

# TOMOGRAFIA COMPUTORIZADA NA DETEÇÃO DE HÉRNIAS DO DISCO INTERVERTEBRAL E NEOPLASIAS EM ANIMAIS DE COMPANHIA

CAROLINA PAIS MATEUS

Enfermagem Veterinária

3º Ano



CAROLINA PAIS MATEUS

## Tomografia Computorizada na Detecção de Hérnias do Disco Intervertebral e Neoplasias em Animais de Companhia

Relatório de estágio curricular do tipo I - Acompanhamento de processo, apresentado para obtenção do grau de licenciado em Enfermagem Veterinária conferido pelo Instituto Politécnico de Portalegre

Orientador Interno: Prof.<sup>a</sup> Laura Hurtado

Orientador Externo: Enf.<sup>a</sup> Rita Pacheco

Arguente: Prof.<sup>a</sup> Tânia Lagoa

Presidente do Júri: Prof. José Manuel Rato Nunes

Classificação: 18 valores

Escola Superior Agrária de Elvas

2023

# Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer aos meus pais, aos seus respetivos parceiros e ao meu irmão por me apoiarem ao longo de todo este percurso, motivando-me para continuar e nunca desistir.

À minha Nalinha pelo suporte emocional que me deu ao ronronar ao meu lado.

À minha melhor amiga por estar sempre presente para me apoiar e alegrar o dia.

Ao fantástico grupo de amigos que fiz em Elvas, em especial as minhas duas colegas de casa, que me acompanharam durante estes três anos tornando esta uma experiência memorável que não trocava por qualquer outra.

Aos docentes da ESAE que tornaram todo este percurso possível, em especial à minha orientadora interna, a professora Laura Hurtado, que me apoiou durante a elaboração deste trabalho.

E por fim, mas nunca com menos carinho, a toda a equipa do Hospital Veterinário de Portimão, em especial à minha orientadora externa, a enfermeira Rita Pacheco, que me acolheram e fizeram sentir parte desta família.

# Resumo

O presente relatório foi elaborado no âmbito do estágio final do curso de enfermagem veterinária. O estágio foi realizado no Hospital Veterinário de Portimão, com início no dia 1 de março e término no dia 31 de maio de 2023. Ao longo do estágio a aluna realizou atividades maioritariamente relacionadas com o internamento e meios complementares de diagnóstico, tendo realizado, aproximadamente, 1077 atividades relacionadas com o internamento e 290 atividades com os meios complementares de diagnóstico, sendo a maior parte dos objetivos propostos cumpridos dentro do prazo. O estágio foi, portanto, benéfico para a compreensão da rotina de um enfermeiro veterinário num ambiente hospitalar. Porém, a aluna reconhece que necessita de continuar a estudar para melhorar o seu conhecimento farmacológico, patológico, parasitário e de urgências, para além de necessitar de continuar a praticar os procedimentos gerais de enfermagem. A tomografia computadorizada é uma vantagem mais-valia para a medicina veterinária devido às suas capacidades de diagnóstico e de planeamento cirúrgico e terapêutico, sendo necessário o enfermeiro veterinário ter conhecimento sobre a preparação e posicionamento do paciente, e sobre as doses, contraindicações e reações adversas do contraste utilizado.

Palavras-chave: Tomografia computadorizada; Doença do disco intervertebral; Extrusão do disco intervertebral; Protusão do disco intervertebral; Neoplasias; Doença metastática.

# Abstract

This report was written as part of the final internship for the veterinary nursing course. The internship took place at the Portimão Veterinary Hospital, starting on 1<sup>st</sup> of March and ending on 31<sup>st</sup> of May 2023. Throughout the internship, the student carried out activities mainly related to hospitalization and complementary means of diagnosis, having carried out, approximately, 1077 activities related to hospitalization and 290 activities related to complementary means of diagnosis, with most of the proposed objectives being fulfilled on time. The internship was, therefore, benefic to understanding the routine of a veterinary nurse in a hospital environment. However, the student recognizes that she needs to continue studying to improve her pharmacological, pathological, parasitic and emergency knowledge, as well as continuing to practice general nursing procedures. Computed tomography is an asset to veterinary medicine due to its diagnostic capabilities and surgical and therapeutic planning. Veterinary nurses should know how to prepare and position the patient, as well as the doses, contraindications and adverse reactions of the contrast used.

Key words: Computed tomography; Intervertebral disc disease; Intervertebral disc extrusion; Intervertebral disc protrusion; Neoplasms; Metastatic disease.

# Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

2D - Bidimensional  
3D - Tridimensional  
ADN - Ácido desoxirribonucleico  
CAMV – Centro de atendimento médico-veterinário  
CEC - Célula estaminal cancerígena  
CTC – Células tumorais circulatórias  
DDIV - Doença do disco intervertebral  
DFOV – Campo de visão do ecrã  
DIV - Disco intervertebral  
EDIV - Extrusão disco intervertebral  
EV - Enfermeiro veterinário  
G - Gauge  
h - Horas  
IM - Intramuscular  
IV - Intravenosa  
kg - Quilograma  
kV - Quilovolt  
mA - Miliampere  
mg/kg - Miligramas por quilograma  
mg/ml - Miligramas por mililitro  
min - Minuto  
ml - Mililitro  
ml/kg - Mililitro por quilograma  
PDIV - Protrusão do disco intervertebral  
RM - Ressonância magnética  
SC - Subcutânea  
SFOV – Campo de visão da projeção  
TC - Tomografia computadorizada  
TEM – Transição epitelial-mesenquimal  
UH – Unidades de Hounsfield

# Índice Geral

Agradecimentos .....	i
Resumo .....	ii
Abstract .....	iii
Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	iv
Índice Geral.....	v
Índice de Quadros.....	vii
Índice de Figuras.....	viii
1. Introdução e Objetivos.....	1
1.1. Introdução .....	1
1.2. Objetivos.....	1
2. Fundamentos Teóricos .....	2
2.1 Breve História da Tomografia Computorizada.....	2
2.2 Evolução da Tomografia Computorizada .....	3
2.3 Princípios Técnicos.....	6
2.3.1 Componentes Estruturais.....	6
2.3.1.1 Ampola de Raio-X.....	7
2.3.1.2 Detetores .....	8
2.3.2 Aquisição de Dados e Reconstrução da Imagem .....	8
2.3.2.1 Unidades de Hounsfield .....	10
2.4 Artefactos .....	10
2.4.1 Endurecimento do Feixe.....	11
2.4.2 Dispersão.....	12
2.4.3 Artefacto de anel .....	12
2.4.4 Movimento do paciente.....	13
2.5 Contraste Iodado.....	14
2.6 Tomografia Computorizada em Medicina Veterinária .....	16
2.6.1 Indicações para Uso Clínico.....	16
2.6.2 Seleção de Parâmetros de Imagem.....	17
2.6.3 Preparação do Paciente.....	18
2.6.3.1 Contenção.....	18
2.6.3.2 Posicionamento.....	19

2.7 Hérnias do Disco Intervertebral .....	20
2.7.1 Anatomia do Disco Intervertebral.....	20
2.7.2 Doença do Disco Intervertebral .....	22
2.7.2.1 Extrusão do Disco Intervertebral (Doença de Hansen tipo I).....	22
2.7.2.2 Protrusão do Disco Intervertebral (Doença de Hansen tipo II) .....	23
2.7.3 Diagnóstico de Doenças do Disco Intervertebral.....	23
2.8 Neoplasias e a Doença Metastática .....	25
2.8.1 Origem de Neoplasias .....	25
2.8.2 Doença Metastática.....	26
2.8.3 Tomografia Computorizada na Detecção de Neoplasias.....	28
3. Descrição das Atividades Desenvolvidas .....	29
3.1 Caracterização do Local de Estágio.....	29
3.2 Descrição das Atividades Desenvolvidas.....	29
3.3 Casuística Observada.....	31
3.4 Casos Clínicos .....	33
3.4.1 Hérnia do Disco Intervertebral.....	33
3.4.2 Doença Metastática.....	36
4. Análise Crítica e Propostas de Melhoria.....	38
4.1. Análise crítica.....	38
4.2. Propostas de melhoria.....	40
5. Considerações Finais e Perspetivas Futuras.....	42
5.1. Considerações Finais.....	42
5.2. Perspetivas Futuras.....	42
6. Bibliografia.....	43

# Índice de Quadros

Quadro 1: Componentes e modos de aquisição de imagem dos diferentes sistemas tomográficos. ....	4
Quadro 2: Lista de artefactos organizados de acordo com a sua origem .....	11
Quadro 3: Indicações da TC para a investigação e estudo de diferentes zonas anatómicas .....	16
Quadro 4: Parâmetros frequentemente seleccionados em exames tomográficos com o paciente anestesiado .....	17
Quadro 5: Casuística de Pacientes Quanto à Espécie.....	32
Quadro 6: Casuística de Atividades Realizadas no Internamento .....	32
Quadro 7: Casuística da Realização de Métodos Complementares de Diagnóstico .....	33

# Índice de Figuras

Figura 1 - Primeiro “scanner” de teste .....	3
Figura 2 - Primeira imagem de TC de uma amostra de cérebro .....	3
Figura 3 - Primeiro protótipo clínico de um tomógrafo cerebral no Hospital Atkinson Morley. ....	3
Figura 4 - Primeira imagem tomográfica, de um paciente vivo, onde é visível um astrocitoma cístico. ....	3
Figura 5 - Representação esquemática de um tomógrafo de a) 1ª geração; de b) 2ª geração; de c) 3ª geração; e de d) 4ª geração. ....	5
Figura 6 - Esquema onde é possível visualizar o movimento helicoidal realizado na TC helicoidal devido à combinação do movimento contínuo da ampola de raio-x e da mesa do paciente.....	5
Figura 7 - Representação de um a) modelo tomográfico de uma única linha de detetores e de um b) modelo tomográfico constituído por 8 linhas de detetores.....	5
Figura 8 - Representação esquemática de um tomógrafo dual-source de a) 1ª geração e de b) 2ª geração .....	6
Figura 9 – a) Tomógrafo de sistema helicoidal e correspondente b) consola de controlo. ....	6
Figura 10 - Ilustração de um ânodo onde é possível identificar a linha focal e visualizar os ângulos do feixe de raio-x.....	7
Figura 11 - Ilustração representativa do processo pelo qual os feixes de raio-x são detetados e convertidos num sinal elétrico, num a) detetor de gás e num b) detetor de cintilação .....	8
Figura 12 - Processo de retroprojeção filtrada onde é possível visualizar, da esquerda para a direita, imagens formadas por um número crescente de retroprojeções. ....	9
Figura 13 - Representação esquemática de uma reconstrução de imagem na tomografia computadorizada helicoidal .....	10
Figura 14 - Imagens tomográficas de um objeto de avaliação de desempenho a) antes, com artefacto de <i>cupping</i> , e b) depois de ser realizada uma correção de calibração ....	12
Figura 15 - Imagem tomográfica do crânio onde são visíveis linhas e bandas de baixa densidade entre as estruturas de alta densidade.....	12
Figura 16 - Representação gráfica da aquisição de imagens com artefacto de anel em aquisições axiais .....	13
Figura 17 - Artefactos de anel em imagens tomográficas obtidas através de aquisição axial .....	13
Figura 18 - Artefactos de anel presentes em imagens tomográficas obtidas por aquisição helicoidal.....	13
Figura 19 - Imagem tomográfica de um crânio que apresenta linhas causadas pelo movimento do paciente.....	14
Figura 20 - Efeito fantasma visível numa imagem tomográfica de um pulmão de um cão que se encontrava a respirar durante o exame .....	14

Figura 21 - Decúbito ventral com os membros esticados para fora a) na avaliação do tórax ou abdómen e b) na avaliação do crânio com a cabeça suportada por uma toalha. ....	20
Figura 22 - Decúbito dorsal para a avaliação da coluna vertebral com a) toalhas a suportar lateralmente para impedir o movimento do paciente e b) com sistema de soro à volta dos membros para os manter esticados. c) Alinhamento do paciente com o auxílio de guias laser. ....	20
Figura 23 - Corte sagital de um DIV onde é visível o núcleo pulposo (NP) , a zona de transição (TZ), o anel fibroso (AF) e placas terminais cartilagosas (CEP) .....	20
Figura 24 – Representação anatómica de uma vértebra a) lombar e b) torácica. ....	21
Figura 25 - Imagens tomográficas de um a) disco intervertebral normal, onde a seta aponta para o DIV, o “c” indica o saco tecal e o “e” indica a gordura epidural, e b) uma EDIV onde a seta aponta para a extrusão de material calcificado e “c” indica a compressão da medula espinhal .....	24
Figura 26 – Mielografia por TC num caso herniação do disco intervertebral .....	24
Figura 27 - Esquema representante da a) evolução clonal do tumor e do b) tumor constituído por subclones.....	25
Figura 28 - Esquema ilustrativo das etapas metastáticas.....	27
Figura 29 - Paciente em decúbito dorsal suportada por toalhas e segura por uma banda de velcro.....	34
Figura 30 - Aquecimento do contraste através de água quente. ....	34
Figura 31 – Imagens tomográficas de herniação do DIV a) T12-T13, b) T13-L1, c) L2-L3, d) L4-L5, e) L6-L7, f) L7-S1 .....	35
Figura 32 - Paciente em decúbito dorsal suportado por toalhas e seguro por uma banda de velcro.....	36
Figura 33 - Imagens tomográficas de a) tecido mole no interior do canal vertebral no espaço T9-T10 que causa compressão da medula espinhal no lado esquerdo, b) nódulo muscular Paravertebral, c; d) nódulos pulmonares, e) nódulos renais bilaterais, f) nódulo hepático e g) nódulos peritoneais.....	37

# I. Introdução e Objetivos

## I.1. Introdução

O estágio foi realizado no Hospital Veterinário de Portimão desde 1 de março a 31 de maio, sendo este centro de atendimento médico-veterinário (CAMV) escolhido devido a ser um dos poucos locais no Algarve que possui um sistema de tomografia computadorizada (TC) e devido a apresentar oportunidades para experienciar uma casuística variada, para além do facto da aluna desejar experienciar o papel de um enfermeiro veterinário (EV) num ambiente hospitalar. Sendo assim, a estagiária desempenhou funções maioritariamente relacionadas com o internamento de animais de companhia e animais exóticos, e com o auxílio na realização de métodos complementares de diagnóstico.

A TC foi escolhida como tema deste trabalho devido a ser um tema intrigante para a aluna e devido a querer explorar os benefícios deste meio complementar de diagnóstico na medicina veterinária, sendo estes, portanto, o diagnóstico de patologias que não são diagnosticáveis através de outros exames imagiológicos e a possibilidade de realizar um planeamento cirúrgico e terapêutico minucioso.

É importante como EV conhecer como o paciente é preparado para a realização de um exame tomográfico, como se deve posicionar o paciente na mesa do tomógrafo dependendo do exame que se pretende efetuar, e quais as doses, contraindicações e reações adversas do contraste utilizado para prevenir ou atuar, caso estas ocorram.

## I.2. Objetivos

Os objetivos determinados para o estágio baseiam-se na aplicação prática dos conhecimentos adquiridos durante o decorrer do curso e na aquisição de novos conhecimentos e competências, especialmente no que diz respeito à TC, nomeadamente a preparação e posicionamento do paciente para a realização de um exame tomográfico.

Foram propostos como objetivos a adaptação ao local de estágio ao tomar conhecimento sobre o funcionamento, as normas e os protocolos utilizados durante o mês de março, a participação em tarefas e execução de técnicas relacionadas com o internamento, métodos complementares de diagnóstico e auxílio em cirurgia durante o mês de abril, e a recolha de informação sobre os casos e realização de pesquisa bibliográfica durante o mês de maio.

# 2. Fundamentos Teóricos

## 2.1 Breve História da Tomografia Computorizada

É a partir do dia 1 de outubro de 1971 que os benefícios da tomografia computadorizada se tornam evidentes e inicia-se a evolução da tecnologia e dos algoritmos associados devido à demanda pelo novo sistema de diagnóstico revolucionário (Schulz et al., 2021).

É aceite que a primeira tomografia computadorizada foi realizada por Allan M. Cormack utilizando um objeto de estudo construído a partir de acrílico e alumínio com coeficientes de atenuação ao longo deste (Schulz et al., 2021). Este estudo foi realizado com o objetivo de determinar a distribuição dos coeficientes de atenuação desde o ponto de origem dos raios-x até ao ponto de interesse no objeto de estudo (Schulz et al., 2021). Anos após publicar as suas descobertas, em 1964, Cormack deparou-se com o trabalho de Radon e outros, onde Johann Radon, no ano de 1917, desenvolveu uma equação matemática que se tornaria a base de certos algoritmos utilizados em futuros tomógrafos e provou que seria possível reconstruir uma imagem de um objeto a partir de várias projeções através deste (Carvalho, 2007; Schulz et al., 2021; La Rivière & Crawford, 2021; D'Anjou, 2018). Contudo, é Godfrey N. Hounsfield que, sem conhecimento do trabalho realizado por Cormack, constrói o primeiro protótipo de TC de cabeça (Schulz et al., 2021).

Hounsfield começou o seu estudo ao procurar saber se, como referido por Schulz et al. (2021), *“a system could theoretically recognize text in a closed book, page by page, “by shining a bright light across each page from various angles and measure what came out the other end.”*” (p.3). O primeiro instrumento capaz de produzir imagens tomográficas (Figura 1) demorava 9 dias para obter os dados e duas horas e meia para obter uma imagem a partir desses, sendo apenas possível realizar testes, de modo a obter resultados fidedignos, em objetos ou órgãos conservados em formol (Carvalho, 2007; Schulz et al., 2021). Foi com este “scanner” que Hounsfield obteve uma imagem de TC de uma amostra de cérebro (Figura 2), facultada pelo Dr. James Ambrose após realizar uma visita às suas instalações em 1969, a qual, juntamente com outras 15 amostras testadas, permitiram que fosse decidida a construção de um protótipo clínico em 1970 (Schulz et al., 2021).

O primeiro exame diagnóstico, utilizando o protótipo clínico (Figura 3) construído no mesmo ano, foi realizado no dia 1 de outubro de 1971 numa paciente do Dr. Ambrose com suspeita de um tumor no lobo frontal esquerdo (Carvalho, 2007; Schulz et al., 2021). Após dois dias de espera, para que as imagens fossem reconstruídas, Hounsfield e Ambrose presenciaram as primeiras imagens de TC obtidas de um paciente vivo (Figura 4) (Schulz et al., 2021).

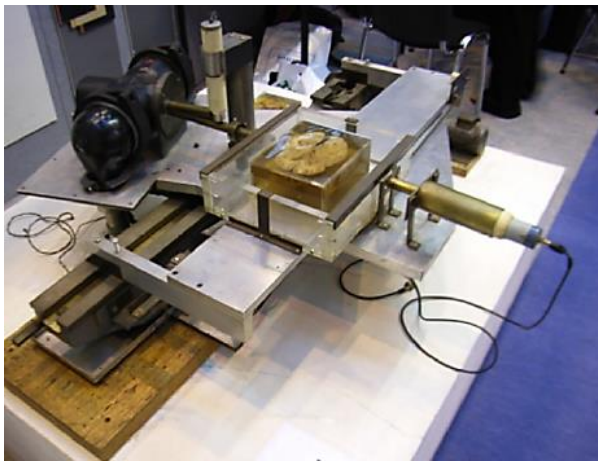


Figura 1 - Primeiro "scanner" de teste (Fonte: Schulz et al., 2021)



Figura 2 - Primeira imagem de TC de uma amostra de cérebro (Fonte: Schulz et al., 2021)

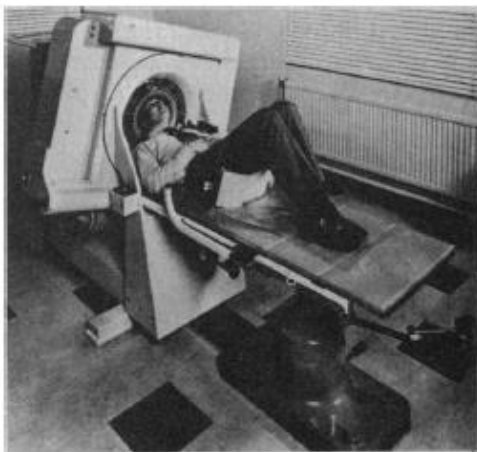


Figura 3 - Primeiro protótipo clínico de um tomógrafo cerebral no Hospital Atkinson Morley (Fonte: Hounsfield, 1980).

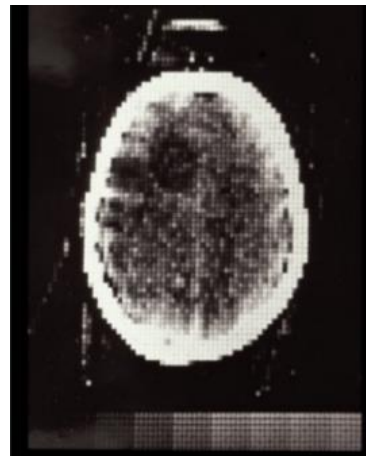


Figura 4 - Primeira imagem tomográfica, de um paciente vivo, onde é visível um astrocitoma cístico (FONTE: LA RIVIÈRE & CRAWFORD, 2021).

## 2.2 Evolução da Tomografia Computorizada

Ao longo da evolução dos tomógrafos, propulsionada pela necessidade de reduzir o tempo de aquisição, a exposição aos raios-x e os custos do procedimento, surgem quatro gerações distintas (Quadro I) que são classificadas de acordo com a disposição das ampolas de raios-x e dos detetores e de acordo com a forma como estes se movimentam em torno do paciente (Buzug, 2011).

Para além destas quatro gerações, são também introduzidos outros sistemas tomográficos que introduzem inovações distintas, tendo por base a estrutura de tomógrafos de gerações anteriores. Neste trabalho serão explorados apenas três desses sistemas tomográficos (Quadro I), os quais, tomógrafos helicoidais, tomógrafos *multislice* e tomógrafos *dual-source*.

**Quadro 1: Componentes e modos de aquisição de imagem dos diferentes sistemas tomográficos.**

<b>Sistemas Tomográficos</b>	<b>Componentes</b>	<b>Modo de Aquisição de Imagem</b>
<b>1ª Geração (Figura 5a)</b>	<p>Ampola de raio-x » Emite um único feixe de raio-x em forma de agulha (feixe “pencil beam”) (Buzug, 2011; Flohr, 2013).</p> <p>Detetores » Possui um único detetor localizado no lado oposto à ampola (Buzug, 2011; Flohr, 2013).</p>	<p>Tem por base o princípio tradução-rotação, ou seja, durante o processo de obtenção de imagem são realizados vários disparos numa trajetória linear onde a ampola e o detetor movimentam-se sincronizadamente (Buzug, 2011; Flohr, 2013). Após realizada a projeção num ângulo <math>x</math>, a unidade de amostragem efetua uma rotação para executar uma projeção no ângulo <math>y</math>, repetindo este processo num intervalo entre <math>0^\circ</math> a <math>180^\circ</math> (Buzug, 2011; Flohr, 2013).</p>
<b>2ª Geração (Figura 5b)</b>	<p>Ampola de raio-x » Emite um feixe em forma de leque estreito com um ângulo de aproximadamente <math>10^\circ</math> (Buzug, 2011; Flohr, 2013).</p> <p>Detetores » Possui uma matriz de detetores constituída por cerca de 30 elementos (Buzug, 2011; Flohr, 2013).</p>	<p>Princípio tradução-rotação (Buzug, 2011; Flohr, 2013).</p>
<b>3ª Geração (Figura 5c)</b>	<p>Ampola de raio-x » Mantém a forma em leque, mas o ângulo do feixe é estendido num intervalo entre <math>40^\circ</math> a <math>60^\circ</math> (Buzug, 2011).</p> <p>Detetores » Possui uma matriz de detetores alongada de entre 400 a 1000 elementos (Buzug, 2011).</p>	<p>Tem por base o princípio rotação-rotação, ou seja, nesta geração, a unidade de amostragem não realiza um movimento linear devido a possuir a capacidade de captar o objeto de estudo por completo com apenas um disparo, necessitando apenas de realizar rotações contínuas (Buzug, 2011; Flohr, 2013; Schulz et al., 2021).</p>
<b>4ª Geração (Figura 5d)</b>	<p>Ampola de raio-x » Mantém-se igual à geração anterior, porém pode encontrar-se fora ou dentro do anel detetor (Buzug, 2011).</p> <p>Detetores » Possui um anel estático de detetores constituído por 5000 elementos individuais (Buzug, 2011; Flohr, 2013; Schulz et al., 2021).</p>	<p>Princípio rotação-rotação, todavia os detetores mantêm-se estáticos.</p>
<b>Helicoidal (Figura 6)</b>	<p>Ampola de raio-x e detetores » Não sofrem alterações. Tem por base os modelos de 3ª ou 4ª geração.</p> <p>Anel deslizante » Permite que a unidade amostragem tenha um fornecimento contínuo de energia ao fornecer esta através de contactos deslizantes situados entre o <i>gantry</i> e unidade de amostragem rotativa (Buzug, 2011; D'Anjou, 2018).</p>	<p>Com a introdução do anel deslizante não é necessário interromper o exame para reposicionar o cabo elétrico utilizado anteriormente, permitindo um movimento rotativo contínuo que, juntamente com o movimento contínuo da mesa do paciente, possibilita a utilização da aquisição helicoidal para adquirir um volume de dados ao contrário de projeções individuais (D'Anjou, 2018; Buzug, 2011).</p>

<p><b>Multisllice (Figura 7)</b></p>	<p>Ampola de raio-x » Não sofre alterações.          Detetores » Tem por base o modelo da 3ª geração, no entanto estão presentes múltiplas linhas de detetores em um número variável entre 4 a 128 linhas (La Rivière &amp; Crawford, 2021; Hsieh &amp; Flohr, 2021; Flohr, 2013).</p>	<p>A presença de múltiplas linhas de detetores permite a coleta simultânea de múltiplas projeções com largura independente à largura do feixe de raio-x (La Rivière &amp; Crawford, 2021; Hsieh &amp; Flohr, 2021; Flohr, 2013).</p>
<p><b>Dual-Source (Figura 8)</b></p>	<p>Ampola de raio-x » Apresenta duas ampolas de raio-x dispostas num ângulo de 90° (1ª geração) ou de 95° (2ª geração) entre si (Hsieh &amp; Flohr, 2021; Flohr, 2013; Buzug, 2011).          Detetores » Apresenta duas matrizes de detetores opostas a cada uma das ampolas (Hsieh &amp; Flohr, 2021; Flohr, 2013; Buzug, 2011).</p>	<p>Devido à disposição das ampolas e dos detetores, a unidade de amostragem necessita apenas de realizar uma rotação de 90° para obter uma imagem tomográfica (Hsieh &amp; Flohr, 2021; Buzug, 2011).</p>

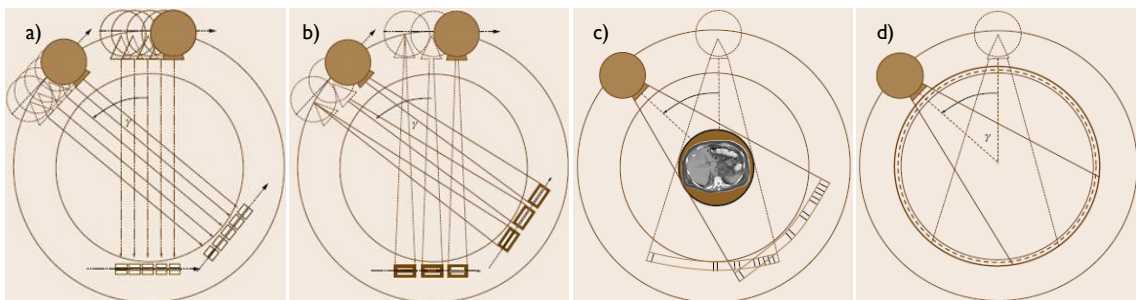


Figura 5 - Representação esquemática de um tomógrafo de a) 1ª geração; de b) 2ª geração; de c) 3ª geração; e de d) 4ª geração (FONTE: BUZUG, 2011).

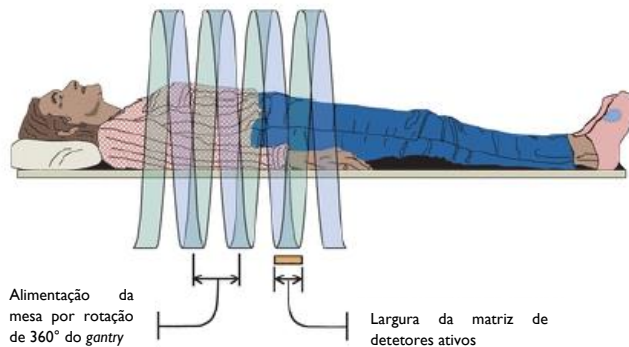


Figura 6 - Esquema onde é possível visualizar o movimento helicoidal realizado na TC helicoidal devido à combinação do movimento contínuo da ampola de raio-x e da mesa do paciente (FONTE: MCNITT-GRAY, 2021).

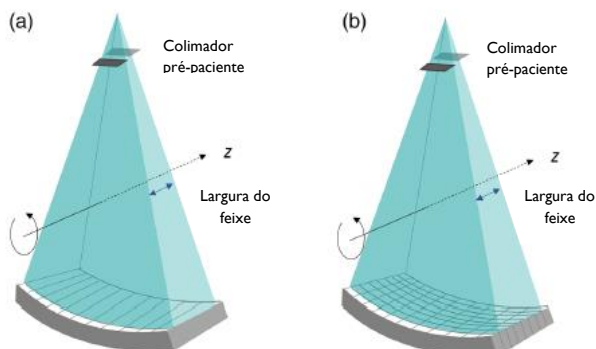
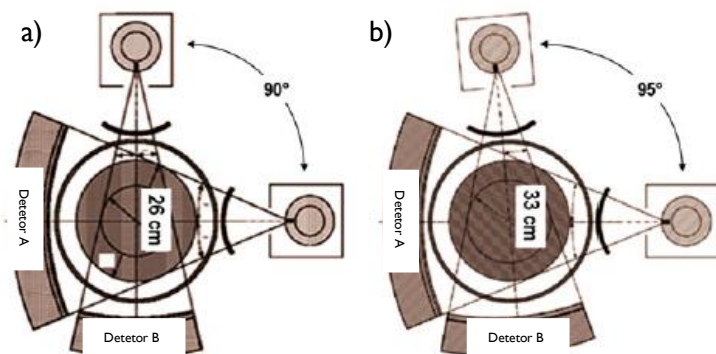


Figura 7 - Representação de um a) modelo tomográfico de uma única linha de detetores e de um b) modelo tomográfico constituído por 8 linhas de detetores (FONTE: HSIEH & FLOHR, 2021).



**Figura 8 - Representação esquemática de um tomógrafo dual-source de a) 1ª geração e de b) 2ª geração (FONTE: FLOHR, 2013).**

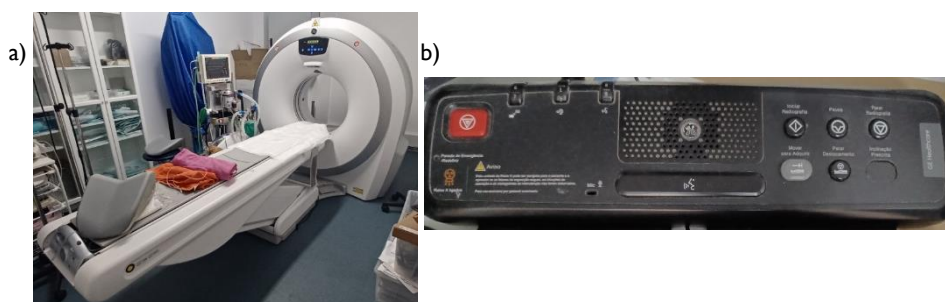
## 2.3 Princípios Técnicos

Nesta secção do trabalho são descritos os componentes que constituem um tomógrafo e como permitem a aquisição de imagens tomográficas através de processos de aquisição e reconstrução.

### 2.3.1 Componentes Estruturais

Os sistemas de TC são meios complementares de diagnóstico não invasivos capazes de obter imagens que representam a distribuição espacial dos diferentes tecidos no interior do paciente em imagens bidimensionais (2D) que podem ser posteriormente reconstruídas para formar imagens tridimensionais (3D) (D'Anjou, 2018; Buzug, 2011). Estes sistemas são constituídos por dois componentes principais: o tomógrafo, constituído pelo gantry e pela mesa do paciente (Figura 9a), e a consola de controlo (Figura 9b), que se encontra numa sala separada ao tomógrafo (Buzug, 2011). No interior do gantry situam-se componentes mecânicos necessários para obter imagens tomográficas como a ampola de raio-x, o colimador, os detetores, o sistema de aquisição de dados, o anel deslizante, o gerador de alta tensão e o sistema de arrefecimento da ampola de raio-x, os quais estão montados num suporte rotativo (Buzug, 2011; Calzado & Geleijins, 2010).

Devido à estrutura dos tomógrafos, as imagens são inicialmente obtidas no plano transversal, ou seja, paralelo ao gantry, contudo, como as projeções são realizadas continuamente ao longo do corpo, é obtido um volume de dados a partir do qual é possível formar imagens no plano sagital com algoritmos de reconstrução de imagem (D'Anjou, 2018).



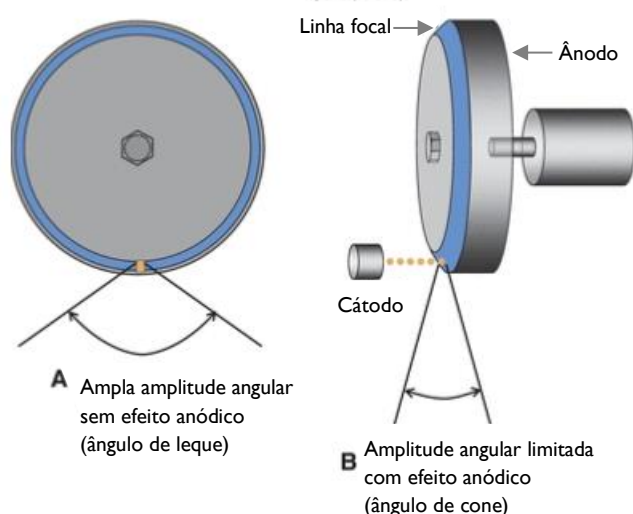
**Figura 9 – a) Tomógrafo de sistema helicoidal e correspondente b) consola de controlo.**

### 2.3.1.1 Ampola de Raio-X

É na ampola de raio-x, através da desaceleração de eletrões rápidos por colisão com um ânodo metálico sólido, que são gerados os feixes de raio-x de natureza eletromagnética (Buzug, 2011). A emissão termiônica é o processo pelo qual os eletrões são emitidos a partir de um filamento de tungsténio (cátodo) diretamente aquecido a aproximadamente  $2126,85^{\circ}\text{C}$  (Buzug, 2011; Hermanek et al., 2018). Para que esta corrente de eletrões emitida seja focada para um ponto no ânodo, é utilizado um dispositivo de focalização designado cilindro de Wehnelt, o qual forma um campo elétrico perto dos filamentos de modo a dirigir a corrente de eletrões (Buzug, 2011; McNitt-Gray, 2021; Hermanek et al., 2018).

A energia do feixe de raio-x depende da voltagem de aceleração dos eletrões, enquanto que a intensidade do feixe, ou número de quanta (unidades pequenas de energia que constituem o feixe de raio-x), é controlada pela corrente do ânodo (Buzug, 2011; Mutscheller, 1930; Withers et al., 2021).

Para impedir o sobreaquecimento da ampola, causado pelo aquecimento do ânodo durante o processo de produção de feixes de raio-x, são utilizados discos de ânodo rotativos de modo a distribuir a carga térmica por todo o ânodo e não apenas num único ponto (Buzug, 2011). A linha que é formada devido à distribuição da energia do feixe de eletrões ao longo do ânodo é designada de linha focal (Figura 10) (Buzug, 2011).



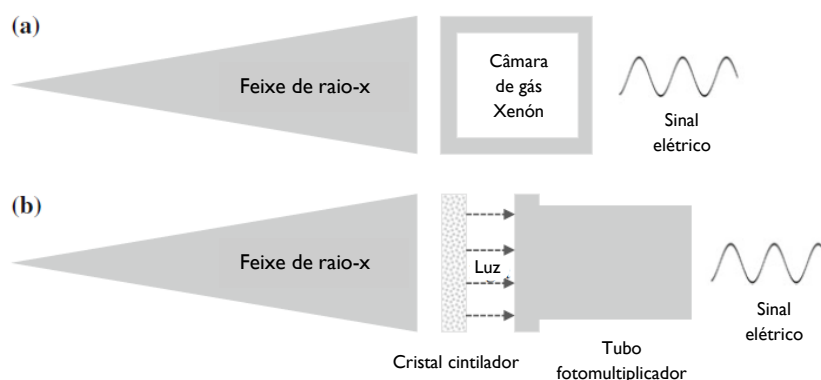
**Figura 10 - Ilustração de um ânodo onde é possível identificar a linha focal e visualizar os ângulos do feixe de raio-x (FONTE: MCNITT-GRAY, 2021).**

A ampola é constituída ainda por um filtro metálico, de cobre, alumínio ou estanho, com o objetivo de filtrar os quanta de menor energia (radiação suave) para que o feixe de raio-x seja “pré-endurecido” antes de atingir o paciente, assim, a ocorrência de artefactos de endurecimento do feixe, os quais serão explorados adiante, é reduzida (Buzug, 2011; Barrett & Keat, 2004; Hermanek et al., 2018).

Ao longo da vida da ampola de raio-x, o ânodo sofre erosão, aumentando a rugosidade e, conseqüentemente, a auto absorção de fótons (Buzug, 2011). Devido a esta auto absorção, o feixe de raio-x apresenta uma intensidade reduzida, o que influencia a qualidade da imagem tomográfica (Buzug, 2011).

### 2.3.1.2 Detetores

Durante os testes realizados por Cormack e Hounsfield, eram utilizados contadores de Geiger-Müller como detetores de gás, uma vez que a radiação é capaz de ionizar gases (Figura 11a), sendo, até à 3ª geração de sistemas tomográficos, fabricados detetores à base de gás (normalmente gás xenón) (Buzug, 2011; Calzado & Geleijins, 2010). Hoje em dia, a maioria dos sistemas de TC utilizam detetores de cintilação, constituídos por um meio cintilador e um detetador de fótons (Buzug, 2011; McNitt-Gray, 2021; Hermanek et al., 2018). Estes convertem a radiação de onda curta em radiação de onda longa (luz) no interior do material cintilador, a qual é posteriormente convertida em eletrões para processamento digital (Figura 11b) (Buzug, 2011; McNitt-Gray, 2021; Hermanek et al., 2018).



**Figura 11 - Ilustração representativa do processo pelo qual os feixes de raio-x são detetados e convertidos num sinal elétrico, num a) detetador de gás e num b) detetador de cintilação (Fonte: Hermanek et al., 2018).**

Por vezes, os detetores captam feixes de raio-x dispersos, deteriorando a qualidade da imagem ao reduzir o seu contraste e, para que tal seja mitigado, são instaladas lamelas de colimação em cada elemento (Buzug, 2011; Pelc, 2020).

A eficiência de deteção pode ser determinada através da eficiência geométrica (fator de preenchimento) e da eficiência quântica (eficiência de captura), que correspondem respetivamente à área sensível aos raios-x e à fração incidente do feixe que é absorvida e que contribui para a formação da imagem (Buzug, 2011; Hermanek et al., 2018). Para além da eficiência de deteção, é essencial que um detetador apresente características físicas como, uma resposta rápida, de modo a diminuir a luminescência residual, e uma boa transparência à luz convertida a partir dos raios-x, para garantir uma eficiente deteção dos fótons (Calzado & Geleijins, 2010).

### 2.3.2 Aquisição de Dados e Reconstrução da Imagem

O conceito principal da TC é a reconstrução de uma imagem que represente uma fatia ou secção de um paciente, a qual é possível de obter através de projeções realizadas em torno do paciente (Buzug, 2011). Dependendo do percurso realizado pelos feixes de raio-x individuais de uma projeção através do objeto de estudo, estes sofrem diversos graus de atenuação que são medidos pelos detetores e representados como pixels, em imagens 2D, ou voxels, em imagens 3D, com diferentes tons de cinza (Buzug, 2011;

D'Anjou, 2018). Caso o feixe sofra maior atenuação, esse valor será representado por um pixel ou voxel mais claro (branco), enquanto que, se sofrer menor atenuação, o valor será representado com um tom mais escuro (preto) (D'Anjou, 2018).

Matematicamente, a reconstrução de imagens em tomografia computadorizada é conhecida como “problema inverso” onde, a partir das sombras criadas pelo objeto, ou mais concretamente, a partir dos coeficientes de atenuação das diferentes estruturas, é calculada a distribuição espacial dos componentes intrínsecos do objeto (Buzug, 2011; McNitt-Gray, 2021). Para que esta reconstrução seja fiel à estrutura espacial do objeto, devem ser recolhidos diferentes perfis de atenuação -  $p_{\gamma_i}(\xi)$  - para cada coordenada da matriz de detetores -  $\xi$  - num determinado ângulo de projeção -  $\gamma_i$  (Buzug, 2011). É a partir da sequência de perfis de atenuação das diferentes projeções realizadas que é possível determinar a distribuição espacial dos coeficientes de atenuação dos diferentes tecidos no interior do paciente (Buzug, 2011; Flohr, 2013; McNitt-Gray, 2021).

Os dados obtidos dos diferentes perfis de atenuação são filtrados digitalmente num processo com o nome de retroprojeção filtrada, onde é utilizada como filtro a ponderação linear  $|q|$  do perfil de projeção  $P_{\gamma}(q)$  para adquirir um perfil de projeções filtrado  $h_{\gamma}(\xi)$  (Buzug, 2011). Os valores  $h_{\gamma}(\xi)$  são em seguida uniformemente projetados ao longo da trajetória do feixe para cada  $\gamma$  do valor  $p_{\gamma}(\xi)$ , reconstruindo a imagem tomográfica após sucessivas retroprojeções (Figura 12) (Buzug, 2011; McNitt-Gray, 2021).

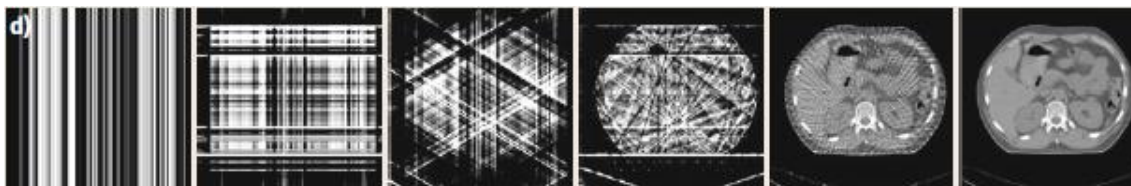
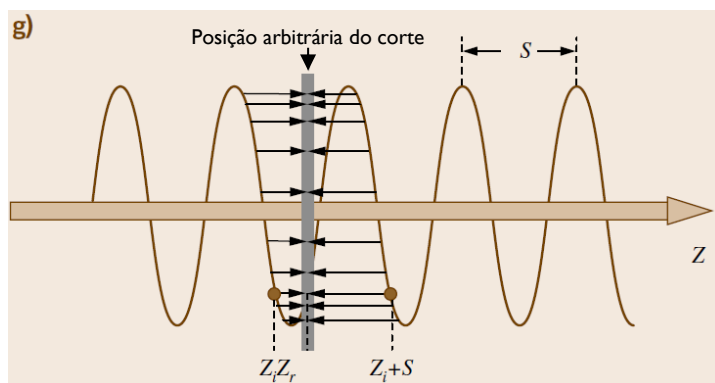


Figura 12 - Processo de retroprojeção filtrada onde é possível visualizar, da esquerda para a direita, imagens formadas por um número crescente de retroprojeções (FONTE: BUZUG, 2011).

No caso da tomografia computadorizada helicoidal, a reconstrução de imagens é realizada a partir de interpolação, uma vez que, devido ao movimento contínuo da mesa enquanto são realizadas projeções, existe apenas um conjunto de dados -  $p_{\gamma_i}(\xi)$  - disponível no ângulo  $\gamma_i$  para o corte selecionado na posição  $z_r$  (Buzug, 2011). Os conjuntos de dados relativos aos restantes ângulos necessários para reconstruir uma imagem são fornecidos por meio de interpolação com base nos ângulos vizinhos mais próximos na trajetória helicoidal (Buzug, 2011). Na Figura 13 é possível observar a reconstrução de uma imagem tomográfica a partir dos vários ângulos num intervalo de  $360^\circ$  -  $s$  - ao longo da trajetória helicoidal (Buzug, 2011).



**Figura 13 - Representação esquemática de uma reconstrução de imagem na tomografia computadorizada helicoidal (FONTE: BUZUG, 2011).**

### 2.3.2.1 Unidades de Hounsfield

Uma das vantagens da TC, quando se avaliam as imagens tomográficas, é a possibilidade de avaliar quantitativamente os valores de atenuação de cada pixel para além de qualitativamente (D'Anjou, 2018). Os valores são por tanto representados em Unidades de Hounsfield (UH), permitindo a identificação de diferenças subtis entre pixels que podiam passar despercebidas anteriormente (D'Anjou, 2018).

Todos os valores UH ligados a cada tecido variam de acordo com a voltagem de aceleração dos eletrões na ampola de raio-x com a exceção do ar (-1000 UH) e da água (0 UH), assim, cada aumento no valor de UH está associado a um incremento do coeficiente de atenuação de 0,1 % em relação ao da água (Calzado & Geleijins, 2010).

## 2.4 Artefactos

Os artefactos são erros que degradam a qualidade das imagens tomográficas e podem estar relacionados com a aquisição de dados, a reconstrução da imagem, imperfeições no funcionamento da unidade de amostragem ou, mais frequentemente, com o paciente, sendo alguns artefactos acentuados devido à variação anatómica dos pacientes (Buzug, 2011; Calzado & Geleijins, 2010; Schwarz, 2011). É possível classificar os artefactos como qualitativos se forem visíveis, ou como quantitativos se estiverem relacionados com erros na medição dos coeficientes de atenuação (Schwarz, 2011).

De entre os artefactos listados no Quadro 2, serão abordados neste capítulo os artefactos provocados pelo movimento do paciente, os artefactos de endurecimento do feixe, os artefactos de anel e os artefactos de dispersão.

**Quadro 2: Lista de artefactos organizados de acordo com a sua origem (FONTES: BARRETT & KEAT, 2004; SCHWARZ, 2011).**

Falha na Aquisição de Dados	Erro na Reconstrução da Imagem	Imperfeições no Funcionamento da Unidade de Amostragem	Paciente
Endurecimento do feixe	Artefactos helicoidais no plano axial: Digitalização de secção única	Artefactos de anel	Materiais metálicos
Volume parcial			
Volume parcial não linear	Artefactos helicoidais em varrimento multiseção		
Esgotamento de fotões	Efeito de feixe cónico		Movimento do paciente
Subamostragem	Reformação multiplanar e tridimensional		
Desfocagem de inclinação alta	Efeito de dispersão de pontos e florescimento	Ampola defeituosa	Projeções incompletas
Dispersão	Artefacto de degrau		
Artefacto de gantry invertido	Realce dos bordos e artefacto de ricochete		
Linhas de gradiente de borda			

### 2.4.1 Endurecimento do Feixe

Os artefactos de endurecimento do feixe ocorrem apenas quando é utilizado um espectro poli-energético, uma vez que o feixe sofre endurecimento à medida que os quanta de menor energia (radiação “suave”) são absorvidos por materiais altamente atenuantes, como por exemplo o osso, o que aumenta o número de quanta de maior energia (radiação “dura”), a qual apresenta uma maior resistência à absorção (McNitt-Gray, 2021; Schwarz, 2011; Barrett & Keat, 2004).

Estes artefactos podem manifestar-se como *cupping* (Figura 14) ou como linhas e bandas de baixa densidade (mais escuras) (Figura 15). Nos artefactos de *cupping* as estruturas, aparentam ser artificialmente radiolucidas no seu centro devido à dificuldade de absorção do feixe endurecido (Barrett & Keat, 2004; Schwarz, 2011). Já as linhas e bandas de baixa densidade ocorrem normalmente entre duas estruturas de alta densidade ou adjacente a estas (Barrett & Keat, 2004; McNitt-Gray, 2021; Schwarz, 2011).

Estes artefactos podem ser reduzidos ao utilizar-se um filtro metálico colocado entre a ampola e o paciente, porém, é também possível realizar uma correção de calibração ou utilizar um software de correção (Barrett & Keat, 2004).

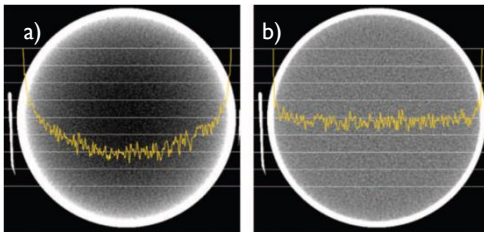


Figura 14 - Imagens tomográficas de um objeto de avaliação de desempenho a) antes, com artefacto de *cupping*, e b) depois de ser realizada uma correção de calibração (FONTE: BARRETT & KEAT, 2004).

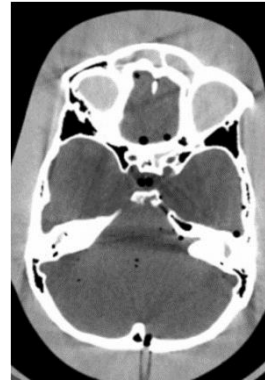


Figura 15 - Imagem tomográfica do crânio onde são visíveis linhas e bandas de baixa densidade entre as estruturas de alta densidade (FONTE: BARRETT & KEAT, 2004).

### 2.4.2 Dispersão

A dispersão causa um aumento na exposição das imagens tomográficas ao reduzir o seu contraste, para além de causar artefactos de *cupping* e linhas ao introduzirem erros de medição, uma vez que, após sofrer atenuação, o feixe de raio-x desejado encontrar-se com menos energia e, portanto, o feixe disperso de maior valor energético domina o sinal captado pelo detetor (Schwarz, 2011; Buzug, 2011).

A ocorrência deste tipo de artefactos pode ser reduzida através de colimação pré-paciente, ao limitar a produção de quanta disperso, e através de colimação pós-paciente, com exceção de tomógrafos da 4ª geração, ao limitar a quantidade de quanta disperso que é detetado pelos detetores (Schwarz, 2011).

### 2.4.3 Artefacto de anel

Estes artefactos, proeminentes em sistemas tomográficos da 3ª geração, têm origem em defeitos num ou mais detetores que criam anéis, uma vez que o quanta detetado por estes detetores traça uma tangente para cada projeção (Figura 16) que, quando a imagem é reconstruída, criam um anel de valores de atenuação consistentemente errados (Schwarz, 2011; Barrett & Keat, 2004; Buzug, 2011). Quanto menor o diâmetro do anel mais central encontra-se o detetor na matriz e, dependendo do modo de aquisição, axial (Figura 17) ou helicoidal (Figura 18), o artefacto de anel manifesta-se distintivamente (Schwarz, 2011). Estes artefactos podem ser evitados ao realizar uma calibração diária do sistema tomográfico ou reduzidos ao utilizar um software especializado (Barrett & Keat, 2004; Schwarz, 2011).

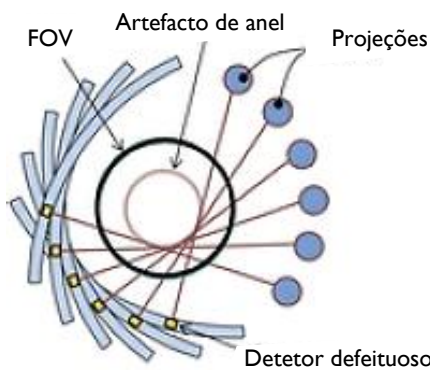


Figura 16 - Representação gráfica da aquisição de imagens com artefacto de anel em aquisições axiais (FONTE: McNITT-GRAY, 2021).

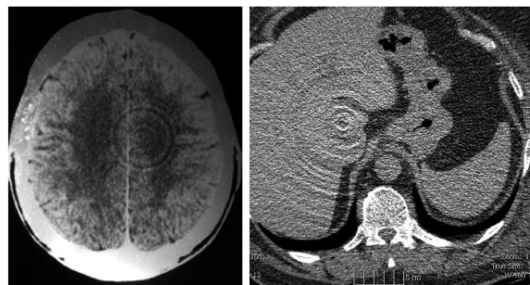


Figura 17 - Artefactos de anel em imagens tomográficas obtidas através de aquisição axial (FONTE: SCHULZ ET AL., 2021).

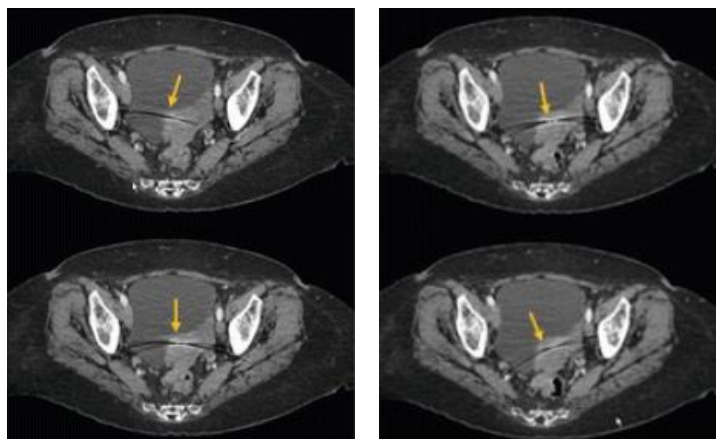


Figura 18 - Artefactos de anel presentes em imagens tomográficas obtidas por aquisição helicoidal (FONTE: McNITT-GRAY, 2021).

#### 2.4.4 Movimento do paciente

Os artefactos provocados pelo movimento do paciente, como o movimento respiratório, cardíaco e peristáltico, são visíveis como linhas (Figura 19), desfocagens, efeitos fantasma (Figura 20), onde é visível uma margem dupla ténue, e como desfasamento nas fatias, que resulta em imagens espacialmente fora de sequência (Schwarz, 2011). Os diferentes tipos de artefactos visualizados são causados por diferentes tipos de movimento (Schwarz, 2011):

- Linhas » Movimentos súbitos;
- Desfocagem » Movimentos graduais;
- Efeito Fantasma » Movimento súbito de curta duração;
- Desfasamento nas Fatias » Movimento do doente ao longo do eixo longitudinal.

A correção destes artefactos pode ser realizada através de soluções tecnológicas, como a subdigitalização e a sobredigitalização, onde o *gantry* recolhe os dados numa rotação menor e maior a 360°, respetivamente, ou através de soluções operacionais, como a minimização do tempo do exame ao utilizar um maior “pitch” na aquisição helicoidal (Schwarz, 2011; Barrett & Keat, 2004).



Figura 19 - Imagem tomográfica de um crânio que apresenta linhas causadas pelo movimento do paciente (FONTE: BARRETT & KEAT, 2004).



Figura 20 - Efeito fantasma visível numa imagem tomográfica de um pulmão de um cão que se encontrava a respirar durante o exame (FONTE: SCHWARZ, 2011).

## 2.5 Contraste Iodado

O contraste iodado é um composto hidrossolúvel frequentemente utilizado na TC, juntamente com o sulfato de bário, com o objetivo de tornar mais evidentes detalhes que eram previamente imperceptíveis ou de difícil deteção, ou de avaliar o sistema vascular e a permeabilidade vascular dos tecidos (Thomsen, 2014; Owen, 2018; Juchem et al., 2004; McNitt-Gray, 2021). Isto deve-se ao facto de o contraste provocar hiperatenuação dos raios-x nas zonas onde se encontra, quer seja administrado por via intravenosa ou diretamente nas cavidades corporais (Owen, 2018). Dependentemente do local que se pretende avaliar, o tempo entre o momento de administração do contraste e o momento do exame será distinto (McNitt-Gray, 2021).

Este contraste pode ser classificado como iónico, caso os iões de iodo estejam ligados a um composto iónico, ou não-iónico caso estejam ligados a um composto orgânico, sendo tomados em conta cinco parâmetros físico-químicos quando estes são produzidos (Erol & Yigitaslan, 2021):

- Estabilidade;
- Solubilidade;
- Hidrofilidade;
- Osmolalidade;
- Viscosidade.

A osmolalidade define-se como a concentração de soluto por kg de água e, quanto maior o número de partículas independentes na solução, maior será a probabilidade de ocorrência de efeitos secundários, como diurese, vômitos, alterações cardiovasculares e dor no local da injeção (Erol & Yigitaslan, 2021; Thomsen et al., 2014; Juchem et al., 2004). A pressão osmótica exercida pelos contrastes iónicos é duas a três vezes superior à dos contraste não-iónicos, uma vez que estes dissociam-se em duas partículas independentes de carga negativa e positiva, ao contrário dos agentes não-iónicos que não sofrem dissociação (Pollard & Puchalski, 2011; Juchem et al., 2004; Thomsen et al., 2014). Os agentes de contraste podem ser classificados ainda, de acordo com estrutura química, como monómeros, formados por um único anel de benzeno tri-iodado, ou

dímeros, quando são constituídos por dois anéis de benzeno tri-iodados unidos covalentemente que, conseqüentemente, provocam uma diminuição na osmolalidade do contraste iodado (Erol & Yigitaslan, 2021; Pollard & Puchalski, 2011; Thomsen et al., 2014).

A viscosidade é altamente influenciada pela osmolalidade e pela temperatura do agente de contraste e, deste modo, é positivamente afetada pelo aumento da osmolalidade e pela diminuição da temperatura (Erol & Yigitaslan, 2021). É importante ter em conta este fator, uma vez que este determina a facilidade da diluição do contraste no sangue, e a velocidade e facilidade de injeção do bolus de contraste (Erol & Yigitaslan, 2021; Juchem et al., 2004).

As reações adversas aos agentes de contraste, possivelmente relacionadas com a osmolalidade, ionicidade ou com a toxicidade química, podem ser classificadas de acordo com (Juchem et al., 2004; Owen, 2018):

- O mecanismo etiológico:
  - Reações idiossincráticas;
  - Reações não-idiossincráticas.
- O grau de severidade:
  - Leves;
  - Moderadas;
  - Graves.
- O tempo decorrido após a administração do agente:
  - Agudas;
  - Tardias.

Estas reações podem ser prevenidas através da realização de jejum de sólidos de 8 a 12 horas, dependendo do peso do animal, do aquecimento do meio de contraste e da observação do paciente durante e após o exame, entre outras medidas preventivas que podem ser tomadas em conta (Juchem et al., 2004; Affonso et al., 2018). Os contrastes iodados são ainda contraindicados em pacientes desidratados e, no caso de agentes iônicos, na presença de doença cardíaca ou compromisso renal grave (Pollard & Puchalski, 2011).

O contraste iodado, especialmente o não-iônico, pode, contudo, ser injetado em grandes quantidades com elevado grau de segurança, geralmente 300 a 400 mg/ml (aproximadamente 2 ml/kg), uma vez que o átomo de iodo não interage diretamente com os tecidos e, devido à sua hidrofiliidade, não ocorrem ligações a proteínas, permitindo uma rápida excreção do contraste através dos rins (Owen, 2018; Erol & Yigitaslan, 2021; Pollard & Puchalski, 2011).

## 2.6 Tomografia Computorizada em Medicina Veterinária

### 2.6.1 Indicações para Uso Clínico

Desde a introdução da TC na medicina veterinária em 1980, observou-se um avanço no diagnóstico imagiológico devido à diferenciação superior de tecidos moles e à capacidade de produzir imagens de cortes transversais, dorsais ou sagitais, e imagens 3D (Keane et al., 2017). No entanto, devido aos custos elevados, a TC deverá ser utilizada apenas quando: não é possível utilizar outros meios complementares de diagnóstico para estudar a área lesionada; a informação obtida através de outros meios complementares de diagnóstico é insuficiente para formular um diagnóstico; ou quando é necessária informação adicional para desenvolver um plano de tratamento (Dennis, 2003).

No ambiente clínico, as indicações para TC são similares àsquelas da medicina humana como, por exemplo, para a investigação de doenças torácicas e abdominais, lesões intracranianas e extracranianas, perturbações do sistema músculo-esquelético e, apesar da ressonância magnética (RM) ser mais frequentemente utilizada, a investigação de doenças do sistema nervoso central caso a RM não esteja disponível (Keane et al., 2017). Para além disto, devido ao tempo reduzido de exame, a TC pode ser utilizada em casos críticos onde a anestesia e a sedação não são uma opção viável e os equipamentos de contenção física necessários estão disponíveis (Keane et al., 2017).

No Quadro 3 apresenta-se uma lista de indicações para a TC dependendo das diferentes zonas anatómicas, sendo que esta é mais comumente utilizada no estadiamento de cancro e, portanto, não foram incluídas no quadro neoplasias, por serem passíveis de se apresentarem em qualquer uma das zonas listadas (Keane et al., 2017).

**Quadro 3: Indicações da TC para a investigação e estudo de diferentes zonas anatómicas (FONTES: KEANE ET AL., 2017; GRECO ET AL., 2023; LABRUYÈRE & SCHWARZ, 2013).**

<b>Sistema Músculo-esquelético</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Displasia de cotovelo em cães;</li><li>• Estudo da anatomia intracapsular;</li><li>• Tecido ósseo:<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Anatomia e morfologia;</li><li>▪ Espessura óssea;</li><li>▪ Distorção e arquitetura do osso esponjoso;</li><li>▪ Curvatura e ângulos ósseos;</li><li>▪ Perturbações ósseas e de crescimento;</li><li>▪ Fraturas e micro-fraturas;</li><li>▪ Osteocondrose;</li><li>▪ Osteólise</li></ul></li><li>• Tecido muscular:<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Lesões;</li><li>▪ Miosite do músculo mastigatório;</li><li>▪ Avaliação da massa muscular;</li></ul></li></ul>
------------------------------------	--

<b>Cabeça e Coluna Vertebral</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anomalias do nervo ótico (neurite ótica);</li> <li>• Avaliação dos cornetos nasais, maxilar, osso palatino, placa cribiforme e da formação de novo osso periosteal;</li> <li>• Patologias sinusais;</li> <li>• Patologias dentárias (quistos dentários, abscessos periapicais, pulpíte);</li> <li>• Luxação temporomandibular;</li> <li>• Avaliação do espessamento ou erosão da parede do tímpano;</li> <li>• Detecção de líquido ou massas dentro da bula timpânica e do canal auditivo externo;</li> <li>• Enfartes hemorrágicos e isquémicos;</li> <li>• Patologias da coluna vertebral (Doença do disco intervertebral);</li> </ul>
<b>Tórax</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação da pleura, mediastino, brônquios, parênquima pulmonar, parede torácica e ducto torácico;</li> <li>• Lesões pulmonares;</li> <li>• Coração/Sistema Circulatório: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Morfologia e desenvolvimento em animais com anomalias como endocardite e regurgitação;</li> <li>▪ Defeitos do septo;</li> <li>▪ Estenose dos vasos sanguíneos;</li> <li>▪ Identificação de áreas de angiogênese e neovascularização;</li> <li>▪ Identificação de oclusões, seromas e abscessos;</li> <li>▪ Mapeamento dos vasos sanguíneos;</li> </ul> </li> </ul>
<b>Abdômen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação do fígado, pâncreas, baço, trato gastrointestinal, glândulas adrenais, trato urinário e sistema reprodutivo;</li> <li>• Fístula hepática arterioportal;</li> <li>• Shunt portossistêmico;</li> </ul>

## 2.6.2 Seleção de Parâmetros de Imagem

No Quadro 4 estão presentes alguns dos parâmetros passíveis de serem selecionados pelo operador com os respectivos valores frequentemente utilizados na medicina veterinária.

**Quadro 4: Parâmetros frequentemente selecionados em exames tomográficos com o paciente anestesiado (Fonte: SCHWARZ & O'BRIEN, 2011).**

<b>Parte do corpo</b>	Na realização de um exame tomográfico, é necessário pré-selecionar a parte do corpo que se pretende avaliar que, por sua vez, apresentam diferentes opções de protocolo, porém, estes não estão adaptados à medicina veterinária, podendo ser necessário alterar certos parâmetros para obter uma qualidade de imagem superior.
<b>Tempo de rotação do tubo</b>	Desde 0,5 a 1 segundo.
<b>Miliampères (mA)</b>	Entre 100 mA (tórax) e 250 mA (cabeça e coluna vertebral).
<b>Kilovoltagem (kV)</b>	São geralmente selecionados os valores de 80, 120 ou 140 kV.

<b>Campo de visão da projeção (SFOV)</b>	Na maioria dos casos, este parâmetro é selecionado automaticamente pelo sistema para o valor máximo, sem que seja possível que o operador o altere. Se for possível selecionar, é aconselhável manter o SFOV superior ao diâmetro máximo do paciente.
<b>Campo de visão do ecrã (DFOV)</b>	O DFOV (ou FOV), correspondente à área do SFOV que é reconstruída numa imagem, não pode exceder o SFOV e é aconselhável manter o menor possível devido a afetar a resolução da imagem.
<b>Inclinação do gantry</b>	Até 30° e de acordo com o alinhamento pretendido com a área de interesse.
<b>Espessura do corte</b>	Corte grosso » Imagens desfocadas com pouco ruído. Corte fino » Imagens nítidas, mas com ruído. É, à vista disto, aconselhável selecionar valores de mA elevados quando se pretende obter cortes finos, uma vez que reduz o ruído, e obter imagens de corte grosso quando se pretende avaliar áreas como por exemplo o cérebro, a medula espinhal e o fígado.
<b>Pitch helicoidal</b>	Aconselhável selecionar dentro de um intervalo entre 0,75 e 2, uma vez que, valores menores não oferecem um aumento na qualidade de imagem e valores superiores levam a que a imagem fique desfocada.

### 2.6.3 Preparação do Paciente

Apesar de ser possível realizar exames tomográficos em animais em estado crítico, onde não é viável anestésiar ou sedar o animal, na maioria das casos, o paciente é previamente estabilizado para que se possa realizar o exame sob anestesia de modo a evitar que o paciente se mova e para que seja possível posicionar o paciente o mais otimamente possível de acordo com a área que se pretende avaliar (Greco et al., 2023; Schwarz & O'Brien, 2011).

#### 2.6.3.1 Contenção

Na medicina veterinária de pequenos animais, a anestesia ou sedação profunda, em casos de trauma, são meios de contenção química frequentemente utilizados quando se pretende realizar exames tomográficos, devido à impossibilidade de permanecer no interior da sala do tomógrafo a realizar contenção física durante o exame por conta da dose alta de radiação emitida (Greco et al., 2023; Schwarz & O'Brien, 2011).

Para que seja possível realizar a contenção química do animal é necessário ter conhecimento prévio da história clínica do paciente, realizar um exame físico completo, realizar análises pré-anestésicas, como hemograma e bioquímicas, e que o animal realize um jejum de sólidos de 8 a 12 horas e de líquidos de 2 a 4 horas previamente ao exame (Thomas & Lerche, 2017; Ducan, 2009). Após o paciente ser aprovado para contenção

química, é necessário colocar um cateter, de 20 a 22G, numa das veias cefálicas que permitirá a administração de líquidos, agentes anestésicos, meios de contraste caso seja necessário, e fármacos de emergência caso ocorra algum imprevisto (Thomas & Lerche, 2017; Greco et al., 2023). Para além da colocação do cateter, procede-se para a entubação do paciente com um tubo endotraqueal de látex, que não provoca artefactos na imagem tomográfica, para realizar manutenção anestésica com isoflurano durante todo o processo do exame tomográfico (Schwarz & O'Brien, 2011).

Outro modo de contenção disponível é através da utilização do *VetMouseTrap*, um dispositivo de contenção que permite realizar exames tomográficos sem a utilização de contenção química (Schwarz & O'Brien, 2011). Este é maioritariamente utilizado com gatos dispneicos, ao usufruir do facto de estes permanecerem relativamente imóveis, e demonstra melhorias na imagiologia da cabeça, das vias respiratórias superiores, dos pulmões, da pleura, do mediastino e do diafragma, e, com o uso de contraste iodado intravenoso, uma melhoria na avaliação do tamanho global do coração, da espessura da parede do ventrículo esquerdo e do aumento da aurícula esquerda (Schwarz & O'Brien, 2011). No entanto, este dispositivo apresenta limitações como o seu tamanho reduzido, incapacidade de restringir totalmente os movimentos do animal e impossibilidade de manipular o posicionamento do animal (Schwarz & O'Brien, 2011).

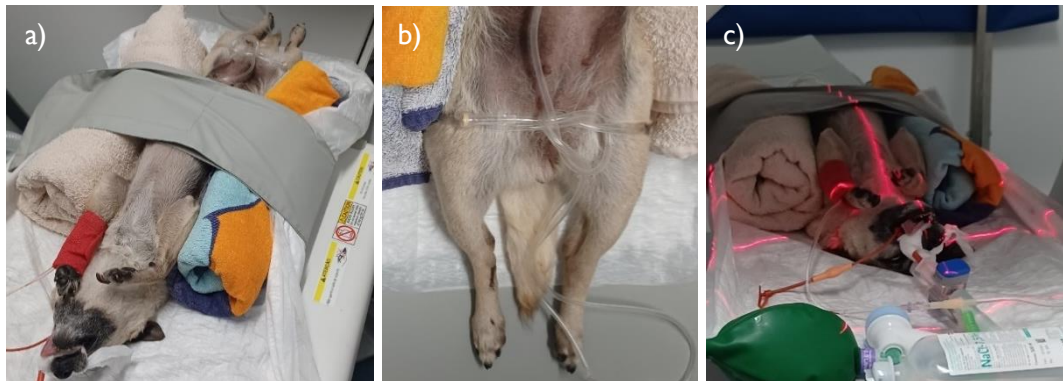
### **2.6.3.2 Posicionamento**

O posicionamento do paciente na mesa tomográfica é decidido de acordo com a área que se pretende avaliar e, por conseguinte, para a avaliação do tórax ou do abdómen é utilizado um decúbito ventral com os membros esticados para fora (Figura 21a) e, na avaliação do crânio, é utilizado o mesmo decúbito com a cabeça suportada por sacos de areia ou cunhas de espuma (Figura 21b), ou com os membros puxados caudalmente e a cabeça suportada do mesmo modo (Greco et al., 2023; Da Costa et al., 2020). Já o decúbito dorsal (Figura 22a e b), é utilizado na avaliação da coluna vertebral de modo a que os movimentos respiratórios não causem artefactos de movimento ao longo desta (Greco et al., 2023; McNitt-Gray, 2021).

Para alinhar corretamente o paciente ao *gantry*, é necessário alinhar a altura da mesa até que o isocentro do *gantry* esteja alinhado com o centro do corpo e que o paciente seja alinhado simetricamente nos três planos de varrimento, isto com o auxílio dos guias de laser do tomógrafo (Figura 22c) (Schwarz & O'Brien, 2011). Adicionalmente, para que o posicionamento do paciente não se altere durante o exame, são utilizados auxiliares de posicionamento radiolucidos como cunhas, blocos, bandas de velcro, entre outros (Schwarz & O'Brien, 2011).



**Figura 21** - Decúbito ventral com os membros esticados para fora a) na avaliação do tórax ou abdômen e b) na avaliação do crânio com a cabeça suportada por uma toalha.



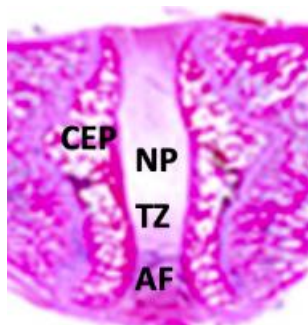
**Figura 22** - Decúbito dorsal para a avaliação da coluna vertebral com a) toalhas a suportar lateralmente para impedir o movimento do paciente e b) com sistema de soro à volta dos membros para os manter esticados. c) Alinhamento do paciente com o auxílio de guias lazer.

## 2.7 Hérnias do Disco Intervertebral

### 2.7.1 Anatomia do Disco Intervertebral

A estabilidade do esqueleto axial é promovida, em parte, pelos discos intervertebrais (DIV), interpostos entre cada corpo vertebral, que permitem a ligação das vértebras individuais, com exceção do atlas e do áxis (C1-C2) e de cada vertebra do sacro fundida, promovem a proteção da medula espinhal, facilitam a passagem dos nervos periféricos e contribuem para a absorção de choques mecânicos (Fenn et al., 2020; Brisson, 2010).

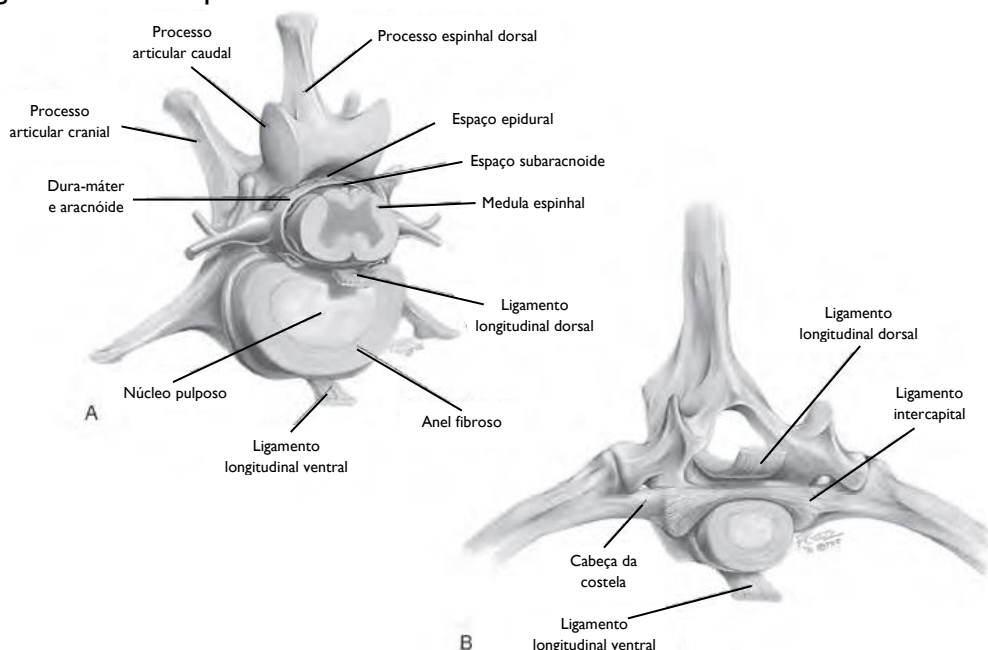
Os DIV dividem-se em quatro regiões (Figura 23), núcleo pulposo, zona de transição, anel fibroso e placas terminais cartilagosas, e apresentam diferenças morfológicas de acordo com a sua localização, como por exemplo, os DIV cervicais apresentam uma forma mais circular enquanto que os DIV torácicos são mais ovais e os DIV lombares assemelham-se a feijão (Fenn et al., 2020; Brisson, 2010).



**Figura 23** - Corte sagital de um DIV onde é visível o núcleo pulposo (NP), a zona de transição (TZ), o anel fibroso (AF) e placas terminais cartilagosas (CEP) (Fonte: FENN ET AL., 2020).

Com início na região mais central do DIV, o núcleo pulposo, com origem na notocorda, apresenta uma consistência gelatinosa e é constituído por colagénio, ácido hialurónico e glicosaminoglicanos que permitem a retenção de água que compõe 80 a 88% da sua estrutura (Mai, 2018; Fenn et al., 2020). Este está excentricamente localizado no interior do DIV, devido há espessura ventral superior do anel fibroso, e encontra-se delimitado pela zona de transição (Fenn et al., 2020; Brisson, 2010). Nesta zona estão presentes células semelhantes a condrócitos e fibrócitos, sendo que o número das últimas aumenta conforme o incremento da distância do núcleo pulposo (Fenn et al., 2020). A matriz fibrosa da zona de transição adota uma orientação lamelar à medida que se aproxima e se mistura com o anel fibroso, constituído por lamelas concêntricas de fibrocartilagem com uma concentração superior de colagénio em comparação com o núcleo pulposo, que apresenta uma concentração superior em ácido hialurónico e glicosaminoglicanos (Mai, 2018; Fenn et al., 2020). A camada interna do anel fibroso é constituída por fibrocartilagem que transiciona para uma camada externa de fibras de colagénio compactas através de um aumento progressivo de colagénio tipo I (Fenn et al., 2020; Brisson, 2010). Por fim, as placas terminais cartilaginosas permitem que o DIV se vincule com as vértebras adjacentes, e garante a suplementação de nutrientes através de osmose, difusão ou fluxo de massa, uma vez que se encontram adjacentes à rede vascular das vértebras (Fenn et al., 2020).

Os DIV estão limitados ventro e dorsalmente por ligamentos longitudinais e, nas vértebras torácicas, são adicionalmente limitados por ligamentos intercapitais que conectam as cabeças das costelas ao atravessar entre o anel fibroso e o ligamento longitudinal, isto produz uma maior restrição dorsal e reduz a ocorrência de hérnias entre T2 e T11 (Brisson, 2010; Mai, 2018). Na Figura 24 é possível observar a anatomia de vértebras lombares e torácicas, onde são visíveis o DIV, os ligamentos longitudinais e o ligamento intercapital.



**Figura 24 – Representação anatómica de uma vértebra a) lombar e b) torácica (FONTE: WIDMER & THRALL, 2018).**

## 2.7.2 Doença do Disco Intervertebral

O termo “doença do disco intervertebral” (DDIV) é utilizado amplamente para descrever uma variedade de lesões que afetam os discos intervertebrais, contudo, nas décadas de 1940 e 1950, Hansen e Olsson classificaram as DDIV como hérnias de Hansen tipo I e tipo II de acordo com os tipos de degeneração observadas no DIV, metaplasia condroide e metaplasia fibroide, respectivamente (Fenn et al., 2020). Esta classificação levou à categorização das raças de cães de acordo com a prevalência do tipo de hérnia em raças condrodistróficas (Hansen tipo I) e raças não condrodistróficas (Hansen tipo II) (Fenn et al., 2020). Embora possa ocorrer, a extrusão do disco intervertebral é rara em gatos, mas possui uma apresentação clínica semelhante à dos cães (Fenn et al., 2020). Atualmente existem diversas classificações para as diversas lesões que são observadas nos DIV, no entanto apenas serão discutidas neste trabalho as DDIV Hansen tipo I e tipo II.

O termo “herniação do disco intervertebral” é utilizado hoje em dia como um termo geral para identificar a deslocação do DIV sem especificar o tipo de alteração degenerativa, enquanto que “extrusão” é utilizado para identificar a herniação aguda do núcleo pulposo associado à metaplasia condroide (Hansen tipo I) e “protrusão” para identificar o espessamento crônico do anel fibroso com eventual herniação associada à metaplasia fibroide (Hansen tipo II) (Fenn et al., 2020; Da Costa et al., 2020).

Apesar da Doença de Hansen tipo I e a Doença de Hansen tipo II estarem frequentemente associadas com raças condrodistróficas e não condrodistróficas, respectivamente, ambas podem ocorrer com menor frequência na raça oposta (Widmer & Thrall, 2018; Fenn et al., 2020). As doenças de Hansen estão também associadas às idades dos animais onde o processo de degeneração condroide inicia-se em animais de 2 a 7 anos de idade e a degeneração fibroide em animais com mais de 7 anos (Fenn et al., 2020; Mai, 2018).

### 2.7.2.1 Extrusão do Disco Intervertebral (Doença de Hansen tipo I)

A extrusão do disco intervertebral (EDIV), normalmente associada a um processo agudo, tem origem na degeneração condroide do DIV, caracterizada pela desidratação e calcificação precoce do núcleo pulposo, provocadas por alterações na concentração de glicosaminoglicanos e pelo aumento da concentração de colagénio, transformando-se progressivamente numa matriz cartilaginosa densa constituída por um elevado número de condrócitos (Fenn et al., 2020; Brisson, 2010; Mai, 2018).

Devido a estas alterações do núcleo pulposo e às conseqüentes forças anormais geradas pelo mesmo, o anel fibroso sofre degenerações focais, particularmente na zona dorsal do disco intervertebral, que causa a separação das lamelas e possibilita que o anel fibroso seja rompido, causando a extrusão aguda do núcleo pulposo calcificado para o canal vertebral através ou lateralmente ao ligamento longitudinal dorsal (Fenn et al., 2020; Brisson, 2010). O material extruído pode ter uma aparência dispersa, sem uma ligação

clara ao local de origem, ou não dispersa, permanecendo próximo do local de extrusão, e possuir um padrão irregular, plano, elevado, circular ou cônico (Brisson, 2010).

A contusão, compressão e inflamação da medula espinhal e/ou das raízes nervosas, provocadas pela extrusão rápida e forçada do núcleo pulposo degenerado, provocam sinais neurológicos agudos com diferentes graus de severidade de acordo com o local e a severidade da extrusão, que variam desde um ligeiro desconforto sem défices neurológicos até à paralisia dos membros, de acordo com o local da extrusão, com perda de percepção de dor (Fenn et al., 2020; Widmer & Thrall, 2018).

### **2.7.2.2 Protrusão do Disco Intervertebral (Doença de Hansen tipo II)**

A protrusão do disco intervertebral (PDIV) é causada pela maturação lenta do DIV onde o núcleo pulposo, através da degeneração fibroide, sofre um aumento na concentração de colagénio e as células notocordais remanescentes tornam-se mais semelhantes a fibrócitos (Fenn et al., 2020). Ao mesmo tempo que a degeneração fibroide sucede, as lamelas constituintes do anel fibroso separam-se lentamente devido a pequenos traumas repetidos, permitindo que o material pulposo se mova gradualmente através dos espaços criados entre as lamelas o que provoca um espessamento gradual e a protrusão do anel fibroso ventro ou ventrolateralmente ao ligamento longitudinal dorsal, causando o deslocamento deste e a compressão da medula espinhal e/ou raízes nervosas (Fenn et al., 2020; Brisson, 2010).

Tal como a EDIV, os sinais clínicos observados dependem do local e do grau de compressão causado pela protrusão, normalmente firme, lisa e redonda, porém, estes refletem a natureza crónica da PDIV sendo regularmente défices neurológicos ligeiros quando comparados com a EDIV, como por exemplo, uma mielopatia lentamente progressiva frequentemente, mas nem sempre, indolor (Fenn et al., 2020; Brisson, 2010).

### **2.7.3 Diagnóstico de Doenças do Disco Intervertebral**

Os meios complementares de diagnóstico mais utilizados na atualidade para o diagnóstico de DDIV são a tomografia computadorizada e a ressonância magnética, sendo ainda utilizada a mielografia caso os restantes meios não estejam disponíveis, e a radiografia como exame de rastreio, uma vez que esta não fornece informação suficiente para um diagnóstico preciso quando utilizada isoladamente (Da Costa et al., 2020; Brisson, 2010).

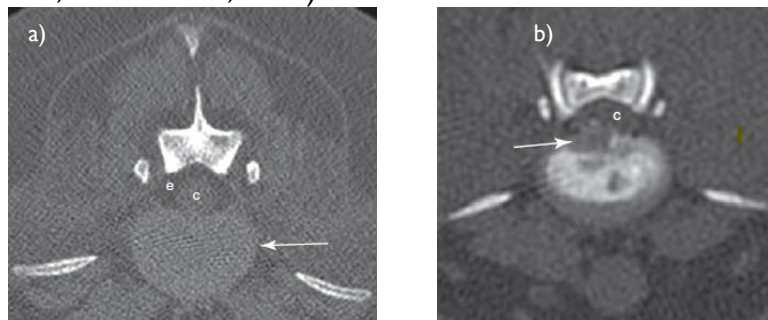
Um DIV que não tenha sofrido degeneração é visível na TC como um tecido de atenuação homogéneo sem ser possível distinguir entre o núcleo pulposo e o anel fibroso (Figura 25a) (Da Costa et al., 2020). Outras estruturas que não são evidentes numa imagem tomográfica simples são a medula espinhal, o líquido cefalorraquidiano e as meninges, que passam a ser referidas como um conjunto denominado de “saco tecal”, delimitado pela gordura epidural hipoatenuante em relação com os tecidos adjacentes (Figura 25a) (Da Costa et al., 2020; Mai, 2018). Dependendo do plano de varredura, as

raízes nervosas são visíveis como tecidos moles atenuantes de forma circular, plano sagital, ou linear, plano transversal ou dorsal (Mai, 2018).

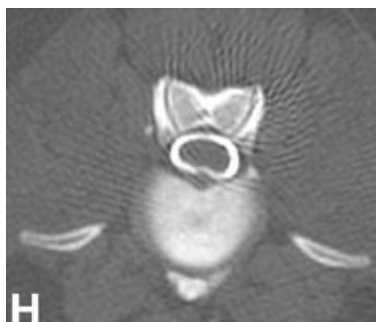
A TC é capaz de diagnosticar a EDIV com 4 técnicas diferentes (Da Costa et al., 2020; Greco et al., 2023):

- TC sem contraste;
- TC com contraste intravenoso;
- Mielografia por TC;
- TC posicional ou dinâmica.

Quando uma EDIV está presente (Figura 25b), esta é visível devido ao material calcificado hiperatenuante no interior do canal vertebral, à perda de gordura epidural e devido ao deslocamento da medula espinhal (Da Costa et al., 2020). No caso de extrusão aguda, o material é visível como massas heterogêneas hiperatenuantes (219 UH em média) que provocam compressão da medula espinhal, visível devido à perda de espaço epidural hipotenuante e, caso a extrusão seja crônica, o material é relativamente homogêneo, comparado à extrusão aguda, e extremamente hiperatenuante (745 UH em média) (Da Costa et al., 2020; Greco et al., 2023).



**Figura 25 -** Imagens tomográficas de um a) disco intervertebral normal, onde a seta aponta para o DIV, o “c” indica o saco tecal e o “e” indica a gordura epidural, e b) uma EDIV onde a seta aponta para a extrusão de material calcificado e “c” indica a compressão da medula espinhal (Fonte: MAI, Apesar da elevada sensibilidade diagnóstica da tomografia sem contraste, em certos casos onde a lesão não é identificada, serão necessários exames imagiológicos complementares como a mielografia por TC (Figura 26) ou a ressonância magnética para um correto diagnóstico (Da Costa et al., 2020; Greco et al. 2023). Isto sucede-se no diagnóstico de PDIV, uma vez que, como o material herniado não se encontra mineralizado e a herniação ocorre ao longo de um processo lento, tanto a protrusão como a compressão da medula espinhal são de difícil visualização na TC sem contraste, portanto, quando a mielografia por TC é utilizada para o diagnóstico de PDIV é visível uma compressão ventral da medula espinhal (Da Costa et al., 2020).

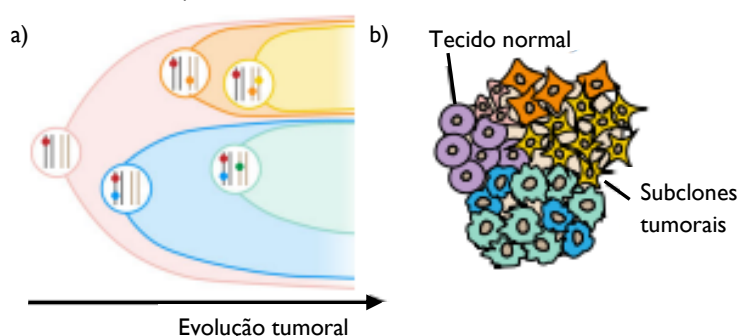


**Figura 26 –** Mielografia por TC num caso herniação do disco intervertebral (Fonte: Da Costa et al., 2020).

## 2.8 Neoplasias e a Doença Metastática

### 2.8.1 Origem de Neoplasias

As neoplasias têm origem em células que, ao longo do tempo, acumularam mutações que lhes conferem a capacidade de proliferar descontroladamente ao mesmo tempo que evadem a apoptose (Pecorino, 2016; Adamson & Waibel, 2018; Okal, Reaz, & Lim, 2013). Deste modo, é a partir de uma célula que acumulou mutações que permitem dar início à formação de neoplasias, que surgem as restantes células a partir de divisão celular mitótica, ou seja, o tumor primário apresenta uma evolução clonal (Figura 27a) e, com a contínua acumulação de mutações adicionais, o microambiente tumoral passa a ser formado por populações de subclones que conferem ao tumor a sua heterogeneidade (Figura 27b) (Pecorino, 2016).



**Figura 27 - Esquema representante da a) evolução clonal do tumor e do b) tumor constituído por subclones (FONTE: XIAO ET AL., 2020).**

As principais mutações necessárias para a formação de tumores ocorrem em genes promotores de crescimento, denominados oncogenes quando mutados, e/ou em genes supressores de tumores, sendo necessário a mutação de um único alelo para que seja promovido um crescimento descontrolado e de ambos os alelos para que a inibição deste seja inativada, respetivamente. Estas mutações podem ser causadas devido a alterações no ADN ou devido a danos cromossómicos. No entanto, as neoplasias podem desenvolver-se ainda devido a mudanças não mutacionais como a alterações epigenéticas na expressão genética que modificam a regulação da transcrição (Pecorino, 2016; Adamson & Waibel, 2018).

As neoplasias formam microambientes heterogéneos formados por estroma tumoral (matriz extracelular e células não cancerosas), vasos sanguíneos e células tumorais distintas com diferentes níveis de diferenciação e capacidade de proliferação, sendo um reduzido número destas, células estaminais cancerígenas (CEC) capazes de se autorrenovar à semelhança de células estaminais normais (Okal et al., 2013; Ha et al., 2013). Acredita-se que os tumores possuem maior probabilidade de originar a partir de células estaminais devido à autorrenovação que permite a acumulação de mutações durante um período de tempo alargado ou devido há perda de equilíbrio entre autorrenovação e diferenciação que, por sua vez, leva à autorrenovação desregulada (Pecorino, 2016). É ainda possível que a heterogeneidade, plasticidade e capacidade de migração presente nos tumores cancerígenos, sejam devido às CEC (Pecorino, 2016).

Os tumores podem ser classificados como malignos, invadindo tecidos locais com capacidade de metastizar para tecidos distantes, ou benignos, aumentando de tamanho sem a possibilidade de metastizar e, assim, não estão relacionados com cancro, ao contrário dos tumores malignos (Adamson & Waibel, 2018; Pecorino, 2016). Os tumores malignos podem ser ainda classificados de acordo com os tecidos de origem onde, tumores com origem em células epiteliais são classificados como carcinomas, tumores com origem em tecidos mesenquimatosos são classificados como sarcomas, e tumores com origem em tecidos glandulares são classificados como adenocarcinomas, enquanto que, os tumores benignos são descritos com o sufixo -oma, com algumas exceções (Adamson & Waibel, 2018; Pecorino, 2016).

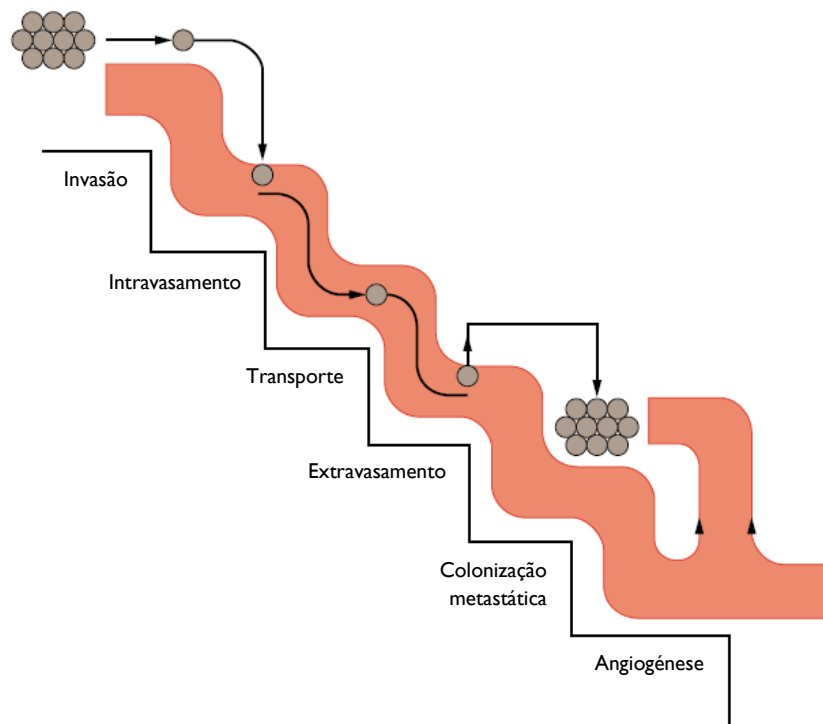
## 2.8.2 Doença Metastática

A metástase define-se como o processo pelo qual as células tumorais do tumor primário migram e colonizam com sucesso outros locais no corpo, dando início a novas neoplasias (Pecorino, 2016; Ha et al., 2013). Esta capacidade de metastização depende das interações entre as moléculas de superfície celular das células cancerígenas e o microambiente tumoral, e da subpopulação de CEC (Pecorino, 2016; Ha et al., 2013). Certos cancros apresentam organotropismo, ou seja, a capacidade de metastizar para locais específicos, e existem provas que demonstram que os capilares dos órgãos onde ocorrem as metástases apresentam recetores que influenciam o alvo destas células metastáticas, para além de que o tumor primário secreta moléculas de sinalização que preparam o microambiente do local secundário para a chegada das células tumorais (Pecorino, 2016; Okal et al., 2013; Ha et al., 2013; Massagué et al., 2017).

A metástase é composta essencialmente por 5 etapas (Figura 28):

- Invasão:
  - As células epiteliais interligadas sofrem uma transição epitelial-mesenquimal (TEM), reversível através do processo de transição mesenquimal-epitelial, que as converte em células mesenquimais de elevada mobilidade, com maior resistência a apoptose e invasividade e, desta forma, com uma maior capacidade de migração (Pecorino, 2016; Okal et al., 2013; Ha et al., 2013). Esta transição envolve a perda de polaridade celular, a perda das junções intercelulares, alteração da forma celular, diminuição dos marcadores epiteliais, aumento das proteínas mesenquimais, secreção de proteases específicas e aumento das protuberâncias e da mobilidade das células (Pecorino, 2016; Ha et al., 2013). Para além do aumento da motilidade, a TEM potencia a capacidade de autorrenovação, dando origem a células similares a células estaminais, e, portanto, acredita-se que as CEC sejam iniciadoras de metástases (Pecorino, 2016; Ha et al., 2013).

- **Intravasamento:**
  - As células tumorais invadem o sistema circulatório, ou linfático, através da degradação da membrana basal do vaso e atravessando as células endoteliais, sendo que a neovasculatura tumoral facilita este processo ao apresentar uma estrutura mais permeável (Pecorino, 2016; Okal et al., 2013).
- **Transporte:**
  - Após a entrada das células tumorais no vaso, estas passam a designar-se como células tumorais circulatórias (CTC) e circulam isoladamente ou agrupadas a plaquetas (êmbolos), oferecendo uma proteção superior contra o sistema imunitário e a pressão da corrente sanguínea (Pecorino, 2016; Okal et al., 2013). As células tumorais, ao alcançarem os capilares que irrigam o órgão alvo, normalmente o mais próximo do tumor primário, ficam presas nestes devido ao seu tamanho superior em comparação com os capilares (Pecorino, 2016; Okal et al., 2013).
- **Extravasamento:**
  - É o processo pelo qual a célula tumoral sai do vaso sanguíneo, ou linfático, ao atravessar as células endoteliais e a membrana basal do vaso até alcançar o estroma circundante do órgão alvo (Pecorino, 2016).
- **Colonização metastática:**
  - Após o extravasamento e a adaptação das células tumorais ao microambiente do órgão invadido, ocorre o estabelecimento e crescimento progressivo de um novo tumor, com a eventual formação de novos vasos sanguíneos (angiogénese) para assegurar o fornecimento de nutrientes e oxigénio (Pecorino, 2016; Ha et al., 2013).



**Figura 28 - Esquema ilustrativo das etapas metastáticas (FONTE: PECORINO, 2016).**

### 2.8.3 Tomografia Computorizada na Detecção de Neoplasias

No caso da deteção de neoplasias, a TC não é o primeiro exame imagiológico utilizado, sendo antes utilizados a radiografia e a ecografia, contudo é utilizada no diagnóstico de neoplasias de menor tamanho que possam não ser vivíveis noutros exames imagiológicos, para planeamento cirúrgico e radioterapêutico, na realização de biópsias guiadas por imagem, no acompanhamento de tratamento e no estadiamento do cancro, especialmente quando há o risco de presença de metástases (Pecorino, 2016; Greco et al., 2023; Adamson & Waibel, 2018; Forrest & Kraft, 2013).

Em comparação com a radiografia e a ecografia, a TC:

- Permite avaliar as relações espaciais do tumor com as estruturas anatómicas envolventes com precisão, especialmente com a possibilidade de reconstruir imagens 3D, o que permite que a radioterapia seja mais precisa e que o planeamento cirúrgico seja mais exato (Greco et al., 2023; Pecorino, 2016; Forrest & Kraft, 2013);
- É mais sensível na identificação de certas massas, como por exemplo nódulos pulmonares e, por isso, deve ser utilizada para verificar a presença de metástases após a identificação do tumor primário (Forrest & Kraft, 2013);
- É mais sensível na identificação de osteólise e osteoprodução associadas à neoplasia (Forrest & Kraft, 2013);
- Com a utilização de contraste, permite melhorar a visualização das margens do tumor e detetar a neovasculatura do tumor (Forrest & Kraft, 2013);

Cada neoplasia apresenta um aspeto distinto nas imagens tomográficas dependendo da sua origem, sendo que algumas poderão necessitar a administração de contraste para que se tornem mais visíveis.

# 3. Descrição das Atividades Desenvolvidas

## 3.1 Caracterização do Local de Estágio

O estágio foi realizado no Hospital Veterinário de Portimão com um horário de funcionamento de 24h/7 dias por semana, com atendimento de animais de companhia e animais exóticos, serviço de tosquias e banho durante o sábado, um horário de visitas das 16h às 18h e um horário de urgência das 21h às 8h30min de segunda a sexta, das 13h às 9h no sábado e das 9 às 8h30min no domingo e feriados. O estabelecimento é constituído por dois andares onde, no primeiro andar, encontra-se a receção com espaços distintos para cães e gatos, três consultórios sendo dois, normalmente, reservados para cães e um para gatos, um espaço de internamento reservado para cães com capacidade para 10 jaulas, um espaço de internamento infetocontagioso com capacidade para 3 jaulas, um espaço de internamento de pacientes críticos com capacidade de até 7 jaulas, uma unidade de cuidados intensivos, uma sala de radiografia, uma sala de tomografia computadorizada, uma sala de cirurgia, uma sala de esterilização, e uma sala de armazenamento de stock; no segundo andar, um espaço de internamento reservado para gatos de até 8 jaulas, um espaço adicional de internamento de até 8 jaulas, a sala de banhos e tosquia, o laboratório, o balneário e a zona de lazer.

## 3.2 Descrição das Atividades Desenvolvidas

O período de estágio foi de 1 de março a 31 de maio de 2023, num horário rotativo mensal com uma noite por semana (8 horas 5 dias por semana) onde das 13h às 15h, 19h às 21h e das 6h às 8h, realiza-se a ronda dos internados onde se foca na alimentação, administração de medicamentos, passeios e limpeza das jaulas dos pacientes internados. Durante este período foram desenvolvidas pela aluna atividades como:

- Administração de medicação IV, IM, SC e por via oral e ocular;
- Auxílio na realização de radiografias ao ajudar no posicionamento e contenção física do animal;
- Realização de radiografias de tórax, abdómen e membros em animais de porte pequeno;
- Auxílio na realização de ecografia e ecocardiografia ao preparar o local para o exame e ao realizar a contenção física do animal;
- Auxílio na realização de exames tomográficos ao ajudar na preparação do paciente (cateterização, entubação endotraqueal, colocação a soro, anestesia e posicionamento na mesa do tomógrafo);
- Realização de hemogramas, análises bioquímicas e testes SNAP com analisadores automáticos IDEXX;
- Auxílio na recolha de amostras para realização de citologias através da contenção do animal;

- Auxílio na colocação de cateter por contenção e realização de garrote;
- Colocação de cateter na veia cefálica;
- Auxílio na recolha de amostras de sangue da veia jugular e safena;
- Recolha de amostras de sangue da veia jugular;
- Preparação do sistema de soro para animais internados, para cirurgia ou para TC;
- Suplementação do soro com glucose e metoclopramida;
- Realização de fluidoterapia SC;
- Algáliação de cães machos;
- Esvaziamento da bexiga por pressão ou através de cateterização urinária;
- Esvaziamento de sacos de urina;
- Limpeza e preparação das jaulas para internamento de animais;
- Alimentação voluntária, assistida ou através de sonda esofágica e abeberamento;
- Passeio dos animais internados;
- Medição da glucose, pressão arterial, frequência respiratória e frequência cardíaca;
- Auxílio na mudança de pensos ao preparar os materiais necessários e realizando contenção física;
- Realização de mudanças de pensos;
- Auxílio na remoção de pontos;
- Auxílio na limpeza de feridas;
- Limpeza de feridas;
- Corte de unhas;
- Banhos higiénicos e terapêuticos de animais internados;
- Colocação de tubo endotraqueal;
- Auxílio na colocação de sonda esofágica;
- Tricotomia e antisepsia do paciente;
- Preparação da mesa cirúrgica;
- Colocação do equipamento de monitorização cirúrgica;
- Auxílio em cirurgias de amputação e remoção de corpos estranhos intestinais;
- Auxílio no esvaziamento do estômago;
- Auxílio na execução de endoscopia para biópsia ao conservar as amostras de biópsia e ao manipular a pinça de biópsia;
- Limpeza e esterilização do material cirúrgico;
- Recobro pós-cirúrgico;
- Preparação de medicação para casa;
- Prestação de cuidados neonatais (alimentação, estimulação da micção e defecação, monitorização da temperatura e glicose);
- Auxílio na prestação de cuidados de urgência;
- Reposição de stock;
- Limpeza e higienização do espaço e do equipamento;
- Atendimento telefónico para esclarecimento de dúvidas sobre os animais internados e marcação de consultas.

As atividades desenvolvidas foram, portanto, focadas no internamento, exames complementares de diagnóstico e cirurgia. Durante o horário diurno foram realizadas atividades como auxiliar na preparação de animais para cirurgia ou TC, onde a aluna

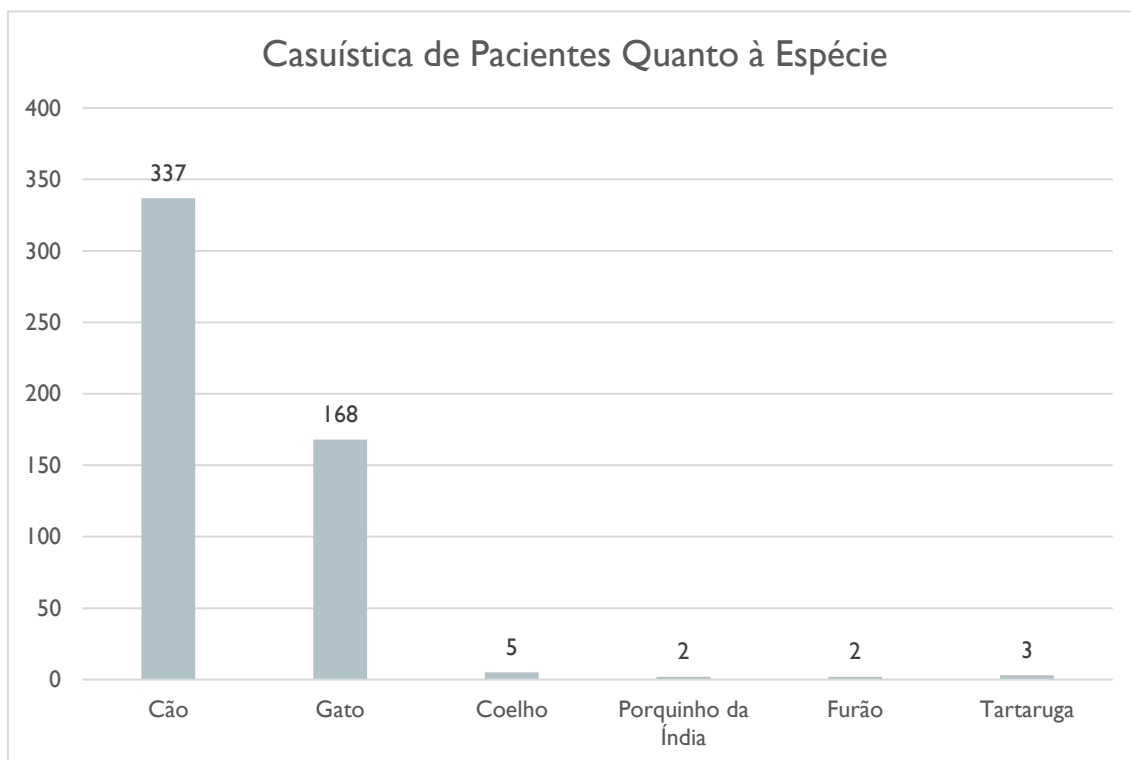
auxiliou/realizou a cateterização, recolha de sangue para análises, entubação, colocação e posicionamento do paciente na mesa cirúrgica ou tomográfica, tricotomia, antissepsia cirúrgica e colocação do equipamento de monitorização cirúrgico no caso de cirurgias, e preparação de seringas com contraste iodado para os exames tomográficos. A aluna realizou/auxiliou igualmente em outros métodos complementares de diagnóstico, como radiografias, ecografias, ecocardiografias, hemogramas, análises bioquímicas e testes SNAP conforme o requisitado pelos médicos veterinários ou conforme marcações previamente agendadas, realizou/auxiliou em procedimentos de enfermagem agendados como, fluidoterapia SC, remoção de pontos, mudança de pensos, limpeza de feridas cirúrgicas e não cirúrgicas, corte de unhas e administração de medicação, durante a ronda dos internados, administrou medicação, alimentou os pacientes, limpou as jaulas e passeou os animais internados e, em casos de internamento de novos pacientes, realizou/auxiliou na preparação do material para cateterização, na preparação da garrafa de soro para realização de fluidoterapia durante o internamento, na preparação da jaula, na cateterização e na recolha de sangue para análise. Ao longo do dia, quando possível ou necessário, a aluna realizou também a limpeza e higienização do espaço e material, e a reposição do stock.

Durante os horários noturnos, para além dos cuidados prestados nos internados e realização de métodos complementares de diagnósticos já mencionados, a aluna realizou a limpeza e higienização do espaço e material e a reposição do stock do hospital de um modo mais completo, e realizou a limpeza e esterilização do material cirúrgico utilizado durante o dia.

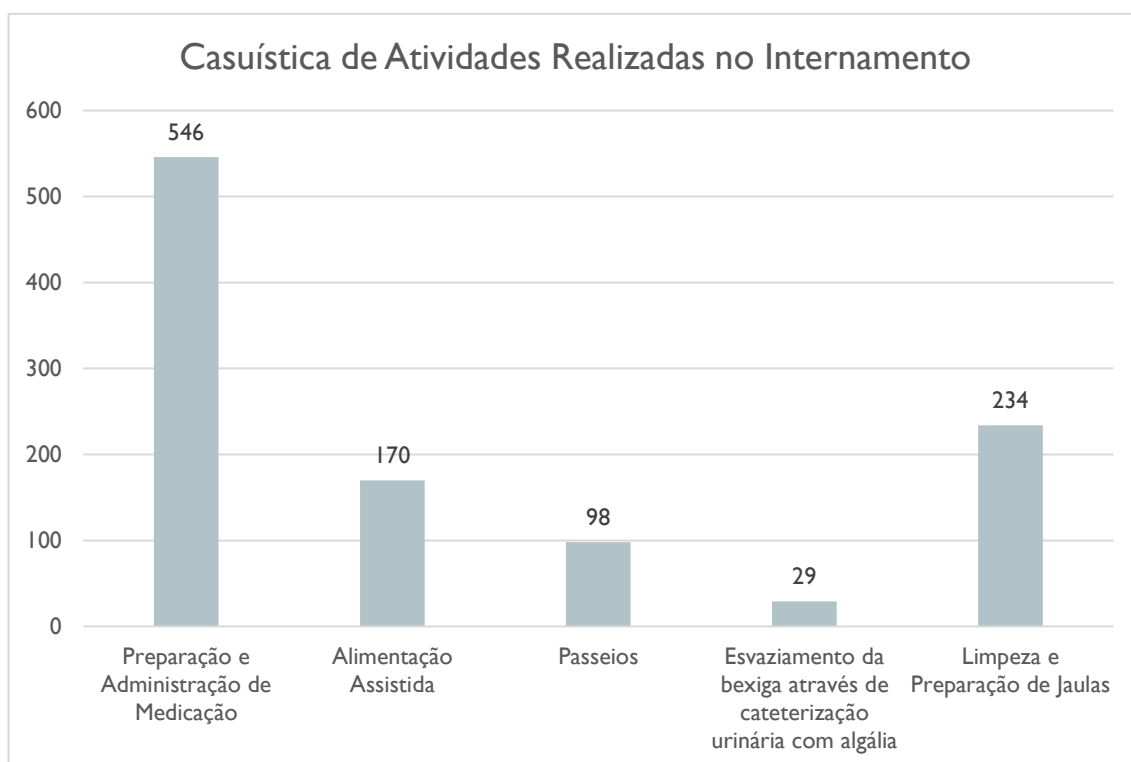
### 3.3 Casuística Observada

Os próximos quadros apresentam estimativas quantitativas de atividades realizadas/assistidas pela aluna: quanto à distribuição de pacientes quanto à espécie (Quadro 5), num total de 517 pacientes nos quais a aluna desempenhou funções, dos quais cães, gatos, coelhos, porquinhos da índia, furões, e tartarugas; quanto às atividades realizadas no internamento (Quadro 6), num total de 1077 atividades distribuídas na preparação e administração de medicamentos, alimentação assistida e através da sonda esofágica, passeios, esvaziamento do saco de urina ou da bexiga através de cateterização urinária com algália, limpeza e preparação de jaulas; e quanto às atividades realizadas nos métodos de diagnóstico complementares (Quadro 7) como radiografias, ecografias, ecocardiografias, exames tomográficos, análises bioquímicas, hemogramas e testes SNAP, num total de 290 atividades.

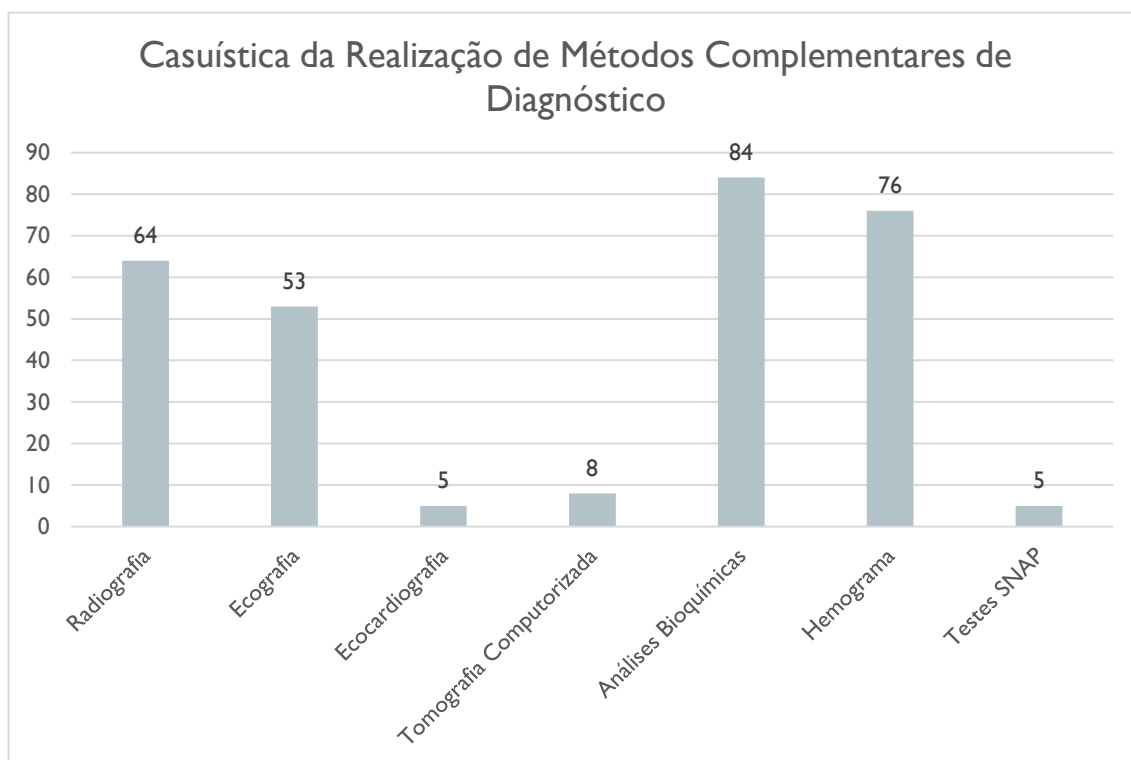
**Quadro 5: Casuística de Pacientes Quanto à Espécie**



**Quadro 6: Casuística de Atividades Realizadas no Internamento**



**Quadro 7: Casuística da Realização de Métodos Complementares de Diagnóstico**



Para além das atividades já mencionadas, a aluna realizou/auxiliou aproximadamente 31 mudanças de pensos, 2 banhos higiénicos e 1 terapêutico, 198 cateterizações, 153 recolhas de sangue, 29 preparações de garrafas de soro para fluidoterapia, 12 suplementações de soro, 15 fluidoterapias SC, 6 cortes de unhas, 12 remoções de pontos, 35 limpezas de feridas, 132 medições de parâmetros vitais como frequência respiratória, frequência cardíaca, pressão arterial e glucose, 36 entubações, 3 auxílios em cirurgia, 12 cuidados prestados a neonatos, 2 algaliações, 10 preparações de medicação para casa, 143 reposições de stock, 123 limpezas e higienizações do espaço e equipamento, 20 limpezas e esterilizações do material cirúrgico.

### 3.4 Casos Clínicos

#### 3.4.1 Hérnia do Disco Intervertebral

O primeiro caso clínico, uma cadela de raça Beagle de 11 anos e 17kg admitida no hospital no dia 11 de maio de 2023, é uma referência que foi indicada para a realização de exames tomográficos devido a apresentar sinais clínicos de ataxia dos membros posteriores, uma marcha de base larga, défices proprioceptivos ligeiros e incontinência fecal, juntamente com a verificação radiográfica de alterações no espaço intervertebral L7-S1.

Para dar início aos exames tomográficos, foram preparados os materiais para cateterização, uma garrafa de soro NaCl 0,9% para posterior acoplação ao cateter e a dose de contraste iodado que será administrada. Após a colocação do cateter na veia cefálica, são recolhidas amostras de sangue para a realização de hemograma e análises

bioquímicas, nomeadamente creatinina e ALT, para que se possa avaliar se a paciente está apta para ser anestesiada e se é seguro administrar contraste iodado devido à excreção renal do mesmo. Em seguida, depois dos resultados das análises voltarem normais, a paciente é anestesiada com metadona 0,2mg/kg e medetomidina 0.015mg/kg por via IM, entubada com um tubo endotraqueal de latex, o qual não provoca artefactos, e posicionada na mesa do tomógrafo de acordo com a área que se pretende avaliar. Neste caso pretende-se avaliar a coluna vertebral e, portanto, a paciente é colocada num decúbito dorsal, suportado em ambos os lados com toalhas e segura com uma banda de velcro para impedir que o posicionamento se altere durante o exame devido ao movimento da mesa (Figura 29). Durante o exame, é realizada manutenção anestésica com isoflurano, sendo adicionalmente necessário impedir o movimento do tubo anestésico ao colocar uma garrafa de soro por cima.



**Figura 29 -** Paciente em decúbito dorsal suportada por toalhas e segura por uma banda de velcro.

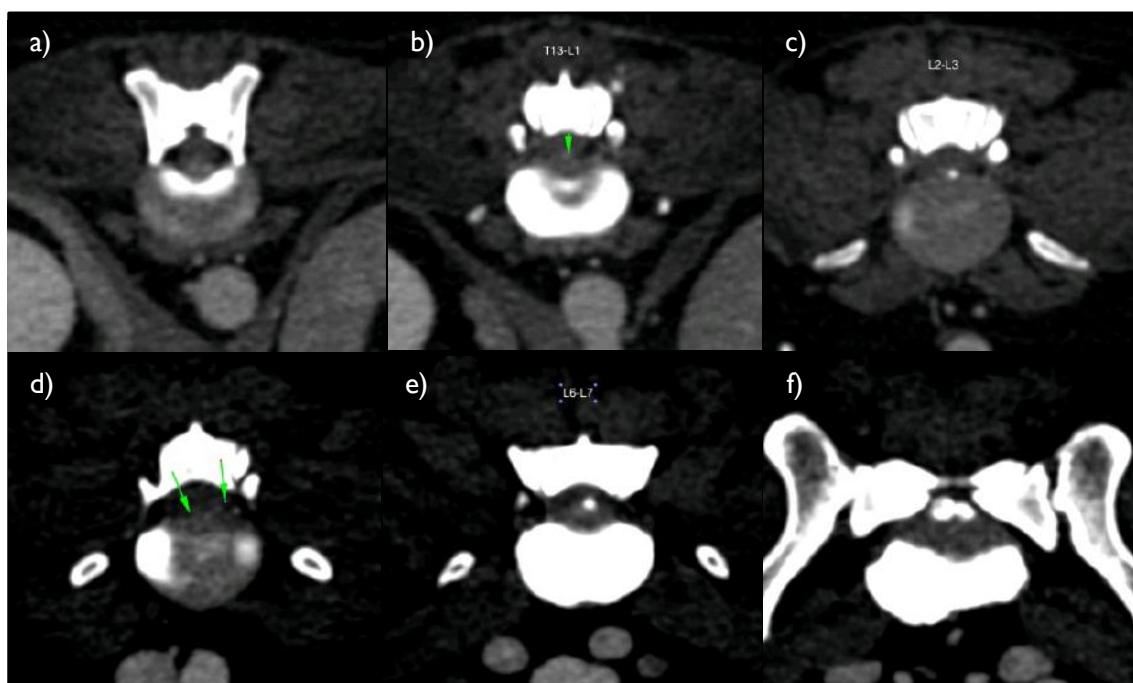
Após alinhar a paciente com o auxílio dos guias de laser do tomógrafo, inicia-se o primeiro exame sem a administração de contraste iodado. O contraste iodado monómero não-iónico, Iomeron® 350, é apenas administrado no segundo exame numa dose de 34ml, o dobro do peso do animal, a qual é preparada antes de iniciar o primeiro exame para que o contraste possa ser aquecido enquanto este é realizado. O contraste é aquecido ao colocar as seringas que contêm a dose do mesmo no interior de um contentor com água quente, tendo atenção para protegê-las ao colocá-las num saco para impedir que o contraste entre em contacto com a água (Figura 30). Para dar início ao segundo exame, o contraste iodado é administrado lentamente através do sistema de soro, sendo realizado um bólus de soro para que o contraste retido no sistema de soro entre na circulação sanguínea e para que alcance o local de estudo mais rapidamente devido ao aumento do fluxo sanguíneo. Terminados os exames tomográficos, o paciente é colocado no interior de uma jaula e é realizado o recobro anestésico.



**Figura 30 -** Aquecimento do contraste através de água quente.

A partir das imagens tomográficas obtidas foi possível verificar a presença de oito herniações discais dos DIV entre T12-T13, T13-L1, L1-L2, L2-L3, L4-L5, L6-L7 e L7-S1, causando uma ligeira a severa compressão da medula espinhal ao longo do canal vertebral. Para além das herniações, é possível observar uma ligeira espondilose deformante ventral na junção lombo-sacral.

Nas seguintes figuras é possível observar uma hérnia do DIV T12-T13 na linha média que ocupa 20% do diâmetro do canal vertebral e causa compressão ligeira à medula espinhal (Figura 31a), uma hérnia do DIV T13-L1 na linha média que ocupa 25-30% do diâmetro do canal vertebral e causa compressão ligeira à medula espinhal (Figura 31b), uma hérnia do DIV L2-L3 na linha média que ocupa 30% do diâmetro do canal vertebral e causa compressão moderada à medula espinhal (Figura 31c), uma hérnia do DIV L4-L5 na linha média/esquerda que ocupa 35-40% do diâmetro do canal vertebral e causa compressão moderada à medula espinhal (Figura 31d), uma hérnia do DIV L6-L7 que ocupa 60% do diâmetro do canal vertebral e causa compressão moderada ao cone medular (segmento final da medula espinhal) (Figura 31e), e uma hérnia do DIV L7-S1 que ocupa 80-90% do diâmetro do canal vertebral e causa compressão severa à cauda equina, juntamente com uma ligeira espondilose ventral na junção lombo-sacral (Figura 31f). As restantes hérnias dos DIV L1-L2 e L5-L6 de linha média, ocupam respetivamente, 25-30% do diâmetro do canal vertebral e causa compressão ligeira à medula espinhal, e 30-35% do diâmetro do canal vertebral e causa compressão moderada à medula espinhal.



**Figura 31 – Imagens tomográficas de herniação do DIV a) T12-T13, b) T13-L1, c) L2-L3, d) L4-L5, e) L6-L7, f) L7-S1.**

É possível inferir que estas herniações se tratem de extrusões dos discos intervertebrais devido à sua visualização em exames tomográficos sem o uso de mielografia, à aparência das herniações, à perda de gordura epidural e devido à paciente ser uma raça condrodistrófica, sendo, à vista disto, possível que a paciente apresente a Doença de Hansen tipo I.

### 3.4.2 Doença Metastática

O segundo caso clínico, um cão de raça Rottweiler de 8 anos e 48kg admitido no hospital no dia 2 de maio de 2023, é uma referência que foi indicada para a realização de exames tomográficos devido a apresentar paresia aguda dos membros posteriores.

A preparação, o posicionamento do paciente (Figura 32) e os exames mantêm-se idênticos ao caso anterior, uma vez que o objetivo inicial era o estudo da coluna vertebral, porém, neste caso, a anestesia foi realizada com metadona 0,2mg/kg e medetomidina 0,025mg/kg IM, e a dose de contraste utilizada foi de 96ml.

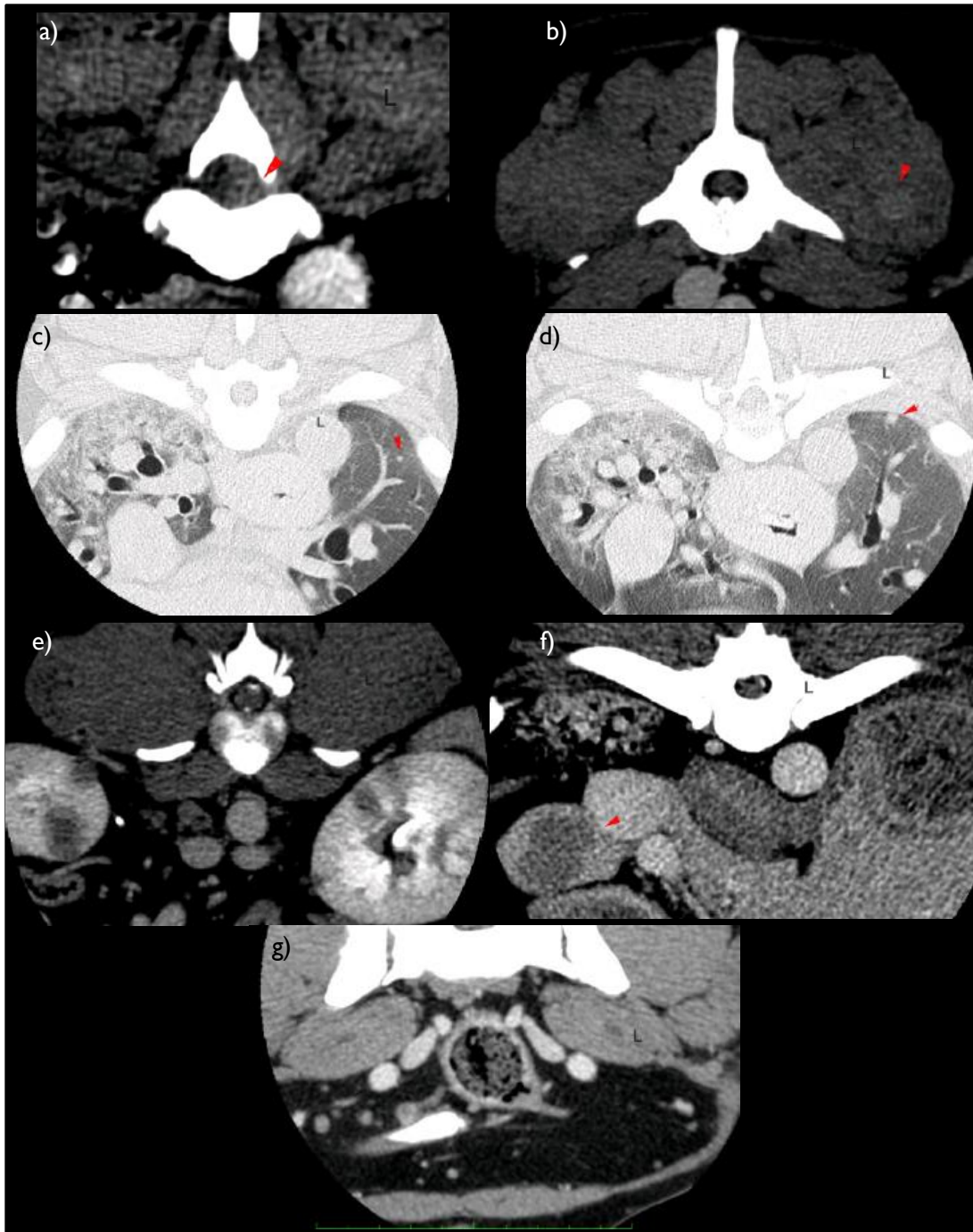


**Figura 32 - Paciente em decúbito dorsal suportado por toalhas e seguro por uma banda de velcro.**

Após obter as imagens, para além da identificação de tecido mole no interior do canal vertebral no espaço T9-T10 (Figura 33a) que causa compressão da medula espinhal no lado esquerdo e corresponde à neuropatia observada, um espessamento da raiz nervosa direita de L7 e espondilose ventral em T5-T6, foram identificados múltiplos nódulos, dos quais:

- Nódulos musculares atenuantes (Figura 33b);
- Pequenos nódulos pulmonares hiperatenuantes (Figura 33c e d);
- Nódulos hipoatenuantes multifocais com realce ligeiramente heterogéneo nos rins, fígado e baço (Figura 33e e f);
- Nódulos multifocais atenuantes no espaço retroperitoneal e na cavidade peritoneal (Figura 33g);
- Nódulos subcutâneos atenuantes.

É devido à presença destes múltiplos nódulos encontrados em diferentes órgãos, que se considera que o diagnóstico diferencial mais provável é a Doença Metastática.



**Figura 33 -** Imagens tomográficas de a) tecido mole no interior do canal vertebral no espaço T9-T10 que causa compressão da medula espinhal no lado esquerdo, b) nódulo muscular Paravertebral, c; d) nódulos pulmonares, e) nódulos renais bilaterais, f) nódulo hepático e g) nódulos peritoneais.

# 4. Análise Crítica e Propostas de Melhoria

## 4.1. Análise crítica

Em geral, o estágio permitiu colocar em prática os conhecimentos adquiridos durante o percurso académico, do mesmo modo que permitiu adquirir novos conhecimentos ao longo da experiência que é o estágio.

Foi principalmente possível realizar atividades relacionadas com o internamento e com os meios complementares de diagnóstico, sendo benéfico para a compreensão da rotina de um enfermeiro veterinário num ambiente hospitalar e dos métodos utilizados para efetuar o papel do mesmo o mais eficazmente possível. Para além da rotina hospitalar durante um horário diurno, foi também possível experienciar a rotina hospitalar durante um horário noturno, tendo sido necessário não só, a adaptação à rotina hospitalar diurna, mas também, à rotina hospitalar noturna, sendo uma mais-valia para a compreensão total sobre o funcionamento e o papel do EV num ambiente hospitalar.

A equipa do hospital auxiliou na ambientação ao local e ao funcionamento hospitalar ao promover um ambiente acolhedor e motivador, estando sempre disponíveis para esclarecer dúvidas e instruir na realização de atividades novas, como por exemplo no auxílio da realização de endoscopias, na reanimação neonatal após cesariana e na prestação de cuidados neonatais, na utilização do equipamento laboratorial IDEXX, nos procedimentos da TC, entre outros.

O tema da tomografia computadorizada foi escolhido para a realização deste trabalho uma vez que, para além de apresentar um interesse prévio sobre este meio complementar de diagnóstico, o facto do Hospital Veterinário de Portimão possuir um dos únicos sistemas tomográficos no Algarve serviu como uma oportunidade para realizar um trabalho no qual já apresentava interesse prévio, tornando-se cada vez mais interessante ao longo da realização deste trabalho ao ler sobre a origem e evolução dos sistemas, e sobre a revolução que iniciou no diagnóstico imagiológico.

Apesar de continuar a ser um método complementar de diagnóstico dispendioso, a TC na medicina veterinária permite adquirir imagens de cortes transversais, dorsais ou sagitais, sem que haja a sobreposição dos tecidos, e imagens 3D, que permitem uma diferenciação superior dos tecidos moles e avaliar a relação espacial dos órgãos com as estruturas envolventes de um modo coerente (Keane et al., 2017; Labruyère & Schwarz, 2013; Greco et al., 2023). Devido aos avanços dos sistemas tomográficos que permitiram reduzir o tempo de aquisição e a exposição aos raios-x, a TC é utilizada hoje em dia para a avaliação de áreas lesionadas que não são possíveis de avaliar com outros métodos complementares de diagnóstico e para obter informação adicional para a formulação de um diagnóstico concreto ou para o planeamento minucioso de cirurgias ou tratamentos

(Dennis, 2003; Buzug, 2011). Os casos clínicos apresentados neste trabalho podem ser utilizados como exemplos onde foi possível a visualização de lesão que não foram visíveis noutros exames imagiológicos como as hérnias presentes nos diversos espaços intervertebrais, para além da hérnia presente no espaço intervertebral L7-S1, a qual foi inicialmente identificada num exame radiográfico, no primeiro caso, e as diversas metástases do segundo caso que foram identificadas num exame tomográfico com o objetivo de avaliar a coluna vertebral e não para a avaliação da presença de metástases. Os riscos ligados aos exames tomográficos estão maioritariamente ligados ao processo anestésico e a reações adversas que o paciente possa manifestar após a administração de contraste iodado. Por este motivo, é necessário ter um bom conhecimento da história pregressa do paciente e realizar um exame físico completo e análises pré-anestésicas para avaliar se o paciente está apto a ser anestesiado para a realização do exame num ambiente controlado e para que, caso algum imprevisto ocorra, seja possível agir de modo adequado e eficaz. Para além dos cuidados anestésicos, a utilização de um contraste iodado de menor osmolalidade, como um contraste iodado não-iónico, previamente aquecido, diminui a probabilidade de ocorrência de reações adversas causadas pelo contraste, tornando a TC um exame imagiológico seguro e benéfico quando são tomados os cuidados necessários (Juchem et al., 2004).

Os objetivos propostos para o estágio foram, na sua maioria, cumpridos, no entanto, a realização da pesquisa bibliográfica para a execução do trabalho foi iniciada apenas após a realização do estágio ao contrário de a realizar durante o mesmo, especialmente durante o último mês como foi proposto. Para além disto, os casos encontrados durante o estágio foram maioritariamente referências de outras clínicas e hospitais que não possuem um sistema tomográfico e, portanto, não foi possível acompanhar os casos para além da realização dos exames tomográficos, sendo impossível abordar o tratamento aplicado nos casos apresentados.

De acordo com Brisson (2010), os cães de raça Beagle têm uma probabilidade de desenvolver hérnias do DIV 6,4 vezes superior a outras raças e são classificados como raças condrodistróficas, as quais são predispostas ao desenvolvimento de Doença de Hansen tipo I. Para além disto, Brisson (2010) aponta que a hérnia do DIV é rara antes de atingir 2 anos de idade e, em raças condrodistróficas, atinge o seu pico aos 3 e 7 anos de idade. No caso de EDIV, a aparência do material herniado em imagens tomográficas pode variar entre uma aparência dispersa ou não dispersa e apresentar diversos padrões, como irregular a circular, sendo também visível a perda de gordura epidural, o deslocamento da medula espinhal e, sobretudo, o material herniado calcificado como massas heterogéneas ou relativamente homogéneas (Brisson, 2010; Da Costa et al., 2020; Greco et al., 2023). Devido ao facto de as hérnias presentes no primeiro caso serem identificáveis sem o uso de mielografia por TC, à aparência variável entre cada hérnia, à presença de massas heterogéneas de material calcificado, à perda de gordura epidural e devido ao facto de a paciente ser uma raça condrodistrófica, é possível inferir que estas hérnias se tratam de extrusões dos discos intervertebrais e, por conseguinte, é possível que a paciente apresente a Doença de Hansen tipo I.

A TC é essencial para o diagnóstico, o planeamento cirúrgico ou terapêutico, e para o acompanhamento do tratamento, uma vez que, a TC apresenta uma sensibilidade superior à da radiografia na deteção de tumores pulmonares primários ou metastáticos, permite avaliar as relações espaciais do tumor com as estruturas anatómicas envolventes com precisão superior à ecografia e é utilizada no planeamento da radioterapia no lugar da RM devido à inexistência de distorção de imagem e à disponibilidade dos valores de densidade física dos tecidos, necessários para o planeamento do tratamento (Pecorino, 2016; Forrest & Kraft, 2013). De facto, no segundo caso clínico, foram encontradas alterações que correspondiam à neuropatia observada, nomeadamente a identificação de tecido mole no interior do canal vertebral no espaço T9-T10, porém, foram adicionalmente identificados múltiplos nódulos em diferentes locais anatómicos. Devido à realização de um exame tomográfico, com o objetivo original de avaliar a coluna vertebral, foi possível identificar nódulos anteriormente desconhecidos, levando a considerar que o diagnóstico diferencial mais provável é a Doença Metastática, caracterizada pela migração de células tumorais do tumor primário e colonização com sucesso outros locais no corpo (Pecorino, 2016; Ha et al., 2013).

## 4.2. Propostas de melhoria

Durante o decorrer do estágio a aluna adquiriu novas capacidades e desenvolveu outras pré-existentes, mas a aluna sente que deve recordar e aprofundar o seu conhecimento farmacológico de modo a saber os efeitos secundários, doses e vias de administração, recordar os conhecimentos sobre as patologias e parasitas frequentemente encontrados de modo a reconhecer sinais clínicos e conhecer os cuidados necessários a ter, recordar os procedimentos realizados em caso de urgência de modo a ficar mais confortável em casos de urgência, e melhorar a comunicação com o cliente e atendimento ao público. Para além disto, a aluna sente também que necessita de adquirir mais prática na execução de procedimentos gerais como a colocação de cateteres e recolha de amostras de sangue.

Durante o estágio foram observadas pela aluna oportunidades de melhoria no local de estágio, como na organização do espaço, nomeadamente do equipamento frequentemente utilizado no internamento, na ração frequentemente utilizada para a alimentação dos internados, e das posses pessoais dos internados como medicação, trelas e transportadoras. Esta organização foi melhorada ao longo do estágio com a adição de novos locais de armazenamento do equipamento do internamento estando este mais facilmente acessível juntamente com ração utilizada na alimentação dos internados onde, em vez de permanecer apenas no segundo andar, agora é mantido um certo número de latas de ração no primeiro andar e, por fim, as posses dos pacientes são mais cuidadosamente identificadas e armazenadas, sendo a medicação própria armazenada em caixas identificadas para fácil acesso. Adicionalmente, a aquisição de um carrinho de urgências seria uma mais-valia para as instalações, uma vez que, mesmo o material necessário em casos de urgência estar próximo, a adição de um carrinho de urgências tornaria o seu acesso ainda mais acessível e todo o processo de cuidados de

urgência ainda mais eficaz. No entanto, esta adição já foi realizada após o término do estágio, sendo que a aluna não tem a apontar melhorias adicionais.

# 5. Considerações Finais e Perspetivas Futuras

## 5.1. Considerações Finais

O estágio permitiu colocar em prática os conhecimentos adquiridos durante o curso, desenvolvendo estes e adquirindo confiança na execução de certas atividades, como também permitiu a aquisição de novos conhecimentos, enriquecendo o perfil profissional da aluna. Contudo, a aluna reconhece que necessita ainda de melhorar o seu conhecimento teórico, continuar a praticar as diversas atividades, e melhorar a sua comunicação com o cliente.

Como dito anteriormente, nem todos os objetivos foram cumpridos dentro do prazo devido a uma pobre gerência do tempo livre, sendo algo que a aluna admite que deveria ter prestado mais atenção.

A tomografia computadorizada é uma mais-valia na medicina veterinária como meio complementar de diagnóstico, permitindo diagnosticar patologias que passariam despercebidas noutros exames imagiológicos, e como uma ferramenta para o planeamento de cirurgias e de tratamentos como a radioterapia, permitindo ter conhecimento anatómico preciso necessário para um planeamento minucioso.

## 5.2. Perspetivas Futuras

A aluna acredita que mais hospitais veterinários deveriam investir num sistema tomográfico se possível, especialmente se não existirem outros locais próximos para os quais possam referenciar os casos, uma vez que permite, como referido anteriormente, o diagnóstico de patologias que não são detetáveis noutros exames imagiológicos e um planeamento cirúrgico ou terapêutico mais minucioso caso este seja necessário.

Como perspetivas futuras pessoais, a aluna pretende começar a exercer a profissão, continuando a estudar as áreas nas quais sente necessidade e praticando os procedimentos de enfermagem para que possa aperfeiçoar a sua técnica e exercer a sua profissão o mais eficazmente possível.

## 6. Bibliografia

- Adamson, B. O., & Waibel, S. F. (2018). Veterinary Oncology. Em J. Bassert, A. Beal, & O. Samples, *MCCURNIN'S CLINICAL TEXTBOOK FOR VETERINARY TECHNICIANS* (9º ed., pp. 724-746). ELSEVIER. Obtido em 28 de julho de 2023
- Affonso, A. K., Anna, B. S., Freitas, Y. M., & Almada, C. G. (2018). A IMPORTÂNCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NA MEDICINA VETERINÁRIA EM PACIENTES COM SUSPEITA DE NEOPLASIAS. Obtido em 17 de julho de 2023, de <https://jornaltribuna.com.br/wp-content/uploads/2022/05/TCC-RADIOLOGIA-2018.pdf>
- Barrett, J. F., & Keat, N. (1 de novembro de 2004). Artifacts in CT: Recognition and Avoidance. *RadioGraphics*, 24(6), 1679-1691. doi:10.1148/rg.246045065
- Brisson, B. A. (2010). Intervertebral Disc Disease in Dogs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 40(5), 829-858. doi:10.1016/j.cvsm.2010.06.001
- Buzug, T. M. (2011). Computed Tomography. Em R. Kramme, K. P. Hoffmann, & R. S. Pozos (Edits.), *Springer Handbook of Medical Technology* (pp. 311-342). Springer. doi:10.1007/978-3-540-74658-4\_16
- Calzado, A., & Geleijns, J. (2010). Tomografía computarizada. Evolución, principios técnicos y aplicaciones. *Revista de Física Médica*, 11(3), 163-180. Obtido em 23 de junho de 2023, de <https://revistadefisicamedica.es/index.php/rfm/article/view/115>
- Carvalho, A. C. (20 de setembro de 2007). História da tomografia computadorizada. *História da Radiologia*, pp. 61-66. Obtido em 9 de junho de 2023, de <http://imaginologia.com.br/dow/upload%20historia/Historia-da-Tomografia-Computadorizada.pdf>
- Da Costa, R. C., Decker, S. D., Lewis, M. J., Volk, H., & (CANSORT-SCI), C. S. (22 de outubro de 2020). Diagnostic Imaging in Intervertebral Disc Disease. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. doi:10.3389/fvets.2020.588338
- D'Anjou, M. A. (2018). Principles of Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging. Em D. E. Thrall, & D. E. Thrall (Ed.), *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology* (7º ed., pp. 71-95). Elsevier. doi:10.1016/C2016-0-00436-9
- Dennis, R. (1 de maio de 2003). Advanced imaging: indications for CT and MRI in veterinary patients. *In Practice*, 25(5), 243-254. doi:10.1136/inpract.25.5.243
- Ducan, J. (2009). Preoperative Assessment and Preparation of the Patient. Em L. Welsh, *Anaesthesia for Veterinary Nurses* (2ª ed., pp. 39-60). Wiley-Blackwell. Obtido em 4 de agosto de 2023

- Erol, K., & Yigitaslan, S. (2021). Chemistry, Physicochemical Properties and Pharmacokinetics of Iodinated Contrast Agents. Em S. M. Erturk, P. R. Ros, T. Ichikawa, & S. Saylisoy, *Medical Imaging Contrast Agents: A Clinical Manual* (pp. 5-15). Springer. doi:10.1007/978-3-030-79256-5\_2
- Fenn, J., Olby, N. J., & (CANSORT-SCI), C. S. (6 de outubro de 2020). Classification of Intervertebral Disc Disease. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. doi:10.3389/fvets.2020.579025
- Flohr, T. (9 de janeiro de 2013). CT Systems. *Current Radiology Reports*, 1(1), 52-63. doi:10.1007/s40134-012-0005-5
- Forrest, L. J., & Kraft, S. L. (2013). Imaging in Oncology. Em S. J. Withrow, D. M. Vail, & L. R. Page, *Withrow and MacEwen's Small Animal Clinical Oncology* (pp. 98-110). Elsevier. doi:10.1016/B978-1-4377-2362-5.00006-2
- Greco, A., Meomartino, L., Gnudi, G., Brunetti, A., & Giancamillo, M. D. (2023). Imageing techniques in veterinary medicine. Part II: Computed tomography, magnetic resonance imaging, nuclear medicine. *European Journal of Radiology Open*, 10. doi:10.1016/j.ejro.2022.100467
- Ha, N. H., Faraji, F., & Hunter, K. W. (2013). Mechanisms of Metastasis. Em Y. H. Bae, R. J. Mrsny, & K. Park, *Cancer Targeted Drug Delivery: An Elusive Dream* (pp. 435-458). Springer. doi:10.1007/978-1-4614-7876-8\_17
- Hermanek, P., Rathore, J. S., Aloisi, V., & Carmignato, S. (2018). Principles of X-ray Computed Tomography. Em S. Carmignato, W. Dewulf, & R. Leach, *Industrial X-Ray Computed Tomography* (pp. 25-67). Springer. doi:10.1007/978-3-319-59573-3\_2
- Hounsfield, G. N. (3 de outubro de 1980). Computed Medical Imaging. *Science*, 210(4465), 22-28. doi:10.1126/science.6997993
- Hsieh, J., & Flohr, T. (11 de agosto de 2021). Computed tomography recent history and future perspectives. *Journal of Medical Imaging*, 8(5). doi:10.1117/1.JMI.8.5.052109
- Juchem, B. C., Dall'Agnol, C. M., & Magalhães, A. M. (2004). Contraste iodado em tomografia computadorizada: prevenção de reações adversas. *Revista Brasileira De Enfermagem*, 57(1), 57-61. doi:10.1590/S0034-71672004000100012
- Keane, M., Paul, E., Sturrock, C. J., Rauch, C., & Rutland, C. S. (2017). Computed Tomography in Veterinary Medicine: Currently Published and Tomorrow's Vision. Em A. M. Halefoglou, *Computed Tomography - Advanced Applications* (pp. 271-289). InTech. doi:10.5772/intechopen.68556
- La Rivière, P. J., & Crawford, C. R. (6 de outubro de 2021). From EMI to AI: a brief history of commercial CT reconstruction algorithms. *Journal of Medical Imaging*, 8(5). doi:10.1117/1.JMI.8.5.052111

- Labruyère, J., & Schwarz, T. (15 de novembro de 2013). CT and MRI in veterinary patients: an update on recent advances. *In Practice*, 35(10), 546-563. doi:10.1136/inp.f6720
- Mai, W. (2018). Magnetic Resonance Imaging and Computed Tomography Features of Canine and Feline Spinal Cord Disease. Em D. E. Thrall, & D. E. Thrall (Ed.), *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology* (7° ed., pp. 271-304). Elsevier. doi:10.1016/C2016-0-00436-9
- Massagué, J., Batlle, E., & Gomis, R. R. (9 de janeiro de 2017). Understanding the molecular mechanisms driving metastasis. *Molecular Oncology*, 11(1), 3-4. doi:10.1002/1878-0261.12024
- McNitt-Gray, M. (2021). Computed Tomography. Em J. T. Bushberg, J. A. Seibert, J. E. Leidholdt, & J. M. Boone, *The Essential Physics of Medical Imaging* (4ª ed.). Wolters Kluwer. Obtido em 20 de junho de 2023
- Mutscheller, A. (outubro de 1930). QUANTUM ENERGY OF X-RAYS: A NEW METHOD OF MEASURING IT. *Radiology*, 15(4), 460-470. doi:10.1148/15.4.460
- Okal, A., Reaz, S., & Lim, C. S. (2013). Cancer Biology: Some Causes for a Variety of Different Diseases. Em Y. H. Bae, R. J. Mrsny, & K. Park, *Cancer Targeted Drug Delivery: An Elusive Dream* (pp. 121-159). Springer. doi:10.1007/978-1-4614-7876-8\_5
- Owen, M. (2018). Radiographic, Computed Tomography, and Magnetic Resonance Contrast Media. Em D. E. Thrall, & D. E. Thrall (Ed.), *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology* (7° ed., pp. 96-109). Elsevier. doi:10.1016/C2016-0-00436-9
- Pecorino, L. (2016). *Molecular Biology of Cancer: Mechanisms, Targets and Therapeutics* (4ª ed.). Oxford. Obtido em 12 de agosto de 2023
- Pelc, N. J. (2020). Fan-Beam CT Systems. Em E. Samei, & N. J. Pelc, *Computed Tomography: Approaches, Applications and Operacions* (pp. 3-10). Springer. doi:10.1007/978-3-030-26957-9
- Pollard, R., & Puchalski, S. (2011). CT Contrast Media and Applications. Em T. Schwarz, & J. Saunders, *Veterinary Computed Tomography* (pp. 57-65). Wiley-Blackwell. doi:10.1002/9781118785676.ch5
- Schulz, R. A., Stein, J. A., & Pelc, N. J. (29 de outubro de 2021). How CT happened: the early development of medical computed tomography. *Journal of Medical Imaging*, 8(5). doi:10.1117/1.JMI.8.5.052110
- Schwarz, T. (2011). Artifacts in CT. Em T. Schwarz, & J. Saunders, *Veterinary Computed Tomography* (pp. 35-55). Wiley-Blackwell. doi:10.1002/9781118785676.ch4

- Schwarz, T., & O'Brien, R. (2011). CT Acquisition Principles. Em T. Schwarz, & J. Saunders, *Veterinary Computed Tomography* (pp. 9-27). Wiley-Blackwell. doi:10.1002/9781118785676.ch2
- Thomas, J. A., & Lerche, P. (2017). Patient Preparation. Em J. A. Thomas, & P. Lerche, *Anesthesia and Analgesia for Veterinary Technicians* (5<sup>a</sup> ed., pp. 7-51). Elsevier. Obtido em 4 de agosto de 2023
- Thomsen, H. S., Bellin, M., Jakobsen, J. Å., & Webb, J. A. (2014). Contrast Media Classification and Terminology. Em H. Thomsen, & J. A. Webb, *Contrast Media: Safety issues and ESUR Guidelines* (3<sup>a</sup> ed., pp. 3-11). Springer. doi:10.1007/174\_2013\_864
- Widmer, W. R., & Thrall, D. E. (2018). Canine and Feline Vertebrae. Em D. E. Thrall, & D. E. Thrall (Ed.), *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology* (7<sup>o</sup> ed., pp. 249-270). Elsevier. doi:10.1016/C2016-0-00436-9
- Withers, P. J., Bouman, C., Carmignato, S., Cnudde, V., Grimaldi, D., Hagen, C. K., . . . Stock, S. R. (25 de fevereiro de 2021). X-ray computed tomography. *Nature Reviews Methods Primer*, 1(18). doi:10.1038/s43586-021-00015-4
- Xiao, Y., Wang, X., Zhang, H., Ulintz, P. J., Li, H., & Guan, Y. (8 de setembro de 2020). FastClone is a probabilistic tool for deconvoluting tumor heterogeneity in bulk-sequencing samples. *Nature Communications*, 11, 1-11. Obtido em 13 de agosto de 2023, de 10.1038/s41467-020-18169-2