

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA



UNIVERSIDADE  
DE LISBOA



ESTUDO PROSPECTIVO DOS VALORES RADIOGRÁFICOS DE REFERÊNCIA DO  
TAMANHO DA SILHUETA CARDÍACA DO COBAIO (*Cavia porcellus*)

MARIANA NOBRE TAVARES

ORIENTADOR:  
Doutor José Henrique Duarte Correia

TUTOR:  
Dr. Rui Filipe Galinho Patrício

2023

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA



UNIVERSIDADE  
DE LISBOA



ESTUDO PROSPECTIVO DOS VALORES RADIOGRÁFICOS DE REFERÊNCIA DO  
TAMANHO DA SILHUETA CARDÍACA EM COBAIOS (*Cavia porcellus*)

MARIANA NOBRE TAVARES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO MEDICINA VETERINÁRIA

JÚRI

PRESIDENTE:

Doutora Maria Constança Matias Ferreira  
Pomba

ORIENTADOR:

Doutor José Henrique Duarte Correia

VOGAIS:

Doutor José Henrique Duarte Correia  
Doutora Maria Rita Garcia da Fonseca  
Pequito

TUTOR:

Dr. Rui Filipe Galinho Patrício

## DECLARAÇÃO RELATIVA ÀS CONDIÇÕES DE REPRODUÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Nome: Mariana Nobre Tavares

Título da Tese ou Dissertação: Estudo Prospectivo dos valores radiográficos de referencia do tamanho da silueta cardíaca do cobaio (*Cavia porcellus*)

Ano de conclusão (indicar o da data da realização das provas públicas): 2023

Designação do curso de  
Mestrado ou de  
Doutoramento: Mestrado Integrado de Medicina Veterinária

Área científica em que melhor se enquadra (assinale uma):

- Clínica  Produção Animal e Segurança Alimentar  
 Morfologia e Função  Sanidade Animal

Declaro sobre compromisso de honra que a tese ou dissertação agora entregue corresponde à que foi aprovada pelo júri constituído pela Faculdade de Medicina Veterinária da ULISBOA.

Declaro que concedo à Faculdade de Medicina Veterinária e aos seus agentes uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório institucional, nas condições abaixo indicadas, a minha tese ou dissertação, no todo ou em parte, em suporte digital.

Declaro que autorizo a Faculdade de Medicina Veterinária a arquivar mais de uma cópia da tese ou dissertação e a, sem alterar o seu conteúdo, converter o documento entregue, para qualquer formato de ficheiro, meio ou suporte, para efeitos de preservação e acesso.

Retenho todos os direitos de autor relativos à tese ou dissertação, e o direito de a usar em trabalhos futuros (como artigos ou livros).

Concordo que a minha tese ou dissertação seja colocada no repositório da Faculdade de Medicina Veterinária com o seguinte estatuto (assinale um):

- Disponibilização imediata do conjunto do trabalho para acesso mundial;
- Disponibilização do conjunto do trabalho para acesso exclusivo na Faculdade de Medicina Veterinária durante o período de  6 meses,  12 meses, sendo que após o tempo assinalado autorizo o acesso mundial\*;

\* Indique o motivo do embargo (OBRIGATÓRIO)

Nos exemplares das dissertações de mestrado ou teses de doutoramento entregues para a prestação de provas na Universidade e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito na Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa deve constar uma das seguintes declarações (incluir apenas uma das três):

- É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
- É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE/TRABALHO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.) APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.
- DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.) NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO.

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, \_\_ 12 \_\_ de \_\_ Maio \_\_ de 2023 \_\_

(indicar aqui a data da realização das provas públicas)

Assinatura: Mariana Tavares

## Agradecimentos

Sem dúvida alguma que o primeiro e o maior agradecimento teria de ser para a minha mãe! Para quem já conhece a nossa história, sabe que a minha mãe se viu sozinha com 28 anos e quatro filhos muito pequenos. Eu acho, não, eu tenho a certeza de que qualquer pessoa nesta posição ficaria muito perto do abismo, mas a minha mãe escolheu dar uso a toda a força que tinha, mudar-se para 300km de tudo o que conhecia e dar aos filhos a melhor vida que alguma vez podíamos pedir. Obrigada por toda a educação, por toda a liberdade de escolha que sempre nos permitiste ter, por nos deixares errar muitas vezes e permitir-nos aprender com isso e principalmente obrigada por todo o apoio incondicional que sempre nos deste. É de ti que herdei todo este amor por animais e não o mudaria por nada deste mundo.

Obviamente que a família vem primeiro do que qualquer outra pessoa e os meus irmãos também foram importantes para conseguir chegar a este final de capítulo. Maria, João e Rita, somos todos tão diferentes e tão iguais, já viram? Agradeço muito ter crescido convosco e terem-me proporcionado uma infância tão feliz. Convosco aprendi o que é lidar com personalidades tão diferentes e fortes e tenho a certeza de que será uma mais-valia no mundo do trabalho. Um obrigada especial à minha irmã Rita, que me acompanhou em Lisboa durante uns aninhos e sempre partilhou comigo a loucura dos animais.

Aos meus amigos da faculdade: Francisca, Manuel, Marta, Miguel, Raquel, Sofia e Teresa, obrigada por estes aninhos incríveis! Juntos desde a primeira semana até às apresentações finais e espero que até ao fim das nossas vidas. Um obrigada gigante por toda a união que tivemos, todas festas, férias, jantares, dias e noites inteiras de estudos que passamos juntos. A vossa felicidade é sem dúvida a minha e tenho a certeza que a vida vos sorrirá muito.

À minha Belchi, sem dúvida das pessoas mais importantes da minha vida. Obrigada por todo o amor realmente incondicional que sempre tiveste para mim. Mal posso esperar por nos ver crescer e acompanhar, de perto ou longe, todas as tuas conquistas. Obrigada pela companhia no estudo e pelo apoio na vida.

Obrigada a todas as pessoas que encontrei pelo caminho da veterinária. Todos, à sua forma, ajudaram o meu percurso. Obrigada Rita Antunes e a Dr.Sónia Miranda do hospital do Atlântico, em Mafra, por nunca me terem negado ajuda ao longo deste último ano e por me inspirarem a ser cada vez melhor. Obrigada ao Dr.Rui Patrício por todo o ensinamento e aconselhamento que me deu ao longo deste trajeto final, prometo um dia ficar orgulhoso da sua ex-estagiária. Obrigada também ao professor José Correia por ter aceite ser meu orientador e me ter ajudado nisto que é escrever uma dissertação.

A todos os meus amigos fora deste meio, obrigada por me ajudarem a distrair a cabeça. Felizmente a vida não é só trabalho e sei que posso sempre contar convosco para

fugir um bocado dessa realidade. Obrigada por todas as alturas em que estava bem e principalmente naquelas em que não estava.

Finalmente uma mega obrigada ao meu namorado Luís! Sei que juntos ainda temos muita história por viver e que tu serás sempre o meu fã nº1. Obrigada por todo o amor e apoio que me tens dado, por aceites sempre todas as minhas loucuras no primeiro segundo em que as conto. Obrigada por acreditares tanto em mim e principalmente por me aceites tal e qual como sou.

## Resumo

### Título: Estudo prospectivo dos valores radiográficos de referência do tamanho da silhueta cardíaca do cobaio (*Cavia porcellus*)

Nos últimos anos tem-se verificado um grande aumento dos animais exóticos como animais de estimação. Também o conhecimento e empenho por parte dos titulares tem sido cada vez maior, o que tem levado à necessidade de evolução da clínica de novos animais de companhia. Apesar de pouco estudada, sabe-se que a doença cardíaca pode afetar os cobaios, sendo um dos sinais mais comuns a alteração das dimensões cardíacas.

Esta dissertação tem como objetivo contribuir para o estudo radiográfico da silhueta cardíaca dos cobaios. Para isto, foram realizadas radiografias torácicas laterais direitas e ventrodorsais a 30 animais (9 fêmeas e 21 machos, com um peso médio de 609 gramas e idade compreendidas entre os 6 meses e os 2 anos). Foram medidos diretamente os eixos da silhueta cardíaca, o comprimento do esterno, a altura da entrada da cavidade torácica e a distância entre T4 e T6; nas radiografias laterais. Nas radiografias torácicas ventrodorsais foi medida a largura da silhueta cardíaca e a largura da cavidade torácica. Todas estas partes anatómicas têm uma forte correlação com o peso individual do animal. Foi então calculado o *vertebral heart score* (VHS) e o rácio cardioesternal (RCE), o rácio entre o tamanho do coração e a altura da entrada da cavidade torácica (RAT) e o rácio cardiorácico (RCT).

Quanto aos resultados obtidos no presente estudo, determinou-se uma média de valores VHS de 7,43 ( $\pm 0,35$ ). Determinou-se também um RCE médio de 1,71 ( $\pm 0,14$ ); um RAT médio de 3,21 ( $\pm 0,36$ ) e um RCT médio de 0,53 ( $\pm 0,04$ ). Não foram encontradas diferenças estatisticamente relevantes, relativas aos rácios estudados e ao VHS, entre os machos e as fêmeas do estudo. O tamanho da silhueta cardíaca revelou uma maior correlação com o comprimento do esterno ( $r_s=0,785$ ), seguida da largura torácica ( $r_s=0,782$ ) e a distância entre T4 e T6 ( $r_s=0,77$ ). A altura da entrada do tórax apresentou uma força de correlação intermédia ( $r_s=0,562$ ). Desta forma, o RCE, RCT e VHS são, por ordem decrescente, os melhores indicadores para a avaliação do tamanho da silhueta cardíaca.

Devido à falta de estudos na área não é possível fazer a comparação dos rácios calculados com os de outras espécies. Por outro lado, o valor de VHS aqui obtido encontra-se de acordo com aqueles já previamente calculados.

Devido ao tamanho da amostra do presente estudo, não é possível retirar conclusões definitivas sobre a melhor forma de avaliar radiograficamente a silhueta cardíaca do cobaio. Contudo, os resultados apresentados sugerem que o RCT e o RCE podem vir a ser referências mais precisas do que o VHS na avaliação das dimensões do coração nesta espécie.

**Palavras-chave:** Radiologia; cobaio; coração; *vertebral heart score*.

## **Abstract**

### **Title: Prospective study of the radiographic measures of the size of the cardiac silhouette of the guinea pig (*Cavia porcellus*)**

In the recent years there has been a large increase in exotic animals as pets. The knowledge and commitment on the part of the owners has been increasing, which has led to the need for the evolution of new companion animals' practice. Although little studied, it is known that heart disease can affect guinea pigs, changes in cardiac dimensions being one of the most common signs.

This dissertation aims to contribute to the radiographic study of the cardiac silhouette of guinea pigs. For this purpose, right lateral and ventrodorsal thoracic radiographs were taken of 30 animals (9 females and 21 males, with an average weight of 609g and ages between 6 months and 2 years). On the lateral radiographs, the axes of the cardiac silhouette, the length of the sternum, the height of the entrance to the thoracic cavity and distance between T4 and T6 were directly measured. In the ventrodorsal thoracic radiographs, the width of the cardiac silhouette and the width of the thoracic cavity were measured. All these anatomical parts have a strong correlation with the individual weight of the animal. The vertebral heart score (VHS) and the cardiosternal ratio (RCE), the ratio between the size of the heart and the height of the entrance to the thoracic cavity (RAT) and the cardiothoracic ratio (RCT) were then calculated.

As for the results obtained in the present study, an average VHS value of 7.43 ( $\pm 0.35$ ) was determined. An average RCE of 1.71 ( $\pm 0.14$ ) was also determined; a mean RAT of 3.21 ( $\pm 0.36$ ) and a mean RCT of 0.53 ( $\pm 0.04$ ). No statistically relevant differences were found, regarding the ratios studied and the VHS, between males and females in the study. The size of the cardiac silhouette revealed a greater correlation with the length of the sternum ( $r_s=0.785$ ), followed by the thoracic width ( $r_s=0.782$ ) and the distance between T4 and T6 ( $r_s=0.77$ ). The height of the entrance to the thoracic cavity showed an intermediate correlation strength ( $r_s=0.562$ ). Thus, RCE, RCT and VHS are, in descending order, the best indicators for assessing the size of the cardiac silhouette.

Due to the lack of studies in the area, it is not possible to compare the calculated ratios with those of other species. On the other hand, the VHS value obtained here is in agreement with those previously calculated.

Due to the sample size of the present study, it is not possible to draw definitive conclusions about the best way to radiographically assess the guinea pig's cardiac silhouette. However, the presented results suggest that the RCT and the RCE may become more accurate references than the VHS in the evaluation of heart dimensions in this species.

**Keywords:** radiology; guinea pig; heart; vertebral heart score.

## ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Lista de Figuras.....	ix
Lista de Gráficos.....	x
Lista de Tabelas.....	xi
Lista de Abreviaturas.....	xii
I. RELATÓRIO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO CURRICULAR .....	1
II. INTRODUÇÃO .....	2
III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
<b>1. Clínica de novos animais de companhia .....</b>	<b>3</b>
<b>2. O Cobaio.....</b>	<b>3</b>
2.1. Anatomia e fisiologia .....	4
2.2. Exame físico de estado geral .....	5
<b>3. Doença cardíaca no cobaio .....</b>	<b>7</b>
<b>4. Radiografia em pequenos mamíferos .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1. Medições cardíacas como forma de diagnóstico .....</b>	<b>9</b>
4.2. Constantes radiográficas .....	11
4.3. Projeções e posicionamento do animal.....	12
4.3.1. Projeção latero-lateral direita.....	13
4.3.2. Projeção Ventrodorsal .....	14
IV. ESTUDO DOS VALORES RADIOGRÁFICOS DE REFERÊNCIA DA SILHUETA CARDÍACA EM COBAIOS.....	17
<b>1. Objetivos do estudo.....</b>	<b>17</b>
<b>2. Materiais e Métodos.....</b>	<b>18</b>
2.1 Critérios de inclusão e exclusão .....	18
2.2. Equipamento radiográfico .....	18
2.3. Preparação do animal .....	18
2.4. Procedimento radiográfico .....	19
2.4. Análise das imagens radiográficas.....	20
2.5. Obtenção dos rácios cardíacos .....	21
2.7. Análise estatística .....	22
<b>3. Resultados .....</b>	<b>22</b>
3.1. Descrição da amostra .....	22
3.2. Estudo estatístico das medições .....	23

3.3. Estudo estatístico dos rácios cardíacos .....	26
3.3 Estudo estatístico do vertebral heart score .....	27
<b>4. Discussão .....</b>	<b>28</b>
4.1. Classificação da amostra em estudo.....	28
4.2. Seleção dos parâmetros em estudo .....	29
4.3. Análise das imagens radiográficas.....	31
4.4. Discussão de resultados.....	32
4.4.1 Comparação do VHS com outras espécies .....	33
<b>5. Conclusão .....</b>	<b>37</b>
V.BIBLIOGRAFIA.....	39
ANEXOS.....	43

## **Lista de Figuras**

Figura 1: Exemplar da espécie <i>Cavia porcellus</i> .....	4
Figura 2: Cálculo do vertebral heart score (Buchnan and Bucheler, 1995).....	10
Figura 3: Posicionamento do indivíduo no decúbito lateral direito (Pignon and Meyer 2021) .....	20
Figura 4: Estruturas mensuradas no presente estudo experimental (imagens originais) .....	21

## Lista de Gráficos

Gráfico 1: Distribuição do peso dos indivíduos da amostra, por género. ....	23
Gráfico 2: Relação entre a altura do tórax e o tamanho da silhueta cardíaca, na projeção LLd. .....	24
Gráfico 3: Relação entre o comprimento do esterno e o tamanho da silhueta cardíaca, na projeção LLd.....	24
Gráfico 4: Relação entre a largura do tórax e a largura da silhueta cardíaca, na projeção VD. .....	24
Gráfico 5: Relação entre o comprimento T4-T6 e o tamanho da silhueta cardíaca, na projeção LLd.....	24
Gráfico 6: Relação entre o peso do indivíduo e o tamanho da sua silhueta cardíaca, na projeção LLd.....	25

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Medidas numéricas de síntese das mensurações efetuadas nas imagens radiográficas dos indivíduos. ....	23
Tabela 2: Resultados correlação não paramétrica do teste de spearman entre o peso e as medições cardíacas e torácicas, exceptuando o tamanho da silhueta cardíaca no decúbito lateral.....	26
Tabela 3: Medidas numéricas de síntese dos rácios calculados.....	26
Tabela 4: Medidas numéricas de síntese do VHS (Vertebral heart score). ....	27
Tabela 5: Valores de VHS de diferentes espécies de novos animais de companhia, por ordem crescente.....	35

## **Lista de Abreviaturas**

AT – altura da entrada da cavidade torácica, na projeção lateral direita  
Bpm – batimentos por minutos  
CAMV – centro de atendimento médico-veterinário  
CE – comprimento do esterno, excluindo os processos manúbrio e xifóide, na projeção lateral direita  
DFF – distância foco-filme  
DV – dorsoventral  
kV – quilovolt  
LA – eixo longo da silhueta cardíaca, na projeção lateral direita  
LC – largura da silhueta cardíaca, na projeção ventrodorsal  
LLd - projeção/decúbito lateral direita/o  
LLe – projeção/decúbito lateral esquerda/o  
mA – miliampere  
mAs – miliamperagem/segundo  
RAT – rácio entre o tamanho do coração e a altura da entrada da cavidade torácica  
RCE – rácio cardioesternal  
RCT – rácio cardiotorácico  
rpm – respirações por minuto  
 $r_s$  – coeficiente de correlação de Spearman  
SA – eixo curto da silhueta cardíaca, na projeção lateral direita  
T4-T6 – comprimento da quarta à sexta vértebras torácicas, na projeção lateral direita  
VD – projeção/decúbito ventrodorsal  
VHS – índice cardiovertebral / Vertebral Heart Score / Vertebral Heart Scale / Vertebral Heart

## **I. RELATÓRIO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO CURRICULAR**

No âmbito do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária, realizei um estágio curricular na clínica “AllPets Tires – Clínica Veterinária de Tires” com tutoria do Dr. Rui Patrício. Este estágio encontra-se incluído na área de clínica e cirurgia de novos animais de companhia, tendo sido iniciado no dia 15 de janeiro e terminado no dia 31 de maio. Anteriormente e depois deste, também foi realizado um estágio não curricular no Hospital Veterinário do Atlântico, onde também acompanhei o Dr. Rui Patrício nas suas consultas.

O estágio consistiu essencialmente em acompanhar o Dr. Rui Patrício nas consultas, cirurgias e no tratamento de animais internados. Desta forma foi possível adquirir conhecimentos na área de medicina interna através do acompanhamento das consultas com discussão de diagnósticos, tratamentos e acompanhamento clínico do paciente, assim como preparação e administração de medicamentos. Tendo em conta a variedade de espécies também foi possível desenvolver o conhecimento acerca do maneio das variadas espécies, assim como conhecer e contactar com espécies mais incomuns, e aprender as diversas contenções necessárias ao lidar com estes animais. Uma vez que o Dr. Rui também realizava cirurgias na clínica foi-me também possível, além de assistir às mesmas, servir de ajudante em certas cirurgias e fazer a monitorizações anestésicas de répteis, aves e pequenos mamíferos (assim como realizar sedações das diferentes espécies). Em termos de imagiologia a clínica equipava-se de um raio-x, que permitiu aumentar a capacidade de interpretação das imagens radiográficas assim como aprender os posicionamentos mais adequados. A clínica também possuía um ecógrafo, que foi utilizado apenas em situações de suspeita de distocia em aves e répteis, uma vez que esta é uma doença facilmente identificável ecograficamente.

Além de conhecimento médico, este estágio também me permitiu conhecer a realidade do dia-a-dia de uma clínica veterinária em Portugal. Com o tempo que aqui passei, ganhei soft skills que considero importantes para o meu futuro, aprendi a comunicar com os titulares dos animais e com os outros profissionais da área, a organizar o meu dia a dia e perceber como será o meu futuro.

## II. INTRODUÇÃO

As espécies exóticas estão cada vez mais presentes no quotidiano dos CAMV (centro de atendimento médico-veterinário), aumentando a importância de um maior conhecimento sobre estes novos animais de companhia por toda a equipa médico-veterinária (Ferreira, 2017). Há cada vez mais pessoas a quererem ter um animal exótico como animal de estimação. Joel Ferraz acredita que há um maior conhecimento por parte da população, que começa a interessar-se por novas espécies. (Pinto, 2016). Por estas razões torna-se cada vez mais importante a evolução da medicina dos novos animais de companhia, com o conhecimento de parâmetros clínicos das diferentes espécies.

O cobaio ou porco da Índia é uma espécie muito comum em clínica dos novos animais de companhia. É um animal dócil e sociável, cujo tempo médio de vida é de 8 anos. São animais herbívoros, com o sistema digestivo a ocupar uma grande parte da cavidade abdominal. Não sendo possível estimar a prevalência da doença cardíaca da espécie, sabe-se que esta não é rara em roedores e que muitas vezes estes chegam a consulta já com um estado avançado da doença.

Tal como em clínica do cão e do gato, a radiografia é o primeiro exame de diagnóstico realizado aquando suspeita de doença cardíaca. Uma vez que não é aconselhado fazer extrapolação do tamanho cardíaco relativo de outras espécies para o cobaio, é importante que sejam feitos estudos para padronizar o tamanho da silhueta cardíaca desta espécie.

A presente dissertação tem como objetivo fornecer medições radiográficas para o tamanho da silhueta cardíaca dos cobaios. A relevância deste trabalho é demonstrada pelo facto de, até ao ano de 2021, não haver nenhum estudo acerca das dimensões normais coração desta espécie, não havendo, portanto, valores de referência. Assim sendo, foram realizadas radiografias torácicas nos planos decúbitos latero-lateral direito (LLd) e ventrodorsal (VD) de 30 cobaios sedados, no Hospital Veterinário Anicura Atlântico. Posteriormente foram realizadas as medições da silhueta cardíaca destes animais, do comprimento do esterno, da altura da entrada do tórax (cranialmente à primeira costela), das vertebrae torácicas médias e da largura do tórax (ao nível da inserção da sétima costela). Estas medições permitiram posteriormente o cálculo dos rácios cardioesternal (RCE), entre a silhueta cardíaca e a entrada do tórax (RAT) e o cardiorácico (RCT), assim como o *vertebral heart score* (VHS). Desta forma, espera-se que este estudo possa contribuir para colmatar a falta de informação que existe acerca deste tema.

### III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 1. Clínica de novos animais de companhia

Atualmente é designado como animal exótico todo aquele que não é autóctone (a não ser que mantido em cativeiro) e que não é cão, gato ou cavalo e que não tenham qualquer fim produtivo (Ferreira 2017). Existem cada vez mais pessoas a ter uma espécie exótica como animal de estimação, havendo também um maior conhecimento acerca destas por parte da população, que começa a interessar-se por novas espécies (Marvão 2016, Ballard 2017). Por exemplo, os animais exóticos como animais de estimação tiveram um aumento de mais de 13% nos lares das famílias dos estados unidos da américa (AVMA 2017). Como resultado deste crescimento, os novos animais de companhia são cada vez mais frequentes na clínica, levando a uma necessidade de alargar o conhecimento na área.

O desafio de quem faz clínica de animais exóticos é a grande variedade de espécies em causa (Ballard 2017). Dentro dos pequenos mamíferos os coelhos são os mais populares, seguidos pelos cobaios, hamsters, outros roedores, furões e gerbos (Ballard 2017).

Assim sendo, a educação contínua é uma importante parte de um profissional da área de veterinária, uma vez que aquilo que é conhecido acerca do cuidado e tratamento destes animais está em atualização contínua e o número de espécies relacionadas com medicina de animais exóticos também tem aumentado (Ballard 2017).

Além do desafio da diversidade de espécies, as espécies exóticas evoluíram de forma a mascarar as suas doenças de forma a evitar a predação. Por esta razão, para verificar completamente o estado de saúde de um animal exótico são necessários diversos exames complementares. No mínimo, uma base de diagnóstico para um animal exótico deve incluir: hemograma, análises bioquímicas, urianálise (nos mamíferos) e exame fecal. Em muitos casos, também são necessários radiografia, ecografia ou endoscopia (Mitchell 2009).

#### 2. O Cobaio

O cobaio *Cavia porcellus*, pertence à família *Caviidae* e à subordem dos roedores *Hystricomorpha* (Keeble 2009). Estes foram domesticados na América do Sul entre os anos 500 e 1000 DC e possivelmente tão cedo quanto o ano 1000 AC. Foram então trazidos para a Europa há cerca de 500 anos atrás, sendo usados como animais domésticos ou de laboratório na América do Norte e Europa (Pignon and Mayer 2021). Até aos dias de hoje, os cobaios são considerados uma iguaria em muitas zonas da América do Sul, onde os cobaios domesticados têm a possibilidade de vagar e explorar dentro e fora das casas dos índios (Clemons and Seeman 2011). Já os animais selvagens desta espécie são comumente

encontrados em vários tipos de habitat diferentes como a savana, o matagal ou as zonas montanhosas dos Andes. Estes são crepusculares/noturnos e vivem em colónias de 20-50 animais (Keeble 2009).

Os cobaios são altamente sociáveis pelo que devem ser mantidos em grupos do mesmo sexo, em pares ou em grupos com um macho e várias fêmeas (Keeble 2009). Estes animais são herbívoros e a sua dieta deve elevado teor em fibra (Keeble 2009).



Figura 1: Exemplar da espécie *Cavia porcellus*

## 2.1. Anatomia e fisiologia

Os cobaios têm corpos atarracados, membros curtos e delicados, orelhas redondas e sem pelo e não têm cauda. Os machos são maiores que as fêmeas, com 900-1200g em comparação com 700-900g nas fêmeas. A esperança média de vida destes animais é de 8 anos, enquanto no seu estado selvagem vivem 4 a 5 anos (Pignon and Meyer 2021). Estes animais têm uma taxa respiratória de 69-150rpm e uma frequência cardíaca de 226-300bpm (Keeble 2009).

Devido ao seu corpo compacto o cobaio conserva bem o calor, mas tem grande dificuldade em dissipá-lo, pelo que as altas temperaturas provocam golpes de calor, podendo levar à morte (O'Malley 2005) O ambiente ideal deve ter uma temperatura entre 20-22°C e uma humidade relativa entre 40 e 70% (Keeble 2009). Ao contrário dos ratos e hamsters, os cobaios têm apenas quatro dígitos nos membros anteriores (o dígito 1 está ausente) pelo que não têm a capacidade de agarrar na comida. As patas posteriores são plantígradas com apenas 3 dígitos (os dígitos 1 e 5 estão ausentes), dando-lhes uma menor velocidade que os coelhos (O'Malley 2005). Possuem glândulas sebáceas androgénio-dependentes ao longo do dorso e ao redor do ânus, sendo a glândula coccígea um ponto focal de acumulação destas glândulas, sendo mais desenvolvida nos machos (Pignon and Meyer 2021). Os dentes destes animais são elodontes e crescem continuamente ao longo da vida. Devido ao ângulo de oclusão de 30 graus, aquando de má oclusão os dentes maxilares tendem a crescer

lateralmente em direção à bochecha e os dentes mandibulares tendem a crescer medialmente em direção à língua (Pignon and Mayer 2021).

O aparelho digestivo desta espécie ocupa maior parte da cavidade abdominal, sendo que o ceco contém 65% do conteúdo do tubo digestivo (Keeble 2009, Pignon and Mayer 2021). O tempo de esvaziamento gástrico é de aproximadamente duas horas e o tempo total de trânsito gastrointestinal é de 20 horas (8-30 horas). No entanto, quando a coprofagia é tida em conta o tempo total do trânsito gastrointestinal é de 66 horas (Pignon and Mayer 2021). A coprofagia consiste na ingestão de fezes diretamente do ânus várias vezes ao dia. Esta parece ser um comportamento importante, no entanto a sua contribuição para a nutrição nos cobaios ainda não está totalmente esclarecida. Em coelhos, a coprofagia é uma fonte de vitamina B e uma forma de otimizar a utilização proteica (Pignon and Mayer 2021).

Os cobaios têm necessidade absoluta de vitamina C (ácido ascórbico) uma vez que, tal como os primatas, têm falta da enzima oxidase L-gluconolactona, que está envolvida na síntese da vitamina C a partir da glucose. Além disso, apenas conseguem armazenar esta vitamina por curtos períodos. A necessidade média diária de vitamina C é de 10mg/kg, aumentando para 30mg/kg durante a gravidez (Keeble 2009).

Quanto ao sistema cardiovascular, o coração ocupa um espaço relativamente grande na cavidade torácica, pelo que é rodeado por um espaço relativamente pequeno para os pulmões (O'Malley 2005, Heatley 2009). Este situa-se entre o segundo e o quarto espaço intercostal. O pericárdio tem duas camadas: uma camada fibrosa exterior e uma fina camada serosa. (O'Malley 2005). Os cobaios são notáveis pela sua colateralização das artérias coronárias, tornando-os um animal muito pouco suscetível de sofrer um enfarte do miocárdio (Heatley 2009).

## **2.2. Exame físico de estado geral**

Apesar de não necessitarem de vacinação, os titulares de cobaios devem ser encorajados a fazer *check-ups* aos seus animais após a aquisição e anualmente, incluindo uma avaliação da dentição e análises sanguíneas (Keeble 2009, Riggs 2017). Durante a visita de rotina, o tutor deve ser questionado acerca das condições em que o animal vive (substrato, frequência de limpeza, temperatura ambiente, exercício, dieta). (Riggs 2017). A obesidade é comum em cobaios, portanto devem ser discutidas também medidas para prevenir esta situação, tal como oportunidades de exercício e restrição alimentar (Keeble 2009). O sobre crescimento das unhas é muito comum, especialmente em cobaios mantidos no interior, pelo que estes animais podem precisar de corte de unhas regular. Em cobaios deve ter-se especial atenção para cortar a unha medial das patas traseiras, que é muitas vezes esquecida

e pode encravar-se. Esta espécie é também predisposta a desenvolver um grande calo queratinizado nas patas, que também pode precisar de ser cortado (Keeble 2009).

Inicialmente o exame do animal deve consistir em observá-lo na sua transportadora, focando-se no seu movimento e frequência respiratória. O animal deve estar alerta e reagir a estímulos através de movimento ou vocalização (Riggs 2017, Pignon and Mayer 2021). Aqui a simetria dos olhos, das orelhas e dos membros, assim como a postura também podem ser avaliadas (Lichtenberger and Hawkins 2009).

Os cobaios são animais dóceis que geralmente precisam de mínima contenção durante o exame físico (Lichtenberger and Hawkins 2009). A maioria mantém-se calmo durante o exame enquanto o tutor ou assistente coloca a mão na região lombar para que o animal não recue (Pignon and Mayer 2021). Os cobaios geralmente não exibem sinais precoces de doença, pelo que o exame físico é muito útil para avaliar o estado de saúde do animal (Riggs 2017).

O exame físico deve começar com a pesagem e medição da temperatura se necessário. Em seguida, devemos palpar a área do pescoço na zona da tiróide e linfonodos periféricos, especialmente o submandibular (Pignon and Mayer 2021). Os olhos, cavidade oral, orelhas, narinas e pele devem ser examinados atentamente para detetar alguma evidência de sangue, que poderá indicar traumatismo. Alterações oculares e corrimento nasal podem ser observados secundariamente a doença dentária dos dentes maxilares em cobaios, chinchilas e degus. O pelo e a pele também devem ser analisados uma vez que os problemas dermatológicos são surpreendentemente comuns. Neoplasias e abscessos associados ao tegumento externo também são frequentes. A palpação abdominal deve ser realizada em todos os roedores para avaliar a presença de massas, gás excessivo, organomegália ou outras alterações (Lichtenberger and Hawkins 2009).

A visualização da cavidade oral deve ser realizada no final do exame físico, uma vez que é, geralmente, a parte mais stressante do exame físico. Uma avaliação oral completa é essencial, especialmente em roedores com crescimento contínuo dos pré-molares e molares, como o cobaio, uma vez que a doença dentária pode ser a causa subjacente de vários sinais clínicos e emergências (Lichtenberger and Hawkins 2009).

Um exame cardiovascular sistemático deve incluir, além da auscultação cardíaca e pulmonar, a avaliação da cor das mucosas, hidratação e o tempo de repleção capilar (Schnellbacher et al 2012). A artéria femoral do cobaio pode ser usada para avaliar a amplitude e regularidade do pulso arterial periférico (Heatley 2009). É recomendado o uso de um estetoscópio pediátrico de forma a manter um contacto correto com o paciente e evitar os barulhos do ambiente (Schnellbacher et al 2012). O som cardíaco normal do cobaio consiste no padrão lub (mais alto) /dub (mais suave), mas pode ser normalmente precedido por um quarto som cardíaco correspondente à contração atrial (Sisk 1976).

### 3. Doença cardíaca no cobaio

A prevalência de doenças cardiovasculares é difícil de estimar com precisão em mamíferos de companhia exóticos devido à falta de estudos epidemiológicos, existindo apenas uma mão cheia de estudos de caso publicados (Beaufrère et al 2016). No entanto sabe-se que a doença cardíaca não é rara em roedores, especialmente em cobaios. Inclusivamente sabe-se que as cardiomiopáticas hipertrófica ou dilatada são mais comuns do que doenças valvulares em roedores (Goodman 2009). No entanto, as doenças cardiovasculares comuns variam de espécie para espécie (Heatley 2009). Minarikova et al (2015) num estudo retrospectivo com 1000 cobaios identificou doze animais com doença cardíaca: sete indivíduos sofriam de displasia valvular e cinco de cardiomiopatias.

Os problemas cardíacos em cobaios são, muitas vezes, erradamente vistos como problemas respiratórios recorrentes, incluindo infeções do trato respiratório superior que não são resolvidas com antibióticos (Masoudifard et al 2021). A cardiomegália é recorrentemente difícil de diagnosticar em coelhos e cobaios antes de ser grave (Silverman 1993).

Os sinais clínicos mais comuns identificados aquando doença cardíaca são: dispneia, letargia, anorexia, taquipneia, taquicardia e palidez das mucosas. Em dois estudos retrospectivos, o sopro cardíaco estava presente em 8% dos cobaios (Pignon and Mayer 2021, Heatley 2009). Além destes sinais, um sinal acessório de insuficiência cardíaca em cobaios é o edema subcutâneo esternal e cervical, que pode causar aumento da radiopacidade do tórax cranial (Goodman 2009). Schnellbacher et al (2012) indicam também a exoftalmia como possível sinal de congestão venosa grave e doença cardíaca subjacente. Em coelhos é importante diferenciar esta situação com possível timoma, em que, neste caso, a auscultação cardíaca está normal.

Segundo Heatley (2009), as doenças cardíacas relatadas no cobaio incluem: cardiomiopatias, rabdomiomas, derrame pericárdico, toxicidade e mineralização metastática ou distrófica. A mineralização distrófica causa a mineralização das fibras do músculo cardíaco e dos músculos ao longo do corpo do animal e pode ser assintomática em cobaios com mais de 1 ano de idade. Rabdomiomas é também algo frequente nos cobaios, mas não causa alterações aparentes no coração e tem uma etiologia congénita de defeito do metabolismo.

Tal como em outras espécies, o diagnóstico de doença cardíaca é feito usando uma combinação de história, exame de estado geral, radiografia torácica e ecocardiografia (Ghadiri et al 2008). A determinação do tamanho cardíaco é importante na avaliação de doentes com doença cardíaca e uma silhueta cardíaca aumentada à radiografia pode ser um indicador confiável de alterações patológicas cardíacas. No entanto, é importante salientar que um coração de tamanho normal não exclui doença cardíaca. Uma hipertrofia significativa pode

estar presente sem que haja um aumento externo das dimensões do coração. Nestes casos é importante avaliar a forma da silhueta cardíaca, para detetar alterações subtis dos seus contornos sem dilatação da mesma (Buchanan 2000). Além disto, em animais obesos poderá haver também um aumento marcado da silhueta cardíaca, não devido a doença cardíaca, mas sim devido a uma acumulação de gordura no pericárdio (Schnellbacher et al 2012).

Geralmente, a doença cardíaca é já muito grave aquando da primeira apresentação do animal em consulta, pelo que os sinais radiográficos geralmente incluem aumento da silhueta cardíaca, edema pulmonar e fluido pleural. Apesar de as radiografias mostrarem aumento da silhueta cardíaca, é necessária ultrassonografia para diagnóstico definitivo (Goodman 2009). Aquando de uma situação de edema cardiogénico, poderá ser visível na imagem radiográfica um aumento da densidade pulmonar e uma elevação da traqueia devido ao aumento cardíaco (Heatley 2009).

Assim sendo, conclui-se a radiografia é de grande importância para o diagnóstico de doença cardíaca. A análise radiográfica do tórax necessita de duas projeções: uma latero-lateral direita e outra que poderá ser ventrodorsal ou dorsoventral (Ayers 2012).

#### **4. Radiografia em pequenos mamíferos**

Radiografia é o uso de raios-x para fazer um registo em imagem das estruturas internas de um paciente. Parte dos raios-x são absorvidos e aqueles que atravessam o paciente ficam registados numa fotografia, fazendo uma imagem bi-dimensional de um corpo tri-dimensional (Capello et al 2008).

A radiografia torácica de animais exóticos é um dos exames complementares de diagnóstico mais importantes e comumente realizados (Moarabi et al 2015). Além disto, esta é mais fácil de realizar do que uma ecocardiografia (Onuma 2009) e, por esta razão, quando se suspeita de alteração cardíaca, este deve ser o primeiro exame de complementar realizado. O diagnóstico por imagem de roedores apresenta vários desafios devido ao seu tamanho diminuto, à sua elevada frequência respiratória, à sua relutância de contenção manual e à sua conformação incomum. Apesar do tamanho destas espécies ser similar, existem diferenças significativas relativa à anatomia; sendo que a forma do tórax, o rácio cardiorácico e a localização do coração podem variar largamente (Zwingenberger and Silverman 2009).

Uma imagem com detalhe otimizado é obtida aquando da sedação ou anestesia dos pacientes. Ao realizar a sedação ou anestesia dos animais obtemos um posicionamento exato e diminuimos os artefactos por movimento (Silverman and Tell 2005). Por esta razão, a

maioria destes pacientes deve ser radiografado com assistência de contenção mecânica e/ou química (Silverman 1993).

Na maioria dos casos os equipamentos de radiologia utilizados na clínica de animais de companhia são adequados para a imagiologia de pequenos mamíferos. O parâmetro mais importante é o *output* máximo (produto da amperagem com a voltagem), sendo que, geralmente, estas máquinas têm um máximo entre os 16kW e os 32kW (Reese and Hein 2011). O equipamento deverá permitir que o operador selecione uma miliamperagem maior de forma a diminuir o tempo de exposição (Capello et al 2008).

#### **4.1. Medições cardíacas como forma de diagnóstico**

A radiografia torácica é regularmente um dos primeiros exames complementares de diagnósticos realizados quando existe uma suspeita de doença cardíaca ou pulmonar (Nelson et al 2011). Têm sido desenvolvidos diferentes métodos para avaliar o tamanho da silhueta cardíaca em radiografias torácicas (Moarabi et al 2015). Por falta de valores de referência em novos animais de companhia, um método muito utilizado em clínica é a comparação da imagem do indivíduo em consulta com uma imagem anterior deste ou de outro animal da mesma espécie, raça e tamanho (Nautrup 2011). No entanto, esta comparação pode ser inadequada quando realizada por um observador inexperiente (Moarabi et al 2015).

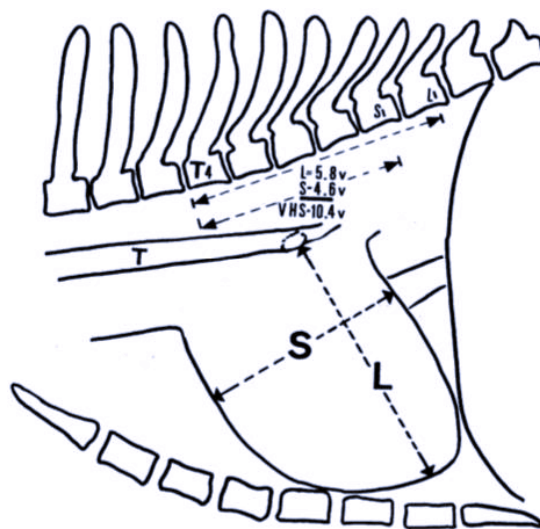
Diversos estudos em gatos e cães têm sugerido que relacionar valores absolutos de medição cardíaca com os de estruturas torácicas, refletivas do tamanho do animal, leva à minimização de diagnósticos falsos positivos de cardiomegália (Moarabi et al 2015). Assim sendo, o tamanho do coração tem sido relacionado matematicamente com as dimensões de outras estruturas torácicas nas radiografias (Ghadiri, 2008).

Ghadiri, em 2008, verificou correlações estatisticamente significativas entre o tamanho do coração e o comprimento de T4 a T6, e o primeiro e o comprimento das estérnebras 2 a 4 em gatos saudáveis e sem raça definida.

Uma avaliação subjetiva do tamanho cardíaco usando como guia 2,5-3 espaços intercostais em decúbito lateral é muitas vezes usada em medicina canina. As limitações desta avaliação subjetiva incluem sobreposição das costelas assim como o efeito da raça, conformação torácica e fase da respiração (Torad and Hassan 2014). Black et al (2010) utilizaram como base a distância entre o bordo cranial da costela 5 até ao bordo caudal da costela 7 para o cálculo do tamanho cardíaco dos ouriços pigmeus africanos.

A medição do *vertebral heart score* (VHS) já foi provada como uma técnica de medição cardíaca útil na clínica de pequenos animais como um ponto de partida da avaliação cardíaca (Buchanan and Bucheler 1995). Este método consiste na comparação entre a soma do eixo

curto e longo cardíaco com as vertebrae médias torácicas, que são um indicador do tamanho do animal (Ghadiri 2008). Uma possível limitação desta técnica é a dependência de apenas duas medições lineares para a avaliação cardíaca e não da inteira circunferência cardíaca, pelo que mudanças subtis no tamanho cardíaco podem não ser perceptíveis (Torad and Hassan 2014). Uma demonstração das medições realizadas para o cálculo do VHS inicialmente realizado por Buchanan and Bucheler (1995) encontra-se demonstrado na figura 2. A medição do VHS pode ser feita tanto em radiografias laterais como em radiografias ventrodorsais/dorsoventrais. No entanto, Moarabi et al (2015) são da opinião que as radiografias laterais são preferíveis devido ao facto de esta ser uma posição mais confortável e que causa menos *stress* a pacientes suspeitos de doença cardíaca.



**Figura 2:** Cálculo do vertebral heart score (Buchanan and Bucheler, 1995).  
S – eixo curto da silhueta cardíaca; L – eixo longo da silhueta cardíaca. T- traquéia.

O rácio cardiorácico (RCT), rácio entre o tamanho da silhueta cardíaca e a largura máxima da caixa torácica em decúbito dorsal, é um fator preditivo de insuficiência cardíaca em humanos. Em medicina veterinária, este índice já é usado. No entanto existem poucos estudos e a maioria destes é feito em primatas não humanos (Azevedo et al, 2016). No estudo realizado em cães da raça Caniche, Azevedo et al (2016) encontraram uma grande correlação entre o rácio cardiorácico e o valor de VHS, concluindo-se que animais com dificuldade em aceitar a posição de decúbito lateral poderão ser igualmente avaliados através do RCT. Torad e Hassan (2014) realizaram um estudo em cães da raça Pastor Alemão com o objetivo de calcular o RCT. Estes, ao invés de calcular o rácio entre duas medições lineares como foi feito no estudo de Azevedo et al (2016), calcularam o rácio da área ocupada pelo coração sob a área torácica restante. Assim, verificaram que o valor de RCT é superior em decúbito dorsal aquando de um animal tem cardiomegália. Também este valor é mais elevado em expiração do que em inspiração, devido ao facto de que na primeira os pulmões estão menos insuflados.

A maior limitação do uso do RCT é a sua dificuldade de aplicação em cães com derrame pericárdico, edema pulmonar peri-hilar ou derrame pleural moderado a grave, onde há perda dos detalhes da arquitetura torácica devido à acumulação de fluídos. O RCT também não é recomendado em cães com pneumotórax, devido à aparência de sobre insuflação do tórax (Torad and Hassan 2014). Black et al (2010) calcularam o valor de RCT em decúbito lateral em ouriços pigmeus africanos. Nestes, os valores dos eixos cardíacos foram usados separadamente como numerador, sobre a altura do tórax ao nível da bifurcação traqueal. Diniz et al (2014) calcularam de forma igual o RCT em decúbito lateral direito e esquerdo em cães da pradaria de cauda preta.

Conclui-se que existem diferentes formas de calcular o valor relativo da silhueta cardíaca. Esta análise é importante aquando a comparação da radiografia do paciente e os valores obtidos nos estudos a que recorremos, uma vez que as estruturas usadas e forma de cálculo têm de ser as mesmas que aquelas utilizadas no momento do diagnóstico.

## **4.2. Constantes radiográficas**

A quantidade e qualidade dos raios-x produzidos são manipulados por três fatores: tempo de exposição em segundos (s), miliamperagem (mA) e o pico de quilovoltagem (kVp) (Capello et al 2008).

Devido à maior frequência respiratória quando comparado com o cão e o gato, o tempo de exposição deve ser de 0.02 segundos ou menos de forma a diminuir os artefactos devidos aos movimentos respiratórios (Reese and Hein 2011; Zwingenberger and Silverman 2009; Nautrup 2011). Ao aumentar o tempo de exposição aumenta-se a quantidade de raios x produzidos (Capello et al 2008).

A miliamperagem (mA) controla o número de eletrões produzidos, logo quanto maior o seu valor maior a quantidade de eletrões disponíveis e, portanto, maior o número de raios-x produzidos (Capello et al 2008). O gerador de raio x utilizado deve ser capaz de exposições de 5.0 a 7.0 mAs (Silverman and Tell 2005).

Geralmente, a mA e o tempo em segundos são expressos como múltiplos (mAs). Assim sendo, deve-se aumentar a mA de forma a diminuir o tempo de exposição, diminuindo os artefactos causados pelos movimentos respiratórios (Capello et al 2008).

O pico de quilovoltagem (kVp) controla a velocidade dos eletrões. Quanto maior a velocidade dos eletrões maior a capacidade de penetração dos raios x, controlando a qualidade da imagem (Capello et al 2008). A pouca massa presente nos pequenos mamíferos resulta de um baixo grau de contraste nas imagens radiográficas. De forma a compensar esta situação, devem ser usadas voltagens baixas – entre 40kVp e 60kVp. Estas devem ser

ajustadas em pequenos incrementos na máquina de raio x de forma a cumprir com os requisitos baseados nos variados tamanhos destes animais (Reese and Hein 2011).

Deverá ser usado um ponto focal pequeno, caso este permita um tempo de exposição baixo e suficiente mA. Isto porque geralmente um ponto focal mais pequeno limita a seleção de mA para valores mais baixos e, caso esta questão leve a tempos de exposição superiores aos indicados, deverá ser usado um ponto focal maior (Zwingenberger and Silverman 2009). É de notar que não é só a dose total de radiação que é decisiva para a qualidade de imagem, mas também a relação entre a kVp e o mAs. Isto é valores altos de kVp e baixa mAs levam a imagens com baixo contraste; valores baixos de kVp e alta mAs levam a imagens com elevado grau de contraste. (Reese and Hein 2011). Quando o objetivo é radiografar o coração, devem ser realizadas imagens com baixo contraste (Zwingenberger and Silverman 2009).

Segundo Capello et al (2008), quanto maior a distância do objeto a radiografar à cassete, maior a ampliação. Uma ampliação excessiva da imagem poderá levar a uma perda de detalhe devido ao efeito de penumbra. Uma forma de combater este efeito é aumentando a distância foco-filme (DFF), ou seja, a distância entre a âmpola de raio-x e a cassete, o que necessita de um aumento da exposição. Isto porque quanto maior a DFF, maior a área de exposição, pelo que a intensidade do feixe deverá aumentar de acordo com a DFF. A DFF aumenta ao elevar a ampola do raio-x. Colocando o animal diretamente sob a cassete, existe uma diminuição da ampliação e por isso um maior detalhe da imagem (Capello et al 2008). Segundo Reese and Hein (2011), não deverá ser utilizada uma DFF inferior a 70cm. Silverman and Tell (2010) utilizaram DFF entre 97 e 102cm ao radiografar pequenos mamíferos.

No cobaio, Masoudifard (2021) utilizou constantes inferiores a 66 kVp e um mAs de 3.20. Noutro estudo semelhante, Silva et al (2021) utilizaram as constantes de 40-50 kVp e 4-5 mAs.

### **4.3. Projeções e posicionamento do animal**

O mau posicionamento do paciente e os artefactos de movimento reduzem largamente o valor informativo da imagem radiográfica, podendo inclusivamente torná-la inútil (Silverman and Tell 2005). O baixo peso dos pequenos mamíferos exóticos leva a que não seja necessário o uso da grelha. Como consequência, é prática comum colocar os pequenos mamíferos exóticos diretamente sobre a cassete (Reese and Hein 2011).

O posicionamento e completa imobilização de pequenos mamíferos estando eles conscientes e respeitando as diretrizes da segurança de radiação é difícil. Apenas o coelho consegue ser posicionado satisfatoriamente aquando acordado (Nautrup 2011). Devido ao

pequeno tamanho dos pacientes e resistência à contenção, sedação ou anestesia geral pode ser necessária de forma a obter radiografias de qualidade (Capello and Lenox 2008, Silverman and Tell 2005, Nautrup 2011). Em muitos dos casos, usar apenas sedação simples pode facilitar a radiografia, especialmente quando se usa contenção manual (Capello and Lenox 2008).

Segundo Silverman and Tell (2005), a sedação ou anestesia geral têm vantagens que superam largamente as desvantagens, entre elas: diminuição do stress do paciente, posicionamento exato deste, a realização de menos repetições (maior segurança radiológica e menos gastos monetários) e a contenção manual deixa de ser necessária (maior segurança radiológica para o operador).

Os princípios para o posicionamento do animal são idênticos àqueles usados no gato e no cão (Silverman and Tell 2005; Zwingenberger and Silverman 2009). No entanto os princípios usados para a interpretação da imagem radiográfica do tórax não podem ser diretamente extrapolados dos mamíferos maiores para as espécies de roedores (Zwingenberger and Silverman 2009).

Apesar do pequeno tamanho destes animais, radiografias de corpo inteiro não são geralmente recomendadas (Silverman and Tell 2005). Existem variadas razões para esta recomendação, entre elas: maior facilidade do posicionamento exato quando se está a concentrar apenas numa região do corpo, a qualidade de imagem é superior quando o feixe central está no centro da região de interesse, o abdómen deve ter constantes diferentes do que o tórax (contraste superior, logo voltagens inferiores), a avaliação torácica é limitada quando se realizam radiografias de corpo inteiro e a cabeça é raramente avaliada corretamente nestes casos (Silverman and Tell 2005).

O exame radiográfico padrão da cabeça, tórax, abdómen e pélvis é feito em decúbito direito e a segunda projeção é ventrodorsal (VD) ou dorsoventral (DV) (Silverman and Tell 2005). Em qualquer das projeções devem ser seguidos os seguintes critérios: deverá ser radiografado o tórax inteiro incluindo o diafragma e, quando possível, o pescoço caudal, e os membros anteriores devem ser puxados cranialmente. É recomendado o uso de fita adesiva de papel para manter o animal na posição correta para a radiografia (Zwingenberger and Silverman 2009). Animais sob anestesia geral podem ser posicionados recorrendo a pequenos sacos de areia, pensos ou, preferencialmente, fita adesiva (Reese and Hein 2011).

#### **4.3.1. Projeção latero-lateral direita**

Spencer et al (1981), realizaram um estudo de comparação entre radiografias torácicas laterais esquerdas e direitas em cães. Neste, concluiu-se que a silhueta cardíaca não alterava

de forma consistente de tamanho ou forma, no entanto o coração parecia mais comprido desde o ápex até à base no decúbito direito.

Greco et al (2008), concluíram que o VHS era superior no decúbito direito quando comparado com o decúbito esquerdo. Um VHS superior pode ser explicado devido à natureza divergente do feixe do raio-x e a maior distância do coração à cassete no caso do decúbito direito (Moarabi et al 2015). No estudo feito por Bodh et al em 2016 também se concluiu que o VHS era superior aquando do decúbito direito em cães. No entanto, Silva et al (2021) não obtiveram diferenças significativas do VHS em ambos decúbito, em cobaias.

Na projeção latero-lateral direita (LLd) o animal é colocado em decúbito lateral direito e os membros torácicos são estendidos de forma simétrica cranialmente, de forma a prevenir sobreposição sobre o tórax. A respiração pode ficar comprometida quando os membros estão hiperestendidos, portanto esta posição deve ser mantida apenas o tempo necessário para realizar o exame (Capello and Lenox 2008). Os membros anteriores devem ser fixados com fita adesiva à cassete ou à mesa (Silverman and Tell 2005). Uma extensão total do pescoço na visão lateral melhora a visualização as estruturas torácicas craniais (Zwingenberger and Silverman 2009). De forma a otimizar o posicionamento correto do paciente, por vezes é necessário fazer pequenos ajustes posicionais à cabeça ou extremidades colocando pequenos pedaços de espumas radiotransparentes debaixo do nariz ou entre os membros (Silverman and Tell 2005).

#### **4.3.2. Projeção Ventrodorsal**

Ruehl e Thrall (1981) realizaram um estudo de comparação entre as projeções ventrodorsal e dorsoventral em cães. Neste concluiu-se que o eixo longo cardíaco é superior na projeção ventrodorsal (VD), que provavelmente é explicada devido à maior distância entre o coração e a mesa/cassete que leva à ampliação das estruturas. Subjetivamente, o coração tem uma aparência mais longa nas radiografias dorsoventrais, mas objetivamente os valores são iguais aos da projeção VD. Isto poderá dever-se ao facto de haver uma rotação ou deslocamento do coração associado com o contacto do coração com o diafragma e o achatamento no contacto com o esterno na projeção DV. Quanto ao comprimento do eixo menor, este não varia entre decúbitos uma vez que é medido na base do coração, que não varia muito em distância à mesa/cassete.

No estudo realizado por Carlisle e Thrall (1982) em gatos os resultados objetivos e subjetivos da silhueta cardíaca foram indicativos de que o tamanho do coração era independente da posição do corpo aquando da radiografia (entre decúbito dorsal ou ventral). Isto pode ser explicado uma vez que nos gatos não há diferença entre a distância coração-

mesa/cassete entre os dois decúbitos, ao contrário do que acontece com o cão. Os autores do estudo também concluíram que o coração tinha uma aparência mais arredondada na zona cranial direita aquando das radiografias ventrodorsais.

Na projeção ventrodorsal o paciente é colocado em decúbito dorsal. Os membros torácicos podem ser deixados em posição neutra ou serem estendidos cranialmente. Quando os membros estão estendidos a respiração pode ficar severamente comprometida, especialmente em animais obesos ou dispneicos. Esta posição deve ser mantida apenas o tempo necessário para realizar o exame (Capello and Lenox 2008). A face dorsal dos membros torácicos deve estar em contacto com a cassete ou mesa e os membros devem ser fixados com fita adesiva (Silverman and Tell 2005). Pode ser realizada uma ligeira tração da cabeça e coluna de forma a minimizar a rotação e outros artefactos posicionais (Silverman and Tell 2005).

## 5. Estudos de intervalos de referência

Trabalhos semelhantes ao apresentado nesta dissertação são raros nos animais exóticos, sendo que existe apenas dois estudos em cobaios. No estudo realizado por Masoudifard et al (2021) foi estudado o avaliado de VHS através de três métodos diferentes (não havendo diferenças significativas entre estes), sendo que o resultado do método igualmente usado pela autora foi de  $7.70 \pm 0.10v$  em fêmeas e  $8.00 \pm 0.21v$  em machos, em decúbito lateral direito, havendo então uma diferença significativa entre os dois géneros. Concluiu-se que o valor geral de VHS em decúbito lateral direito identificado neste estudo foi de  $7.70 \pm 0.12v$ . Em decúbito dorsal o VHS do cobaio foi de  $9.20 \pm 0.23$ , não tendo sido neste caso notória a diferença entre géneros.

No estudo de Silva et al (2021) concluiu-se que, em cobaios, o valor de VHS em decúbito lateral direito teria uma média de  $7,3 \pm 0,4v$ . Além disto, os autores também calcularam o valor de VHS em cobaios com diagnóstico confirmado de cardiomiopatia, tendo estes sido de  $8,9v$  e  $8,4v$ . Neste estudo, um terço da amostra foi sujeita à realização de uma radiografia em decúbito lateral esquerdo, não se tendo verificado uma diferença estatisticamente significativa entre os dois decúbitos. Também não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre os valores dos machos e fêmeas da amostra em questão nem uma correlação entre o VHS e o peso ou a idade dos animais.

Num estudo realizado em furões (*Mustela putoris furo*) por Stepien et al 1999, concluiu-se que o tamanho cardíaco está mais correlacionado com a medição de T5-T8 do que com o peso do animal. Os valores de referência com 95% de confiança do VHS em decúbito lateral direito foram de  $5,23-5,57v$ , sendo que não houve uma diferença significativa entre machos e

fêmeas. No decúbito lateral esquerdo o valor de VHS encontra-se nos valores de referência de 5.17-5.35v e no decúbito ventrodorsal estes valores são 5.73-6.15v.

Onuma et al (2009) no seu estudo com 27 coelhos (*Cryotalagus cuniculus domesticus*) obteve valores de VHS em decúbito lateral direito de  $7,55 \pm 0,38v$  em animais com massa inferior a 1,6 quilogramas e de  $7,99 \pm 0,58v$  em animais com massa superior a 1,6 quilogramas. Aqui não foi verificada uma variação significativa do valor VHS entre fêmeas e machos.

Nos coelhos brancos da Nova Zelândia, o valor de VHS medido foi de  $7,3 \pm 0,31v$  no decúbito lateral direito,  $7,6 \pm 0,32$  no decúbito lateral esquerdo e também não foram encontradas diferenças significativas entre os valores medidos em machos e em fêmeas (Moarabi et al 2015).

Nas chinchilas (*Chinchilla lanigera*) também não foi observada uma variação significativa entre os valores de VHS das fêmeas e dos machos. Segundo o estudo de Doss et al (2017), esta espécie tem um VHS de  $8,94 \pm 0,72v$  em decúbito lateral direito e um VHS de  $8,89 \pm 0,62v$  em decúbito lateral esquerdo, com um nível de confiança de 95%. Neste estudo os animais foram também sujeitos a uma tomografia computadorizada, concluindo que, desta forma, o valor de VHS é subestimado com um valor de  $8,2 \pm 0,55v$ .

Dias et al (2021) realizaram um estudo em 124 ratos (*Rattus norvegicus*) saudáveis. Estes foram submetidos a anestesia geral depois da qual foi feita a imagiologia torácica com recurso a pressão positiva na altura da exposição. Foram feitas radiografias em decúbito lateral direito, ventral e dorsal. Depois das imagens captadas os animais foram eutanasiados e foi realizada uma avaliação *post mortem* com o objetivo de excluir qualquer animal que apresentasse anomalias macroscópicas (nenhum animal foi excluído). Neste estudo a média do valor de VHS no decúbito lateral direito foi de  $7,0 \pm 0,7v$ , no decúbito dorsal  $7,5 \pm 0,9v$  e no decúbito ventral foi de  $7,9 \pm 1v$ . Nesta espécie foi observada uma diferença relevante do valor de VHS entre os dois géneros, sendo este superior nos machos.

A associação americana de veterinários de Zoo também publicou dois estudos baseados em medições cardíacas, um em ouriços pigmeus africanos e outro em cães da pradaria de cauda preta. O VHS medido em ouriços pigmeus africanos foi de  $8,16 \pm 0,48v$  em decúbito lateral esquerdo, sendo que não houve variação significativa entre os dois géneros nem entre animais de diferentes idades (Black et al 2011). Os cães da pradaria de cauda preta apresentaram um VHS de  $7,12 \pm 0,42v$  em decúbito lateral direito, sendo que o estudo em questão não aborda as diferenças entre fêmeas e machos (Garcia et al 2016). Em ambos estudos o tamanho da silhueta cardíaca foi também comparado com o comprimento da clavícula do indivíduo.

Em agoutis, Diniz et al (2013) obteve uma média de VHS, em decúbito lateral direito, de  $7,75 \pm 0,48v$  nos machos e de  $7,61 \pm 0,34v$  nas fêmeas, sendo que não foram encontradas

diferenças significativas entre os dois géneros. Neste estudo também foi feito um rácio entre os eixos cardíacos e a altura do tórax ao nível da bifurcação da traqueia. O rácio entre o eixo longo e a altura do tórax foi de  $0,70\pm 0,05$  e o rácio entre o eixo curto e a altura torácica foi de  $0,54\pm 0,04$ . Aqui também foi calculado o rácio entre o eixo longo e curto da silhueta cardíaca que foi de  $1,29\pm 0,07$ .

De acordo com o conhecimento da autora no momento de entrega desta dissertação, não existem trabalhos em que sejam medidos valores de RCE, RAT e RCT nas espécies consideradas novos animais de companhia, incluindo cobaias. No entanto, por acreditar haver uma correlação entre a silhueta cardíaca e as estruturas torácicas analisadas, estes rácios foram calculados pois podem ser usados em situações em que não seja possível calcular o valor de VHS, como já anteriormente referido no capítulo 5.

#### **IV. ESTUDO DOS VALORES RADIOGRÁFICOS DE REFERÊNCIA DA SILHUETA CARDÍACA EM COBAIOS**

##### **1. Objetivos do estudo**

Este estudo tem como objetivo principal determinar as medidas radiográficas relativas da silhueta cardíaca em cobaias, uma vez que estas ainda não foram definidas consensualmente. Deste modo, foram medidas diversas estruturas torácicas de forma a calcular posteriormente os rácios cardíacos e o *vertebral heart score*.

Na generalidade dos novos animais de companhia, informações acerca do tamanho da silhueta cardíaca são muito escassas. Isto verifica-se também na espécie em estudo, estando disponíveis à data apenas dois trabalhos deste âmbito (Masoudifard et al 2021, Silva et al 2021), ambos com amostras de 30 indivíduos.

Como referido ao longo da revisão bibliográfica, na clínica de animais de companhia a radiografia é de extrema importância para uma deteção antecipada de doença cardíaca. A deteção de alguma alteração cardíaca na imagem radiográfica poderá levar, mais tarde, ao diagnóstico definitivo através de outros meios de diagnóstico mais específicos, como é o exemplo da ecocardiografia. Desta forma, e tendo em conta a presença cada vez mais frequente desta espécie na clínica, é também importante que se obtenha valores de referência para estes animais, tal como existem para o cão e para o gato. Por outro lado, estes valores também podem ser usados no âmbito de estudos experimentais que beneficiem deste conhecimento.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1 Critérios de inclusão e exclusão**

No presente estudo foram incluídos 30 cobaios, machos e fêmeas, com idade superior a 6 meses e de raça indeterminada. Por questões éticas, foram utilizados no estudo os animais que, no decurso da consulta médico-veterinária, tenham sido sujeitos a uma sedação (por exemplo, para colheita de sangue ou realização de radiografias). Desta forma, aproveitando os animais sedados, foram também realizadas as radiografias torácicas posteriormente utilizadas no presente estudo experimental, com autorização dos titulares.

De forma a manter um padrão entre os animais, todos os indivíduos da amostra foram submetidos a uma sedação com midazolam (1mg/kg) e butorfanol (0,3mg/kg) no Hospital Veterinário Anicura Atlântico entre 1 de Janeiro e 9 de Novembro de 2022.

Anteriormente à sedação, foi feito um exame de estado geral a cada animal. Para que o indivíduo participasse no estudo, este não poderia apresentar qualquer alteração cardiopulmonar.

### **2.2. Equipamento radiográfico**

Todas as radiografias utilizadas neste estudo foram realizadas no Hospital Anicura do Atlântico, em Mafra. Aqui o equipamento disponível é o aparelho de raio-x Toshiba Rotanode E7239X, ligado ao programa VetConsole IRayDR 1.0204.9631.2.2.18. Este equipamento prescinde do uso de cassetes, uma vez que a imagem radiográfica se transfere diretamente para o computador, onde é possível a sua visualização e interpretação.

As constantes radiográficas escolhidas foram de 3.2 mA, 0.16s e 40 kvp. Estas constantes foram escolhidas tendo em conta aquelas usadas por Masoudifard et al (2021) e de Silva et al (2021), sendo adaptadas por tentativa e erro de acordo com o equipamento utilizado.

O programa utilizado para a análise das imagens radiográficas permitiu também, de forma automatizada, o cálculo do *vertebral heart score*. Foram realizadas 3 medições do mesmo, utilizando depois a média destas.

### **2.3. Preparação do animal**

Cada animal foi inicialmente sujeito a um exame de avaliação do estado geral de saúde, tal como descrito no capítulo 2.2. Exame físico de estado geral. Depois de confirmar que o animal se enquadrava nas regras do estudo já mencionadas anteriormente, este foi

então sujeito a uma breve limpeza do pelo, se necessário, de forma que não estivessem presentes detritos radiopacos que alterassem a imagem radiológica.

Mantendo o animal num ambiente o mais calmo possível, tendo em conta a natureza mais nervosa da espécie, foi então administrada uma injeção intramuscular de midazolam na dose de 1mg/kg e burtorfanol na dose de 0,3mg/kg.

O midazolam é uma benzodiazepina de curta ação, solúvel em água e que pode ser administrada por via intramuscular ou subcutaneamente. Esta é usada como sedativo para procedimentos pequenos e poucos invasivos em coelhos e roedores. (Hawkins and Pascoe 2021). Benzodiazepinas conjugadas com opióides fornecem uma excelente sedação (Hawkins and Pascoe 2021) e, por esta razão, foi conjugado butorfanol. O butorfanol é um opióide agonista/antagonista que fornece uma baixa depressão respiratória e que é muito usado em situações de dor ligeira (Hawkins and Pascoe 2021).

Com o animal já sedado foram então colocadas as fitas adesivas nas patas dianteiras e foi iniciado o estudo radiológico, tendo sido previamente preparado para tal.

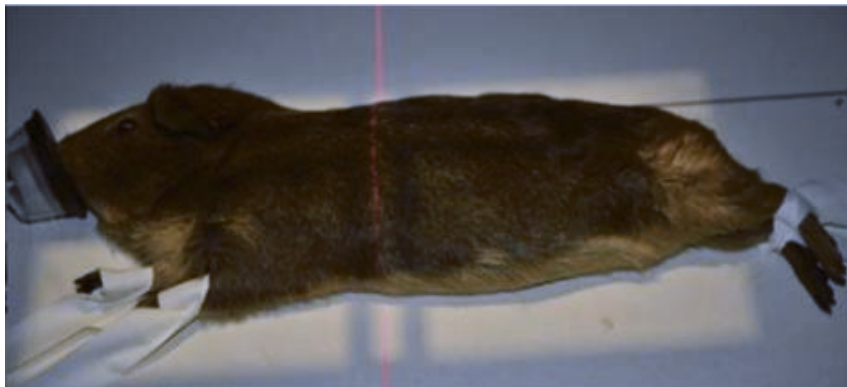
#### **2.4. Procedimento radiográfico**

Cada animal foi submetido a duas projeções torácicas: uma latero-lateral direita (LLd) e uma ventro-dorsal (VD). Todas as radiografias foram realizadas pela ou na presença da autora desta dissertação.

Na projeção LLd o animal foi colocado em decúbito lateral direito. Os membros anteriores foram estendidos cranialmente através de uma fita adesiva presa nos carpos do indivíduo e os membros posteriores foram também estendidos caudalmente de forma manual, mantendo a coluna sob alguma tensão de forma que esta fique esticada e, consequentemente, direita ao longo de toda a sua extensão. A cabeça do animal estaria em alinhamento com o resto da coluna vertebral. Um exemplo deste posicionamento pode ser observado na figura 3, sendo a única diferença o facto de o animal da figura estar com uma máscara facial colocada, o que não foi feito neste estudo.

Na projeção VD o animal foi colocado em decúbito dorsal. Os membros anteriores foram puxados cranialmente de forma simétrica de cada lado da cabeça através de uma fita adesiva presa dos carpos do indivíduo. Os membros posteriores foram puxados simétrica e caudalmente de forma a manter a coluna direita. A cabeça do animal foi mantida em extensão e em contacto com a mesa. Tendo em conta o comprometimento respiratório nesta posição, o animal foi mantido nesta posição durante o menor tempo possível e necessário para o disparo do raio-x.

Após a obtenção das imagens, cada animal foi mantido num sítio calmo e fechado até recuperar totalmente da sedação a que foi submetido.



**Figura 3:** Posicionamento do indivíduo no decúbito lateral direito (Pignon and Meyer 2021)

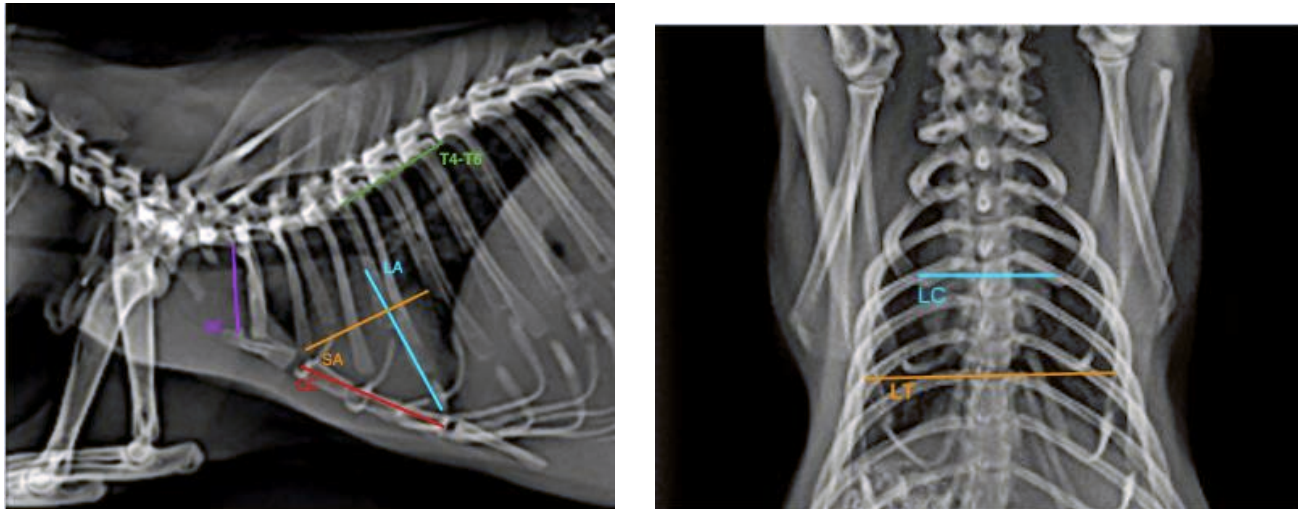
## 2.4. Análise das imagens radiográficas

A análise das imagens obtidas foi feita com recurso ao programa VetConsole IRayDR 1.0204.9631.2.2.18. Esta análise consiste na medição da silhueta cardíaca e de diferentes partes anatómicas da caixa torácica. Para isto, foram feitas 3 medições de cada objeto pela autora da dissertação em dias diferentes, sendo usado para os estudos estatísticos a média paramétrica destes valores. Desta forma tenta-se minimizar os erros humanos e inevitáveis associados à medição. De forma a não enviesar os resultados, até ao final dos cálculos estatísticos a autora não soube os resultados das medições realizadas por Masoudifard et al (2021) e Silva et al (2021) em cobaias.

Na projeção LLd, foram medidas as seguintes estruturas: a altura da entrada da cavidade torácica (AT), medida desde o bordo ventral da coluna vertebral, cranialmente à primeira costela, até ao bordo cranial do manúbrio na inserção da cartilagem costal; o comprimento do esterno (CE), medição das três estérnebras excluindo os processos manúbrio e o xifóide; o eixo longo da silhueta cardíaca (LA), entre a carina e o ápex cardíaco; o eixo curto da silhueta cardíaca (SA), largura máxima da silhueta cardíaca perpendicularmente ao LA e, finalmente, o comprimento da quarta à sexta vertebrae torácicas (T4-T6), do bordo cranial da vertebra T4 até ao bordo caudal da vertebra T6. Estas medições encontram-se esquematizadas na imagem da esquerda na figura 4.

Também nas imagens referentes a esta projeção foram medidos os valores VHS, recorrendo à funcionalidade automática para medição de VHS do programa usado. Usando esta ferramenta é nos permitido obter um valor automatizado de VHS após realizar a medição do eixo longo e curto da silhueta cardíaca e de cinco vertebrae seguidas começando na T4.

Na projeção VD foram medidas as seguintes estruturas: a largura da cavidade torácica (LT) ao nível da inserção da sétima costela e perpendicularmente à coluna vertebral e a largura da silhueta cardíaca (LC) no seu ponto máximo e perpendicular à coluna vertebral. Estas medições encontram-se esquematizadas na imagem da direita na figura 4.



**Figura 4:** Estruturas mensuradas no presente estudo (imagens originais)

À esquerda: Projeção LLd. LA (azul) – eixo longo da silhueta cardíaca; AS (laranja) – eixo curto da silhueta cardíaca; CE (vermelho) – comprimento do esterno; AT (roxo) – altura da entrada da cavidade torácica; T4-T6 (verde) – comprimento da quarta à sexta vértebras torácicas.  
À direita: Projeção ventrodorsal. LC (azul) – largura da silhueta cardíaca; LT (laranja) – largura da cavidade torácica.

## 2.5. Obtenção dos rácios cardíacos

Seguindo o objetivo do estudo, as medições feitas anteriormente foram então utilizadas para calcular os seguintes rácios: o rácio cardioesternal (RCE), o rácio coração-entrada da cavidade torácica (RAT) na projeção LLd e o rácio cardior torácico (RCT) na projeção ventrodorsal.

O rácio RCE é obtido aquando da divisão entre o tamanho da silhueta cardíaca (soma dos eixos longo e curto da silhueta cardíaca) e o comprimento esternal (excluindo o processo xifoide e o manúbrio).

O rácio RAT é o resultado da divisão entre o tamanho da silhueta cardíaca e a altura da entrada da cavidade torácica.

O rácio RCT é calculado através da divisão entre a largura máxima da silhueta cardíaca, perpendicular à coluna vertebral, e a largura máxima da cavidade torácica, ao nível da sétima vertebra torácica.

## **2.7. Análise estatística**

A análise estatística realizada no âmbito do estudo desta dissertação foi feita com recurso ao programa IBM SPSS Statistics, versão 2.8. Devido ao número reduzido de indivíduos da amostra foi utilizado um nível de confiança de 90% para os valores de estatística descritiva e um nível de significância de 0,05 ( $p < 0,05$ ) para os testes realizados.

Recorrendo ao programa foram então calculadas as medidas numéricas de síntese de cada variável usando a funcionalidade de estatística descritiva presente no programa. Estas podem ser encontradas nas tabelas 1, 3 e 4.

De forma a avaliar a normalidade da distribuição das variáveis recorreu-se ao teste de Kolmogorov-Smirnov (Ghadiri A et al, 2008; Diniz et al 2013).

Com o objetivo de avaliar a correlação entre as diferentes variáveis e tendo em conta que estas não seguiam uma distribuição normal (a não ser o SA), foi usado o teste de Spearman. Através de gráficos de pontos (Gráficos 2 a 6) é possível ter uma imagem visual de algumas destas relações.

As médias entre os grupos de animais machos e fêmeas foram analisadas usando o teste t-student com o objetivo de perceber se existe ou não diferenças estatisticamente relevantes entre estes (Dizin et al 2013).

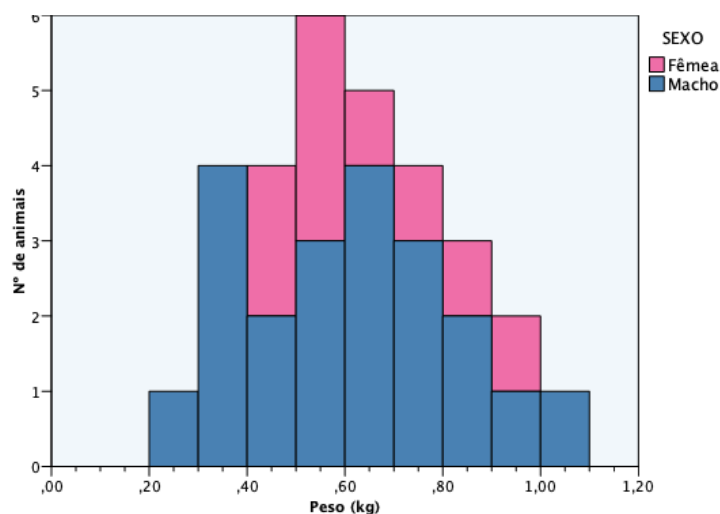
## **3. Resultados**

### **3.1. Descrição da amostra**

Do presente estudo fazem parte 30 animais, sendo 9 destes fêmeas e 21 machos. Na maior parte dos casos é difícil aferir a idade certa destes, mas teriam todos entre 6 meses e 2 anos de idade. O peso destes animais varia entre 300 gramas e 1,020 quilogramas.

O protocolo de sedação utilizado em todos os animais foi o referido no ponto 2.3. Preparação do animal, não tendo ocorrido nenhum imprevisto ou reação adversa ao mesmo.

**Gráfico 1:** Distribuição do peso dos indivíduos da amostra, por género.



### 3.2. Estudo estatístico das medições

Em cada uma das radiografias realizadas as suas imagens foram analisadas para a possibilidade de artefactos radiológicos, anomalias anatómicas, diferenciação da silhueta cardíaca e alterações radiológicas. Esta triagem não eliminou nenhum dos animais ou das suas imagens, sendo possível realizar as medições pretendidas em todas as imagens.

O estudo estatístico das medições efetuadas começou pela pesquisa de *outliers*. Em nenhuma destas foram encontrados *outliers*. Em seguida, foi testada a hipótese de a distribuição dos valores de cada medição seguir uma distribuição normal através do teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov. Através deste teste chegou-se à conclusão de que apenas a variável SA, medição do eixo curto da silhueta cardíaca, segue uma distribuição gaussiana.

A seguinte tabela 1 apresenta a estatística descritiva das estruturas mensuradas.

**Tabela 1:** Medidas numéricas de síntese das mensurações efetuadas nas imagens radiográficas dos indivíduos.

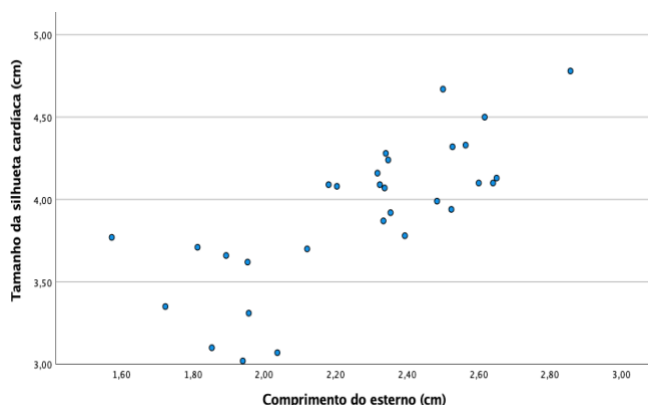
	LA (cm)	SA (cm)	CE (cm)	AT (cm)	T4-T6 (cm)	LC (cm)	LT (cm)
<b>Mínimo</b>	1,82	1,20	1,57	0,77	1,22	1,40	3,07
<b>Máximo</b>	2,86	2,02	2,86	1,66	1,87	2,55	4,80
<b>Média</b>	2,39 (2,12 – 2,66)	1,53 (1,33 – 1,73)	2,26 (1,94 – 2,58)	1,21 (0,99 – 1,43)	1,60 (1,43 – 1,77)	2,03 (1,74 – 2,32)	3,88 (3,41 – 4,35)
<b>Desvio Padrão</b>	0,27	0,20	0,32	0,22	0,17	0,29	0,47
<b>Coefficiente de variação (%)</b>	11,3	13,07	14,16	18,18	10,63	14,29	12,11

LA – eixo longo da silhueta cardíaca; AS – eixo curto da silhueta cardíaca; CE – corpo do esterno; AT – altura do tórax; T4-T6 – comprimento desde o bordo cranial da vertebra T4 até ao bordo caudal da vertebra T6; LC – largura da silhueta cardíaca; LT – largura do tórax.

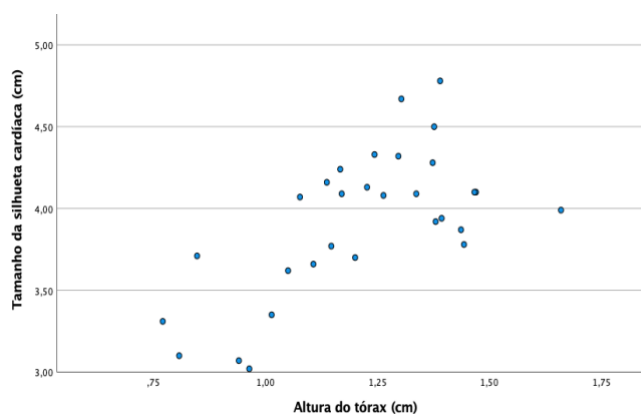
Em seguida, realizou-se o teste de Spearman de forma a avaliar a correlação entre o tamanho do coração e as diferentes estruturas torácicas. Desta forma foi possível verificar uma correlação positiva e estatisticamente significativa entre o tamanho da silhueta cardíaca (soma do eixo longo com o eixo curto da silhueta cardíaca) e o comprimento do esterno ( $r_s=0,785$ ,  $p<0,001$ ), a altura da entrada do tórax ( $r_s=0,562$ ,  $p=0,001$ ), o comprimento da quarta à sexta vertebra torácicas ( $r_s=0,77$ ,  $p<0,001$ ). Também se encontrou uma correlação positiva e estatisticamente positiva entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax ( $r_s=0,782$ ,  $p<0,001$ ).

Em seguida estão apresentados os gráficos de dispersão de pontos da relação entre as variáveis mencionadas anteriormente (Figura 2 a 5).

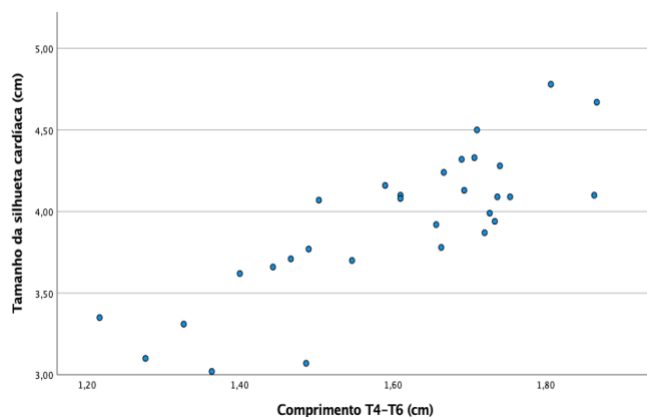
**Gráfico 3:** Relação entre o comprimento do esterno e o tamanho da silhueta cardíaca, na projeção LLd



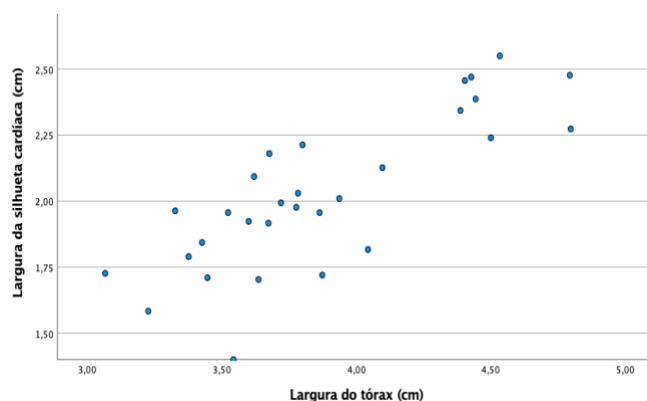
**Gráfico 2:** Relação entre a altura do tórax e o tamanho da silhueta cardíaca, na projeção LLd.



**Gráfico 3:** Relação entre o comprimento T4-T6 e o tamanho da silhueta cardíaca, na projeção LLd.

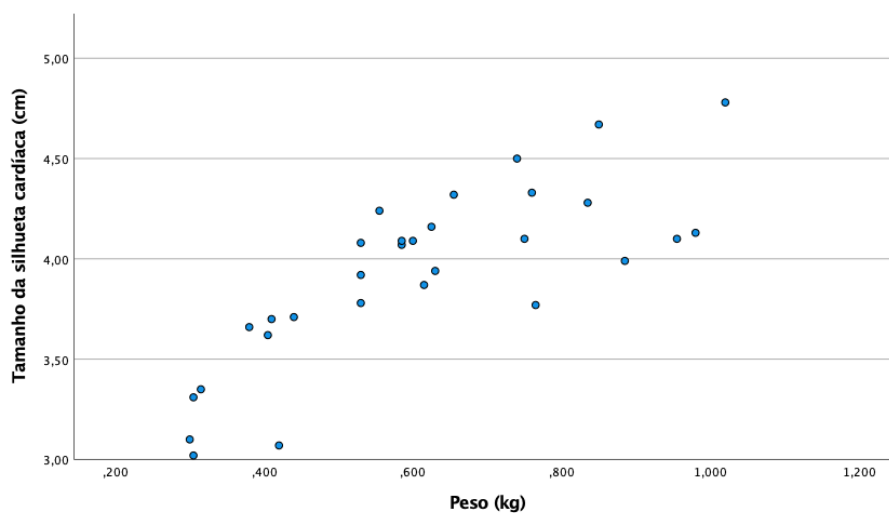


**Gráfico 4:** Relação entre a largura do tórax e a largura da silhueta cardíaca, na projeção VD.



Usando também o teste de spearman, foi investigada a correlação entre o tamanho da silhueta cardíaca e o peso. Aqui encontramos também uma correlação positiva e estatisticamente significativa ( $r_s=0,807$ ,  $p<0,001$ ). Em seguida está apresentado o gráfico de pontos desta relação (Gráfico 6).

**Gráfico 4:** Relação entre o peso do indivíduo e o tamanho da sua silhueta cardíaca, na projeção LLd



Como seria expectável, existe também uma correlação positiva e estatisticamente significativa entre o peso e todas as outras estruturas mensuradas. Os resultados dos testes de Spearman realizados estão apresentados na tabela seguinte.

**Tabela 2:** Resultados correlação não paramétrica do teste de Spearman entre o peso e as medições cardíacas e torácicas, excetuando o tamanho da silhueta cardíaca no decúbito lateral

	Peso	
	R <sub>s</sub>	p
CE	0,86	<0,001
AT	0,69	<0,001
T4-T6	0,76	<0,001
LC	0,78	<0,001
LT	0,89	<0,001

### 3.3. Estudo estatístico dos rácios cardíacos

Após efetuar a pesquisa de *outliers* verificou-se que o RCE não tem *outliers*. O RAT tinha dois outliers e o rácio CT teria um outlier, que foram excluídos antes de continuar o exercício estatístico. Em seguida, foi testada a hipótese de a distribuição dos valores de cada medição seguir uma distribuição normal através do teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov. Através deste teste chegou-se à conclusão de que nenhuma destas variáveis segue uma distribuição normal.

Na seguinte tabela encontram-se apresentados os valores referentes à estatística descritiva destes rácios, após terem sido excluídos os outliers.

**Tabela 3:** Medidas numéricas de síntese dos rácios calculados

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de variação
RCE	1,51	1,95	1,71 (1,57 – 1,85)	0,14	8,19%
RAT	2,41	3,85	3,21 (2,85 – 3,57)	0,36	11,21%
RCT	0,44	0,59	0,53 (0,49 – 0,57)	0,04	7,55%

RCE – rácio cardioesternal; RAT- rácio silhueta cardíaca – entrada do tórax; RCT- rácio cardiorácico

Foi usado o teste de Spearman para verificar a correlação entre o peso e os diferentes rácios, não tendo sido encontrada nenhuma correlação estatisticamente significativa.

Como pode ser visto na tabela 3, quanto ao rácio cardioesternal verificou-se uma média de 1,71( $\pm$ 0,14), uma média de 3,21( $\pm$  0,36) do rácio entre o tamanho da silhueta cardíaca e a entrada da cavidade torácica e uma média de 0,53( $\pm$ 0,04) do rácio cardiotorácico.

Desta forma chegou-se aos seguintes valores médios:

- Rácio cardioesternal (RCE): 1,57 a 1,85.
- Rácio silhueta cardíaca – entrada do tórax (RAT): 2,85 a 3,57.
- Rácio cardiotorácico (RCT): 0,49 a 0,57.

Através do teste t-student foi possível avaliar a diferença dos valores dos rácios entre os dois géneros. O RCE, o RAT e o RCT não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre os dois géneros com significâncias de, respetivamente, 0,29; 0,14 e 0,80.

### 3.3 Estudo estatístico do vertebral heart score

O *vertebral heart score* (VHS) foi medido com o auxílio do programa utilizado, incluído no sistema de raio-x do Hospital Veterinário Anicura do Atlântico, tal como explicado no capítulo 2.4. Análise das imagens radiográficas.

Iniciando o estudo estatístico desta variável, chegou-se à conclusão de que não apresenta outliers e que, através do teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, esta não segue uma distribuição normal.

Na tabela seguinte encontramos apresentados os valores estatísticos descritivos do VHS dos indivíduos em estudo.

**Tabela 4:** Medidas numéricas de síntese do VHS (Vertebral heart score).

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de variação
<b>VHS</b>	6,9	8,1	7,43 (7,08 – 7,88)	0,35	7,9%

Como pode ser visto na tabela 4, a média do *vertebral heart score* é de 7,43 ( $\pm$ 0,35). Assim sendo, neste estudo chegou-se aos seguintes valores médios:

- Vertebral heart score (VHS): 7,08 a 7,88.

Usando o teste de Spearman chega-se à conclusão de que não existe correlação entre o valor de VHS e o peso.

Através do teste t-student é nos possível avaliar se existe uma diferença significativa entre os valores de VHS dos machos e fêmeas. Concluiu-se, com uma significância de 0,80, que não existe uma diferença significativa entre os dois géneros.

## **4. Discussão**

### **4.1. Classificação da amostra em estudo**

A amostra de indivíduos presentes neste estudo seguiu os critérios de inclusão e exclusão definidos no ponto 2.1. Critérios de inclusão e exclusão, tendo por base a ausência de sinais clínicos indicativos de insuficiência cardíaca, exame físico dentro da normalidade e avaliação torácica radiográfica sem alterações. Foi conseguida uma amostra estatisticamente significativa de 30 elementos.

Em 2020, uma notícia escrita por André Rodrigues informa que existem, aproximadamente, 6,7 milhões de animais de estimação em Portugal. Destes, 33% são cães, 23% são gatos, 12% são peixes, 6% pássaros e nos restantes 6% estão incluídos todos os outros, como répteis, lagomorfos, roedores e invertebrados. Esta é a única informação possível de encontrar (do conhecimento da autora) relativa ao número de animais de estimação portugueses, pelo que não é possível saber o número de cobaios presentes no nosso país. Tendo em conta o baixo número de indivíduos do estudo e a grande amostra total de animais, não é correto extrapolar os dados aqui obtido para a totalidade da população de cobaios portugueses. Embora existam diferentes raças e alguns criadores que as preservam, a verdade é que a vasta maioria dos cobaios em Portugal têm raça indeterminada. Por esta razão e apesar de ser importante determinar valores de referência para cada raça, uma vez que podem ser diferentes entre elas, este estudo envolve apenas por animais de raça indeterminada.

O cobaio saudável adulto tem um peso médio de 900-1200g nos machos e de 700-900g nas fêmeas (Pignon and Mayer 2021). Neste estudo, o peso dos indivíduos é muito variável apresentando um mínimo de 300 gramas, um máximo de 1020 gramas, com uma média de 609 gramas. Não tendo a amostra em causa um peso médio dentro dos valores padrão, e sendo esta largamente variável, os valores médios obtidos dos eixos cardíacos, altura da entrada da cavidade torácica, comprimento do esterno e comprimento entre T4 e T6 não devem ser admitidos como padrão da espécie. Isto é verdade uma vez que todas estas medidas estão positivamente correlacionadas com o peso.

Assumindo que a amostra total de cobaios em Portugal é constituída por 50% dos animais do género feminino e 50% do género masculino, idealmente também a amostra em estudo deveria ter esta distribuição. No entanto, o estudo feito é constituído apenas por nove animais do género feminino, representando somente 30% do total de trinta animais.

Idealmente, este estudo deveria ter sido realizado apenas com animais adultos acima de um ano de vida, de forma a ter a certeza do total desenvolvimento anatómico. Infelizmente isto não foi possível, tendo os animais idades a partir dos 6 meses. Esta questão reflete-se no peso médio da amostra em estudo. De forma a saber se este facto altera o valor dos rácios estudados, mais estudos teriam de ser realizados. Em cães, Buchanan (2000) não verificou diferenças significativas do tamanho relativo do coração em cães em crescimento. Também em gatos e em coelhos não foram verificadas alterações significativas no valor do VHS nestas espécies quando em crescimento. (Moo et al 1992; Moarabi 2015). Na raça Caniche foi encontrada uma forte correlação entre o peso e o valor de VHS e RCT; no entanto, apesar das grandes alterações de peso dos animais em estudo (3 a 11 quilogramas), todos os animais se encontravam dentro dos valores de referência para um cão adulto saudável (Azevedo et al, 2016).

## **4.2. Seleção dos parâmetros em estudo**

A medição cardíaca é útil para observadores pouco experientes como um ponto de partida para avaliar as dimensões do coração. Observadores mais experientes geralmente conseguem identificar cardiomegália de forma empírica, mas mesmo nestas situações as medições são importantes para os casos dúbios (Buchanan, 2000). No entanto, as medições da silhueta cardíaca e das estruturas do tórax não podem ser usadas de forma direta como fator de diagnóstico uma vez que não têm em consideração o tamanho do animal (Litster and Buchanan 2000). Por esta razão, são usados rácios que comparam a silhueta cardíaca com as estruturas torácicas. No estudo desta dissertação foram calculados os rácios RCE, RAT e RCT, assim como o VHS.

Buchanan and Bucheler (1995) além de testarem a hipótese da utilização do valor de VHS para avaliação cardíaca nos cães, também realizaram medições do esterno (excluindo o manúbrio devido à elevada variabilidade individual) e fizeram a comparação entre esta e o tamanho cardíaco e vertebral com o objetivo de perceber se esta medida também seria passível de ser utilizada no diagnóstico de doença cardíaca. Assim sendo, observaram que existia uma grande correlação positiva entre o tamanho da silhueta cardíaca e o tamanho do esterno em cães. Desta forma, a autora achou relevante verificar esta correlação nos cobaios assim como calcular o rácio entre as duas medidas.

Segundo Buchananm (2000) o rácio entre o tamanho da silhueta cardíaca e a altura do tórax não é um bom avaliador do aumento ou não das dimensões do coração. Isto porque, segundo este, aquando de doença cardíaca o esforço respiratório aumenta, levando ao aumento do volume do tórax. Desta forma, como o numerador e o denominador aumentam em conjunto o rácio não altera de forma significativa. Existem, no entanto, alguns estudos que calculam o rácio entre o tamanho da silhueta cardíaca e a altura do tórax em decúbito lateral (Black et al 2011; Diniz et al 2013). No estudo desta dissertação, devido a esta questão, foi usado o rácio entre o tamanho da silhueta cardíaca e a dimensão da entrada do tórax (RAT), uma vez que esta medida não altera com o ciclo cardíaco nem com o esforço respiratório. Além disto verificou-se uma correlação positiva estatisticamente significativa entre o tamanho da silhueta cardíaca e a entrada da cavidade torácica, o que pode ser um bom indicador de que este rácio pode ser útil na clínica de cobaios.

Apesar da observação de Buchanam (2000), o RCT é nos dias de hoje um fator preditivo para insuficiência cardíaca em seres humanos (Michiue et al 2010). Existem poucos estudos sobre este rácio em animais, embora Torad e Hasan (2014) e Azevedo et al (2016) tenham já realizado estudos com o objetivo de calcular o RCT em cães. Torad e Hasan (2014) calcularam este valor em pastores alemães. No entanto, o cálculo feito por estes foi diferente daquele usado pela autora. Enquanto a autora calculou este rácio através da divisão de duas medidas lineares, Torad e Hasan calcularam o rácio como a divisão da área ocupada pela silhueta cardíaca sob a restante área torácica. Por outro lado, Azevedo et al (2016), tal como a autora, avaliaram este rácio com recurso a medidas lineares (largura da silhueta cardíaca e do tórax), concluindo que o mesmo está altamente relacionado com o volume do ventrículo esquerdo.

O VHS é o rácio mais estudado em variadas espécies e muito usado em clínica. A boa correlação entre o tamanho das vértebras e o tamanho da silhueta cardíaca já foi demonstrada em variadas espécies ao longo do tempo, em diversos estudos (muitos deles abordados ao longo desta dissertação), sendo que os primeiros a relatar o uso desta técnica foram Buchanan and Bucheler, em 1995.

Apesar de que o mais utilizado na avaliação radiográfica de um animal com suspeita de doença cardíaca é o VHS, este nem sempre pode ser calculado. Azevedo et al (2016) verificaram uma grande correlação entre os valores de RCT e de VHS em cães da raça Caniche, o que pode ser muito útil em animais em grande esforço respiratório que se sintam mais confortáveis em decúbito esternal (Azevedo et al, 2016).

Concluindo, tendo em conta as associações já demonstradas em noutras espécies, a autora achou importante procurar também a existência destas associações no cobaio e avaliar a força destas, assim como chegar a um valor médio, ao invés de calcular apenas o valor de VHS como foi feito na grande maioria dos estudos.

### 4.3. Análise das imagens radiográficas

O requisito mais importante na interpretação radiográfica é um grande conhecimento da anatomia normal e atenção a alterações de padrão como resposta a processos patológicos (Silverman 1993). O cobaio apresenta um tórax pequeno com um coração de tamanho relativo intermédio, localizado a meio do tórax (Silverman 1993), que geralmente se inicia na linha média do tórax e se estende até ao quarto espaço intercostal (Heatley 2009).

Ao realizar uma radiografia torácica, o tamanho da silhueta cardíaca pode ser radiograficamente diferente devido à projeção e posicionamento do animal, fase da respiração e os movimentos intrínsecos do coração (Bavegems et al 2005). De forma a tentar minimizar estas variações todos os animais foram posicionados de forma metódica sempre na mesma posição e a análise e medição de todos os parâmetros torácicos da imagem foram realizados pelo mesmo indivíduo (a autora da dissertação). Também o facto de os animais estarem sedados contribuiu para que as imagens radiográficas tivessem melhor qualidade, uma vez que facilita o posicionamento perfeito destes na mesa.

Apesar dos esforços, em diversas imagens realizadas, as margens da silhueta cardíaca foram difíceis de visualizar, principalmente na projeção ventrodorsal e a margem cranial nas projeções laterais. Schnellbacher et al (2012) justificam esta dificuldade com a presença de tecidos moles, nomeadamente o timo, no mediastino cranial. Esta situação também foi verificada nos estudos relativos a cães da pradaria (Garcia 2016) e a coelhos da Nova Zelândia (Giannico et al 2015). As margens da silhueta cardíaca como um todo poderiam ter uma apresentação mais clara caso se tivesse recorrido a ventilação manual dos pulmões através de pressão positiva via máscara facial durante a exposição radiográfica (Garcia 2016). No estudo feito não houve possibilidade de colocar os indivíduos com máscara facial devido à falta de material disponível. Por esta razão e por ser difícil radiografar o animal em inspiração, devido à alta frequência respiratória, os contornos cardíacos ficaram menos definidos em diversas das imagens radiográficas, especialmente nas imagens tiradas em decúbito dorsal.

Desta forma, e apesar de muitos trabalhos estudarem o valor do VHS em decúbito lateral em conjunto com o decúbito dorsal ou ventral (Stepien et al 1999, Dias et al 2020, Garcia et al 2016, Masoudefard et al 2021), não foi possível calcular o valor de VHS em decúbito dorsal. Em grande parte das imagens retiradas os contornos cardíacos estavam

pouco definidos, não havendo um número de imagens suficiente em que a autora se sentisse confiante em realizar estas medições de forma adequada.

Hansson et al (2005), verificaram que não existem alterações significativas dos valores de VHS medidos por observadores menos ou mais experientes. No entanto, os pontos de referência escolhidos por cada observador são dependentes da experiência do mesmo, o que, conseqüentemente, irá alterar o valor do VHS. Assim sendo, a pouca experiência da observadora (estudante finalista de Medicina Veterinária) pode levar a valores falseados.

#### **4.4. Discussão de resultados**

Através da medição direta das imagens radiográficas e posterior síntese das mesmas foram obtidos os seguintes valores médios: LA – 2,39cm, SA – 1,53cm; CE – 2,26cm; AT – 1,21cm; T4-T6 – 1,60cm; LC – 2,03cm e LT – 3,88cm. No entanto, como dito anteriormente no capítulo 4.1. Classificação da amostra em estudo, tendo em conta que o tamanho médio da amostra não se encontra dentro do padrão da espécie, os valores medidos radiograficamente de forma direta (comprimento dos eixos cardíacos, do esterno, altura da entrada da cavidade torácica, comprimento das vertebrae T4 a T6 e a largura da silhueta cardíaca e do tórax) não deverão ser interpretados como a referência para espécie. Apesar disto, todas as relações realizadas entre estes são estatisticamente relevantes, assim como os rácios calculados para esta espécie, uma vez que não se verificou uma correlação entre estes e o peso do animal.

Após a análise estatística concluiu-se que existe uma relação positiva entre o tamanho do coração e as estruturas torácicas avaliadas. Tendo em conta a força da correlação, as estruturas com melhor relação com a silhueta cardíaca são, por ordem decrescente: comprimento do esterno em decúbito LLd ( $r_s=0,785$ ), largura do tórax em decúbito VD ( $r_s=0,782$ ), comprimento das vertebrae T4 a T6 em decúbito LLd ( $r_s=0,77$ ) e a altura da entrada do tórax em decúbito LLd ( $r_s=0,562$ ).

Tendo em conta que a maior correlação verificada foi com o comprimento do esterno, o rácio cardioesternal poderá ser uma ferramenta fiável e com elevada utilidade em clínica desta espécie. No estudo realizado no âmbito desta dissertação a média do RCE desta espécie foi de  $1,71(\pm 0,14)$ . A largura do tórax e o comprimento das vértebras torácicas médias também apresentaram uma correlação muito elevada, pelo que o rácio cardiotorácico e o valor de VHS (respetivamente) também poderão ser ferramentas fiáveis na avaliação do tamanho cardíaco destes animais. No estudo desta dissertação a média do RCT foi de  $0,53(\pm 0,04)$  e a média do VHS foi de  $7,24 (\pm 0,22)$  vértebras.

Relativamente ao RAT, apesar de apresentar uma correlação positiva ( $r_s=0,562$ ) o valor desta não é tão elevado quanto as restantes. Tendo isto em conta, o rácio silhueta cardíaca - entrada do tórax não deverá ser uma ferramenta fidedigna a usar em clínica, uma vez a relação entre as duas estruturas é fraca e existem outras relações que apresentam uma adequação superior.

Tendo em conta o pequeno tamanho da amostra e a ausência de normalidade dos resultados apresentados, as médias calculadas para cada um dos rácios não pode ser extrapoladas para valores de referência (Friedrichs et al 2006). Os intervalos de referência têm diversas vantagens na rotina clínica incluindo a sua simplicidade, facilidade de organização nos sistemas informáticos ou em livros de bolso e apresentam uma grande aceitação na comunidade médica (Boyd 2009). No entanto, estes também podem ter desvantagens devido à variabilidade intra espécie e o facto de estes não terem em consideração todo o historial médico do indivíduo (Boyd 2009).

Uma vez que não existem estudos, até à data, acerca destes rácios em roedores ou outras espécies de animais exóticos, não é possível fazer a comparação do valor encontrado pela autora no cobaio com o de outras espécies. Até à data existem apenas dois estudos realizados em cães em que é avaliado o RCT. Na raça caniche a média do valor do RCT calculado foi de  $0,48 \pm 0,05$  (Azevedo et al, 2016), sendo um valor ligeiramente inferior ao encontrado nos cobaios. O estudo do RCT realizado em pastores alemães (Torad e Hassan, 2014) não usa a mesma técnica que aquela utilizada neste estudo, tirando assim a possibilidade de comparação direta com o valor encontrado no cobaio.

#### **4.4.1 Comparação do VHS com outras espécies**

Uma das maiores limitações de usar instrumentos de medição convencionais e régua graduadas aquando da medição do VHS é a necessidade de estimativa das proporções quando o comprimento e a largura do coração não medem um número inteiro de vertebrae (Torad and Hassen, 2014). Esta limitação foi diminuída neste estudo devido à automatização do cálculo deste.

O resultado do *vertebral heart score* do cobaio no estudo desta dissertação foi de  $7,43 \pm 0,35v$ , pelo que o intervalo de valores obtido neste estudo para esta espécie foi de 7,08 a 7,88 vértebras.

Comparativamente com outras espécies consideradas novos animais de companhia, o cobaio tem um tamanho cardíaco relativo superior aos furões, aos ratos e aos cães da pradaria e um tamanho relativo inferior quando comparado as chinchilas e o ouriço pigmeu africano. Tal pode ser verificado na tabela 5.

Comparando os valores do VHS do coelho com o do cobaio verificamos que estes são muito similares, sendo que, dependendo dos estudos em análise, tanto o coelho como o cobaio poderão ter valores superiores. O estudo feito por Onuma et al (2009) em coelhos indica-nos um valor superior relativamente ao estudo feito em cobaios feito pela autora da dissertação, mas em coelhos com menos de 1,6 quilogramas o valor de VHS é inferior ao encontrado por Masoudefard et al (2021) em cobaios. Já aqueles valores estudados por Moarabi et al (2015) em coelhos são inferiores aos dos cobaios tanto no estudo realizado pela autora como no estudo realizado por Masoudefard et al (2021), mas praticamente iguais àqueles concluídos por Silva et al (2021) em cobaios.

Relativamente à espécie agouti, o resultado da comparação da silhueta cardíaca entre esta espécie o cobaio também dependerá do estudo utilizado para tal. O valor calculado por Diniz et al (2013) encontra-se entre o valor descrito pela autora da presente dissertação e o valor descrito por Masoudefard et al.

Usando os estudos já realizados na mesma espécie em estudo, o cobaio, concluímos que o valor aqui calculado é muito semelhante àquele verificado no estudo de Silva et al (2021) –  $7,3 \pm 0,4v$  – e inferior àquele verificado por Masoudefard et al (2021) –  $7,7 \pm 0,12$ .

Esta informação encontra-se esquematizada na tabela 5, em seguida apresentada.

**Tabela 5:** Valores de VHS de diferentes espécies de novos animais de companhia, por ordem crescente.

	VHS LLd (v)	VHS LLe (v)	VHS DV (v)	VHS VD (v)	Fonte
<b>Furões</b>	5,23 – 5,57	5,17 – 5,35	-	5,73 – 6,15	Stepien et al 1999
<b>Ratazana</b>	7,00 ± 0,70	-	7,90 ± 1,00	7,50 ± 0,90	Dias et al 2021
<b>Cães da pradaria de cauda preta</b>	7,12 ± 0,42	7,15 ± 0,48	4,46 ± 0,22	-	Garcia et al 2016
<b>Coelhos</b>	<1,6kg 7,55 ± 0,38	-	-	-	Onuma et al 2009
	>1,6kg 7,99 ± 0,58	-	-	-	
	7,30 ± 0,31	7,60 ± 0,32	-	-	Moarabi et al 2015
<b>Agoutis</b>	7,68 ± 0,41	-	-	-	Diniz et al 2013
<b>Cobaio</b>	7,30 ± 0,40	-	-	-	Silva et al 2021
	<b>7,43 ± 0,35</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>Tavares 2023</b>
	7,70 ± 0,12	-	-	9,2 ± 0,23	Masoudefard et al 2021
<b>Ouriço africano pigmeu</b>	-	8,16 ± 0,48	-	-	Black et al 2011
<b>Chinchilas</b>	8,94 ± 0,72	8,89 ± 0,62	-	-	Doss et al 2017

#### 4.5. Limitações do estudo

Relativamente à amostra, a primeira limitação encontrada é o facto de existirem apenas 30 indivíduos. Quanto menor o tamanho da amostra, menor o grau de certeza na estimativa dos intervalos de referência (Friedrichs et al 2006). É recomendado um mínimo de 120 indivíduos de forma a obter intervalos referência com de confiança de 90% através de métodos não paramétricos (Friedrichs et al 2006). Por esta razão, apesar da importância de serem definidos valores de referência cardíacos no cobaio, esta dissertação refere-se apenas às médias calculadas no estudo realizado. Para além do pequeno número da amostra, os indivíduos que a constituem não têm um peso ou idade constante entre si. Este problema poderia ser solucionado estendendo o tempo do estudo, o que levaria à recolha de mais radiografias, uma vez que o número de animais foi dependente das consultas realizadas. Desta forma seria possível organizar os animais em classes por peso, idade ou género levando então a valores para populações mais específicas.

Teoricamente nenhum dos animais do estudo tinha alterações cardíacas. No entanto, esta conclusão foi retirada apenas com recurso a um exame físico e radiografia torácica, o que não é suficiente para o afirmar com total certeza. De forma a concluir com toda a certeza que cada indivíduo não teria alterações cardíacas teriam de ser realizados mais exames complementares, tais como ecocardiografia, medição da pressão arterial e análises sanguíneas. Devido a contenção de custos e diminuição do *stress* dos animais estes exames não foram realizados. Em tom de exemplo, no trabalho de Silva et al (2021), após o estudo radiográfico torácico, já anteriormente comentado, cada animal foi eutanasiado e sujeito a disseção cardíaca. Neste caso, todos os animais aparentemente saudáveis confirmaram não ter alterações macroscópicas ao nível cardíaco. No estudo realizado por Dias et al (2020), em ratos, também se procedeu à disseção dos animais após estudo radiográfico. Aqui também não foi excluído nenhum indivíduo.

Relativamente ao procedimento radiográfico, o pouco tempo do efeito sedativo por vezes terá condicionado a qualidade da radiografia tirada. Em alguns dos indivíduos a qualidade radiográfica ficou aquém daquela que poderia ter sido obtida devido à dificuldade no pouco tempo de sedação disponível. Idealmente a radiografia torácica deveria ser obtida no momento da inspiração do animal. Tendo em conta o rápido ritmo respiratório do cobaio, radiografar o animal em inspiração é virtualmente impossível, o que compromete a imagem obtida. De forma a colmatar estas falhas, os animais poderiam ter sido sujeitos a anestesia volátil e estarem ligados a um ventilador manual.

O facto de a autora desta dissertação ter ainda um grande grau de inexperiência na área aquando da avaliação do estudo deverá ser tida em consideração. De forma a tentar minimizar o erro humano, todas as medições foram realizadas 3 vezes, tendo sido usada para

o estudo estatístico a média ponderada destas. Tentando não enviesar os resultados, os valores obtidos por outros estudos, no cobaio, só foram do conhecimento da autora após a mesma terminar todo o estudo estatístico. No entanto, não pode ser excluída a possibilidade de terem sido cometidos erros sistemáticos que passam facilmente despercebidos. O cobaio é um animal muito pequeno, conseqüentemente com um coração de poucos centímetros, o que faz com que erros de apenas milimétricos sejam significativos.

## **5. Conclusão**

Tal como dito no primeiro capítulo desta dissertação (1. Clínica de novos animais de companhia) a clínica de novos animais de companhia tem vindo a experienciar um crescimento enorme, com cada vez mais titulares deste género de animais assim como médicos veterinários especializados nos mesmos. No entanto, apesar disto ser verdade, a clínica de animais exóticos ainda se encontra muito longe de poder ser equiparada à clínica de cães e gatos. Ao contrário de há alguns anos atrás, por parte dos titulares o conhecimento e preocupação por este tipo de animal de estimação tem evoluído muito. Isto leva a que os animais vivam mais tempo e com melhor qualidade, dando asas a que estes tenham problemas de saúde cada vez mais complexos. Em contrate, existe ainda muito espaço para evolução da medicina veterinária: em termos de conhecimentos das espécies, técnicas que poderão ser utilizadas no futuro, produção de equipamentos especializados para os diferentes tipos de animais e adaptados ao seu tamanho muitas vezes diminuto e adaptação das clínicas e hospitais para o tratamento e internamento destes.

Devido à falta de estudos que ainda existe nas espécies exóticas domésticas, recorre-se muito à extrapolação de dados entre diferentes espécies, incluindo o cão e o gato, o que pode levar a erros de interpretação. Por esta razão, estudos como este são de extrema importância uma vez que, aos poucos, vamos conhecendo cada vez melhor as espécies e tendo padrões dos animais saudáveis poderemos diagnosticar a doença com maior facilidade

Relativamente à doença cardíaca, esta está ainda muito pouco estudada nos novos animais de companhia. Não estando estes isentos de patologias cardíacas, é importante que se estude também esta área nestes animais de forma a fornecer um serviço de qualidade aquando apresentação de um paciente com sinais clínicos de doença cardíaca. A radiografia é, sem dúvida, um meio de diagnóstico importante para a deteção de alteração cardíaca, sendo o primeiro passo para tal. Esta técnica está presente em praticamente todos os centros de atendimento médico veterinário e hospitais, não necessita de um profissional experiente para a realização da mesma e é relativamente económica (quando comparada a exames complementares mais avançados como a ecocardiografia). Por esta razão, considera-se de extrema importância saber os valores de referência de cada espécie assim como investigar a

correlação entre o tamanho da silhueta cardíaca e as diferentes partes anatómicas do tórax, procurando saber a que terá melhor correlação com o tamanho da silhueta cardíaca assim como aquela com uma detecção mais aperfeiçoada de alteração cardíaca.

A técnica de medição cardíaca radiográfica mais utilizada em clínica nos dias de hoje é o VHS. No entanto, a autora considera de elevada importância investigar a correlação entre o tamanho da silhueta cardíaca e outras partes anatómicas torácicas, com o intuito de investigar se existe uma maior correlação do que aquela existente com as vértebras torácicas médias. Estes estudos também serão importantes para criar valores de referência a serem usados em situações em que não seja possível fazer o cálculo do VHS, por má qualidade radiográfica ou defeitos vertebrais. Para esta questão, é necessário a existência de mais estudos com amostras maiores.

Quanto ao estudo realizado, concluiu-se que o rácio cardioesternal, o rácio cardiorádico e o *vertebral heart score* são, de forma decrescente, os melhores indicadores para a normalidade da silhueta cardíaca do cobaio. Isto deve-se à elevada correlação detetada entre o tamanho da silhueta cardíaca e o comprimento do esterno, a largura do tórax e as vertebrae torácicas médias, respetivamente. Não foi possível obter os valores de referência destes rácios uma vez que os resultados obtidos não seguiram uma distribuição gaussiana. Apesar disto, as médias ponderadas foram as seguintes: o rácio cardioesternal foi  $1,71(\pm 0,14)$ , o rácio cardiorádico foi  $0,53(\pm 0,04)$  e o *vertebral heart score* foi  $7,43\pm 0,35v$ . Por falta de estudos, não é possível fazer a comparação dos valores dos rácios aqui obtidos dos rácios com os de outras espécies e da mesma espécie. Apenas foi possível fazer a comparação do VHS, tendo obtido valores similares com os de outros estudos feitos com a mesma espécie.

O coração dos cobaios, quando comparado com outras espécies, tem um tamanho relativo superior ao dos furões, ratos e cães da pradaria e inferior ao dos ouriços pigmeus africanos e das chinchilas. Quando comparado com o coelho e o agouti as duas espécies têm um tamanho relativo da silhueta cardíaca muito similar.

Concluindo, apesar de existirem cada vez mais estudos que abordam esta temática ainda pouco se sabe acerca da mesma. Esta dissertação pretende ser um contributo para a área, mas mais estudos semelhantes precisam de ser feitos, com amostras maiores, diferentes populações e adaptando o protocolo experimental de forma a colmatar problemas existentes e identificados no decorrer da análise do mesmo.

## V.BIBLIOGRAFIA

AVMA. 2018. AVMA pet ownership and demographics sourcebook. [Internet]. 2017-2018 Edition. Schaumburg (IL). [accessed 2022 September 15] Available from: <https://www.avma.org/sites/default/files/resources/AVMA-Pet-Demographics-Executive-Summary.pdf>

Ayers MH. 2012. Small Animal Radiographic Techniques and positioning. 1<sup>st</sup> ed. John Wiley & Sons, inc. p.163-170.

Azevedo GM, Pessoa GT, Moura LS, Sousa FCA, Rodrigues RPS, Sanches MP, Fontenele RD, Barbora MAPS, Neves WC, Sousa JM et al. 2016. Comparative study of the vertebral heart scale (VHS) and the cardiothoracic ratio (CTR) in healthy poodle breed dogs. *Acta Scientiae Veterinariae* 44:1387. p.1-7

Ballard B. 2017. Exotic Animal in Clinical Practice. In: Ballard B, Cheek R, editors. *Exotic Animal Medicine for the veterinary technician*. 3rd ed. Ames, IA: Wiley-Blackwell. p. 3-7.

Bavegems V, Caelenberg AV, Duchateau L, Sys SU, Bree HV, Rick AD. Vertebral heart size ranges specific for whippets. 2005. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, Vol. 46, No. 5. p.400-403

Beaufrère H, Schilliger L, Pariaut R. 2016. Cardiovascular system. In: Mitchell M, Tully JR. *Current Therapy in Exotic Pet Practice*. St Louis MO: Saunders Elsevier. p.151-220.

Black PA, Marshall C, Seyfried AW, Bartin AM. 2011. Cardiac assessment of african hedgehogs (*atelerix albiventris*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 42(1). p.49–53.

Bodh D, Hoque M, Saxena AC, Gugjoo MB, Bist D, Chaudhary JK. 2016. Vertebral scale system to measure heart size in thoracic radiographs of Indian Spitz, Labrador retriever and Mongrel dogs. *Vet World*. 9(4). p. 371-376.

Boyd JC. 2010. Defining laboratory reference values and decision limits: populations, intervals, and interpretations. *Asian journal of andrology* 12. p.83-90.

Buchanan JW, Bucheler H. 1995. Vertebral scale system to measure canine heart in radiographs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* Vol.206. p.194-199.

Buchanan JW. 2000. Vertebral scale system to measure heart size in radiographs. *Veterinary clinics of north America: small animal practice*. Vol 30. No2. p.379-393

Carlisle CH, Thrall DE. 1982. A comparison of normal feline thoracic radiographs made in dorsal versus ventral recumbency. *Veterinary Radiology* 23. p.3–9

Capello, V, Lennox, A, Widmer WR. 2008. The basics of radiology. In: Capello V, Lennox AM, editors. *Clinical radiology of exotic companion mammals*. Ames, IA: Wiley-Blackwell.

Clemons DJ, Seeman JL. 2011. *The Laboratory guinea pig*. 2nd Edition. Boca Raton FL: Taylor and Francis Group. p.74.

Dias S, Anselmi C, Espada Y, Martorell J. 2021. Vertebral heart score to evaluate cardiac size in thoracic radiographs of 124 healthy rats (*Rattus norvegicus*). *Veterinary Radiology Ultrasound*. p.1-8

Diniz, A. N., Silva Júnior, J. R., Ambrósio, C. E., Sousa, J. M., Sousa, V. R., Carvalho, M. A., Nascimento, D. M. & Alves, F. R. 2013. Thoracic and heart biometrics of non-anesthetized agouti measured on radiographic images. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 33 (3). p. 411-416.

Doss GA, Mans C, Hoey S, Girolamo ND, Stepien RL, Waller III, KR. 2017. Vertebral heart size in chinchillas (*Chinchilla lanigera*) using radiography and CT. *Journal of Small Animal Practice*. p.1-6

Ferreira R. 2017. Espécies exóticas: uma realidade cada vez maior. *Veterinária Atual*. [Internet]. [accessed 2022 September 15]. <https://www.veterinaria-atual.pt/na-clinica/especies-exoticas-uma-realidade-cada-vez-maior/>

Friedrichs KR, Harr KE, Freeman KP, Szladovits B, Walton RM, Barnhart KF, Blanco-Chavez J. 2012. ASVCP reference interval guidelines: determination of de novo reference intervals in veterinary species and other related topics. *Veterinary Clinical Pathology* 41/4.p.441-453.

Garcia EB, Eshar D, Thomason JD, Harkin KR, Biller D. 2016. Cardiac assessment of zoo-kept, black-tailed prairie dogs (*Cynomys ludovicianus*) anesthetized with isoflurane. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 47(4). p.955–962

Ghadiri A et al. 2008. Radiographic measurement of vertebral heart size in healthy stray cats. *Journal of feline medicine and surgery* 10. Elsevier Ltd. p. 61-65.

Giannico AT, Garcia DAA, Lima L, de Lara FA, Ponczek CAC, Shaw GC, Montiani-Ferreira F, Froes TR. 2015 Determination of normal echocardiographic, electrocardiographic, and radiographic cardiac parameters in the conscious New Zealand white rabbit. *Journal Exotic Pet Medicine* Vol.24 No.2. p.223–234.

Goodman G. 2009. Rodents: respiratory and cardiovascular system disorders. In: Keeble E, Meredith A, editors. *BSAVA Manual of rodents and ferrets*. 1<sup>st</sup> ed. Quedgeley, UK: British Small Animal Veterinary Association. p.142-149.

Goodman G. 2009. Rodents: diagnostic imaging. In: Keeble E, Meredith A, editors. *BSAVA Manual of rodents and ferrets*. 1<sup>st</sup> ed. Quedgeley, UK: British Small Animal Veterinary Association. p.32-41.

Greco A, Meomartino L, Raiano V, Fatone G, Brunetti A. 2008. Effect of left vs right recumbency on the vertebral heart score in normal dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, Vol. 49, No. 5.p. 454–455.

Hansson K, Haggstrom J, Kvarn C, Lord P. 2005. Interobserver variability of vertebral heart score measurements in dogs with normal and enlarged hearts. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, Vol 46, No 2. p.122-130

Hawkins MG; Pascoe PJ. 2021. Anesthesia, Analgesia and Sedation of Small Animals. In: Quesenberry et al, editors. *Ferrets, Rabbits and Rodents, Clinical Medicine and surgery*. 4th ed. St Louis MO: Elsevier Inc. p. 536-558

Heatley JJ. 2009. Cardiovascular anatomy, physiology and disease of rodents and small exotic mammals. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice* 12. p. 99–113

Keeble E. 2009. Rodents: biology and husbandry. In: Keeble E, Meredith A, editors. *BSAVA Manual of rodents and ferrets*. 1st ed. Quedgeley, UK: British Small Animal Veterinary Association. p.1-17.

Lichtenberger M, Hawkins MG. 2009. Rodents: physical examination and emergency care. In: Keeble E, Meredith A, editors. *BSAVA Manual of rodents and ferrets*. 1st ed. Quedgeley, UK: British Small Animal Veterinary Association; p.18-31.

Litster AL, Buchanan JW. 2000. Vertebral scale system to measure heart size in radiographs of cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association* Vol 216, No2. p.210-214

Marvão S. 2016. “Somos o parente pobre da medicina veterinária”. *Veterinária Atual*. [Internet] [accessed in 2022 September 15]. <https://www.veterinaria-atual.pt/na-pratica/somos-o-parente-pobre-da-medicina-veterinaria/>

Masoudifard M, Rostami A, Nodolaghi MS, Esmailinejad MR, Bahonar A. 2021. Development and evaluation of methods for vertebral heart score determination in guinea pig (*Cavia porcellus*). *Veterinary Research Forum* 12 (3). p.357 – 360. DOI: doi: 10.30466/vrf.2020.108629.2580

Michiue T., Ishikawa T., Sakoda S., Quan L., Li D.R., Kamikodai Y., Okazaki S., Zhu B.L. & Maeda H. 2010. Cardiothoracic ratio in post-mortem chest radiography with regard to the cause of death. *Legal Medicine* Vol.12. No2. p.73-78.

Minarikova A, Hauptman K, Jeklova E, Knotek Z, Jekl V. 2015. Diseases in pet guinea pigs: a retrospective study in 1000 animals. *Veterinary record* 22/29.

Mitchell MA. 2009. Preparing your hospital for exotic pets. In: Mitchell MA and Tully Jr TN, editors. *Manual of Exotic Pet Practice*. St Louis MO: Saunders elsevier. p. 4-10.

Moarabi A, Mosallanejad B, Ghadiri A, Avizeh R. 2015. Radiographic measurement of vertebral heart scale (VHS) in New Zealand white rabbits. *Iranian journal of veterinary surgery* 10(1), No22. p.37-41.

Moon ML, Keene BW, Lessard P, et al. Age related changes in the feline cardiac silhouette. *Veterinary Radiology & Ultrasound* Vol.34 No5. p.315–320.

Nautrup CP. 2011. Radiography. In: Krautwald-Junghanns ME, Pees M, Reese S, Tully T, editors. *Diagnostic Imaging of Exotic Pets*. 2nd ed. Hannover. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co; p.170-175

Nelson NC, Matton JS, Anderson DE. 2011. Radiographic appearance of the thorax of clinically normal alpaca crias. *American Journal of Veterinary Research* vol 72, No11. p.1439-1448

O'Malley B. 2005. *Clinical Anatomy and Physiology of Exotics Species*. 1st ed. Germany: Elsevier Limited. p.196-208.

Onuma M, Ono S, Ishida T, Shibuya H, Sato T. 2009. Radiographic measurement of cardiac size in 27 rabbits. *Journal Veterinary Medicine Science* 72(4). p.529–531

Pignon C and Mayer J. 2021. Guinea Pigs. In: Quesenberry KE, Orcutt CJ, Mans C, Carpenter JW, editors. Ferrets, Rabbits and Rodents, Clinical Medicine and surgery. 4th ed. St Louis MO: Elsevier Inc. p.271-295.

Reese S, Hein J. 2011. Radiography. In: Krautwald-Junghanns ME, Pees M, Reese S, Tully T, editors. Diagnostic Imaging of Exotic Pets. 2nd ed. Hannover. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co; p.144-148.

Riggs SM. 2017. Exotic Animal in Clinical Practice. In: Ballard B, Cheek R, editors. Exotic Animal Medicine for the veterinary technician. 3rd ed. Ames, IA: Wiley-Blackwell. p.456.

Rodrigues A. 2020. O fenómeno dos animais de estimação em números. Rádio Renascença [Internet] [accessed in 2022 December 15].<https://rr.sapo.pt/artigo/o-mundo-em-tres-dimensoes/2020/02/06/o-fenomeno-dos-animais-de-estimacao-em-numeros/181036/>

Ruehl WW, Thrall DE. 1981. The effect of dorsal versus ventral recumbency on the radiographic appearance of the canine thorax. *Veterinary Radiology*, Vol.22, No. 1. p.10-16.

Schnellbacher R, Olson EE, Mayer J. 2012. Emergency presentations associated with cardiovascular disease in exotic herbivores. *Journal of Exotic Pet Medicine* 2. p. 316–327.

Silva MD, Bo P, Genocchi ED, Tagliavia C, Roccaro M, Granis A, Toaldo MB. 2021. Radiographic and anatomical morphometric assessments of heart size in presumed healthy pet guinea pigs. *Vet Radiology Ultrasound* 63. p.8-17.

Silverman S. 1993. Diagnostic imaging of exotics pets. *Veterinary clinic of north America: small animal practice*. Vol.34 No6.

Silverman S, Tell LA. 2005. Radiology of rodents, ferrets and rabbits. St Louis, MO: Elsevier Saunders.

Sisk DB.1976. Physiology. In: Wagner JE, Manning PJ, editors. *The Biology of the Guinea Pig*. San Diego, CA, Academic Press. p.63-92.

Spencer CP, Ackerman N, Burter JK. 1981. The canine lateral thoracic radiograph. *Veterinary Radiology* Vol.22 No6. p.262-266.

Stepien RL, Benson KG, Forrest LJ. 1999. Radiographic measurement of cardiac size in normal ferrets. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, Vol. 40, No. 6, p. 606-610

Torad FA, Hassan EA. 2014. Two-dimensional cardiothoracic ratio for evaluation of cardiac size in German shepherd dogs. *Journal of veterinary cardiology*. p.1760-2734.

Zwingenberger A, Silverman S. 2009. Rodents: diagnostic imaging. In: E. Keeble & A. Meredith, editors. *BSAVA manual of rodents and ferrets*. Quedgeley, UK: British Small Animal Veterinary Association; p.32-41

## ANEXOS

### ANEXO 1. Valores das médias das três medições diretas dos 30 animais radiografados.

Animal	Sexo	Peso (kg)	Idade (meses)	LA (cm)	AS (cm)	CE (cm)	AT (cm)	T4-T6 (cm)	LC (cm)	LT (cm)
1	Fêmea	0,955	16	2,62	1,48	2,60	1,47	1,61	2,24	4,50
2	Macho	0,85	24	2,70	1,96	2,50	1,30	1,87	2,48	4,79
3	Fêmea	0,765	24	2,28	1,48	2,62	1,15	1,49	2,46	4,40
4	Fêmea	0,835	14	2,76	1,52	2,34	1,37	1,74	2,47	4,43
5	Macho	0,885	18	2,52	1,47	2,48	1,66	1,73	2,55	4,53
6	Macho	0,585	12	2,42	1,65	2,34	1,08	1,50	1,96	3,86
7	Fêmea	0,615	8	2,35	1,52	2,33	1,44	1,72	2,39	4,44
8	Fêmea	0,53	10	2,33	1,45	2,39	1,44	1,66	1,92	3,60
9	Macho	0,655	12	2,62	1,70	2,53	1,30	1,69	2,21	3,80
10	Fêmea	0,42	7	1,86	1,21	2,04	0,94	1,49	1,84	3,43
11	Macho	0,555	6	2,59	1,64	2,35	1,17	1,67	2,18	3,68
12	Macho	0,625	9	2,56	1,59	2,32	1,14	1,59	2,09	3,62
13	Macho	0,63	9	2,38	1,56	2,66	1,39	1,73	1,82	4,04
14	Fêmea	0,585	8	2,58	1,52	2,32	1,17	1,74	2,03	3,78
15	Macho	0,76	12	2,31	1,73	2,70	1,24	1,71	2,13	4,10
16	Macho	0,305	6	2,04	1,27	1,96	0,77	1,33	1,40	3,54
17	Macho	0,38	6	2,21	1,45	1,89	1,11	1,44	1,70	3,64
18	Macho	0,315	6	2,12	1,23	1,72	1,01	1,22	1,73	3,07
19	Macho	0,44	6	2,22	1,49	1,81	0,85	1,47	1,98	3,78

<b>20</b>	Macho	0,3	6	1,89	1,21	1,85	0,81	1,28	1,58	3,23
<b>21</b>	Macho	0,305	6	1,82	1,20	1,94	0,96	1,36	1,79	3,38
<b>22</b>	Macho	0,405	7	2,15	1,47	1,95	1,05	1,40	1,96	3,33
<b>23</b>	Macho	0,98	17	2,51	1,62	2,65	1,23	1,69	2,34	4,39
<b>24</b>	Macho	1,02	14	2,86	1,89	2,86	1,39	1,81	2,27	4,80
<b>25</b>	Macho	0,75	12	2,56	1,54	2,64	1,47	1,86	1,92	3,67
<b>26</b>	Macho	0,6	9	2,47	1,62	2,18	1,34	1,75	2,01	3,94
<b>27</b>	Fêmea	0,41	7	2,25	1,45	2,12	1,20	1,55	1,71	3,45
<b>28</b>	Macho	0,53	10	2,48	1,44	2,35	1,38	1,66	1,96	3,52
<b>29</b>	Fêmea	0,53	10	2,63	1,45	2,20	1,26	1,61	1,99	3,72
<b>30</b>	Macho	0,74	12	2,77	1,73	2,62	1,38	1,71	1,72	3,87

SA - eixo curto da silhueta cardíaca na projeção LLd. LA – eixo longo da silhueta cardíaca na projeção LLd. CE – comprimento do esterno na projeção LLd. AT – altura da entrada do tórax na projeção LLd. T4-T6 – comprimento da quarta à sexta vertebra torácica na projeção LLd. LC – largura da silhueta cardíaca na projeção VD. LT – largura da cavidade torácica ao nível da inserção da sétima costela na projeção VD.

**ANEXO 2. Valores das 3 medições individuais feitas do vertebral heart score (VHS)**

<b>Animal</b>	<b>VHS1</b>	<b>VHS2</b>	<b>VHS3</b>
1	7,1	7,7	7,4
2	8,3	8	8,1
3	7,3	7,4	7,5
4	7,2	7,7	7,3
5	6,8	7,0	7,4
6	7,1	6,9	7,3
7	6,8	6,7	6,9
8	7,5	7,9	8
9	7,6	7,2	7,4
10	7,1	7,9	7,5
11	8,2	8,2	7,9
12	7,4	7,8	7,3
13	7,7	7,3	7,3
14	7,5	7	7,5
15	7,1	6,9	7,6
16	7,2	7,2	7,2
17	7,6	7,1	7,1
18	8	8,4	8,4
19	7,6	7,9	7,9
20	7,1	6,7	6,7
21	7,2	7,9	7,9
22	7,7	8	8
23	7,3	7,4	7,4
24	6,8	7,2	7,2
25	7,6	7,8	7,8
26	7,5	7,5	7,5
27	7,2	7,7	7,7
28	7,1	7,1	7,1
29	7,4	6,8	6,8
30	7,9	8,1	8,1

**ANEXO 3. Resultados individuais da média das três medições do VHS e dos rácios em estudo.**

<b>Animal</b>	<b>VHS</b>	<b>RCE</b>	<b>RAT</b>	<b>RCT</b>
1	7,4	1,58	2,79	0,5
2	8,1	1,87	3,58	0,52
3	7,4	1,44	3,28	0,56
4	7,4	1,83	3,12	0,56
5	7,1	1,61	2,41	0,56
6	7,1	1,74	3,78	0,51
7	6,8	1,66	2,69	0,54
8	7,8	1,58	2,62	0,53
9	7,4	1,71	3,33	0,58
10	7,5	1,51	3,26	0,54
11	8,1	1,81	3,63	0,59
12	7,5	1,79	3,66	0,58
13	7,4	1,48	2,83	0,45
14	7,3	1,76	3,50	0,54
15	7,2	1,50	3,25	0,52
16	7,2	1,69	4,29	0,4
17	7,2	1,93	3,31	0,47
18	8	1,95	3,31	0,56
19	7,7	2,05	4,38	0,52
20	6,9	1,67	3,65	0,49
21	7,5	1,56	3,14	0,53
22	7,9	1,85	3,45	0,59
23	7,3	1,56	3,37	0,53
24	7,1	1,66	3,41	0,47
25	7,6	1,55	2,80	0,52
26	7,6	1,88	3,06	0,51
27	7,4	1,75	3,09	0,50
28	7,1	1,67	2,84	0,56
29	7	1,85	3,23	0,54
30	8	1,72	3,27	0,44

VHS – vertebral heart score. RCE – rácio cardio-esternal. RAT – rácio entre o tamanho da silhueta cardíaca e a altura da entrada do tórax. RCT – rácio cardiorácico.