

NÚMERO E TIPO DE CORDAS TENDÍNEAS COMISSURAIS NA VALVA ATRIOVENTRICULAR ESQUERDA DO CORAÇÃO DE BOVINOS

Recebido em: 21/03/2025

Aceito em: 18/09/2025

DOI: 10.25110/arqvet.v28i1.2025-12011



Alexandre Thomé da Silva de Almeida ¹

Juliano Henrique Oliveira Talamonte ²

Pedro Brugnerotto de Almeida ³

Alexandre Toebe Gadelha ⁴

Thays Guimarães de Souza ⁵

RESUMO: As cordas tendíneas são estruturas originadas da parede cardíaca a partir dos músculos papilares, os quais garantem que aquelas se insiram nas cúspides septal, parietal e acessórias, de modo a permitir o funcionamento adequado da valva atrioventricular esquerda. O exterior das cordas tendíneas é revestido por células endoteliais e uma camada de elastina com pouco colágeno. Seu interior contém colágeno denso, representando 60% do peso seco e proporcionando grande resistência à tração. As cordas que se fixam nas comissuras das cúspides são denominadas cordas tendíneas comissurais. Em nosso estudo, sugere-se uma nova classificação de acordo com as suas ramificações, que seguem: 1) *Cordas tendíneas comissurais penadas*; 2) *Cordas tendíneas comissurais palmadas*. Objetivou-se neste estudo classificar as cordas tendíneas comissurais da valva atrioventricular esquerda em penada e palmada, verificar sua frequência e possível significância estatística entre os achados. Foram utilizados 40 corações hígidos de bois Sem Raça Definida (SRD) de frigoríficos legalizados do município de Porto Velho, Rondônia. Esses foram fixados em formaldeído a 10%, de acordo com a técnica de Rodrigues (2010) e dissecados segundo Queiroz *et al.* (2009). Os dados foram compilados e analisados no programa Excel®, sendo utilizados *Odds Ratio* (OR), teste de Qui-quadrado e teste exato de Fisher para análise estatística, considerado significativo se $p < 0,05$. Os resultados demonstraram um total de 228 cordas tendíneas comissurais (CTC). Destas, no músculo papilar subatrial, foram contabilizadas 88 CTC penadas (76%) e 28 CTC palmadas (24%), já no músculo papilar subauricular, foram 74 CTC penadas (66%) e 38 CTC palmadas (34%). Assim, foram registradas no total 162 CTC penadas (71,05%) e 66 CTC palmadas (28,95%). Apesar da diferença observada entre a frequência de cordas encontradas para cada músculo papilar, os resultados não apontaram

¹ Doutorado em Ciências Veterinárias – UFRRJ, Médico Veterinário – IFSULDEMINAS.

E-mail: alexandre.almeida@ifsuldeminas.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1711-6301>

² Médico Veterinário - Faculdades Integradas Aparício Carvalho – FIMCA, Médico Veterinário no Cães e Gatos Centro Veterinário.

E-mail: talamontejuliano@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3489-9201>

³ Graduando em Medicina – UNITAU.

E-mail: pedro.balmeida@unitau.br, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9746-4081>

⁴ Especialização em Oftalmologia Veterinária.

E-mail: aletobegadelha@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0046-9047>

⁵ Especialização em Patologia Clínica Veterinária. IFRO - Campus Colorado do Oeste.

E-mail: thays.correa@ifro.edu.br, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7920-7474>

uma associação significativa entre o tipo de corda tendínea e a localização do músculo papilar ($p>0,05$).

PALAVRAS-CHAVE: Anatomia Animal; Cúspides; Músculos Papilares; Valva cardíaca.

NUMBER AND TYPE OF COMMISSURAL CHORDAE TENDINEAE IN THE LEFT ATRIOVENTRICULAR VALVE OF THE HEART OF CATTLE

ABSTRACT: The chordae tendineae are structures originating from the cardiac wall from the papillary muscles, which ensure that they are inserted in the septal, parietal and accessory cusps, to allow the proper functioning of the left atrioventricular valve. The exterior of the chordae tendineae is lined with endothelial cells and a layer of elastin with little collagen. Its interior contains dense collagen, representing 60% of the dry weight and providing great tensile strength. The chordae that attach to the cusp commissures are called commissural chordae tendineae. In our study, a new classification is suggested according to its ramifications, which are as follows: 1) *Pennate commissural chordae tendineae*; 2) *Palmate commissural chordae tendineae*. The objective of this study was to classify the commissural chordae tendineae of the left atrioventricular valve into pennate and palmate types, to verify their frequency and assess any possible statistical significance among the findings. Healthy hearts from mixed-breed cattle (NRD) ($n=40$) obtained through legalized slaughterhouses in the city of Porto Velho, Rondônia, were used. These were fixed in 10% formaldehyde, according to the technique of Rodrigues (2010) and dissected according to Queiroz *et al.* (2009). The data were compiled and analyzed in Excel®, using Odds Ratio (OR), Chi-square test and Fisher's exact test for statistical analysis, considered significant if $p<0.05$. The results showed a total of 228 commissural chordae tendineae (CTC). Of these, in the subatrial papillary muscle, 88 CTCs were pennate (76%), and 28 CTCs were palmate (24%), while in the subauricular papillary muscle, 74 CTCs were pennate (66%), and 38 CTCs were palmate (34%). Thus, a total of 162 CTC pennate (71.05%) and 66 CTC palmate (28.95%) were recorded. Despite the difference observed between the frequency of chordae found for each papillary muscle, the results did not indicate a significant association between the type of chordae tendineae and the location of the papillary muscle ($p>0.05$).

KEYWORDS: Animal Anatomy; Cusps; Heart valve; Papillary Muscles.

NÚMERO Y TIPO DE CUERDAS TENDINOSAS COMISURALES EN LA VALVA AURICULOVENTRICULAR IZQUIERDA DEL CORAZÓN DEL GANADO BOVINO

RESUMEN: Las cuerdas tendinosas son estructuras que se originan en la pared cardíaca a partir de los músculos papilares, que se encargan de insertarlos en las cúspides septales, parietales y accesorias, con el fin de permitir el correcto funcionamiento de la válvula auriculoventricular izquierda. El exterior de las cuerdas tendinosas está revestido de células endoteliales y una capa de elastina con poco colágeno. Su interior contiene colágeno denso, representando el 60% del peso seco y proporcionando una gran resistencia a la tracción. Los cordones que se unen a las comisuras de las cúspides se denominan cordones tendinosos comisurales. En nuestro estudio se propuso una nueva clasificación según sus ramas, las cuales son las siguientes: 1) *Cordones tendinosos*

comisurales pennados; 2) *Cuerdas tendinosas comisurales palmadas*. El objetivo de este estudio fue clasificar las cuerdas tendinosas comisurales de la válvula auriculoventricular izquierda en pennadas y palmadas, para verificar su frecuencia y una posible significancia estadística entre los hallazgos. Se utilizaron corazones sanos de bovinos mestizos (NRB) (n=40) procedentes de mataderos legales del municipio de Porto Velho, Rondônia. Estos fueron fijados en formol al 10%, según la técnica de Rodrigues (2010) y disecados según Queiroz *et al.* (2009). Los datos fueron compilados y analizados en Excel®, utilizando Odds Ratio (OR), prueba de Chi-cuadrado y prueba exacta de Fisher para el análisis estadístico, considerándose significativo si $p < 0,05$. Los resultados demostraron un total de 228 cordones tendinosos comisurales (CTC). De estos, en el músculo papilar subauricular, se contaron 88 CTC pennadas (76%) y 28 CTC palmadas (24%), mientras que en el músculo papilar subauricular, se obtuvieron 74 CTC pennadas (66%) y 38 CTC palmadas (34%). Por lo tanto, se registraron un total de 162 CTC que fueron castigados (71,05%) y 66 CTC que fueron azotados (28,95%). Apesar de la diferencia observada entre la frecuencia de cuerdas encontradas para cada músculo papilar, los resultados no indicaron una asociación significativa entre el tipo de cuerdas tendinosas y la ubicación del músculo papilar ($p > 0,05$).

PALABRAS CLAVE: Anatomía animal; Cúspides; Músculos papilares; Válvula cardíaca.

1. INTRODUÇÃO

O coração possui diversas estruturas vitais que assegurem o bombeamento adequado e o fluxo unidirecional de sangue para o organismo. Entre elas, há em seu lado esquerdo, a valva atrioventricular esquerda (VAVE), ou mitral, a qual é composta por quatro elementos principais: folhetos, valvas, ou cúspides principais, anel fibroso, músculos papilares e cordas tendíneas (Ho, 2002; Martin *et al.*, 2024).

As cúspides são nomeadas a partir da posição anatômica que ocupam (Liao; Vesely, 2003), sendo uma cúspide septal, maior e anteromedial, e uma cúspide parietal, menor e posterolateral (Köning; Liebich, 2016; Nomina, 2017). Comissura, por sua vez, é como são denominadas as regiões de intersecção entre os folhetos de uma valva cardíaca (Machado; Peduti, 1991). Cúspides acessórias podem ser entendidas como cúspides menores que compõem a VAVE, mas que não são designadas como septais ou parietais, possuem número e posição variados (Almeida *et al.*, 2024; De Silva *et al.*, 2021) e, dessa forma, tornaram-se alvo do presente estudo.

As cordas tendíneas (CT) são estruturas originadas do assoalho cardíaco, os músculos papilares, os quais garantem que aquelas se insiram nas cúspides septal, parietal e acessórias, de modo a permitir o funcionamento adequado da VAVE (Jimenez *et al.*, 2005). São tecidos tendinosos compostos de colágeno, elastina, proteoglicanos e células intersticiais valvares. Seu exterior é revestido por uma camada de células endoteliais por

baixo, que é uma camada de elastina entrelaçada com uma pequena quantidade de colágeno fibroso fracamente ligado (Millington-Sanders *et al.*, 1998). A porção interna é composta de colágeno fibroso fortemente agrupado, que representa cerca de 60% do peso seco das cordas e contribui para sua impressionante resistência à tração (Liao; Vesely, 2004; Grande-Allen *et al.*, 2003).

Desse modo, o presente estudo suscita a necessidade de se compreender minuciosamente o número e tipo de cordas tendíneas comissurais, como já observado por Machado e Peduti (1991), na valva atrioventricular esquerda do coração de bovinos sem raça definida (SRD), uma vez que há escassa literatura sobre esse assunto e permite o aprofundamento anatômico mais preciso do coração de bovinos.

2. METODOLOGIA

Foram utilizados 40 corações de bovinos SRD sem sexo definido, entre os animais avaliados para análise do presente estudo, os quais estavam livres de doenças cardíacas e foram coletados de animais adultos após abate para consumo humano, em frigoríficos legalizados do município de Porto Velho, Rondônia.

Seguindo a técnica descrita por Rodrigues (2010), o material coletado foi lavado em água corrente até o esvaziamento do sangue de suas câmaras e fixado pela injeção de solução de formaldeído a 10% com o auxílio de agulha e seringa. Depois da injeção do fixador, as peças foram acondicionadas em recipientes contendo solução de formaldeído a 10% durante um período mínimo de 15 dias para a finalização do processo de fixação.

Depois do período determinado, os corações foram dissecados conforme a técnica descrita por Queiroz *et al.* (2009) para observação dos componentes formadores da VAVE e avaliação das Cordas Tendíneas Comissurais.

Observaram-se com maior critério as comissuras subatrial e subauricular da valva, imediatamente dorsais aos músculos papilares subatrial e subauricular. Na análise do complexo valvar planificado, o espaço subatrial está localizado entre a metade da cúspide septal da extremidade esquerda e a cúspide parietal, já o espaço subauricular localiza-se entre a cúspide parietal íntegra e a metade da cúspide septal da extremidade direita.

A terminologia adotada em nosso estudo foi baseada na Nomina Anatômica Veterinária (2017). Os corações foram identificados individualmente por etiquetas plásticas fixadas por fio de *nylon*.

Todas as VAVE dissecadas receberam a mesma numeração do seu coração de origem, permitindo as anotações em tabela própria no programa Excel®, sendo o mesmo em que foi realizada a análise estatística a partir dos dados coletados foram realizadas também em programa Excel®, constituindo-se de *Odds Ratio* (OR) e o teste de Qui-quadrado. Todos os resultados foram considerados estatisticamente significativos se $p < 0,05$ e Intervalo de Confiança (IC) de 95%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aplicada a metodologia mencionada de fixação em solução de formaldeído e de dissecação dos corações, seguiu-se que as CT que se fixam nas comissuras das cúspides são denominadas cordas tendíneas comissurais (CTC), conforme Machado e Peduti (1991). Nesse sentido, a literatura traz o tipo de corda tendínea que atende duas valvas simultaneamente, sendo, dessa forma caracterizada separadamente (Nomina, 2017).

A partir do desenvolvimento do presente estudo, notou-se que as CTC se apresentavam com comportamento estrutural que originou dois tipos, a saber: 1) *Corda Comissural Penada* é aquela corda tendínea comissural que apresenta suas ramificações à semelhança das nervuras da pena das aves, lançando, dessa forma ramificações mais distantes da borda da cúspide e entre si; 2) *Corda Comissural Palmada* é aquela corda tendínea comissural que apresenta suas ramificações à semelhança dos dedos de uma mão, lançando dessa forma, suas ramificações próximas entre si e com a borda da cúspide.

Ambos os tipos de cordas comissurais estão presentes no músculo papilar subauricular e subatrial, e conseqüentemente atendem às cúspides, parietal e septal. As Figuras 1 e 2 são esquemas ilustrativos das CTC Palmada e CTC Penada em bovinos:

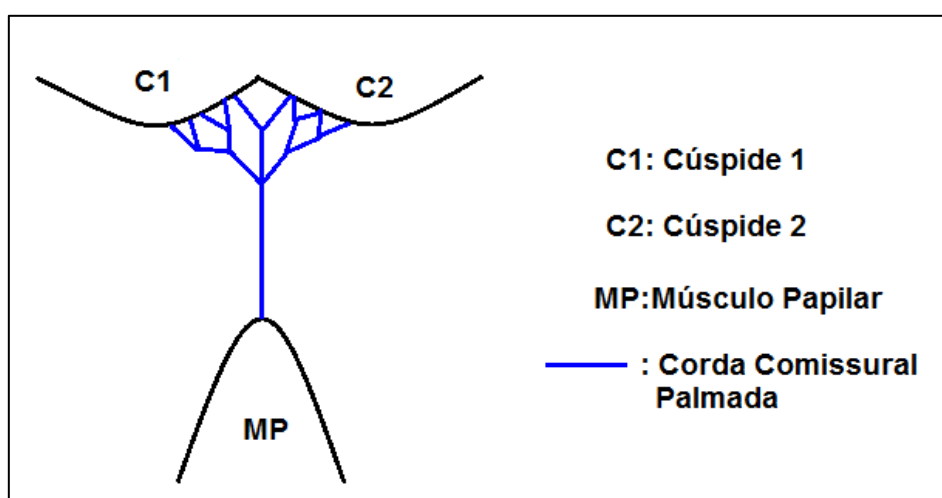


Figura 1: Esquema ilustrativo da Corda tendínea comissural do tipo palmada em bovino.

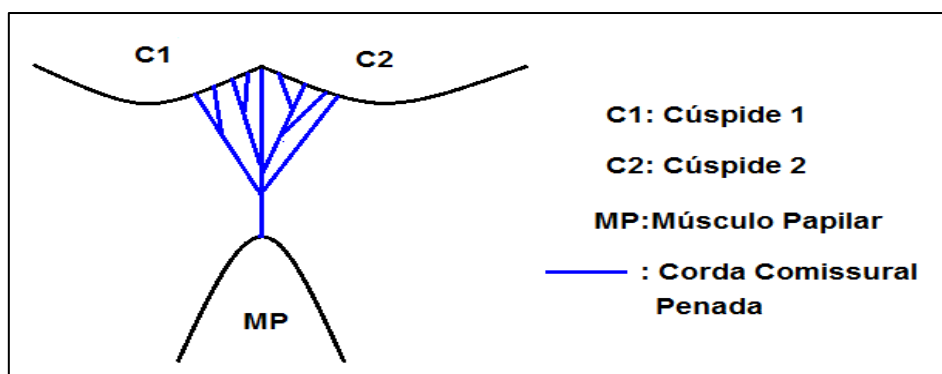


Figura 2: Esquema ilustrativo da Corda tendínea comissural do tipo penada em bovino.

Nas Figuras 3 e 4 pode-se observar as fotografias das CTC Penada e Palmada a seguir ilustram nossos achados:

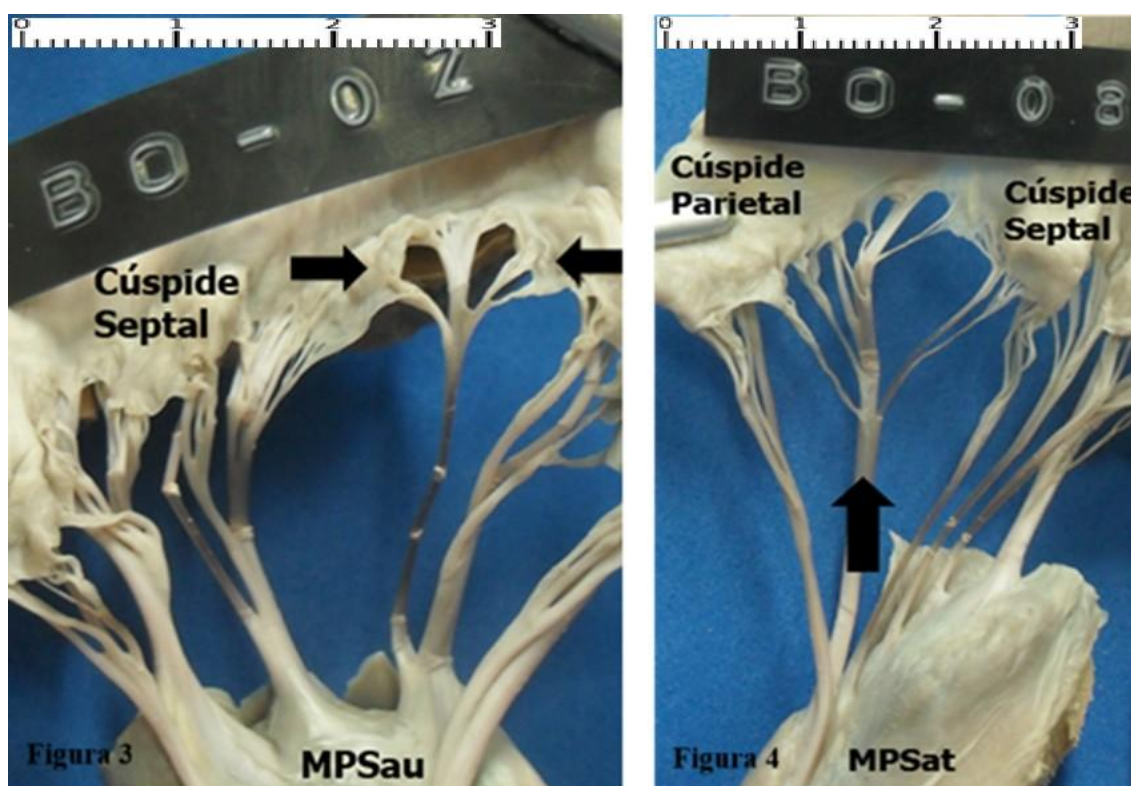


Figura 3 e 4. Fotomacrografia do complexo valvar esquerdo dissecado do coração de bovino, com a presença Corda Tendínea Palmada, (indicada pelas setas pretas) originando-se no músculo papilar subauricular (MPSau) e fotomacrografia do complexo valvar esquerdo dissecado do coração de bovino, com a presença Corda Tendínea Penada, (indicada pela seta preta) originando-se no músculo papilar subatrial (MPSat). Barra de Escala: 0,5 cm.

Os resultados demonstraram um total de 228 cordas tendíneas comissurais (CTC), sendo 116 CTC no músculo papilar subatrial e 112 CTC no músculo papilar subauricular. Destas, no músculo papilar subatrial, foram contabilizadas 88 CTC penadas (76%) e 28 CTC palmadas (24%), já no músculo papilar subauricular, foram 74 CTC penadas (66%)

e 38 CTC palmadas (34%). Assim, foram registradas no total 162 CTC penadas (71,05%) e 66 CTC palmadas (28,95%).

Em primeira análise a partir dos dados coletados, foi calculada uma OR=1,61 (IC 95%= 0,9-2,87) para a CTC do tipo penada no músculo papilar subatrial, o que sugere que CTC penadas são 61% mais frequentes nesse músculo papilar. No entanto, apesar de a diferença entre a frequência de CTC encontradas para cada músculo papilar, e, em especial, a CTC penada, não foi constatada significância estatística entre esses aspectos anatômicos ($p=0,104$), de modo que a OR encontrada pode ter sido devido ao acaso. Portanto, a ausência de significância sugere que a distribuição dos tipos de cordas não é influenciada pela localização do músculo papilar (subatrial ou subauricular) em corações de bois SRD, o que pode sugerir homogeneidade funcional ou anatômica entre os músculos.

Estudos anteriores demonstraram que o complexo valvar esquerdo está composto por duas cúspides principais, a parietal e a septal (Köning; Liebich, 2016; Schummer *et al.*, 1981; Walmsley, 1978), entretanto Lima *et al.* (2013) já discutiam sobre a presença de cúspides acessórias e as cordas tendíneas em porcos da raça *Landrace* (*Sus scrofa domesticus*).

O elegante funcionamento da VAVE envolve um adequado e delicado equilíbrio de forças entre cada um de seus componentes durante o ciclo cardíaco (Sun *et al.*, 2016). Entre os componentes cardíacos, as cordas tendíneas representam importante porção da biomecânica entre a abertura e o fechamento da VAVE, durante enchimento e esvaziamento das câmaras atrial e ventricular daquele lado.

Ao observarem de modo minucioso o complexo valvar esquerdo de suínos da raça *Landrace*, Machado e Peduti (1991), estabeleceram um dos primeiros estudos na Medicina Veterinária a detalhar as cordas tendíneas no campo da anatomia comparada. Nesse sentido, assim como aqui demonstrado, os autores classificaram as cordas tendíneas quanto a sua frequência, origem e inserção quanto aos músculos papilares (subatrial e subauricular), como também assumiram a presença de cordas tendíneas comissurais. Embora tenham se valido também da espessura das cordas para classificá-las em quatro tipos, descrevem a corda tendínea “tipo comissural”, a qual reflete característica morfológica muito similar à corda penada que adotamos em nosso estudo.

Recente artigo observou que em corações de bovinos SRD havia de uma a três cúspides acessórias, nomeando-as de acordo com a quantidade e posição anatômica

(Almeida *et al.*, 2024), o que corrobora aos nossos achados em relação a presença de cúspides comissurais e, portanto, a possibilidade de haver CTC nessa região. Outro estudo realizado em corações de ovelhas da raça Santa Inês (*Ovis aries*) avaliou a tipificação das cordas tendíneas na VAVE, sendo observada a presença de oito tipos de cordas tendíneas, além de CTC (Almeida *et al.*, 2012).

Zuo *et al.* (2016) destacam que a distribuição das cordas tendíneas, seu comprimento, elasticidade e pontos de inserção estão intrinsecamente ligados à biomecânica valvar, com variações morfológicas frequentemente associadas a diferenças funcionais, como resistência à tensão. Além disso, propuseram uma classificação das cordas tendíneas baseada na região de inserção dos folhetos, mas Sedransk *et al.* (2002) e Barber *et al.* (2011) o fizeram em relação ao tipo de folheto em que as cordas se inseriam, por exemplo.

A ausência de significância estatística aqui observada pode refletir uma homogeneidade anatômica entre os músculos papilares em bovinos, ao contrário do que foi proposto por Kunzelman e Cochran (1990), que descreveram padrões de inserção de cordas tendíneas baseadas em sua posição em relação às valvas, nos quais a rigidez à tração e ao estresse suportado por cordas marginais é maior, mesmo sob alta pressão sistólica, se comparadas às cordas basais.

O complexo valvar esquerdo de búfalos-asiáticos (*Bubalus bubalis*), estudados por Esteves *et al.* (2009), mensurou a área, número e tipificação de cordas tendíneas em 30 corações dessa espécie. Foram identificadas duas cúspides principais e quatro acessórias, com cerca de 10 a 25 cordas tendíneas que se inseriam em dois a três músculos papilares. O número amostral avaliado, similar ao conduzido aqui, também observou que não houve relação estatística significativa entre o número de cordas e o número de músculos papilares ($p > 0,05$), de modo a corroborar com nossos achados.

Desse modo, ao considerar os resultados encontrados aqui em comparação com a literatura consultada, os autores sugerem que estudos futuros com número amostral maior e outras variáveis sejam coletadas de modo a aprofundar o conhecimento científico da Medicina Veterinária sobre o tópico abordado e sugerem que a terminologia indicada no presente estudo possa ser incorporada à nomenclatura oficial.

4. CONCLUSÃO

Embora tenham sido contabilizadas, ao total, mais cordas tendíneas comissurais penadas do que palmadas, não foi observada relação estatística significativa, seja em relação a quantidade e tipo de corda avaliada, seja relacionando-as ao músculo papilar em que se inseriam ($p > 0,05$). Portanto, o presente estudo reforça a importância de novas pesquisas na anatomia animal comparada a fim de elucidar em pormenores a anatomia e o magistral funcionamento do complexo valvar cardíaco.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. T. S. *et al.* Typification the tendinous cords of the left valve complex of sheep hearts (*Ovis aries* Lin.). **Journal of Morphological Sciences**, v. 29 n. 1, p. 49–52, 2012.
- ALMEIDA, A. T. S., *et al.* Designação e frequência das cúspides acessórias da valva atrioventricular esquerda do coração de bovinos. **Pubvet**, v. 18, n. 10, p. e1663, 2024. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v18n10e1663>.
- BARBER J. E. *et al.* Myxomatous mitral valve chordae. I: Mechanical properties. **J. Heart Valve Dis.**, n.10, p. 320–324, 2001.
- DE SILVA, W. T.; PERERA, H. N.; FONSEKA, D. M.; RAJAPAKSHA, R. M. Morphological variability of the atrioventricular valve cusps in the equine heart. **Equine Veterinary Journal**, v. 53, n. 5, p. 1003-1012, 2021.
- ESTEVES, P. R. *et al.* Study of the cardiac left atrioventricular valvar complex in water buffaloes (*Bubalus bubalis*) of the Jafarabadi breed. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 29, n. 10, p. 852–858, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2009001000013>.
- GRANDE-ALLEN, K. J. *et al.* Glycosaminoglycan Profiles of Myxomatous Mitral Leaflets and Chordae Parallel the Severity of Mechanical Alterations. **J. Am. Coll. Cardiol.**, n. 42, p. 271–277, 2003.
- HO, S.Y. Anatomy of the Mitral Valve. **Heart**, n. 88, p. iv5–iv10, 2002.
- JIMENEZ, J. H. *et al.* Effects of Papillary Muscle Position on Chordal Force Distribution: An In-Vitro Study. **J. Heart Valve Dis.**, v. 14, n. 3, p. 295-302, 2005.
- KÖNING, H.; LIEBICH, H. **Anatomia dos Animais Domésticos**: texto e atlas colorido. Porto Alegre: Artmed, 2016.

KUNZELMAN, K. S.; COCHRAN, R. P. Mechanical properties of basal and marginal mitral valve *chordae tendineae*. **ASAIO Transactions**, v. 36, n. 3, p. M405–M408, 1990.

LIAO, J.; VESELY, I. A Structural Basis for the Size-Related Mechanical Properties of Mitral Valve Chordae Tendineae. **J. Biomech**, v. 36, v. 8, p. 1125–1133, 2003.

LIAO, J.; VESELY, I. Relationship Between Collagen Fibrils, Glycosaminoglycans, and Stress Relaxation in Mitral Valve Chordae Tendineae. **Ann. Biomed. Eng.**, v. 32, n. 7, p. 977–983, 2004.

LIMA, J. V. S.; *et al.* Anatomy of the left atrioventricular valve apparatus in landrace pigs. **J. Morphol. Sci.**, v. 30, n. 1, p. 0, 2013.

MACHADO, G. V.; PEDUTI NETO, J. Sobre o comportamento anatômico das *Chordae tendineae*, em relação à valva atrioventricular esquerda, em suínos da raça Landrace. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 28, n. 1, p. 31–37, 1991. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.1991.51921>.

MARTIN, M. *et al.* New Insights on the Formation of the Mitral Valve Chordae Tendineae in Fetal Life. **J. Cardiovasc. Dev. Dis.**, v. 11, n. 11, p. 367, 2024. <https://doi.org/10.3390/jcdd11110367>.

MILLINGTON-SANDERS, C. *et al.* Structure of Chordae Tendineae in the Left Ventricle of the Human Heart. **J. Anat.**, n. 192, p. 573–581, 1998.

NOMINA. **Nomina Anatomica Veterinaria**. 6 ed. International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2017.

QUEIROZ, F. F. *et al.* Chordae tendineae frequency in the mitral valve of Santa Inês sheep. **Ciência Animal Brasileira**, n.10, p. 1148–1154, 2009.

RODRIGUES, H. **Técnicas Anatômicas**. Vitória: Arte Visual, 1998. 222p.

SEDRANSK, K. L.; GRANDE-ALLEN, K. J.; VESELY, I. Failure mechanics of mitral valve Chordae tendineae. **J. Heart Valve Dis.**, v. 11, p. 644–650, 2002.

SCHUMMER, A., *et al.* **The Anatomy of Domestic Animals**. Berlin: Wiley–Blackwell, 1995. 515p.

SUN, W.; MARTIN, C.; PHAM, T. Computational modeling of cardiac valve function and intervention. **Annual Review of Biomedical Engineering**, n. 16, p. 53–76, 2014. <https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-071813-104517>.

WALMSLEY, R. Anatomy of human mitral valve in adult cadaver and comparative anatomy of the valve. **British Heart Journal**, n. 40, p. 351–366, 1978. <http://dx.doi.org/10.1136/hrt.40.4.351>.

ZUO, K. *et al.* Characterization of biomechanical properties of aged human and ovine mitral valve chordae tendineae. **Journal of the mechanical behavior of biomedical materials**, n. 62, p. 607–618, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2016.05.034>.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Alexandre Thomé da Silva de Almeida: Conceituação, Análise formal, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Design da apresentação de dados, Redação do manuscrito original, Redação - revisão e edição.

Juliano Henrique Oliveira Talamonte: Curadoria de dados, Investigação, Administração do projeto.

Pedro Brugnerotto de Almeida: Curadoria de dados, Análise formal, Design da apresentação de dados, Redação do manuscrito original, Redação - revisão e edição.

Alexandre Toebe Gadelha: Curadoria de dados, Investigação, Administração do projeto.

Thays Guimarães de Souza: Curadoria de dados, Investigação, Administração do projeto.