences)* 76(2): 393-8.

Paula, J. P. (2010). Estudo anatômico dos principais sulcos e giros do cérebro de *Cebus libidinosus* (Rylands,2000) (Primates, Cebidae) e análise da citoarquitetura cortical do lobo parietal usado a técnica de golgi-cox. *Dissertação de mestrado*, Brasília.

Pereira, E.R., Pires, V.C.M.C., Fernandes, R.J., Sabec-Pereira, D.K., Melo, F.R., Schell, R.K.W., Zarpelon-Schutz, A.C., Pereira, K.F. Anatomia do sistema reprodutor feminino de *Alouatta belzebul* (Linnaeus, 1766). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.72, n.6, p.2101-10, 2020

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica.[e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf.

Pinheiro L.L., Lima A.R., Muniz J.A., Imbeloni A., Fioreto E.T., Fontes R.F., Cabral R. & Branco E. (2012). Anatomy and morphometric aspects of the trachea of *Saimiri sciureus* Linnaeus, 1758: *knowledge for emergency procedures*. *Anais Acad. Bras. Ciências* 84: 973-7.

Pissinatti, A.; Silva, K. S. M.; Andrade, M. C. R. (2014). *Primates não humanos para uso científico*.

Raven, H. C. (1950). The Anatomy of the Gorilla. New York: *Columbia University Press*, p. 190.

Schuingues, M. L., G.S. et al. (2017). Morfologia da traqueia e lobação pulmonar de *Leopardus pardalis* (jaguatirica). *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, v.37, p. 897-903.

Sabec-Pereira, D.K., Lima, F.C., Melo, F.R., Melo, F.C.S.A., Pereira, K.F., Vulcani, V.A.S. Vascularization of the *Alouatta belzebul* brain base. *Pesq. Vet. Bras.* 40(4):315-23, 2020.

Sabec-Pereira, D.K., Melo, F.R., Melo, F.C.S.A., Pereira, K.F., Vulcani, V.A.S. Anatomy of the dura mater venous sinus of *Alouatta belzebul*. *Anat Histol Embryol.* 2020;00:1–7. <https://doi.org/10.1111/ahe.12599>

Segantine, A.C.L., Melo, F.C.S.A., Melo, F.R., Schell, R.K., Zarpelon-Schutz, A.C., Sabec-Pereira, D.K., Pereira, K.F. Morfologia do tubo digestório de *Alouatta belzebul*. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 10, e5229108930, 2020.

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

Souza-Terra, D.R., Sabec-Pereira, D.K., Lima, F.C., Melo, F.C.S.A., Melo, F.R., Pereira, K.F. Anatomy of the spinal cord of *Alouatta belzebul*. *Acta Veterinaria Brasilica.* v. 12, p. 55-61, 2018.

Testut, L.; Latarjet, A. (1979). Aparato de la respiracion y de la fonacion. In: *TESTUT, L.; LATARJET, A. (Ed.). Tratado de Anatomia Humana.* São Paulo: Ed. Salvat. p. 881-1021.

Wolfe-Coote, S. (2005). The Laboratory Primate. London: *Elsevier Academic Press* 621 p. ISBN 0-12-080261-9.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Raniery José Fernandes – 20%

Érica Rezende Pereira – 12%

Vanessa Chiaparini Martin Coelho Pires - 12%

Fabiana Cristina Silveira Alves de Melo - 12%

Fabiano Rodrigues de Melo - 12%

Dayane Kelly Sabec Pereira - 12%

Kleber Fernando Pereira - 20%