



ACESSO ABERTO

Data de Recebimento:

13/05/2024

Data de Aceite:

10/07/2024

Data de Publicação:

12/07/2024

***Autor correspondente:**

Regina Paula Soares Diego,
Doutora, Rua Freire Alemão
460 Casa 14 CEP 60742-110,
Fortaleza, Ceará. (85) 99645-
4247, reginadiego@hotmail.
com.

Citação:

DIEGO,R.P.S et al. Confeções
De Biomodelos 3d Baseados Em
Tomografia Computadorizada
Para Planejamento Cirúrgico Na
Medicina Veterinária..**Revista
Multidisciplinar em Saúde**,
v. 5, n. 3, 2024. <https://doi.org/10.51161/integrar/rem/4385>

CONFEÇÕES DE BIOMODELOS 3D BASEADOS EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA PARA PLANEJAMENTO CIRÚRGICO NA MEDICINA VETERINÁRIA.

Regina Paula Soares Diego^a, Cristiane Moura Carvalho Brandão^a, Daniele Moreira Vasques^a, Victor Hugo Vieira Rodrigues^a

^a Departamento de Anatomia. Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade Christus (Unichristus). Rua Visconde de Mauá, 1940. CEP 60125-058. Meireles, Fortaleza, Ceará.

RESUMO

INTRODUÇÃO: A Impressão 3D é um processo de produção de objetos sólidos mediante arquivo digital. Existem alguns métodos para criação de dados digitais 3D, incluindo a utilização de scanners médicos, como tomografia computadorizada (TC). Os dados volumétricos são criados por renderização e segmentação de imagens que posteriormente são exportadas para um formato de arquivo compatível. **MÉTODOS:** Imagens de TC foram transferidas ao software 3D Slicer, para criação de modelos virtuais 3D, que, posteriormente, foram processados no programa Ultimaker Cura para planejamento e efetivação da impressão 3D em impressora Ender 5. Foram impressos biomodelos anatômicos, baseados em imagens de TC, compreendendo escápula direita e escápula esquerda de um macho de 11 anos de idade, além de um membro pélvico de um macho de 04 anos. Os biomodelos foram retirados do suporte e passaram por processo de acabamento. **RESULTADOS:** As escápidas não apresentaram patologias associadas ou variações anatômicas, porém, o membro pélvico apresentou significativa alteração óssea em fêmur, uma exostose, muito bem evidenciada no protótipo 3D impresso. **CONCLUSÕES:** Através dos resultados obtidos concluiu-se que a impressão de biomodelos constitui uma ferramenta importante na caracterização morfológica e patológica, possibilitando melhor planejamento cirúrgico, proporcionando potencial redução do tempo de cirurgias e complicações associadas, diminuindo custos e promovendo melhoraria da comunicação com tutores.

Palavras-chave: Impressão 3D, Anatomia Cirúrgica, Medicina Veterinária.

ABSTRACT

ABSTRACT

INTRODUCTION: 3D Printing is a process of producing solid objects using a digital file. There are a few methods for creating 3D digital data, including using medical scanners such as computed tomography (CT). Volumetric data is created by rendering and segmenting images that are later exported to a compatible file format. **METHODS:** CT images were transferred to the 3D Slicer software to create 3D virtual models, which were subsequently processed in the Ultimaker Cura program for planning and carrying out 3D printing on an Ender 5 printer. Anatomical biomodels were printed, based on images of CT, comprising the right scapula and left scapula of an 11-year-old male, in addition to a pelvic limb of a 4-year-old male. The biomodels were removed from the support and underwent a finishing process. **RESULTS:** The scapulae did not present associated pathologies or anatomical variations, however, the pelvic limb showed significant bone changes in the femur, an exostosis, very well evidenced in the 3D printed prototype. **CONCLUSIONS:** Through the results obtained, it was concluded that the printing of biomodels constitutes an important tool in morphological and pathological characterization, enabling better surgical planning, providing a potential reduction in surgery time and associated complications, reducing costs and promoting improved communication with tutors.

Keywords: 3D Printing, Surgical Anatomy, Veterinary Medicine.

INTRODUÇÃO

A impressão tridimensional (3D) vem ganhando notoriedade através de sua contribuição para inovação nas áreas de engenharia, arte, indústria, educação e medicina. Em 1984, Charles Hull fez a primeira impressora 3D, que, em vez de tinta no papel construía objetos camada a camada. Já é realidade a impressão 3D de biomateriais compatíveis, células e componentes de suportes teciduais e anatômicos, além de sua utilização em ramos sofisticados de especialidades médicas, como a cardiologia e a ortopedia. Os avanços desta tecnologia permitiram que arquivos digitais fossem transformados em um produto físico impresso (BERTTI, 2020).

A prototipagem é realizada em impressoras em três dimensões, que utilizam vários materiais, como nylon, plástico, metal ou células de tecidos, viabilizando a produção de objetos de diversas formas e tamanhos. Esta tecnologia traz diversas possibilidades na medicina veterinária, como a fabricação de modelos anatômicos fidedignos, placas, próteses, guias de brocas customizados para o paciente, contribuindo para a capacitação de estudantes de graduação e residentes, além de aumentar a confiança do cirurgião, por possibilitar o planejamento e treinos prévios aos procedimentos, aumentando sua precisão cirúrgica e reduzindo o tempo do procedimento e o número de lesões causadas em estruturas adjacentes à área de interesse (SILVA, 2022).

A Impressão 3D é um processo de produção de objetos sólidos mediante um arquivo digital. A fabricação de um modelo 3D consiste em quatro etapas: criação dos dados digitais 3D, processamento de imagens, modelagem e impressão. Existem alguns métodos para criação de dados digitais 3D, incluindo a utilização de scanners médico, como tomografia computadorizada e ressonância magnética. Os dados volumétricos são criados por renderização e segmentação de imagens que posteriormente são exportadas para um formato de arquivo compatível (PINAR, 2022).

A biomodelagem é um termo que denomina a reprodução das características morfológicas de uma estrutura anatômica em um modelo físico, e o biomodelo é o produto desse processo de reprodução física, que pode ser dividido em duas etapas principais: biomodelagem virtual e biomodelagem física ou prototipagem. A biomodelagem virtual é a etapa responsável pela criação e manipulação de um modelo digital, aprimorando a imagem obtida através de softwares específicos, já a biomodelagem física, ou prototipagem, é a etapa responsável pela obtenção de um modelo físico, através do uso de uma impressora 3D. Em alguns países, os biomodelos também vêm sendo utilizados como instrumentos para o auxílio didático. Cursos de medicina veterinária em universidades da Europa utilizaram a técnica de biomodelagem 3D para auxiliar os alunos a desenvolverem habilidades clínicas como, por exemplo, suturas, punções venosas e anestésias, uma vez que alcançar competência nestas áreas exige profundo conhecimento anatômico. A capacidade espacial dos alunos e o entendimento anatômico podem ser potencialmente desenvolvidos utilizando modelos 3D impressos (REIS, 2017).

O advento da impressão 3D possibilitou às instituições de ensino desenvolver modelos anatômicos de baixo custo a partir do uso de scanner e impressoras 3D, permitindo que alunos e professores tenham acesso a treinamento e capacitação em áreas que necessitam de planejamento prévio, além de possibilitar a produção de modelos anatômicos. Anomalias raras podem ser reproduzidas através de biomodelos que podem compor um acervo físico de casos (NUNEZ, 2020; REIS, 2017).

As áreas da medicina nas quais a impressão 3D representa grande impacto incluem planejamento cirúrgico, educação e investigação diagnóstica. Além disso, tem encontrado aplicação na medicina veterinária. Oblak et al. (2018), do Ontario Veterinary College, utilizaram uma porção personalizada impressa em 3D do crânio de um cão portador de tumor cerebral. Segundo os autores, os mesmos estavam preparados para a cirurgia porque estudaram o protótipo 3D do crânio do paciente, além de desenvolverem um biomodelo impresso em 3D para reposição do crânio (GYLES, 2019).

Em Medicina Veterinária, procedimentos cirúrgicos em cães podem ser necessários em decorrência de traumas, necroses isquêmicas, infecções ortopédicas, lesões resultantes de artrites, paralisias, deformidades congênitas, atropelamentos, ferimentos provocados por arma de fogo, mordidas de outros animais, quedas ou lesões decorrentes de atividades esportivas (FOSSUM, 2021; WEIGEL 2007). Além disto, o desenvolvimento de tumores ósseos (osteossarcomas) pode indicar procedimentos cirúrgicos para controle de metástases e diminuição de desconforto (ALCANTARA, 2010).

Estes modelos reduzem o tempo de cirurgia, potenciais complicações cirúrgicas e anestésicas, além de minimizar os custos associados a insumos e uso de centros cirúrgicos. Além disto, modelos 3D estão sendo utilizados em educação médica, na apresentação de técnicas cirúrgicas antes da exposição de pacientes vivos. Essa tecnologia está fornecendo à medicina veterinária uma ferramenta poderosa para facilitar o planejamento cirúrgico, aprimorar o ensino, promover pesquisa e melhorar a comunicação com clientes (HESPEL, 2014).

O tamanho e a complexidade do biomodelo desejado ditarão o tipo de impressora que deverá ser empregado. O custo, a resolução de impressão desejada e o tempo de acabamento das impressões também são fatores importantes a serem considerados para a eleição da impressora 3D a ser aplicada (WILHITE, 2019).

O presente estudo visou demonstrar a importância da impressão 3D de biomodelos confeccionados em ácido polilático (PLA), baseados em dados de Tomografia Computadorizada (TC), demonstrando

características morfológicas e patológicas de estruturas anatômicas de dois pacientes da espécie canina, implementando mais uma ferramenta para o planejamento cirúrgico em medicina veterinária.

METODOLOGIA

Através da aplicação de arquivos de imagens de tomografia computadorizada (TC) de dois pacientes previamente submetidos a exames de diagnóstico por imagem em equipamento de TC marca Canon de 08 canais, instalado em um centro veterinário de diagnóstico por imagem, situado em Fortaleza, Ceará, foram realizadas reconstruções tridimensionais das referidas imagens, em estações de trabalho Philips e Macintosh equipadas com softwares Extended Brilliance Workstation e Osirix MD, para análise estrutural anatômica.

Posteriormente, as imagens fonte tomográficas em formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) foram transferidas para o software 3D Slicer para criação de modelo virtual tridimensional visando posterior processamento no programa Ultimaker Cura 5.0.2 (Figura 1) para efetivação de impressão do modelo plástico 3D em PLA através de impressora 3D Ender 5 PRO.

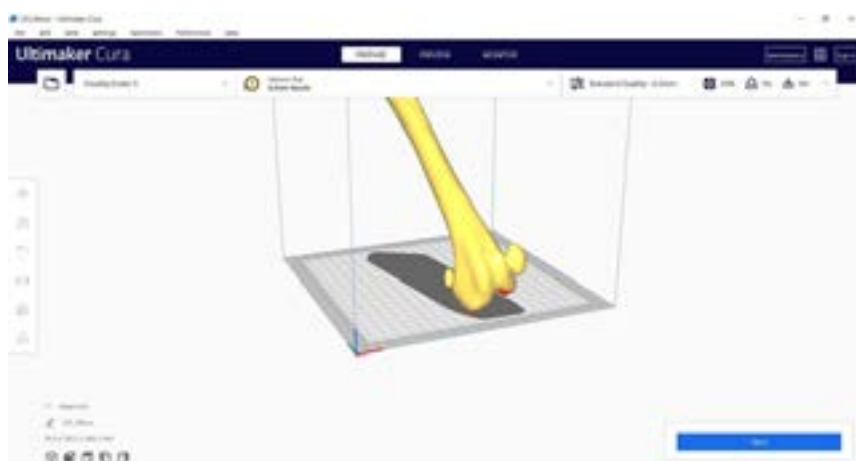


Figura 1. Processamento do modelo anatômico (fêmur), baseado em tomografia computadorizada, no programa Ultimaker Cura para planejamento da impressão 3D

Foram impressos biomodelos anatômicos de dois cães, baseados em imagens de TC, compreendendo escápula direita e escápula esquerda de um macho de onze anos de idade (Figura 2), além de um membro pélvico de um macho de quatro anos. As imagens de TC foram cedidas por um Centro Veterinário em Fortaleza, Ceará.



Figura 2. Modelos anatômicos de escápulas direita e escápula esquerda, espécie canina, impressas em PLA através de impressora 3D Ender 5 PRO.

Os três biomodelos foram retirados do suporte de impressão e passaram por processo de acabamento para retirada de excesso de PLA e arestas.

O presente estudo foi isento de submissão ao comitê de ética em pesquisa por se tratar de um estudo retrospectivo baseado em imagens previamente realizadas para finalidades clínicas, armazenadas em banco de imagens do centro de diagnóstico cedente, com disponibilização do termo de fiel depositário e termo de concordância e colaboração para esta pesquisa.

O desenvolvimento deste estudo não envolveu o uso de animais vertebrados, estando dispensado a submissão ao Comitê de Ética em Uso Animal (CEUA) que tem como principal atribuição zelar pelo cumprimento das normas relativas à utilização humanitária de animais, com finalidade de ensino e pesquisa científica, de acordo com a legislação nacional vigente (Lei Arouca, 11.794, de 08 de outubro de 2008) e diretrizes internacionais.

O projeto citado não envolveu seres humanos, em qualquer uma de suas etapas, estando dispensado também do registro e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP). Esta dispensa está em conformidade com os princípios e normas da Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, que apresenta os fundamentos éticos e normas para regulamentar pesquisas envolvendo seres humanos, e, quando for o caso, da Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016, que trata das normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais cujos procedimentos metodológicos envolvam a utilização de dados ou informações diretamente obtidas com seres humanos.

O investigador principal e demais colaboradores envolvidos no trabalho se comprometeram individual e coletivamente a utilizar os dados provenientes deste estudo apenas para os fins descritos e a cumprir todas as diretrizes e normas regulamentadoras no que diz respeito ao sigilo e confidencialidade dos dados. Para toda e qualquer imagem implementada durante a execução da pesquisa intitulada “Confecções de Biomodelos 3D Baseados em Tomografia Computadorizada para Planejamento Cirúrgico na Medicina

Veterinária”, foi preservada a privacidade dos dados e a divulgação das informações coletadas foi realizada somente de forma anônima, sem adição de riscos aos participantes de pesquisas ou prejuízos ao bem-estar dos mesmos e seus tutores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação aos biomodelos das escápulas direita e escápula esquerda de um macho, da espécie canina e onze anos de idade, não apresentaram patologias associadas ou variações anatômicas (Figura 3).



Figura 3. Modelos anatômicos de escápulas direita e escápula esquerda, espécie canina, confeccionadas em PLA mediante impressão 3D.

O protótipo anatômico representante do membro pélvico canino (fêmur), de um macho de quatro anos, apresentou significativa alteração óssea em região distal do fêmur, uma exostose, muito bem evidenciada no protótipo 3D impresso (Figura 4).



Figura 4. Protótipo anatômico de membro pélvico canino (fêmur), de um macho de quatro anos, apresentando significativa alteração óssea em região distal do fêmur, uma exostose, muito bem evidenciada no biomodelo 3D impresso.

CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos concluiu-se que a impressão de biomodelos 3D constitui uma ferramenta importante na caracterização morfológica e patológica do organismo, possibilitando melhor planejamento cirúrgico, proporcionando potencial redução do tempo de cirurgias e complicações associadas, diminuindo custos e promovendo melhoraria da comunicação com os tutores.

São necessários novos investimentos, além do desenvolvimento de mais projetos com foco no segmento de impressão 3D, incluindo centros universitários com ensino voltado para formação em medicina veterinária, visando a disseminação de conhecimento, popularização da técnica, além de aprimoramento metodológico e científico, como o estudo desenvolvido por este grupo de pesquisa no programa de Iniciação Científica da Universidade Christus - Unichristus.

CONFLITOS DE INTERESSE

Não há conflito de interesse

REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, D.; REZENDE, L.C.; MIGLINO, M.A.; MARIA, D.A. Osteossarcoma canino. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 6, n.10, p. 2, 2010.
- BERTTI, J. V. P.; 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, n. 5, p. 1653–1658, set. 2020.
- FOSSUM, T. W. Cirurgia de pequenos animais. 5. ed. Rio De Janeiro: Guanabara Koogan, p.1487, 2021.
- GYLES, C. 3D printing comes to veterinary medicine. The Canadian Veterinary Journal, V. 60, n. 10, p. 1033-1034, out. 2019.
- HESPEL, A. M.; WILHITE, R.; HUDSON, J. Invited review-Applications for 3D printers in veterinary medicine. Veterinary radiology ultrasound, v. 55, n. 4, p. 347–358, jul. 2014.
- NUNEZ, R.Y.G.; Albuquerque, L.K.; Pereira, R.C.R.; Silva, R.P.M.; Peruquetti, P.F.; Carvalho, Y.K. 3D printing of canine hip dysplasia: anatomic models and radiographs. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 72, n. 3, p. 769–777, maio 2020.
- PINAR, Y. H.; CAGDAS, O. 3D Printing in Veterinary Medicine. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, v. 69, n. 1, p. 111-117, jan. 2022.
- REIS, D. A. L.; GOUVEIA, B. L. R.; ALCÂNTARA, B. M.; SARAGIOTTO, B. P.; BAUMEL, E. D.; FERREIRA, J. S.; ROSA JÚNIOR, J. C.; OLIVEIRA, F. D.; SANTOS, P. R. S.; ASSIS NETO, A. C. Biomodelos Ósseos Produzidos por Intermédio da Impressão 3D: Uma Alternativa Metodológica no Ensino da Anatomia Veterinária. Revista de Graduação USP, v. 2, n. 3, p. 47-53, 2017.
- SILVA, T. A.; SANTOS, B. A. Prototipagem rápida na medicina veterinária: Revisão. Pubvet, Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 16, n.1, p. , jan. 2022.

WEIGEL, P.J. Amputações. In: SLATTER, D. Manual de cirurgia de pequenos animais 3a edição. São Paulo: Manole, v. 2, p. 2180-2190, 2007.

WILHITE, R.; WOLFEL, I. 3D Printing for veterinary anatomy: An overview. *Anatomia, histologia, embryologia*, v. 48, n. 6, p. 609-620, nov. 2019.