

UNILEÃO
CENTRO UNIVERSITÁRIO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

KEVIN DOS SANTOS MAGALHÃES
MANOEL OLIVEIRA DE SOUSA

**UTILIZAÇÃO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA PARA
PLANEJAMENTO CIRÚRGICO VIA IMPRESSÃO 3D**

JUAZEIRO DO NORTE-CE

2022

KEVIN DOS SANTOS MAGALHÃES
MANOEL OLIVEIRA DE SOUSA

UTILIZAÇÃO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA PARA PLANEJAMENTO
CIRÚRGICO VIA IMPRESSÃO 3D

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à
Coordenação da Graduação em Medicina
Veterinária do Centro Universitário Doutor Leão
Sampaio, em cumprimento as exigências para
obtenção do grau Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientadora: Profa. Esp. Araceli Alves Dutra
Coorientador: Dr. Renato Otaviano do Rego

JUAZEIRO DO NORTE-CE
2022

KEVIN DOS SANTOS MAGALHÃES E MANOEL OLIVEIRA DE SOUSA

UTILIZAÇÃO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA PARA PLANEJAMENTO
CIRÚRGICO VIA IMPRESSÃO 3D

Este exemplar corresponde à redação final aprovada do Trabalho de Conclusão de Curso, apresentada a Coordenação da Graduação em Medicina Veterinária do Centro Universitário Doutor Leão Sampaio, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de Bacharel em Medicina Veterinária.

Data da aprovação: 05/12/2022

BANCA EXAMINADORA

Orientador(a): PROF (A). ARACELI ALVES DUTRA

Co-orientador: PROF (A). DR. RENATO OTAVIANO DO REGO / UFCG

Membro: ESP. IARA MACEDO DE MELO GOMES

UTILIZAÇÃO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA PARA PLANEJAMENTO CIRÚRGICO VIA IMPRESSÃO 3D: revisão de literatura

Kevin dos Santos Magalhães¹, Manoel Oliveira de Sousa¹, Araceli Alves Dutra², Renato Otaviano do Rego³

Aluno (a)¹
Orientador (a)²
Coorientador (a)³

RESUMO

No âmbito da Medicina Veterinária, os métodos de diagnóstico por imagem para planejamento cirúrgico vêm avançando atualmente, principalmente com técnicas de imagem avançada como a Tomografia Computadorizada (TC) e a Ressonância Magnética (RM), sendo a primeira a mais acessível. Pode-se agregar a este método a utilização de impressões 3D, que são produzidas a partir de arquivos de imagens provenientes de TC, e que posteriormente são convertidos em formatos utilizáveis nos softwares relacionados a impressão. Aliadas, essas ferramentas podem proporcionar grandes avanços no planejamento pré-cirúrgico de várias enfermidades, trazendo vantagens tanto no transcirúrgico, auxiliando o cirurgião nas melhores tomadas de decisão, como também no pós-cirúrgico trazendo um melhor prognóstico ao paciente. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo realizar uma pesquisa de revisão de literatura em bases de dados, buscando elucidar mais sobre a utilização da Tomografia Computadorizada, acrescida da tecnologia de impressão 3D, para planejamentos cirúrgicos na Medicina Veterinária. Os estudos mais atuais já evidenciam diversas vantagens do uso desses aparatos na rotina veterinária. Apesar dos benefícios, recentemente surgem muitas discussões acerca do assunto, buscando diminuir as limitações sobre os custos e técnicas da impressão 3D.

Palavras-chave: Cirurgia veterinária. Imaginologia. Modelos anatômicos.

ABSTRACT

In the field of Veterinary Medicine, diagnostic imaging methods for surgical planning are currently advancing, mainly with advanced imaging techniques such as Computed Tomography (CT) and Magnetic Resonance Imaging (MRI), the first being the most accessible. One can add to this method the use of 3D impressions, which are produced from image files from CT, and which are later converted into usable formats in print-related software. Allied, these tools can provide great advances in the pre-surgical planning of several diseases, bringing advantages both in the surgical procedure, helping the surgeon in the best decision-making, as well as in the postoperative period, bringing a better prognosis to the patient. In this sense, the present study aims to carry out a literature review in databases, seeking to elucidate more about the use of Computed Tomography, plus 3D printing technology, for surgical planning in Veterinary Medicine. The most current studies already show several advantages of using these devices in the veterinary routine. Despite the benefits,

recently there have been many discussions on the subject, seeking to reduce the limitations on the costs and techniques of 3D printing.

Keywords: Anatomical models. Imaginology. Veterinary surgery

¹Discente do curso de Graduação em Medicina Veterinária. Centro Universitário Dr. Leão Sampaio. digkevas@gmail.com

¹Discente do curso de Graduação em Medicina Veterinária. Centro Universitário Dr. Leão Sampaio. Manueloliveirasousa@gmail.com

²Docente do curso de Graduação em Medicina Veterinária. Centro Universitário Dr. Leão Sampaio. Aracelialves@leaosampaio.edu.br

³Médico Veterinário da Universidade Federal de Campina Grande. renato_otaviano@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

A tomografia computadorizada (TC) consiste em um exame médico radiológico capaz de exibir imagens da anatomia interna do paciente. O funcionamento é integrado a partir de feixes de raio-X que são emitidos do tomógrafo de maneira transversal atingindo o paciente e concebendo posteriormente as imagens. Essencialmente, a tomografia busca gerar imagens de forma bi ou tridimensional de acordo com as diversificadas projeções realizadas de uma determinada região anatômica desejada. O processo de formação das imagens ocorre com o processamento delas pelo sistema de informação, sendo esse apto a suceder um tratamento das imagens para que possam ser exibidas subsequentemente em computação gráfica tridimensional (SILVA *et al.*, 2021).

O recurso diagnóstico da tomografia demonstra vantagens em relação a radiografia tradicional dado que a nitidez das estruturas anatômicas desejadas em cortes seriados possui maior qualidade, o que contribui diretamente para um diagnóstico acurado e por conseguinte o estabelecimento de uma terapia assertiva para o caso. Ademais, a tomografia dispõe de um ajuste mais preciso da quantidade de radiação que será emitida ao momento do exame, conferindo assim que o mínimo de radiação incida o paciente (SILVA *et al.*, 2021).

Na literatura, observa-se que a tomografia computadorizada é usada frequentemente para as regiões anatômicas de encéfalo e coluna espinhal. Contudo, outras regiões também podem ser contempladas de forma eficaz com este exame, como é o caso da caixa torácica, em virtude de mostrar mais detalhes dos campos pulmonares, mediastino, espaços pleurais e ainda possibilita a exploração de linfonodos axilares e mediastinais (HENNINGER, 2003).

Além de funcionar como método diagnóstico, a TC pode ser considerada uma valiosa ferramenta de planejamento terapêutico. Em casos de tratamento utilizando a radioterapia, é necessário que se determine a localização específica de neoplasias e de estruturas próximas com a finalidade de que a terapia seja mais eficiente. É possível ainda, em processos neoplásicos malignos que necessitem de exérese, que a TC seja utilizada no planejamento cirúrgico gerando por meio de softwares, uma representação em 3D do volume do tumor que será retirado do paciente (DE OLIVEIRA *et al.*, 2021).

As técnicas modernas de tomografia computadorizada têm sido experimentadas recentemente para proporcionar uma quantificação volumétrica de estruturas intracranianas. Esse processo funciona com a segmentação de várias estruturas em partes menores, usando como critério cor, textura, contraste e o nível cinza da imagem. Sendo assim, a análise mais detalhada das estruturas cerebrais torna-se possível em razão da melhor avaliação dos pixels e das intensidades apresentadas por eles (FAUSTINO *et al.*, 2021).

A tomografia computadorizada fornece imagens em arquivos digitais de qualidade, servindo de fonte para que impressoras 3D sejam utilizadas para gerar um produto físico destas imagens. A obtenção de representações criadas em impressoras 3D já é realidade em áreas específicas da medicina, tornando-se viável a constituição de peças para planejamento cirúrgico, próteses ortopédicas e de órgãos (BERTTI *et al.*, 2020).

Biomodelos criados a partir da impressão 3D demonstram grande utilidade para o treinamento de profissionais da área veterinária, visto que essa ferramenta ampara a possibilidade de análise sobre a melhor abordagem terapêutica para o paciente, reduzindo o tempo da cirurgia facilitando o planejamento da técnica cirúrgica simulando as estruturas que serão abordadas (LIMA *et al.*, 2019).

A finalidade central deste trabalho é evidenciar as diversas perspectivas possíveis sobre o planejamento cirúrgico utilizando modelos anatômicos oriundos de impressões em 3D, amparados com o exame da tomografia computadorizada, elucidando os benefícios e expectativas provenientes da associação dessas tecnologias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas pesquisas de revisão de literatura, por meio de busca nas bases de dados virtuais e artigos de fontes sistematizadas que contemplavam os temas: impressão 3D na medicina veterinária, uso da tomografia computadorizada na medicina veterinária, e uso cirúrgico da impressão 3D na medicina veterinária. Utilizou-se como fonte de pesquisa as plataformas *Scielo*, *PubMed* e *GoogleScholar*. Entre os arquivos pesquisados, foram selecionados os que englobavam o tema do trabalho, com cerca de 25 trabalhos envolvendo desde impressão 3D e tomografia computadorizada, como cirurgias veterinárias que tenham correlação com essas tecnologias.

3 REVISÃO DE LITERATURA

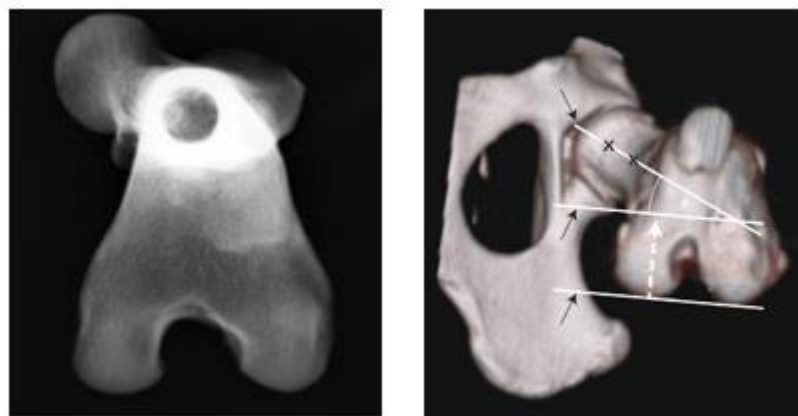
3.1 UTILIZAÇÃO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NA MEDICINA VETERINÁRIA

A tomografia computadorizada (TC) foi a primeira técnica tomográfica combinando cálculo computadorizado associado com imagens médicas e, assim, iniciando a era da imagem digital. Surgindo na década de 1970, mais especificamente em 1973 com Hounsfield, esse exame funciona baseado na densitometria de raios X e usa os mesmos princípios básicos da radiografia convencional. A TC é executada como um raio-X colimado de alto kilovolt

(kV) que penetra nos tecidos do paciente, então as frações do feixe original são absorvidas enquanto outras passam. A intensidade dos raios X por trás do objeto é medido para formar uma imagem de projeção. Isto é realizado com o uso de detectores de raios X, seja por ionização de câmaras cheias de gás xenônio ou detectores de cintilação na forma de cristais ou cerâmicas, utilizando geralmente iodeto de cézio ou oxissulfito de gadolínio, respectivamente (OHLERTH *et al.*, 2005).

A absorção de raios X dentro do paciente é diretamente proporcional ao coeficiente de atenuação linear dos tecidos por onde passa o feixe e a espessura do objeto. A absorção linear em feixes de alto kV é principalmente devido à densidade do tecido, ou, mais precisamente, densidade. Portanto, tecidos de alta densidade eletrônica, como osso, possuem uma absorção linear superior em comparação com aos tecidos que possuem menor densidade, como fluidos ou gordura. A atenuação dados obtidos das diferentes projeções são recalculados usando um processo matemático chamado de retroprojeção filtrada (OHLERTH *et al.*, 2005).

Por esta técnica é possível captar a densidade de diversos tecidos corporais em diferentes distâncias da ampola de raio-X. A tomografia computadorizada é hoje amplamente utilizada na medicina humana e vem evoluindo na medicina veterinária. As vantagens da TC sobre radiografia convencional incluem os seguintes fatores: representação da anatomia transversal detalhada sem distração de estruturas sobrepostas, diminuindo a complexidade da imagem, a variação formatos de escala de cinza e resolução de contraste aprimorada e reconstrução computadorizada de imagens multiplanares (RYCKE *et al.*, 2002).



Imagens 1.1 e 1.2: Radiografia e tomografia de articulação coxofemoral.

Fonte: Petazzoni e Jaeger, 2008.

A TC tem alta acurácia para o diagnóstico de doenças osteomusculares como em casos de processo coronóide fragmentado (FCP) e alterações associadas e pode ser útil quando os

resultados das pesquisas radiografias são negativas. O uso da TC oferece a vantagem de avaliar detalhadamente o processo coronóide medial e a parte medial do côndilo do úmero e sem sobreposição de estruturas ósseas. A partir de relatórios sobre a artroscopia achados na FCP, é óbvio que além da fragmentação do processo coronóide medial, existem outras patologias nessa área, incluindo condromalácia. A fragmentação do processo coronóide é fácil de reconhecer em imagens de tomografia computadorizada, mas a aparência da tomográfica computadorizada de outras condições ainda é desconhecido. A avaliação exata e objetiva de verificar a área do processo coronóide medial requer a estudo de estruturas grosseiramente normais para comparar com condições patológicas (RYCKE *et al.*, 2002).

O uso de TC para imagem torácica é menor do que para imagem do cérebro ou da coluna. O tórax pode ser facilmente examinado radiograficamente, mas as estruturas mediastinais são sobrepostas nas radiografias, principalmente a parte cranial do mediastino que não é identificável individualmente (HENNINGER, 2003).

Mais funcionalidades da tomografia atualmente envolvem a avaliação da Taxa de Filtração Glomerular (TFG) em pequenos animais. A taxa de filtração glomerular (TFG) é um importante indicador da função renal, monitorando a progressão da doença renal e a melhor maneira de determinar um diagnóstico precoce da função renal subclínica. Quando há necessidade de determinar com precisão a TFG, como ao planejar estratégias de quimioterapia com agentes nefrotóxicos ou estadar a doença renal crônica, pode ser necessário usar métodos diretos e precisos para medir a TFG (CHANG *et al.*, 2011).

Na prática, houve uma mudança geral de imagens puramente anatômicas para uma abordagem estrutural e funcional. Por exemplo, foram relatadas imagens de um órgão principal por meio de tomografia computadorizada dinâmica usando meios de contraste. Outros relatos indicaram que a TFG pode ser avaliada por meio de avanços na tecnologia de TC e aplicação de um modelo cinético específico. (CHANG *et al.*, 2011).

3.2 USO DA IMPRESSÃO 3D PARA PLANEJAMENTO CIRÚRGICO EM PEQUENOS ANIMAIS

Na última década, a técnica de planejamento 3D vem sendo direcionada para auxiliar nas cirurgias de trauma. O uso desta técnica, em osteotomias corretivas para tratamento de fraturas, fornece ao cirurgião ortopedista uma ferramenta poderosa. Todavia, esta técnica não funciona de forma muito simples (ROSSEELS *et al.*, 2018).

O planejamento é baseado nas imagens de TC do paciente, em que várias abordagens cirúrgicas são levadas em consideração. Assim, o planejamento 3D tem grande potencial de

e elevar a precisão do planejamento cirúrgico pré-operatório, além de, diminuir complicações, obter um melhor custo-benefício na operação, bem como uma melhora mais rápida do paciente. Para isso, peças em 3D específicas para o paciente são projetadas para controlar os cortes e a redução óssea de acordo com o planejamento cirúrgico, com o objetivo de melhorar a previsibilidade dos procedimentos de osteotomia (ROSSEELS *et al.*, 2018).

Exames de imagem avançados, incluindo tomografia computadorizada e ressonância magnética (RM), tornaram-se o padrão-ouro para a obtenção de imagens com alta resolução ou com forma tridimensional, visando a realização de impressões 3D para estabelecer um diagnóstico, planejar cirurgia ou para monitorar os resultados do tratamento. O software de desenho assistido por computador (CAD) permite a reconstrução 3D de estudos avançados de imagem, mais recentemente, as imagens transversais serviram de base para a criação de peças 3D, usando um processo anteriormente chamado de prototipagem rápida, também conhecido como manufatura aditiva ou impressão 3D (ATWAL *et al.*, 2021).

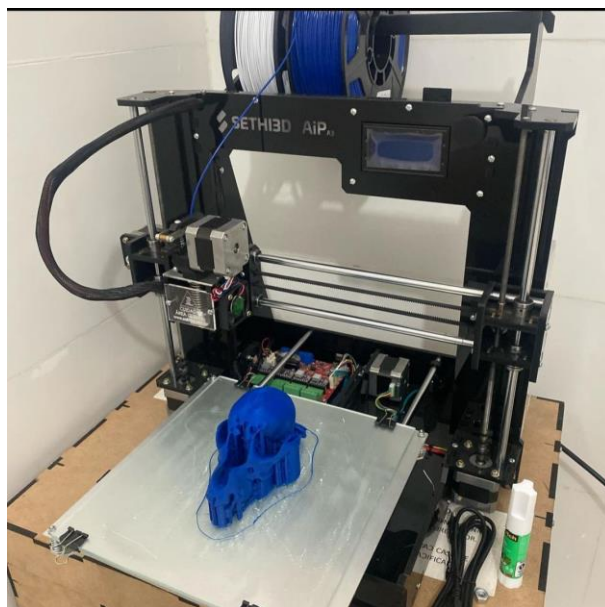


Imagem 2: Impressão de peça 3D em impressora tipo FDM.

Fonte: Arquivo pessoal do Co-orientador Dr. Renato Otaviano do Rego.

As modalidades de imagens médicas mais comuns para 3D impressão são a tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM). O formato padrão para esses arquivos de imagem é chamado de *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM). As imagens DICOM ainda não são enviadas rotineiramente enviadas diretamente para uma impressora 3D, então as imagens médicas geralmente são segmentadas e convertidas para um tipo de arquivo que é reconhecido por impressoras 3D. Tipos de arquivo

comuns em que as imagens são também convertidas incluem: *Standard Tessellation Language (STL)*, *Object File Wavefront 3D (OBJ)*, *Virtual Reality Modeling Language (VRML/WRL)*, *Module Advanced Format (AMF)*, *3D Manufacturing Format (3MF)* e X3D, um novo formato não muito bem definido, que se trata da evolução do padrão VRML (CHEPELEV *et al.*, 2018).

Na imagem médica fornecida, os dados devem ter resolução espacial suficiente para representar com precisão a anatomia a ser modelada. A resolução espacial de um método de imagem refere-se a menor distância entre dois objetos diferentes ou duas características diferentes do mesmo objeto. Técnicas de baixa resolução espacial não serão capazes de diferenciar duas estruturas adjacentes que estão próximas e que possuem similaridades nas propriedades do tecido. Quando se desejar produzir um molde 3D antes da realização do exame de imagem, a aquisição da imagem deve ser adaptada para que a anatomia no modelo 3D pretendido possa ser adequadamente visualizada. A resolução espacial ideal dependerá da região anatômica que será capturada durante o exame (CHEPELEV *et al.*, 2018).

A primeira aplicação da impressão 3D foi com o planejamento pré-cirúrgico em cirurgia de pequenos animais, quando uma impressão 3D foi criada para planejar a correção de um complexo de deformidades pélvicas envolvendo o membro de um cão. Alguns anos depois, a impressão 3D de um componente femoral de metal (impressão IJ) e um componente tibial de polietileno (impressão SLA) foram usados para personalizar implantes para substituição total do joelho em um cão com perda óssea condilar femoral (ATWAL *et al.*, 2021).

No planejamento cirúrgico tradicional, cirurgiões ortopédicos podem usar imagens 2D simples de raios-X e tomografia computadorizada para avaliar a anatomia óssea e qual patologia acomete o paciente. Os softwares de pós-processamento mais avançados são capazes de gerar imagens 3D. A terapia específica do paciente deve ser avaliada a partir do estudo de todas as imagens digitais (WONG, 2016).

Foram relatados recentemente, usos de implantes personalizados com impressão 3D em paciente submetidos a artroplastia de quadril, e que possuíam perda óssea acetabular grave. Dezesesseis pacientes foram submetidos a artroplastia de quadril usando implantes de titânio trabeculares personalizados impressos em 3D. Em 7 dos 16 casos, houve dificuldades para colocação do implante como planejado, o que evidencia que apesar do potencial que as próteses em 3D possuem, ainda possuem muitas limitações no uso quando comparados aos implantes tradicionais (WONG, 2016).

Dependendo do tipo de impressora, o design e tamanho da impressão 3D, a impressão pode variar de 30-60 min para impressões FDM75 e até 36 h para aquelas projetadas e impressas com SLA. O tempo de resposta é ainda dentro da janela para procedimentos eletivos ou em pacientes estáveis com fraturas traumáticas, mas muito longo para aqueles com condições emergentes. Logo as principais limitações do uso dessa ferramenta estão entre o investimento e tempo necessário para se obter os moldes 3D. Além disso, os custos não se restringem apenas a própria impressão, mas também ao treinamento de profissionais para o uso dessa ferramenta (ATWAL *et al.*, 2021).

3.3 ASSOCIAÇÃO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA E IMPRESSÃO 3D NO PLANEJAMENTO CIRÚRGICO

A TC fornece uma avaliação tridimensional das estruturas teciduais e tem sido estudada no contexto da modelagem e medição da geometria óssea (ANDRADE *et al.*, 2021). Muitas alterações congênitas ortopédicas relacionadas a desvio de angulação valgus e varus resultam muitas vezes em doença articular degenerativa, sendo necessário técnicas cirúrgicas ortopédicas que envolvem planejamento refinado e uso de exames complementares que garantam qualidade no planejamento (CARAWARDINE *et al.*, 2020).

A tomografia computadorizada cresce cada vez mais nos estudos e correções de desvios angulares. Apresenta vantagens como a facilidade tanto na obtenção de planos ortogonais perfeitos, como no cálculo de forma objetiva dos desvios torsionais. Ela permite ainda a impressão tridimensional dos segmentos ósseos em plástico para que possa haver um treinamento prévio ao procedimento cirúrgico (LEITE *et al.*, 2022)

Para a neuro-ortopedia veterinária o planejamento de cirurgias como: osteotomia corretivas, estabilização de coluna vertebral e fixação de implantes é imprescindível. A tomografia computadorizada gera uma imagem fidedigna dos graus de torção, desvio e fraturas, permitindo ao cirurgião encarar o desafio cirúrgico de maneira mais adequada (ROH YH *et al.*, 2021).

As osteotomias corretivas são aplicadas mediante alterações angulares de ossos longos, recentemente foram descritos, para facilitar osteotomias durante a correção aguda de deformidades angulares dos membros em cães, o planejamento de impressões 3D buscando uma angulação correta diminuindo os riscos de doenças crônicas articulares. Esse procedimento envolve o corte do osso buscando o alinhamento correto. Os exames complementares usados na rotina médica passam por radiografia e tomografia

computadorizada. Apesar do auxílio desses exames complementares a tomada de decisão final para o posicionamento correto é do cirurgião (ROH YH *et al.*, 2021).

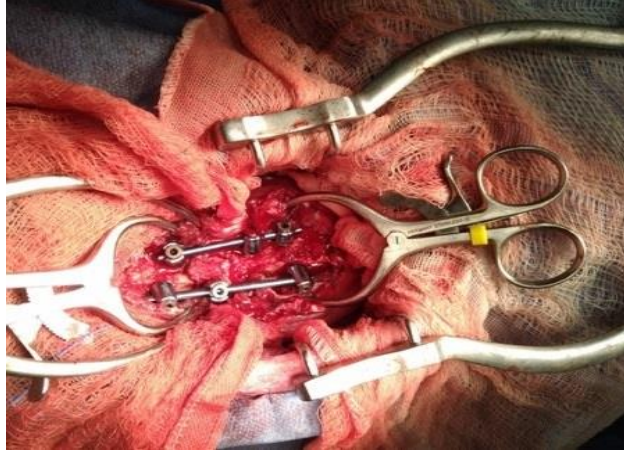


Imagem 3.1 e 3.2: Imagem 3.1 demonstrando procedimento cirúrgico de estabilização vertebral, enquanto imagem 3.2 representa guia 3D utilizado no planejamento dessa cirurgia.

Fonte: Arquivo pessoal do Co-orientador Dr. Renato Otaviano do Rego.

O sucesso dessas cirurgias é altamente ligado pelo planejamento pré-operatório além da experiência do operador. Desse modo a tecnologia ligada a área médica fez com que os procedimentos complexos tivessem suas chances de erro reduzidas graças a capacidade de reprodução em 3D, visto que esse atributo garantiu a possibilidade de treino em uma peça idêntica ao membro do paciente (ABID HALEEM *et al.*, 2019).

Além disso o guia em 3D permitiu uma diminuição do tempo cirúrgico, incisões menores, precisão em fixação de parafusos aumentando assim a estabilidade das osteossínteses (ALCANTARA *et al.*, 2019).

Um treinamento pré-operatório com cirurgiões inexperientes usando modelos em 3D onde seus resultados não diferiram de cirurgiões experientes que não usaram os modelos de

treino, sendo então comprovado a eficiência dos modelos para o aprendizado e eficiência para aplicação da técnica cirúrgica (ROH YH *et al.*, 2021).

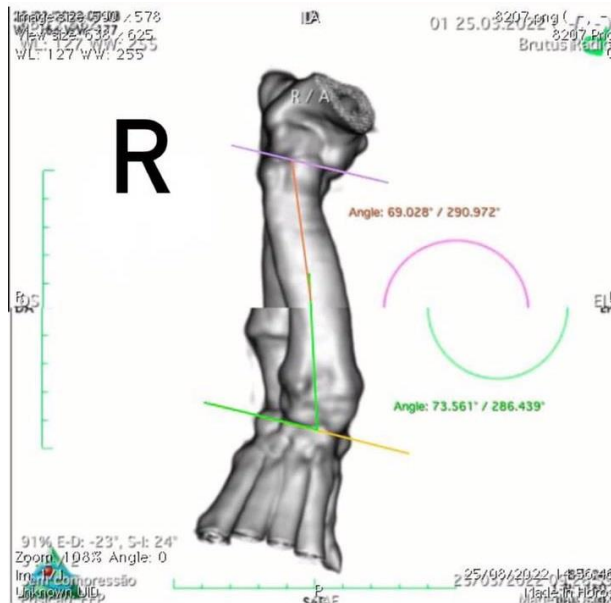


Imagem 4.1 e 4.2: Imagem tomográfica em 3.1, de paciente com desvio angular procurvatum, e em 3.2 prótese 3D referente a imagem supracitada.

Fonte: Arquivo pessoal do Co-orientador Dr. Renato Otaviano do Rego.

A tomografia também tem sido usada como ferramenta fundamental em planejamento cirúrgico em artroplastia total de quadril em cães usando-a como estudo morfológico para reconstrução tridimensional para a validação da estimativa de padronização da técnica (ANDRADE *et al.*, 2021).

A estabilização de coluna vertebral, principalmente a toracolombar, a qual é uma das regiões mais lesionadas em traumas envolvendo automóveis, evoluiu incluindo a utilização de placas, pinos e parafusos no corpo vertebral. Essas técnicas são extremamente desafiadoras principalmente nas abordagens ventrais visto que são colocação de implantes dentro dos corpos vertebrais, colocando em risco estruturas como raízes nervosas, tecidos moles paralelos e vasos. Nesses casos a impressão 3D pode ter um estimado valor para diminuir os riscos cirúrgicos e elevar as chances de sucesso do procedimento (MARIANI *et al.*, 2020).

Hoje em dia os guias de brocas são colocados em corredores seguros no corpo vertebral, visto o planejamento feito com auxílio da tomografia. O planejamento adequado usado a tomográfica computadorizada não garante somente o uso correto dos guias evitando lesões a estruturas nobres, mas também garante melhora nas propriedades biomecânicas dos parafusos, redução do tempo cirúrgico gerando por fim, redução da morbidade (GUEVAR *et al.*, 2020). Além disso, as discopatias são comuns na clínica médica veterinária, sendo então necessário a avaliação física adequada de cada paciente, buscando a identificação da lesão que por sua vez pode ocorrer de maneira aguda com ou sem traumas aparentes. Ademais os casos de compressão da medula, outras patologias são as discopatias como a degeneração discal que acomete com grande frequência as raças condrodistróficas (SANTOS *et al.*, 2014).

O uso do diagnóstico por imagem não está ligado somente ao planejamento cirúrgico, mas também a avaliação de estruturas adjacentes como: bexiga, rins, linfonodos, pulmões e músculos. Além disso o diagnóstico por imagem tem assumido papel importante no estadiamento e monitoramento dos pacientes oncológicos auxiliando muito além dos procedimentos cirúrgicos. Juntando esse advento a novos softwares as mensurações volumétricas dos tumores se tornou fundamental para os cirurgiões (COSTA *et al.*, 2013; LORIGADOS *et al.*, 2013).



Imagem 5.1 e 5.2: Paciente em 5.1 apresentando o desvio angular em membros torácicos, e na imagem 5.2 após a cirurgia planejada previamente com impressão 3D.

Fonte: Arquivo pessoal do Co-orientador Dr. Renato Otaviano do Rego.

Em alguns casos as cirurgias neuro-ortopédicas e oncológicas são necessárias como nos casos de compressão medular por invasão tumoral além dos casos de síndrome da cauda equina. A tomografia é uma das modalidades capazes de realizar uma avaliação detalhada de diversas estruturas notando as mais diversas alterações envolvendo esses tecidos, como os linfonodos reativos por processos neoplásicos, essas qualidades sobressaem aos métodos convencionais de diagnóstico por imagem, como no ultrassom e radiografia (PINTO *et al.*, 2013).

Além disso, muitas vezes é necessário a injeção intravascular de contraste iodado, que visa melhorar a qualidade da imagem, resultando em exames mais precisos no mesmo curto espaço de tempo. A análise clínica de cada paciente precede o uso do contraste, visto que em pacientes com alterações renais esse método é desencorajado (BARAÚNA *et al.*, 2017; LORIGADOS *et al.*, 2017).

Para a avaliação de metástases pulmonares radiografia é o meio mais utilizado, porém ele apresenta sobreposição de tecidos, diferente da tomografia computadorizada que pode avaliar o tórax com imagens seccionais, sem sobreposição de tecidos moles permitindo a avaliação de campos pulmonares, estruturas mediastinais, pleura, espaço pleural, parede torácica e miocárdio além de suas câmaras e os grandes vasos (PINTO *et al.*, 2013).

Estudos em cães demonstram a eficácia do uso da TC para o diagnóstico de doenças de disco intervertebral em relação a mielografia, demonstrando que a média de sensibilidade entre elas é muito semelhante, sendo em torno de 81 a 90% com a TC e de 83,6 a 88% com a mielografia. Algumas vantagens da TC tradicional incluem ser menos invasiva para o paciente, por não utilizar o contraste iodado, e o fato de a qualidade da imagem ser superior. Enquanto a desvantagem da TC comparada a mielografia seria mais relacionada a onerosidade (DEWEY *et al.*, 2017).

4 CONCLUSÃO

O uso da tomografia computadorizada na Medicina Veterinária possui atualmente uma ampla utilização e consideráveis resultados diagnósticos. O uso desse exame de imagem juntamente a criação de guias 3D vêm proporcionando uma evolução enorme nos procedimentos cirúrgicos, aumentando o nível de precisão de cada técnica empregada para a resolução cirúrgica, desde osteotomias, osteossínteses, estabilizações vertebrais, até tecidos moles, englobando principalmente casos neoplásicos. As vantagens não se restringem apenas

ao transcirúrgico, no pós-cirúrgico a evolução dos pacientes que foram operados com planejamento utilizando as guias 3D são notórias.

Outro benefício acerca do uso das próteses 3D engloba a quebra do fator experiência dos cirurgiões, visto que cirurgiões com menor experiência podem vir a realizar cirurgias com maior maestria auxiliados pelo planejamento utilizando as guias. As limitações desse recurso compreendem principalmente fatores econômicos envolvidos na produção da impressão 3D, bem como o tempo requerido para que essas guias fiquem prontas, reduzindo as possibilidades de uso para procedimentos de urgência e emergência. Com os avanços nos estudos envolvendo essa ferramenta, em breve essas limitações podem ser atenuadas, promovendo um maior uso dela na Medicina Veterinária.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, B.M.D. et al. Digitalização e impressão tridimensional como uma ferramenta para estudo anatômico e ortopédico dos ossos da pelve e longos do membro pélvico de cães. **Acta Sci Vet**, v. 47, p. 1-5. 2019.

ALTWAL, J; WILSON, C.H.; GRIFFON, D.J. Applications of 3-dimensional printing in small-animal surgery: A review of current practices. **Veterinary Surgery**, v. 51, n. 1, p. 34-51. 2022.

ANDRADE, C. R. et al. Comparison of radiographic and tomographic evaluations for measurement of the Canal Flare Index in dogs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, p. 571-582. 2021.

BARAÚNA, D. et al. Aparência tomográfica dos discos intervertebrais mineralizados em cães da raça Dachshund Miniatura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, p. 941-947. 2017.

BERTTI, J.V.; SILVEIRA, E. E.; ASSIS NETO, A.C. Reconstrução e impressão 3D do neurocrânio de cão com o uso de tomografia computadorizada como ferramenta para auxiliar no ensino da anatomia veterinária. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, p. 1653-1658. 2020.

CARWARDINE, D.R. et al. Three-dimensional-printed patient-specific osteotomy guides, repositioning guides and titanium plates for acute correction of antebrachial limb deformities in dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 34, n. 01, p. 043-052. 2020.

CHANG, J. et al. Assessment of glomerular filtration rate with dynamic computed tomography in normal Beagle dogs. **Journal of Veterinary Science**, v. 12, n. 4, p. 393-399. 2011.

CHEPELEV, L. et al. Radiological Society of North America (RSNA) 3D printing Special Interest Group (SIG): guidelines for medical 3D printing and appropriateness for clinical scenarios. **3D Printing in Medicine**, v. 4, n. 1, p. 1-38. 2018.

DE OLIVEIRA, B.C. et al. Vantagens do rastreamento precoce de metástases por tomografia computadorizada na rotina clínica oncológica de tumores mamários em cadelas: Revisão de literatura. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 19, n. 1. 2021.

DEWEY, C.W. et al. Neurodiagnóstico. In: DEWEY, Curtis Wells; DA COSTA, Ronaldo Casimiro. **Neurologia Canina e Felina - Guia Prático**. São Paulo: Editora Guará, cap. 5, p. 79-107. 2017.

FAUSTINO, R. et al. Um método semiautomático para a segmentação e reconstrução 3D de dados de tomografia computadorizada do cérebro: uma ferramenta de radiologia veterinária experimental—Primeiros resultados. **Salutis Scientia – Revista de Ciências da Saúde da ESSCVP**, v. 1, p.2-8. 2021.

GUEVAR, J. et al. Accuracy and safety of three-dimensionally printed animal-specific drill guides for thoracolumbar vertebral column instrumentation in dogs: Bilateral and unilateral designs. **Veterinary Surgery**, v. 50, n. 2, p. 336-344. 2021.

HALEEM, A.; JAVAID, M. 3D printed medical parts with different materials using additive manufacturing. **Clinical Epidemiology and Global Health**, v. 8, n. 1, p. 215-223. 2020.

HENNINGER, W. Use of computed tomography in the diseased feline thorax. **Journal of Small Animal Practice**, v.44, p. 56-64. 2003.

LEE, H.R. et al. An easy and economical way to produce a three-dimensional bone phantom in a dog with antebrachial deformities. **Animals**, v. 10, n. 9, p. 1445. 2020.

LEITE, J. Desvio Angulares Ósseos e Articulares: Princípios do Diagnóstico e Tratamento dos Desvios Angulares. In: MINTO, Bruno Watanabe; DIAS, Luís Gustavo Gousen Gonçalves. **Tratado de ortopedia em cães e gatos**. São Paulo: MedVet, cap. 39. 2022.

LIMA, L.F.S de et al. Photogrammetry and 3D prototyping: A low-cost resource for training in veterinary orthopedics. **Ciência Rural**, v. 49. 2019.

LORIGADOS, C. et al. Tumores perineais malignos em cães: contribuição da tomografia computadorizada para estadiamento e planejamento cirúrgico. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, n. 12, p. 2241-2245. 2018.

LORIGADOS, C. et al. Tomografia computadorizada de mastocitomas em cães: avaliação pré e pós-tratamento quimioterápico. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, p. 1349-1356. 2013.

MARIANI, C.L. et al. Accuracy of three-dimensionally printed animal-specific drill guides for implant placement in canine thoracic vertebrae: a cadaveric study. **Veterinary Surgery**, v. 50, n. 2, p. 294-302. 2021.

OHLERTH, S.; SCHARF, G. Computed tomography in small animals–Basic principles and state of the art applications. **The Veterinary Journal**, v. 173, n. 2, p. 254-271. 2007.

PINTO, A.C et al. Aspectos radiográficos e tomográficos de hemangiossarcoma de meninges causando síndrome da cauda equina em um Pastor Alemão. **Ciencia Rural**, v. 37, p. 575-577. 2007.

PRATA, I.B. **Utilidade da Tomografia Computorizada em Oncologia: Estudo Clínico em Cães e Gatos**. Relatório Final de Estágio (Mestrado integrado em Medicina Veterinária) Universidade do Porto. 2016.

ROH, Y.H. et al. Comparison between novice and experienced surgeons performing corrective osteotomy with patient-specific guides in dogs based on resulting position accuracy. **Veterinary Sciences**, v. 8, n. 3, p. 40. 2021.

WONG, K.C. 3D-printed patient-specific applications in orthopedics. **Orthopedic Research and Reviews**, v. 8, p. 57. 2016.