



Morfometria e segmentação arterial do coração de caprinos

Morphometry and Cardiac Anatomical Surgical Segmentation in Goats

Amanda Rafaela Nascimento da Silva, João Augusto Rodrigues Alves Diniz, Ediane Freitas Rocha, Raphael Bernardo da Silva Neto, José Rômulo Soares dos Santos & Danilo José Ayres de Menezes

ABSTRACT

Background: Although surgeries that remove part of the heart wall are not yet part of veterinary and human surgical routine, experimental studies can indicate this practice in cases where alterations are identified in the heart morphology, with the determination of the heart segments that are part of the organ with independent vascularization and irrigation. In this context, the objective of the present study was to describe the anatomic surgical segmentation of the goat heart and supply biometric data on the heart to enrich data on the heart morphology of this species.

Materials, Methods & Results: Twenty-six hearts were used from crossbred goats, ten to assess the topographical relations of the heart and morphological description of the organ; ten hearts were weighed on 0.01 g precision semi-analytical scales, measured with a pachymeter and later Agar-Agar was injected in the cavities which were sectioned crosswise to establish the volumetric proportion of the heart components, applying a point counting grid to the base surfaces; in three hearts natural latex was injected in the coronary arteries, that were later dissected, and red-stained vinyl acetate was injected in three, corroded in acid to make vascular molds and these two groups were used to define the irrigation territories of the coronary arteries, identifying the anatomic surgical units among the animals studied. The goat heart presented average weight of 126.6 g, 8.36 ± 0.62 cm length and 5.89 ± 0.57 cm width at the base. The study of the volumetric proportion showed that the proportion of muscle was 75.87% and the cavity proportion was 24.12%; the arterial volume (13.94% ± 3.01) was greater than the ventricular volume (6.32% ± 1.43). An average of 13 ventricular segments were identified from the vascular study, coming from the right and left coronary arteries that were characterized as SAIP - Interventricular Paraconal Arterial Segment; SAVE¹- Left Ventricular Ventral Arterial Segment; SAVE²- Left Ventricular Ventral Arterial Segment; SAME- Left Ventricular Margin Arterial Segment; SAVD¹- Right Ventricular Ventral Arterial Segment, SAVD² - Right Ventricular Ventral Arterial Segment, SAIS- Subsinuosus Interventricular Arterial Segment, SAA- Adipose Artery Arterial Segment, SADE¹- Left Ventricular Dorsal Arterial Segment, SADE²- Left Ventricular Dorsal Arterial Segment²- SAMD: Right Ventricular Margin Arterial Segment, SADD¹- Right Ventricular Dorsal Arterial Segment, SADD²- Right Ventricular Dorsal Arterial Segment.

Discussion: The goat hearts presented anatomy and topography according to that described in the literature for the species. Regarding the heart morphology and segmentation, the goat is similar to the dog, and the goat can be used as an experimental model in cardiology research. As the segments identified presented few variations among the animals, observing that some of them were not found in 100% of the sample, but understanding that the goat arterial segments are well defined in the heart wall, the data was considered reliable for future research of partial ventriculectomies.

Keywords: goats, heart, volumetric proportion, anatomicosurgical segmentation.

Descritores: caprinos, coração, proporção volumétrica, segmentação anatômocirúrgica.

INTRODUÇÃO

O coração é uma bomba muscular vital ao animal, responsável por bombear o sangue para todos os órgãos e tecidos do corpo [3,6]. Dado a sua importância é imperativo o conhecimento de sua morfologia, dando bases de conhecimentos para as diversas áreas da clínica Veterinária.

Apesar da existência de dados na literatura referente ao coração caprino, pouco se conhece a respeito da segmentação do órgão, estando disponível somente a distribuição das coronárias [13,15], bem como alguns aspectos morfométricos também são negligenciados pelos tratados de anatomia. Sendo o segmento uma parte do órgão independente, com drenagem própria que pode ser removível cirurgicamente sem prejudicar o funcionamento do mesmo [4], o estabelecimento de segmentos anatomocirúrgico do coração poderá subsidiar pesquisas no campo de cirurgias experimentais que poderiam demonstrar que, pacientes em condições de cardiomegalia poderia ter parte da parede do coração removida, melhorando, dessa forma, o débito cardíaco, colocando o modelo caprino em destaque para cirurgias cardíacas, pois já constata-se a semelhança, em certos aspectos, de órgão caprinos com humanos [11,12,15].

Assim, visando fornecer novos dados anatômicos para subsidiar pesquisas experimentais com o coração, este trabalho teve como objetivo descrever a segmentação anatomocirúrgica e a proporção volumétrica dos constituintes do coração de caprinos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento experimental

Foram utilizados 26 corações de caprinos sem raça definida (SRD), sendo dez para o estudo da topografia do coração, provenientes do acervo do Laboratório de Anatomia Veterinária, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), da cidade de Patos, estado da Paraíba, 10 para o estudo morfométrico, do volume e proporções volumétricas dos constituintes cardíacos e 6 para o estudo da vascularização e segmentação cardíaca, estes últimos provenientes de animais abatidos no Laboratório de Tecnologia de Carne (UFCG) com prévia autorização do Comitê de Ética no Uso de Animal da UFCG (Protocolo 45-2012).

Para a topografia cardíaca a parede torácica foi dissecada para exposição das costelas, observando a

relação do coração com as costelas e órgãos vizinhos. Os corações foram então isolados para a descrição da morfologia externa e interna.

Metodologia

Os corações usados para morfometria foram pesados em balança eletrônica, e medidos com o auxílio de paquímetro, em seu eixo vertical (comprimento), da base do tronco pulmonar ao ápice, e horizontal (largura), na altura do sulco coronário.

Os vasos da base do coração foram cuidadosamente ligados e, por meio de uma das veias pulmonares e da veia cava caudal foi injetado Ágar-ágar¹, com diluição de 8 g para 250 mL em água, para o total preenchimento das câmaras cardíacas. Em seguida os corações foram resfriados para a gelificação do Ágar-ágar.

O volume total do coração foi obtido pelo método de Cavaliere [9]. Seguindo esse método, os corações foram seccionados transversalmente, com cortes de 1,0 cm de espessura. Na superfície dorsal de cada fatia foi disposta uma grade de contagem de pontos, com 280 pontos, e área associada aos pontos (a/p) de 0,81 cm. O volume foi determinado pela seguinte fórmula:

$$V = T \times a/p \times \sum_{i=1}^m P_i$$

Onde: V = Volume; T = Espessura do corte; a/p = área associada a cada ponto; P_i = número de pontos associados a cada corte.

A proporção volumétrica dos constituintes arquitetônicos foi estimada aplicando-se a mesma grade de contagem sobre os cortes e contando, separadamente, os pontos que incidem sobre cada componente. Foram medidas as proporções volumétricas da parede cardíaca e das câmaras cardíacas, como também de vasos e gordura nos cortes. A proporção volumétrica foi estimada em percentual (%), fazendo-se a proporção de cada constituinte.

Para o estudo da disposição das artérias coronárias e discriminação dos segmentos, em 3 corações, canulou-se as artérias coronárias direita e esquerda, nos ósteos correspondentes no lúmen da aorta. Prosseguiu-se com a injeção de acetato de vinil diluído em acetona, corado em vermelho, submergindo os órgãos em solução de ácido sulfúrico a 20% para corrosão.

Em outros 3 órgãos, as artérias coronárias direita e esquerda, foram injetadas com látex natural corado em vermelho, e os órgãos foram fixados em formal a 10% para posterior dissecação.

Análise estatística

Os resultados obtidos foram analisados no programa Microsoft Excel, 2010 procedendo-se a análise estatística descritiva e estão expressos em média e desvio padrão.

RESULTADOS

O coração dos caprinos localizou-se na região do mediastino, estando sua base situada no mediastino médio e o ápice deslocando-se a esquerda do plano mediano, em contato com o processo xifoide do esterno, estando preso a este pelo ligamento esterno pericárdio. Em sua relação com as costelas (esqueletopia), o coração situou-se entre a 3ª e 5ª costelas.

O coração do caprino mostrou-se com formato cônico comprimido latero-lateralmente. Com a abertura das câmaras observou-se o endocárdio e a musculatura da parede cardíaca, destacando a espessura da parede do ventrículo esquerdo, sendo mais desenvolvida que a do lado direito (Figura 1).

Observa-se que o coração dos caprinos estudados nessa pesquisa apresentou peso médio de 126,6 g, com $8,36 \pm 0,62$ cm de comprimento, $5,89 \pm 0,57$ cm de largura na base e volume total de $25,85 \pm 8,08$ cm³. Foi observado maior volume de músculo cardíaco (parede) em relação ao das câmaras, da gordura e dos vasos (Tabela 1).

De acordo com a distribuição (área de irrigação) das artérias coronárias e seus ramos (Figura 2 e 3) foram identificados os seguintes segmentos cardíacos (Quadro 1): Segmento Arterial Interventricular Paraconal (SAIP), representa o território de irrigação do ramo interventricular paraconal, proveniente da artéria coronária esquerda. O Segmento Arterial Ventricular Ventral Esquerdo¹ (SAVE¹), representa o território de irrigação do primeiro ramo da artéria circunflexa esquerda. O Segmento Arterial Ventricular Marginal Esquerdo (SAME), que abrange a área de irrigação do vaso marginal da artéria coronária esquerda. O Segmento Arterial Ventricular Ventral Direito¹ (SAVD¹), irrigando o primeiro ramo da ar-

téria circunflexa esquerda na face atrial do coração. O Segmento Arterial Interventricular Subsinuoso (SAIS), que representa o território de irrigação do ramo interventricular subsinuoso, na face atrial do coração. O Segmento da Artéria Adiposa (SAA). O Segmento Arterial Ventricular Dorsal Esquerdo¹ (SADE¹), território de irrigação do primeiro ramo da artéria circunflexa direita, na face auricular do coração. O Segmento Arterial Ventricular Marginal Direito (SAMD) abrange a área de irrigação da artéria marginal cranial. O Segmento Arterial Ventricular Dorsal Direito¹ (SADD¹), situado na face atrial do coração. Todos estes segmentos foram identificados em 100% das amostras. Apenas dois segmentos foram identificados em 66,66% das amostras, que compreende os Segmentos Arterial Ventricular Ventral Esquerdo² (SAVE²), situando na face auricular do coração e Arterial Ventricular Ventral Direito² (SAVD²), que assemelha-se ao segmento anterior. Um segmento foi encontrado em 83,33% das amostras, o Segmento Arterial Ventricular Dorsal Esquerdo² (SADE²) e o Segmento Arterial Ventricular Dorsal Direito² (SADD²), foi encontrado em apenas 33,33% das amostras. Ambos semelhantes aos segmentos anteriores.

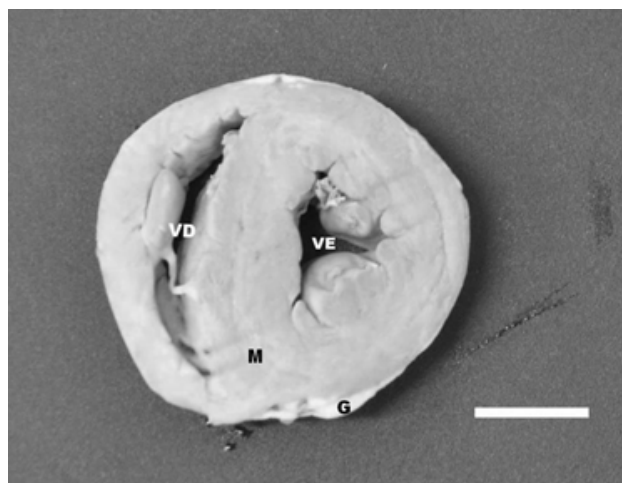


Figura 1. Fotografia do corte transversal do coração de caprino SRD. Nota-se o Ventrículo direito (VD), ventrículo esquerdo (VE), miocárdio (M), gordura (G). [Barra igual a 3 cm].

Tabela 1. Proporção volumétrica dos constituintes do coração de caprinos SRD, Patos, 2015.

| | Miocárdio (%) | Câmara (%) | Gordura (%) | Vaso (%) |
|---------------|---------------|------------|-------------|----------|
| Média | 60,81 | 18,77 | 16,28 | 3,45 |
| Desvio Padrão | 3,81 | 5,49 | 2,40 | 2,12 |

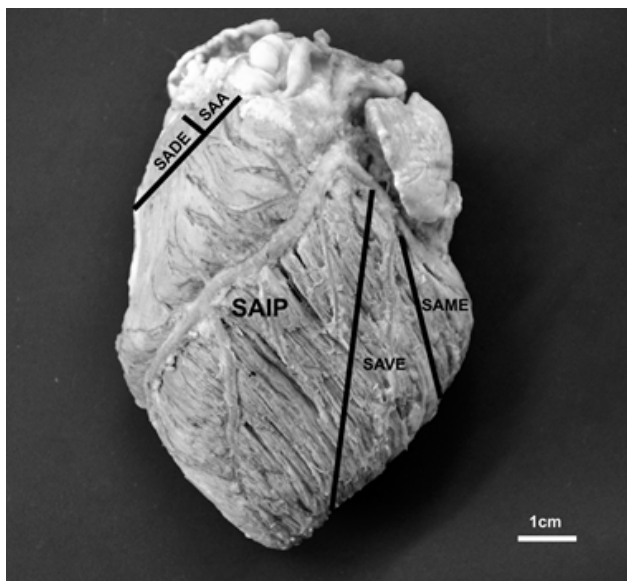


Figura 2. Fotografia da face auricular do coração de caprino SRD. Nota-se o segmento arterial interventricular paraconal (SAIP), segmento arterial ventricular esquerdo (SAVE), segmento arterial marginal esquerdo (SAME), segmento da artéria adiposa (SAA) e o segmento arterial ventricular dorsal esquerdo (SADE).

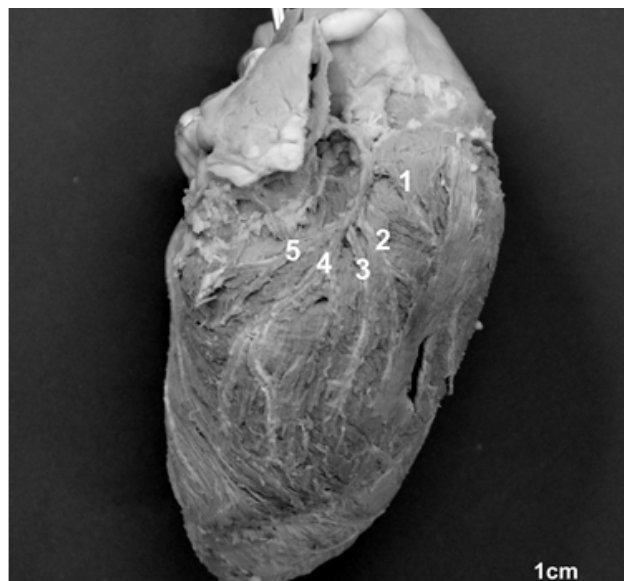


Figura 3. Fotografia da margem cranial (face atrial) do coração de caprino SRD. Evidenciam-se os segmentos arteriais: 1-segmento arterial ventricular dorsal esquerdo¹ (SADE¹), 2-segmento arterial ventricular dorsal esquerdo² (SADE²), 3-segmento arterial ventricular marginal direito (SAMD), 4-segmento arterial ventricular dorsal direito¹ (SADD¹), 5-segmento arterial ventricular dorsal direito² (SADD²).

Quadro 1. Segmentos Arteriais do coração de caprinos SRD, Patos, 2015.

| Animal | SAIP | SAVE ¹ | SAVE ² | SAME | SAVD ¹ | SAVD ² | SAIS | SAA | SADE ¹ | SADE ² | SAMD | SADD ¹ | SADD ² |
|--------|------|-------------------|-------------------|------|-------------------|-------------------|------|-----|-------------------|-------------------|------|-------------------|-------------------|
| 01 | + | + | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | |
| 02 | + | + | + | + | + | | + | + | + | | + | + | |
| 03 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | |
| 04 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | |
| 05 | + | + | | + | + | | + | + | + | + | + | + | + |
| 06 | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

SAIP: Segmento Arterial Interventricular Paraconal; SAVE¹: Segmento Arterial Ventricular Ventral Esquerdo¹; SAVE²: Segmento Arterial Ventricular Ventral Esquerdo²; SAME: Segmento Arterial Ventricular Marginal Esquerdo; SAVD¹: Segmento Arterial Ventricular Ventral Direito¹; SAVD²: Segmento Arterial Ventricular Ventral Direito²; SAIS: Segmento Arterial Interventricular Subsinoso; SAA: Segmento da Artéria Adiposa; SADE¹: Segmento Arterial Ventricular Dorsal Esquerdo¹; SADE²: Segmento Arterial Ventricular Dorsal Esquerdo²; SAMD: Segmento Arterial Ventricular Marginal Direito; SADD¹: Segmento Arterial Ventricular Dorsal Direito¹; SADD²: Segmento Arterial Ventricular Dorsal Direito², + segmento presente no animal.

DISCUSSÃO

A descrição anatômica do coração de caprinos, bem como sua topografia, foi condizente com o descrito na literatura [3,5-8,14], onde o órgão apresenta as características morfológicas e anatômicas gerais do coração dos mamíferos, característico para a espécie.

O coração é definido na literatura como um órgão muscular [3,5,7,8,14] que, segundo os resultados deste estudo, foi reforçado o conceito por ter sido identificada maior proporção de miocárdio em comparação com a proporção de câmara cardíaca. Estes dados são fundamentais para subsidiar e entender o volume

normal dos constituintes do coração para estabelecer uma relação normal entre as espessuras das paredes, servindo de parâmetro na avaliação de exames e auxiliando no diagnóstico de doenças cardíacas, bem como, para futuros estudos de classificação de graus de lesão/ alteração da espessura do coração, tendo em vista que, de acordo com Zachary & McGavin [17] a insuficiência cardíaca provoca hipertrofia das paredes do coração na tentativa de normalizar a tensão das paredes cardíacas, com perda da morfologia normal do coração.

Em relação à segmentação cardíaca dos caprinos, foram identificadas as artérias segmentares, com descrição dos segmentos seguindo-se ao padrão descrito para cães [16]. Dessa forma, assim como a distribuição das artérias coronárias dos caprinos, com a direita emitindo o ramo circunflexo e a esquerda o ramo circunflexo, interventricular paraconal, que estende pelo sulco interventricular direito, dando origem ao ramo interventricular subsinuoso, como já descrito em caprinos [13], a distribuição da segmentação cardíaca neste estudo mostrou também semelhança com o descrito para o cão [16], diferindo desse pela frequência em que alguns segmentos são encontrados nas amostras. Por outro lado, Pinto Neto *et al.* [15], apesar de não identificar os segmentos arteriais, afirma que em caprinos a artéria coronária esquerda, através de seus ramos interventricular paraconal e circunflexo (incluindo o ramo interventricular subsinuoso), emitiu 662 ramos (85%) e a coronária direita 117 ramos (15%). Enquanto a artéria coronária direita participava com 151 ramos (36%) do suprimento arterial para o ventrículo direito, a coronária esquerda participava com 269 ramos (64%) para esse mesmo ventrículo. Di Dio [4] relata alguns desses segmentos em corações humano, dividindo-os em hemicoração direito, compreendendo o segmento do cone, segmento marginal e interventricular posterior, e hemicoração esquerdo correspondendo ao segmento interventricular anterior, lateral, da face pulmonar e interventricular posterior, estes com as mesmas origens dos segmentos citados anteriormente em animais.

O Segmento Arterial Ventricular Ventral Esquerdo² (SAVE²) esteve presente em 66,66% das amostras do coração de caprinos, enquanto que este segmento esteve presente em 63,3% dos corações analisados em cães [16]. O Segmento Arterial Ventricular Ventral Direito² (SAVD²) foi encontrado em 66,66% dos corações de caprinos e em 53,3% dos corações de

cães [16]. Já o Segmento Arterial Ventricular Dorsal Esquerdo² (SADE²) foi detectado em 83,33% dos corações de caprinos e 60%, nos de cães [16], assim como o Segmento Arterial Ventricular Dorsal Direito² (SADD²) que, nos caprinos foi identificado em 33,33% dos órgãos, enquanto que nos cães apareceu em 40% das amostras [16].

Em relação a morfologia cardíaca e segmentação, como relatado acima, o caprino assemelha-se com o cão, podendo o caprino ser uma alternativa de modelo para estudos cardíacos, assim como o cão, pois estudos apontam que a espécie caprina é bastante empregada como modelo experimental em pesquisas referentes à área de cardiologia [1,2]. A exemplo do estudo que exalta o coração caprino como modelo para estudos aplicados a pacientes adolescentes e adultos portadores de transposição das grandes artérias ou de transposição corrigida das grandes artérias com falência ventricular direita [10].

Assim como no cão [16], o caprino apresenta segmentos arteriais bem definidos na parede do coração, que, de acordo com a teoria de Di Dio [4], são passíveis de serem removidos cirurgicamente, sem prejudicar o funcionamento do órgão como um todo. Entretanto, para testes de secção parcial do músculo cardíaco, outros trabalhos merecem ser desenvolvidos, particularmente no que se refere a distribuição dos feixes do sistema excito-condutor do coração.

CONCLUSÃO

Conclui-se que os corações dos caprinos apresentam comprimento médio de 8,36 cm e a largura média foi de 5,89 cm, apresentando volume médio de 25,85 cm³. O miocárdio representou-se como componente cardíaco com a maior proporção volumétrica, seguido das câmaras, da gordura e dos vasos. Foi possível identificar 13 segmentos arteriais no coração, apresentando poucas variações entre animais, sendo estes dados confiáveis para futuras pesquisas de ventriculectomias parciais.

MANUFACTURER

¹MIX Indústria de Produtos Alimentícios Ltda. São Bernardo do Campo, SP, Brazil.

Ethical approval. The research project was approved by the Ethics Committee for the Use of Animals (CEUA/UFMG) under the Protocol number 45-2012.

Declaration of interest. The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper.

REFERENCES

- 1 Almeida E.C.S. 2005. Toracotomia em caprinos, pré, trans e pós-operatório: avaliação do potencial da espécie como modelo experimental para cirurgias cardíacas. 112f. Teresina, PI. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí.
- 2 Barreto F.M. 2007. Esofagostomia experimental em caprinos, com cânula definitiva e removível. 54f. Teresina, PI. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí.
- 3 Cunningham J.G & Klein B.G. 2014. *Tratado de fisiologia veterinária*. 5.ed. Rio de Janeiro: Elsevier Saunders, 624p.
- 4 Di Dio L.J.A. 1999. *Tratado de anatomia aplicada*. São Paulo: Póluss Editorial, 287p.
- 5 Dyce K.M., Sack W.O. & Wensing C.J.G. 2010. *Tratado de Anatomia Veterinária*. 4.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 856p.
- 6 Feitosa F.L.F. 2014. *Semiologia Veterinária: a arte do diagnóstico*. 3.ed. São Paulo: Roca, 640p.
- 7 Getty D.V.M.R. 1986. *Anatomia dos animais domésticos*. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1134p.
- 8 König H.E. & Liebich H.G. 2011. *Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido*. 4.ed. Porto Alegre: Art-med, 788p.
- 9 Mandarin-de-Lacerda C.A. 2003. Sterological tools in biomedicalresearch. In: *Anais da Academia Brasileira de Ciências* (Rio de Janeiro, Brazil). p.469.
- 10 Miana L.A. 2009. Análise do processo e adaptação ventricular após bandagem do tronco pulmonar em animais adultos. 107f. São Paulo, SP. Tese (Doutorado em Ciências). Programa de Pós-graduação em Cirurgia Torácica e Cardiovascular, Senso Estrito, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
- 11 Moreira P.R.R., Antônio T.S., Souza W.M., Souza N.T.M. & Corrêa C.N. 2007. Afluentes ventriculares e atriais do seio coronário no ovino (*Ovis aries* - Linnaeus, 1758). *Ars Veterinaria*. 23(1): 1-7.
- 12 Moreira P.R.R., Souza W.M., Souza, N.T.M. & Corrêa C.N. 2006. Estudo anatômico das valvas semilunares aórtica e pulmonar do ovino (*Ovis aries* - Linnaeus, 1758). *Ars Veterinaria*. 22(2): 80-85.
- 13 Moura Júnior P.C., Viera T.H.M., Viera S.R.C., Pinto Neto J.L., Leão C.E.S., Lopes A.K.M.S., Ruiz C.R., Wafae G.C., Silva N.C. & Wafae N. 2009. Estudo anatômico das artérias coronárias em caprinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 29(4): 358-362.
- 14 Nickel R., Schummer A. & Seiferle E. 1981. *The Anatomy of the domestic animals*. Berlin: Verlag Paul Parey, 610p.
- 15 Pinto Neto J.L., Leão C.E.S., Vieira T.H.M., Lopes A.K.M.S., Vieira S.R.C., Silva N.C., Wafae G.C., Ruiz C.R. & Wafae N. 2009. Indicadores anatômicos de dominância entre as artérias coronárias em caprinos. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 46(1): 48-53.
- 16 Souza N.T.M. 2001. Segmentação anatomo-cirúrgica arterial e venosa dos ventrículos do coração de cão (*Canis familiaris* - Linnaeus 1758). 130f. São Paulo, SP. Tese (Doutorado em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres) - Programa de Pós-graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.
- 17 Zachary J.F. & McGavin M.D. 2013. *Bases da patologia em veterinária*. 5.ed. Rio de Janeiro: Mosby-Elsevier, 1324p.