

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

DANIEL FAUSTINO GUIMARÃES

MORFOLOGIA DO CORAÇÃO E ARTÉRIAS DA BASE EM PINGUIM-DE-
MAGALHÃES (*Spheniscus magellanicus*)

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

ABRIL 2012

DANIEL FAUSTINO GUIMARÃES

MORFOLOGIA DO CORAÇÃO E ARTÉRIAS DA BASE EM PINGUIM-DE-
MAGALHÃES (*Spheniscus magellanicus*)

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

ORIENTADOR: PROF. LEONARDO SERAFIM DA SILVEIRA

CO-ORIENTADORA: PROF^a. ANA BÁRBARA FREITAS RODRIGUES

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

ABRIL 2012

Dedico este trabalho

A meus pais, José Carlos Gomes Guimarães e Anete Faustino Guimarães, e a minha irmã, Luísa Faustino Guimarães, por sempre me dar amor e o apoio quando mais precisei. A meus avós, mesmo alguns deles não estando mais presentes entre nós, me deram amor e carinho, a grande motivação para qualquer pessoa seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me guiar sempre em um caminho seguro na vida.

Aos meus pais José Carlos Gomes Guimarães e Anete Faustino Guimarães e minha irmã Luísa Faustino Guimarães, por sempre me apoiarem no que precisasse, sem dúvida não seria a mesma pessoa sem eles.

Aos meus tios, tias, primos e primas, os quais sempre me apoiaram durante minha graduação e não sendo diferente na pós-graduação

Aos meus grandes amigos, André Colares, Diogo Colares e Markus Kevyn Rocha, por sempre permanecerem em destaque no meu grande círculo de amizades e por serem quem são.

Ao professor Leonardo Serafim da Silveira, por ser meu orientador e dar todo apoio que precisei durante o mestrado.

A professora Ana Bárbara Freitas Rodrigues, por ser minha co-orientadora e grande amiga que é e foi durante todos esses anos desde a época de monitoria.

A professora Fernanda Antunes, por todos seus ensinamentos e por sua amizade não só comigo, mas com todos os meus amigos.

A todos os professores da pós-graduação pelos ensinamentos durante esses anos.

Aos amigos do Laboratório de Morfologia e Anatomia Patológica, aos quais se dedicaram em ajudar nesse trabalho e dar total apoio.

Ao Instituto Orca, por fornecer as peças anatômicas para realização deste trabalho.

Aos veterinários, e amigos acima de tudo, dr. Alessandro O. Galhões, dr. Alexandre Chamarelli, dra. Adriana Trotta, dra. Michelle, Márcio S.A, sr. Alfredo e Bruno pela grande amizade e apoio. E um obrigado especial para todos da clinica Vetmania.

A todos os meus amigos dos cursos de veterinária, engenharia e biologia que conheci durante a pós-graduação, mas principalmente aos meus dois grandes amigos e irmãos, dr. Gabriel Botelho de Souza e dr. Kenas Aguiar S. Amaral, os quais sem eles não teria momentos tão divertidos, tão sérios ou tristes, estes que espero sempre estarem do meu lado para qualquer situação.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Escala para descrição da correlação entre os dados (Fonte: Áurea Souza/
departamento de Matemática). 28

Tabela 2 - Mensuração das médias e desvio-padrão das métricas referentes as regiões
cardíacas dos 34 corações, pelo programa GraphPad Prism
5.0..... 36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. TOPOGRAFIA CARDÍACA DAS AVES.....	14
2.2. MORFOLOGIA CARDÍACA DAS AVES.....	14
2.3. ANATOMIA DOS VASOS DA BASE.....	16
2.4. HISTOLOGIA CARDÍACA.....	17
2.4.1. Microscopia Óptica do Músculo Estriado Cardíaco	17
2.4.2. Valvas Cardíacas	18
2.4.3. Cordas Tendíneas	19
2.4.4. Artérias	20
2.4.5. Histotécnica	22
2.4.5.1. Coloração de Rotina.....	22
2.4.5.2. Coloração Especial.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. AMOSTRAGEM.....	25
3.2. COLETA E PROCEDIMENTOS COM O MATERIAL.....	25
3.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	26
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	28

4.1.	RESULTADO DA ANATOMIA DISCRITIVA DO CORAÇÃO E SUAS ARTÉRIAS DA BASE.....	28
4.2.	RESULTADO HISTOLÓGICO DOS FRAGMENTOS.....	31
4.2.1.	Coloração por Hematoxilina-eosina.....	31
4.2.2.	Coloração pelo Tricrômico de Gomori.....	32
4.2.3.	Coloração pelo Picru-sirius Red.....	33
4.3.	RESULTADO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	35
5.	CONCLUSÃO.....	39
6.	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	40
7.	APÊNDICE.....	44
8.	ANEXO.....	50

RESUMO

GUIMARÃES, Daniel Faustino. M.Sc. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Abril de 2012. Morfologia do coração e artérias da base em Pinguim-de-Magalhães (*Spheniscus magellanicus*). Orientador: Prof. Dr. Leonardo Serafim da Silveira

O Pinguim-de-Magalhães é uma ave marinha de porte médio, de origem do hemisfério sul, com grandes colônias próximo a Patagônia. Em certas épocas do ano, aqui no litoral brasileiro, alguns exemplares aparecem devido a desvio de rotas de caça, sendo que alguns deles não conseguem retornar por ficarem muito debilitados. Trinta e quatro exemplares vieram a óbito no litoral do estado de Espírito Santo, dando condições para o estudo da sua morfologia cardíaca. O presente estudo analisou a morfologia e morfometria cardíaca como: câmaras e paredes cardíacas, valvas e artérias da base cardíaca. Foi analisada a histologia de fragmentos dessas regiões pela coloração Hematoxilina-eosina e para a diferenciação de certas estruturas foi utilizada a coloração do Tricrômico de Gomori. Visando principalmente a composição do tipo de colágeno existente em cada uma dessas regiões descritas, foi utilizado a coloração Picru-sirius red sob luz polarizada. Entre os 34 exemplares, nenhum apresentou discrepância em relação a sua morfologia, todos apresentavam grande semelhança, e sua morfometria apresentou algumas das seguintes médias com desvio padrão: Peso ($17,529 \pm 2,787$ g); Altura ($4,469 \pm 0,392$ cm); Perímetro do sulco coronário ($9,163 \pm 0,749$ cm); Perímetro do 1/3médio ($8,960 \pm 0,768$ cm). Foi feita a correlação de coeficientes entre os valores morfológicos, com $p < 0,05$. Foram utilizados valores normalizados e corrigidos (469,5) pelo teste Bartlett, e o Teste de Newman-Keuls foi usado para comparações de médias. A histologia dessas regiões pela coloração Hematoxilina-eosina, foi encontrado o esperado, sem grandes alterações em relações a outras aves já estudadas. A tipificação do colágeno dessas regiões pela coloração Picru-sirius red sob luz polarizada, demonstrou a presença do colágeno tipo I (fibras

vermelhas/ maduras) em maior evidencia que o do tipo III (fibras verdes/ imaturas) na maioria das estruturas, dando a aparência mais avermelhada a quase todas elas.

Palavras-chave: Pinguim-de-Magalhães; morfologia cardíaca; colágeno

ABSTRACT

GUIMARÃES, Daniel Faustino. M.Sc. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; April, 2012. Morphology of heart and arteries of the cardiac base in Magellanic penguin (*Spheniscus magellanicus*). Adviser: Prof. Dr. Leonardo Serafim da Silveira

Magellanic penguin is medium-sized seabird originated from southern hemisphere with colonies near Patagonia. At certain times of the year in Brazilian coast, a few penguins lost them hunting routes and can't return because they were very sick, and some ones died. Thirty-four penguins come died in Espírito Santo's coast, made possible this work about their cardiac morphology. This study analyzed the cardiac morphology and morphometric of heart chambers and walls, valves and arteries of the cardiac base. This parts was analysed and stained by Hematoxilin and eosin and Gomori's trichrome was used for identify some tissues. Mainly targeting the collagen's composition in each parts described was used the Picrusirius Red's stain under polarized light. Among thirty-four penguin's hearts, no one presented discrepancy in your morphology, everyone had very similarity, and your morphometry presented some means like: Weight ($17,529 \pm 2,787$ g); Height ($4,469 \pm 0,392$ cm); Coronary groove perimeter ($9,163 \pm 0,749$ cm); third-medium perimeter ($8,960 \pm 0,768$ cm). Was made Correlation Coefficients between the morphological values, with $p < 0,05$. Were used normalized and corrected values (469,5) by the Bartlett's Test and Newman-Keuls Multiple Comparison Test was used for means comparisons. The histology of those parts for Hematoxilin and eosin stain found the expected without major changes in comparison other birds studied. The characterization of collagen by Picrusirius Red stain presented the type 1 collagen (red fibers/mature) provides more evidence that type 3 collagen (green fibers/immature) in most structures, giving more reddish appearance in almost of them.

Key words: Magellanic penguin; cardiac morphology; collagen.

1 INTRODUÇÃO

A costa brasileira é frequentemente visitada pelos Pinguins-de-Magalhães (*Spheniscus magellanicus*), da família *Spheniscidae* e da ordem Sphenisciformes. São aves de médio porte, com cerca de 70 centímetros de comprimento e 5 a 6 kg de peso. A sua plumagem é negra nas costas e asas e branca na zona ventral e no pescoço. A maior parte dos exemplares tem na cabeça uma risca branca, que passa por cima das sobrancelhas, contorna as orelhas e se une no pescoço; e uma risca negra e fina em seu peitoral, em formato de ferradura. Os olhos, bico e patas são negros (International Penguin Conservation Work Group, 2002).

São as aves mais típicas e numerosas da Zona Subantártica e Antártica, constituindo a grande maioria da fauna desta região, sendo encontradas apenas no Hemisfério Sul. Recentemente, trabalhos produzidos no Brasil sobre pinguins, deveram-se à presença esporádica destes animais na costa sul e sudeste brasileira. Porém, vários grupos de pesquisa e Organizações Não Governamentais (ONGs) internacionais têm estudos sobre seu comportamento e modo de vida. Entre os meses de abril e junho, recebemos na costa sul e, às vezes, sudeste do Brasil, alguns exemplares desses pinguins vindos da Patagônia. Comumente são aves jovens que se perdem do bando, trazidas pelas correntes frias de Falkland e chegam aqui muito debilitadas. A presença dos pinguins é um indicador de poluição das águas, pois são aves extremamente sensíveis a qualquer tipo de poluente. Os Pinguins-de-Magalhães se reproduzem na costa da Argentina, Chile e Ilhas Malvinas, durante os meses de setembro a março¹. Ao longo deste período de migração, de aproximadamente sete meses, muitos exemplares são contaminados ao cruzar com manchas de óleo nos mares, o que lhes confere a perda da impermeabilidade das penas e, conseqüentemente, uma hipotermia, levando-os para o litoral. Em terra firme, estes

¹ Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/pinguim-de-magalhaes>>. Acesso em 23/10/2010.

animais não obtêm alimento, ocorrendo um agravamento do quadro geral, que acarreta em desnutrição (hipoglicemia e hipoproteinemia) e desidratação. Nas praias brasileiras, desde o Rio de Janeiro ao litoral gaúcho, são encontrados (anualmente) dezenas de exemplares de Pinguins-de-Magalhães, contaminados por petróleo e debilitados. Durante o período de reabilitação, essas aves estão suscetíveis a infecções oportunistas, como a aspergilose, micose responsável por aproximadamente 30% das causas de mortalidade de pinguins em cativeiro (SANTAMARIA, 2003). Trabalhos sobre a morfologia dos pinguins são escassos, ainda que sejam importantes para o melhor conhecimento anatômico e biológico dessas espécies. Um estudo sobre a dieta alimentar de 40 espécimes juvenis de Pinguim-de-Magalhães, que enalharam nas praias de Arraial do Cabo / RJ, revelou que os cefalópodes (polvos e lulas) constituem importante recurso alimentar para aquelas aves².

Dados referentes à anatomofisiologia desta espécie de vida livre são de grande relevância, incluindo a morfologia, que objetiva avaliar a estrutura, a arquitetura e a forma dos órgãos.

O presente trabalho busca elucidar os dados morfológicos específicos do coração do Pinguim-de-Magalhães. Sendo assim, esta investigação também objetiva verificar como as artérias da base coração se comportam, além de descrever a histoarquitetura dos referidos vasos.

² Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/pinguim-de-magalhaes>>. Acesso em 23/10/2010.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TOPOGRAFIA CARDÍACA DAS AVES

Nas aves, a musculatura diafragmática não está presente, não havendo separação espacial entre os órgãos torácicos e os abdominais, como ocorre com os mamíferos, sendo denominada de cavidade celomática. O coração localiza-se entre os lobos hepáticos, como cranialmente a eles, e está ligado ao esterno pelo pericárdio fibroso (DYCE, 2004), na região cranioventral do tórax, perpendicular ao eixo longitudinal do corpo (BEZUIDENHOUT et al., 1986). Sua forma é cônica, com o ápice formado apenas pelo ventrículo esquerdo (DYCE, 2004).

2.2 MORFOMETRIA CARDÍACA DAS AVES

O átrio direito recebe três grandes veias: veias cavas craniais pares e uma veia caudal única, pelas quais o sangue de todas as partes do corpo retorna ao coração, com exceção dos pulmões (SISSON, 1972).

A valva atrioventricular direita é formada por uma aba muscular desprovida de cordas tendíneas, fixada à parede lateral (SISSON, 1972). A valva atrioventricular direita parece ser muscular nas aves, e não membranosa, como no

coração dos mamíferos. Consiste em uma lâmina interna de musculatura atrial, compreendendo a face septal da valva. A lâmina externa da valva, disposta circularmente, consiste em um músculo ventricular. Durante a sístole ventricular, a valva contrai-se e sua superfície interna é puxada de encontro ao septo interventricular (BAUMEL et al., 1986).

O ventrículo direito, de paredes finas, situa-se ao redor do ventrículo esquerdo, de forma que seu lúmen, no corte transverso, tem forma de lua crescente (DYCE, 2004). O óstio pulmonar está unido ao cone arterioso (é a saída do ventrículo direito em direção ao tronco pulmonar) e apresenta uma valva, a valva pulmonar, composta de três válvulas semilunares (BELENERIAN et al., 2007).

O átrio esquerdo recebe o sangue oxigenado das veias pulmonares. O septo interatrial é delgado e em seu centro existe uma área mais delgada, a fossa oval (SISSON, 1972).

Nas espécies domésticas, o óstio atrioventricular apresenta o complexo mitral, composto pela parede do átrio esquerdo, o anel e a valva mitral, os músculos papilares, com suas cordas tendíneas e a parede livre do ventrículo esquerdo (BELENERIAN et al., 2007). Nas aves, a valva atrioventricular esquerda, possui três cúspides, ligadas às cordas tendíneas, e essas presas aos seus músculos papilares (BAUMEL et al., 1986).

O ventrículo esquerdo, de paredes espessas tem a forma de um cilindro pontiagudo. Barras musculares em seu interior dão ao corte transverso um aspecto de roseta (DYCE, 2004).

O pericárdio de avestruz envolve externamente o coração e contém espessa camada de tecido adiposo sobre o pericárdio fibroso e sob a lâmina visceral do pericárdio seroso (epicárdio), ocultando os ramos das artérias coronárias, principalmente no seio coronário (SOARES et al., 2010). O pericárdio, nas aves em geral, é um saco fibroso, consistente e translúcido, afixado às estruturas circundantes. O pericárdio fibroso é forrado pela lâmina parietal do pericárdio seroso, de superfície brilhosa, refletida nas raízes dos grandes vasos e sobre a superfície do coração, onde é denominado lâmina visceral do pericárdio seroso, ou epicárdio (BAUMEL et al., 1986).

2.3 ANATOMIA DOS VASOS DA BASE CARDÍACA

As artérias são vasos especializados em transportar sangue em alta pressão do coração em direção aos tecidos. O sangue flui continuamente para os capilares para fornecer oxigênio aos tecidos, e a força que permite tal fenômeno provém das propriedades elásticas das paredes arteriais. Todos os vasos têm uma camada de endotélio revestido, no caso das artérias, por um músculo liso e por grande quantidade de fibras de colágeno, que proporcionam força de tensão contra a grande pressão através da qual o sangue é ejetado para as artérias, e de fibras de elastina, que conferem grande elasticidade às paredes das artérias (JUNQUEIRA, 2004; ROSS, 2008).

Observa-se, na base do coração, a artéria aorta, a artéria mais calibrosa e de parede mais espessa, originada do ventrículo esquerdo. Seus primeiros ramos são as artérias coronárias, estando, a esquerda, situada entre o tronco pulmonar e a aurícula esquerda; e a coronária direita, situada entre o tronco pulmonar e a aurícula direita. Ramificam-se em ramos superficiais e profundos e estes são responsáveis pelo suprimento sanguíneo do miocárdio (DYCE, 2004).

Em seguida, observam-se as artérias braquiocefálicas, que surgem separadamente, isto é, não caracterizando o tronco braquiocefálico observado em algumas espécies de mamíferos e aves (SOARES et al., 2010). De acordo com Baumel et al. (1986), em aves, as origens das artérias braquiocefálicas estão apenas ligeiramente afastadas, da mesma forma observada em avestruz. Dyce (2004) observou, entretanto, que nas aves em geral há a formação de um tronco braquiocefálico, para então haver a divisão em artérias braquiocefálicas direita e esquerda. Em galinhas (*Gallus gallus*), a artéria braquiocefálica direita curva-se ventralmente ao tronco emissor e segue reta cranialmente (BAUMEL et al., 1986). Em galinhas, as artérias braquiocefálicas direita e esquerda surgem da face esquerda

da artéria aorta, contudo, em ângulo obtuso, e equivalem-se ao tronco emissor em termos de diâmetro (SISSON, 1972).

O tronco pulmonar é um tronco curto que se origina do ventrículo direito, se ramifica em artérias pulmonar direita e esquerda, para penetrar nos respectivos pulmões (SISSON, 1972).

2.4 HISTOARQUITETURA DO CORAÇÃO DAS AVES

2.4.1 Microscopia óptica do músculo estriado cardíaco

Constituído por células alongadas e ramificadas, com aproximadamente 15 micrômetros (μm) de diâmetro por 85-100 μm de comprimento, que se prendem por meios de junções intercelulares complexas. Estas células apresentam estriações transversais, com as fibras cardíacas possuindo um ou dois núcleos centralmente localizados. As fibras cardíacas são circundadas por uma delicada bainha de tecido conjuntivo, semelhante ao endomísio da musculatura esquelética (JUNQUEIRA, 2004). Os discos intercalares são complexos encontrados na interface de células musculares adjacentes. Aparecem como linhas retas ou exibem aspecto em escada. Dividem-se em três especializações juncionais: a zônula de adesão, os desmossomos e junções comunicantes. De um ponto de vista funcional, a passagem de íons permite que cadeias de células se comportem como se fossem um sincício, pois o sinal para contração passa como se fosse uma onda, de uma célula para a outra (JUNQUEIRA, 2004).

2.4.2 Valvas cardíacas

Nas espécies domésticas, a válvula mitral é uma complexa estrutura de camadas composta de células endoteliais, intersticiais e matriz extracelular (MEC). Cada camada do folheto valvular é rica em um componente específico do MEC, que tem funções diferentes na acomodação da forma e dimensão do folheto valvular durante o ciclo cardíaco (DISATIAN, 2008).

O endocárdio que reveste as superfícies valvulares é similar ao das cordoalhas tendíneas, diferenciando-se apenas em alguns aspectos. As células do endocárdio atrial são redondas, com núcleo grande e irregular; e apresentam estruturas densas de citoplasma, enquanto que as das cordoalhas tendíneas e do ventrículo são células aplanadas, com núcleo ovóide e estrutura citoplasmática atenuada (FENOGLIO et al., 1972).

No ponto de inserção das cordas tendíneas, na válvula e próximo ao bordo livre, o tecido fibroso é pobremente definido, mas ainda distingue-se como uma faixa. Há relação estrutural de continuidade entre o anel, o esqueleto da válvula e a corda tendínea, formando uma estrutura fibrosa única (FENOGLIO et al., 1972).

A superfície ventricular da valva constitui-se por uma camada de células endocárdicas, derivadas do endocárdio ventricular e do tecido subendocárdico, não tão desenvolvido como o da superfície de origem atrial. No terço proximal, mais perto do anel, verificam-se fibras musculares, que tendem a reduzir em número, na área média, e a não existir na zona distal (FENOGLIO et al., 1972; MUCHA, 2002).

2.4.3 Cordas tendíneas

O sistema de cordas tendíneas do complexo valvar de um coração é um dos mais importantes sistemas funcionais envolvidos na circulação sanguínea (GOSHAL, 1986; POPESKO, 1997; SCHALLER, 1999; DYCE et al., 2004).

As cordas que se orientavam à comissura entre as válvulas – podendo ser entre uma acessória e principal, entre duas acessórias ou entre duas principais; ou, ainda, acolher uma válvula acessória por completo – eram classificadas como cordas comissurais (RIELLA et al., 1996).

As cordas tendíneas são estruturas filamentosas que se originam do ápice livre dos músculos papilares, unindo-os às bordas e faces ventriculares das válvulas das valvas atrioventriculares (TESTUT; LATARJET, 1979), e são constituídas por um eixo central de colágeno denso chamado de tendão axial, circundado por colágeno frouxo e elastina revestida por células endocárdicas, uma membrana pericordal, que possui fibras longitudinais e transversais. As transversais são mais superficiais e se apresentam em forma de anéis finos (YILDIZ; CAVUSOGLU, 2004).

Histologicamente apresentam constituição semelhante à das cúspides, com predomínio de tecido colágeno, poucas fibras elásticas e musculares, recobertas por células endoteliais e endocárdicas. Na região de inserção, a estrutura das cordas confunde-se de modo quase imperceptível com a das cúspides (GREGORI, 2005).

2.4.4 Artérias

Baseando-se no seu tamanho e em certas características histológicas, as artérias dividem-se em três categorias: grandes artérias ou artérias elásticas; artérias de tamanho médio ou artérias musculares; e pequenas artérias ou arteríolas (geralmente menores que 2 mm de diâmetro). As artérias compõem-se de três túnicas: uma túnica interna, a túnica íntima; a túnica média; e a túnica externa ou adventícia. À medida que os vasos diminuem de calibre, estas três camadas, progressivamente, perdem sua distinção e, nos capilares, não podem (em geral) ser identificadas. Por outra parte, a composição e espessura relativa destas túnicas variam com a categoria das artérias (JUNQUEIRA, 2004).

As arteríolas possuem diâmetro menor do que 0,5mm e lúmen relativamente estreito. Nas menores arteríolas, a lâmina elástica interna é ausente e a camada da média geralmente é composta de uma ou duas camadas de células musculares lisas, circularmente organizadas. A lâmina elástica externa é ausente e a túnica adventícia é muito delgada nas arteríolas (JUNQUEIRA, 2004; ROSS, 2008).

Nas artérias de calibre médio ou musculares, a túnica íntima possui uma camada subendotelial e lâmina elástica interna um pouco maior do que a das arteríolas. A túnica média pode conter até 40 camadas de células musculares lisas e entremeadas por lamelas elásticas (dependendo do tamanho do vaso), como também por fibras reticulares e proteoglicanas. A lâmina elástica externa só está presente nas artérias musculares de maior calibre. Na adventícia, composta de tecido conjuntivo frouxo, são encontrados vasos linfáticos, *vasa vasorum* e nervos. Essas artérias podem controlar o fluxo de sangue para os órgãos, contraindo ou relaxando as células musculares lisas da túnica média (JUNQUEIRA, 2004; ROSS, 2008).

Nas artérias de grande calibre ou elásticas, a túnica íntima é mais espessa do que a das artérias médias, devido à grande quantidade de fibras elásticas (JUNQUEIRA, 2004). Consiste em revestimento endotelial e a sua lâmina basal, com

células achatadas e alongadas, com seu eixo longo orientado paralelamente à direção do fluxo sanguíneo na artéria (ROSS, 2008). A túnica média consiste em uma série de lâminas elásticas perfuradas, concentricamente, e organizadas, que aumentam de número de acordo com a idade. A túnica adventícia é relativamente pouco desenvolvida (JUNQUEIRA, 2004).

As grandes artérias incluem a aorta, o tronco braquiocefálico, carótidas, subclávias, axilares, vertebrais, ilíacas e o tronco das artérias pulmonares. Nestas artérias (GRAY, 1988), a túnica interna ou íntima está formada pelo endotélio, camada única de células planas ou escamosas de forma oval ou fusiforme, orientadas segundo a direção da corrente sanguínea, com núcleos arredondados ovóides ou achatados; por uma camada subendotelial de tecido conjuntivo delicado constituído de colágeno, elastina de glicoproteínas (CONSTRAN et al., 1989). O limite externo desta túnica está demarcado por uma rede de fibras elásticas, dispostas mais ou menos longitudinalmente, deixando aberturas alongadas que lhe dão aparência fenestrada, através das quais células de músculo liso da túnica média podem migrar para a túnica íntima (ROSS, 2008).

Nas grandes artérias, estas fibras não estão compactadas em uma membrana elástica interna como acontece nas artérias musculares. Nos cortes transversos de artérias musculares de tamanho médio, esta membrana aparece como uma linha ondulada bem corada por corantes especiais para fibras elásticas (JUNQUEIRA, 2004; ROSS, 2008).

A túnica média (ou camada muscular) constitui o suporte da parede de uma artéria, sendo sua parte mais grossa e, assim, dominando seu comportamento mecânico. A espessura desta túnica, bem como sua composição, varia com o diâmetro dos vasos. As artérias de grande calibre ou artérias elásticas, compõe-se de fibras de tecido elástico (elastina), dispostas circularmente em torno dos vasos, em múltiplas camadas razoavelmente compactas, separadas alternadamente por camadas finas de fibras de colágeno e de células musculares lisas, conectadas por tecido conjuntivo (JUNQUEIRA, 2004; ROSS, 2008)

O grande conteúdo de tecido elástico nestas artérias (daí a denominação de artérias elásticas) proporciona um grande poder de recuperação após

a sístole, o que permite manter o nível da pressão no sistema arterial. Com o processo de envelhecimento, as fibras elásticas deterioram-se, sendo substituídas por tecido fibroso, com a conseqüente perda progressiva de sua elasticidade (ROSS, 2008).

Nas artérias musculares, a túnica média está composta de fibras musculares lisas, dispostas num padrão helicoidal, de passo decrescente na direção das artérias periféricas, e organizadas em camadas contendo quantias pequenas de tecido conjuntivo, elástico e colágeno entre elas (JUNQUEIRA, 2004; CONSTAN et al., 1989).

A túnica externa ou adventícia é formada por tecido conjuntivo frouxo, com uma fina rede de fibras colágenas e elásticas. O tecido elástico é mais abundante próximo à túnica média e denomina-se membrana elástica externa. Esta túnica contém arteríolas (e vênulas) que nutrem as paredes vasculares, os *vasa vasorum*, e contém, também, as fibras nervosas destinadas às células musculares lisas (JUNQUEIRA, 2004).

Nas pequenas artérias, e progressivamente com a diminuição do diâmetro, existe uma perda gradual – primeiramente da membrana elástica externa – e, posteriormente, da membrana elástica interna, de maneira tal que, nas arteríolas, as três túnicas não podem ser distinguidas. Nas arteríolas, a espessura destas três túnicas é, aproximadamente, igual ao diâmetro das mesmas (GRAY, 1988, CONSTAN et al., 1989, JUNQUEIRA, 2004).

2.4.5 Histotécnica

2.4.5.1 Coloração de rotina

Apesar dos méritos da coloração por Hemotoxilina-eosina (HE), o procedimento não revela adequadamente determinados componentes estruturais dos cortes histológicos, incluindo o material elástico, as fibras reticulares, as membranas basais e os lipídios. Quando se deseja demonstrar estes componentes, podem ser utilizados outros procedimentos de coloração, em sua maioria, seletivos (ROSS, 2008).

2.4.5.2 Coloração Especial

A coloração pelo método do Picrosirius faz com que grande quantidade de moléculas do Sirius Red, de caráter ácido e alongadas, disponha-se paralelamente às moléculas do colágeno, o que provoca aumento considerável da birrefringência das fibras que contêm colágeno, quando observadas à luz polarizada. Assim, o método da coloração com Picrosirius, associado à microscopia de polarização, é um método histoquímico específico para detecção de estruturas compostas de moléculas de colágeno orientadas (MONTES, 1996).

A observação de que colágeno dos tipos I, II, III mostra diferentes cores e intensidades de birrefringência, em um mesmo corte histológico, conforme descrito por Junqueira (2004), pode ser explicada pelo fato amplamente conhecido de que esses diferentes colágenos intersticiais apresentam padrões distintos de agregação física (BORNSTEIN; SAGE, 1980). Assim, o colágeno do tipo I forma fibras grossas (fibras colágenas), compostas por fibrilas grossas densamente agrupadas e, conseqüentemente, apresenta intensa birrefringência com coloração amarela ou avermelhada. O colágeno do tipo III forma fibras finas (fibras reticulares), compostas por fibrilas finas, frouxamente dispostas mostrando fraca birrefringência de coloração esverdeada (JUNQUEIRA, 2004). O colágeno do tipo II (o qual está presente em

cartilagens hialinas e elásticas) não forma fibras e suas fibrilas, muito finas, estão dispostas em uma rede frouxa que interage fortemente com a substância fundamental. Esse tipo de agregação física resulta em fraca birrefringência e coloração variável. A utilização desse método permite a identificação do tecido colágeno normal, a variação entre pequenas alterações e a completa desorganização (MONTES, 1996).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 AMOSTRAGEM

Foram utilizados 34 corações de Pinguins-de-Magalhães, oriundos do Instituto Orca, em Vila Velha, Espírito Santo, obtidos dos animais que vieram a óbito.

3.2 COLETA E PROCEDIMENTOS COM O MATERIAL

Após a necropsia, os corações foram retirados da cavidade celomática, junto com os vasos da base cardíaca. Imediatamente foram lavados e fixados em solução de formaldeído tamponado neutro a 10%.

Após estar completamente fixada, a peça foi então dissecada, para a mensuração dos valores das respectivas estruturas, no Laboratório de Morfologia e Patologia Animal (LMPA), do Hospital Veterinário da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), em Campos dos Goytacazes.

- O peso do coração foi mensurado em uma balança digital de precisão.
- A altura cardíaca foi avaliada com um paquímetro digital, onde a consideramos do ápice cardíaco até a altura do sulco coronário.

- Para o perímetro do sulco coronário, foi utilizado o programa *ImageJ*, que, ao ter a imagem capturada por uma câmera digital no computador, o programa mensurará com precisão as distâncias.
- Foi mensurado a espessura da parede ventricular direita e esquerda, em seus terços médios utilizado o programa *ImageJ*.
- Foram retiradas: a estrutura da valva atrioventricular esquerda, junto a suas cordas tendíneas, para avaliação de sua composição, pela coloração com Hematoxilina-Eosina, assim como a coloração Picrosirius red, para a determinação dos tipos de colágenos I e III presentes.
- Foram também avaliados à microscopia óptica, os vasos da base como: a artéria aorta, artéria pulmonar e artérias braquiocefálicas, pelas colorações Hematoxilina-Eosina e Tricômio de Gomori, para avaliar a histoarquitetura.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados foram protocolados e dispostos em quadros para análise estatística. Os dados obtidos foram normalizados e corrigidos através do teste de Bartlett. Posteriormente, foi feita a análise de variância (ANOVA) e comparação de médias pelo teste de Newman-Keuls, com nível de significância de 5%. Foi realizado o teste de correlação e os resultados foram compilados em coeficiente de correlação (r^2) com $p < 0,05$. A análise estatística foi realizada através do software GraphPad Prism 5.0.

Foram mesurados os seguintes valores:

- 1) Peso, em gramas;

- 2) Altura, em centímetros (cm);
- 3) Perímetro (2p) do sulco coronário em cm;
- 4) Parede do ventrículo esquerdo (PVE) em cm;
- 5) Parede do ventrículo direito (PVD) em cm;
- 6) Septo interventricular (SIV) em cm;
- 7) Perímetro do ventrículo direito (2p VD) em cm;
- 8) Perímetro do ventrículo esquerdo (2p VE) em cm;
- 9) Perímetro da valva atrioventricular esquerda (2p vAV esq.) em cm;
- 10) Perímetro da valva atrioventricular direita (2p vAV dir.) em cm;
- 11) Perímetro da valva aórtica (2p v aórtica) em cm;
- 12) Perímetro da valva pulmonar (2p v pulmonar) em cm;
- 13) Perímetro do terço médio cardíaco (2p 1/3médio) em cm.

Foram feitas correlações entre algumas estruturas, usando-se a tabela abaixo como escala:

Tabela 1 – Escala para descrição da correlação entre os dados (Fonte: Áurea Souza/ Departamento de Matemática).

Coeficiente de correlação	Correlação
$r = 1$	Perfeita positiva
$0,8 \leq r < 1$	Forte positiva
$0,5 \leq r < 0,8$	Moderada positiva
$0,1 \leq r < 0,5$	Fraca positiva
$0 < r < 0,1$	Ínfima positiva
0	Nula
$-0,1 < r < 0$	Ínfima negativa
$-0,5 < r \leq -0,1$	Fraca negativa
$-0,8 < r \leq -0,5$	Moderada negativa
$-1 < r \leq -0,8$	Forte negativa
$r = -1$	Perfeita negativa

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADO DA ANATOMIA DESCRITIVA DO CORAÇÃO E SUAS ARTÉRIAS DA BASE

Sob o ponto da morfologia, o coração do Pinguim-de-Magalhães não apresenta grandes diferenciações em relação a outras aves. Da mesma forma, Dyce (2004) também o descreve na posição superior na cavidade celomática, sendo cranial

aos pulmões, quase em contato direto com o esterno, está dorsal aos lobos hepáticos. Como visto por Bezuidenhout et al.(1986) e Baumel et al.(1986), o coração possui um pericárdio fibroso envolvendo-o por completo. Possui uma base maior, na qual estão seus principais vasos; um corpo, onde estão suas quatro câmaras em maior distribuição; e um ápice, onde é formado pela porção mais distal da câmara ventricular esquerda, assim como descrito por Dyce (2004) e Sisson (1972), como na Prancha 1A.

A sua base contém a artéria aorta, que como Dyce (2004) e Sisson (1972) relatam, é a mais calibrosa e de parede mais espessa. Sua primeira porção situa-se cranial e central à base, logo, sofre desvio para a direita seguindo seu trajeto caudal. Assim como as demais espécies, sua primeira ramificação são as artérias coronárias direita e esquerda. A artéria coronária direita ramifica-se cranialmente à aorta ascendente, seguindo pelo sulco coronário, situado entre as câmaras direitas, seguindo caudalmente e descendo pelo sulco interventricular direito. Já a artéria coronária esquerda, se ramifica da aorta muito próxima à artéria coronária direita, segue em direção cranial ao coração, descendo pelo sulco interventricular esquerdo e sua outra parte contorna o sulco coronário esquerdo, situado entre as câmaras cardíacas esquerdas, como visto por Dyce (2004) e Soares et al. (2010), como na Prancha 1B.

A segunda ramificação da aorta e, sendo esta, bem demarcada nas aves, são as artérias braquiocefálicas direita e esquerda. Como visto por Soares et al (2010), as duas artérias compartilham de um mesmo orifício dentro da aorta e, após isso, é que há a ramificação, ou seja, possui um pequeno tronco, assim como observado por Dyce (2004). Elas possuem paredes espessas, quase de mesmas proporções da aorta. Formam um “V” inclinado para a esquerda da aorta, seguindo em direção ao pescoço, de acordo com a descrição de Baumel et al. (1986), como na Prancha 1B.

E a última artéria da base cardíaca, é a artéria pulmonar, situada crânio-sinistra à artéria braquiocefálica esquerda, a qual possui parede bem delgada como visto por Sisson (1972). Tem origem na saída do ventrículo direito, seguindo em direção caudal (Prancha 1, figura B).

O coração é formado por quatro câmaras, sendo duas atriais e duas ventriculares, do lado esquerdo e direito. As câmaras direitas são separadas pela valva atrioventricular direita, sendo essa, nas aves, uma aba muscular, como Sisson (1972) e Baumel et al. (1986) descreveram, visto na Prancha 1, figura C. Tem sua origem na borda do óstio atrioventricular direito e insere-se na lateral da parede ventricular direita.

Assim como descrito por Baumel et al. (1986), as câmaras esquerdas são separadas pela valva atrioventricular esquerda, formada por três válvulas, com origem em todo o contorno do óstio atrioventricular esquerdo, sendo elas ligadas por um conjunto de três à quatro cordas tendíneas a cada uma delas, que se inserem nos músculos papilares, estes encontrados no interior do ventrículo esquerdo (Prancha 1, figura D). Na saída do ventrículo esquerdo, encontramos a valva aórtica, formada por três válvulas semilunares, como nas demais espécies, como dito por Belenerian et al (2007). E, na saída do ventrículo direito, encontramos a valva pulmonar, que assim como a aorta, possui três válvulas semilunares. Essas duas últimas valvas não possuem cordas tendíneas, como visto por Sisson (1972) e Dyce (2004) (Prancha 2, figura A).

As duas câmaras atriais possuem paredes bem delgadas e são separadas pelo septo interatrial, também de parede delgada. O interior dos átrios possuem pequenos feixes musculares, são os músculos pectíneos (Prancha 2, figura B).

A câmara ventricular direita tem o formato de lua crescente, assim também descrito por Dyce (2004), estando a aba muscular, em sua grande parte, dentro do seu interior. A câmara ventricular esquerda apresenta uma luz pequena em relação à câmara direita, com paredes bem espessas, por, provavelmente, necessitar de uma força de ejeção alta para situações de mergulhos mais profundos, onde a pressão externa é maior. Entre as duas câmaras está o septo interventricular, que, diferente do septo interatrial, é bem espesso (Prancha 2, figura C).

4.2 RESULTADO HISTOLÓGICO DOS FRAGMENTOS

Foram analisados regiões de diferentes partes do coração: a valva atrioventricular esquerda, junto às cordas tendíneas; a valva atrioventricular direita, a valva aórtica, a valva pulmonar; e um corte transversal no terço médio cardíaco. E três fragmentos de artérias: uma da artéria aorta, uma da artéria braquiocefálica e uma da artéria pulmonar.

Em todas elas, foram utilizadas a coloração por Hematoxilina-eosina (HE), como base para suas avaliações histoarquitetônicas; a coloração por Tricômico de Gomori (TG), para a diferenciação de certas áreas compostas por tecido conjuntivo; e a coloração por Picru-sirius Red (PS), para determinar os tipos de colágeno I e III encontrados em cada fragmento.

4.2.1 Coloração por Hematoxilina-Eosina

No fragmento da valva atrioventricular esquerda, encontramos tecido muscular para sustentação da valva. Junto a ele, encontramos tecido conjuntivo ligando-se ao tecido mixomatoso. O tecido mixomatoso estava presente tanto nas válvulas, quanto nas cordas tendíneas (Prancha 3, figuras A e B).

A valva atrioventricular direita, que é formada por aba muscular, em um corte longitudinal da peça, apresenta dois grupos musculares, o mais interno segue com fibras longitudinais, e o grupo da periferia segue com fibras transversais. Na região

mais dorsal da aba, encontramos, em sua curvatura, um tecido conjuntivo frouxo, com presença de grupos de nervos e pequenos vasos (Prancha 3, figura C).

Na valva aórtica, encontramos fragmentos musculares, que dão grande sustentação à valva. Logo em seguida, temos a presença de dois “pilares” para a valva, dois fragmentos de cartilagem hialina, um de cada lado, onde, logo depois, visualizamos a válvula semilunar, na sequência composta por tecido mixomatoso. Há também a presença de tecido conjuntivo na periferia da cartilagem hialina (Prancha 3, figura D).

A Artéria aorta pode ser considerada uma grande artéria ou artéria elástica, composta por camada adventícia, com grande quantidade de camadas musculares lisas e a presença da camada íntima, composta pelo endotélio (Prancha 3, figura E).

A Artéria braquiocefálica pode estar também presente nessa classificação, por apresentar grande semelhança à aorta. Possui as três camadas bem definidas, assim como a artéria aorta.

A Artéria pulmonar pode ser classificada como artéria média ou muscular, pois não tem uma adventícia tão evidente. Possui grande número de camadas musculares e a presença de camada íntima (Prancha 3, figura F).

O fragmento do tecido muscular, com o corte transversal no terço médio, apresenta, em sua periferia, uma camada fina de pericárdio e, bem unido a ele, há o tecido muscular com disposição das fibras em sentido transversal; e, internamente à primeira camada, as fibras musculares se dispõem em um sentido longitudinal, e antes do endocárdio, ou seja, mais interno a essa camada longitudinal, as fibras tornam-se transversais novamente (Prancha 3, figuras G e H).

4.2.2 Coloração pelo Tricrômico de Gomori

Na valva atrioventricular, presenciemos uma camada muscular, sendo coradas em vermelho, com a presença do tecido mixomatoso, tanto na válvula, quanto nas cordoalhas, coradas em um tom bem claro de azul. Entre a camada muscular e mixomatosa, há a presença de tecido conjuntivo frouxo, entremeado com algumas fibras musculares, sendo o tecido conjuntivo corado em um tom de azul mais escuro e as fibras musculares por vermelho (Prancha 4, figuras A, B e C).

No fragmento muscular, são visualizadas as fibras musculares coradas em vermelho, que possuem suas fâscias de adesão, as quais ligam as fibras musculares cardíacas. São formadas de tecido conjuntivo, por isso são coradas em azul. Na região do endocárdio, há forte presença do tecido conjuntivo em toda sua extensão, também sendo corado de azul (Prancha 4, figura D).

4.2.3 Coloração pelo Picru-sirius Red

O estudo pela técnica do Picru-sirius red sob luz polarizada, obteve resultados com predominância do colágeno tipo I sob a maioria dos tecidos visualizados, o qual é considerado mais maduro e fortemente birrefringente, na cor vermelha à dourada. E, algumas estruturas com fibras de colágeno tipo III, as quais são consideradas imaturas e com fraca birrefringência sob a luz polarizada, na cor esverdeada.

A valva atrioventricular esquerda apresentou, na região do tecido mixomatoso, fibras de colágeno de cor esverdeada, sendo classificada como colágeno do tipo III, por serem fibras mais delgadas e fracamente birrefringentes (Prancha 5, figuras A, B, C e D).

A valva atrioventricular direita, como é formada por musculatura estriada cardíaca, segue um padrão em toda sua periferia de colágeno tipo I e, em seu interior, apresenta uma distribuição mais homogênea dos dois tipos de colágeno. Na face voltada para o interior atrioventricular, foi observado um tecido conjuntivo mais espesso do que o lado voltado para a parede ventricular direita (Prancha 5, figuras E, F, G e H).

A valva aórtica, na região da cartilagem hialina, apresenta fibras colágenas do tipo I, bem vermelhas e maduras, com forte birrefringência. Na própria válvula semilunar, as fibras visualizadas são do tipo III, apresentando fraca birrefringência, assim como a região mixomatosa da valva atrioventricular esquerda, como mostrado na figura (Prancha 5, figuras I, J, K e L).

Nas artérias, encontramos resultados semelhantes, nas que possuem adventícia bem demarcada, como a artéria aorta e braquiocefálica. O tipo de colágeno mais marcado foi o do tipo I. Entre as fibras musculares, visualizamos fibras fortemente birrefringênicas, ou seja, vermelhas e maduras, do tipo I. O endotélio apresentou, em sua maioria, fibras do tipo I. Porém, apresenta, também, fibras do tipo III (Prancha 5, figuras M e N).

Na musculatura cardíaca, tanto o endocárdio como o pericárdio, apresentaram os dois tipos de colágeno. Entretanto, o vermelho era mais intenso, e isso se deve à presença do tecido conjuntivo dessas regiões (Prancha 5, figuras O e P).

Um achado importante foi que, em algumas lâminas que ocorreram autólise de certos fragmentos, a coloração avermelhada não está em evidência. Daí, notamos a presença apenas das fibras esverdeadas, sugerindo uma degeneração do colágeno tipo I nestes fragmentos.

4.3 RESULTADO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados referentes às médias dessas estruturas e seus desvios-padrão estão na tabela a seguir:

Tabela 2 – Médias e desvio-padrão das métricas referentes às regiões analisadas dos 34 corações de Pinguim-de-Magalhães, pelo programa GraphPad Prism 5.0.

	Peso (g)	Altura	2p sulco coronário	PVE	PVD	SIV	2p VD	2p VE	2p vAV esquerda	2p vAV direita	2p v aortica	2p v pulmonar	2p 1/3 médio
1	14	4,101	7,975	0,91	0,3	0,8	8,398	4,065	3,377	4,006	2,28	1,874	8,104
2	22	4,577	9,859	0,98	0,27	0,8	8,121	3,101	4,09	5,744	3,484	3,465	8,301
3	18	4,539	9,389	0,89	0,23	0,7	9,454	2,991	3,97	6,524	3,676	3,139	9,64
4	16	4,537	9,697	0,85	0,32	1,2	4,34	1,55	4,304	5,446	3,404	2,648	7,992
5	18	4,361	11,015	1,06	0,3	0,8	9,704	3,105	4,924	6,647	3,381	2,752	9,568
6	20	4,623	9,562	0,92	0,26	0,8	8,667	2,256	3,958	6,129	3,322	2,521	9,821
7	22	4,585	9,901	0,86	0,2	0,8	10,05	2,47	4,044	5,007	3,745	2,711	10,715
8	20	4,248	9,06	0,72	0,27	0,8	6,933	2,012	4,253	5,054	3,463	3,14	9,115
9	20	4,619	9,319	0,84	0,41	0,8	7,005	2,495	3,433	4,531	3,517	2,995	9,245
10	20	4,452	10,428	0,58	0,22	0,7	8,065	3,115	4,23	5,102	3,573	3,777	10,252
11	16	4,196	8,849	0,84	0,28	0,7	7,356	2,568	3,312	3,394	2,946	2,369	8,959
12	16	3,924	8,555	0,88	0,53	0,8	6,899	2,185	4,232	4,867	3,014	2,592	8,418
13	18	4,651	8,73	1,15	0,45	0,7	7,064	2,081	3,533	4,784	3,146	2,783	8,119
14	16	3,977	9,164	1,07	0,35	0,8	7,429	1,926	4,064	5,227	3,518	2,85	8,562
15	16	4,229	8,844	0,86	0,54	0,8	6,646	2,158	4,38	4,93	3,105	2,473	8,51
16	14	4,109	8,041	0,96	0,26	0,7	6,982	2,418	3,69	4,567	2,891	2,4	8,792
17	18	4,418	8,947	1,05	0,85	0,4	6,801	2,027	4,008	6,618	3,034	2,822	7,856
18	20	4,316	9,156	1,08	0,24	0,9	8,112	1,901	3,212	6,736	2,998	2,834	9,928
19	20	4,396	8,615	0,8	0,43	0,8	7,865	2,54	3,514	4,806	3,055	2,743	8,683
20	16	3,892	8,08	1,09	0,43	0,9	6,817	3,228	3,608	4,514	3,238	2,233	7,975
21	14	4,804	8,686	0,97	0,38	0,8	6,254	2,382	2,991	5,846	3,271	2,562	8,178
22	12	4,843	7,902	0,81	0,22	0,6	6,998	2,118	3,834	4,745	3,114	2,293	8,242
23	22	5,016	9,243	1	0,36	0,8	8,878	2,903	3,887	5,461	3,214	2,512	9,835
24	20	5,05	9,463	1,11	0,23	0,7	8,641	2,655	3,81	5,064	3,479	2,765	9,369
25	12	4,596	7,922	1,05	0,34	0,7	5,79	2,815	2,894	4,415	2,916	2,528	8,841
26	20	5,166	10,028	0,62	0,3	0,8	3,893	3,583	3,943	3,62	2,387	3,025	9,872
27	16	5,389	8,852	0,68	0,31	0,5	8,599	4,311	3,917	5,345	2,706	2,616	9,212
28	20	4,9	10,116	0,58	0,18	0,7	8,568	4,7	3,328	4,71	3,169	3,025	9,983
29	16	4,415	10,222	0,75	0,27	0,6	8,871	4,226	4,498	6,737	3,123	3,048	9,386
30	14	4,273	8,716	0,68	0,51	0,6	6,306	3,637	3,651	5,854	3,174	2,761	8,67
31	18	4,031	9,302	0,93	0,34	0,8	7,867	3,399	4,204	7,742	3,719	2,743	8,413
32	20	4,856	9,81	0,94	0,23	0,6	8,972	4,037	4,459	5,859	3,371	3,148	9,53
33	16	4,27	9,156	0,93	0,29	0,9	7,645	3,378	4,862	6,556	3,161	2,832	8,801
34	16	3,603	8,95	0,98	0,37	0,8	5,417	1,77	4,199	4,7	2,883	2,944	7,773
Média	17,5294	4,469	9,163352941	0,89	0,34	0,8	7,512	2,827	3,900382353	5,331970588	3,1905	2,762441176	8,960588235
desvio padrão	2,7878	0,392	0,749729724	0,15	0,13	0,1	1,402	0,811	0,480938036	0,973758992	0,3361293	0,357906132	0,768010974

No que diz respeito à correlação de algumas estruturas importantes, como as quatro valvas, o perímetro do sulco coronário e o perímetro do terço médio, com o peso e a altura, foram obtidos e analisados a seguir:

- 1) 2p vAV esquerda x Peso, apresenta correlação fraca positiva (0,199), com p não significativo (0,259).
- 2) 2p vAV esquerda x Altura, apresenta correlação moderada positiva (0,654), com p muito significativo ($2,05 \times 10^{-5}$).

- 3) 2p vAV direita x Peso, apresenta correlação fraca positiva (0,155), com p não significativo (0,381).
- 4) 2p vAV direita x Altura, apresenta correlação moderada positiva (0,575), com p muito significativo ($3,05 \times 10^{-4}$).
- 5) 2p v aórtica x Peso, apresenta correlação fraca positiva (0,409), com p significativo (0,016).
- 6) 2p v aórtica x Altura, apresenta correlação moderada positiva (0,707), com p muito significativo ($2,01 \times 10^{-6}$).
- 7) 2p v pulmonar x Peso, apresenta correlação moderada positiva (0,558), com p muito significativo (0,0006).
- 8) 2p v pulmonar x Altura, apresenta correlação moderada positiva (0,686), com p muito significativo ($5,31 \times 10^{-6}$).
- 9) 2p sulco coronário x Peso, apresenta correlação moderada positiva (0,644), com p muito significativo ($4,035 \times 10^{-5}$).
- 10) 2p sulco coronário x Altura, apresenta correlação fraca positiva (0,267), com p não significativo (0,126).
- 11) 2p 1/3 médio x Peso, apresenta correlação moderada positiva (0,590), com p muito significativo (0,0002)
- 12) 2p 1/3 médio x Altura, apresenta correlação forte positiva (0,876), com p muito significativo ($5,262 \times 10^{-12}$).

As tabelas referentes a todos os dados, bem como ao coeficiente de correlação e valores de p, encontram-se no apêndice B.

As correlações entre os valores foram feitas utilizando-se o coeficiente de correlações com $p < 5\%$. A correlação de peso e a altura, em relação aos outros valores, serviu como parâmetro comparativo. Na avaliação entre peso e perímetro do sulco coronário, há uma correlação moderada, (0,644), a partir da qual podemos concluir que, quanto mais pesado um coração for, o sulco coronário tem maior perímetro. Ou, por exemplo, na avaliação de altura e perímetro do terço médio

cardíaco, pela correlação forte entre os dois (0,876), pode-se concluir que, quanto mais alto for um coração, maior será o perímetro de seu terço médio.

Da avaliação das quatro valvas, podemos observar que há correlações moderadas em relação à altura cardíaca. Disto, podemos concluir que, quanto mais alto for um coração de Pinguim-de-Magalhães, maior será o perímetro das valvas, onde a relação delas com o peso já não apresenta uma correlação tão estreita. Isto é, apresentam, sim, correlações, porém, de bem fracas à fracas.

Outros resultados, como podem ser vistos no anexo 1, apresentam correlações negativas, como o exemplo da correlação entre o perímetro de ventrículo esquerdo (2p VE) e a parede do ventrículo esquerdo (PVE), em que apresentam correlação de -0,441 (fraca). Isto significa dizer que, à medida que o perímetro do ventrículo aumenta, a sua parede fica mais delgada.

5 CONCLUSÃO

Podemos concluir que a anatomia do coração, assim como as artérias da base cardíaca do Pinguim-de-Magalhães, assemelham-se com a de outras aves, já descritas na literatura (assim como galinhas e avestruzes), o que auxiliaria médicos veterinários para estudos clínicos e cirúrgicos de pinguins comprometidos.

Pela avaliação microscópica para determinação do colágeno, há a presença, em maior concentração, do tipo I de colágeno, para quase todos os fragmentos analisados, nos mostrando que essas regiões precisariam de um tecido colágeno mais rígido, dando menos mobilidade à elas. E, na região do tecido mixomatoso das valvas e das cordas tendíneas, onde do tipo III prevaleceu, a qual precisaria de um tecido de colágeno menos rígido para fechamento das válvulas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUMEL, J. J. **Coração e vasos sangüíneos das aves**. In: Getty, R. (Ed.). Anatomia dos animais domésticos. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. p.1842-1880.

BELERENIAN, G. C.; MUCHA, C. J.; CAMACHO, A. A. **Afecciones Cardiovasculares en Pequeños Animales**, 2ªEd., Editora Interbook, 2007.

BERKOVITZ, B. K. B.; ROBINSON, S. **Ultrastructural quantification of collagen fibrils in chordae tendineae of de sheep and rabbit**. Journal of Anatomy, v. 178, p. 127-132, 2003.

BEZUIDENHOUT, A. J. **The topography of the thoraco-abdominal viscera in the ostrich (*Struthio camelus*)**. Onderstepoort Journal of Veterinary Research. v. 53, n. 2, p. 111-117, 1986.

BORNSTEIN, P.; SAGE, H.: **Structurally distinct collagen types**. Ann Rev Biochem 49: 957-1003, 1980.

CONSTRAN, R.S.; KUMAR, V.; ROBBINS, S.L. - **Robbins Pathologic Basis of Disease**, W. B. Saunders Company, 4th Edition, 1989.

DISATIAN, S. **Valve interstitial cell phenotypes and signaling pathways involved with canine mixomatous degenerative mitral valve disease**. 2008. 133f. Dissertation (Doctor of Philosophy) – Departament of Clinical Sciences, Colorado State University, Fort Collins.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de anatomia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 171.

FENOGLIO Jr., J. J.; PHAN, T. D.; WIT, A. L.; WAGNER, B. M. **Canine mitral complex: Ultrastructural and electromechanical properties**. Circulation Research, Baltimore, v.31, p.417-430, 1972.

GOSHAL, N. G. **Coração e artérias do ruminante**. In: GETTY, R. Sisson/Grossman Anatomia dos animais domésticos. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. v. 1. cap. 33, p. 900-959.

GRAY, H., **Gray's Anatomy**, Editora Guanabara, 29ª edição, 1988.

GREGORI JUNIOR, F. **Operação reconstrutora da valva mitral regurgitante em crianças**. Brazilian Journal Cardiovascular Surgery, v. 20, n.2, p. 159-166, 2005.

I.P.C.W.G.(International Penguin Conservation Work Group); Disponível em <<http://www.penguins.cl/magellanic-penguins.htm>>, 2002.

JUNQUEIRA, L.C.U.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 65-87p.

MONTES, G.S.: **Structural biology of the fibres of the collagenous and elastic systems**. Cell Biol Int 20: 15-27, 1996.

MUCHA, C. J. **Caracterização morfológica da valva mitral de cães normais e com degeneração valvar mixomatosa**. 2002. 67f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

POPESKO, P. **Atlas de anatomia topográfica dos animais domésticos**. v. 1. 3. ed. São Paulo: Editora Manole, 1997. p. 89.

RIELLA, A. C. M. **Aspectos anatômicos das válvulas componentes da valva atrioventricular esquerda em equinos e bovinos sem raça definida**. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 1996, 111 f.

ROSS, M. H.; PAWLINA, W.: **Histologia: Texto e Atlas. Em correlação com a biologia celular e molecular**. 5ªEd., Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2008.

SANTAMARIA, E. A., **Aspergillosis in birds of prey**. 2003. Disponível em <http://www.aspergillus.man.ac.uk>.

SCHALLER, O. **Nomenclatura anatômica veterinária ilustrada**. 1. ed. São Paulo: Editora Manole, 1999. p. 234-243.

SISSON, S.; GROSSMAN, J.D.; GETTY, R., **Anatomia dos animais domésticos**. 5ª Ed. Vol. 2. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1972, cap.55, 1497-1550 p.

SOARES, G. L.; OLIVEIRA, D.; BARALDI-ARTONI, S. M.; **Aspectos da Anatomia do Coração do Avestruz**, ARS Veterinária, Jaboticabal, SP, v.26, n.1, p.38-42, 2010

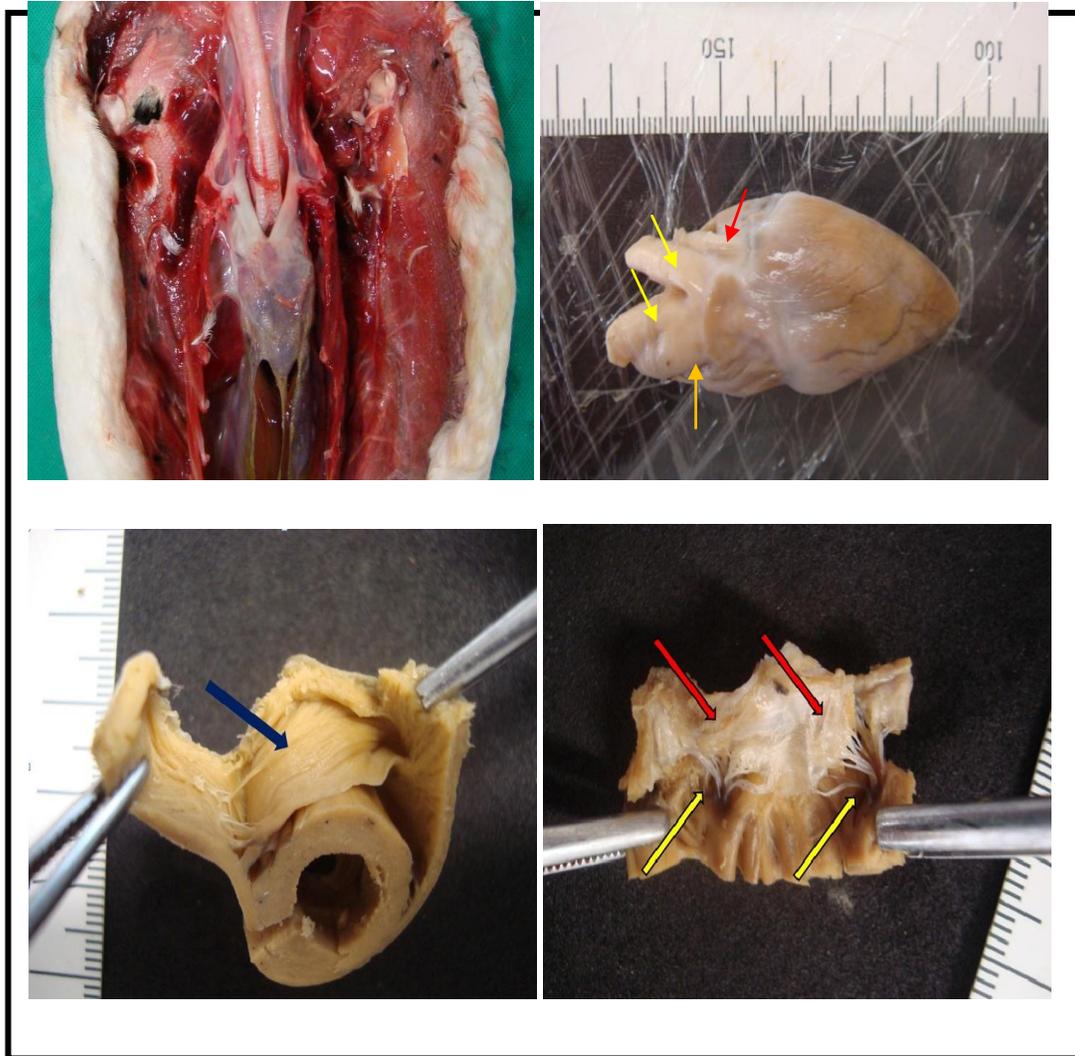
TESTUT, L.; LATARJET, A. **Tratado de anatomia humana**. v. 2. 9. ed. Barcelona: Salvat, 1979. p. 31- 33.

TOGASHI, M.; TAMURA, K.; NITTA, T.; ISHIZAKI, M.; SUGISAKI, Y.; FUKUDA, Y. **Role of matrix metalloproteinases and their tissue inhibitor of metalloproteinases in myxomatous change of cardiac floppyvalves**, Pathology international, Victoria, v.57, p.251-259, 2007.

YILDIZ K.; CAVUSOGLU, K. **The Chordae Tendineae of the heart in chicken.** Journal of Veterinary Medicine: Anatomia Histologia Embryologia_v. 33, n. 4, p. 189-191, 2004.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre / Pinguim-de-magalhaes. Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Pinguim-de-magalhaes>>, 23 de outubro de 2010.

APÉNDICE



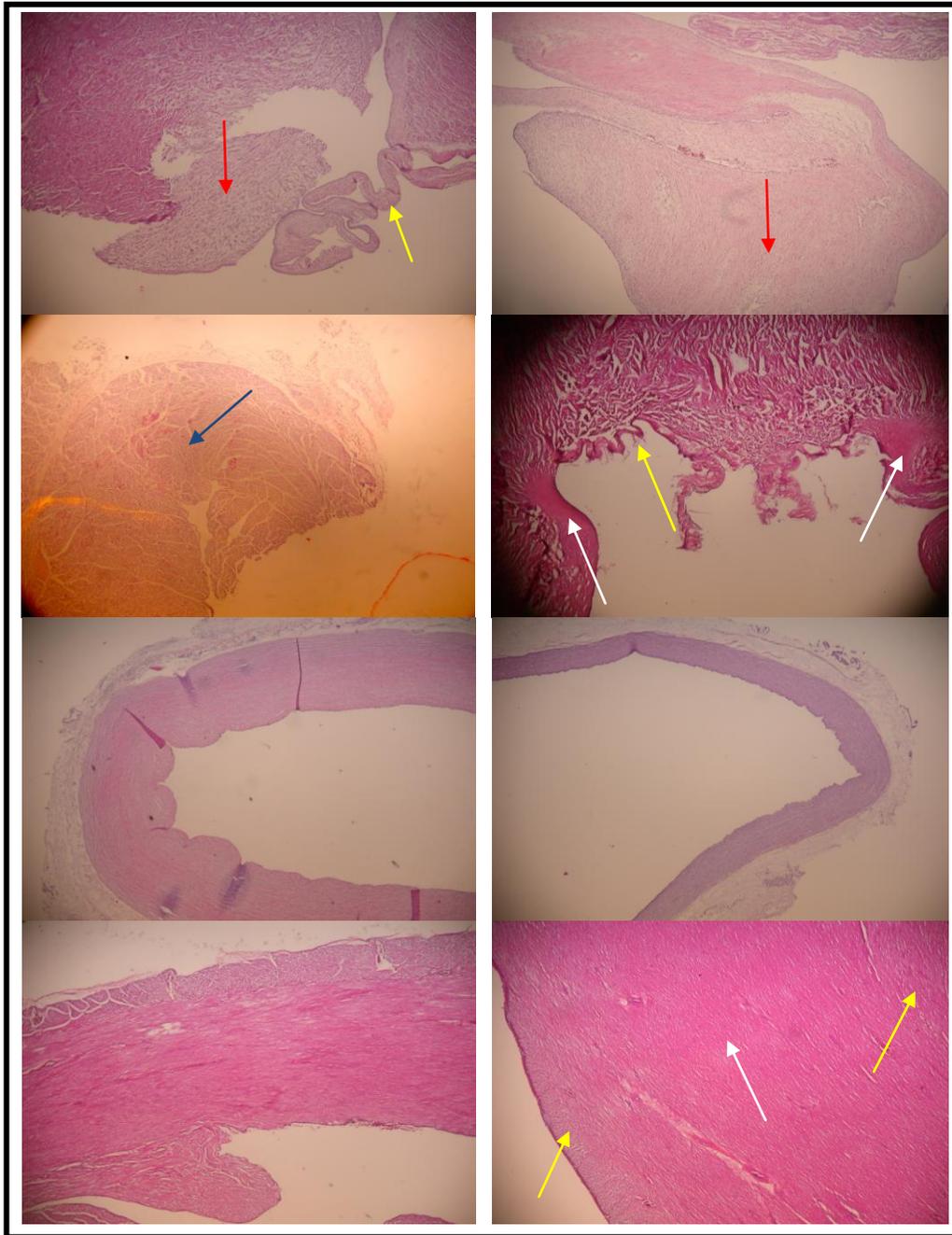
A	B
C	D

Prancha 1: Figura A) Sintopia do coração de Pinguim-de-Magalhães na cavidade celomática envolto pelo pericárdio. Figura B) Coração de Pinguim-de-Magalhães, com as artérias: aorta (seta laranja), braquiocefálicas (setas amarelas) e pulmonar (seta vermelha). Figura C) Valva atrioventricular direita (aba muscular na seta azul). Figura D) Valva atrioventricular esquerda (setas vermelhas) com cordas tendíneas (setas amarelas). Laboratório de Morfologia e Patologia Animal (LMPA) – UENF, 2011.



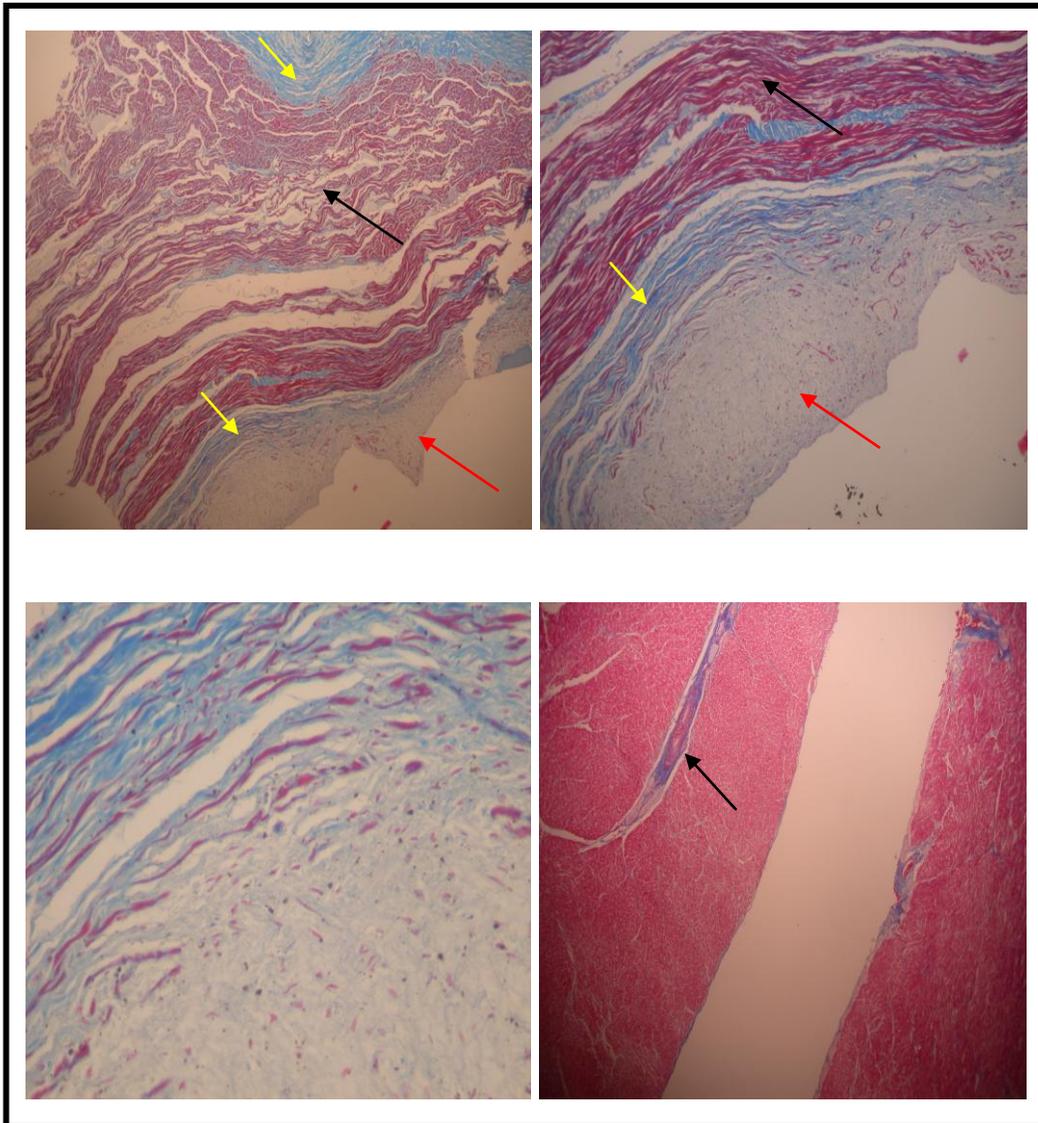
A	A
B	C

Prancha 2: Figura A) Corte na altura do sulco coronário mostrando valvas atrioventricular direita (verde), atrioventricular esquerda (azul), aórtica (vermelho) e pulmonar (amarelo). Figura B) Interior do átrio direito mostrando músculos pectíneos (seta branca). Figura C) Corte na altura do terço médio mostrando câmaras ventriculares esquerda (seta vermelha) e direita (seta amarela), com valva atrioventricular. Laboratório de Morfologia e Patologia Animal (LMPA) – UENF, 2011.



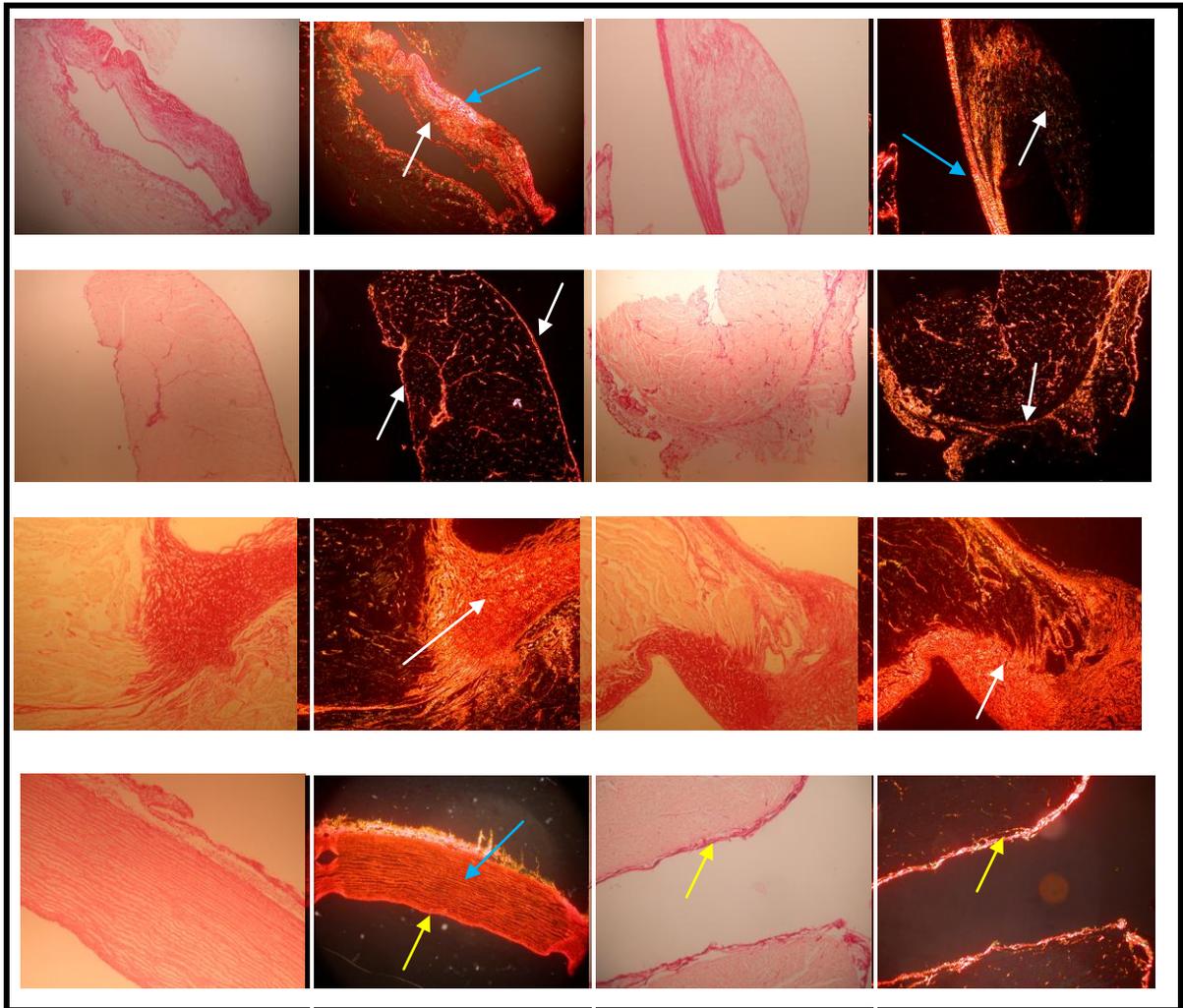
A	B
C	D
E	F
G	H

Prancha 3: Cortes histológicos dos fragmentos pela coloração Hematoxilina-eosina (HE): Figura A) Valva atrioventricular esquerda (seta vermelha) com corda tendínea (seta amarela), 4X. Figura B) Valva atrioventricular esquerda (seta vermelha), 10X. Figura C) Curvatura da valva atrioventricular direita (aba muscular, seta azul), 20X. Figura D) Válvula semilunar aórtica (seta amarela) com cartilagens hialina (seta branca), 40X. Figura E) Artéria Aorta, 4X. Figura F) Artéria Pulmonar, 4X. Figura G) musculatura cardíaca, corte terço médio, 20X. Figura H) Musculatura cardíaca, direções das fibras musculares: transversais (seta amarela) e longitudinais (seta branca), 20X. Laboratório de Morfologia e Patologia Animal (LMPA) – UENF, 2011.



A	B
C	D

Prancha 4: Cortes histológicos dos fragmentos pela coloração Tricrômico de Gomori. Figura A) Valva atrioventricular esquerda: tecido mixomatoso (seta vermelha), tecido conjuntivo (seta amarela), tecido muscular (seta preta), 10X. Figura B) Valva atrioventricular esquerda: tecido mixomatoso (seta vermelha), tecido conjuntivo (seta amarela), tecido muscular (seta preta), 20X. Figura C) Tecido mixomatoso da valva atrioventricular esquerda, 40X. Figura D) Fibras musculares (vermelho), endocárdio com tecido conjuntivo (azul), arteríola com tecido conjuntivo em azul (seta preta), 4X. Laboratório de Morfologia e Patologia Animal (LMPA) – UENF, 2011.



A	B	C	D
E	F	G	H
I	J	K	L
M	N	O	P

Prancha 5: Cortes histológicos dos fragmentos pela coloração Picru-sirius Red sob luz convencional e Picru-sirius Red sob luz polarizada. Figuras A, B, C e D) Valva atrioventricular esquerda com tecido mixomatoso (fibras esverdeadas, seta branca) e tecido conjuntivo (fibras vermelhas, seta azul), 4X. Figuras E, F, G e H) Valva atrioventricular direita, tecido conjuntivo na periferia (seta branca), 4X. Figuras I, J, K e L) Valva aórtica com ênfase na cartilagem hialina (fibras vermelhas à douradas, seta branca), 10X. Figuras M e N) Artéria aorta (fibras vermelhas entre a musculatura lisa, seta azul), com endotélio em evidência (seta amarela), 20X e 4X respectivamente. Figuras O e P) Endocárdio com a presença de tecido conjuntivo (fibras vermelhas) e fibras de Purkinje (seta amarela), 4X. Laboratório de Morfologia e Patologia Animal (LMPA) – UENF, 2011.

ANEXO

Anexo 1 – Coeficientes de correlação das métricas referentes as regiões cardíacas

Coeficiente de correlação													
	Peso (g)	Altura	Zp sulco coronário	PVE	PVD	SIV	Zp VD	Zp VE	Zp vAV esquerda	Zp vAV direita	Zp v aórtica	Zp v pulmonar	Zp I/3 médio
Peso (g)	0,3002995		0,8435201	-0,07690924	-0,1887993	0,1237545	0,4132404	0,04697405	0,1992113	0,1551352	0,4090154	0,5590031	0,5904661
Altura	0,3002995	0,3002995	0,2874452	0,5598163	0,3929431	0,4497693	0,157456	0,3324339	0,6537411	0,5747417	0,7074074	0,6863683	0,8764008
Zp sulco coronário	0,8435201	0,2874452		-0,2592225	-0,3291387	0,1085542	0,3509088	0,2551838	0,5340759	0,3878394	0,423285	0,8749194	0,6088083
PVE	-0,07690924	0,5598163	-0,2592225		0,5531014	0,5161648	0,08476397	-0,4410316	0,5466624	0,6012504	0,6511918	0,3886083	0,5325423
PVD	-0,1887993	0,3929431	-0,3291387	0,5531014		0,2003828	-0,3710828	-0,2962509	0,4416351	0,4257231	0,380645	0,310255	0,2889169
SIV	0,1237545	0,4497693	0,1085542	0,5161648	0,2003828		-0,2446133	-0,3585859	0,5448882	0,3815889	0,5812911	0,405393	0,5304946
Zp VD	0,4132404	0,157456	0,3509088	0,08476397	-0,3710828	-0,2446133		0,3634093	0,1931292	0,368208	0,3816884	0,1075459	0,5337701
Zp VE	0,04697405	0,3324339	0,2551838	-0,4410316	0,4416351	0,3585859	0,3634093		0,04666631	0,07349598	-0,2107338	0,1125451	0,3126614
Zp vAV esquerda	0,1992113	0,6537411	0,5340759	0,5466624	-0,2962509	-0,3585859	0,1931292	0,04666631		0,731285	0,7564892	0,7219422	0,7264243
Zp vAV direita	0,1551352	0,5747417	0,3878394	0,6012504	0,4257231	0,3815889	0,368208	0,07349598	0,731285		0,7528829	0,8348238	0,6196288
Zp v aórtica	0,4090154	0,7074074	0,429285	0,6511918	0,380845	0,5812911	0,3816884	-0,2107338	0,7564892	0,7528829		0,7768114	0,7864773
Zp v pulmonar	0,5590031	0,6863683	0,8749194	0,3886083	0,310255	0,405393	0,1075459	0,1125451	0,7219422	0,6548238	0,7768114		0,7640818
Zp I/3 médio	0,5904661	0,8764008	0,6088083	0,5325423	0,2889169	0,5304946	0,5337701	0,3125614	0,7264243	0,6195288	0,7864773	0,7640818	

Anexo 2 – Valores de p das métricas referentes as regiões cardíacas

Valores de p													
	Peso (g)	Altura	2p sulco coronário	PVE	PVD	SIV	2p VD	2p VE	2p vAV esquerda	2p vAV direita	2p v aortica	2p pulmonar	2p 1/3 médio
Peso (g)		0,08441614	4,03458E-05	0,6655079	0,2901442	0,4866132	0,0151346	0,7919311	0,2568829	0,3909911	0,0163117	0,000605739	0,000226834
Altura	0,08441614		0,1262304	0,000470988	0,01954014	0,006712165	0,3738189	0,05474003	2,05815E-05	0,000304984	2,01828E-06	5,3148E-06	5,26195E-12
2p sulco coronário	4,03458E-05	0,1262304		0,1387621	0,05733493	0,5488502	0,04186938	0,1452414	0,001140794	0,0323301	0,01129184	1,19758E-05	0,000141984
PVE	0,6655079	0,000470988	0,1387621		0,000568937	0,001503305	0,633628	0,009032685	0,000544681	0,000133686	2,27241E-05	0,02105183	0,00099049
PVD	0,2901442	0,01954014	0,05733493	0,000568937		0,2464745	0,03072289	0,06666173	0,007908207	0,01077969	0,02408207	0,0699499	0,09469777
SIV	0,4866132	0,006712165	0,5488502	0,001503305	0,2464745		0,1632379	0,0372957	0,000717333	0,02370605	0,000250336	0,01566253	0,001044735
2p VD	0,0151346	0,3738189	0,04186938	0,633628	0,03072289	0,1632379		0,03463546	0,2738023	0,02408649	0,02591419	0,5449139	0,001149715
2p VE	0,7919311	0,05474003	0,1452414	0,009032685	0,06666173	0,0372957	0,03463546		0,793308	0,6795471	0,2315767	0,5262654	0,07189932
2p vAV esquerda	0,2568829	2,05815E-05	0,001140794	0,000544681	0,007908207	0,000717333	0,2738023	0,793308		0,04615E-07	1,56508E-07	9,83235E-07	7,80568E-07
2p vAV direita	0,3909911	0,000304984	0,0323301	0,000133686	0,01077969	0,02370605	0,02408649	0,6795471	8,04615E-07		1,83466E-07	4,20215E-05	7,23487E-05
2p v aortica	0,0163117	2,01828E-06	0,01129184	2,27241E-05	0,02408207	0,000250336	0,02591419	0,2315767	1,56508E-07	1,83466E-07		4,10605E-08	2,13963E-08
2p pulmonar	0,000605739	5,3148E-06	1,19758E-05	0,02105183	0,0699499	0,01566253	0,5449139	0,5262654	9,83235E-07	4,20215E-05	4,10605E-08		9,24522E-08
2p 1/3 médio	0,000226834	5,26195E-12	0,000141984	0,00099049	0,09469777	0,001044735	0,001149715	0,07189932	7,80568E-07	7,23487E-05	2,13963E-08	9,24522E-08	