

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Escola de Veterinária**  
**Programa de Pós-graduação em Ciência Animal**

Marthin Raboch Lempek

**AVALIAÇÃO E DETERMINAÇÃO DOS PERFIS CARDIOVASCULARES E LABORATORIAIS  
DA JIBOIA CONSTRITORA (*BOA CONSTRICTOR*) CLINICAMENTE SAUDÁVEL**

**Belo Horizonte – MG**  
**2022**

Marthin Raboch Lempek

**AVALIAÇÃO E DETERMINAÇÃO DOS PERFIS CARDIOVASCULARES E LABORATORIAIS  
DA JIBOIA CONSTRITORA (*BOA CONSTRICTOR*) CLINICAMENTE SAUDÁVEL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Doutor na área de concentração de Medicina e Cirurgia Veterinárias.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marília Martins Melo.

Coorientadores: Dr. Aparecido Antonio Camacho

Dr. Marlos Gonçalves Souza

**Belo Horizonte – MG  
2022**

L561a Lempek, Marthin Raboch,1987-  
Avaliação e Determinação dos Perfis Cardiovasculares e Laboratoriais da Jiboia Constrictora (*Boa Constrictor*) Clinicamente Saudável/ Marthin Raboch Lempek. – 2022.  
93 f: il.

Orientadora: Marília Martins Melo  
Coorientadores: Aparecido Antonio Camacho  
Marlos Gonçalves Souza.

Tese (Doutorado) apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária da UFMG, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Medicina e Cirurgia Veterinárias.

Bibliografia: F. 84 – 93.

1. Réptil - Doenças - Teses - 2. Cardiologia Veterinária - Teses - I. Melo, Marília Martins - II. Camacho, Aparecido Antonio – III. Souza, Marlos Gonçalves - IV. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária – V. Título.

CDD – 636.089 4

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes CRB 2569  
Biblioteca da Escola de Veterinária, UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA  
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

MARTHIN RABOCH LEMPEK

Tese submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de DOUTOR em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração Medicina e Cirurgia Veterinárias.

Aprovado(a) em 30 de novembro de 2022, pela banca constituída pelos membros:

Dr.(a). Marília Martins Melo - Presidente - Orientador(a)

Dr.(a). Roberto Baracat de Araújo

Dr.(a). Luiz Eduardo Duarte de Oliveira

Dr.(a). Vitor Márcio Ribeiro

Dr.(a). Warley Gomes do Santos



Documento assinado eletronicamente por **Marília Martins Melo, Professora do Magistério Superior**, em 01/12/2022, às 15:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Eduardo Duarte de Oliveira, Professor do Magistério Superior**, em 02/12/2022, às 12:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Roberto Baracat de Araujo, Chefe de departamento**, em 02/12/2022, às 18:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vitor Marcio Ribeiro, Usuário Externo**, em 03/12/2022, às 16:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Warley Gomes Dos Santos, Usuário Externo**, em 11/01/2023, às 11:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1935603** e o código CRC **F7109663**.

Dedico esse trabalho *in memoriam*,  
à minha amara avó Selly Bruch Raboch

## AGRADECIMENTOS

Sempre aprendi que a gratidão é um dever, pois na vida não realizamos nada sozinhos. Temos que ser gratos a tudo. Por isso agradeço a todos que me proporcionaram esta vitória!

Primeiramente quero agradecer a Deus, por ter me dado o dom da vida. Agradeço a Deus por toda a minha caminhada, pois muitas vezes no decorrer da vida não entendemos os nossos percursos. Entretanto, quando olhamos para trás tudo faz sentido...

Agradeço imensamente aos meus pais, César Lempek e Maide Raboch Lempek por terem me dado a oportunidade de uma nova reencarnação, cheia de amor e carinho desde o princípio. Agradeço em especial a minha mãe, mulher batalhadora, de fibra, uma verdadeira heroína, por sempre ter lutado por mim.

Agradeço ao meu irmão Christian Raboch Lempek pela oportunidade de conviver com ele e aprender a dividir a vida. Agradeço por ele cuidar dos meus pais quando não estou por perto.

Como falei do meu irmão de sangue, não poderia de esquecer da minha irmã que a vida me proporcionou, minha irmã Thuanny Soares, a qual dividimos bons e maus momentos durante a graduação. Agradeço pelo seu amor fraternal, pelo seu cuidado comigo durante todos esses anos e não posso esquecer de falar da ótima companheira de viagem que ela é... Coco Bongo!

Quero agradecer aos meus avós Marcus Adam Raboch e Selly Bruch Raboch por sempre estarem do meu lado, independentemente de que plano espiritual estejam. Agradeço a eles, pois foram meus maiores incentivadores a ter contato com os animais, desde os gansos, patos, galinhas, cavalos, bois, vacas, coelhos, ganizes, codornas e porcos. Agradeço por terem feito a minha infância mais feliz.

Quero agradecer a todos os animais que passaram pela minha vida em especial minha primeira coelha, minhas gatas, meus cães em especial, ao Pingo, a Kika, a Nina, a Vidiane, a Luna e a Luciana. Em especial a minha jibóia Celeste!

Agradeço a Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, por ter me proporcionado um aprendizado de excelência em Medicina Veterinária. Em especial a professora e amiga Mere Erika Saito, minha orientadora durante a graduação com a qual aprendi muito e devo muito a ela. Agradeço ao meu amigo e orientador de iniciação

científica James Newton Bizetto Meira de Andrade, que me orientou e ajudou nos estudos em cardiologia veterinária, o qual serei grato pelo resto da minha vida.

Agradeço a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro – UTAD, Portugal, por ter me proporcionado um período incrível de aprendizado científico e humano durante a minha graduação sanduíche.

Agradeço a Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG por ter me proporcionado a realização da Residência Multiprofissional em Clínica Médica de Animais de Companhia, na qual aprimorei meus conhecimentos e pude colocar em prática toda a teoria aprendida. Agradeço ao meu orientador e amigo do peito Rubens Antônio Carneiro, o qual tenho muito orgulho de ter sido seu orientado, pois me ensinou muito além da Medicina Veterinária: me ensinou a ser uma pessoa melhor.

Não poderia esquecer da minha amiga e orientadora Gleidice Lavallo, agradeço por seus ensinamentos e por ter me ajudado durante períodos difíceis da minha vida, saiba que te admiro como profissional e ainda mais como pessoa.

Agradeço ao meu amigo e orientador Júlio Cambraia Veado por ter me introduzido no mundo da Nefrologia Veterinária, além de poder compartilhar de um vasto conhecimento na área. Não poderia esquecer é claro da ótima companhia de viagens, cafés, jantares e congressos, além de agradecer pelo resto da vida, pelas indicações feitas. Vou agradecer sempre pela oportunidade dada em palestrar no Congresso Nacional da ANCLIVEPA em Goiânia e Recife.

Agradeço as minhas eternas R2, Marina, Anne, Renata, Gabriela e Karina por terem me acolhido durante a residência e compartilharem comigo seus conhecimentos e ensinamentos, os quais levarei para toda Vida.

Agradeço a minha amiga e orientadora Marília Martins Melo, por ter me dado um voto de confiança e ter me orientado durante o Mestrado e Doutorado. Saiba que tenho o maior orgulho de ser seu orientado, pois te admiro como profissional e muito mais como pessoa. Agradeço por todos os conselhos dados e pelas boas conversas tarde afora... Espero que eu tenha correspondido às suas expectativas e, só tenho a te agradecer por tudo!

Agradeço ao meu amigo e orientador Vitor Márcio Ribeiro pela oportunidade dada e de poder aprender no dia-a-dia uma Medicina Veterinária de excelência, de perfeição, de ética, de profissionalismo e recheada de muita ciência. Agradeço pela

confiança em mim depositada e pelo empréstimo dos equipamentos para a realização desta pesquisa.

Não poderia esquecer nunca das minhas duas competentes estagiárias, Fernandinha e Larissa, que me ajudaram com brilhantismo na execução desta pesquisa, pela noite adentro. Agradeço por toda ajuda prestada! Sem vocês não conseguiria realizar toda a parte clínica experimental com tamanha habilidade e rapidez!

Agradeço aos meus colegas Luiz Telles e Benjamim Maciel pela amizade e acolhimento durante esses quatro anos de companheirismo. Agradeço pelos conselhos dados e muitas vezes pelas broncas também! Saibam que tenho muito orgulho dos profissionais que são e pela amizade de vocês!

Agradeço ao criatório Jibóias Brasil pela oportunidade de poder executar o meu trabalho com os animais do criatório. Agradeço em especial ao Thiago, Lara e ao Nicolas pela cooperação e ajuda no trabalho desenvolvido.

Agradeço aos coordenadores e funcionários do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Minas Gerais pelo amparo administrativo.

Agradeço à agência de fomento, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa concedida.

Agradeço a todos os animais que fizeram parte de alguma forma do meu aprendizado, seja ele profissional ou pessoal. E, em especial, agradeço aos animais que fizeram parte desse experimento, pois com os resultados alcançados teremos a possibilidade de salvar vidas: de outros animais e dos homens.

Agradeço a todos os animais que de alguma forma fizeram, fazem ou farão parte de experimentos nesse mundo...

Dedico essa tese as pessoas que mais amo e respeito nesse mundo, aos meus pais.

*“...Talvez você case, talvez não.  
Talvez tenha filhos, talvez não.  
Talvez se divorcie aos quarenta, talvez dance ciranda em suas  
bodas de diamante.  
Faça o que fizer não se auto congratule demais, nem  
seja severo demais com você,  
As suas escolhas tem sempre metade das chances de dar certo,  
É assim para todo mundo...  
Dedique-se a conhecer seus pais. É impossível prever quando eles  
terão ido embora, de vez.  
Seja legal com seus irmãos. Eles são a melhor ponte  
com o seu passado e  
possivelmente quem vão sempre mesmo te apoiar no  
futuro...”*

Filtro Solar - Tim Cox - Nigel Swatson

## RESUMO

As jiboias (*Boa constrictor*) estão entre os animais doméstico não convencionais mais comercializados no Brasil, seguindo a tendência mundial na adoção dos répteis como animais de companhia. Por este motivo, a rotina clínica veterinária também está em plena transformação, necessitando cada vez mais conhecimento nas áreas específicas. Dentre essas áreas temos a cardiologia de répteis, em específico a cardiologia ofídica, a qual possui uma escassez de literatura até o presente momento. Por este motivo, este trabalho tem como objetivo realizar a caracterização cardiovascular das jiboias (*Boa constrictor*), bem como realizar uma caracterização hematológica e bioquímica da espécie em questão. Foram selecionadas 40 jiboias (*Boa constrictor*), animais adultos e hígidos, divididos em dois grupos: machos (n=20) e fêmeas (n=20). Após a seleção foi realizado hemograma completo, perfil bioquímico completo com os biomarcadores cardíacos, além de exames complementares específicos cardíacos: mensuração da pressão arterial, eletrocardiograma computadorizado, ecodopplercardiograma e tomografia computadorizada. Todos os resultados obtidos foram descritos na forma de média e desvio padrão, desta forma foi possível realizar um valor de referência para a espécie. Ajudando e esclarecendo ao clínico de répteis os valores de referência de normalidade, possibilitando assim identificar o que é fisiológico ou patológico.

**Palavras chaves:** répteis; jiboias; *boa constrictor*; cardiologia.

## ABSTRACT

Boa constrictors (*Boa constrictor*) are among the most commercialized unconventional domestic animals in Brazil, following the global trend in the adoption of reptiles as companion animals. For this reason, the veterinary clinical routine is also in full transformation, requiring more and more knowledge in specific areas. Among these areas we have the cardiology of reptiles, specifically the ophidian cardiology, which has a scarcity of literature to date. For this reason, this work aims to carry out the cardiovascular characterization of boa constrictors (*Boa constrictor*), as well as to perform a hematological and biochemical characterization of the species in question. We selected 40 boa constrictors (*Boa constrictor*), adult and healthy animals, divided into two groups: males (n=20) and females (n=20). After selection, a complete blood count, a complete biochemical profile with cardiac biomarkers, in addition to specific cardiac complementary exams: measurement of blood pressure, computerized electrocardiogram, echodopplercardiogram and computerized tomography were performed. All the results obtained were described in the form of mean and standard deviation, in this way it was possible to create a reference value for the species. Helping and clarifying to the reptile clinician the reference values of normality, thus making it possible to identify what is physiological or pathological.

**Key words:** reptiles; *boa constrictor*; cardiologia.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Exemplar de <i>Boa constrictor amarali</i> . Foto cedida pelo JIBOIAS BRASIL.	25
<b>Figura 2.</b> Exemplar de <i>Boa constrictor constrictor</i> . Foto cedida pelo JIBOIAS BRASIL.	25
<b>Figura 3.</b> Anatomia cardíaca de um mamífero. Adaptado de Netter, 2000.	27
<b>Figura 4.</b> Camadas do coração.	28
<b>Figura 5.</b> Anatomia cardíaca evidenciando o nodo sinoatrial e o nodo atrioventricular. Adaptado de Netter, 2008.	29
<b>Figura 6.</b> Esquema da despolarização cardíaca e o influxo de íons. Adaptado de Guyton e Hall, 1998.	30
<b>Figura 7.</b> Eletrofisiologia cardíaca. Adaptado de <a href="http://www.atlasdeholter.org">www.atlasdeholter.org</a> .	31
<b>Figura 8.</b> Representação esquemática do sistema circulatório de répteis crocodylianos (Adaptada de Hill <i>et al.</i> , 2012)	32
<b>Figura 9.</b> Representação esquemática do sistema circulatório de répteis não-crocodylianos (Adaptada de Hill <i>et al.</i> , 2012)	33
<b>Figura 10.</b> Ilustração das diferentes circulações cardíacas nos diferentes répteis.	34
<b>Figura 11.</b> Fotografia do coração de uma serpente	35
<b>Figura 12.</b> Representação anatômica do coração de cobras. A- Posição dorsal do coração de cobras. B – Posição ventral do coração de cobras.	37
<b>Figura 13.</b> Posicionamento dos eletrodos cardíacos numa serpente e suas ondas eletrocardiográficas nas diferentes derivações	42
<b>Figura 14.</b> Traçado eletrocardiográfico na derivação DII evidenciando a onda P e a onda R.	42
<b>Figura 15.</b> Perfis metabólicos pós-prandiais de seis espécies de répteis, dias após a alimentação	44
<b>Figura 16.</b> Projeções ecocardiográficas bidimensionais utilizadas para obter as medidas de eixo curto, eixo longo e Doppler. A - Corte apical diastólico em eixo curto, mostrando uma visão transversal do ápice ventricular permitindo a observação da natureza esponjosa do miocárdio ventricular. B e C - Corte transventricular em eixo curto, mostrando a cava ventricular e os movimentos do septo horizontal (seta amarela) e septo vertical (seta vermelha) na sístole e na diástole. 1: <i>cavum arteriosum</i> ; 2: <i>cavum pulmonale</i> ; 3: <i>cavum venosus</i> . D - Corte transarterial do eixo curto na diástole. Esta seção mostra a emergência dos três troncos arteriais e possibilita a mensuração da seus diâmetros. 1: artéria pulmonar; 2: aorta esquerda; 3: aorta direita. E e F – Secção ventricular longitudinal mediana ao nível do átrio-ventricular valva (AVV) na diástole e na sístole, respectivamente. A aplicação do Doppler colorido possibilita a visualização do fluxo sanguíneo e estruturas do coração durante as diferentes fases do ciclo cardíaco. E-	

Diástole de fase tardia. A imagem mostra o preenchimento completo do cavum arteriosum na diástole, embora não seja possível destacar o fluxo do cavum venosum através do cavum pulmonale. F -Ventriculo em sístole. O Doppler colorido mostra o fluxo sanguíneo do *cavum pulmonale*, na parte superior da imagem, para o tronco pulmonar e do *cavum venosum* para as duas aortas. G- Corte sagital cranial medial ao nível da válvula do seio venoso (SVV). Esta seção mostra, na parte ventral posição, a veia cava caudal contribui para a formação do seio venoso (seta branca) que se abre no átrio direito através da VVS. Dorsal na imagem, evidencia-se a emergência do tronco pulmonar, dorsalmente ao átrio direito. H - A seção trans-arterial do eixo longo para avaliação do fluxo sanguíneo pulmonar. O uso do PW Doppler nesta seção, apontando o marcador no tronco pulmonar, permite a avaliação do fluxo sanguíneo pela válvula pulmonar semilunar na sístole. I - Seção trans-arterial do eixo longo e avaliação da aorta e fluxo sanguíneo. O uso do PW Doppler nesta seção, apontando o marcador na bifurcação aórtica, permite a avaliação do fluxo sanguíneo passando pelas duas válvulas semilunares em direção às aortas na sístole. J - Corte sagital medial da VVS. O uso de PW Doppler neste seção permite a avaliação do fluxo sanguíneo através da VVS .....46

**Figura 17.** Localização do coração de uma jiboia (*Boa constrictor*) com a ajuda do doppler vascular..... 65

**Figura 18.** Representação esquemática do posicionamento dos discos adesivos acoplados aos eletrodos cardíacos de uma jiboia (*Boa constrictor*) ..... 66

**Figura 19.** Representação esquemática do posicionamento das garras metálicas convencionais acoplados aos eletrodos cardíacos de uma jiboia (*Boa constrictor*), utilizando álcool 70% para condutividade elétrica..... 67

**Figura 20.** Eletrocardiograma de jiboia (*Boa constrictor*) nas derivações DI, DII, DIII, aVR, aVL e aVR, velocidade de 50 mm/s em 2N. .... 68

**Figura 21.** Avaliação da morfologia das ondas P, R e T no eletrocardiograma de jiboia (*Boa constrictor*) nas derivações DII, velocidade de 50 mm/s em 3N. .... 69

**Figura 22.** Eletrocardiograma de jiboia (*Boa constrictor*) nas derivações DI, DII, DIII, aVR, aVL e aVR, velocidade de 50 mm/s em 2N. .... 71

**Figura 23.** Eletrocardiograma de Corn Snake evidenciando a heterogeneidade da onda P. Eletrocardiograma realizado com velocidade de 50 mm/s e 2N..... 72

**Figura 24.** Avaliação da morfologia das ondas P, R e T no eletrocardiograma de jiboia (*Boa constrictor*) nas derivações DII, velocidade de 50 mm/s em N. Traçado eletrocardiográfico evidenciando a heterogeneidade das ondas P e T..... 74

**Figura 25.** Ecodopplercardiograma de jiboias (*Boa constrictor*) avaliando por meio de doppler pulsado o fluxo do seio venoso, além de visualizarmos os grandes vasos ao centro da imagem .....78

**Figura 26.** Reconstrução em 3D do coração e estruturas adjacentes de uma jiboia (*Boa constrictor*)..... 79

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Valores médios e desvio padrão do eritrograma de jiboias ( <i>Boa constrictor</i> ) machos e fêmeas. ....	54
<b>Tabela 2:</b> Valores médios e desvio padrão do leucograma de jiboias ( <i>Boa constrictor</i> ) machos e fêmeas. ....	55
<b>Tabela 3:</b> Valores séricos/plasmáticos médios e desvio padrão da CK-MB, troponina I, BNP e D-dímero de jiboias ( <i>Boa constrictor</i> ) machos e fêmeas. ....	58
<b>Tabela 4:</b> Valores séricos médios e desvio padrão do perfil bioquímico clínico geral de jiboias ( <i>Boa constrictor</i> ) machos e fêmeas. ....	60
<b>Tabela 5:</b> Valores médios e desvio padrão da PAS, PAM, PAD e FC de jiboias ( <i>Boa constrictor</i> ) machos e fêmeas. ....	63
<b>Tabela 6:</b> Média e desvio padrão de medidas das ondas P (ms e mV), R (mV) e T (mV); intervalos PR (ms), QT (ms); complexo QRS (ms), ângulo QRS (°) e FC (frequência cardíaca) (bpm) obtidas a partir do exame eletrocardiográfico de jiboias ( <i>Boa constrictor</i> ) na derivação DII .....	69
<b>Tabela 7:</b> Média e desvio padrão de medidas dos cortes axiais (eixo curto) cardíacos de jiboias ( <i>Boa constrictos</i> ). EPCAd – espessura da parede do <i>cavum arteriosum</i> em diástole, EPCAs – espessura da parede do <i>cavum arteriosum</i> em sístole, EPCPd – espessura da parede do <i>cavum pulmonale</i> em diástole, EPCPs – espessura da parede do <i>cavum pulmonale</i> em sístole, DDVVd – diâmetro dorso ventral do ventrículo em diástole, SHd – septo horizontal em diástole, SHs – septo horizontal em sístole, DLLVd – diâmetro látero lateral do ventrículo em diástole, DVAd – diâmetro do <i>cavum arteriosum</i> em diástole, DCAs - diâmetro do <i>cavum arteriosum</i> em sístole, DCPd – diâmetro do <i>cavum pulmonale</i> em diástole, DCPs – diâmetro do <i>cavum pulmonale</i> em sístole, DCVd – diâmetro do <i>cavum venosum</i> em diástole, DCVs - diâmetro do <i>cavum venosum</i> em sístole, DADs – diâmetro da aorta direita em sístole, DAEs – diâmetro da aorta esquerda em sístole, DAPs – diâmetro da artéria pulmonar em sístole, SVd – septo vertical em diástole, SVs – septo vertical em sístole, FeJ – fração de ejeção, FE – fração de encurtamento. ....	74
<b>Tabela 8:</b> Média e desvio padrão de medidas dos cortes longitudinais (eixo longo) cardíacos de jiboias ( <i>Boa constrictos</i> ). EPCAd – espessura da parede do <i>cavum arteriosum</i> em diástole, EPCAs – espessura da parede do <i>cavum arteriosum</i> em sístole, EPCPd – espessura da parede do <i>cavum pulmonale</i> em diástole, EPCPs – espessura da parede do <i>cavum pulmonale</i> em sístole, SHd – septo horizontal em diástole, SHs – septo horizontal em sístole, DCAd – diâmetro do <i>cavum arteriosum</i> em diástole, DCAs - diâmetro do <i>cavum arteriosum</i> em sístole, DCPd – diâmetro do <i>cavum pulmonale</i> em diástole, DCPs – diâmetro do <i>cavum pulmonale</i> em sístole, DCVd – diâmetro do <i>cavum venosum</i> em diástole, DCVs - diâmetro do <i>cavum venosum</i> em sístole, DTAD – diâmetro transversal do átrio direito, DAEs – diâmetro da aorta esquerda em sístole, DAPs – diâmetro da artéria pulmonar em sístole, SVV – diâmetro da valva do seio venoso, SVd – septo vertical em diástole, SVs – septo vertical em sístole .....	75

**Tabela 9:** Média e desvio padrão de medidas de fluxo obtidas por doppler em jiboias (*Boa constrictos*). DFVSV – duração do fluxo através da valva *sinus venosus*, IVTFAoE – integral da velocidade-tempo do fluxo da aorta esquerda, IVTFPA – integral da velocidade-tempo do fluxo da artéria pulmonar, IVTFAoD – integral da velocidade-tempo do fluxo da aorta direita, IVTFSV – integral velocidade-tempo do fluxo do *sinus venosus*, mGSVV – média do gradiente do fluxo da valva do *sinus venosus*, mGAoD – média do gradiente do fluxo da aorta direita, mGAoE – média do gradiente do fluxo da aorta esquerda, mGPA – média do gradiente do fluxo da artéria pulmonar, pGSVV – pico do gradiente do fluxo da valva do *sinus venosus*, pGAoD – pico do gradiente do fluxo da aorta direita, pGAoE – pico do gradiente do fluxo da aorta esquerda, pGPA – pico do gradiente do fluxo da artéria pulmonar, pVSVV – pico da velocidade do fluxo da valva do *sinus venosus*, pVAoD – pico da velocidade do fluxo da aorta direita, pVAoE – pico da velocidade do fluxo da aorta esquerda, pVPA – pico da velocidade do fluxo da artéria pulmonar ..... 76

## LISTA DE ABREVIATURAS

µg: Microgramas  
A/G: Relação albumina/globulina  
AD: Átrio direito  
AE: Ao: Relação átrio esquerdo aorta  
AE: Átrio esquerdo  
ALT: Alanina aminotransferase  
AST: Aspartato aminotransferase  
AV: Atrioventricular  
aVF: Derivação unipolar aumentada do pé  
aVL: Derivação unipolar aumentada do braço esquerdo  
aVR: Derivação unipolar aumentada do braço direito  
BCA: *Boa constrictor amarali*  
BCC: *Boa constrictor constrictor*  
BNP: Peptídeo natriurético do tipo B  
bpm: Batimentos por minuto  
Ca<sup>++</sup>: Cálcio iônico  
Cavidade Vent. E/D: Cavidade do ventrículo esquerdo em diástole  
Cavidade Vent. E/S: Cavidade do ventrículo esquerdo em sístole  
CEUA: Comissão de Ética no Uso de Animais  
CHCM: Concentração de hemoglobina corpuscular média  
CK: Creatina quinase total  
CK-MB: Isoenzima MB da creatina quinase  
Cl: Cloro  
cm: Centímetros  
CONCEA: Conselho Nacional de Controle de Experimentação  
DADs – Diâmetro da aorta direita em sístole  
DAEs – Diâmetro da aorta esquerda em sístole  
DAPs – Diâmetro da artéria pulmonar em sístole  
DCAs - Diâmetro do *cavum arteriosum* em sístole  
DCPd – Diâmetro do *cavum pulmonale* em diástole  
DCPs – Diâmetro do *cavum pulmonale* em sístole  
DCVd – Diâmetro do *cavum venosum* em diástole  
DCVs - Diâmetro do *cavum venosum* em sístole  
DDVd – Diâmetro dorso ventral do ventrículo em diástole  
DFVSV – Duração do fluxo através da valva *sinus venosus*  
DI: Derivação bipolar um  
DII: Derivação bipolar dois  
DIII: Derivação bipolar três  
DLLVd – Diâmetro látero lateral do ventrículo em diástole  
DVAd – Diâmetro do *cavum arteriosum* em diástole  
DVED: Diâmetro ventricular esquerdo em diástole  
DVES: Diâmetro ventricular esquerdo em sístole  
ECG: Eletrocardiograma  
EIC: Espaço intercostal  
EPCAd – Espessura da parede do *cavum arteriosum* em diástole  
EPCAs – Espessura da parede do *cavum arteriosum* em sístole  
EPCPd – Espessura da parede do *cavum pulmonale* em diástole  
EPCPs – Espessura da parede do *cavum pulmonale* em sístole

EV: Escola de Veterinária  
FA: Fosfatase alcalina  
FC: Frequência cardíaca  
FE: Fração de encurtamento  
Fej: Fração de ejeção  
g: Grama  
GGT: Gama-glutamyltransferase  
h: Hora  
HCM: Hemoglobina corpuscular média  
HGB: Hemoglobina  
IVTFAoD – integral da velocidade-tempo do fluxo da aorta direita  
IVTFAoE – integral da velocidade-tempo do fluxo da aorta esquerda  
IVTFPA – integral da velocidade-tempo do fluxo da artéria pulmonar  
IVTFSV – integral velocidade-tempo do fluxo do *sinus venosus*  
K: Potássio  
K<sub>3</sub>EDTA: Ácido etilenodiaminotetracético tripotássico  
kg: Quilograma  
kV: Quilovolt  
L: Litro  
LDH: Lactato desidrogenase  
mGAoD – Média do gradiente do fluxo da aorta direita  
mGAoE – Média do gradiente do fluxo da aorta esquerda  
mGPA – Média do gradiente do fluxo da artéria pulmonar  
mGSVV – Média do gradiente do fluxo da valva do *sinus venosus*  
mL: Mililitro  
mm: Milímetros  
Modo B: Modo bidimensional  
Modo M: Imagens em movimento  
MPR: Reformatação multiplanar padrão e curva  
mV: Milivolts  
Na: Sódio  
P: Fósforo  
PAM: Pressão arterial média  
Parede Vent. E/D: Parede do ventrículo esquerdo em diástole  
Parede Vent. E/S: Parede livre do ventrículo esquerdo em sístole  
pGAoD – Pico do gradiente do fluxo da aorta direita  
pGAoE – Pico do gradiente do fluxo da aorta esquerda  
pGPA – Pico do gradiente do fluxo da artéria pulmonar  
pGSVV – Pico do gradiente do fluxo da valva do *sinus venosus*  
pVAoD – Pico da velocidade do fluxo da aorta direita  
pVAoE – Pico da velocidade do fluxo da aorta esquerda  
pVPA – Pico da velocidade do fluxo da artéria pulmonar.  
pVSVV – Pico da velocidade do fluxo da valva do *sinus venosus*  
QTc: Período QT corrigido  
RBC: Eritrócitos  
rpm: Rotação por minutos  
s: Segundos  
SA: Sino atrial  
SDA: Ação dinâmica específica  
Septo D: Septo interventricular em diástole

Septo S: Septo interventricular em sístole  
SHd – Septo horizontal em diástole  
SVd – septo vertical em diástole  
SVs – septo vertical em sístole.  
TC: tomografia computadorizada  
Tn: Troponina  
TnC: Troponina C  
TnI: Troponina I  
TnI: Troponina I  
TnT: Troponina T  
TPR: Fluxo vascular sistêmico total de resistência  
UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais  
VCM: Volume corpuscular médio  
VD: Ventrículo direito  
VE: Ventrículo esquerdo  
VG: Volume globular

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA. ....</b>	<b>23</b>
2.1- Serpentes .....	23
2.2- Biologia de <i>Boa constrictor</i> .....	24
2.3- Sistema cardiovascular.....	26
2.3.1-Sistema cardiovascular dos répteis.....	31
2.3.2- Especificidades do sistema cardiovascular das serpentes.....	35
2.4- Exames complementares cardiovasculares .....	38
2.4.1- Mensuração de pressão arterial .....	38
2.4.2- Eletrocardiograma .....	40
2.4.3- Ecodopplercardiograma.....	44
2.4.4- Tomografia computadorizada cardíaca .....	46
<b>3.MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>48</b>
<b>4.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>5.CONCLUSÕES .....</b>	<b>81</b>
<b>6.PERSPECTIVAS .....</b>	<b>82</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>83</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os animais exóticos representam uma nova categoria de animais de companhia, denominados de “novos animais de companhia” e entre eles, temos as jiboias constritoras (*Boa constrictor*). Desta forma, a clínica de novos animais de companhia está crescendo exponencialmente, criando-se uma necessidade urgente de parâmetros de referência em diversas áreas da clínica médica veterinária, para o estabelecimento dos mais variados diagnósticos.

No mundo moderno, a criação de répteis como entretenimento é uma prática relativamente recente se comparada a outras criações, mas vem crescendo de maneira vertiginosa. Hoje, já é considerada a terceira maior na indústria *pet* nos Estados Unidos e na Europa, perdendo somente para gatos e cães, tendo superado até as aves (Jiboias Brasil, 2022).

No Brasil, apesar de muito recente, o mercado “Herpe” vem seguindo esta tendência e cresce muito rapidamente. Os répteis, porém, exigem cuidados bastante distintos daqueles exigidos pelos demais animais domésticos e por isto é fundamental conhecermos a biologia de cada espécie que se pretende criar (Jiboias Brasil, 2022).

Dentre as diversas áreas do conhecimento em clínica médica de animais exóticos, a cardiologia de répteis é uma especialidade muito subdesenvolvida em relação ao diagnóstico, tratamento e prevenção das alterações cardiovasculares (Kik e Mitchell, 2005; Pees e Tully, 2011).

Sabe-se que a morfologia e a fisiologia cardíaca dos répteis já estão bem estudadas e documentadas, entretanto, a aplicabilidade desse conhecimento na clínica médica de répteis é escassa e pouco desenvolvida (Kik e Mitchell, 2005; Mitchell 2006).

Muitos autores justificam essa escassez devido ao fato que, muitos répteis não atingem a idade adulta e a geriatria, devido a condições erradas de manejo e criação das espécies. Portanto, as enfermidades do sistema cardiovascular em animais adultos ou idosos são pouco estudadas (Mitchell e Tully, 2016).

Em contrapartida os animais de companhia convencionais atingem e, muitas vezes, até ultrapassam a sua expectativa de vida média, existindo, desta forma, muitos manuscritos publicados sobre as enfermidades cardiovasculares. Contudo, à medida que a dedicação e interesse em répteis aumenta, a sua expectativa de vida aumenta e, com ela, os avanços e a relevância da cardiologia em répteis cresce também (Murray e Mader, 2006; Mitchell e Tully, 2016).

O sistema circulatório dos répteis é muito semelhante com o das aves e dos mamíferos no que diz respeito à morfologia básica. Entretanto é importante estar familiarizado e conhecer as diferenças anatômicas existentes para poder avaliar e diagnosticar alterações patológicas. As principais diferenças dos répteis incluem a forma do coração, grau de separação dos compartimentos ventriculares, grau de desenvolvimento da crista muscular intraventricular. Em muitos casos, as características estruturais-funcionais do coração reptiliano fornecem plasticidade adaptativa, permitindo a diversidade ecológica e comportamental observada. Como resultado, podem surgir variações nas medidas clínicas do desempenho cardíaco (Wyneken, 2009).

Atualmente, o coração dos répteis se subdivide em três variações anatômicas, e apesar de todos compartilharem de uma morfologia base, eles possuem diferenças que refletem as variações fisiológicas de cada espécie (Schilliger, 2006; Wyneken, 2009). Portanto, a compreensão da variação nos sistemas cardiovasculares reptilianos e suas implicações funcionais para a avaliação e tratamento de pacientes répteis é imperativa.

Desta forma, esse trabalho pretende descrever os parâmetros cardiovasculares e clínicos das jiboias constritoras (*Boa constrictor*).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 – Geral**

Avaliar e caracterizar os parâmetros cardiovasculares e clínicos da jiboia constritora (*Boa constrictor*).

### **2.2 – Específicos**

Avaliar e caracterizar os parâmetros de normalidade da pressão arterial sistólica, diastólica e média das jiboias constritoras (*Boa constrictor*).

Avaliar e caracterizar os parâmetros de normalidade eletrocardiográfica das jiboias constritoras (*Boa constrictor*).

Avaliar e caracterizar os parâmetros de normalidade ecocardiográficos das jiboias constritoras (*Boa constrictor*).

Avaliar e caracterizar os parâmetros de normalidade tomográficos cardíacos das jiboias constritoras (*Boa constrictor*).

Avaliar e caracterizar os parâmetros de normalidade dos perfis hematológico e bioquímico das jiboias constritoras (*Boa constrictor*).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Serpentes

As serpentes muito provavelmente tenham surgido no período Cretáceo, contudo tiveram o seu maior desenvolvimento no período Cenozóico. A sua origem é muito discutida, entretanto acredita-se que tenham se originado a partir de alguns lagartos de vida subterrânea, os quais sofreram alongamento do corpo, redução das patas e olhos semi atrofiados. As serpentes são classificadas taxonomicamente em Classe Reptilia, Ordem Squamata e Subordem Ophidia ou Serpentes (Lee, 1997, Franco, 2003). Tais ordens e suas subordens encontram-se a seguir:

#### Classe Reptilia

##### Subclasse Diapsida

##### Ordem Squamata

##### Subordem Ophidia - Serpentes

##### Subordem Sauria - Teiús, iguanas, lagartixas

##### Subordem Amphisbaenia - Anfisbena

##### Ordem Crocodylia - Jacarés, crocodilos, gaviais

##### Ordem Rhynchocephalia - Tuataras

##### Subclasse Anapsida

##### Ordem Testudinata - Tartarugas, Cágados, Jabutis

##### Subordem Cryptodira (retraem o pescoço)

##### Subordem Pleurodira (lateralizam o pescoço)

As serpentes podem ser classificadas em dois grupos básicos: as peçonhentas, que são aquelas que conseguem inocular seu veneno no corpo de uma presa

ou vítima, e as não peçonhentas. Ambas encontradas no Brasil, nos mais diferentes tipos de habitat, inclusive em ambientes urbanos. A serpente peçonhenta possui aparelho inoculador de peçonha, o qual é composto pela glândula Duvernoy desenvolvida (glândula de veneno), onde a peçonha é produzida e estocada, ligada por ductos ou dentes inoculadores. Para otimizar a inoculação da peçonha as serpentes utilizam seus dentes para potencializar a inoculação (Franco, 2003).

Já entre as não peçonhentas, têm-se como exemplares as jiboias que são serpentes de dentição áglifa (sem a presença de dentes inoculadores de veneno), e pertencem à família Boidae, que engloba as maiores serpentes do mundo (Franco, 2003).

## **2.2 Biologia de *Boa constrictor***

As jiboias são serpentes de dentição áglifa, pertencem à família Boidae, que engloba as maiores serpentes do mundo. Atualmente estão divididas em 11 subespécies que estão distribuídas do norte da Argentina ao norte do México. Destas, duas ocorrem no Brasil: *Boa constrictor amarali* (Bca) e *Boa constrictor constrictor* (BCC). A primeira está restrita ao bioma Cerrado; já a segunda ocorre na Amazônia, Caatinga, Restinga e Mata Atlântica do Nordeste e Sudeste (Guedes *et al.*, 2017).

A jibóia Bca possui coloração predominante cinza ou marrom, de diferentes intensidades, podendo alguns indivíduos podem ser quase pretos. De um modo geral são menores do que as jiboias BCC e raramente passam dos 2,4 metros (O'Malley, 2005).



**Figura 1.** Exemplar de *Boa constrictor amarali*. Foto cedida pelo JIBOIAS BRASIL.

A jiboia BCC possui coloração bastante variada, havendo desde indivíduos cinza claro até animais marrons bem escuros, oscilando de acordo com a área de ocorrência. Dentre as subespécies, de Jiboia, essa é a que atinge maiores proporções com algumas bibliografias registrando animais de até 4 metros (O'Malley, 2005).



**Figura 2.** Exemplar de *Boa constrictor constrictor*. Foto cedida pelo JIBOIAS BRASIL.

Geralmente, animais com mais de 10 anos de cativeiro medem entre os 2,5 e 3,0 metros, podendo ultrapassar esta marca, mas raramente atingem os 3,5 metros. As jiboias alimentam-se predominantemente de pequenos mamíferos e aves; na natureza alguns

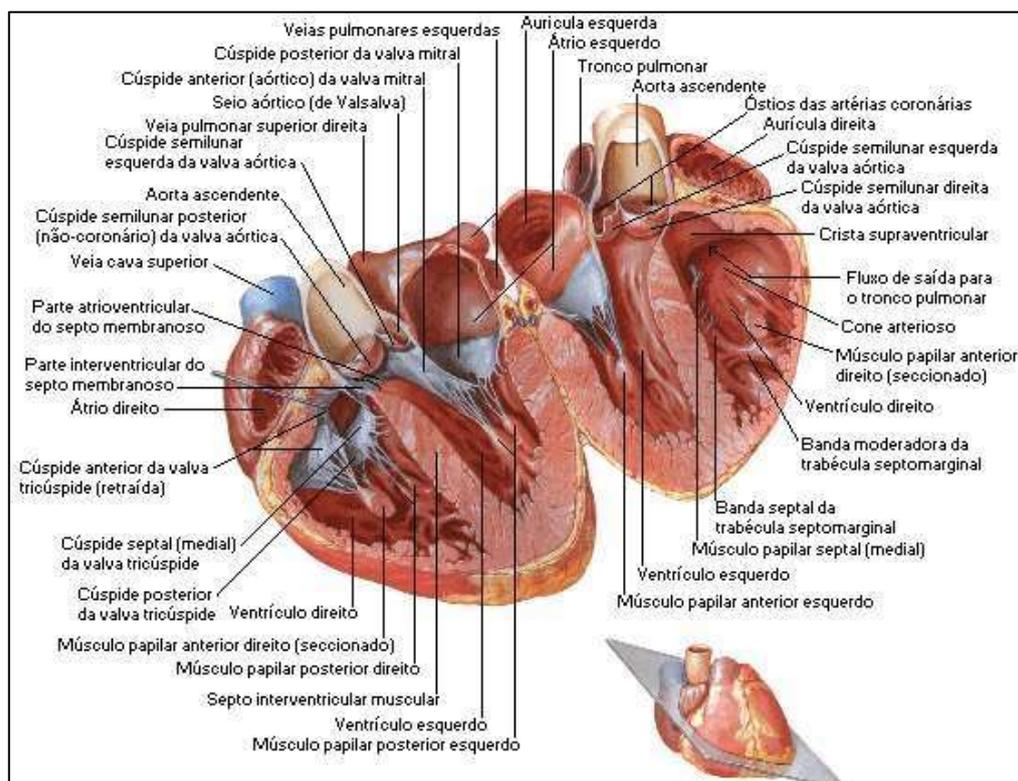
filhotes podem se alimentar de pequenos anfíbios e lagartos também. Em cativeiro devido ao melhor controle sanitário e praticidade é recomendado o uso de pequenos roedores (Francisco *et al.*, 2001)

São vivíparas e podem ter ninhadas de até 80 filhotes, mas em média nascem de 15 á 30 por gestação. O tamanho dos filhotes varia, em média, de 35 a 55 cm e o peso entre 20 á 120 gramas. São animais de hábito crepuscular, noturno e semi arborícolas, e têm expectativa de vida em torno de 25 a 30 anos. O registro de maior longevidade é de 40 anos, 3 meses e 14 dias no *Philadelphia Zoological Gardens*, nos Estados Unidos (Francisco *et al.*, 2001).

### **2.3 Sistema cardiovascular**

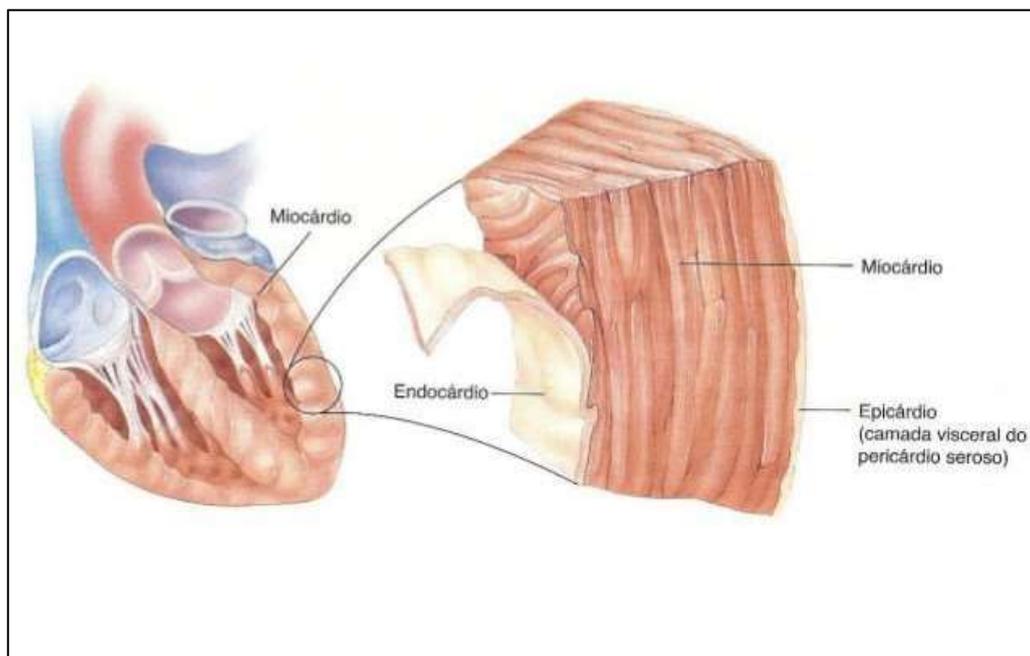
O coração é um órgão oco, o qual é composto por quadro câmaras cardíacas: átrio esquerdo, átrio direito, ventrículo esquerdo e ventrículo direito. O fluxo sanguíneo cardíaco é controlado pela diferença de pressão entre as câmaras cardíacas e pelas valvas atrioventriculares, a tricúspide (lado direito) e mitral (lado esquerdo) de acordo com Neto, (2008).

O sangue chega ao coração pelas veias cavas (caudal e cranial) no átrio direito, percorrendo a valva tricúspide, ventrículo direito, artéria pulmonar, pulmão, veias pulmonares, átrio esquerdo, mitral, ventrículo esquerdo, aorta e corpo, chegando novamente ao átrio direito (Neto, 2008).



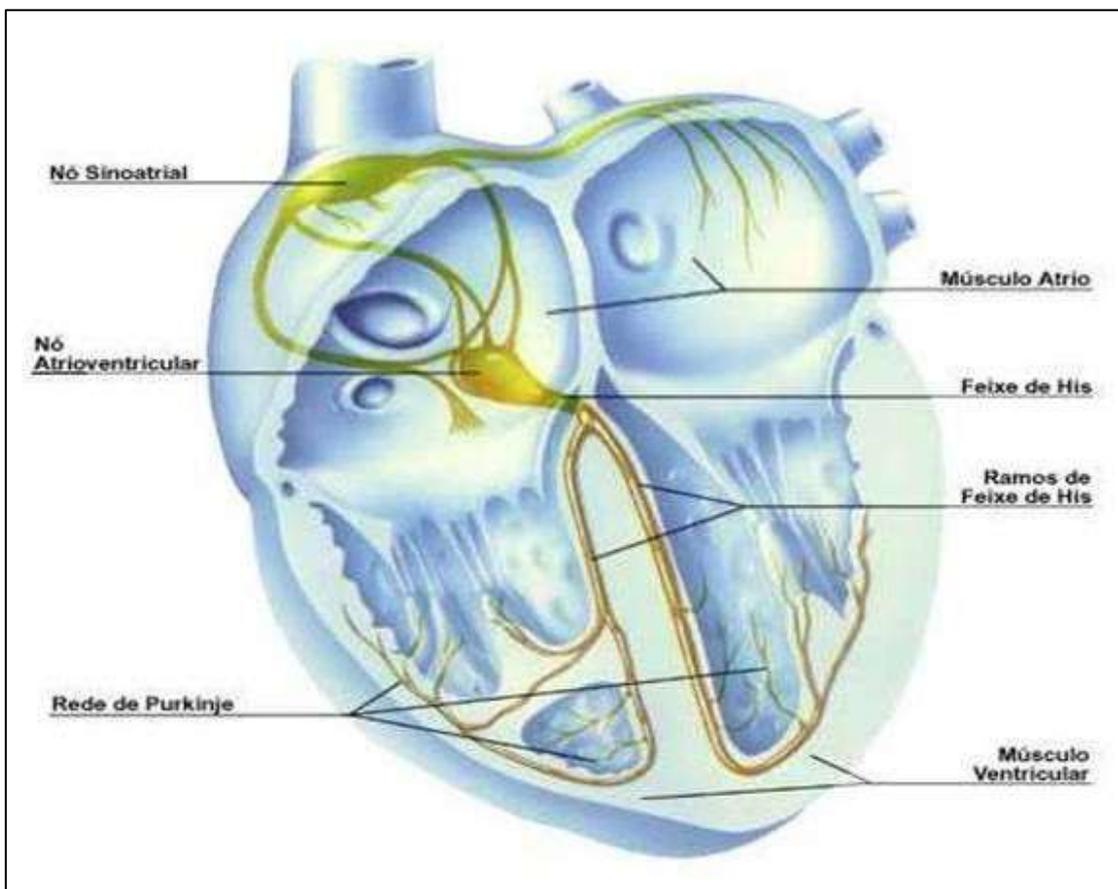
**Figura 3.** Anatomia cardíaca de um mamífero. Adaptado de Netter, 2000.

A parede cardíaca é dividida em três partes: o endocárdio, o miocárdio e o epicárdio. O endocárdio é a camada mais interna do coração, sendo uma fina camada de tecido composto por epitélio pavimentoso simples sobre uma camada de tecido conjuntivo. O miocárdio é a camada média e a mais espessa do coração, composto de músculo esquelético cardíaco. O epicárdio é a camada mais externa do coração, sendo uma delgada lâmina de tecido seroso (Neto, 2008)



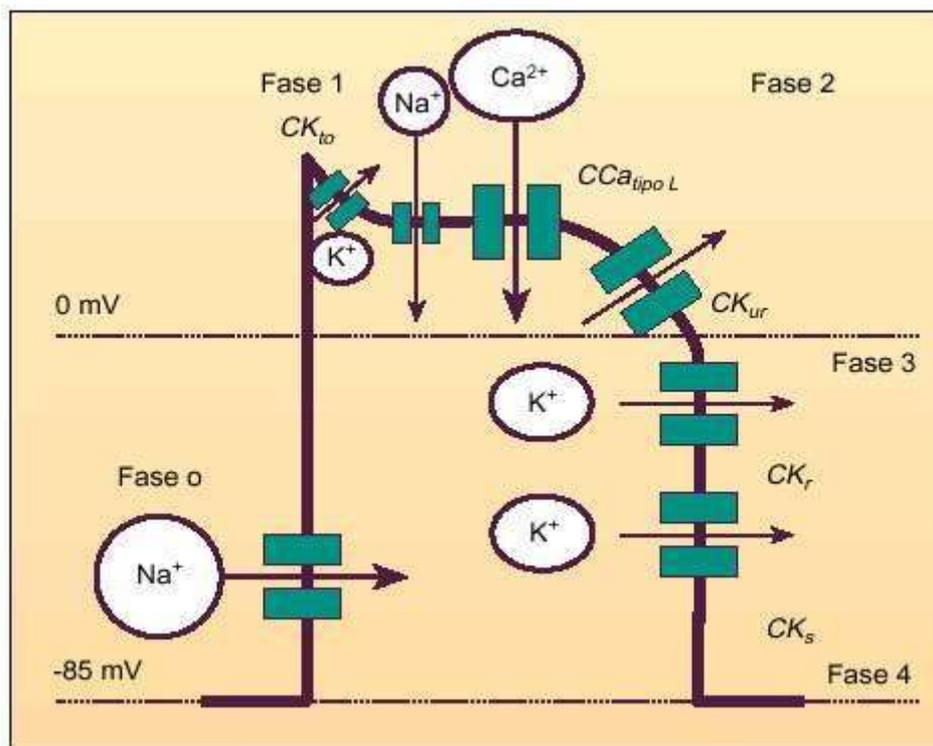
**Figura 4.** Camadas do coração.

O coração possui dois marcapassos cardíacos naturais, o nodo sinoatrial (SA) e o nodo atrioventricular (AV). O impulso elétrico é originado no nodo SA, o qual localiza-se na parte superior do átrio direito, percorrendo os átrios e, conseqüentemente, originando a contração atrial. O impulso alcança o nodo AV, o qual ocasiona uma nova despolarização e, conseqüentemente, a contração ventricular (Guyton e Hall, 1998, Camacho e Mucha, 2008).



**Figura 5.** Anatomia cardíaca evidenciando o nodo sinoatrial e o nodo atrioventricular. Adaptado de Netter, 2008.

A contração da musculatura cardíaca depende da despolarização dos cardiomiócitos. Essa despolarização é provocada pela abertura dos canais rápidos de sódio e os canais lentos de cálcio. Os canais de cálcio permanecem abertos por um tempo maior, o que permite a entrada de uma grande quantidade de íons de cálcio e sódio para o interior dos cardiomiócitos. Concomitantemente, há uma diminuição da permeabilidade de potássio na membrana das células cardíacas. Resumindo, na despolarização cardíaca há um aumento da concentração de sódio e cálcio intracelular e aumento da concentração de potássio extracelular (Guyton e Hall, 1998).

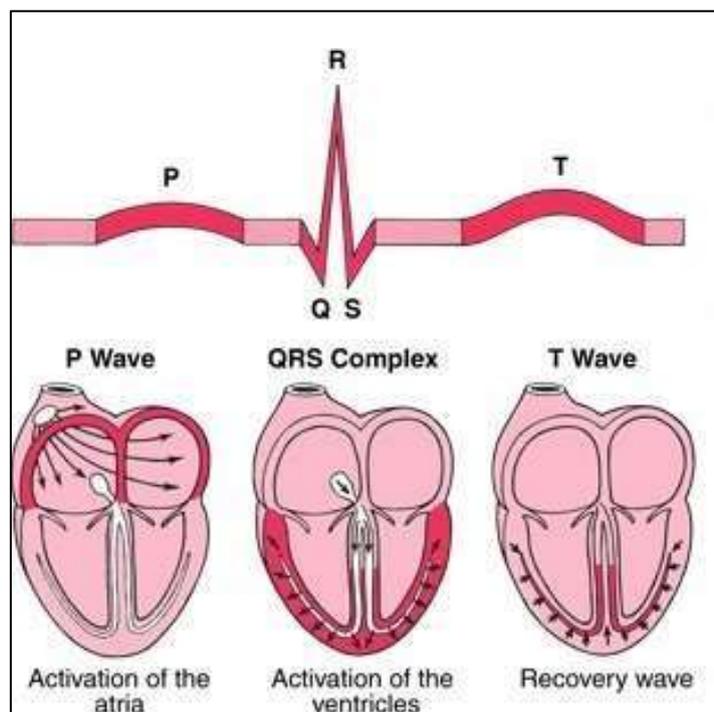


**Figura 6.** Esquema da despolarização cardíaca e o influxo de íons. Adaptado de Guyton e Hall, 1998.

Após a contração cardíaca há um período de relaxamento cardíaco; esse ciclo é denominado de sístole (contração cardíaca) e diástole (relaxamento). O ciclo cardíaco é controlado pelo sistema nervoso autônomo simpático e parassimpático. Desta forma, o simpático aumenta a frequência e a contração cardíaca, já o parassimpático reduz a frequência cardíaca e diminui a contração da musculatura cardíaca (Guyton e Hall, 1998).

Para avaliar a frequência cardíaca e o ritmo pode-se realizar o eletrocardiograma (ECG), entretanto para avaliação morfológica e funcional do coração, utiliza-se o ecodopplercardiograma, ambos os métodos são não invasivos e complementares (Camacho e Mucha, 2008).

O ECG é a forma gráfica da despolarização e repolarização cardíaca, a qual é expressa pelas ondas P, Q, R, S e T (Tilley, 1992).



**Figura 7.** Eletrofisiologia cardíaca. Adaptado de [www. atlasdeholter.org](http://www.atlasdeholter.org)

Ecodopplercardiograma é um exame complementar baseado no uso de ultrassom, ou seja, as ondas acústicas com frequência maiores 20 mil Hz. Esse método diagnóstico possibilita imagens bidimensionais (modo B), imagens em movimento (modo M) e o Modo Doppler color o qual possibilita o mapeamento e a direção do fluxo sanguíneo. Realizando-se o modo M é possível avaliar a atividade inotrópica do coração e consequentemente o efeito de substâncias na atividade inotrópica cardíaca (Boon, 2011).

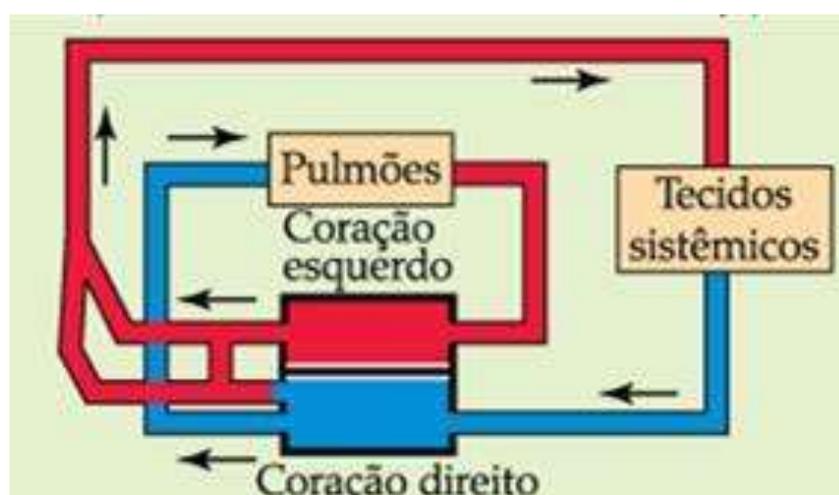
### 2.3.1 Sistema cardiovascular dos répteis

O coração dos lagartos, serpentes e quelônios possui três câmaras, sendo dois átrios e um ventrículo, enquanto que os crocodilianos possuem quatro câmaras. O átrio direito recebe sangue não oxigenado da circulação sistêmica via seio venoso. Este por sua

vez é uma grande câmara que recebe sangue das veias cava cranial direita e esquerda e da veia hepática esquerda. Existem duas aortas que se originam do *cavum venosum*. A aorta esquerda origina as artérias celíaca, mesentérica cranial e gástrica esquerda antes de se unir à aorta direita, caudalmente, ao coração. O sistema porta renal também se encontra presente nos répteis, como visto nas aves (O'Malley, 2005; Devoe, 2010).

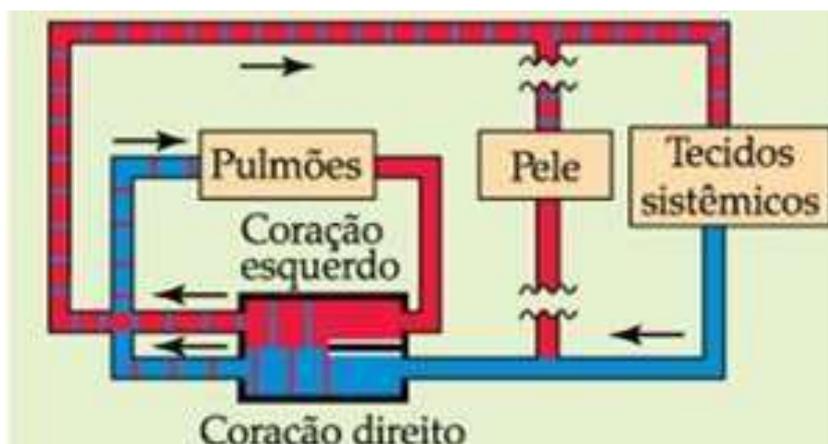
Apesar de muitos répteis apresentarem apenas um ventrículo, esse se encontra subdividido internamente em três subcâmaras, sendo estas: cava venosa (*cavae venosum*), cava arteriosa (*cavae arteriosum*) e cava pulmonar (*cavae pulmonale*) (O'Malley, 2005; Devoe, 2010).

O átrio direito se abre dentro da cava venosa a qual origina em seu aspecto ventral as duas aortas. O átrio esquerdo recebe sangue dos pulmões pelas veias pulmonares direita e esquerda e o descarrega dentro da cava arteriosa. A cava pulmonar equivale-se ao ventrículo direito dos mamíferos e, se abre dentro da artéria pulmonar. Uma crista muscular separa parcialmente a cava pulmonar da cava venosa e pode também redirecionar o fluxo sanguíneo (O'Malley, 2005; Devoe, 2010).



**Figura 8.** Representação esquemática do sistema circulatório de répteis crocilianos (Adaptada de Hill *et al.*, 2012).

Porém, mesmo nos répteis com separação incompleta dos ventrículos, o padrão de fluxo de sangue dentro do coração previne a mistura de sangue pulmonar (oxigenado) e sistêmico (desoxigenado). Desta forma, todos os répteis possuem duas circulações funcionalmente separadas. (O'Malley, 2005; Devoe, 2010).

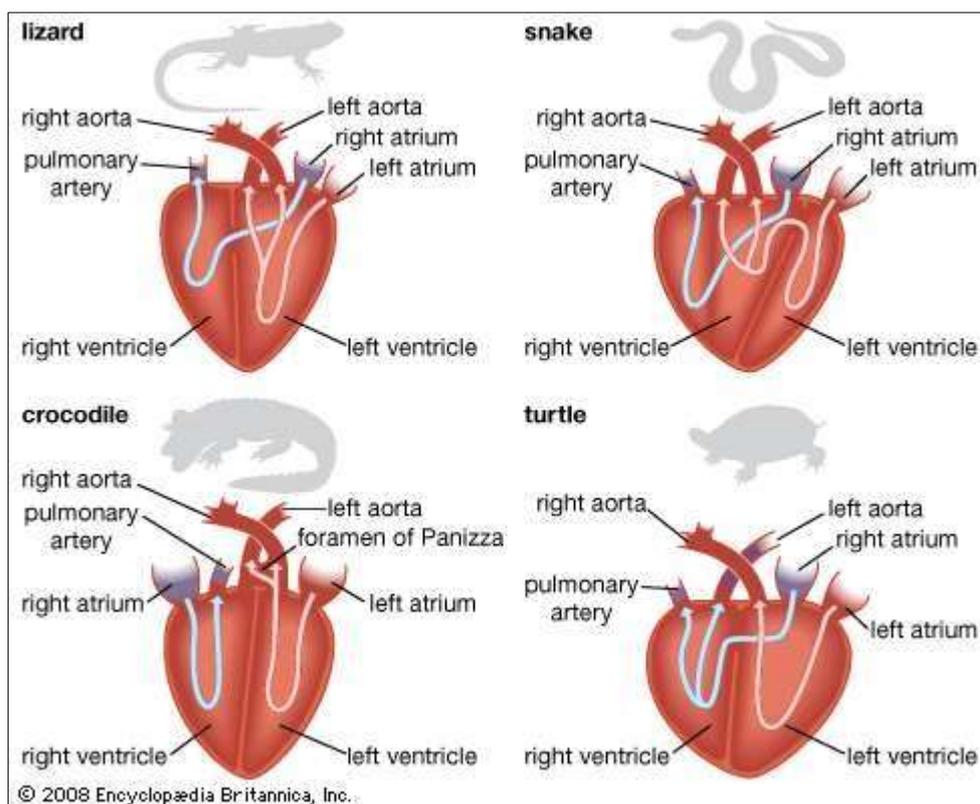


**Figura 9.** Representação esquemática do sistema circulatório de répteis não-crocilianos (Adaptada de Hill *et al.*, 2012).

O sangue não oxigenado segue do átrio direito para dentro da cava venosa enquanto que o sangue oxigenado segue para dentro do átrio esquerdo e cava arteriosa. Quando os átrios se contraem as valvas atrioventriculares dobram medialmente para direcionar o fluxo de sangue não oxigenado da cava venosa para dentro da cava pulmonar. Quando o ventrículo se contrai o sangue da cava pulmonar segue para dentro da artéria pulmonar. As valvas atrioventriculares se fecham permitindo que o sangue oxigenado que estava na cava arteriosa passe para a cava venosa e para os arcos aórticos. A crista muscular entre a cava pulmonar e a cava venosa previne a mistura do sangue nos répteis (O'Malley, 2005; Devoe, 2010).

Embora não exista uma divisão permanente, o arranjo anatômico dos dois átrios, das valvas atrioventriculares, da crista muscular e das três subcâmaras ventriculares criam um diferencial de pressão. E, este diferencial, associado com o tempo das contrações

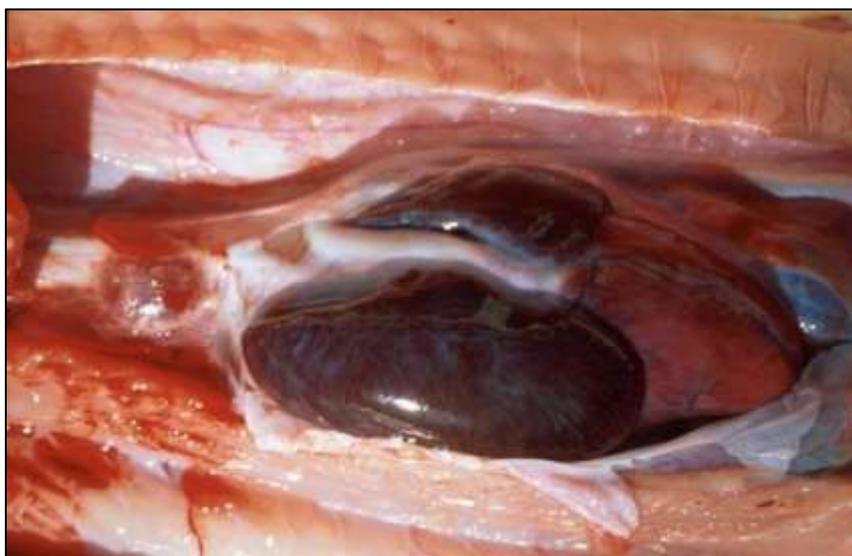
ventriculares faz com que o sangue oxigenado e o não oxigenado dos répteis nunca efetivamente se misturem (O'Malley, 2005; Devoe, 2010).



**Figura 10.** Ilustração das diferentes circulações cardíacas nos diferentes répteis.

Nos répteis, os quais rotineiramente experimentam períodos de falta de oxigênio como, por exemplo, num mergulho, a crista muscular cardíaca e as valvas atrioventriculares podem desviar o sangue da circulação pulmonar, a qual não é necessária no momento, para os arcos aórticos e a circulação sistêmica. O desvio intracardíaco da direita para a esquerda diminui o fluxo sanguíneo para os pulmões, o que significa que menos oxigênio foi perdido na circulação e que a pressão não irá cair à medida que o sangue passar através dos capilares para o pulmão (O'Malley, 2005; Devoe, 2010).

Além disso, em casos de privação de oxigênio ocorre uma vasoconstrição nas artérias pulmonares o que aumenta a resistência pulmonar e assim o sangue é conseqüentemente desviado dos pulmões para ir à circulação sistêmica (O'Malley, 2005).



**Figura 11.** Fotografia do coração de uma serpente.

### **2.3.2 Especificidades do sistema cardiovascular das serpentes**

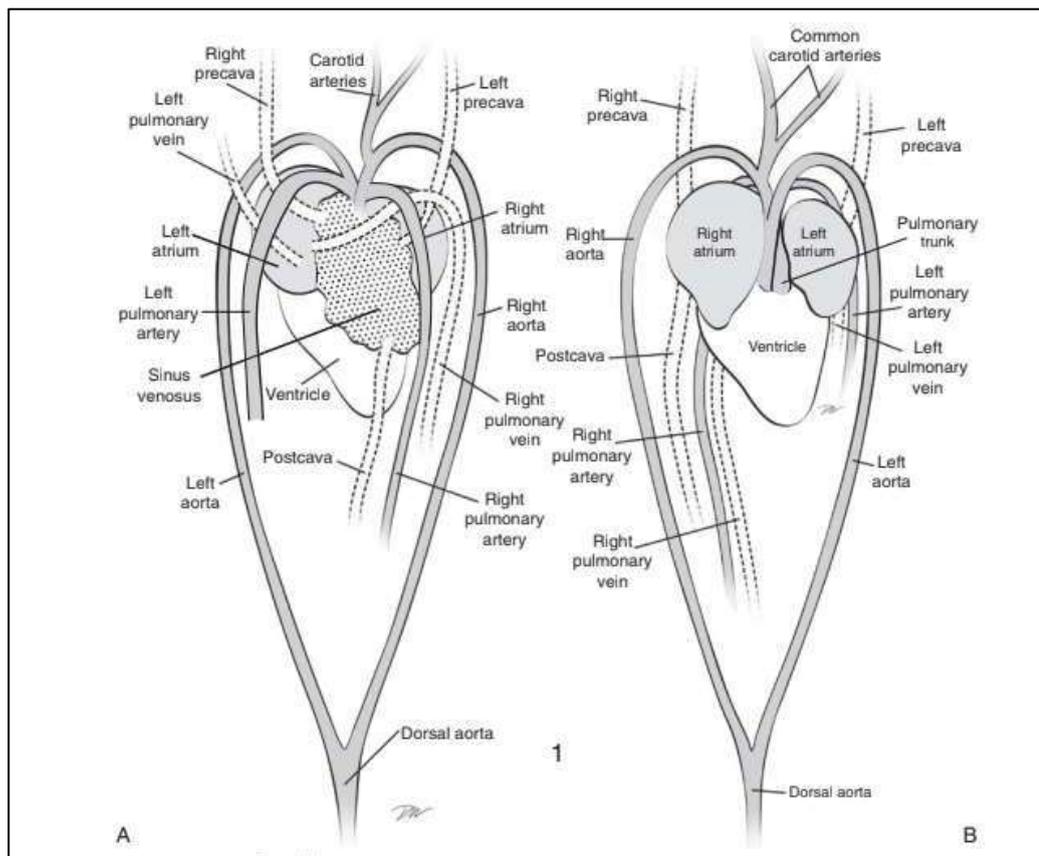
Serpentes são excelentes modelos para o estudo da pressão arterial e fisiologia circulatória devido ao formato alongado do corpo. Além disso, variam quanto ao tamanho e comprimento, e podem sobreviver em um vasto número de habitats, podendo ser desde completamente arbóreas a completamente aquáticas (Seymour e Lillywhite, 1976, Seymour e Arndt, 2004).

Devido aos corpos alongados, as colunas de fluido dentro dos vasos são extremamente susceptíveis às mudanças hidrostáticas durante posturas eretas (por ação gravitacional). Devido à ausência de válvulas venosas, o sangue tende a se acumular nas

partes mais inferiores quando a serpente encontra-se em posição ereta. Isto acarreta uma diminuição do fluxo sanguíneo cefálico, sendo eventualmente causa de morte do animal após um longo período (Seymour e Lillywhite, 1976, Seymour e Arndt, 2004).

Entretanto, muitas serpentes desenvolveram mecanismos comportamentais, fisiológicos e morfológicos para compensar os problemas causados pela redução do fluxo sanguíneo para o cérebro. Serpentes arbóreas e terrestres geralmente regulam pressão arterial de modo similar, com apenas algumas diferenças. Serpentes, de hábito completamente aquático, por sua vez, mostram pouca habilidade em regular a pressão arterial quando inseridas em ambiente terrestre (Seymour e Lillywhite, 1976, Lillywhite, 1985, Seymour e Arndt, 2004).

Serpentes arbóreas e terrestres, por exemplo, quando em posição ereta realizam movimentos facilitadores da circulação (*cardiovascular facilitative movements*), que consistem em ondulações laterais que se movem rapidamente ao longo do corpo independente da circulação e sempre em direção à extremidade anterior. Tais movimentos aumentam o retorno venoso do coração e o volume sistólico final, aumentando tanto a pressão arterial quanto a venosa e assim aumentando o fluxo arterial sistêmico (Lillywhite, 1985).



**Figura 12.** Representação anatômica do coração de cobras. A- Posição dorsal do coração de cobras. B – Posição ventral do coração de cobras.

O aumento da taxa metabólica gerada a partir dos processos mecânicos e fisiológicos da digestão é conhecido como "ação dinâmica específica" (*specific dynamic action* - SDA) e representa o custo energético do processamento, digestão e absorção dos alimentos (Secor *et al.*, 2000).

A SDA já foi estudada e quantificada em mais de 250 espécies entre invertebrados e vertebrados. O tipo de alimento, a sua massa e composição, a sua temperatura, assim como o tamanho e a composição corporal do animal, como também vários fatores ambientais, como por exemplo, a temperatura ambiente e a concentração gasosa, podem ter um impacto significativo na magnitude e na duração da resposta da SDA (Secor, 2009).

Por exemplo, refeições grandes, intactas ou que possuem um exoesqueleto

duro, requerem um maior esforço digestivo e, desse modo, geram uma maior SDA enquanto refeições pequenas, fragmentadas e mais moles ou macias, geram uma menor SDA. Diferenças nas fases de deglutição, quebra do alimento e absorção intestinal, como também nas fases de catabolismo e síntese influenciam diretamente a SDA, podendo gerar variações (Secor, 2009).

A resposta da digestão pode elevar consideravelmente o metabolismo geral de um animal a valores extremos, muitas vezes superiores aos observados em atividade (Bennett e Hicks, 2001). O pico metabólico da SDA pode, de forma geral, elevar a taxa metabólica em até 50% em humanos, 320% na maioria dos demais animais e de até 1600% nas serpentes com forrageamento do tipo “senta e espera” (Secor e Diamond, 1995).

Alguns répteis Squamata possuem a capacidade de ingestão de grandes presas. Esta característica é notável em alguns grupos de serpentes que podem ingerir até o equivalente a 100% de sua massa corpórea. Experimentos com a píton (*Python molurus*) demonstraram um aumento de até 44 vezes na taxa metabólica de repouso nos animais alimentados com o equivalente a 100% de sua massa corpórea (Secor e Diamond, 1995).

Em *P. molurus*, durante a digestão, um processo de hipertrofia fisiológica pode ser observado em órgãos como fígado, rins, pâncreas, intestino, pulmões e estômago. As causas desse processo ainda são pouco conhecidas e podem ser decorrentes do aumento na síntese proteica ou um aumento na concentração de fluidos (Secor e Diamond, 1995; Starck e Beese, 2001).

Além destes órgãos, Andersen *et al.* (2005) constataram que em *P. molurus* analisadas durante o pico da SDA (48 horas após a ingestão do alimento), ocorre um aumento de 40% na massa muscular ventricular e que essa hipertrofia é naturalmente revertida ao final do processo de digestão.

Segundo Andersen *et al.* (2005), a hipertrofia ventricular em *P. molurus* deve, provavelmente, melhorar o transporte de oxigênio visando suprir a demanda metabólica alterada pela digestão e, poderia explicar a tendência de aumento de até 50% no volume de ejeção sistólico observado nesses animais (Secor *et al.*, 2000).

## **2.4 Exames complementares cardiovasculares**

### **2.4.1 Mensuração de pressão arterial**

A pressão arterial média (PAM) gerada pelo coração dos animais fornece a força motriz a qual garante perfusão adequada dos diversos leitos vasculares para atender às necessidades metabólicas. PAM é composta de dois componentes principais: a pressão necessária para superar o fluxo vascular sistêmico total de resistência (TPR), bem como a pressão necessária para superar a distância vertical entre o coração e extremidades superiores do corpo, ou seja, a pressão gravitacional (hidrostática) (Gauer e Thorn, 1965, White e Seymour, 2014).

A pressão gravitacional se correlaciona diretamente com a distância vertical acima do coração ( $h$ ) e pode ser quantificado como  $\rho gh$ , onde  $\rho$  é igual à densidade do sangue e  $g$  é aceleração da gravidade (Gauer e Thorn, 1965). Como a distância vertical entre o coração e as extremidades superiores normalmente aumentam à medida que os animais ficam maiores, as maiores forças gravitacionais preveem que a PAM aumenta com o tamanho do corpo (Seymour, 1987; White e Seymour, 2014).

Consistente com essa visão, a PAM é excepcionalmente alta em girafas, cerca de 250mmHg, bem acima de outros mamíferos de tamanho semelhante, e é tipicamente vista como uma adaptação para superar a grande distância vertical entre o coração e a cabeça

e, portanto, fornecem uma pressão de perfusão normal da circulação cerebral (Patterson *et al.*, 1965; Brondum *et al.*, 2009).

Em aves, a PAM é maior do que em mamíferos, isso porquê a PAM é diretamente proporcional com a massa corporal, sem relação com a distância entre o coração e a cabeça. Dessa forma, foi sugerido que outros fatores além da gravidade, como a taxa metabólica, têm grandes impactos na PAM (Seymour e Blaylock, 2000).

O sistema cardiovascular de animais de corpo longo, como das serpentes, é particularmente afetado por gravidade e, as espécies terrestres e arbóreas são dotadas de mecanismos fisiológicos eficazes e adaptações estruturais que impedem o acúmulo de sangue nas partes inferiores do corpo e mantêm o coração quando a posição do corpo é alterada (Lillywhite, 1987, 2005; Seymour e Arndt, 2004; Lillywhite *et al.*, 2012).

Uma comparação interespecífica de 16 indivíduos pertencentes a nove espécies diferentes de serpentes terrestres revelou um aumento significativo na PAM com o comprimento do corpo, de modo que a PAM aumentou proporcionalmente à distância entre o coração e a cabeça quando expresso como o aumento da pressão gravitacional (Seymour, 1987).

Análises alométricas interespecíficas geralmente fornecem relações fundamentais que transcendem diferenças taxonômicas (Savage *et al.*, 2008), porém o escalonamento intraespecífico e interespecífico relacionamentos podem diferir significativamente (Thompson e Withers, 1997).

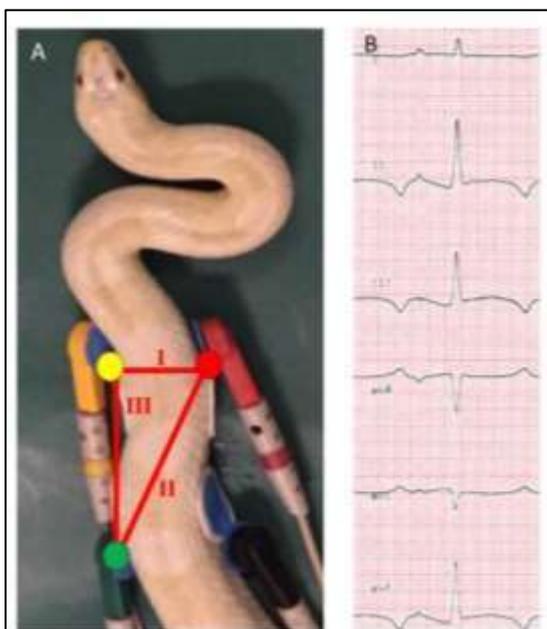
#### **2.4.2 Eletrocardiograma**

Em comum com outros répteis não crocódilianos, o coração ofídico é uma estrutura de três câmaras composto por dois átrios e um único ventrículo comum. O seio

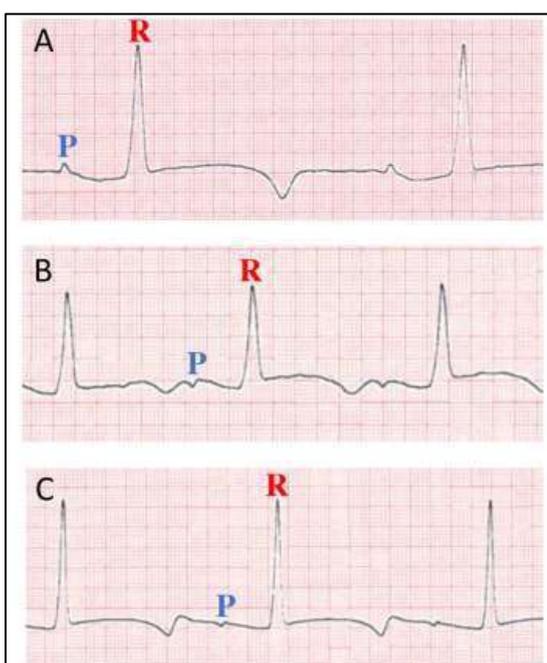
venoso, uma câmara de pré-enchimento específica para répteis, situa-se caudalmente ao átrio direito e contém células marcapasso despolarizando espontaneamente sob controle vagossimpático (Schilliger e Girling 2019).

Ao contrário dos mamíferos, os répteis não possuem um sistema cardíaco especializado. Não há nó, nó átrio-ventricular ou rede His/Purkinje que forma a condução elétrica especializada como encontrado no sistema de vertebrados superiores, e nenhum anel fibroso existe para fornecer um plano isolante entre os átrios e ventrículo. Em vez disso, um canal ou "funil" do miocárdio atrioventricular, que se assemelha a região do nó atrioventricular (AV) mal definida de mamíferos e aves embrionários, serve de canal para condução elétrica para o ventrículo. As contrações são iniciadas pelo músculo cardíaco, fibras no seio venoso do átrio direito, que se espalham em coordenação sequencial, primeiro à esquerda e caudalmente. O ventrículo é despolarizado começando em sua base e para a esquerda. A repolarização começa na base e se espalha igualmente à direita e à esquerda em direção ao ápice. O coração recebe inervações das fibras do parassimpático e do simpático. As fibras parassimpáticas correm no nervo vago e fornecem controle colinérgico (inibitório). Menos desenvolvidas, as fibras simpáticas causam cronotropismo positivo por via da inervação adrenérgica. Frequências cardíacas (FC) são em geral mais lentas em répteis em comparação com mamíferos ou aves (Wyneken, 2009).

Apesar destas diferenças estruturais, a forma de onda do ECG reptiliano é morfológicamente semelhante ao mamífero, com P onda, complexo QRS e onda T representando despolarização atrial, despolarização ventricular e repolarização ventricular, respectivamente (Schilliger e Girling 2019).



**Figura 13.** Posicionamento dos eletrodos cardíacos numa serpente e suas ondas eletrocardiográficas nas diferentes derivações.



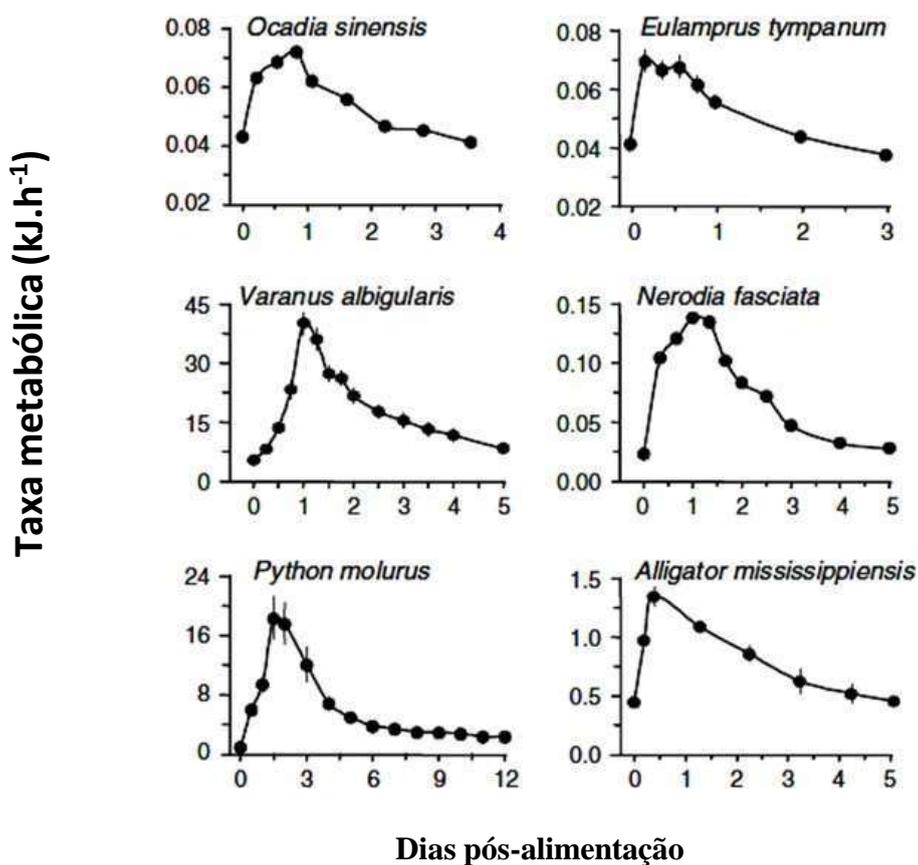
**Figura 14.** Traçado eletrocardiográfico na derivação DII evidenciando a onda P e a onda R.

O eletrocardiograma é amplamente utilizado em animais de companhia tradicionais, como cão e gato, auxiliando na avaliação da saúde cardíaca e ajudando a monitorar o ritmo cardíaco sob condições gerais de anestesia, e também deve representar

uma opção de exame complementar cardíaco para serpentes em cativeiro, ajudando clinicamente os especialistas e clínicos gerais. Infelizmente, muito pouco existe de literatura detalhando uma abordagem padronizada para a realização de ECG em serpentes ou descrevendo amplitudes de onda ou duração do segmento. Pesquisas anteriores normalmente envolveram uma variedade de diferentes desenhos de estudo, muito pequenos coortes de estudo ou coleções de espécies mistas e dados conjuntos não podem ser extrapolados de mamíferos de companhia ou mesmo outras espécies reptilianas (Clarke e Marx, 1960, Valentinuzzi e Hoff, 1969).

Wyneken (2009) relatou os fatores que influenciam na frequência cardíaca: (1) temperatura corporal (aumentando durante o aquecimento e diminuindo durante o resfriamento, sendo a eficiência miocárdica ótimo quando o réptil está dentro de seu ideal preferido zona de temperatura); (2) Tamanho do corpo (a frequência cardíaca é inversamente proporcional ao tamanho do animal); (3) Atividade (a frequência cardíaca é proporcional ao nível metabólico); (4) A bradicardia da frequência respiratória é observada durante a apneia à medida que a resistência pulmonar aumenta e o fluxo sanguíneo para os pulmões diminui); (5) Hipovolemia (répteis que sofrem perda de sangue como resultado de cirurgia ou trauma podem tornar-se taquicárdico para garantir que os tecidos permaneçam oxigenados); (6) Digestão, gravidade e sensorial (estimulações como manipulação, estresse postural e gravitacional; (7) A frequência cardíaca também desempenha um papel significativo na termorregulação: aumenta quando o animal se deita o sol, e vice-versa. Assim, taquicardia e vasodilatação aumenta a perda de calor da pele vascularizada quando a temperatura ambiente aumenta, enquanto a bradicardia e a vasoconstrição periférica diminuem a perda de calor quando a temperatura ambiente cai. Esse mecanismo, que muitas vezes antecipa a temperatura interna variações, é regulado por termorreceptores cutâneos.

A figura 15 demonstra a taxa metabólica de diferentes espécies de serpentes, dias após a alimentação. Pode-se observar aumentos de 3 a 15 vezes na taxa metabólica em um ou dois dias após a alimentação.



**Figura 15.** Perfis metabólicos pós-prandiais de seis espécies de répteis, dias após a alimentação. (Adaptado de SECOR, 2009).

### 2.4.3 Ecodopplercardiograma

O Ecodopplercardiograma é o exame complementar que avalia a morfologia e funcionalidade cardíaca como um todo. Sendo o padrão ouro para avaliação cardíaca de

humanos, cães e gatos. É uma técnica diagnóstica útil e não invasiva também no animal não doméstico convencional, e há poucos relatos de seu uso em répteis (Isaza *et al.*, 1993).

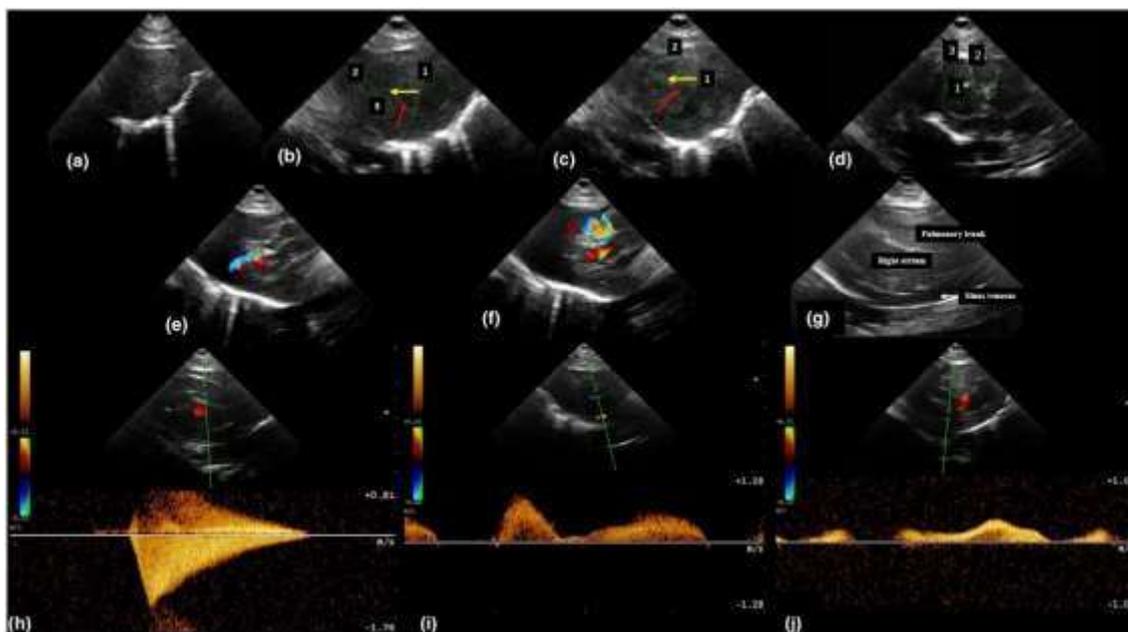
No entanto, pouca ênfase tem sido dada ao exame ecodopplercardiograma do coração reptiliano. Em répteis, alguns artigos publicados relatam sobre imagens cardíacas, a posição e as estruturas gerais do coração de tartarugas do deserto da Califórnia (*Xerobates agassazi*), *Boscmonitor* (*Varanus exanthematicus*) e *Boa constrictor* (*Boa constrictor*) (Isaza *et al.*, 1993).

Apesar de a infinidade de informações escritas sobre os mamíferos coração, os cientistas ainda lutam para entender a anatomia, embriologia e fisiologia do coração dos anfíbios e répteis. Embora a ecocardiografia possa fornecer informações importantes sobre a função e doenças cardíacas em répteis, ela permanecerá subutilizada até que a anatomia ecocardiográfica normal seja definida (White, 1968, Webb *et al.*, 1971, Van Mierop e Kutshe, 1981).

Doenças cardiovasculares em répteis são relatadas com pouca frequência, e a maioria dos estudos são *pos mortem*, para um diagnóstico definitivo. Uma razão potencial para a escassez de informações sobre distúrbios cardíacos é uma falta das técnicas de diagnóstico por imagem aplicadas aos répteis. Há poucos relatos utilizando o ecocardiograma como exame complementar para diagnóstico de patologias cardíacas. Dentre eles, há um relato utilizando a ecocardiografia bidimensional para visualizar uma grande massa ocupando espaço no átrio direito de um píton birmanês fêmea (*Python molurus bivittatus*) (Jacobson *et al.*, 1991).

Até o presente momento, o trabalho mais completo de ecocardiograma descritivo em cobras são de Bagardi e seus colaboradores (2021), no qual há descrição e

caracterização ecocardiográfica dos valores de referências para *Python regius*, entretanto não há trabalho semelhante para jiboias (*Boa constrictor*).



**Figura 16.** Projeções ecocardiográficas bidimensionais utilizadas para obter as medidas de eixo curto, eixo longo e Doppler. A - Corte apical diastólico em eixo curto, mostrando uma visão transversal do ápice ventricular permitindo a observação da natureza esponjosa do miocárdio ventricular. B e C - Corte transventricular em eixo curto, mostrando a cava ventricular e os movimentos do septo horizontal (seta amarela) e septo vertical (seta vermelha) na sístole e na diástole. 1: *cavum arteriosum*; 2: *cavum pulmonale*; 3: *cavum venosus*. D - Corte transarterial do eixo curto na diástole. Esta seção mostra a emergência dos três troncos arteriais e possibilita a mensuração da seus diâmetros. 1: artéria pulmonar; 2: aorta esquerda; 3: aorta direita. E e F - Secção ventricular longitudinal mediana ao nível do átrio-ventricular valva (AVV) na diástole e na sístole, respectivamente. A aplicação do Doppler colorido possibilita a visualização do fluxo sanguíneo e estruturas do coração durante as diferentes fases do ciclo cardíaco. E- Diástole de fase tardia. A imagem mostra o preenchimento completo do *cavum arteriosum* na diástole, embora não seja possível destacar o fluxo do *cavum venosum* através do *cavum pulmonale*. F -Ventriculo em sístole. O Doppler colorido mostra o fluxo sanguíneo do *cavum pulmonale*, na parte superior da imagem, para o tronco pulmonar e do *cavum venosum* para as duas aortas. G- Corte sagital cranial medial ao nível da válvula do seio venoso (SVV). Esta seção mostra, na parte ventral posição, a veia cava caudal contribui para a formação do seio venoso (seta branca) que se abre no átrio direito através da VVS. Dorsal na imagem, evidencia-se a emergência do tronco pulmonar, dorsalmente ao átrio direito. H - A seção trans-arterial do eixo longo para avaliação do fluxo sanguíneo pulmonar. O uso do PW Doppler nesta seção, apontando o marcador no tronco pulmonar, permite a avaliação do fluxo sanguíneo pela válvula pulmonar semilunar na sístole. I - Secção trans-arterial do eixo longo e avaliação da aorta e fluxo sanguíneo. O uso do PW Doppler nesta seção, apontando o marcador na bifurcação aórtica, permite a avaliação do fluxo sanguíneo passando pelas duas válvulas semilunares em direção às aortas na sístole. J - Corte sagital medial da VVS. O uso de PW Doppler neste seção permite a avaliação do fluxo sanguíneo através da VVS.

#### 2.4.4 Tomografia computadorizada cardíaca

O diagnóstico de imagens de serpentes pode ser um desafio, devido à sua forma alongada e tendência a enrolar. A radiografia tem sido, tradicionalmente e amplamente

utilizada, mas geralmente depende da contenção em tubos para aproximar uma visão lateral ou dorsoventral verdadeira. Em animais conscientes, este é um processo potencialmente estressante e a qualidade diagnóstica das imagens pode ser limitada pela forma do animal, contraste pobre e sobreposição das costelas e coluna. São necessárias várias imagens para examinar todo o comprimento da serpente. Alternativamente, a sedação pode ser necessária para imobilizar animais difíceis contenção (Pees, 2011).

O exame de tomografia computadorizada (TC) elimina muitas das limitações da radiografia, evitando a sobreposição de estruturas esqueléticas e permitindo a reconstrução da anatomia do animal. No entanto, a TC também exige que o paciente fique imóvel e geralmente também requer posicionamento dentro de um tubo ou dentro de uma caixa de contenção, e, muitas vezes, a sedação ainda pode ser necessária para imobilizar o paciente para obter imagens de maior qualidade (Kiefer e Pees, 2011).

Uma serpente em um tubo não está em uma posição relaxada e anatômica, e desta forma, as estruturas podem parecer esticadas. Além disso, escanear todo o comprimento da anatomia da serpente apresenta desafios técnicos, como maior tempo de varredura, potencial para artefatos de movimento, aquecimento do tubo de raios X e número de séries de TC necessárias. Imagens radiográficas de serpentes em uma posição natural enrolada têm sido sugeridas como de valor diagnóstico inferior (Pees, 2011).

No entanto, imagens de TC obtidas de uma serpente enrolada podem ser visualizadas com reformatação multiplanar padrão e curva (MPR) para produzir informações clinicamente úteis (Pees *et al.* 2007, Pees *et al.*,2009, Kinns *et al.* 2011).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Essa pesquisa possui aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (114/2022 - CEUA/UFMG).

#### 3.1 Local:

O experimento foi realizado no Laboratório de Toxicologia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais – EV-UFMG, no Santo Agostinho Hospital Veterinário - Belo Horizonte e no Criatório Jiboias Brasil - Betim (MG).

#### 3.2 Animais

Foram utilizadas 40 jiboias constritoras (*Boa constrictor*), 20 machos (média de 1,80 m) e 20 fêmeas (média de 2,10 m), todos adultos, variando de 5,2 kg até 12,6 kg, em período pré-prandial, 21 dias de jejum, provenientes do Criatório Jiboias Brasil.

#### 3.3 Protocolo experimental

Os critérios de inclusão estabelecidos para este estudo foram: jiboias constritoras de ambos os sexos e idades, sujeitos a um correto manejo, sem sinais de doença clínica e de preferência provenientes da mesma fonte. Os animais avaliados neste estudo são animais clinicamente saudáveis, com condições de manejo adequadas, alimentação equilibrada.

Foi realizado o manuseio dos animais respeitando todos os protocolos de biossegurança e manejo de animais exóticos. Todos os animais passaram pelo mesmo protocolo experimental com a finalidade de não haver diferentes alterações de estresse.

A avaliação da pressão arterial sistólica, diastólica e média foi realizada através do método oscilométrico de alta resolução com o aparelho InMonitor - Inpulse Brasil.

Realizando-se sete medidas sequências, excluindo-se a maior e menor pressão para realização de média e desvio padrão da mesma.

A avaliação eletrocardiográfica foi realizada através de eletrocardiografia computadorizada com o aparelho InMonitor - Inpulse Brasil. O coração foi então localizado pela palpação, observação do choque precordial e localização com a ajuda do Doppler Vascular. Os eletrodos usados foram presos diretamente sobre a pele do animal, sendo os eletrodos craniais dispostos um de cada lado a 5 cm cranial ao coração do animal (eletrodo vermelho no lado direito e eletrodo amarelo no lado esquerdo) e os outros eletrodos foram colocados um de cada lado a 5 cm caudal ao coração (eletrodo preto do lado direito e eletrodo verde do lado esquerdo). Durante o procedimento os animais foram mantidos em decúbito ventro-dorsal. Os eletrodos, bem como a porção da pele em contato com os eletrodos foram embebidos em álcool-gel para possibilitar maior condutividade entre os eletrodos e o animal. Todos os animais foram submetidos a um jejum de 21 dias antes da eletrocardiografia e a temperatura ambiente em que estes animais foram mantidos durante o experimento foi de  $25,5 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ , com umidade relativa de 65-75%. Foram analisadas as deflexões referentes às ondas P, T, complexo QRS, intervalo P-R e segmento S-T, sob as derivações DI, DII, DIII, aVR, aVL e aVF;

Foi realizada ecocardiografia bidimensional e em modo M e ecocardiopplergrafia pulsátil e contínua utilizando o aparelho FT422 da Saevo. Após a devida localização do coração pela palpação, observação do choque precordial e localização com a ajuda do Doppler Vascular foi aplicado gel aderente para melhorar a condução das ondas de ultrassom. A abordagem foi efetuada ventralmente. Por norma evita-se colocar o animal em decúbito dorsal pois se não estiver sedado, este tem reflexo de reposicionamento, ou seja, há uma tentativa de reposicionamento, ou até mesmo comportamento defensivo, tornando o exame difícil. Este obstáculo pode ser contornado

tentando aceder com a sonda através de uma abertura na mesa de exame, ou colocando o animal entre duas mesas.

As imagens foram inicialmente obtidas em modo-B e foi adotado o mesmo padrão de cortes ecocardiográficos que Bagardi et al. (2021) utilizou no seu trabalho. No eixo curto foi medido : EPCAd – espessura da parede do *cavum arteriosum* em diástole, EPCAs – espessura da parede do *cavum arteriosum* em sístole, EPCPd – espessura da parede do *cavum pulmonale* em diástole, EPCPs – espessura da parede do *cavum pulmonale* em sístole, DDVVd – diâmetro dorso ventral do ventrículo em diástole, SHd – septo horizontal em diástole, SHs – septo horizontal em sístole, DLLVd – diâmetro látero lateral do ventrículo em diástole, DVAd – diâmetro do *cavum arteriosum* em diástole, DCAs - diâmetro do *cavum arteriosum* em sístole, DCPd – diâmetro do *cavum pulmonale* em diástole, DCPs – diâmetro do *cavum pulmonale* em sístole, DCVd – diâmetro do *cavum venosum* em diástole, DCVs - diâmetro do *cavum venosum* em sístole, DADs – diâmetro da aorta direita em sístole, DAEs – diâmetro da aorta esquerda em sístole, DAPs – diâmetro da artéria pulmonar em sístole, SVd – septo vertical em diástole, SVs – septo vertical em sístole, FeJ – fração de ejeção, FE – fração de encurtamento.

Nos cortes longitudinais (eixo longo) foi medido: EPCAd – espessura da parede do *cavum arteriosum* em diástole, EPCAs – espessura da parede do *cavum arteriosum* em sístole, EPCPd – espessura da parede do *cavum pulmonale* em diástole, EPCPs – espessura da parede do *cavum pulmonale* em sístole, SHd – septo horizontal em diástole, SHs – septo horizontal em sístole, DCAd – diâmetro do *cavum arteriosum* em diástole, DCAs - diâmetro do *cavum arteriosum* em sístole, DCPd – diâmetro do *cavum pulmonale* em diástole, DCPs – diâmetro do *cavum pulmonale* em sístole, DCVd – diâmetro do *cavum venosum* em diástole, DCVs - diâmetro do *cavum venosum* em sístole, DTAD – diâmetro transversal do átrio direito, DAEs – diâmetro da aorta esquerda em sístole, DAPs

– diâmetro da artéria pulmonar em sístole, SVV – diâmetro da valva do seio venoso, SVd – septo vertical em diástole, SVs – septo vertical em sístole.

Foi utilizado o doppler pulsado e contínuo para medir e calcular: DFVSV – duração do fluxo através da valva *sinus venosus*, IVTFAoE – integral da velocidade-tempo do fluxo da aorta esquerda, IVTFPA – integral da velocidade-tempo do fluxo da artéria pulmonar, IVTFAoD – integral da velocidade-tempo do fluxo da aorta direita, IVTFSV – integral velocidade-tempo do fluxo do *sinus venosus*, mGSVV – média do gradiente do fluxo da valva do *sinus venosus*, mGAoD – média do gradiente do fluxo da aorta direita, mGAoE – média do gradiente do fluxo da aorta esquerda, mGPA – média do gradiente do fluxo da artéria pulmonar, pGSVV – pico do gradiente do fluxo da valva do *sinus venosus*, pGAoD – pico do gradiente do fluxo da aorta direita, pGAoE – pico do gradiente do fluxo da aorta esquerda, pGPA – pico do gradiente do fluxo da artéria pulmonar, pVSVV – pico da velocidade do fluxo da valva do *sinus venosus*, pVAoD – pico da velocidade do fluxo da aorta direita, pVAoE – pico da velocidade do fluxo da aorta esquerda, pVPA – pico da velocidade do fluxo da artéria pulmonar.

Foi realizada tomografia computadorizada do sistema cardiovascular das jiboias através do tomógrafo da Canon 16 canais multi-slices, com cortes sequenciais de 10 mm de espessura. Após, avaliou-se as câmaras cardíacas e foi feita a reconstrução 3D de todos os animais.

As coletas sanguíneas foram realizadas através de punção venosa intervertebral utilizando-se seringa de 10 mL e agulha 25 x 7 mm (BD Solomed) e o sangue foi acondicionado em tubos com ácido etilenodiaminotetracético tripotássico (K<sub>3</sub>EDTA) a 10% para perfil hematológico; citrato de sódio a 10% e sem anticoagulante que foram centrifugados (3000 rotações por minuto durante 10 minutos) para obtenção de plasma e

soro, respectivamente. As amostras foram aliquotadas, identificadas e armazenadas a -20°C até o processamento.

O perfil bioquímico foi obtido por meio das dosagens plasmáticas / séricas de glicose, ureia, creatinina, dimetil arginina sérica (SDMA), ácido úrico, alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FA), gama glutamiltransferase (GGT), bilirrubinas (total, direta e indireta), triglicérides, colesterol, creatina quinase total (CK) e fração MB, lactato desidrogenase (LDH), cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloro (Cl), proteínas totais, albumina e globulinas por método colorimétrico cinético utilizando kits comerciais (Eco Diagnóstica - Vcheck ®), no analisador bioquímico semi-automático (Bionote V200 ®). Foram avaliadas as dosagens de troponina I (TnI), peptídeo natriurético do tipo B (BNP), proteína C reativa (PCR) e d-dímero pela técnica de Imunofluorescência com o aparelho da Eco Diagnóstica Bionote ®.

O hemograma foi feito em analisador hematológico automático (específico para répteis) - IDEEX® e confecção de esfregaços sanguíneos em lâminas de vidro, corados com panóptico, para posterior contagem diferencial de leucócitos. O volume globular foi determinado por meio do método do microhematócrito e a concentração de proteínas totais foi estimada por refratometria.

### **3.4 Análise estatística**

O processamento e análise de dados foi efetuado com recurso aos softwares SPSS © IBM versão 20 e STATA versão MP™. Para efeitos de estatística descritiva foram calculadas medidas de tendência central como a média, e medidas de dispersão como o desvio padrão, entre outros.

Contudo, os métodos convencionais do cálculo destes intervalos produzem, por vezes, limites negativos, o que é uma impossibilidade fisiológica. Como tal, poderá se recorrer ao cálculo destes intervalos através do método de *bootstrap*, obtendo-se valores mais robustos e compatíveis com a fisiologia. Foram efetuadas comparações destas medições, de acordo com os objetivos propostos, através de métodos não paramétricos como teste de Mann-Whitney U caso não seja observada normalidade pelos testes de Shapiro-Wilk

Foram calculados os valores de intervalo de confiança para os parâmetros avaliados de 95% e os valores de  $p < 0,05$  foram considerados significativos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Estudo hematológico de *Boa constrictor*

O estudo hematológico em cobras tem se tornado de grande importância na manutenção destes animais, visto que as técnicas de manutenção de jiboias em cativeiro e em domicílio vêm melhorando e aumentando a expectativa de vida. O surgimento de doenças desses animais leva a necessidade de criar parâmetros para conhecer as espécies em seu estado hígido. A possível associação entre o surgimento de neoplasias, imunossupressão e/ou infecção viral também é um importante fator considerado. O estudo da hematologia é uma ferramenta fundamental para observar a resposta dos animais frente às doenças e tratamentos. (Grego *et al.*, 2006; Falce, 2009)

Neste contexto, o presente estudo tem como finalidade a realização de um estudo hematológico das jiboias constritoras, para determinação de parâmetros de referência em animais hígidos, desta forma ajudando o veterinário de animais não convencionais a realizar uma melhor análise do quadro clínico do paciente em questão.

**Tabela 1:** Valores médios e desvio padrão do eritrograma de jiboias (*Boa constrictor*) machos e fêmeas.

Parâmetros	Grupos/desvio padrão	
	Machos	Fêmeas
Eritrócitos (x 10 <sup>6</sup> /μl)	0,44 ± 0,18	0,41 ± 0,20
HGB (g/dl)	7,8 ± 1,70	7,5 ± 0,21
VG (%)	21 ± 3,1	20 ± 2,18
VCM (fL)	430 ± 120	455 ± 135
HCM (pg)	160 ± 24	165 ± 32
CHCM (g/dL)	32,10±0,60	32,62±1,28

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha ou letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si segundo análise de regressão por modelo misto em nível de significância  $p < 0,05$ .

**Tabela 2:** Valores médios e desvio padrão do leucograma de jiboias (*Boa constrictor*) machos e fêmeas

Parâmetros	Grupos/desvio padrão	
	Machos	Fêmeas
Leucócitos (x 10 <sup>3</sup> /μL)	9,2 ± 2,10	8,8 ± 3,20
Heterófilos (%)	40 ± 1,70	42 ± 1,21
Eosinófilos (%)	1 ± 0,8	1 ± 0,92
Basófilos (%)	0 ± 0,2	0 ± 0,15
Linfócitos típicos (%)	22 ± 1,4	20 ± 3,20
Azurófilos (%)	32 ± 0,60	34 ± 1,28
Monócitos (%)	2 ± 1,10	2 ± 0,55
Trombócitos (x10 <sup>3</sup> /μL)	19508 ± 236	21202 ± 755

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha ou letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si segundo análise de regressão por modelo misto em nível de significância  $p < 0,05$ .

Avaliando inicialmente dos valores do eritrograma e do leucograma, observa-se que não houve diferença estatística entre os dois grupos, machos e fêmeas. Desta forma o gênero da espécie não influencia nos valores absolutos e relativos do hemograma. Sabe-se que o ambiente, a temperatura, a umidade, o manejo, a frequência de alimentação bem como enfermidades de modo geral, influenciam nas alterações hematológicas em répteis (Grego, 2006; Campbell, 2006). Portanto, os resultados obtidos corroboram uma padronização na criação e manejo das jibóias (*Boa constrictor*) pelo Instituto Jibóias Brasil.

Os valores hematológicos encontrados para *Boa constrictor constrictor* não foram totalmente descritos na literatura até a presente data, pois não há trabalho publicado com um número amostral tão significativo como o executado neste trabalho. Sendo assim os dados obtidos neste estudo poderão auxiliar na determinação dos valores de referência para esta espécie.

Não foram encontrados a presença de hemoparasitas nas amostras de sangue coletadas nesses animais; esse fato, provavelmente, se deve por conta de que todas as jibóias estudadas são oriundas de cativeiro e recebem um manejo sanitários e profilático adequado.

Comparando-se com os resultados de Neto *et. al.* (2005), o valor do hematócrito de jibóias criadas em cativeiro foi de:  $23,28 \pm 1,60\%$  e de Albuquerque *et. al.* (2002), os valores do hematócrito de jibóias (*Boa constrictor*) capturada em resgates, foi de:  $22,6 \pm 5,0\%$ . Esses valores são similares aos parâmetros hematológicos encontrados no presente estudo, corroborando os resultados em questão.

#### **4.2. Biomarcadores cardíacos e de coagulação**

Existem vários biomarcadores cardíacos disponíveis, alguns de lesão cardíaca ou necrose e outros de função cardíaca. Os principais biomarcadores de lesão cardíaca são: creatinoquinase isoenzima MB e as troponinas I, T e C; e o biomarcador de função cardíaca é o peptídeo natriurético tipo B (BNP) (Scheiber, 2002).

A creatinoquinase isoenzima MB é derivada da creatinoquinase CK total, sendo esta uma enzima reguladora da produção e utilização do fosfato de alta energia dos tecidos contráteis, principalmente a musculatura. A CK total é composta por duas subunidades denominadas M e B, formando assim três isoenzimas denominadas de creatinoquinase isoenzima MM (CK-MM), creatinoquinase isoenzima BB (CK-BB) e a creatinoquinase isoenzima MB (CK-MB) (Britton, 1980). A fração CK-BB está presente no cérebro, a CK-MM, nos músculos esquelético e cardíaco e a CK-MB, principalmente no coração. A CK-MB está no miocárdio, no qual representa cerca de 20% da CK contra 80% de CK-MM. A CK-MB também está presente no músculo estriado esquelético, embora em

pequena proporção (entre 1% e 4%, sendo o restante CK-MM) (Thompson, 1997; Valberg, 2008).

A fração CK-MB tem sido utilizada como exame complementar para o diagnóstico de lesão cardíaca, entretanto, pode ser encontrada levemente alterada em pessoas e animais saudáveis. Todavia, o seu aumento sérico deve-se a lesão do músculo esquelético, seja este cardíaco ou não, e por este motivo a isoenzima CK-MB não é específica de lesão cardíaca e sim, sugestiva (Piegas *et al.*, 2009).

Após a lesão muscular ocorre uma elevação da CK-MB entre 3-6 horas atingindo o pico entre 16-24 horas após a lesão. Devido a essa cinética, o aumento temporal de CK-MB não pode ser utilizado como um marcador precoce de lesão cardíaca, já que não detecta o aumento nas três primeiras horas (Panteghini, 1998).

As troponinas (Tn) contituem três isoformas tecidos específicos denominados de troponina I (TnI), troponina T (TnT) e troponina C (TnC). A troponina I (subunidade inibidora da actina), troponina T (subunidade ligada à miosina – tropomiosina) e a troponina C (subunidade ligada ao cálcio e reguladora da contração). A troponina C é encontrada em tecidos de contração lenta, portanto não está presente na musculatura cardíaca, e não é relevante para o diagnóstico precoce de lesão cardíaca (Adams *et al.* 1993).

Nos estudos realizados com a TnI não foi possível encontrar qualquer nível dessa proteína fora do coração, em qualquer estágio de desenvolvimento do organismo. De forma contrária, a TnT pode ser detectada no plasma de indivíduos com doença músculo esquelético. Desta forma, a troponina I é considerada o biomarcador padrão ouro para o diagnóstico de lesão cardíaca (Adams *et al.* 1993, Bodor *et al.* 1995, Thygesen, 2007).

**Tabela 3:** Valores séricos/plasmáticos médios e desvio padrão da CK-MB, troponina I, BNP e D-dímero de jiboias (*Boa constrictor*) machos e fêmeas

Parâmetros	Grupos/desvio padrão	
	Machos	Fêmeas
CK-MB (UI/L)	212±88,42	208±98,79
TroponinaI (ng/ml)	0,05±0,04	0,03±0,01
BNP (pmol/L)	350±100	380±50
D-dímero (µg/mL)	< 0,1	< 0,1

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha ou letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si segundo análise de regressão por modelo misto em nível de significância  $p < 0,05$ .

Além da CK-MB e da troponina I, foi realizada a mensuração sérica do peptídeo natriurético tipo B (BNP) e do D-dímero.

O BNP é considerado marcador cardíaco para insuficiência cardíaca descompensada, aumentando quando o paciente apresenta alterações na função cardíaca. O BNP é um neurohormônio secretado pelos ventrículos em resposta à expansão de volume e sobrecarga de pressão. Seus níveis estão correlacionados com medidas hemodinâmicas, tais como: pressão átrio direito, pressão capilar pulmonar e a pressão diastólica final do ventrículo esquerdo (Maisel, 2001).

Outras situações como a síndrome isquêmica aguda, insuficiência renal aguda, fibrilação atrial, doença pulmonar obstrutiva crônica e embolia pulmonar podem cursar com BNP dentro de uma zona superior ao de normalidade, entretanto próximas do limite superior (Maisel *et al.*, 2002.).

Os D-dímeros são originados após coagulação, a qual é ativada por uma lesão vascular, gerando trombina. A trombina transforma o fibrinogênio em fibrina. Posteriormente a fibrina é degradada pelo sistema fibrinolítico em Produtos de

Degradação da Fibrina (PDFs) precoces e tardios. Esses PDFs são degradados em fragmentos menores de 240 kDa chamados de D-dímeros. A presença de D-dímeros no plasma de um animal é prova de uma fibrinólise consecutiva à ativação do Fator XIII da coagulação (Smith, 2010; Baker, 2012).

Este estudo é pioneiro na dosagem de D-dímeros em plasma de jiboias (*Boa constrictor*), bem como a dosagem sérica de CK-MB, Troponina I ultrasensível e Pro-BNP. Servindo daqui para frente como referência para futuros trabalhos na área e auxiliando a clínica médica no entendimento da cardiologia dos répteis.

#### **4.3 Perfil bioquímico clínico geral**

Os valores séricos médios e desvio padrão do perfil bioquímico clínico geral de jiboias (*Boa constrictor*) machos e fêmeas estão apresentados na tabela 4.

Sabe-se que a concentração da maioria dos constituintes sanguíneos nos répteis apresenta variações fisiológicas importantes, que podem ser ocasionadas por vários fatores, tais como: alimentação, disponibilidade de água, hibernação, idade, sexo, condição nutricional, e principalmente a variação de temperatura corporal (Campbell, 2006; Santos, 2006)

Para regular a própria temperatura, estes animais dependem de ajustes comportamentais e de fontes externas de calor, a partir do controle da quantidade de superfície de pele exposta ao sol ou sobre superfícies quentes ou frias, cuja disponibilidade pode variar de acordo com a sazonalidade (Bovo *et al.*, 2004), fato este, que torna a interpretação dos resultados bioquímicos um desafio para o veterinário de animais selvagens (Campbell, 2006).

**Tabela 4:** Valores séricos médios e desvio padrão do perfil bioquímico clínico geral de jiboias (*Boa constrictor*) machos e fêmeas

Parâmetros	Grupos/desvio padrão	
	Machos	Fêmeas
Glicose mg/dL	66 ± 6,10	1 ± 8,20
Ureia mg/dL	10 ± 4,10	10 ± 3,98
Creatinina mg/dL	0,15 ± 0,12	0,12 ± 0,09
SDMA	4 ± 1,5	4 ± 0,9
ALT U/L	11 ± 0,3	10 ± 0,8
AST U/L	18 ± 2,36	18 ± 1,99
Fosfatase alcalina U/L	152 ± 15,4	148 ± 21,3
GGT U/L	0 ± 0	0 ± 0
Bilirrubina total g/dL	0,45 ± 0,43	0,41 ± 0,88
Bilirrubina direta g/dL	0,14 ± 0,07	0,15 ± 0,03
Bilirrubina indireta g/dL	0,32 ± 0,06	0,32 ± 0,02
Ácido úrico mg/dL	5,4 ± 0,50	5,3 ± 0,44
Proteínas totais g/dL	6,22 ± 0,36	6,34 ± 0,65
Albumina g/dL	2,79 ± 0,28	2,85 ± 0,47
Globulina g/dL	3,56 ± 0,41	3,79 ± 0,27
Colesterol mg/dL	66 ± 17	69 ± 14
Triglicérides mg/dL	3,25 ± 0,21	3,54 ± 0,12
CK-total U/L	384 ± 65	392 ± 41
Cálcio total mg/dL	14,8 ± 2,3	15,1 ± 1,36
Fósforo mg/dL	2,91 ± 0,34	2,88 ± 0,50
Sódio mEq/L	159 ± 6	162 ± 5
Potássio mEq/L	3,89 ± 0,96	3,75 ± 0,87
Cloro mEq/L	117 ± 5	119 ± 8

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha ou letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si segundo análise de regressão por modelo misto em nível de significância  $p < 0,05$ .

Ressalta-se que, as coletas foram realizadas no mês de janeiro de 2022, o qual apresentou um típico mês de verão no Brasil. Então os valores encontrados para o perfil bioquímico avaliado das jiboias correspondem aos valores de temperaturas elevadas, podendo haver diferença entre o inverno como descrito por Campbell, 2006 e corroborado pelo estudo Lima *et al.*, 2012.

Avaliando os valores médios do perfil bioquímico clínico geral dos machos e fêmeas não se observou diferença estatística entre os dois grupos, pressupondo-se que o gênero do animal não possui influencia direta nos valores séricos descritos. Silva et al. (2013) determinaram os valores médios dos indicadores bioquímicos sanguíneos glicose, ureia, creatinina, aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), amilase e lipase de jiboias (*Boa constrictor*) e compararam os valores das concentrações encontradas entre os grupos de machos e fêmeas, a comparação indicou ausência de influência significativa de fatores sexuais, o que corrobora com os valores encontrados nos resultados apresentados.

Uma constatação importante quando são avaliados os resultados de enzimas de lesão hepática foram os valores de GGT, pois todas as amostras analisadas deram 0. A Gama glutamiltransferase (GGT) é uma enzima de indução sintetizada por quase todos os tecidos corporais, com maior concentração no pâncreas e nos rins. A lesão hepática aguda pode provocar aumento imediato da atividade sérica possivelmente devido à liberação de fragmentos de membrana que contêm GGT (Thrall, 1999). No caso de colestase, nota-se aumento de produção, liberação e conseqüentemente elevação da sua atividade. Desta forma pode-se pressupor que só temos o aumento do GGT sérico quando há lesão hepática aguda nas jiboias.

Os valores encontrados para concentração sérica de ureia em répteis terrestres são inferiores a 15 mg/dL, pois estes são uricotélicos (Campbell, 2007). Acredita-se que estes valores estão associados a um tipo de mecanismo que visa o aumento da osmolalidade plasmática, a fim de minimizar a perda de água do organismo. Entretanto, os valores obtidos por (Thrall, 1999) para *Bothrops ammodytoides* são de 1,78 mmol/L, confirmando a hipótese testada por Machado et al. (2006), que em seu estudo relacionaram as concentrações séricas de ureia e ácido úrico nas espécies *Boa constrictor*

e *Crotalus durissus*, concluindo que tal relação é maior nas serpentes de ambientes desérticos, como *Crotalus durissus*.

A média da concentração sérica da creatinina para répteis pode alcançar até 1 mg/dL (Campbell, 2007). Segundo Almosny e Monteiro (2007), a determinação dos valores séricos de creatinina é a forma mais comum de se avaliar a função renal em mamíferos, e a relação uréia/creatinina pode ser usada como indicador de catabolismo proteico e diferenciação entre insuficiência renal e pré-renal.

Dentre os marcadores bioquímicos renais analisados não há descrição na literatura de valores de referência para o SDMA em jibóias. Desta forma vale ressaltar o ineditismo do trabalho bem como sua colaboração futura na avaliação renal destes animais.

Os valores séricos dos marcadores mensurados nos dois grupos avaliados, machos e fêmeas, estão dentro dos valores de referência descritos na literatura para jibóias (*Boa constrictor*), como observado no trabalho de Neto, 2005 e Lima *et al.*, 2012.

#### **4.4 Mensuração da pressão arterial e frequência cardíaca**

Existem vários métodos para mensurarmos a pressão arterial dos répteis, o mais fidedigno é o método invasivo (*gold standart*) de mensuração de pressão arterial sistêmica, entretanto este método é utilizado durante procedimentos cirúrgicos pelos anestesistas, não sendo viável ao clínico de répteis. Por este motivo optou-se por utilizar o método de oscilometria de alta resolução com presença de gráfico amostral.

Os valores séricos médios e desvio padrão da PAS, PAM, PAD e FC de jibóias (*Boa constrictor*) machos e fêmeas estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5:** Valores médios e desvio padrão da PAS, PAM, PAD e FC de jiboias (*Boa constrictor*) machos e fêmeas

Parâmetros	Grupos/desvio padrão	
	Macho (1,80m)	Fêmea (2,10)
PAS (mmHg)	42 ± 1,8 a	47 ± 2,6 b
PAM (mmHg)	33 ± 2,1	34 ± 3,5
PAD (mmHg)	24 ± 3,8	26 ± 4,2
FC (bpm)	18 ± 8	20 ± 5

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha ou letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si segundo análise de regressão por modelo misto em nível de significância  $p < 0,05$ .

Analizando os valores obtidos das mensurações de PAS, PAM, e PAD dos diferentes grupos, verificamos que há uma diferença entre os valores de PAS dos machos comparados com as fêmeas. Sendo a PAS das fêmeas superior à dos machos, este fato se deve as fêmeas serem maiores e mais pesadas que os machos, desta forma há necessidade de uma pressão arterial sanguínea maior nas fêmeas que nos machos, como foi observado no estudo de Seymour (1987).

Uma comparação interespecífica de 16 indivíduos pertencentes a nove espécies diferentes de serpentes terrestres revelou um aumento significativo na PAM com o comprimento do corpo, de modo que a PAM aumentou proporcionalmente à distância entre o coração e a cabeça quando expresso como o aumento da pressão gravitacional (Seymour, 1987).

Os valores obtidos de PAS, PAM, PAM e FC são semelhantes aos encontrados por Seymour, 1976, no qual caracterizou a diferença de pressão arterial sistólica das cobras em diferentes habitats. Como as jiboias estudadas são caracterizadas como semi-



terrestres, os valores encontrados no presente estudo corroboram o trabalho descrito por Seymour (1976).

Há escassa literatura de pressão arterial sistêmica dos répteis, sobre tudo com as Jiboias (*Boa constrictor*), até a presente data não há nenhum trabalho descritivo da PAS, PAM e PAD de BCCs, muito provavelmente pela dificuldade de mensuração com doppler convencional, bem como o método invasivo. Desta forma o método oscilométrico de alta resolução com gráfico quantitativo e qualitativo ajudará muitos clínicos de reptéis a conseguir mensurar a pressão durante sua rotina clínica.

#### **4.5 Eletrocardiograma**

Sabe-se que há vários fatores que podem influenciar a FC nas cobras e com a jiboias BCCs não é diferente, por este motivo tentou-se realizar uma padronização de manejo de todos os animais para termos a menos interferência externa possível.



**Figura 17.** Localização do coração de uma jiboia (*Boa constrictor*) com a ajuda do doppler vascular.

Inicialmente optou-se por utilizar discos adesivos para eletrodos para a realização do eletrocardiograma como demonstrado na figura 17.



**Figura 18.** Representação esquemática do posicionamento dos discos adesivos acoplados aos eletrodos cardíacos de uma jiboia (*Boa constrictor*).

Tentou-se realizar os eletrocardiogramas de várias jiboias utilizando os discos adesivos, entretanto não foi possível conseguir um traçado com boa qualidade técnica para realizar a leitura do eletrocardiograma, então, optou-se por utilizar as garras metálicas convencionais acopladas aos eletrodos embebidos em álcool 70% como ilustrado na figura 18, o que possibilitou um traçado eletrocardiográfico de melhor qualidade técnica e execução.

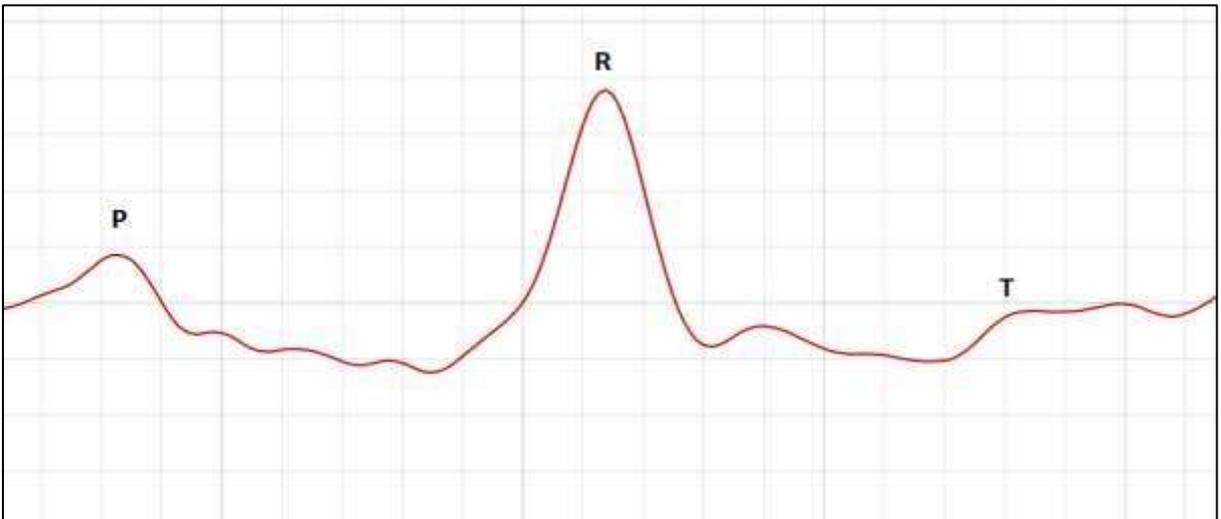


**Figura 19.** Representação esquemática do posicionamento das garras metálicas convencionais acoplados aos eletrodos cardíacos de uma jiboia (*Boa constrictor*), utilizando álcool 70% para condutividade elétrica.

Após o perfeito posicionamento dos eletrodos e a estabilização da linha base do eletrocardiograma gravou-se durante 5 minutos o eletrocardiograma de cada jiboia. Realizando a avaliação morfológica de cada onda eletrocardiográfica e a medição de amplitude e duração de cada onda respectivamente, como visualizado nas figuras 18 e 19, descritas na tabela 13.



**Figura 20.** Eletrocardiograma de jiboia (*Boa constrictor*) nas derivações DI, DII, DIII, aVR, aVL e aVF, velocidade de 50 mm/s em 2N.



**Figura 21.** Avaliação da morfologia das ondas P, R e T no eletrocardiograma de jiboia (*Boa constrictor*) nas derivações DII, velocidade de 50 mm/s em 3N.

**Tabela 6:** Média e desvio padrão de medidas das ondas P (ms e mV), R (mV) e T (mV); intervalos PR (ms), QT (ms); complexo QRS (ms), ângulo QRS (°) e FC (frequência cardíaca) (bpm) obtidas a partir do exame eletrocardiográfico de jiboias (*Boa constrictor*) na derivação DII.

Parâmetros	Grupos/desvio padrão	
	Machos	Fêmeas
<b>Onda P</b> (ms)	48 ± 4,13	46 ± 9,42
<b>Onda P</b> (mV)	0,039 ± 0,026	0,035 ± 0,011
<b>Intervalo PR</b> (ms)	98 ± 21,93	97 ± 27,55
<b>Complexo QRS</b> (ms)	78 ± 15,50	80 ± 14,95
<b>Onda R</b> (mV)	0,24 ± 0,145	0,27 ± 0,068
<b>Período QT</b> (m/s)	188 ± 14,92	185 ± 19,21
<b>Período QTc</b> (m/s)	255 ± 25,74	270 ± 1 1,58
<b>Onda T</b> (mV)	0,050 ± 0,068	0,064 ± 0,035
<b>Ângulo QRS</b> (°)	10 ± 7,25	11 ± 7,88
<b>FC</b> (bpm)	18 ± 8	20 ± 5

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha ou letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si segundo análise de regressão por modelo misto em nível de significância  $p < 0,05$ .

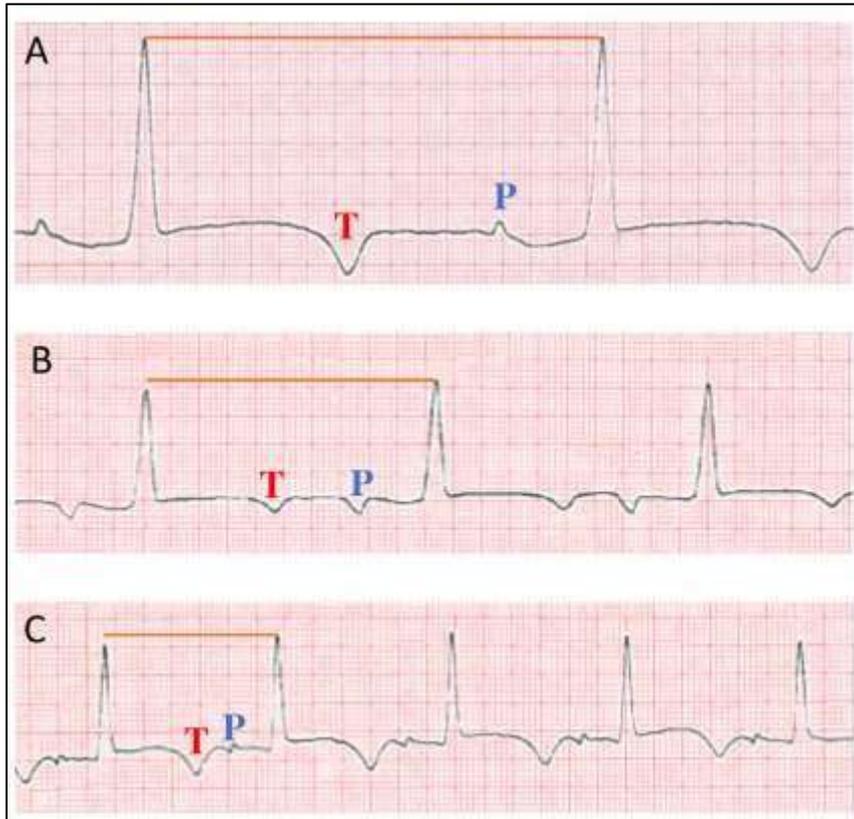
Todas as medidas foram realizadas na derivação DII, como convencionalmente é realizado em todos os trabalhos publicados para répteis. Analizando a tabela 6, observa-se que não há diferença estatística em os dois grupos avaliados, machos e fêmeas, tanto para amplitude e duração das ondas avaliadas, bem como não há diferença estatística entre

esses na frequência cardíaca. Desta forma, pode-se afirmar que como não há diferença de morfologia das ondas P, R, T entre os sexos em jiboias BCCs.

Apesar da ausência de um sistema elétrico especializado na rede de condução como observada nos mamíferos, o eletrocardiograma das cobras jiboias BCCs neste estudo consistiu em sequências de despolarização atrial seguidas de despolarização ventricular, como evidenciado na figura 19, presença de uma onda P seguida de uma onda R. O mesmo padrão foi observado em outros estudos eletrocardiográficos em cobras (Bogan, 2017), corroborando os achados neste trabalho.

Neste trabalho as ondas P na derivação DII foram positivas, negativas ou bifásicas demonstrando uma heterogeneidade das ondas, como demonstrado por Lewis et al. 2020, (Figuras 20, 21 e 22). A mesma heterogeneidade foi encontrada na onda T, apenas a onda R mostrou-se com uma homogeneidade de morfologia, sendo positiva (DII) em todos os traçados eletrocardiográficos analisados, o que já havia sido verificado em outras cobras como as *Corn Snakes* (Lewis et al., 2020).

Embora nenhum nó atrioventricular tenha sido identificado em cobras, o intervalo PR, que é responsável pela condução atrioventricular, mostra-se prolongada de forma semelhante a aquele mediado pelo nó AV em mamíferos. Desta forma sugere-se que há uma condução lenta ao longo dos cardiomiócitos da junção atrioventricular. Não há estudo desses mecanismos de transmissão em jiboias BCCs.

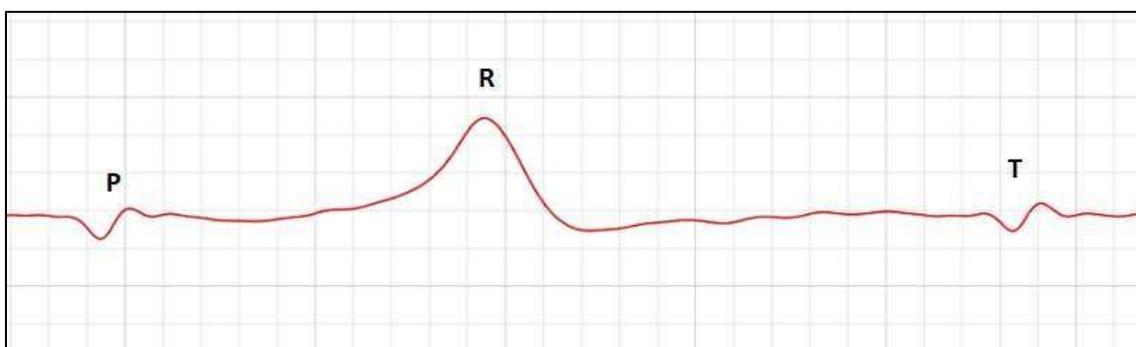


**Figura 22.** Eletrocardiograma de Corn Snake evidenciando a heterogeneidade da onda P. Eletrocardiograma realizado com velocidade de 50 mm/s e 2N.

Mesmo sabendo-se que as cobras não possuem um nó atrioventricular e nem um nó sino atrial funcional como os mamíferos apresentam, observou-se uma homogeneidade dos valores do eixo QRS. O que representa que mesmo sem uma condução especializada como nos mamíferos, os cardiomiócitos apresentam um padrão de despolarização ordenado com um somatório de vetores QRS variando a  $10^\circ$  graus. Diferentemente do que é observado nos mamíferos, como cães e gatos (Tilley 1997).



**Figura 23.** Eletrocardiograma de jiboia (*Boa constrictor*) nas derivações DI, DII, DIII, aVR, aVL e aVF, velocidade de 50 mm/s em 2N.



**Figura 24.** Avaliação da morfologia das ondas P, R e T no eletrocardiograma de jiboia (*Boa constrictor*) nas derivações DII, velocidade de 50 mm/s em 1N. Traçado eletrocardiográfico evidenciando a heterogeneidade das ondas P e T.

## 5.6 Ecodopplercardiograma

Foi possível realizar o ecodopplercardiograma nos 40 animais selecionados sem a necessidade de sedação ou contenção dificultado, pois todos os animais eram dóceis e de fácil manuseio, o que permitiu realizar o exame sem intercorrências. Demonstrando que o ecocardiograma em Jiboias BCCs quando criadas com o manejo adequado são animais de fácil manuseio, facilitando os exames complementares cardíacos.

Foi possível avaliar todas as estruturas cardíacas em todos os animais avaliados, com uma abordagem ventral com orientação transversal da sonda foi possível obter imagens em corte transversal do ventrículo, dos átrios e dos grandes vasos.

A avaliação ecocardiográfica iniciou-se pela base do coração, avaliando a inserção dos grandes vasos, a posição e extensão das câmaras cardíacas e do septo interatrial e do septo horizontal, o qual divide os átrios do ventrículo. E por fim a avaliação do ventrículo com suas subdivisões e um estudo das cristas ventriculares.

As dimensões das cavas foram medidas na mesma distância do ápice até a via de saída de cada cava. O *cavum venosum* ocupava a parte ventricranial do ventrículo e era parcialmente contínuo com o canal interventricular. O *cavum arteriosum* foi separado das outras cavidades através do septo horizontal (septo interventricular). O *cavum pulmonale* e o *cavum venosum foral* separados parcialmente pela crista muscular. Após a localização da crista muscular no ventrículo, é possível localizar a raiz dos principais vasos movendo a sonda cranialmente à crista muscular.

**Tabela 7:** Média e desvio padrão de medidas dos cortes axiais (eixo curto) cardíacos de jiboias (*Boa constrictos*). EPCAd – espessura da parede do *cavum arteriosum* em diástole, EPCAs – espessura da parede do *cavum arteriosum* em sístole, EPCPd – espessura da parede do *cavum pulmonale* em diástole, EPCPs – espessura da parede do *cavum pulmonale* em sístole, DDVVd – diâmetro dorso ventral do ventrículo em diástole, SHd – septo horizontal em diástole, SHs – septo horizontal em sístole, DLLVd – diâmetro látero lateral do ventrículo em diástole, DVAd – diâmetro do *cavum arteriosum* em diástole, DCAs - diâmetro do *cavum arteriosum* em sístole, DCPd – diâmetro do *cavum pulmonale* em diástole, DCPs – diâmetro do *cavum pulmonale* em sístole, DCVd – diâmetro do *cavum venosum* em diástole, DCVs - diâmetro do *cavum venosum* em sístole, DADs – diâmetro da aorta direita em sístole, DAEs – diâmetro da aorta esquerda em sístole, DAPs – diâmetro da artéria pulmonar em sístole, SVd – septo vertical em diástole, SVs – septo vertical em sístole, FeJ – fração de ejeção, FE – fração de encurtamento

Parâmetros	Grupos/desvio padrão	
	Machos	Fêmeas
EPCAd (mm)	3,5 ± 1,2	3,6 ± 1,00
EPCAs (mm)	4,2 ± 1,70	4,2 ± 1,89
EPCPd (mm)	2,9 ± 0,88	3,1 ± 1,12
EDCPs (mm)	3,6 ± 1,5	3,8 ± 1,13
DDVVd (mm)	19 ± 2,3	21 ± 1,8
SHd (mm)	4,0 ± 1,36	4,2 ± 1,99
SHs (mm)	3,9 ± 1,54	3,9 ± 1,26
DLLVd (mm)	26 ± 3,2	29 ± 3,6
DCAd (mm)	8,6 ± 0,48	8,8 ± 0,88
DCAs (mm)	6,3 ± 0,15	6,6 ± 0,74
DCPd (mm)	6,4 ± 0,56	6,6 ± 1,36
DCPs (mm)	3,6 ± 0,52	3,6 ± 1,54
DCVd (mm)	7,2 ± 0,36	7,5 ± 0,65
DCVs (mm)	4,1 ± 0,28	4,9 ± 0,47
DADs (mm)	6,5 ± 0,99	6,6 ± 1,27
DAEs (mm)	6,2 ± 1,7	6,6 ± 1,44
DAPs (mm)	12 ± 2,21	13 ± 3,12
SVd (mm)	4,9 ± 0,65	5,1 ± 1,88
SVs (mm)	3,6 ± 0,88	3,4 ± 1,36
FeJ (%)	88 ± 4,51	89 ± 2,36
FE (%)	38 ± 4,8	37 ± 6,64

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha ou letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si segundo análise de regressão por modelo misto em nível de significância  $p < 0,05$ .

**Tabela 8:** Média e desvio padrão de medidas dos cortes longitudinais (eixo longo) cardíacos de jiboias (*Boa constrictos*). EPCAd – espessura da parede do *cavum arteriosum* em diástole, EPCAs – espessura da parede do *cavum arteriosum* em sístole, EPCPd – espessura da parede do *cavum pulmonale* em diástole, EPCPs – espessura da parede do *cavum pulmonale* em sístole, SHd – septo horizontal em diástole, SHs – septo horizontal em sístole, DCAd – diâmetro do *cavum arteriosum* em diástole, DCAs - diâmetro do *cavum arteriosum* em sístole, DCPd – diâmetro do *cavum pulmonale* em diástole, DCPs – diâmetro do *cavum pulmonale* em sístole, DCVd – diâmetro do *cavum venosum* em diástole, DCVs - diâmetro do *cavum venosum* em sístole, DTAD – diâmetro transversal do átrio direito, DAEs – diâmetro da aorta esquerda em sístole, DAPs – diâmetro da artéria pulmonar em sístole, SVV – diâmetro da valva do seio venoso, SVd – septo vertical em diástole, SVs – septo vertical em sístole.

Parâmetros	Grupos/desvio padrão	
	Machos	Fêmeas
EPCAd (mm)	5,2 ± 1,3	5,4 ± 1,25
EPCAs (mm)	4,8 ± 1,56	4,7 ± 1,66
EPCPd (mm)	3,6 ± 0,74	3,8 ± 1,32
EDCPs (mm)	6,1 ± 1,66	6,5 ± 1,44
SHd (mm)	4,5 ± 1,11	4,8 ± 1,42
SHs (mm)	4,2 ± 1,21	4,4 ± 1,03
DCAd (mm)	7,5 ± 0,68	7,6 ± 0,48
DCAs (mm)	7,0 ± 0,45	7,1 ± 0,55
DCPd (mm)	8,2 ± 0,59	8,3 ± 1,62
DCPs (mm)	6,4 ± 0,36	6,3 ± 1,41
DCVd (mm)	7,1 ± 0,29	7,3 ± 0,68
DCVs (mm)	6,1 ± 0,21	5,9 ± 0,84
DTAD (mm)	15,5 ± 4,74	16,1 ± 6,24
DAEs (mm)	7,2 ± 1,56	7,5 ± 1,23
DAPs (mm)	10 ± 1,25	11 ± 2,28
SVV (mm)	5,1 ± 0,65	5,6 ± 1,88
SVd (mm)	6,8 ± 0,68	7,4 ± 1,56
SVs (mm)	5,1 ± 0,35	5,4 ± 0,96

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha ou letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si segundo análise de regressão por modelo misto em nível de significância  $p < 0,05$ .

**Tabela 9:** Média e desvio padrão de medidas de fluxo obtidas por doppler em jiboias (*Boa constrictos*). DFVSV – duração do fluxo através da valva *sinus venosus*, IVTFAoE – integral da velocidade-tempo do fluxo da aorta esquerda, IVTFPA – integral da velocidade-tempo do fluxo da artéria pulmonar, IVTFAoD – integral da velocidade-tempo do fluxo da aorta direita, IVTFSV – integral velocidade-tempo do fluxo do *sinus venosus*, mGSVV – média do gradiente do fluxo da valva do *sinus venosus*, mGAoD – média do gradiente do fluxo da aorta direita, mGAoE – média do gradiente do fluxo da aorta esquerda, mGPA – média do gradiente do fluxo da artéria pulmonar, pGSVV – pico do gradiente do fluxo da valva do *sinus venosus*, pGAoD – pico do gradiente do fluxo da aorta direita, pGAoE – pico do gradiente do fluxo da aorta esquerda, pGPA – pico do gradiente do fluxo da artéria pulmonar, pVSVV – pico da velocidade do fluxo da valva do *sinus venosus*, pVAoD – pico da velocidade do fluxo da aorta direita, pVAoE – pico da velocidade do fluxo da aorta esquerda, pVPA – pico da velocidade do fluxo da artéria pulmonar.

Parâmetros	Grupos/desvio padrão	
	Machos	Fêmeas
DFVSV (s)	1,25 ± 0,17	1,28 ± 0,22
IVTFAoE (m)	0,18 ± 0,10	0,21 ± 0,16
IVTFPA (m)	0,23 ± 0,05	0,23 ± 0,02
IVTFAoD (m)	0,20 ± 0,09	0,21 ± 0,07
IVTFSV (m)	0,22 ± 0,10	0,21 ± 0,09
mGSVV (mmHg)	0,18 ± 0,05	0,18 ± 0,08
mGAoD (mmHg)	0,41 ± 0,18	0,39 ± 0,20
mGAoE (mmHg)	1,34 ± 0,32	1,35 ± 0,56
mGPA (mmHg)	0,80 ± 0,22	0,79 ± 0,31
pGSVV (mmHg)	0,40 ± 0,10	0,42 ± 0,14
pGAoD (mmHg)	0,84 ± 0,14	0,78 ± 0,19
pGAoE (mmHg)	2,62 ± 0,34	2,64 ± 0,77
pGPA (mmHg)	2,77 ± 0,44	2,85 ± 0,62
pVSVV (m/s)	0,36 ± 0,08	0,35 ± 0,10
pVAoD (m/s)	0,42 ± 0,15	0,44 ± 0,28
pVAoE (m/s)	0,88 ± 0,62	0,90 ± 0,76
pVPA (m/s)	-0,82 ± 0,23	-0,81 ± 0,31

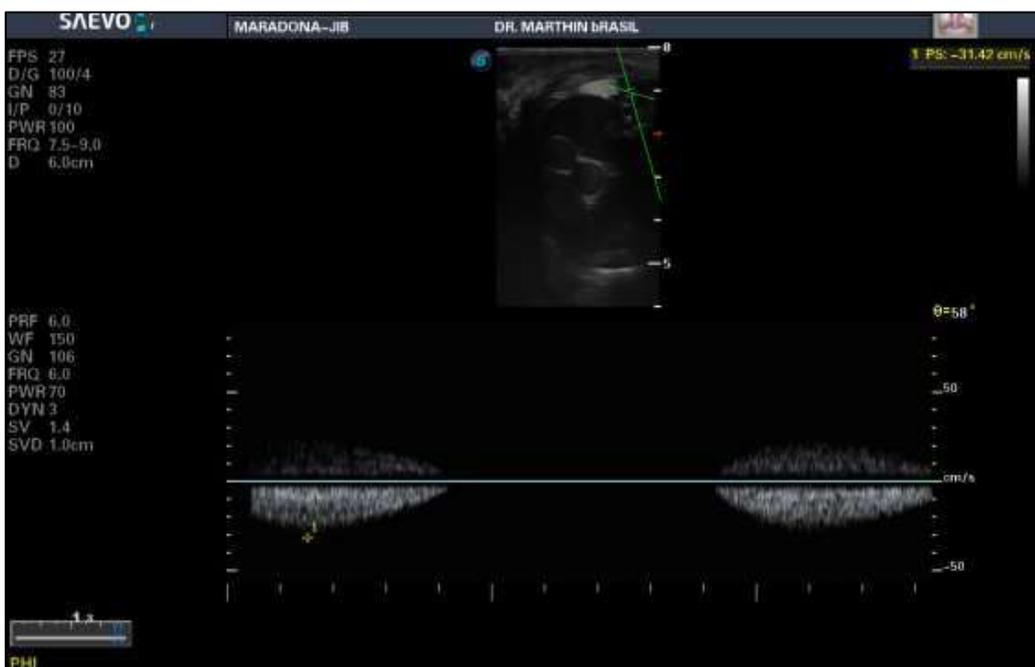
Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha ou letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si segundo análise de regressão por modelo misto em nível de significância  $p < 0,05$ .

Vale ressaltar que até o presente momento, não há descrição na literatura de valores de referência para os parâmetros avaliados nesse estudo. Entretanto, ressalta-se que o estudo ecodopplercardiográfico em jibóias BCCs é possível de se realizar, contudo

é um exame muito mais complexo que o ecocardiograma de cães e gatos tanto pela facilidade das janelas ecocardiográficas, pois as cobras em gerais conseguem deslocar o coração fisiologicamente cranialmente ou caudalmente, como uma forma de defesa do animal, caso seja atacado por um predador (Borgan, 2017).

Os valores de referência encontrados para fração de ejeção e fração de encurtamento através do modo M do ventrículo é semelhante ao encontrado nos mamíferos como cães e gatos (Boon, 2011).

Analizando os valores de pico de velocidade observamos que o pico de velocidade da aorta esquerda é o dobro do pico de velocidade da aorta direita, o que influencia diretamente no pico de gradiente de ambas, no qual o pico de gradiente da artéria esquerda é mais de três vezes o valor do pico de gradiente da aorta direita. Desta forma podemos concluir que há um fluxo mais intenso na aorta esquerda das jibóias BCCs. As mesmas observações foram descritas e visualizadas por Bagardi (2021), em cobras *Python regius*.

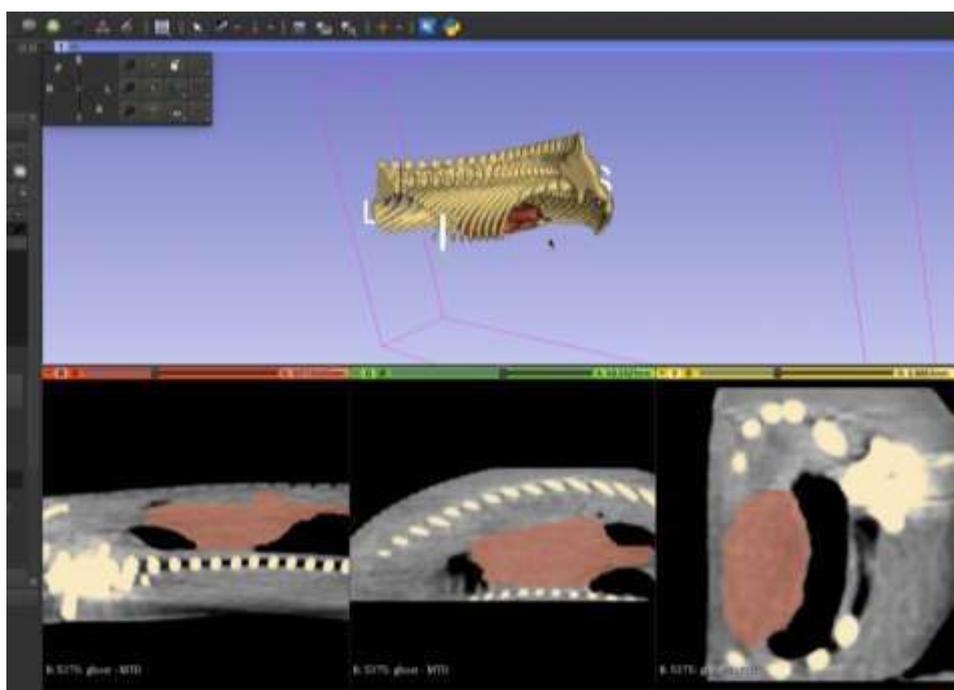


**Figura 25.** Ecodopplercardiograma de jibóias (*Boa constrictors*) avaliando por meio de doppler pulsado o fluxo do seio venoso, além de visualizarmos os grandes vasos ao centro da imagem.

#### 4.7 Tomografia computadorizada

Realizou-se tomografia computadorizada do sistema cardiovascular de 20 jiboias (10 machos e 10 fêmeas) através do tomógrafo da Canon 16 canais multi-slices, com cortes sequenciais de 10 mm de espessura. Entretanto não foi possível realizar a avaliação das camaras cardíacas, pois para isso seria necessário realizar a administração de contraste intravenoso e por questões de éticas e bem estar animal não foi realizado o procedimento, para não se colocar em risco a hígidez dos animais.

Então, com a tomografia, foi possível apenas realizar a reconstrução em 3D dos corações. A reconstrução em 3D do coração nos dá uma noção completa da anatomia e morfologia cardíaca, bem como um dimensionamento completo do coração. Ajudando no diagnóstico de neoplasias ou malformações cardíacas, bem como possibilita o cirurgião a se preparar melhor para algum procedimento mais invasivo.



**Figura 26.** Reconstrução em 3D do coração e estruturas adjacentes de uma jiboia (*Boa constrictor*).

A cardiologia ofídica é uma nova área do conhecimento que está em plena expansão. Sendo uma especialidade pouca difundida e estudada, entretanto com a nova demanda da sociedade, a medicina veterinária terá que aumentar os trabalhos na área para atender as expectativas dos tutores, bem com saber diagnosticar e tratar as patologias envolvidas.

Diante do apresentado, é possível afirmar que dentre os exames complementares estudados neste trabalho, o ecodopplercardiograma é o exame complementar com maior dificuldade de execução, pois necessita do cardiologista veterinário uma ampla e aprofundada sabedoria de anatomia e fisiologia cardíaca dos répteis e em especial das cobras.

Contudo, observou-se que as jiboias (*Boa constrictor*) são animais dóceis e de fácil manipulação, quando criados com o manejo adequado. Não sendo necessário a realização de contenção química para nenhum exame complementar descrito neste trabalho.

Finalmente, salienta-se que, os valores obtidos dos parâmetros analisados nesse estudo (média e desvio padrão) ajudarão e nortearão o clínico de répteis a diagnosticar alterações patológicas, bem como auxiliará na clínica médica de répteis em geral.

## 5. CONCLUSÕES

Verificou-se que os valores de normalidade para PAS, PAM e PAD para jiboias BCCs é muito semelhante aos de outras cobras já descritas, como as *Corn Snakes* e *Python* e, dos outros reptéis em geral. Entretanto, observou-se uma diferença da PAS entre machos e fêmeas, o que é explicado pelo tamanho do animal adulto, pois as fêmeas são maiores e mais pesadas e conseqüentemente necessitam de uma PAS maior para completa irrigação sanguínea do corpo, o que corrobora os estudos até o momento descritos em outras espécies de cobras.

A caracterização eletrocardiográfica das jiboias constritoras (*Boa constrictor*) também foi muito semelhante ao de outras cobras descritas. Observou-se a presença evidente de uma onda P, a qual possui uma morfologia heterogênia, podendo ser positiva, negativa ou bifásica. Além da onda P, as ondas R e T ficaram muito evidentes no traçado eletrocardiográfico, o que intriga, pois o coração das cobras não possui nó sinusal e nem nó atrioventricular, mesmo assim há uma separação importante das ondas eletrocardiográficas. O que serve de base para futuros estudos fisiológicos cardíacos de cobras.

A avaliação ecocardiográfica mostrou-se como o exame complementar cardíaco mais complexo de se realizar e analisar. Primeiramente porque as cobras conseguem deslocar o coração cranialmente e caudalmente o que dificulta o exame. Além dos parâmetros analisados das cobras é muito específico e singular. Observou-se uma FE e FeJ do ventrículo muito semelhante ao dos mamíferos.

A tomografia computadorizada sem contraste não trouxe muita relevância para a caracterização cardiológica, pois não foi possível avaliar internamente o coração. Concluindo-se que para uma melhor execução da técnica é necessário realizar a administração de contraste intravenoso.

E por fim, a caracterização dos parâmetros de normalidade do perfil hematológico e bioquímico das jiboias BCCs mostrou-se muito semelhante ao das outras cobras. Entretanto os biomarcadores cardíacos de cobras não possuem nenhum valor de referência descrito na literatura, seja para jiboias ou outras cobras. Possibilitando, desta forma, uma nova linha de pesquisa na cardiologia ofídica.

## **6. PERSPECTIVAS**

Este presente estudo abre caminhos para novas pesquisas no campo da cardiologia e clínica médica de répteis.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ADAMS, J.E.; BODOR, G.S.; DÁVILA-ROMÁN, V.G. et al. Cardiac troponin I. A marker with high specificity for cardiac injury. *Circulation*, v.88, n.1, p.101-6. 1993

ALBUQUERQUE, L. C. R.; ZANOTTI, A. P. Dados Hematológicos de *Elaphe guttata* (SERPENTES, COLUBRIDAE) Nascidas em Cativeiro. *1º Whorkshop Brasileiro de Hematologia de Repteis*. p. 13. 2005.

ANDERSEN, J.B., ROURKE, V.J.C., BENNETT, A.F., HICKS, J.W. Postprandial cardiac hypertrophy in python. *Nature*, v. 434, p. 37-38. 2005.

BAGARDI, M.; BARDI, E.; MANFREDI, M.; SEGALA, A.; BELFATTO, A.; CUSARO, S.; ROMUSSI, S.; BRAMBILLA, P.G. Two-dimensional and doppler echocardiographic evaluation in twenty-one healthy Python regius. *Veterinary Medicine and Science*, v.7, n.3, p.1006-1014, 2021.

BAKER, D.C. In: THRALL, M. A.; WEISER, G.; ALLISON, R.W.; et al. *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2 ed., p. 185-204. 2012.

BENNETT, A.F.; HICKS, J.W. Postprandial exercise: prioritization or additivity of the metabolic responses? *Journal of Experimental Biology*, v.204, p.2127-2132, 2001.

BODOR, G.S.; PORTERFIELD, D.; VOSS, E.M. et al. Cardiac troponin-I is not expressed in fetal and healthy or diseased adult human skeletal muscle tissue. *Clinical Chemistry*, v.1, n.12, p. 1710-1715. 1995.

Bogan JE. Ophidian cardiology—a review. *Journal of Herpetological Medicine and Surgery*. v27: p. 62–77, 2017

BOON, J. A. *Veterinary Ecocardiography*. Chichester, West Sussex, UK: Wiley – Blackwell. 2011.

BOVO, R. P.; MICHELI, M. A.; ABE, A. S.; ANDRADE. Variação sazonal da temperatura corpórea em jibóias, *Boa constrictor amarali*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, XXV, 2004, Brasília. Anais... Brasília: CBZ. p. 387, 2004.

BRONDUM E.T., HASENKAM, J.M., SECHER, N.H., BERTELSEN, M.F., GRØNDAHL, C., PETERSEN, K.K., BUHL, R., AALKJÆR, C., BAANDRUP, U., NYGAARD, H., SMERUP, M., STEGMANN, F., SLOTH, E., OSTERGAARD, K.H., NISSEN, P., RUNGE, M. PITSILLIDES, K. AND WANG, T. Jugular venous pooling during lowering of the head affects blood pressure of the anesthetized giraffe. *American Journal of Physiology*, p. 297, 2009.

CAMACHO, A.A.; MUCHA, C.J. In: FEITOSA, F.L.F. *Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico*. São Paulo-SP, Ed. Roca, 2 ed., p. 445 -459, 2008.

CAMPBELL, T. W. Bioquímica clínica de Répteis. In: THRALL, M. A.; BAKER, D. C.; CAMPBELL, T. W.; DENICOLA, D.; FETTMAN, M. J.; LASSEN, E. D.; REBAR, A.; WEISER, G. (Ed.). *Hematologia e bioquímica clínica veterinária*. São Paulo: Roca, p. 462-466, 2006.

CAMPBELL, T. W. Clinical pathology of reptiles. In: MADER D. R. (Ed.). *Reptile Medicine and Surgery*. St Louis, Missouri: Elsevier, p.490-532, 2006.

- CAMPBELL, T.W. Bioquímica clínica de répteis. In: THRALL, M.A. *Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária*. São Paulo: Roca, p. 461-466, 2007.
- CLARKE, G.K.; MARX, T.I. *Heart rates of unanesthetized snakes by electrocardiography*. *Copeia*, p. 236-238, 1960.
- DEVOE, R. Anatomia e Fisiologia de Anfíbios e Répteis. In: COLVILLE, T. & BASSERT, J.M. *Anatomia e Fisiologia Clínica para Medicina Veterinária*. 2 Ed. Editora Elsevier Saunders, Rio de Janeiro, p.455 – 478, 2010.
- EES, M. Ultrasonography. In T. Tully, & M. Krautwald-Junghanns, *Diagnostic Imaging of Exotic Pets*. pp. 309; 334-339; 342; 358; 368; 430. Schlütersche, 2011.
- FRANCISCO, L. R.; GREGO, K. F.; MAS, M. *Class Reptilia, Order Squamata, (Ophidia): Snakes*. In: FOWLER, M. E.; CUBAS, Z. S. *Biology, Medicine, and Surgery of South American Wild Animals*. 1ed, Iowa State University Press/Ames, p.40-50, 2001.
- FRANCO, F.L. Origem e diversidade das serpentes, p. 13-32. In: J.L.C. CARDOSO; F.O.S. FRANÇA; F.H. WEN; C.M.S MÁLAQUE; V. HADDAD JR (Eds). *Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes*. São Paulo, Sarvier, FAPESP, 468p. 2003.
- GAUER, O.H., THORN, H.L. Postural changes in circulation. In: Hamilton WF (ed) *Handbook of Physiology. American Physiological Society*, Washington DC, p. 2409-2439,1965.
- GREGO, K. F. *Determinação dos níveis séricos de corticosterona e hormônios esteróides sexuais, induzidos pelo estresse da contenção física e da extração de veneno, em Bothrops jararaca (Ophidia: Viperidae)*. 2006. Tese (Doutorado em Patologia Experimental e

Comparada) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: . Acesso em: 02 de maio de 2022.

GUEDES, T. B.; RICARDO J. SAWAYA, ALEXANDER ZIZKA, SHAWN LAFFAN, SØREN FAURBY, R. ALEXANDER PYRON, RENATO S. BÉRNILS, MARTIN JANSEN, PAULO PASSOS, ANA L. C. PRUDENTE, DIEGO F. CISNEROS-HEREDIA, HENRIQUE B. BRAZ, CRISTIANO DE C. NOGUEIRA, ALEXANDRE, Patterns, biases and prospects in the distribution and diversity of Neotropical snakes. *Global Ecology Biogeographic*, 2017.

GUYTON, A.C.; HALL, J. *Fisiologia Humana e Mecanismos das Doenças*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.639. 1998.

ISAZA, R.; ACKERMAN, N.; JACOBSON, E.R. Ultrasound imaging of the coelomic structures in the Boa constrictor (*Boa constrictor*). *Veterinary Radiology*, v. 34, p. 445-450, 1993.

JACOBSON, E.R.; HOMER, B.; ADAMS, W. Endocarditis and congestive heart failure in a Burmese python (*Python molurus bivittatus*). *The Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 22, p. 421-433, 1991.

JIBOIAS BRASIL, acesso em 20 de março de 2022; [www.jiboiabrasil.com.br](http://www.jiboiabrasil.com.br).

KIEFER, I.; PEES; M, Computed tomography (Reptiles). In: Krautwald-Junghanns ME, Pees M, Reese S, Tully T (eds): *Diagnostic imaging of exotic pets*. Hannover: Schlutersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, p.358–367, 2011.

KIK, M. J., & MITCHELL, M. A. Reptile Cardiology: A Review of Anatomy and Physiology, Diagnostic Approaches and Clinical Disease. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 14(1), pp. 52-60, 2005.

KINNS, J.; MALINOWSKI, R.; MCEVOY, F.; SCHWARZ, T.; ZWINGEN-BERGER, A. Special Software Applications. In: Schwarz T, Saunders J (eds): *Veterinary Computed Tomography*. Oxford: Wiley-Blackwell, p.67–74, 2011.

LEE, M.S.Y. Pareiasaur phylogeny and the origin of turtles. *Zoological Journal of the Linnean Society*, v.120, n.3, p.197-280. 1997.

LEWIS, M.; BOUVARD, J.; EATWELL, K.; CULSHAW, G. Standardisation of electrocardiographic examination in corn snakes (*Pantherophis guttatus*). *Veterinary Record*, v.186, p.29, 2020.

LILLYWHITE, H.B. Behavioral control of arterial pressure in snakes. *Physiological Zoology*, v. 58, p. 159-165, 1985.

LILLYWHITE, H.B., ALBERT, J.S., SHEEHY, C.M. AND SEYMOUR, R.S. Gravity and the evolution of cardiopulmonary morphology in snakes. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v.161A, p.230-242, 2012.

LIMA, D.J. S.; BASTOS, R. K. G.; SEIXAS, L. dos S.; LUZ, M. A.; BRANCO, E. R.; DE SOUZA, N. F.; DE MORAES, C. C.; MENESES, A. M. C. Variação sazonal dos valores de bioquímica sérica de jiboias amazônicas (*Boa constrictor constrictor*) mantidas em cativeiro. *Biotemas*, v.25, n.4, p.165-173, 2012.

- MACHADO, R.R.C. et al. Comparação entre os valores médios da relação entre uréia e ácido úrico plasmáticos em serpentes da espécie *Crotalus durissus* e *Boa constrictor*. *Revista Universidade Rural*, v. 26, p. 45-46, 2006.
- MAISEL, A. B-type natriuretic peptide levels: a potencial novel "white count" for congestive heart failure. *Journal of Cardiac Failure*, v.7, n.2, p.183-193. 2001.
- MAISEL, A.S.; KRISHNASWAMY, P.; NOWAK, R.M. et al. Rapid measurement of B-type natriuretic peptide in the emergency diagnosis of heart failure. *The New England Journal of Medicine*, v.347, n.3, p.161-167, 2002.
- MITCHELL, M. A. Reptile Cardiology. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, p. 65-79, 2009.
- MITCHELL, M.; TULLY, T. Cardiovascular System. *In Current Therapy in Exotic Pet Practice*. pp. 157-161; 169-173; 187-189. Elsevier, 2016.
- MURRAY, M. J.; MADER, D. Cardiopulmonary Anatomy and Physiology. *In Reptile Medicine and Surgery* (2nd ed.), pp. 14; 106; 124-127; 189-194; 484-489; 665-673. Elsevier Saunders, 2006.
- NETO, C.O.E.; SILVA, A.S.J.; MOTA, A.R.; RÊGO, W.E.; JÚNIOR, P.W.J.; ALMEIDA, S.C.M. 2005. Determinação dos valores de hemograma e proteína plasmática em filhotes de jibóia, *Boa constrictor* (LINNAEUS, 1758) nascidos em cativeiro em Recife, Pernambuco, Brasil. *I Workshop Brasileiro de Hematologia de Repteis*, p10., 2005.
- NETO, D.M. In: FEITOSA, F.L.F. *Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico*. São Paulo, Ed. Roca, 2 ed. p.201-245. 2008.

O'MALLEY, B. *Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species*. Editora Elsevier Saunders, London, p.17-93, 2005.

PANTEGHINI, M. Standardization activities of markers of cardiac damage: the need of a comprehensive approach. *European Heart Journal*. Suppl, p.8-11, 1998.

PATTERSON, J.L. JR, GOETZ R.H., DOYLE J.T., WARREN J.V., GAUER O.H., DETWEILER D.K., SAID S.I., HOERNICKE H., MCGREGOR M., KEEN E.N., SMITH M.H. JR, HARDIE E.L., REYNOLDS M., FLATT W.P. AND WALDO D.R. Cardiorespiratory dynamics in the ox and giraffe, with comparative observations on man and other mammals. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v.127, p. 393–413, 1965.

PEES, M. *Radiographic investigation (Reptiles)*. In: Krautwald-Junghanns M.E., Pees M, Reese, S., Tully, T. (eds): Diagnostic imaging of exotic pets. Hannover: Schlutersche Verlagsgesellschaft MBH & Co. KG, p.310–333, 2011.

PEES, M.; KIEFER, I.; LUDEWIG, E.; SCHUMACHER, J.; KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.E.; OECHTERING G. Computed tomography of the lungs of Indian pythons (*Python molurus*). *American Journal of Veterinary Research*, v. 68, p. 428–434, 2007.

PEES, M.; KIEFER, I.; THIELEBEIN, J.; OECHTERING, G.; KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.E. Computed tomography of the lung of healthy snakes of the species *Python regius*, *Boa constrictor*, *Python reticulatus*, *Morelia viridis*, *Epicrates cenchria* and *Morelia spilota*. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v.50, p. 487–491, 2009.

PIEGAS, L.S.; FEITOSA, G.; MATTOS, L.A. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre tratamento do infarto agudo do

miocárdio com supradesnível do segmento ST. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v.93, n.6, p.179-264. 2009.

SAINSBURY, A.W.; GILI, C. Ultrasonographic anatomy and scanning technique of the coelomic organs of the bosc monitor (*Varanus exanthematicus*). *The Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 22, p. 245-248, 1991.

SANTOS, E. O. Perfil bioquímico-hematológico em lhamas (*Lama glama* – Linnaeus 1758) criadas em cativeiro no sul do país: variações de gênero e época do ano. Porto Alegre: *UFRGS*, 2006.

SAVAGE, V.M., DEEDS, E.J. AND FONTANA, W. Sizing up allometric scaling theory. *PLOS Computational Biology*, p.171, 2008.

SCHILLIGER, L.; TESSIER, D.; POUCHELON, J.; CHETBOUL, V. Proposed Standardization of the Two-Dimensional Echocardiographic Examination in Snakes. *Journal of Herpetological Medicine and Surgery*, v. 16, n. 3, p. 76-87, 2006.

SCHILLIGER. L.; GIRLING. S.J. Cardiology. In: Divers SJ, ed. *Mader's reptile and amphibian medicine and surgery*. 3<sup>rd</sup> ed. Elsevier, p. 669–98, 2019.

SECOR, S., M. HICKS, J.W., BENNETT, A.F. Ventilatory and cardiovascular responses of a python (*Python molurus*) to exercise and digestion. *The Journal of Experimental Biology*, v. 203, p. 2447- 2454, 2000.

SECOR, S.M. Specific dynamic action: a review of the postprandial metabolic response. *Journal of Comparative Physiology B*, v. 179, p. 1-56, 2009.

SECOR, S.M.; J. DIAMOND. Adaptive responses to feeding in Bur-mese pythons: Pay before pumping. *Journal of Experimental Biology*, v. 198, p. 1313-1325, 1995.

SEYMOUR, R.S. AND BLAYLOCK, A.J. The principle of Laplace and scaling of ventricular wall stress and blood pressure in mammals and birds. *Physiological and Biochemical Zoology*, v. 73, p. 389-405, 2000.

SEYMOUR, R.S. Scaling of cardiovascular physiology in snakes. *American Zoologist*, v. 27, p. 97-109, 1987.

SEYMOUR, R.S.; ARNDT, J.O. Independent effects of heart-head distance and caudal blood pooling on blood pressure regulation in aquatic and terrestrial snakes. *Journal of Experimental Biology*, p. 207:1305–1311, 2004.

SEYMOUR, R.S.; LILLYWHITE, H.B. Blood pressure in snakes from different habitats. *Nature*, p. 264:664-666, 1976.

SHEIBER, D. *Use of Cardiac Markers in the Emergency Department*. [monograph on the Internet] Nebraska: emedicine; February 12. 2002.

SILVA, K.B.; et al. Valores bioquímicos de jiboia (*Boa constrictor*). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 50, n. 6, p.497-498, 2013.

SMITH, S.A. In: WEIS, D.J.; WARDROP, K.J. *Schalm's Veterinary Hematology*. Iowa-USA, Ed. Wiley-BlackWell, 6 ed., p.635-654, 2010.

STARCK, J. M.; BEESE, K. *Structural flexibility of the intestine of Burmese python in response to feeding*. *Journal of Experimental Biology*, v. 204, n.2, p. 325-335, 2001.

THOMPSON, G.G. AND WITHERS, P.C. Standard and maximal metabolic rates of goannas (Squamata:Varanidae). *Physiological Zoology*, v. 70, p.307–323. 1997.

THOMPSON, J.P. Moléstias imunológicas. In: ETTINGER, S.J.; FELDMAN, E.C. *Tratado de Medicina Interna Veterinária*. 4ed. São Paulo: Manole, p.2616-2666. 1997.

THRALL, M. Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária. 1 ed. São Paulo: Roca, 2007. 478p TROIANO, J.C.; VIDAL, J.C.; GOULD, E.F. et al. Haematological and Blood Chemical Values from Bothrops ammodytoides (Ophidia–Crotalidae) in Captivity. *Comparative haematology International*. v. 9, p. 31-35, 1999.

THYGESEN, K. ALPERT, J.S. WHITE, H.D. Universal definition of myocardial infarction. *European Heart Journal*, v.28, n.20, p.2173-2195. 2007.

TILLEY, L.P. *Essential of canine and feline electrocardiography*. 3.ed. Philadelphia: Lea & Febiger. 470p. 1992.

VALBERG, S.J. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical Biochemistry of domestic animals*. 5.ed. San Diego: Academic Press, p.896. 2008.

VALENTINUZZI, M.E.; HOFF, H.E.; GEDDES, L.A. Electrocardiogram of the snake: intervals and durations. *Journal of Electrocardiology*, v. 2, p. 343–52, 1969.

VAN MIEROP, L.H.S.; KUTSCHE, L.M. *Comparative anatomy of the ventricular septum*. In: Wenick ACG. The ventricular septum of the heart. The Hague: Marinus Nijhoff Publishers, 1981.

WEBB, G.; HEATWOLE, H.; DEBAVAY, J. Comparative cardiac anatomy of the reptilia: The chambers and septa of the varanid ventricle. *Journal of Morphology*, v.134, p.335-350, 1971.

WHITE, C.R.; SEYMOUR, R.S. The role of gravity in the evolution of mammalian blood pressure. *Evolution*, v. 68, p. 901-908. 2014.

WHITE. F.N. Functional anatomy of the heart of reptiles. *American Zoologist*, v.8, p. 211-219, 1968.

WYNEKEN J. Normal reptile heart morphology and function. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, v. 12, p. 51–63, 2009.