

SUZANA NEVES ENUMO

**Avaliação do débito cardíaco de rapinantes, por meio de ecocardiografia, durante a sedação com dexmedetomidina e após a administração do antagonista atipamezole**

São Paulo

2022

SUZANA NEVES ENUMO

**Avaliação do débito cardíaco de rapinantes, por meio de ecocardiografia, durante a sedação com dexmedetomidina e após a administração do antagonista atipamezole**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Clínica Cirúrgica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

**Departamento:**

Cirurgia

**Área:**

Clínica Cirúrgica Veterinária

**Orientadora:**

Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni.

São Paulo

2022

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

### DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virgínie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 4196  
FMVZ

Enumo, Suzana Neves  
Avaliação do débito cardíaco de rapinantes, por meio de ecocardiografia, durante a sedação com dexmedetomidina e após a administração do antagonista atipamezole / Suzana Neves Enumo. – 2022.  
63 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia, São Paulo, 2022.

Programa de Pós-Graduação: Clínica Cirúrgica Veterinária.

Área de concentração: Clínica Cirúrgica Veterinária.

Orientadora: Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni.

1. Anestesia. 2. Dexmedetomidina. 3. Ave de rapina. 4. Sedação. 5. Débito cardíaco. I. Título.



## Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia  
Universidade de São Paulo

### CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Avaliação do débito cardíaco de rapinantes, por meio de ecocardiografia, durante a sedação com dexmedetomidina e após a administração do antagonista atipamezole.", protocolada sob o CEUA nº 8638150121 (ID 008647), sob a responsabilidade de **Denise Tabacchi Fantoni** e *equipe; Suzana Neves Enumo* - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 04/02/2021.

We certify that the proposal "Evaluation of cardiac output in raptors, by echocardiography, during sedation with dexmedetomidine and after administration of the antagonist atipamezole.", utilizing 30 Birds (males and females), protocol number CEUA 8638150121 (ID 008647), under the responsibility of **Denise Tabacchi Fantoni** and *team; Suzana Neves Enumo* - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 02/04/2021.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa**

Vigência da Proposta: de 02/2021 a 02/2022      Área: **Clínica Cirúrgica Veterinária**

Origem: **Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP**

Espécie: **Aves**      sexo: **Machos e Fêmeas**      idade: **1 a 13 anos**      N: **30**

Linhagem: **Rapinantes e Psitacíformes**      Peso: **100 a 2000 g**

Local do experimento: **Serviço de anestesiologia da FMVZ/USP**

São Paulo, 06 de maio de 2022

Prof. Dr. Marcelo Bahia Labruna  
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade  
de São Paulo

Camilla Mota Mendes  
Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade  
de São Paulo

## FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO

Autor: ENUMO, Suzana Neves

Título: **Avaliação do débito cardíaco de rapinantes, por meio de ecocardiografia, durante a sedação com dexmedetomidina e após a administração do antagonista atipamezole**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Clínica Cirúrgica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Date: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### Banca Examinadora

Prof. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

## DEDICATÓRIA

*Eu gostaria de dedicar essa dissertação aos animais, que são a razão do meu trabalho e nos ensinam tanto sobre humanidade.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pelo amor, proteção, por guiar e me dar tantas oportunidades.

Ao São Benedito por nunca deixar de ouvir minhas orações.

À minha família por torcer sempre por mim.

À minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Denise Tabacchi Fantoni por acreditar tanto no meu trabalho e me guiar nessa jornada.

Aos colegas de pós-graduação por dividirem comigo os piores e melhores momentos, por toda ajuda, colaboração e amizade.

A todos os veterinários que colaboraram com a produção deste trabalho, por me fazerem lembrar que cruzei meu caminho com pessoas incríveis desde que vim para São Paulo.

*“As aves de rapina despertam a admiração do homem desde tempos remotos. São aves emblemáticas, frequentemente representadas em brasões de famílias nobres, reinos antigos, cidades e bandeiras de países modernos. Muitas espécies de águias, falcões e corujas possuem vários papéis simbólicos na cultura de diferentes povos, representando atributos como a força, coragem, independência, sabedoria e filosofia (MENQ, 2017).*



## RESUMO

ENUMO, S. N. **Avaliação do débito cardíaco de rapinantes, por meio de ecocardiografia, durante a sedação com dexmedetomidina e após a administração do antagonista atipamezole.** 2022. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Os  $\alpha_2$ -agonistas promovem sedação, analgesia e relaxamento muscular podendo ser revertidos com antagonistas seletivos. Apesar das muitas características favoráveis dos  $\alpha_2$ -agonistas, os efeitos colaterais cardiovasculares associados a essa classe de medicamentos impediu por certo período sua ampla adoção na anestesia veterinária. A dexmedetomidina é o dextro-enantiômero da medetomidina, mais potente e mais seletiva para receptores  $\alpha_2$  estando entre os mais usados na sedação de diversas espécies. Entretanto, ainda existem poucos estudos avaliando o efeito da dexmedetomidina na sedação de aves e os efeitos cardiovasculares deste fármaco são pouco conhecidos nesta espécie. O objetivo desse trabalho é avaliar, por meio de ecocardiografia, as alterações do débito cardíaco de rapinantes durante a sedação com dexmedetomidina e após a administração do antagonista atipamezole. Dexmedetomidina (20mcg/kg) foi administrada no músculo peitoral de 20 rapinantes de diferentes espécies. A frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), área transversal da aorta (ATR), integral de velocidade-tempo (VTI), e escore de sedação (ES) foram registrados antes da administração em T<sub>basal</sub> e após 1, 5, 10, 15, 20 e 30 minutos em T<sub>0</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>10</sub>, T<sub>15</sub>, T<sub>20</sub> e T<sub>30</sub>, respectivamente. Em seguida, o antagonista atipamezole (100mcg/kg) foi administrado e os parâmetros (FC, FR, VTI e ES) foram registrados após 1 (T<sub>POS1</sub>) e 5 (T<sub>POS5</sub>) minutos. O débito cardíaco (DC) foi calculado pela seguinte fórmula  $DC = (VTI \times ATR) \times FC$ , em que o produto VTI x ATR corresponde ao volume sistólico (VS). A diferença entre momentos em relação ao basal foi avaliada pelo teste RM-ANOVA de duas vias com pós-teste de Dunnett para FC, FR, VTI, VS e DC. Para avaliar a diferença em relação ao basal para a sedação foi realizado o teste Friedman com pós-teste de Dunnett. A dexmedetomidina promoveu significativa diminuição da FC em relação à basal, diminuindo significativamente o DC das aves neste trabalho. Não houve variação do VS, o que pode estar relacionado ao aumento do tempo de enchimento ventricular simultaneamente ao aumento da resistência vascular periférica. Promoveu sedação

de forma heterogênea entre os indivíduos, induziu relaxamento muscular moderado a intenso acompanhado pela diminuição da FR. Houve reversão rápida, suave e completa dos efeitos sedativos e das alterações hemodinâmicas após a administração do antagonista específico. A ecocardiografia, além de importante ferramenta diagnóstica, mostrou ser útil na monitorização do débito cardíaco das aves neste estudo.

Palavras-chave: Anestesia. Dexmedetomidina. Ave de rapina. Sedação. Débito Cardíaco.

## ABSTRACT

ENUMO, S. N. **Evaluation of cardiac output in raptors, by echocardiography, during sedation with dexmedetomidine and after administration of the antagonist atipamezole.** 2022. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

The  $\alpha$ 2-agonists promote sedation, analgesia and muscle relaxation and can be reversed with selective antagonists. Despite many favorable features of  $\alpha$ 2-agonists, the cardiovascular side effects associated with this class of drugs prevented their wide adoption in veterinary anesthesia for a period of time. Dexmedetomidine is the dextro-enantiomer of medetomidine, more potent and more selective for  $\alpha$ 2 receptors, most used in sedation of several species. However, there are still few studies evaluating the effect of dexmedetomidine on sedation in birds and the cardiovascular effects of this drug are poorly known in this species. The objective of this study is to evaluate the cardiac output, by echocardiography, of raptors during sedation with dexmedetomidine and after administration of the antagonist atipamezole. Dexmedetomidine (20mcg/kg) was administered to the pectoral muscle of 20 raptors of different species. HR, respiratory rate (RR), cross-sectional area of the aorta (CSA), velocity-time integral (VTI), and sedation score (SE) were recorded before administration in TBASAL and after 1, 5, 10, 15, 20, and 30 minutes at T0, T5, T10, T15, T20 and T30, respectively. Then, the antagonist atipamezole (100mcg/kg) was administered and the parameters (HR, RR, VTI and ES) were recorded after 1 (TPOS1) and 5 (TPOS5) minutes. CO was calculated by the following formula  $CO = (VTI \times CSA) \times HR$ , where the product  $VTI \times CSA$  corresponds to stroke volume (SV). The difference between moments in relation to baseline was evaluated by the two-way RM-ANOVA test with Dunnett's post-test for HR, RR, VTI, SV and CO. To assess the difference from baseline for sedation score, the Friedman test was performed with Dunnett's post-test. Dexmedetomidine promoted a significative decrease in HR in relation to baseline and significantly decreased the CO of birds in this work. There was no variation in SV, which may be related to the increase in ventricular filling time simultaneously with the increase in peripheral vascular resistance. It promoted sedation in a heterogeneous way among individuals, induced moderate to intense muscle relaxation accompanied by a decrease in RR. There was rapid, smooth and complete reversal of sedative effects

and hemodynamic changes after administration of the specific antagonist. Echocardiography, in addition to being an important diagnostic tool, was useful in monitoring the cardiac output of birds in this study.

Keywords: Anesthesia. Dexmedetomidine. Bird of prey. Sedation. Cardiac Output.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Imagem de um *Caracara plancus* (carcará) contido fisicamente em decúbito dorsal. É possível observar o posicionamento do transdutor no acesso ventromedial, caudal ao esterno.....32
- Figura 2 - Imagem de uma *Megascops choliba* (coruja-do-mato) contida fisicamente em decúbito dorsal. É possível observar o posicionamento do transdutor no acesso ventromedial, caudal ao esterno.....33
- Figura 3 - Mensuração do diâmetro do anel aórtico do coração de um *Caracara plancus* (carcará) no plano horizontal em sístole. AE: átrio esquerdo, VE: ventrículo esquerdo, VD: ventrículo direito, AO: aorta .....34
- Figura 4 - Mensuração do diâmetro do anel aórtico do coração de uma *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira) no plano horizontal em sístole. AE: átrio esquerdo, VE: ventrículo esquerdo, VD: ventrículo direito, AO: aorta .....34
- Figura 5 - Cálculo da integral de velocidade-tempo (VTI) do fluxo aórtico (três mensurações) .....35
- Figura 6 - Imagem de uma *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira) a qual atingiu o grau de sedação 2. É possível observar relaxamento muscular moderado e necessidade de contenção física leve .....36
- Figura 7 - Imagem de uma *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira) a qual atingiu o grau de sedação 3. É possível observar relaxamento muscular intenso sem necessidade de contenção .....37

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Tabela utilizada para registro dos parâmetros nos respectivos tempos de avaliação do experimento.....38
- Tabela 2 - Representação da média e do desvio padrão da frequência cardíaca (FC), Frequência respiratória (FR), integral de velocidade-tempo (VTI), volume sistólico (VS), débito cardíaco (DC) e escore de sedação (ES) dos grupos 1, 2 e 3 nos tempos de avaliação– FMVZ – São Paulo – 2022. ....41

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Representação da média e do desvio padrão da frequência cardíaca (FC) em batimentos por minuto (bpm) do Grupo 1 - corujas-buraqueiras (*Athene cunicularia*), Grupo 2 - corujas-do-mato (*Megascops choliba*) e Grupo 3 - carcarás (*Caracara plancus*), durante os momentos avaliados – FMVZ – São Paulo – 2022.....42
- Gráfico 2 - Representação da média e do desvio padrão da frequência respiratória (FR) em movimentos por minuto (mpm) do Grupo 1 - corujas-buraqueiras (*Athene cunicularia*), Grupo 2 - corujas-do-mato (*Megascops choliba*) e Grupo 3 - carcarás (*Caracara plancus*), durante os momentos avaliados – FMVZ – São Paulo – 2022.....43
- Gráfico 3 - Representação da média e do desvio padrão da integral de velocidade-tempo (VTI) do fluxo aórtico em centímetros (cm) do Grupo 1 - corujas-buraqueiras (*Athene cunicularia*), Grupo 2 - corujas-do-mato (*Megascops choliba*) e Grupo 3 - carcarás (*Caracara plancus*), durante os momentos avaliados – FMVZ – São Paulo – 2022.....44
- Gráfico 4 - Representação da média e do desvio padrão do volume sistólico (VS) em mililitros (ml) do Grupo 1 - corujas-buraqueiras (*Athene cunicularia*), Grupo 2 - corujas-do-mato (*Megascops choliba*) e Grupo 3 - carcarás (*Caracara plancus*), durante os momentos avaliados – FMVZ – São Paulo – 2022.....45
- Gráfico 5 - Representação da média e do desvio padrão do débito cardíaco (DC) em mililitros por minuto (ml/min) do Grupo 1 - corujas-buraqueiras (*Athene cunicularia*), Grupo 2 - corujas-do-mato (*Megascops choliba*) e Grupo 3 - carcarás (*Caracara plancus*), durante os momentos avaliados – FMVZ – São Paulo – 2022.....46
- Gráfico 6 - Representação da variação do escore de sedação de sete corujas-buraqueiras (*Athene cunicularia*) durante os momentos avaliados – FMVZ – São Paulo – 2022.....47
- Gráfico 7 - Representação da variação do escore de sedação de sete corujas-do-mato (*Megascops choliba*) durante os momentos avaliados – FMVZ – São Paulo – 2022.....47

Gráfico 8 - Representação da variação do escore de sedação de seis carcarás  
(*Caracara plancus*) durante os momentos avaliados – FMVZ – São Paulo –  
2022.....48



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Determinação do escore de sedação.....	36
Quadro 2 - Relação dos animais utilizados neste estudo divididos em três grupos segundo nome popular, espécie e peso.....	40

## LISTA DE ABREVIATURAS

AO	aorta
AE	átrio esquerdo
ATR	área transversal da aorta
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
DC	Débito cardíaco
ES	escore de sedação
FC	frequência cardíaca
FMVZ	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
FR	Frequência respiratória
HOVET	Hospital Veterinário
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
kg	quilograma
ml	mililitro
Modo B	modo bidimensional
USP	Universidade de São Paulo
VCI	Departamento de Cirurgia
VD	ventrículo direito
VE	ventrículo esquerdo
VS	volume sistólico
VTI	integral de velocidade-tempo

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>20</b>
2.1. Rapinantes .....	20
2.2. Prevalência das doenças cardíacas nas aves .....	21
2.3. O coração das aves .....	22
2.4. Ecocardiografia .....	24
2.5. Os adrenoceptores .....	25
2.6. Agonistas dos receptores alfa2-adrenérgicos ( $\alpha$ 2-agonistas).....	27
2.7. Dexmedetomidina .....	28
<b>3. OBJETIVO .....</b>	<b>30</b>
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>31</b>
4.1. Animais .....	31
4.2. Procedimento anestésico .....	31
4.3. Avaliação ecocardiográfica .....	31
4.4. Avaliação do escore de sedação .....	35
4.5. Delineamento experimental.....	37
4.6. Análise estatística .....	38
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
5.1. Animais .....	40
5.2. Frequência cardíaca.....	41
5.3. Frequência respiratória .....	42
5.4. VTI (Integral de velocidade-tempo).....	43
5.5. Volume sistólico.....	44
5.6. Débito cardíaco.....	45
5.7. Escore de sedação.....	46
<b>6. DISCUSSÃO .....</b>	<b>49</b>
6.1. limitações .....	53
<b>7. CONCLUSÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>56</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As aves compreendem o segundo grupo de vertebrados mais diverso no Brasil, perdendo apenas para os peixes. O Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO) reconhece 1.971 espécies de aves com ocorrência no Brasil respaldada por evidências documentais (PACHECO et al., 2021).

Infelizmente, das 171 espécie de aves globalmente ameaçadas de extinção, o Brasil é o país com o maior número de espécies ameaçadas no mundo, o que representa 10% das aves ameaçadas do planeta (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2020).

Segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2018), entre as principais ameaças às aves brasileiras estão o desmatamento e a fragmentação de *habitat* causados por atividades agropecuárias e a expansão urbana. Outras ameaças relevantes são as queimadas e a captura de animais, seja para consumo ou para o comércio ilegal para servirem como animais de estimação.

O interesse pela conservação da vida selvagem e a popularização de aves de companhia tem levado a um aumento da demanda por procedimentos que requerem anestesia. Particularidades anatômicas e metabólicas das aves fazem com que os procedimentos anestésicos tenham diferenças relevantes em relação aos dos mamíferos (HALL; CLARKE; TRIM, 2001).

O estudo dos fármacos usados rotineiramente nas aves e sobretudo os efeitos sistêmicos que estes agentes podem acarretar é muito importante. Dentre os sedativos empregados atualmente, os fármacos  $\alpha 2$ -agonistas estão, sem dúvida, entre os mais usados na sedação dos cães, gatos e cavalos, permitindo que uma miríade de procedimentos seja realizada (RANKIN, 2017). Entretanto, em decorrência dos importantes efeitos adversos são pouco utilizados em aves.

Com o advento da dexmedetomidina, o uso desta classe de agentes vem sendo incrementado também nas espécies aviárias (SANTANGELO et al., 2009; BEEST et al., 2012; HORNAK et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2019). Entretanto, os efeitos cardiovasculares deste fármaco são pouco conhecidos nesta espécie, razão que motivou a realização do presente estudo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. RAPINANTES

Os rapinantes ou aves de rapina pertencem às famílias que possuem em comum características as quais lhes conferem a capacidade de caça. Todos os rapinantes são carnívoros, possuem olhos grandes, sensíveis, visão binocular desenvolvida, garras afiadas e bico em forma de gancho, o que lhes permite cortar e rasgar a presa (JOSEPH, 2006; JOSSERT, 2014). A palavra “rapina” tem sua origem no latim que significa “raptar” (aquela que pega e leva consigo), referindo-se à forma de obtenção do alimento de algumas espécies (MENQ, 2017)

Apesar das várias características compartilhadas, os rapinantes agrupam aves de linhagens evolutivas diferentes. São formadas pelas ordens Accipitriformes (águias e gaviões), Cathartiformes (urubus, condores e abutres), Falconiformes (falcões e caracará) e Strigiformes (corujas) (MENQ, 2017). Porém, com base em estudos genéticos, propostas distintas de organização sistemática, especialmente para a ordem Falconiformes, podem ser encontradas (JOSSERT, 2014).

Dependendo da classificação taxonômica utilizada, existem por volta de 480 a 505 espécies de aves de rapina, sejam as de hábito diurno e noturno (BILDSTEIN, 2017). No Brasil, segundo o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO 2015), existem 99 espécies de rapinantes, sendo 49 da Ordem Accipitriformes, 21 Falconiformes, 23 Strigiformes e 6 Cathartiformes. O Brasil, juntamente aos outros países da região neotropical, concentra o maior número de espécies de rapinantes do mundo (PIACENTINI et al., 2015; MENQ, 2017).

Os rapinantes ocupam o topo da cadeia alimentar, caçando ativamente ou procurando animais mortos para sobreviver. Essa posição na cadeia alimentar faz das aves de rapina animais naturalmente raros, cujas necessidades de habitat os obrigam a ocupar vastos territórios (SOARES et al., 2008).

O desenvolvimento urbano e da agropecuária acaba levando à perda, fragmentação e degradação das áreas naturais dos biomas nacionais, sendo fatores de grande importância na redução ou mesmo extinção pontual de populações de aves de rapina no Brasil (JOSSERT, 2014).

A prática da falcoaria, atualmente incluída na Lista do Patrimônio Cultural Imaterial da UNESCO, gerou muito material sobre a manutenção e o treinamento dessas aves.

Mais recentemente, com a diminuição do número de espécies de aves de rapina na natureza, tem havido muito mais ênfase na sua reprodução em cativeiro e na forma de criação dessas espécies (CHITTY, 2020).

O atendimento veterinário aos rapinantes varia consideravelmente em função da procedência do animal. Em aves mantidas em cativeiro, observa-se predisposição a doenças relacionadas com as práticas inadequadas de manejo e deficiências nutricionais. Em aves de vida livre, traumas, aves debilitadas e filhotes órfãos constituem as principais apresentações (JOPPERT, 2014).

O trauma representa a principal causa de morbidade e submissão das espécies desse grupo aos centros de triagem de animais silvestres (COOPER, 1973; ANDERY et al., 2013). Frequentemente são a causa de incapacitação ou morte de aves de rapina em vida livre (JOPPERT, 2014).

## 2.2. PREVALÊNCIA DAS DOENÇAS CARDÍACAS NAS AVES

Alguns fatores como restrição de exercícios, dietas desbalanceadas e temperaturas inadequadas podem predispor o acometimento de aves, principalmente de cativeiro, por doenças cardiovasculares (WIT; SCHOEMAKER, 2005).

Os principais relatos destas doenças envolvem os psitacíformes. Em um estudo que avaliou a prevalência de doenças cardíacas na necrópsia de 269 psitacíformes, constatou-se uma prevalência de 9,7% de alterações. Destas, 58% das aves acometidas apresentaram sinais de insuficiência cardíaca suficientemente graves para serem consideradas a causa da morte (OGLESBEE; OGLESBEE, 1998). Em outro estudo mais recente, 36% de 107 psitacíformes submetidos à necrópsia de rotina apresentaram alguma alteração macroscópica no coração, grades vasos ou em ambos (KRAUTWALD-JUNGHANNS et al., 2004).

Nos rapinantes, o papel das doenças cardiovasculares se torna mais importante quando consideramos os pacientes idosos, os quais são encontrados nos zoológicos ou pertencentes à criadores (PEES, 2009; TRISTAN, 2010; WELLE; LIGHTFOOT; REAVILL, 2011; CHITTY, 2020). A aterosclerose, por exemplo, foi observada em 10% dos Falconiformes e 15% dos Strigiformes estudados, os quais tinham aproximadamente 10 e 12 anos, respectivamente (KEYMER, 1972). Doenças miocárdicas, aneurismas e arritmias também podem ser observadas nas aves de rapina (CHITTY, 2020).

Apesar da prevalência das doenças cardíacas que levam à insuficiência cardíaca ser relativamente baixa nas aves, esse tipo de afecção oferece risco à qualidade de vida e longevidade das espécies (FITZGERALD; BEAUFRÈRE, 2015). Portanto, o conhecimento da anatomia, fisiologia e aplicação de métodos diagnóstico como a ecocardiografia são importantes para o manejo bem sucedido dessas doenças (KRAUTWALD-JUNGHANNS et al., 2004; FITZGERALD; BEAUFRÈRE, 2015).

### 2.3.O CORAÇÃO DAS AVES

Como nos mamíferos, o coração das aves possui quatro câmaras. No entanto, o seu sistema cardiovascular é adaptado para atender uma alta demanda aeróbica, especialmente durante o voo, promovendo transporte de oxigênio com máxima eficiência (FITZGERALD; BEAUFRÈRE, 2015). Particularidades anatômicas e fisiológicas permitem que as aves produzam maiores volumes sistólicos, maior débito cardíaco e sejam capazes de ajustar a frequência cardíaca para a alta demanda de oxigênio (PEES, 2009).

O coração fica na parte cranial ventral da cavidade celômica (STRUNK; WILSON, 2003; PEES, 2009). Sua superfície ventral se apoia no esterno e a superfície dorsal repousa sobre a bifurcação da traqueia, o esôfago e o proventrículo (FITZGERALD; BEAUFRÈRE, 2015). Esses animais não possuem diafragma, por isso, o ápice cardíaco é envolvido pelo fígado (STRUNK; WILSON, 2003; PEES, 2009). As estruturas respiratórias adjacentes incluem os pulmões, os sacos aéreos cervicais e clavicular localizados dorsalmente e os sacos aéreos torácicos, lateralmente. A posição dessas estruturas em relação ao coração é clinicamente relevante dado o potencial de envolvimento ao serem afetadas de forma primária (FITZGERALD; BEAUFRÈRE, 2015).

O ventrículo esquerdo tem um formato de cone e se estende até o ápice cardíaco. A espessura da parede é duas a três vezes maior que a do ventrículo direito e torna-se mais fina em direção ao ápice. O ventrículo direito possui uma espessura menor e tem um formato de lua-crescente que envolve o ventrículo esquerdo, porém não se estende até o ápice (STRUNK; WILSON, 2003; PEES, 2009).

As veias pulmonares desembocam no átrio esquerdo como uma veia única e projetam-se para o orifício atrioventricular esquerdo, o que ajuda a direcionar o fluxo sanguíneo e prevenir regurgitação. O átrio direito é maior do que o esquerdo, no qual

desembocam a veia cava cranial direita e caudal separadamente da veia cava cranial esquerda (STRUNK; WILSON, 2003; PEES, 2009).

A valva atrioventricular esquerda é uma valva tricúspide. A valva atrioventricular direita é caracterizada por ser uma valva única, muscular, com formato retangular e não possuir cordas tendíneas. A conformação dessa valva é uma característica única do coração das aves e presume-se que esteja relacionado ao fato de suportar o esvaziamento completo do ventrículo direito (STRUNK; WILSON, 2003; PEES, 2009).

As válvulas pulmonar e aórtica são compostas por três cúspides semilunares cada. A válvula aórtica está localizada na raiz da aorta ascendente onde, ao contrário dos mamíferos, um anel de miocárdio semelhante a um esfíncter completo está presente; na contração, pode regular o fluxo de saída do ventrículo esquerdo e auxiliar no fechamento das rígidas cúspides valvulares (FITZGERALD; BEAUFRÈRE, 2015).

Internamente, uma cartilagem, às vezes mineralizada, está presente em anéis fibrosos ao redor da artéria aorta e pulmonar (FITZGERALD; BEAUFRÈRE, 2015). A artéria aorta origina-se do arco aórtico direito, portanto curva-se para a direita nas aves. Logo depois dos orifícios coronários, a aorta se divide em aorta descendente e dois troncos braquicefálicos, os quais irrigam a cabeça e as asas (STRUNK; WILSON, 2003; PEES, 2009).

Aves possuem fibras musculares cinco vezes menores do que a dos mamíferos permitindo rápida distribuição de oxigênio e energia. Além disso, oferece uma área de superfície maior, permitindo rápida despolarização do miocárdio (STRUNK; WILSON, 2003; PEES, 2009).

O sistema de condução do coração das aves é parecido com o dos mamíferos. Há um nó sinusal, localizado próximo à abertura das veias cavas direita e caudal. Esse nó tem a função de marcapasso cardíaco e o impulso que se origina dele segue através das células atriais em direção ao nó atrioventricular (NAV) (STRUNK; WILSON, 2003). Do NAV originam-se um anel fibroso formado por fibras de Purkinje localizado ao redor do anel da valva atrioventricular direita característico do sistema de condução das aves, o feixe de His e seus três ramos (esquerdo, direito e médio) (FITZGERALD; BEAUFRÈRE, 2015). Os ramos direito e esquerdo descem em direção aos ventrículos pelo septo interventricular e formam uma rede subendocárdica. O ramo médio circunda a base da aorta e se une ao anel, formando uma figura em formato de oito (STRUNK; WILSON, 2003). A presença do anel adicional permite rápida despolarização dos ventrículos (PEES, 2009).



Ao contrário dos mamíferos, a onda de despolarização ventricular tem origem subepicárdica e segue para o endocárdio propagando-se através do miocárdio, por isso, a polaridade do complexo QRS é negativa na derivação DII do eletrocardiograma (FITZGERALD; BEAUFRÈRE, 2015).

#### 2.4. ECOCARDIOGRAFIA

A ecocardiografia é uma ferramenta utilizada rotineiramente tanto na medicina como na medicina veterinária. Devido ao progresso técnico nos últimos anos, o ecocardiograma em aves tornou-se uma ferramenta diagnóstica valiosa e importante (PEES; KRAUTWALD-JUNGHANNS, 2005).

Tem alta precisão e confiabilidade na determinação dos índices cardíacos aviários, portanto, pode ser utilizada na avaliação morfológica e funcional do sistema cardíaco, além de ser útil como ferramenta diagnóstica não invasiva de anormalidades cardiovasculares nesses animais (MASOUDIFARD et al., 2016).

A padronização do exame e valores de referência ecocardiográficas já foram estabelecidos em diversas espécies aviárias como pombos, frangos de corte, galinhas poedeiras, rapinantes, avestruz e psitacídeos (KRAUTWALD-JUNGHANNS et al., 1995; MARTINEZ-LEMUS et al., 1998; STRAUB et al., 2003, 2004; PEES; STRAUB; KRAUTWALD-JUNGHANNS, 2004; PEES; KRAUTWALD-JUNGHANNS, 2005; YADEGARI et al., 2013; MASOUDIFARD et al., 2016; LEGLER et al., 2020). No entanto, a aplicação da técnica na monitorização do débito cardíaco das aves ainda foi estudada.

O débito cardíaco (DC) corresponde ao volume de sangue ejetado pelo coração por minuto (GUYTON; HALL, 2011a). A função sistólica cardíaca resulta da interação de quatro fatores independentes: frequência cardíaca, pré-carga, contratilidade e pós-carga. A mensuração da maioria desses fatores separadamente é muito difícil, assim, na prática clínica, a função cardíaca é representada pelo débito cardíaco (TIBBY, 2003).

A mensuração do DC pela técnica de termodiluição através do cateterismo da artéria pulmonar é o padrão-ouro tanto na medicina quanto na medicina veterinária (LEVETT; REPLOGLE, 1979; LOPES et al., 2010; SHIH et al., 2011). Sabe-se que existe uma correlação confiável entre a mensuração do débito cardíaco por meio da termodiluição e da ecocardiografia, sendo que a segunda tem a grande vantagem de

ser um método prático e não invasivo (LOPES et al., 2010; JOZWIAK; MONNET; TBOUL, 2015; LEACHE IRIGOYEN et al., 2015; MANTOVANI et al., 2017). Portanto, a aplicação desta técnica na monitoração do DC nas aves pode ser uma alternativa prática e segura, podendo ser aplicada inclusive a campo.

## 2.5. OS ADRENOCEPTORES

Os adrenoceptores são receptores de membrana presentes em tecidos neurais e não neurais, responsáveis por mediar as respostas à noradrenalina e adrenalina endógenas e foram inicialmente divididos nos subgrupos  $\alpha$  e  $\beta$  (CALZADA; ARTINANO, 2001). Essa divisão é baseada em suas afinidades farmacológicas, estrutura e mecanismos de sinalização. Enquanto os adrenoceptores  $\alpha_1$  aumentam a concentração de cálcio intracelular, os  $\alpha_2$  e  $\beta$  inibem e estimulam a adenil ciclase, respectivamente (BYLUND et al., 1994).

Os adrenoceptores  $\beta$  são divididos em subtipos  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$ . Os  $\beta_1$  estão situados predominantemente no miocárdio mediando os efeitos inotrópicos e cronotrópicos positivos. O subtipo  $\beta_2$  está relacionado principalmente ao relaxamento do músculo liso presente nos brônquios, vasos sanguíneos, sistema gastrointestinal e geniturinário (MURREL; J.C., 2017). O subtipo  $\beta_3$  é predominantemente expresso no tecido adiposo e, por isso, tem seu papel na regulação metabólica. Também está envolvido no relaxamento da musculatura intestinal e há evidências de que, no coração, é responsável por um inesperado efeito inotrópico negativo (GAUTHIER et al., 1996).

Os adrenoceptores  $\alpha$  estão envolvidos nas funções excitatórias e são subdivididos em  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$ . Enquanto o subgrupo  $\alpha_1$  medeia a resposta do órgão efector, o subgrupo  $\alpha_2$  é responsável, principalmente, por mediar a liberação do neurotransmissor (noradrenalina) da membrana pré-sináptica (CALZADA; ARTINANO, 2001). Este segundo subgrupo de receptores também está localizado na membrana pós-sináptica de tecidos neurais e não-neurais onde exercem funções fisiológicas específicas (ALVES; BRAZ; VIANNA, 2000).

Ambos os grupos são heterogêneos sendo o subgrupo  $\alpha_1$  composto pelos subtipos  $\alpha_{1A}$  e  $\alpha_{1B}$ . O primeiro está relacionado com a manutenção do tônus vascular nos animais conscientes enquanto o segundo está envolvido na resposta à ligantes exógenos (CALZADA; ARTINANO, 2001).

O subgrupo  $\alpha_2$  é composto pelos subtipos  $\alpha_2A$ ,  $\alpha_2B$  e  $\alpha_2C$ . Sabe-se que os dois primeiros estão envolvidos particularmente no controle da contração arterial, enquanto o terceiro é responsável pela vasoconstrição venosa. Além disso, sabe-se que o subtipo  $\alpha_2A$  é mediador dos efeitos centrais dos  $\alpha_2$ -agonistas (CALZADA; ARTINANO, 2001).

Nos mamíferos, os receptores  $\alpha_2$  estão presentes em diversos tecidos do corpo, como tecido neural (pré e pós- sináptico), endotélio vascular e plaquetas (LEMKE; K.A., 2007). É em consequência dessa ampla distribuição que se observa uma variedade de efeitos indesejáveis quando se administra um agonista  $\alpha_2$ -adrenérgico para sedação e/ou analgesia (RANKIN, 2017). O subtipo  $\alpha_2A$  medeia o efeito de sedação, analgesia supraespinhal, bradicardia central e hipotensão, enquanto que a ativação do subtipo  $\alpha_2B$  é responsável pelo aumento inicial na resistência vascular e bradicardia reflexa (LEMKE; K.A., 2007). Os receptores  $\alpha_2C$  são responsáveis por efeitos relacionados à termorregulação e parecem estar menos relacionados à regulação cardiovascular. Este subtipo parece estar envolvido de fato à efeitos centrais como, por exemplo, a resposta ao estresse (CALZADA; ARTINANO, 2001; LEMKE; K.A., 2007). Nas aves, no entanto, informações sobre a localização e função dos adrenoceptores são mais escassas.

Estudos farmacológicos experimentais comprovaram a existência de diferentes subtipos de receptores  $\alpha_2$  no cérebro de frangos, assim como nos mamíferos (RANDALL et al., 1983; DÍEZ-ALARCIA et al., 2006). Foi observado que a afinidade do local de ligação dos receptores das aves para análogos da clonidina era semelhante à observada em bezerros e as propriedades dos subtipos  $\alpha$  de frango e bezerro eram semelhantes às relatadas para o cérebro de rato (RANDALL et al., 1983).

Assim como nos mamíferos, os adrenoceptores também podem ser identificados em tecidos não neurais nas aves. A existência de uma resposta inotrópica positiva mediada por receptores  $\alpha$  no miocárdio foi demonstrada em pintos de 15 dias (TAYO, 1984). Adrenoceptores  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  e  $\beta_2$  foram identificados nos melanócitos de galinhas mediando a resposta celular às catecolaminas (FILADELFI et al., 2002). Há evidências de que células de tendão aviário expressam adrenoceptores do subtipo  $\alpha_1$  (WALL et al., 2004).

Não há estudos semelhantes em rapinantes especificamente, no entanto, a predominância do subtipo  $\alpha_2A$  no cérebro de frangos com propriedades

farmacológicas semelhantes às observadas no cérebro de ratos sugere que esses receptores são altamente conservados ao longo da evolução (DÍEZ-ALARCIA et al., 2006).

## 2.6. AGONISTAS DOS RECEPTORES ALFA2-ADRENÉRGICOS ( $\alpha_2$ -AGONISTAS)

Os agonistas dos receptores  $\alpha_2$ -adrenérgicos ( $\alpha_2$ -agonistas) são sedativos comumente usados na medicina veterinária. Na maioria das espécies, esse fármaco promove sedação, analgesia e relaxamento muscular de forma dose-dependente, efeitos que podem ser revertidos com antagonistas seletivos (LEMKE; K.A., 2007). O principal uso destes fármacos é promover contenção química, ansiólise e analgesia (CONGDON et al., 2011).

Apesar das muitas características favoráveis dos  $\alpha_2$ -agonistas, os efeitos colaterais cardiovasculares associados a essa classe de medicamentos, como por exemplo, a importante diminuição da frequência cardíaca com presença de pausas, bloqueios atrioventriculares e o pico inicial de pressão sistólica, impediu por certo período sua ampla adoção na anestesia veterinária (KUUSELA et al., 2000; MURRELL; HELLEBREKERS, 2005; UILENREEF et al., 2008).

Além disso, a maioria dos fármacos  $\alpha_2$ -agonistas utilizados clinicamente possui algum efeito sobre os receptores  $\alpha_1$ , o que pode resultar em excitação, rigidez e aumento da atividade motora de forma paradoxal dependendo da seletividade do fármaco (RANKIN, 2017).

Entre as drogas sedativas e tranquilizantes, a xilazina e a medetomidina são os  $\alpha_2$ -agonistas mais comumente utilizados em aves. Atualmente, com a disponibilidade da dexmedetomidina, novas informações sobre o uso desta droga tem sido relatadas (HAWKINS; ZEHNDER; PASCOE, 2014).

Em estudos realizados em diversas espécies de aves utilizando diferentes doses de medetomidina e xilazina como único agente farmacológico, foram observados variados graus de sedação e efeitos adversos significativos como diminuição da temperatura cloacal, frequência cardíaca e frequência respiratória, além de tremores e arritmias (FREED; BAKER, 1989; SANDMEIER, 2000; POLLOCK; CHRISTAL; SUSAN, 2001; UZUN et al., 2006).

Por esta razão, usualmente se recomenda que os  $\alpha$ 2-agonistas sejam utilizados em combinação com outros fármacos nas aves (PAUL-MURPHY; FIALKOWSKI, 2001; POLLOCK; CHRISTAL; SUSAN, 2001).

## 2.7. DEXMEDETOMIDINA

A dexmedetomidina é o dextro-enantiomero da medetomidina, sendo mais potente e mais seletiva para receptores  $\alpha$ 2. Possui as propriedades sedativas, ansiolíticas, simpatorlíticas e analgésicas, características dos  $\alpha$ 2-agonistas, causando mínima depressão respiratória. Exerce sua ação hipnótica através da ativação dos receptores  $\alpha$ 2 pré e pós-sinápticos centrais no *locus coeruleus*, induzindo assim um estado de inconsciência semelhante ao sono natural (WEERINK et al., 2017).

Na medicina, a dexmedetomidina é uma importante opção na sedação de longa e curta duração em unidades de terapia intensiva, mostrando vantagens como ser bem tolerada pelos pacientes, estar relacionada à menor tempo de extubação, menos episódios de delírio, pacientes mais cooperativos, com melhor capacidade de comunicação e mais fáceis de despertar quando comparados com os que receberam propofol ou midazolam (KEATING, 2015).

A aplicação clínica na medicina veterinária está relacionada principalmente ao seu potente efeito sedativo e analgésico, mostrando-se útil como medicação pré-anestésica por ter um impacto significativo sobre a necessidade dos anestésicos e também como agente único na sedação para procedimentos curtos (RANKIN, 2017).

Ainda existem poucos estudos avaliando o efeito da dexmedetomidina na sedação de aves (SANTANGELO et al., 2009; BEEST et al., 2012; HORNAK et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2019). Além disso, a dose deste fármaco utilizada como agente único na sedação de aves é bastante variável, sendo encontrada doses de 10  $\mu$ g/kg a 80  $\mu$ g/kg, dependendo da espécie e via de administração (SANTANGELO et al., 2009; HORNAK et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2019). Na sedação de pequenos animais, a dose recomendada é de 7-15  $\mu$ g/kg para sedação de cães e 10-20  $\mu$ g/kg para gatos (GRUBB et al., 2020).

Usado como agente único farmacológico, a dexmedetomidina promoveu relaxamento muscular adequado e contenção química eficaz prevenindo qualquer reação ao manuseio de rapinantes das espécies *Buteo buteo* e *Falcon tinnunculus*, na dose de 25 $\mu$ g/kg e 75 $\mu$ g/kg respectivamente. Não foram observados episódios de

arritmia, bradipneia, excitação nem outros efeitos colaterais (SANTANGELO et al., 2009). Também proporcionou um expressivo grau de sedação e redução do estresse durante a manipulação e a indução anestésica em uma coruja-orelhuda (*Asio Clamator*) na dose de 10µg/kg (NASCIMENTO et al., 2019).

Portanto, de acordo com os dados disponíveis até a data de elaboração deste estudo, o uso da dexmedetomidina na sedação de aves parece apresentar uma resposta aparentemente eficaz e mais segura em relação aos efeitos colaterais cardiorrespiratórios quando comparado com o uso de outros  $\alpha$ 2-agonistas. Entretanto, vale ressaltar que uma avaliação mais pormenorizada dos efeitos cardiovasculares deste fármaco em aves ainda não foi publicada, razão pela qual justifica-se a realização da presente investigação.

### **3. OBJETIVO**

O objetivo desse trabalho é avaliar, por meio de ecocardiografia, as alterações do débito cardíaco de rapinantes durante a sedação com dexmedetomidina e após a administração do antagonista atipamezole.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. ANIMAIS

Essa pesquisa foi autorizada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e aprovado pelo Comitê de ética para uso de animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (n° 8638150121). O trabalho foi conduzido no Serviço de Anestesia do Departamento de cirurgia (VCI) da FMVZ/USP, Brasil.

Foram utilizadas aves de rapina de diferentes espécies. Estas eram provenientes de diferentes unidades de atendimento e manejo, encaminhadas ao Ambulatório de Aves da Universidade de São Paulo. Dentre as espécies estudadas estão a coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*), a coruja-do-mato (*Megascops choliba*) e o carcará (*Caracara plancus*).

As aves eram incluídas se estivessem em boa condição corporal (escore 3 de 5) determinada pela avaliação da musculatura peitoral (GRESPLAN; RASO, 2014), e não apresentassem sinais clínicos sugestivos de doença sistêmica.

Não foram incluídas no estudo aves com baixo escore de condição corporal (escore < 3) ou que apresentassem alguma manifestação clínica de doença sistêmica como: anorexia, êmese, prostração, alteração de coloração de mucosa, dispneia ou distensão abdominal.

### 4.2. PROCEDIMENTO ANESTÉSICO

As aves foram sedadas com 20µg/kg de dexmedetomidina (Dexdomitor®, zoetis, SP, Brazil) por via intramuscular (músculo peitoral).

Decorridos 30 minutos da administração da dexmedetomidina, administrou-se 100 µg/kg de atipamezole (Antisedan®, zoetis, SP, Brazil) por via intramuscular (no músculo peitoral contralateral ao que recebeu o fármaco anterior).

### 4.3. AVALIAÇÃO ECOCARDIOGRÁFICA

Para a obtenção das imagens ecocardiográficas em modo-B empregou-se transdutor cardíaco setorial 6S-RS acoplado ao equipamento ecocardiográfico (Vivid



q, GE, Israel Ltd.). Foi utilizado o acesso ventromedial, caudal ao esterno com os animais posicionados em decúbito dorsal (Figuras 1 e 2) (PEES; KRAUTWALD-JUNGHANNS, 2005).

Figura 1 - Imagem de um *Caracara plancus* (carcará) contido fisicamente em decúbito dorsal. É possível observar o posicionamento do transdutor no acesso ventromedial, caudal ao esterno.



Fonte: Serviço de anestesia do VCI/HOVET – FMVZ/USP (2022).

Figura 2 - Imagem de uma *Megascops choliba* (coruja-do-mato) contida fisicamente em decúbito dorsal. É possível observar o posicionamento do transdutor no acesso ventromedial, caudal ao esterno.

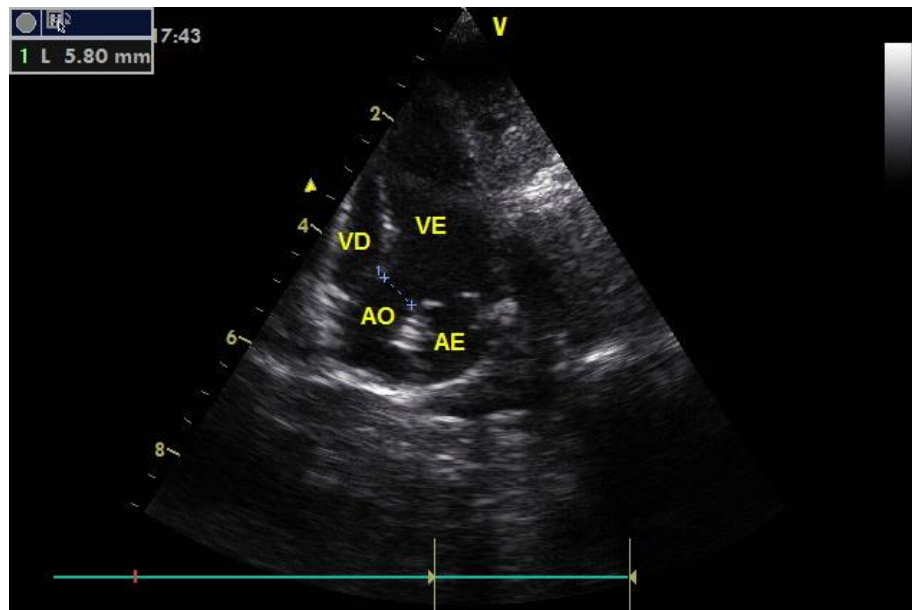


Fonte: Serviço de anestesia do VCI/HOVET – FMVZ/USP (2022).

O coração foi acessado em plano horizontal, obtendo-se uma imagem com qualidade suficiente para que fosse possível realizar a mensuração do diâmetro anel aórtico e a obtenção do fluxo aórtico sistólico derivado do Doppler pulsado (onda espectral) (STRAUB et al., 2003; PEES; KRAUTWALD-JUNGHANNS, 2005).

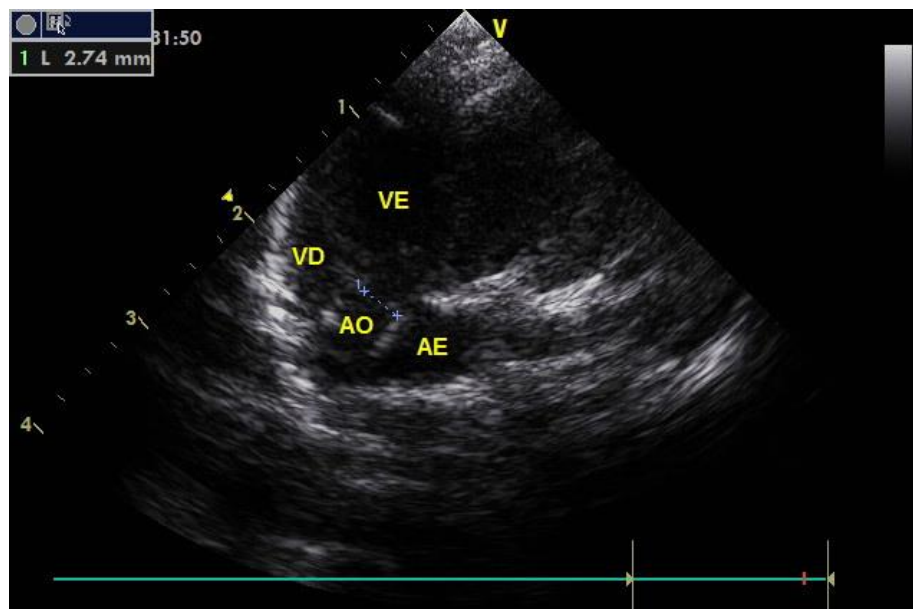
O diâmetro do anel aórtico foi obtido pela medida logo abaixo da inserção das cúspides aórticas, em sístole (Figura 3 e 4), e a área transversal da aorta (ATR) foi então calculada pela fórmula  $\pi \times r^2$ , em que  $r$  corresponde ao raio do anel.

Figura 3 - Mensuração do diâmetro do anel aórtico do coração de um *Caracara plancus* (carcará) no plano horizontal em sístole. AE: átrio esquerdo, VE: ventrículo esquerdo, VD: ventrículo direito, AO: aorta.



Fonte: Serviço de anestesia do VCI/HOVET – FMVZ/USP (2022).

Figura 4 - Mensuração do diâmetro do anel aórtico do coração de uma *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira) no plano horizontal em sístole. AE: átrio esquerdo, VE: ventrículo esquerdo, VD: ventrículo direito, AO: aorta.

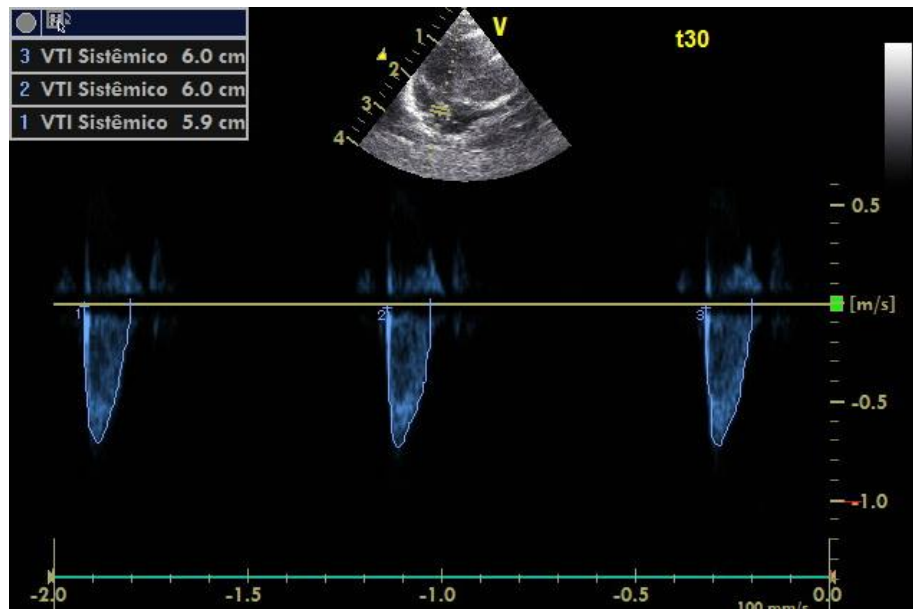


Fonte: Serviço de anestesia do VCI/HOVET – FMVZ/USP (2022).

A onda espectral do fluxo aórtico foi obtida colocando o volume da amostra logo abaixo da válvula aórtica. A integral de velocidade-tempo do fluxo aórtico (VTI) foi

então calculada tracejando o limite externo do fluxo espectral (Figura 5) (MADRON, 2015).

Figura 5 - Cálculo da integral de velocidade-tempo (VTI) do fluxo aórtico (três mensurações).



Fonte: Serviço de anestesia do VCI/HOVET – FMVZ/USP (2022).

O cálculo do volume sistólico (VS) foi obtido multiplicando o VTI pela ATR e o cálculo do débito cardíaco (DC) foi realizado através da fórmula:  $DC = (VTI \times ATR) \times FC$ , em que FC é a frequência cardíaca (BERGAMASCHI et al., 2019). A FC por sua vez foi mensurada pelo ecocardiograma avaliando-se a distância entre os picos das ondas espectrais do fluxo aórtico.

#### 4.4. AVALIAÇÃO DO ESCORE DE SEDAÇÃO

Todos os animais foram avaliados em relação ao escore de sedação (Quadro 1), em decúbito dorsal, nos diferentes tempos de observação. Foi considerado a presença de movimentação e relaxamento do bico, garras e resistência das asas quando estimulados manualmente e a necessidade de contenção física para o decúbito dorsal (Figuras 6 e 7).

Quadro 1. Determinação do escore de sedação.

<b>Escore</b>	<b>Comportamento</b>
<b>1</b>	Paciente não cooperativo, ausência de relaxamento muscular, movimentos das asas, garras e bico. Necessidade de contenção física para o posicionamento adequado para realização do ecocardiograma.
<b>2</b>	Paciente cooperativo, relaxamento muscular moderado, movimentos das asas, garras e/ou bico sempre que manuseados. Necessitam contenção física leve.
<b>3</b>	Paciente sedado, relaxamento muscular intenso, sem movimento de asa, garras e bico quando manuseados. Sem necessidade de contenção.
<b>4</b>	Paciente que não responde à estimulação externa.

Fonte: adaptada de SCHÄFFER et al., 2016.

Figura 6 - Imagem de uma *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira) a qual atingiu o grau de sedação 2. É possível observar relaxamento muscular moderado e necessidade de contenção física leve.



Fonte: Serviço de anestesia do VCI/HOVET – FMVZ/USP (2022).



Figura 7 - Imagem de uma *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira) a qual atingiu o grau de sedação 3. É possível observar relaxamento muscular intenso sem necessidade de contenção.



Fonte: Serviço de anestesia do VCI/HOVET – FMVZ/USP (2022).

#### 4.5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Antes do experimento, os animais eram ambientados no ambulatório de aves da FMVZ/USP por, no mínimo, 4 dias. Foram mantidos em gaiolas de metal forradas com dimensões 60cm x 40cm x 40cm, em uma sala exclusiva, ampla, com iluminação e exaustão de ar naturais e alimentados com camundongos do biotério e ração industrial específica.

No dia anterior ao experimento, os animais eram colocados em jejum alimentar e hídrico por 12 horas.

Para o estudo, as aves eram contidas com o auxílio de uma toalha e colocadas em decúbito dorsal. Com o gel de contato, as penas da região ventromedial, logo abaixo do esterno, eram afastadas para a obtenção da imagem cardíaca em plano horizontal, como descrito anteriormente.

Inicialmente, a frequência respiratória (FR) e escore de sedação (ES) eram registrados, seguidos de no mínimo três mensurações de frequência cardíaca (FC) e VTI por ecocardiografia, para obtenção dos valores basais. O diâmetro aórtico era obtido em sístole com as cúspides da válvula aórtica abertas.

Em seguida, 20 $\mu$ /kg de dexmedetomidina eram administrados no músculo peitoral e os parâmetros (FR, ES, FC, VTI) eram registradas após 1, 5, 10, 15, 20 e 30 minutos (T0, T5, T10, T15, T20 e T30, respectivamente).

Na sequência, ou seja, decorridos 30 minutos da administração da dexmedetomidina, 100 $\mu$ /kg de atipamezole eram administrados no músculo peitoral contralateral, seguidos dos registros dos mesmos parâmetros após 1 e 5 minutos (Tpós1 e Tpós5) .

Os parâmetros e os tempos de registro estão exemplificados na tabela 1.

Tabela 1 - Tabela utilizada para registro dos parâmetros nos respectivos tempos de avaliação do experimento.

	FC	FR	VTI	SEDAÇÃO
Basal				
T0				
T5				
T10				
T15				
T20				
T30				
Tpós1				
Tpós5				

Fonte: Serviço de anestesia do VCI/HOVET – FMVZ/USP (2022).

Legenda: FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória; VTI: integral de velocidade-tempo; SEDAÇÃO: escore de sedação. Basal: momento basal; T0, T5, T10, T15, T20 e T30: 1, 5, 10, 15, 20, e 30 minutos após a administração da dexmedetomidina, respectivamente. Tpós1: 1 minuto após a administração de atipamezole. Tpós5: 5 minutos após a administração de atipamezole.

Posteriormente, eram realizados os cálculos da área transversal da aorta (ATR), volume sistólico (VS) e débito cardíaco (DC), conforme descritos anteriormente.

#### 4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para os dados paramétricos (FC, FR, VTI, VS e DC), foi empregado o teste RM-ANOVA de duas vias com pós-teste de Dunnett para avaliar a diferença entre os diferentes momentos de avaliação e o tempo basal.

Para avaliar a diferença entre momentos em relação ao basal para o ES foi realizado o teste Friedman com pós-teste de Dunnett (dados não paramétricos).

A diferença foi considerada significativa para  $p < 0,05$ .



## 5. RESULTADOS

### 5.1. ANIMAIS

Foram incluídos no estudo 20 aves de rapina, sendo sete corujas-buraqueiras (*Athene Cunicularia*), sete corujas-do-mato (*Megascops choliba*) e seis carcarás (*Caracara plancus*). Os animais foram divididos em três grupos levando em consideração o porte e a espécie (Quadro 2).

Quadro 2 - Relação dos animais utilizados neste estudo divididos em três grupos segundo nome popular, espécie e peso.

NOME POPULAR	ESPÉCIE	PESO (Kg)
<b>GRUPO 1</b>		
Coruja-buraqueira	<i>Athene cunicularia</i>	0,142
Coruja-buraqueira	<i>Athene cunicularia</i>	0,145
Coruja-buraqueira	<i>Athene cunicularia</i>	0,153
Coruja-buraqueira	<i>Athene cunicularia</i>	0,157
Coruja-buraqueira	<i>Athene cunicularia</i>	0,156
Coruja-buraqueira	<i>Athene cunicularia</i>	0,160
Coruja-buraqueira	<i>Athene cunicularia</i>	0,157
<b>GRUPO 2</b>		
Coruja-do-mato	<i>Megascops choliba</i>	0,126
Coruja-do-mato	<i>Megascops choliba</i>	0,121
Coruja-do-mato	<i>Megascops choliba</i>	0,125
Coruja-do-mato	<i>Megascops choliba</i>	0,126
Coruja-do-mato	<i>Megascops choliba</i>	0,139
Coruja-do-mato	<i>Megascops choliba</i>	0,143
Coruja-do-mato	<i>Megascops choliba</i>	0,101
<b>GRUPO 3</b>		
Carcará	<i>Caracara plancus</i>	0,928
Carcará	<i>Caracara plancus</i>	1,108
Carcará	<i>Caracara plancus</i>	0,930
Carcará	<i>Caracara plancus</i>	0,935
Carcará	<i>Caracara plancus</i>	0,947
Carcará	<i>Caracara plancus</i>	0,905

Fonte: Serviço de anestesia do VCI/HOVET – FMVZ/USP (2022).

As aves apresentaram em média  $0,153 \pm 0,006$  quilogramas (kg) no grupo 1;  $0,126 \pm 0,014$  kg no grupo 2 e  $0,959 \pm 0,074$  kg no grupo 3.

As aves mostraram boa recuperação após o estudo, mostrando-se alertas, com bom tônus muscular e comportamento de acordo com a espécie. Nenhum animal precisou ser removido do estudo.

A média e o desvio padrão dos parâmetros avaliados nos seus respectivos tempos de avaliação estão descritos na tabela 2.

Tabela 2 - Representação da média e do desvio padrão da frequência cardíaca (FC), Frequência respiratória (FR), integral de velocidade-tempo (VTI), volume sistólico (VS), débito cardíaco (DC) e escore de sedação (ES) dos grupos 1, 2 e 3 nos tempos de avaliação – FMVZ – São Paulo – 2022.

Parâmetros	Grupos	Momentos								P	
		Basal	T0	T5	T10	T15	T20	T30	TPOS1		TPOS5
FC (bpm)	1	292,1 ± 73,99	177,6 ± 52,34*	119,6 ± 28,05*	108 ± 27,59*	107,1 ± 28,33*	103,1 ± 25,78*	103,7 ± 24,72*	98,14 ± 28,4*	211,4 ± 150,2	<0,0001
	2	274 ± 57,27	217 ± 57,71	175,7 ± 34,86*	162,4 ± 28,93*	148,9 ± 20,42*	150,9 ± 52,58*	138,1 ± 55,7*	158,6 ± 69,91*	289,9 ± 88,82	<0,0001
	3	178,8 ± 59,48	102,3 ± 22,62*	90,83 ± 18,35*	72,17 ± 13,01*	70,8 ± 13,29*	67,6 ± 14,01*	63,5 ± 11,29*	68,8 ± 15,39*	245,8 ± 106,6	<0,0001
FR (mpm)	1	59 ± 31,52	35 ± 9,15*	28,71 ± 8,06*	25,29 ± 6,9*	23,57 ± 6,73*	21,57 ± 8,44*	24,29 ± 7,16*	24,86 ± 7,62*	42,57 ± 17,22	<0,0001
	2	38,4 ± 13,45	31,14 ± 6,09	22,57 ± 4,43*	23,14 ± 5,87*	22,29 ± 4,54*	23,43 ± 5,38*	22 ± 7,21*	30,86 ± 7,29	38,29 ± 4,54	<0,0001
	3	32 ± 10,35	27 ± 6,9	28,67 ± 6,89	30,33 ± 15,72	28 ± 9,21	28 ± 9,12	28,33 ± 6,74	29,33 ± 8,73	30 ± 9,8	0,9465
VTI (cm)	1	4,83 ± 1,38	4,94 ± 1,24	5,23 ± 0,84	4,83 ± 1,04	4,91 ± 1,27	4,86 ± 1,2	5,16 ± 1,41	5,11 ± 1,11	5,23 ± 1,82	0,9981
	2	5,83 ± 0,62	5,46 ± 0,74	5,06 ± 0,75	5,14 ± 0,54	4,73 ± 0,68	4,78 ± 0,72	5,19 ± 0,63	5,22 ± 0,97	5,95 ± 1,25	0,0858
	3	6,03 ± 0,79	5,14 ± 0,75	5,57 ± 0,97	5,95 ± 1,48	5,9 ± 1,36	5,82 ± 1,33	6,22 ± 1,53	6,94 ± 1,74	6,72 ± 1,73	0,498
VS (ml)	1	0,337 ± 0,078	0,346 ± 0,075	0,37 ± 0,076	0,337 ± 0,069	0,345 ± 0,087	0,343 ± 0,083	0,356 ± 0,07	0,356 ± 0,059	0,37 ± 0,113	0,9933
	2	0,311 ± 0,106	0,287 ± 0,088	0,267 ± 0,067	0,275 ± 0,08	0,254 ± 0,08	0,256 ± 0,078	0,281 ± 0,088	0,273 ± 0,065	0,313 ± 0,083	0,8873
	3	1,931 ± 0,722	1,627 ± 0,584	1,739 ± 0,504	1,904 ± 0,793	1,892 ± 0,826	1,871 ± 0,842	2,012 ± 0,963	2,246 ± 0,901	2,275 ± 1,186	0,9373
DC (ml/min)	1	96,8 ± 27,71	61,98 ± 23,12*	44,1 ± 11,99*	35,98 ± 9,15*	36,39 ± 10,1*	35,71 ± 12,68*	36,35 ± 8,15*	35 ± 11,68*	70,3 ± 49,07	<0,0001
	2	81,91 ± 20,95	59,68 ± 12,23	45,35 ± 6,09*	43,53 ± 9,14*	36,92 ± 8,31*	37,16 ± 11,48*	39,63 ± 24,25*	41,52 ± 14,2*	86,57 ± 23,22	<0,0001
	3	355,5 ± 227,4	170,3 ± 92,13*	160,8 ± 74,76*	132,2 ± 47,63*	135,5 ± 58,52*	124,7 ± 49,44*	122,2 ± 48,02*	147,5 ± 46,92*	479,3 ± 171,1	<0,0001
Sedação (escore)	1	1 (1 - 1)	2 (2 - 2)*	2 (2 - 3)*	3 (2 - 3)*	3 (2 - 3)*	3 (2 - 3)*	2 (2 - 2)*	2 (2 - 2)*	2 (1 - 2)	<0,0001
	2	1 (1 - 1)	2 (1 - 2)	2 (2 - 2)*	2 (2 - 3)*	2 (2 - 3)*	2 (2 - 3)*	2 (2 - 2)*	2 (2 - 2)*	2 (1 - 2)	<0,0001
	3	1 (1 - 1)	1 (1 - 1,25)	2 (1 - 2,25)	2 (2 - 2,25)*	2 (2 - 2,25)*	2 (2 - 2,25)*	2 (2 - 2,25)*	1 (1 - 2)	1 (1 - 1)	<0,0001

Fonte: Serviço de anestesia do VCI/HOVET – FMVZ/USP (2022).

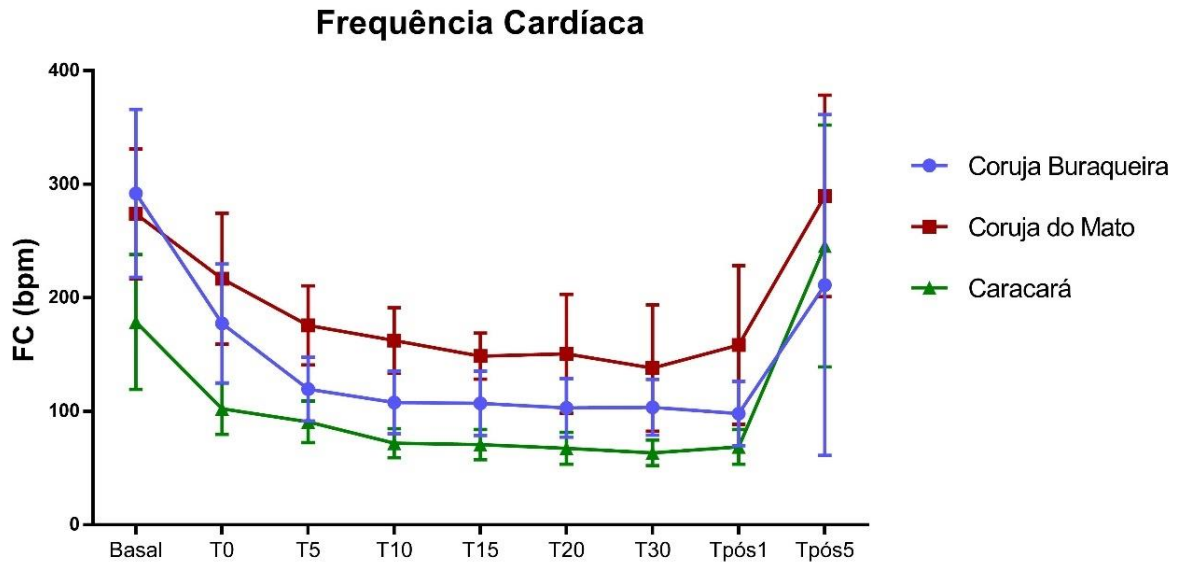
Legenda: FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória; VTI: integral de velocidade-tempo; SEDAÇÃO: escore de sedação. Basal: momento basal; T0, T5, T10, T15, T20 e T30: 1, 5, 10, 15, 20, e 30 minutos após a administração da dexmedetomidina, respectivamente. Tpos1: 1 minuto após a administração de atipamezole. Tpos5: 5 minutos após a administração de atipamezole.

## 5.2. FREQUÊNCIA CARDÍACA

Houve diferença significativa ( $p < 0,0001$ ) dos valores de frequência cardíaca em relação ao basal em T0, T5, T10, T15, T20, T30 e Tpos1, nos grupos 1 e 3. No grupo 2, houve diferença significativa deste parâmetro a partir de T5. Não houve diferença significativa em Tpos5 para nenhum dos grupos.

A média e o desvio padrão da frequência cardíaca nos tempos avaliados de cada grupo estão representados no gráfico 1.

Gráfico 1 – Representação da média e do desvio padrão da frequência cardíaca (FC) em batimentos por minuto (bpm) do Grupo 1 - corujas-buraqueiras (*Athene cunicularia*), Grupo 2 - corujas-do-mato (*Megascops choliba*) e Grupo 3 - carcarás (*Caracara plancus*), durante os momentos avaliados – FMVZ – São Paulo – 2022.



Fonte: Serviço de anestesia do VCI/HOVET – FMVZ/USP (2022).

Legenda: Bpm: batimentos por minuto; Basal: momento basal; T0, T5, T10, T15, T20 e T30: 1, 5, 10, 15, 20, e 30 minutos após a administração da dexmedetomidina, respectivamente. Tpós1: 1 minuto após a administração de atipamezole. Tpós5: 5 minutos após a administração de atipamezole.

### 5.3.FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA

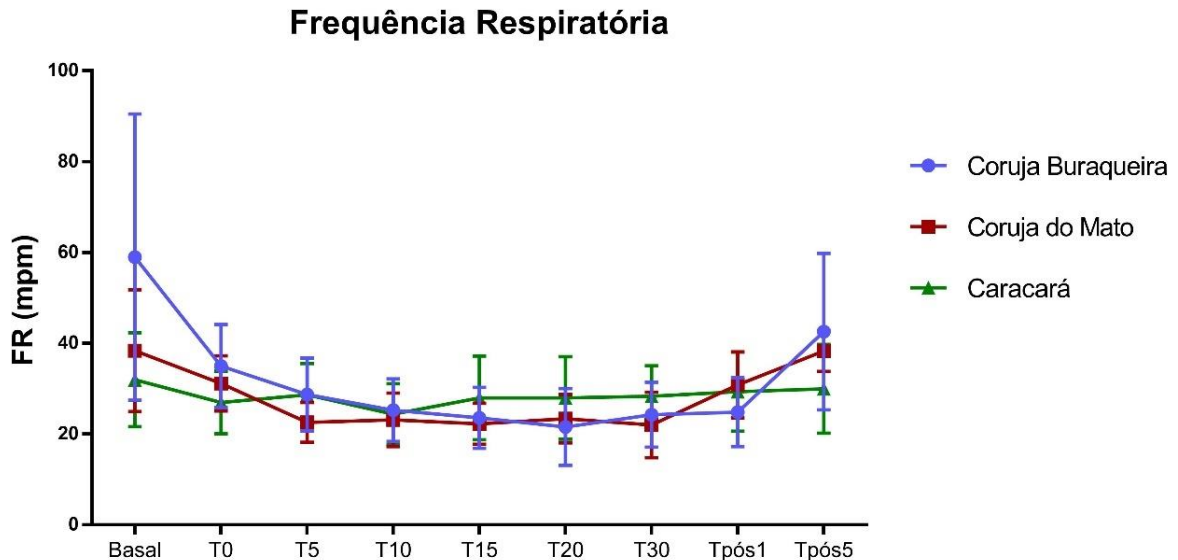
No grupo 1, houve diminuição significativa dos valores de frequência respiratória (FR) em relação ao basal ( $p < 0,0001$ ) a partir de T0 até Tpós1. Em Tpós5, os valores de FR não apresentaram diferença estatística em relação ao basal.

No grupo 2, a diminuição da frequência respiratória foi significativamente diferente ( $P < 0,0001$ ) em relação ao valor basal em T5, T10, T15, T20 e T30. Não houve diferença em T0, Tpós1 e Tpós5 para esse parâmetro neste grupo.

Já no grupo 3, não houve diferença significativa deste parâmetro em relação ao valor basal em nenhum dos tempos.

A média e o desvio padrão da frequência respiratória nos tempos avaliados de cada grupo estão representados no gráfico 2.

Gráfico 2 - Representação da média e do desvio padrão da frequência respiratória (FR) em movimentos por minuto (mpm) do Grupo 1 - corujas-buraqueiras (*Athene cunicularia*), Grupo 2 - corujas-do-mato (*Megascops choliba*) e Grupo 3 - carcarás (*Caracara plancus*), durante os momentos avaliados – FMVZ – São Paulo – 2022.



Fonte: Serviço de anestesia do VCI/HOVET – FMVZ/USP (2022).

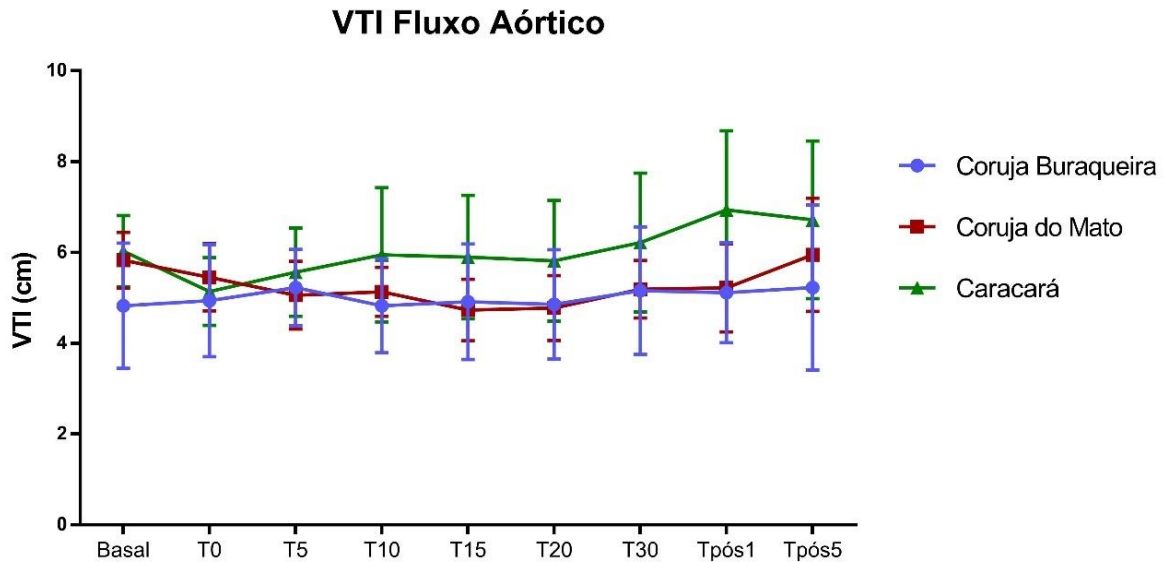
Legenda: mpm: movimentos por minuto; Basal: momento basal; T0, T5, T10, T15, T20 e T30: 1, 5, 10, 15, 20, e 30 minutos após a administração da dexmedetomidina, respectivamente. Tpós1: 1 minuto após a administração de atipamezole. Tpós5: 5 minutos após a administração de atipamezole.

#### 5.4. VTI (INTEGRAL DE VELOCIDADE-TEMPO)

Não houve diferença significativa no valor do VTI em nenhum dos tempos avaliados para os três grupos ( $p > 0,05$ ).

A média e o desvio padrão do VTI do fluxo aórtico nos tempos avaliados de cada grupo estão representados no gráfico 3.

Gráfico 3 – Representação da média e do desvio padrão da integral de velocidade-tempo (VTI) do fluxo aórtico em centímetros (cm) do Grupo 1 - corujas-buraqueiras (*Athene cunicularia*), Grupo 2 - corujas-do-mato (*Megascops choliba*) e Grupo 3 - caracará (*Caracara plancus*), durante os momentos avaliados – FMVZ – São Paulo – 2022.



Fonte: Serviço de anestesia do VCI/HOVET – FMVZ/USP (2022).

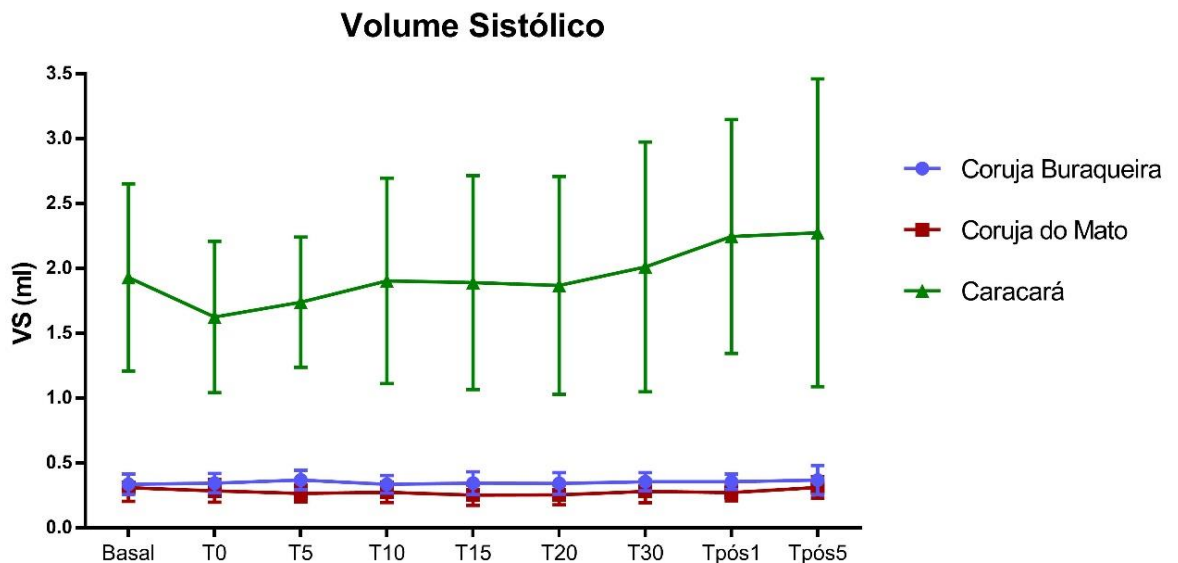
Legenda: cm: centímetros; Basal: momento basal; T0, T5, T10, T15, T20 e T30: 1, 5, 10, 15, 20, e 30 minutos após a administração da dexmedetomidina, respectivamente. Tpós1: 1 minuto após a administração de atipamezole. Tpós5: 5 minutos após a administração de atipamezole.

### 5.5. VOLUME SISTÓLICO

Não houve diferença significativa no valor do volume sistólico em nenhum dos tempos avaliados para os três grupos.

A média e o desvio padrão do volume sistólico nos tempos avaliados de cada grupo estão representados no gráfico 4.

Gráfico 4 – Representação da média e do desvio padrão do volume sistólico (VS) em mililitros (ml) do Grupo 1 - corujas-buraqueiras (*Athene cunicularia*), Grupo 2 - corujas-do-mato (*Megascops choliba*) e Grupo 3 - carcarás (*Caracara plancus*), durante os momentos avaliados – FMVZ – São Paulo – 2022.



Legenda: ml: mililitros; Basal: momento basal; T0, T5, T10, T15, T20 e T30: 1, 5, 10, 15, 20, e 30 minutos após a administração da dexmedetomidina, respectivamente. Tpós1: 1 minuto após a administração de atipamezole. Tpós5: 5 minutos após a administração de atipamezole.

## 5.6. DÉBITO CARDÍACO

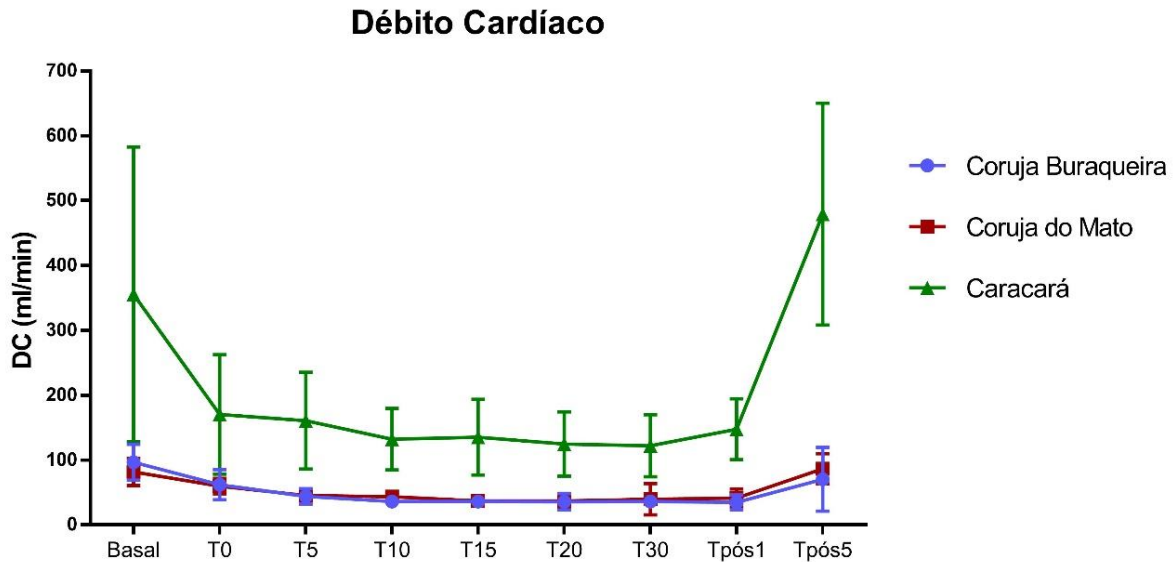
No grupo 1, houve diminuição significativa dos valores de débito cardíaco (DC) em relação ao basal ( $p < 0,0001$ ) a partir de T0 até Tpós1. Em Tpós5, DC não apresentou diferença estatística em relação ao basal.

No grupo 2, a diminuição do DC foi significativa ( $p < 0,0001$ ) em relação ao valor basal em T5, T10, T15, T20, T30 e Tpós1. Não houve diferença em T0 e Tpós5 para esse parâmetro neste grupo.

No grupo 3, houve diferença significativa dos valores de DC em relação ao basal ( $p < 0,0001$ ) de T0 a Tpós1. Não houve diferença estatística em Tpós5 para esse parâmetro neste grupo.

A média e o desvio padrão do débito cardíaco nos tempos avaliados de cada grupo estão representados no gráfico 5.

Gráfico 5 – Representação da média e do desvio padrão do débito cardíaco (DC) em mililitros por minuto (ml/min) do Grupo 1 - corujas-buraqueiras (*Athene cunicularia*), Grupo 2 - corujas-do-mato (*Megascops choliba*) e Grupo 3 - carcarás (*Caracara plancus*), durante os momentos avaliados – FMVZ – São Paulo – 2022.



Legenda: ml/min: mililitros por minuto; Basal: momento basal; T0, T5, T10, T15, T20 e T30: 1, 5, 10, 15, 20, e 30 minutos após a administração da dexmedetomidina, respectivamente. Tpós1: 1 minuto após a administração de atipamezole. Tpós5: 5 minutos após a administração de atipamezole.

### 5.7. ESCORE DE SEDAÇÃO

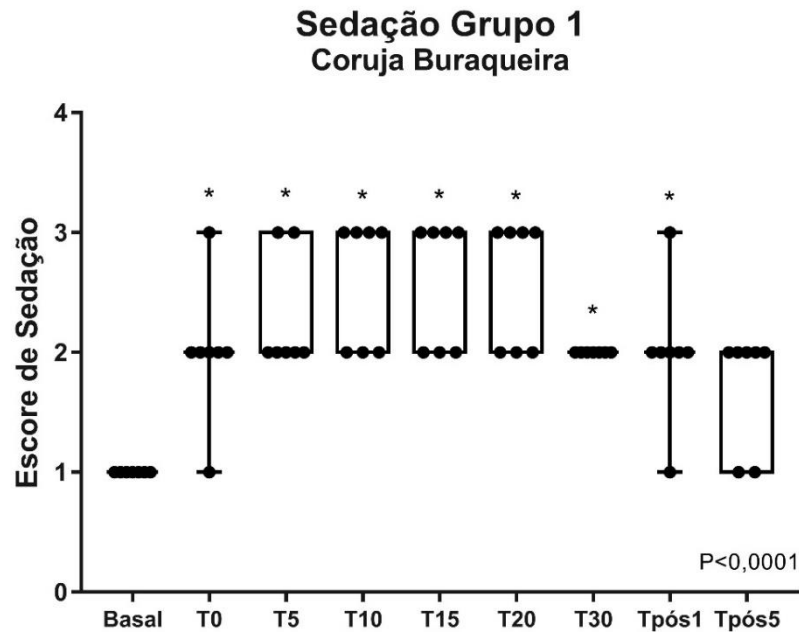
No grupo 1, houve diferença significativa dos valores de escore de sedação em relação ao basal ( $P < 0,0001$ ) de T0 a Tpós1. Em Tpós5 não houve diferença estatística.

No grupo 2, houve diferença significativa dos valores de escore de sedação em relação ao basal ( $P < 0,0001$ ) de T5 a Tpós1. Não houve diferença estatística em T0 e Tpós5.

No grupo 3, houve diferença significativa dos valores de escore de sedação em relação ao basal ( $P < 0,0001$ ) de T10 a T30. Não houve diferença estatística em T0, T5, Tpós1 e Tpós5.

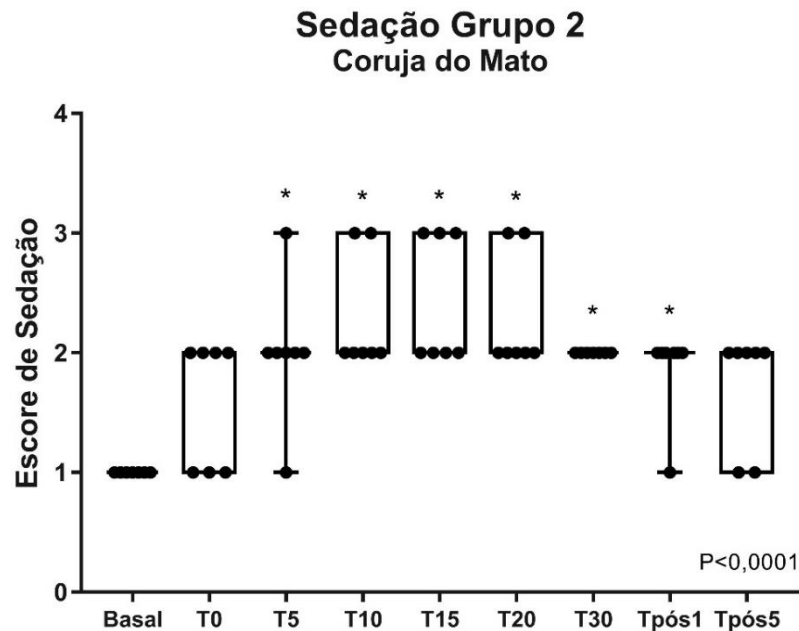
A variação do escore de sedação nos tempos avaliados estão representadas no gráfico 6, 7 e 8.

Gráfico 6 – Representação da variação do escore de sedação de sete corujas-buraqueiras (*Athene cunicularia*) durante os momentos avaliados – FMVZ – São Paulo – 2022.



Legenda: ● representa um indivíduo. Basal: momento basal; T0, T5, T10, T15, T20 e T30: 1, 5, 10, 15, 20, e 30 minutos após a administração da dexmedetomidina, respectivamente. Tpós1: 1 minuto após a administração de atipamezole. Tpós5: 5 minutos após a administração de atipamezole.

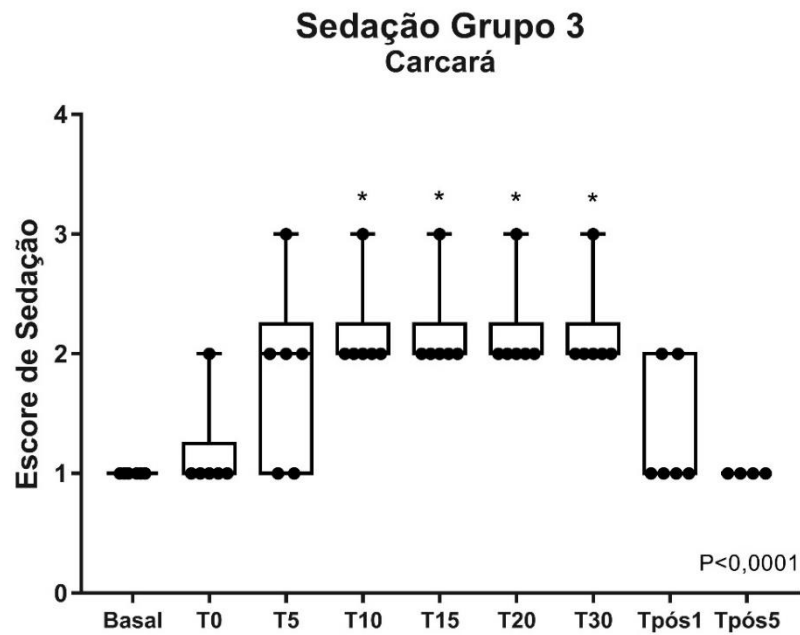
Gráfico 7 – Representação da variação do escore de sedação de sete corujas-do-mato (*Megascops choliba*) durante os momentos avaliados – FMVZ – São Paulo – 2022.



Legenda: ● representa um indivíduo. Basal: momento basal; T0, T5, T10, T15, T20 e T30: 1, 5, 10, 15, 20, e 30 minutos após a administração da dexmedetomidina, respectivamente. Tpós1: 1 minuto após a administração de atipamezole. Tpós5: 5 minutos após a administração de atipamezole.



Gráfico 8 – Representação da variação do escore de sedação de seis carcarás (*Caracara plancus*) durante os momentos avaliados – FMVZ – São Paulo – 2022.



Legenda: ● representa um indivíduo. Basal: momento basal; T0, T5, T10, T15, T20 e T30: 1, 5, 10, 15, 20, e 30 minutos após a administração da dexmedetomidina, respectivamente. Tpós1: 1 minuto após a administração de atipamezole. Tpós5: 5 minutos após a administração de atipamezole.

## 6. DISCUSSÃO

A dexmedetomidina, na dose de 20 $\mu$ /kg IM, provocou significativa diminuição da frequência cardíaca e do débito cardíaco dos rapinantes incluídos neste estudo. O mesmo já foi observado em outros estudos com outras espécies como, por exemplo, cão, gato, pombos e humanos (BLOOR et al., 1992; KOROGLU et al., 2005; PYPENDOP et al., 2011; HORNAK et al., 2015).

O DC é o produto do volume sistólico (VS) do ventrículo esquerdo e da FC (MORAIS; SCHWARTZ, 2005). A significativa diminuição da FC observada nas aves deste estudo tem uma importante relação com a diminuição do DC observada através da análise ecocardiográfica. Nota-se a importante influência da FC sobre a manutenção do DC nessas espécies.

A bradicardia após a administração da dexmedetomidina é resultado do aumento do tônus vagal em resposta à vasoconstrição causada pela ativação dos receptores  $\alpha_2$  pós-sinápticos no músculo liso vascular periférico (KUUSELA et al., 2000; MURRELL; HELLEBREKERS, 2005). Além disso, a ativação dos receptores  $\alpha_2$  pré-sinápticos cardíacos resulta na diminuição da liberação de noradrenalina, o que explica parcialmente o efeito inotrópico negativo dos  $\alpha_2$ -agonistas (DE JONGE; TIMMERMANS; VAN ZWIETEN, 1981).

Nos humanos e nos cães, a vasoconstrição periférica faz com que os  $\alpha_2$ -agonistas nestas espécies promovam um aumento inicial da pressão arterial seguido de um declínio gradual. E, como mencionado, essa resposta é acompanhada do aumento do tônus vagal e da diminuição da frequência cardíaca (KUUSELA et al., 2000; MURRELL; HELLEBREKERS, 2005).

Fármacos que modulam a FC poderiam ser uma combinação favorável para o equilíbrio hemodinâmico na sedação com dexmedetomidina. Em cães, a associação do glicopirrolato com a dexmedetomidina mostrou menor diminuição do DC (BLOOR et al., 1992). No entanto, a associação com atropina, além de não impedir a queda do DC, induziu arritmias cardíacas tornando seu uso não recomendado nesses animais (CONGDON et al., 2011).

Em rapinantes, a administração da atropina associada à dexmedetomidina contribuiu com a manutenção de uma FC razoável e diminuiu as secreções orais e das vias aéreas, não sendo evidenciada a presença de arritmias no eletrocardiograma (SANTANGELO et al., 2009). No entanto, há necessidade de estudos para mais

evidências sobre a eficácia e segurança da atropina em associação com a dexmedetomidina na sedação de aves.

Especula-se que não somente a importante diminuição da FC mas também diversos possíveis mecanismos possam estar envolvidos na diminuição do DC após a administração da dexmedetomidina, como: o possível efeito direto do fármaco sobre o miocárdio, o aumento da pós-carga, a diminuição da concentração plasmática de catecolaminas circulantes e a vasoconstrição coronariana (BLOOR et al., 1992).

Observamos neste trabalho que, apesar da diminuição do DC, o VS não foi afetado de forma significativa. O VS é a medida do volume de sangue que se move através da aorta ascendente durante a sístole e é determinado pela propriedade de contratilidade das células miocárdicas, pré-carga e pós-carga (ALVERSON et al., 1982; MORAIS; SCHWARTZ, 2005).

Pelo mecanismo cardíaco de Frank-Starling, quanto mais o músculo cardíaco é distendido no enchimento, maior será a força de contração e maior será a quantidade de sangue bombeada para a aorta. Portanto, a diminuição da frequência cardíaca proporciona um aumento do tempo de enchimento ventricular, o que leva a maior distensão das fibras miocárdicas e conseqüentemente a produção de um maior volume sistólico (GUYTON; HALL, 2011b).

A resistência vascular periférica (RVP) é um dos componentes relacionados à determinação da pós-carga, a qual é a força oposta à ejeção ventricular. Conseqüentemente, o aumento da pós-carga, aumenta a pressão aórtica média e diminui o VS do ventrículo esquerdo (MORAIS; SCHWARTZ, 2005).

Como mencionado anteriormente, após a administração de um  $\alpha 2$ -agonistas, é esperado um aumento inicial da RVP, o que culminaria com a diminuição do volume sistólico (MORAIS; SCHWARTZ, 2005). No entanto, a diminuição da frequência cardíaca que ocorre em conseqüência desse mecanismo, aumenta o tempo de enchimento ventricular, de forma que o efeito positivo sobre o VS sistólico se sobreponha ao aumento da pós-carga e o resultado é a manutenção do valor do VS próximo ao basal. Neste caso, pode-se inferir que a propriedade de contratilidade das células do miocárdio desses animais foi preservada.

Na dose e na forma como foi avaliado neste estudo, o fármaco induziu sedação de forma heterogênea entre os indivíduos, assim como observado em outros estudos com medetomidina e xylazina (SANDMEIER, 2000; POLLOCK; CHRISTAL; SUSAN, 2001; UZUN et al., 2006). O grupo 1, formado por corujas buraqueiras (*Athene*

*cunicularia*), foi o que apresentou mais indivíduos com maior escore de sedação durante o período de análise, ou seja, apresentaram sedação e relaxamento muscular mais intenso, resposta menos evidente nos indivíduos das outras duas espécies.

Sabe-se que há uma variação individual e entre as espécies em relação à dose e à resposta a um medicamento. Estudos farmacocinéticos de agentes antimicrobianos em diferentes espécies de aves mostraram que a cinética varia significativamente entre as espécies e até mesmo entre aves da mesma ordem (PAUL-MURPHY; FIALKOWSKI, 2001).

Além disso, alguns pacientes podem ser refratários ao efeito sedativo dos  $\alpha 2$ -agonistas, especialmente em situação de estresse, medo, excitação e dor. Nessas situações, o aumento dos níveis de catecolaminas endógenas prejudica a diminuição da liberação de neurotransmissores excitatórios normalmente induzida pelo fármaco (LEMKE; K.A., 2007). Provavelmente o reflexo de "luta ou fuga" iniciado pela estimulação do sistema nervoso simpático durante a contenção manual pode anular o efeito sedativo causado por um  $\alpha 2$ -agonista (SANDMEIER, 2000).

Também foi observado que a dexmedetomidina neste trabalho induziu um relaxamento muscular de grau moderado a intenso, podendo ser eficaz para contenção e realização de procedimentos não invasivos e de curta duração, porém, não houve inibição total da sensibilidade e da resposta de defesa à estímulos externos, principalmente sonoros.

Uma característica importante da sedação com dexmedetomidina observada em humanos é que os pacientes permanecem facilmente despertáveis (HALL et al., 2000; KEATING, 2015). Em cães, constatou-se que a profundidade da sedação da dexmedetomidina pode ser significativamente reduzida se os animais forem expostos a um ruído de alta intensidade, o que é frequentemente presente no ambiente hospitalar (ALBRIGHT et al., 2017). Portanto, a sensibilidade ao efeito sedativo da dexmedetomidina pode ter sido influenciada por fatores ambientais e também relacionados ao estresse da contenção física.

Sabe-se que a ação hipnótica da dexmedetomidina induz um estado de inconsciência semelhante ao sono natural (WEERINK et al., 2017). A variação do escore de sedação tende acompanhar a variação da FR. Quanto maior o grau de sedação menor a FR nessas aves, exceto no grupo 3. Provavelmente, a diminuição da FR nos grupos 1 e 2 está relacionada com a indução do sono nesses animais.

Porém, pelos parâmetros avaliados neste estudo, não é possível afirmar se está associada à hipoxemia.

Normalmente, o que se observa é a preservação dos valores de gasometria arterial com o uso dos  $\alpha$ 2-agonistas (KLIDE; CALDERWOOD; SOMA, 1975; BLOOR et al., 1989; KOROGLU et al., 2005). No entanto, como foi observada uma importante diminuição do DC nas espécies de rapinantes estudadas, a avaliação de parâmetros de perfusão, como dosagem de lactato e hemogasometria arterial por exemplo, poderia ajudar a avaliar se houve de fato uma diminuição importante de oferta de oxigênio para os tecidos nesses animais.

Em cães, o efeito de diferentes doses de dexmedetomidina, mesmo em associação com isoflurano, causou mínimo efeito sobre os parâmetros ventilatórios avaliados. No entanto, promoveu um efeito supressor dose-dependente sobre a resposta ventilatória à hipercapnia (NGUYEN et al., 1992). Não existem estudos semelhantes em aves até o momento. Sendo assim, apesar dos parâmetros de gasometria serem normalmente mantidos, deve-se ter cautela quando utilizada em pacientes com depressão respiratória ou do sistema nervoso central.

No grupo 3, a dexmedetomidina não induziu diminuição significativa da frequência respiratória. Nota-se que a maioria dos indivíduos desse grupo apresentou escore de sedação 2, ou seja, mostraram-se mais cooperativos, porém não apresentaram relaxamento muscular intenso. Portanto, há necessidade de mais estudos para confirmar se a dexmedetomidina oferece uma proteção em relação aos parâmetros ventilatórios em carcarás ou se a manutenção da frequência respiratória está basicamente relacionada à indução de uma sedação muito leve nestes animais na dose estudada.

Houve variação no tempo de início e duração do efeito entre os grupos. Essa variação se deve provavelmente à diferença de resposta ao fármaco, ao estresse, ao porte e a característica de atividade de cada espécie. O tempo de início da sedação observado após a administração da dexmedetomidina em pombos e rapinantes é de 3 a 5 minutos. Já o tempo em que é atingido o maior grau de sedação é variável, provavelmente porque os trabalhos utilizam doses, espécies e vias de administração diferentes. Esse tempo foi de aproximadamente 7 a 8 minutos em rapinantes e de 20 a 30 minutos em pombos que receberam dexmedetomidina e midazolam por via intranasal (SANTANGELO et al., 2009; HORNAK et al., 2015).

Por ser um fármaco fortemente específico para receptores  $\alpha_2$ -adrenérgicos, os efeitos da dexmedetomidina podem ser revertidos pelo antagonista específico atipamezole. Este fármaco é um antagonista potente, seletivo e específico dos adrenoceptores  $\alpha_2$  localizados central e periféricamente (VIRTANEN; SAVOLA; SAANO, 1989).

Segundo consta em bula, a dose ideal em microgramas por quilograma é dez vezes a dose de dexmedetomidina para cães e cinco vezes a dose de dexmedetomidina para gatos (ANTISEDAN® BULA). A utilização de um volume de atipamezole que corresponde ao mesmo volume de dexmedetomidina (1:1) é uma regra geral, porém, há poucos dados disponíveis sobre a eficácia deste volume de reversão da dexmedetomidina em aves (GREENACRE; LYNNE LUNA; MORISHITA, 2018).

Observou-se neste estudo que houve reversão completa dos efeitos sedativos e hemodinâmicos cinco minutos após a administração do antagonista. Esse resultado está de acordo com os observados na literatura em que a administração do atipamezole foi eficaz na reversão completa do efeitos analgésicos, sedativos e hemodinâmicos da dexmedetomidina em cães e gatos (GRANHOLM et al., 2006, 2007). Em rapinantes, o antagonismo do fármaco também foi rápido e eficaz, revertendo completamente o efeito clínico da dexmedetomidina. O tempo de recuperação do reflexo de endireitamento e posição bipedal para esses animais foi de aproximadamente 5 minutos, assim como observado no presente trabalho (SANTANGELO et al., 2009).

#### 6.1.LIMITAÇÕES

Como citado anteriormente, existem algumas evidências de que a sensibilidade à sedação induzida pela dexmedetomidina pode ser reduzida em situações de estresse ou quando o animal é exposto à ruídos de alta intensidade (SANDMEIER, 2000; LEMKE; K.A., 2007; ALBRIGHT et al., 2017). Portanto, em razão de o experimento não ser realizado em um ambiente totalmente isento de eventuais estímulos sonoros externos, este fator pode ter contribuído com o resultado observado.

O fato de os animais terem sido mantidos em decúbito dorsal durante todo o período de estudo também pode ter sido um fator estressante, tornando alguns indivíduos menos sensíveis à ação do fármaco, gerando resultado heterogêneo. Além

disso, o estresse pode justificar a evidência de que o início das alterações hemodinâmicas é observado precocemente em relação ao início dos sinais de sedação.

O escore de sedação adotado neste estudo foi baseado no utilizado para avaliar o comportamento de araras canindé (*Ara ararauna*) sedadas com midazolam (SCHÄFFERA et al., 2016). A adaptação para este trabalho incluiu o movimento de bicos e garras na avaliação. No entanto, o autor acredita que uma escala com maior graduação seria mais adequada para classificar escores intermediários de sedação apresentados.

## **7. CONCLUSÃO**

Nos rapinantes estudados, a dexmedetomidina, na dose empregada e usada como agente único, pode ser uma opção de sedação leve para contenção, procedimentos de curta duração ou medicação pré-anestésica em exemplares saudáveis da espécie. No entanto, recomenda-se cautela em aves que demonstram instabilidade hemodinâmica, comprometimento respiratório, ou que necessitam de sedação mais profunda e de maior duração. O estudo da associação da dexmedetomidina com outros fármacos com objetivo de induzir sedação eficaz, segura e com menos efeitos adversos é interessante. A ecocardiografia, além de ser uma importante ferramenta diagnóstica, foi útil no monitoramento do débito cardíaco das aves deste estudo.



## REFERÊNCIAS

- ALBRIGHT, J. D. et al. Effect of environmental noise and music on dexmedetomidine-induced sedation in dogs. **PeerJ**, v. 5, n. 7, p. e3659, 31 jul. 2017. Disponível em: <<https://peerj.com/articles/3659>>.
- ALVERSON, D. C. et al. Noninvasive pulsed Doppler determination of cardiac output in neonates and children. **The Journal of Pediatrics**, v. 101, n. 1, p. 46–50, jul. 1982. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022347682801789>>.
- ALVES, T. C. A.; BRAZ, J. R. C.; VIANNA, P. T. G.  $\alpha$ 2-Agonistas em anestesiologia: Aspectos clínicos e farmacológicos. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 50, n. 5, p. 396–404, 2000. Disponível em: <<https://www.bjan-sba.org/article/5e498c3b0aec5119028b49df/pdf/rba-50-5-396.pdf>>.
- ANDERY, D. de A. et al. Health assessment of raptors in triage in Belo Horizonte, MG, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 15, n. 3, p. 247–256, set. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-635X2013000300012&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2013000300012&lng=en&tlng=en)>.
- BEEST, J. Ter et al. Thiafentanil-dexmedetomidine-telazol anesthesia in greater rheas (*Rhea americana*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 43, n. 4, p. 802–807, 14 dez. 2012. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1638/2011-0175R2.1>>.
- BERGAMASCHI, V. et al. Avaliação ecocardiográfica transtorácica do débito cardíaco feita por médicos da unidade de terapia intensiva em pacientes críticos sob ventilação mecânica. **Brazilian Journal of Anesthesiology**, v. 69, n. 1, p. 20–26, jan. 2019. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0034709417306438>>.
- BILDSTEIN, K. L. Introducing Raptors. In: **Raptors**. 1. ed. Ithaca, NY: Cornell University Press, 2017. p. 1–19.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. **Country profile: Brazil**. Disponível em: <<http://www.birdlife.org/datazone/country/brazil>>. Acesso em: 26 ago. 2020.
- BLOOR, B. C. et al. The effects of medetomidine, an alpha 2-adrenergic agonist, on ventilatory drive in the dog. **Acta veterinaria Scandinavica. Supplementum**, v. 85, p. 65–70, 1989. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2571280>>.
- BLOOR, B. C. et al. Hemodynamic and sedative effects of dexmedetomidine in dog. **Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics**, v. 263, n. 2, p. 690 LP – 697, 1 nov. 1992. Disponível em: <<http://jpet.aspetjournals.org/content/263/2/690.abstract>>.
- BYLUND, D. B. et al. International Union of Pharmacology nomenclature of adrenoceptors. **Pharmacological reviews**, v. 46, n. 2, p. 121–36, jun. 1994. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7938162>>.
- CALZADA, B. C.; ARTINANO, A. A. de. Alpha-adrenoceptor subtypes. **Pharmacological Research**, v. 44, n. 3, p. 195–208, 1 set. 2001. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1043661801908576?via%3Dihub>>. Acesso em: 13 dez. 2019.

CHITTY, J. Care of the Geriatric Raptor. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 23, n. 3, p. 503–523, set. 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1094919420300335>>.

CONGDON, J. M. et al. Evaluation of the sedative and cardiovascular effects of intramuscular administration of dexmedetomidine with and without concurrent atropine administration in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 239, n. 1, p. 81–89, jul. 2011. Disponível em: <<https://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/javma.239.1.81>>.

COOPER, J. E. Post-mortem findings in East African birds of prey. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 9, n. 4, p. 368–375, out. 1973. Disponível em: <<http://www.jwildlifedis.org/doi/10.7589/0090-3558-9.4.368>>.

DE JONGE, A.; TIMMERMANS, P. B. M. W. M.; VAN ZWIETEN, P. A. Participation of cardiac presynaptic  $\alpha$ 2-Adrenoceptors in the bradycardiac effects of clonidine and analogues. **Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology**, v. 317, n. 1, p. 8–12, ago. 1981. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/BF00506249>>.

DÍEZ-ALARCIA, R. et al. Pharmacological characterization and autoradiographic distribution of  $\alpha$ 2-adrenoceptor antagonist [3H]RX 821002 binding sites in the chicken brain. **Neuroscience**, v. 141, n. 1, p. 357–369, 2006. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306452206003976>>.

FILADELFI, A. et al. Adrenoceptors in avian and fish pigment cells. **Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology**, v. 172, n. 7, p. 599–606, 1 out. 2002. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00360-002-0288-6>>.

FITZGERALD, B. C.; BEAUFRÈRE, H. Cardiology. In: SPEER, B. (Ed.). **Current therapy in avian medicine and surgery**. First ed. St. Louis, Missouri: Elsevier Health Sciences, 2015. p. 252–320.

FREED, D.; BAKER, B. Antagonism of Xylazine Hydrochloride Sedation in Raptors by Yohimbine Hydrochloride. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 25, n. 1, p. 136–138, jan. 1989. Disponível em: <<http://www.jwildlifedis.org/doi/10.7589/0090-3558-25.1.136>>.

GAUTHIER, C. et al. Functional beta3-adrenoceptor in the human heart. **Journal of Clinical Investigation**, v. 98, n. 2, p. 556–562, 15 jul. 1996. Disponível em: <<http://www.jci.org/articles/view/118823>>.

GRANHOLM, M. et al. Evaluation of the clinical efficacy and safety of dexmedetomidine or medetomidine in cats and their reversal with atipamezole. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 33, n. 4, p. 214–223, jul. 2006. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1467298716309308>>.

GRANHOLM, M. et al. Evaluation of the clinical efficacy and safety of intramuscular and intravenous doses of dexmedetomidine and medetomidine in dogs and their reversal with atipamezole. **Veterinary Record**, v. 160, n. 26, p. 891–897, jun. 2007.

Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1136/vr.160.26.891>>.

GREENACRE, C. B.; LYNNE LUNA, G.; MORISHITA, T. Y. Backyard Poultry and Waterfowl. In: **Exotic Animal Formulary**. [s.l.] Elsevier, 2018. p. 376–431.

GRESPLAN, G.; RASO, T. de F. Psittaciformes (Araras, Papagaios, Periquitos, Calopsitas e Cacatuas). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. .; CATÃO-DIAS, J. L. (Ed.). **Tratado de animais selvagens: medicina veterinária**. 2. ed. São Paulo: ROCA, 2014. p. 570–573.

GRUBB, T. et al. 2020 AAHA Anesthesia and Monitoring Guidelines for Dogs and Cats\*. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 56, n. 2, p. 59–82, 1 mar. 2020. Disponível em: <<https://meridian.allenpress.com/jaaha/article/56/2/59/435292/2020-AAHA-Anesthesia-and-Monitoring-Guidelines-for>>.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Débito cardíaco; Retorno venoso e suas regulações. In: GUYTON, A. C.; HALL, J. E. (Ed.). **Tratado de fisiologia médica**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011a. p. 241–254.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. O músculo cardíaco; o coração como uma bomba e a função das válvulas cardíacas. In: GUYTON, A. C.; HALL, J. E. (Ed.). **Tratado de fisiologia médica**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011b. p. 107–119.

HALL, J. E. et al. Sedative, Amnestic, and Analgesic Properties of Small-Dose Dexmedetomidine Infusions. **Anesthesia & Analgesia**, v. 90, n. 3, p. 699–705, mar. 2000. Disponível em: <<http://journals.lww.com/00000539-200003000-00035>>.

HALL, L. W.; CLARKE, K. W.; TRIM, C. M. Anaesthesia of birds, laboratory animals and wild animals. In: HALL, L. W.; CLARKE, K. W.; TRIM, C. M. (Ed.). **Veterinary Anesthesia**. 10. ed. England: WB Saunders, 2001. p. 463–480.

HAWKINS, M. G.; ZEHNDER, A. M.; PASCOE, P. J. Cagebirds. In: GARY WEST DVM, DIPL ACZM DARRYL HEARD BSC, BVMS, PHD, DIPL ACZM NIGEL CAULKETT DVM, MVETSC, D. A. (Ed.). **Zoo Animal and Wildlife Immobilization and Anesthesia**. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2014. p. 399–433.

HORNAK, S. et al. A preliminary trial of the sedation induced by intranasal administration of midazolam alone or in combination with dexmedetomidine and reversal by atipamezole for a short-term immobilization in pigeons. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 42, n. 2, p. 192–196, mar. 2015. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1467298716300927>>.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: volume III - Aves. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (Org.). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio, 2018. p.17.

JOPPERT, A. M. Accipitriformes, Falconiformes e Strigiformes (Gaviões, Águias, Falcões e Corujas). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. (Ed.). **Tratado de animais selvagens: medicina veterinária**. 2. ed. São Paulo: ROCA, 2014. p. 1007–1043.

JOSEPH, V. Raptor Medicine: An Approach to Wild, Falconry, and Educational Birds

of Prey. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 9, n. 2, p. 321–345, maio 2006. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1094919406000120>>.

JOZWIAK, M.; MONNET, X.; TEBOUL, J.-L. Monitoring: from cardiac output monitoring to echocardiography. **Current Opinion in Critical Care**, v. 21, n. 5, p. 395–401, out. 2015. Disponível em: <<http://journals.lww.com/00075198-201510000-00006>>.

KEATING, G. M. Dexmedetomidine: A Review of Its Use for Sedation in the Intensive Care Setting. **Drugs**, v. 75, n. 10, p. 1119–1130, 11 jul. 2015. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s40265-015-0419-5>>.

KEYMER, I. F. Diseases of birds of prey. **The Veterinary record**, v. 90, n. 21, p. 579–94, 20 maio 1972. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5073130>>.

KLIDE, A. M.; CALDERWOOD, H. W.; SOMA, L. R. Cardiopulmonary effects of xylazine in dogs. **American journal of veterinary research**, v. 36, n. 7, p. 931–5, jul. 1975. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1147358>>.

KOROGLU, A. et al. Sedative, haemodynamic and respiratory effects of dexmedetomidine in children undergoing magnetic resonance imaging examination: preliminary results. **British Journal of Anaesthesia**, v. 94, n. 6, p. 821–824, jun. 2005. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0007091217360385>>.

KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.-E. et al. Transcoelomic Two-Dimensional Echocardiography in the Avian Patient. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 9, n. 1, p. 19–31, 1995. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/30130666>>.

KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.-E. et al. Research on the Anatomy and Pathology of the Psittacine Heart. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 18, n. 1, p. 2–11, mar. 2004. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1647/2002-004>>.

KUUSELA et al. Clinical effects and pharmacokinetics of medetomidine and its enantiomers in dogs. **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics**, v. 23, n. 1, p. 15–20, fev. 2000. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-2885.2000.00245.x>>.

LEACHE IRIGOYEN, J. et al. Accuracy of cardiac output estimations by transthoracic echocardiography compared with an accepted method of thermodilution, the pulmonary artery catheter, in the critically ill patients. **Intensive Care Medicine Experimental**, v. 3, n. S1, p. A598, 1 dez. 2015. Disponível em: <<https://icm-experimental.springeropen.com/articles/10.1186/2197-425X-3-S1-A598>>.

LEGLER, M. et al. Color Flow Doppler Echocardiography in Healthy Racing Pigeons (*Columba livia f. domestica*) and the Evidence of Physiological Blood Flow Vortex Formations. **Veterinary Sciences**, v. 7, n. 2, p. 60, 4 maio 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2306-7381/7/2/60>>.

LEMKE; K.A. Anticholinergics and sedatives. In: **Lumb & Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia**. 4. ed. Australia: Blackwell, 2007. p. 210–239.

- LEVETT, J. M.; REPLOGLE, R. L. Thermodilution cardiac output: A critical analysis and review of the literature. **Journal of Surgical Research**, v. 27, n. 6, p. 392–404, dez. 1979. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0022480479901598>>.
- LOPES, P. C. F. et al. Comparison between two methods for cardiac output measurement in propofol-anesthetized dogs: thermodilution and Doppler. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 37, n. 5, p. 401–408, set. 2010. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1467298716305955>>.
- MADRON, É. de. Normal Echocardiographic Values: TM, 2D, and Doppler Spectral Modes. In: CHETBOUL, V.; BUSSADORI, C.; MADRON, É. DE (Ed.). **Clinical Echocardiography of the Dog and Cat**. 1. ed. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2015. p. 21–38.
- MANTOVANI, M. M. et al. Clinical monitoring of cardiac output assessed by tranoesophageal echocardiography in anaesthetised dogs: a comparison with the thermodilution technique. **BMC Veterinary Research**, v. 13, n. 1, p. 325, 9 dez. 2017. Disponível em: <<https://bmcvetres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12917-017-1227-9>>.
- MARTINEZ-LEMUS, L. et al. Echocardiographic evaluation of cardiac structure and function in broiler and Leghorn chickens. **Poultry Science**, v. 77, n. 7, p. 1045–1050, jul. 1998. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0032579119409218>>.
- MASOUDIFARD, M. et al. Normal echocardiographic findings in healthy pigeons. **Iranian Journal of Veterinary Surgery**, v. 11, n. 25, p. 7–13, 2016. Disponível em: <[https://www.ivsajournals.com/article\\_46393.html](https://www.ivsajournals.com/article_46393.html)>. Acesso em: 2 jun. 2020.
- MENQ, W. **Aves de Rapina Brasil**. Disponível em: <[http://www.avesderapinabrasil.com/caracteristicas\\_gerais.htm](http://www.avesderapinabrasil.com/caracteristicas_gerais.htm)>. Acesso em: 16 jun. 2020.
- MORAIS, H. A.; SCHWARTZ, D. S. Pathophysiology of Heart Failure. In: ETTINGER, S.J., FELDMAN, E. C. (Ed.). **Textbook of Veterinary internal Medicine**. 6. ed. Philadelphia: WB Saunders, 2005. p. 914–939.
- MURREL; J.C. Agentes adrenérgicos. In: **Lumb & Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia**. 5. ed. Rio de Janeiro: ROCA, 2017. p. 540.
- MURRELL, J. C.; HELLEBREKERS, L. J. Medetomidine and dexmedetomidine: a review of cardiovascular effects and antinociceptive properties in the dog. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 32, n. 3, p. 117–127, maio 2005. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1467298716308935>>.
- NASCIMENTO, F. M. do et al. Brachial Plexus Block with Use of a Neurostimulator in a Striped owl (*Asio clamator*) Undergoing Wing Amputation. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 47, n. January, p. 1–6, 22 jan. 2019. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ActaScientiaeVeterinariae/article/view/89521>>.
- NGUYEN, D. et al. Ventilatory Effects of Dexmedetomidine, Atipamezole, and Isoflurane in Dogs. **Anesthesiology**, v. 76, n. 4, p. 573–579, 1 abr. 1992. Disponível

em: <<https://pubs.asahq.org/anesthesiology/article/76/4/573/32452/Ventilatory-Effects-of-Dexmedetomidine-Atipamezole>>.

OGLESBEE, B. L.; OGLESBEE, M. J. Results of postmortem examination of psittacine birds with cardiac disease: 26 cases (1991-1995). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 212, n. 11, p. 1737–42, 1 jun. 1998. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9621881>>.

PACHECO, J. F. et al. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. **Ornithology Research**, v. 29, n. 2, p. 94–105, 26 jun. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>>.

PAUL-MURPHY, J.; FIALKOWSKI, J. Injectable Anesthesia and Analgesia of Birds. In: GLEED, R. D.; LUDDERS, J. W. (Ed.). **Recent Advances in Veterinary Anesthesia and Analgesia: Companion Animals**. Ithaca, New York, USA: International Veterinary Information Service ([www.ivis.org](http://www.ivis.org)), 2001.

PEES, M. Cardiovascular Physiology and Diseases of Pet Birds. **Veterinary Clinics of NA: Exotic Pet**, v. 12, n. 1, p. 81–97, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cvex.2008.08.003>>.

PEES, M.; KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.-E. Avian echocardiography. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, v. 14, n. 1, p. 14–21, jan. 2005. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1055937X04000842>>.

PEES, M.; STRAUB, J.; KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.-E. Echocardiographic examinations of 60 African grey parrots and 30 other psittacine birds. **Veterinary Record**, v. 155, n. 3, p. 73–76, jul. 2004. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1136/vr.155.3.73>>.

PIACENTINI, V. de Q. et al. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee / Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 23, n. 2, p. 91–298, 2015. Disponível em: <[http://www.revbrasilornitol.com.br/BJO/article/view/1263/pdf\\_905](http://www.revbrasilornitol.com.br/BJO/article/view/1263/pdf_905)>.

POLLOCK, A.; CHRISTAL, G.; SUSAN, E. Sedative Effects of Medetomidine in Pigeons ( *Columba livia* ). **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 15, n. 2, p. 95–100, 2001. Disponível em: <[https://bioone.org/journals/journal-of-avian-medicine-and-surgery/volume-15/issue-2/1082-6742\(2001\)015%5B0095%3ASEOMIP%5D2.0.CO%3B2/Sedative-Effects-of-Medetomidine-in-Pigeons-Columba-livia/10.1647/1082-6742\(2001\)015\[0095:SEOMIP\]2.0.CO;2.short](https://bioone.org/journals/journal-of-avian-medicine-and-surgery/volume-15/issue-2/1082-6742(2001)015%5B0095%3ASEOMIP%5D2.0.CO%3B2/Sedative-Effects-of-Medetomidine-in-Pigeons-Columba-livia/10.1647/1082-6742(2001)015[0095:SEOMIP]2.0.CO;2.short)>.

PYPENDOP, B. H. et al. Hemodynamic effects of dexmedetomidine in isoflurane-anesthetized cats. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 38, n. 6, p. 555–567, nov. 2011. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S146729871630681X>>.

RANDALL, W. C. et al. Multiple central  $\alpha_2$  adrenoceptors of avian and mammalian species. **Biochemical Pharmacology**, v. 32, n. 12, p. 1933–1940, jun. 1983. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0006295283900618>>.

RANKIN, D. C. Sedativos e Tranquilizantes. In: GRIMM, K. A. et al. (Ed.). **Lumb & Jones | Anestesiologia e analgesia em veterinária (tradução)**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Roca, 2017. p. 585–598.

SANDMEIER, P. Evaluation of Medetomidine for Short-Term Immobilization of Domestic Pigeons ( *Columba livia* ) and Amazon Parrots ( *Amazona* species ). **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 14, n. 1, p. 8–14, 2000. Disponível em: <[https://bioone.org/journals/journal-of-avian-medicine-and-surgery/volume-14/issue-1/1082-6742\(2000\)014%5B0008%3AEOMFST%5D2.0.CO%3B2/Evaluation-of-Medetomidine-for-Short-Term-Immobilization-of-Domestic-Pigeons/10.1647/1082-6742\(2000\)014\[0008:EOMFST\]2.0.CO;2](https://bioone.org/journals/journal-of-avian-medicine-and-surgery/volume-14/issue-1/1082-6742(2000)014%5B0008%3AEOMFST%5D2.0.CO%3B2/Evaluation-of-Medetomidine-for-Short-Term-Immobilization-of-Domestic-Pigeons/10.1647/1082-6742(2000)014[0008:EOMFST]2.0.CO;2)>.

SANTANGELO, B. et al. Dexmedetomidine chemical restraint of two raptor species undergoing inhalation anaesthesia. **Veterinary Research Communications**, v. 33, n. S1, p. 209–211, 14 set. 2009. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11259-009-9274-8>>.

SCHÄFFERA, D. P. et al. Intranasal administration of midazolam in blue-and- yellow macaws ( *Ara araruana* ): evaluation of sedative effects. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, p. 459–460, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1467298716301167>>.

SHIH, A. et al. Assessment of cardiac output measurement in dogs by transpulmonary pulse contour analysis. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 21, n. 4, p. 321–327, ago. 2011. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1476-4431.2011.00651.x>>.

SOARES, E. S. . et al. Série Espécies Ameaçadas nº5. In: **Plano de ação nacional para a conservação de aves de rapina**. Brasília: ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2008. p. 136.

STRAUB, J. et al. Pulsed-wave Doppler echocardiography in birds of prey. **The Veterinary record**, v. 153, n. 24, p. 742–746, 13 dez. 2003. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14703178>>.

STRAUB, J. et al. Pulsed-wave Doppler derived velocity of diastolic ventricular inflow and systolic aortic outflow in raptors. **Veterinary Record**, v. 154, n. 5, p. 145–147, jan. 2004. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1136/vr.154.5.145>>.

STRUNK, A.; WILSON, G. H. Avian cardiology. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 6, n. 1, p. 1–28, jan. 2003. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1094919402000312>>.

TAYO, F. M. Are there  $\alpha$ -adrenoceptors in the young chick atria? **British Journal of Pharmacology**, v. 81, n. 2, p. 289–291, fev. 1984. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1476-5381.1984.tb10077.x>>.

TIBBY, S. M. Monitoring cardiac function in intensive care. **Archives of Disease in Childhood**, v. 88, n. 1, p. 46–52, 1 jan. 2003. Disponível em: <<https://adc.bmj.com/lookup/doi/10.1136/adc.88.1.46>>.

TRISTAN, T. The Aging Raptor. **Veterinary Clinics of NA: Exotic Pet**, v. 13, n. 1, p. 51–84, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cvex.2009.10.001>>.

- UILENREEF, J. J. et al. Dexmedetomidine continuous rate infusion during isoflurane anaesthesia in canine surgical patients. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 35, n. 1, p. 1–12, jan. 2008. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1467298716307474>>.
- UZUN, M. et al. Effects of xylazine, medetomidine, detomidine, and diazepam on sedation, heart and respiratory rates, and cloacal temperature in rock partridges (*Alectoris graeca*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 37, n. 2, p. 135–140, jun. 2006. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/abs/10.1638/05-005.1>>.
- VIRTANEN, R.; SAVOLA, J. M.; SAANO, V. Highly selective and specific antagonism of central and peripheral alpha 2-adrenoceptors by atipamezole. **Archives internationales de pharmacodynamie et de therapie**, v. 297, p. 190–204, 1989. Disponível em: <<http://europepmc.org/abstract/MED/2567152>>.
- WALL, M. E. et al. Norepinephrine-induced calcium signaling and expression of adrenoceptors in avian tendon cells. **American Journal of Physiology-Cell Physiology**, v. 287, n. 4, p. C912–C918, out. 2004. Disponível em: <<https://www.physiology.org/doi/10.1152/ajpcell.00099.2004>>.
- WEERINK, M. A. S. et al. Clinical Pharmacokinetics and Pharmacodynamics of Dexmedetomidine. **Clinical Pharmacokinetics**, v. 56, n. 8, p. 893–913, 19 ago. 2017. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s40262-017-0507-7>>.
- WELLE, K. R.; LIGHTFOOT, T.; REAVILL, D. Cardiovascular Disease in Aging Birds. In: **Advancing and Promoting Avian Medicine and Stewardship. In: Proceedings**. Washington, USA: Citeseer, 2011. p. 9–14.
- WIT, M. de; SCHOEMAKER, N. J. Clinical approach to avian cardiac disease. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, v. 14, n. 1, p. 6–13, jan. 2005. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1055937X04000830>>.
- YADEGARI, M. et al. Normal Echocardiographic Findings in Four Month Old Male Ostrich (*Struthio camelus*). **Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi**, v. 19, n. 6, p. 995–999, 2013. Disponível em: <[http://vetdergi.kafkas.edu.tr/extdocs/2013\\_6/995-999.pdf](http://vetdergi.kafkas.edu.tr/extdocs/2013_6/995-999.pdf)>.