

A avaliação do uso de biomodelos 3d para planejamento cirúrgico em animais de companhia (cães)

Érica de Quadras Bortolatto¹
Fernando Garbelotti²

Resumo: Atualmente a impressão tridimensional (3D) é utilizada em diversas áreas, especialmente na área da saúde. Com um crescente desenvolvimento de biomodelos, é oportunizado aos especialistas a possibilidade de melhorar a qualidade de vida de seus pacientes. O objetivo deste estudo foi auxiliar profissionais médicos veterinários cirurgiões no planejamento cirúrgico por meio da utilização de biomodelos impressos com tecnologia de impressão 3D. A tecnologia avançada, aliada com exames de imagens como a tomografia computadorizada, é essencial para criar uma imagem real de um modelo anatômico. O modelo impresso, por meio da impressão 3D, serve como auxílio para o diagnóstico do paciente e objetiva um melhor planejamento cirúrgico. De forma que minimize problemas que possam surgir durante a cirurgia. Para a realização deste trabalho, foram impressas 18 peças anatômicas de diferentes características, por meio da impressora 3D Gtmax 4 Core, com imagens de tomografia computadorizada e ressonância magnética. O material utilizado nas impressões foi o ácido-poli-lático (PLA) ou acrilonitrila butadieno estireno (ABS). O resultado do trabalho foi por meio da impressão dos biomodelos de diferentes características, referente a traumas e patologias observadas nos exames de imagem a pedido de profissionais médicos veterinários para planejamento cirúrgico.

Palavras-chave: Impressão 3D. Biomodelos. Tomografia Computadorizada. PLA. ABS.

The evaluation of the use of 3d biomodels for surgical planing to companionship animals (dogs)

Abstract: Nowadays, the 3d production is usually taken on many areas, specially on healthy field, within an increasing development of biomodels to specialists are given the opportunity to enhance the quality of life of their patients. The mains goal of this research was to auxiliare the surgeon veterinarian on their surgical planing by the application of biomodels impressed with the 3d production technology. The advanced technology, with image examinations, like the computed tomography, is essential to create a real image of an anatomic model. The impressed model by the 3d impression its used as a help for the diagnosis to the patient and seeks to a surgical planning in a way that minimizes problems that may arise during surgery. To the in order to carry out this work, 18 anatomical pieces of different characteristics were printed using the 3D printer Gtmax 4 Core with computed tomography and magnetic resonance images. The material used for printing is poly-lactic acid (PLA) or acrylonitrile butadiene styrene (ABS). The result of the work was through the printing of biomodels of different characteristics referring to traumas and pathologies observed in the image exams at the request of veterinary medical professionals for surgical planning.

Key-words: 3d impression. Biomodels. Computed tomography. PLA. ABS.

La evaluación del uso de biomodelos 3d para planificación quirúrgica en animales de empresa (perros)

Resumen: Actualmente, la impresión tridimensional (3D) se utiliza en varias áreas, especialmente en el área de la salud, con un desarrollo creciente de biomodelos para ayudar a los expertos a mejorar la calidad de vida de sus pacientes. El objetivo de este estudio fue ayudar a los profesionales cirujanos veterinarios en la planificación quirúrgica mediante el uso de biomodelos impresos con tecnología de impresión 3D. La tecnología avanzada, combinada

¹ Acadêmica do curso de Medicina Veterinária da Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL.

E-mail: erica_bortolatto@hotmail.com

² Mestre em anatomia dos animais domésticos e selvagens – Professor Titular na Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL.

con pruebas de imagen como la tomografía computarizada, es esencial para crear una imagen real de un modelo anatómico. El modelo impreso mediante impresión 3D sirve como ayuda para el diagnóstico del paciente y tiene como objetivo la planificación quirúrgica de una manera que minimice los problemas que puedan surgir durante la cirugía. Para la realización de este trabajo, se imprimieron 18 piezas anatómicas de diferentes características, utilizando la impresora 3D Gtmax 4 Core con imágenes de tomografía computarizada y resonancia magnética. El material utilizado para la impresión es ácido poliláctico (PLA) o acrilonitrilo butadieno estireno (ABS). El resultado del trabajo fue mediante la impresión de los biomodelos de distintas características referentes a traumas y patologías observadas en los exámenes de imagen, a solicitud de los profesionales médicos veterinarios para la planificación quirúrgica.

Palabras clave: Impresión 3D. Biomodelos. Tomografía Computarizada. PLA. ABS.

Introdução

Atualmente, a grande maioria dos médicos veterinários, em especial os cirurgiões, utilizam imagens de tomografia computadorizada e ressonâncias magnéticas para avaliarem a enfermidade a ser tratada. De posse das imagens, o médico veterinário consegue ter apenas uma visão bidimensional do problema, tendo somente a real situação no momento em que o procedimento for realizado, com o paciente aberto em mesa de cirurgia.

Pesquisadores cientes desta limitação, perceberam que as imagens capturam estruturas anatómicas muito pequenas e que poderiam ser reconstruídas em formato tridimensional. Sendo assim, isso permitiria uma análise mais completa do que a obtida somente em exames bidimensionais, como no caso das imagens.

Com a evolução de processos e métodos de impressão 3D, tornou-se possível confeccionar essas estruturas de imagens tridimensionalmente, a partir disso surgem os biomodelos. Cujo uso de biomodelos é a personalização do tratamento, que passa a ser exclusivo e dedicado ao paciente; um grande passo para a medicina personalizada.

De posse de um biomodelo, o médico consegue avaliar melhor a enfermidade e a sua gravidade, possibilitando a elaboração de um planejamento cirúrgico mais efetivo, decidindo qual a melhor opção para a situação em análise.

O presente projeto se justifica diretamente pela possibilidade de permitir ao profissional da área médica o acesso aos biomodelos. Podendo proporcionar uma melhor avaliação do caso, traçar um planejamento cirúrgico mais adequado, reduzir o tempo de cirurgia, minimizar a possibilidade de erro médico. Resultando assim, em uma situação mais confiável para o paciente, auxiliando inclusive na relação médico-paciente, para aquela atividade. Sendo assim, o médico terá melhores condições de explicar o procedimento e a problemática ao paciente.

O presente projeto, tem ainda, uma utilização didática, justificando-se pela possibilidade da produção de biomodelos com o intuito de auxiliar residentes e médicos veterinários, recém-formados, a tomar decisões em procedimentos cirúrgicos.

Materiais e Métodos

Este trabalho foi realizado na Anatovet – incubadora CRIE/ Universidade do Sul de Santa Catarina, na unidade de Tubarão, Santa Catarina.

A solução proposta para este trabalho consiste na aquisição de equipamento de impressão em 3D, de computador, para guiar o processo de impressão, bem como de softwares de apoio ao tratamento de imagens.

A impressão dos biomodelos foi feita através da impressora GTmax 4 Core cuja dimensão de impressão é de 49 mm de largura, 51mm de profundidade e 74,5 de altura.

Os equipamentos de impressão, e o computador servem como elementos físicos para permitir que a impressão aconteça, já os softwares de apoio ao tratamento de imagens tais como Mesh Mixer e Blender atuam no tratamento da imagem. Uma vez que estas, quando geradas, trazem consigo outros tecidos, que podem não ser o foco do procedimento e/ou podem atrapalhar a visualização da situação real do problema, fazendo-se necessário a “limpeza” da imagem. Além disso, se utiliza destes softwares para realizar cortes nas imagens, de partes que não interessam ao profissional médico para aquele procedimento. Também há a

necessidade de software para fatiar, (dividir em cortes milimétricos) a imagem e guiar o processo de impressão como o Simplify3D, Slic3r e MatterControl.

Foram impressas 18 peças anatômicas de diferentes regiões anatômicas, de acordo com os pedidos feitos por médicos veterinários especializados. Essas peças foram impressas a partir de imagens de tomografia computadorizada.

As impressões foram produzidas com material em Ácido - Poli - Lático (PLA) que é um biopolímero da família dos poliésteres alifáticos, do tipo poli (α - hidróxi-ácido), derivado de fontes renováveis oriundas do milho, trigo, arroz, cana-de-açúcar entre outros. O PLA é também, termoplástico, semicristalino ou amorfo, biocompatível e biodegradável, não tóxico e com boa processabilidade térmica¹.

O PLA, ou ácido polilático, é um dos materiais mais utilizados em impressão 3D. Obtido do milho e outros amidos renováveis, este material biodegradável é ambientalmente sustentável. O ácido polilático é um material rígido e fixo, sendo assim tem menor risco de deformação².

O outro material utilizado foi acrilonitrila, butadieno e estireno (ABS) que é um material firme e leve, desenvolvido para aplicações de boa resistência ao impacto. Sua desvantagem está no aquecimento que libera monóxido de carbono e cianeto de hidrogênio, que são prejudiciais à saúde³.

De posse das imagens de ressonância magnética e/ou tomografia computadorizada, o cartão SD é colocado no aparelho para ser impresso o biomodelo respectivo. Em seguida, é realizada a conversão das imagens para o padrão computacional, que possibilite o seu tratamento. A limpeza da imagem consiste na eliminação de tecidos que não são o foco de atenção para aquela situação a ser avaliada.

Ao se eliminar outros tecidos, pode haver a necessidade de realizar ajustes em determinados pontos das imagens, devido ao fato de que podem também ser eliminados partes que seriam desejáveis, sendo esta a etapa inicial do tratamento. Também é foco desta etapa isolar na imagem apenas a área específica de interesse, realizando um recorte da imagem. Para ser possível realizar a conversão, estes ajustes utilizaram-se softwares específicos (como, por exemplo, imesh e Blender), permitindo que fosse observado apenas aqueles tecidos e a região de interesse do médico veterinário.

Nesta etapa, a imagem está com uma visualização exata do que o profissional médico precisa para acurar mais o seu diagnóstico e/ou detalhar o seu planejamento cirúrgico. A próxima etapa desenvolvida é o “fatiamento da imagem”. Como a impressão 3D constrói o biomodelo parte por parte, denominado tecnicamente de níveis, se faz necessário dividir a imagem em fatias na dimensão de milímetros de espessura, para que cada fatia possa ser gerada na impressão. A reunião de todas as fatias de impressão compõe o biomodelo completo.

Após o fatiamento a imagem é enviada para a impressora para ser impressa por partes. Isto é feito por meio da utilização de software específico para este fim. Enviadas todas as fatias da imagem e devidamente impressas na impressora 3D, o biomodelo está pronto e pode ser enviado ao profissional médico para realizar o seu trabalho.

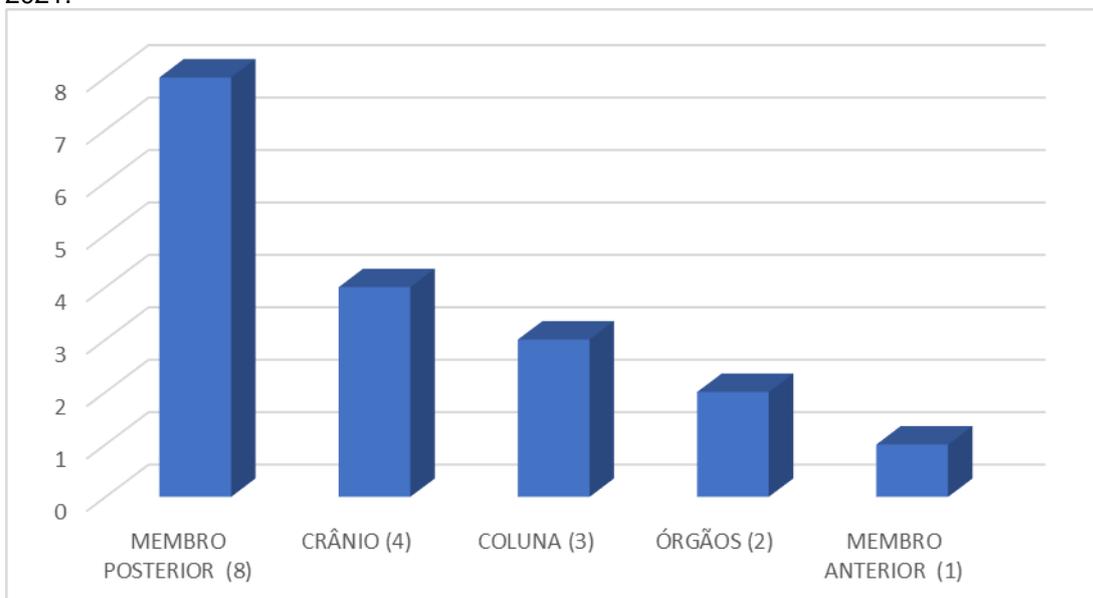
Resultados e discussão

Dentre as fraturas ósseas que acometem cães, o osso fêmur representa 26% das fraturas⁴⁻⁵, seguido dos ossos tibia e fíbula com 15 a 20%⁶, e 8,5 a 10,7% das fraturas de rádio e ulna⁷.

Quando se trata de cirurgias ortopédicas, foi identificado uma maior procura por impressão 3D de regiões associadas aos membros posteriores de cães.

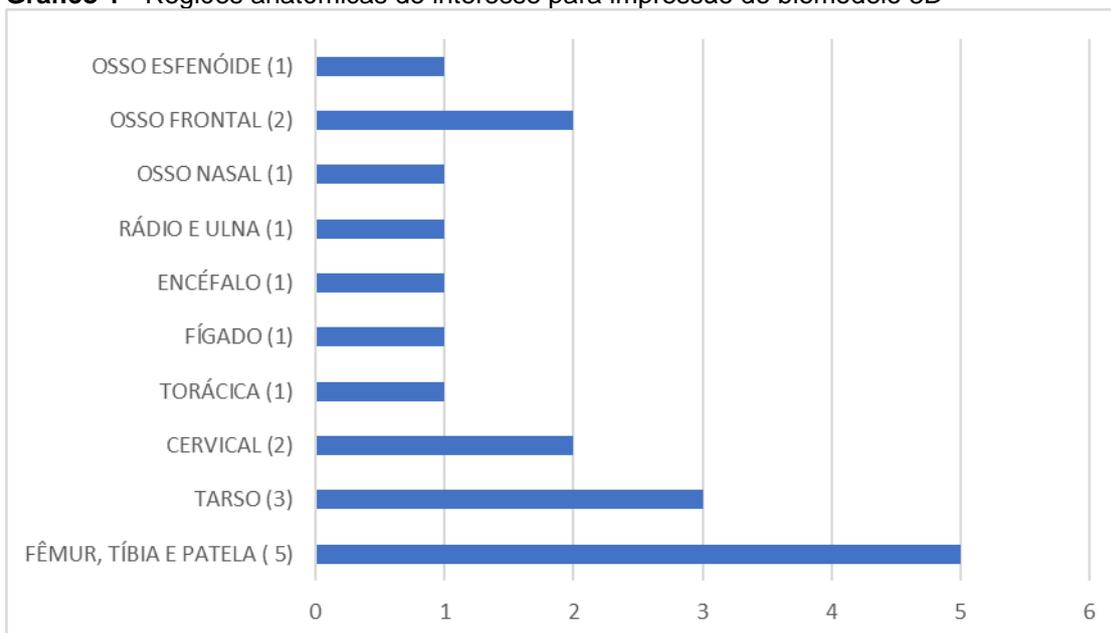
Contudo, entende-se que o membro posterior é o mais acometido nos cães, o que predispõe a maiores cuidados. A impressão 3D de membros de acordo com o **gráfico 1**, mostra essa realidade, que apresentou um número de 8 impressões de membros posteriores, distribuídos em regiões de interesse cirúrgico, como região de joelho (fêmur, tibia e patela), por se tratar de uma complexidade cirúrgica, como apontado no **gráfico 2**.

Gráfico 1 - Quantidade de pedidos de impressão 3D por região anatômica de cães no ano de 2021.



Fonte: Dados obtidos pela pesquisa.

Gráfico 1 - Regiões anatômicas de interesse para impressão do biomodelo 3D



Fonte: Dados obtidos pela pesquisa.

Partindo para o membro anterior, nota-se uma queda nos pedidos de impressão 3D, como relatado no **gráfico 1**. Foi um pedido apenas, quando comparado ao membro posterior, percebe-se uma grande diferença. Isso significa, que o membro com menor massa muscular, menor complexidade de ligamentos e ossos, sofre menos impactos, por esta razão acaba não tendo muita procura por impressão 3D.

Nota-se que outra parte do esqueleto que se destaca, de acordo com o **gráfico 1**, sendo significativa para impressão 3D, é a região de crânio. Foram 4 pedidos de impressão 3D, sendo o osso frontal com maior foco cirúrgico, portanto mais solicitado para, seguido do osso nasal e esfenóide, **gráfico 2**. Mostrando maior relevância com foco no osso frontal, somando dois pedidos de acordo com o **gráfico 1**, o que reflete a anatomia da região frontal, por ser um osso

de maior diâmetro, em comparação ao osso nasal e esfenóide, citado no **gráfico 2**. As regiões de interesse para impressão 3D de crânio são um pouco mais complexas de entendimento, porque os ossos são interligados e não tem como realizar a tomografia apenas de um osso. O médico veterinário especialista, solicita uma atenção maior, no caso da impressão 3D, de acordo com acesso cirúrgico.

Quando se trata de coluna vertebral, identificamos 3 pedidos de impressão, discriminados no **gráfico 1**, seguidos das regiões de interesse como cervical e torácica, **gráfico 2**. A região cervical, por se tratar de uma parte de maior mobilidade e de uma região com mais alterações anatômicas, acaba sofrendo mais traumas.

Os pedidos de impressão 3D, acabam auxiliando os procedimentos, trazendo maior clareza para o cirurgião, pois no meio da coluna vertebral, encontra-se a medula espinhal (sistema nervoso central). Sendo assim, o risco é grande, frente ao acesso cirúrgico. O biomodelo 3D, acaba melhorando o seu acesso cirúrgico. Os pedidos de impressão 3D de órgãos para a veterinária são mais restritos, porque a tomografia, que é a ferramenta que possibilita gerar o arquivo (DICOM) para impressão 3D, não possibilita uma imagem clara de tecidos moles, dificultando a identificação técnica dos órgãos para impressão 3D. O **gráfico 1**, mostra a quantidade de impressões de órgãos, sendo eles, fígado e encéfalo, **gráfico 2**. Só foi possível realizar a impressão, porque o operador da impressão 3D conseguiu identificar o problema com o *software* específico, e depende muito da equipe técnica, por de trás da impressão 3D.

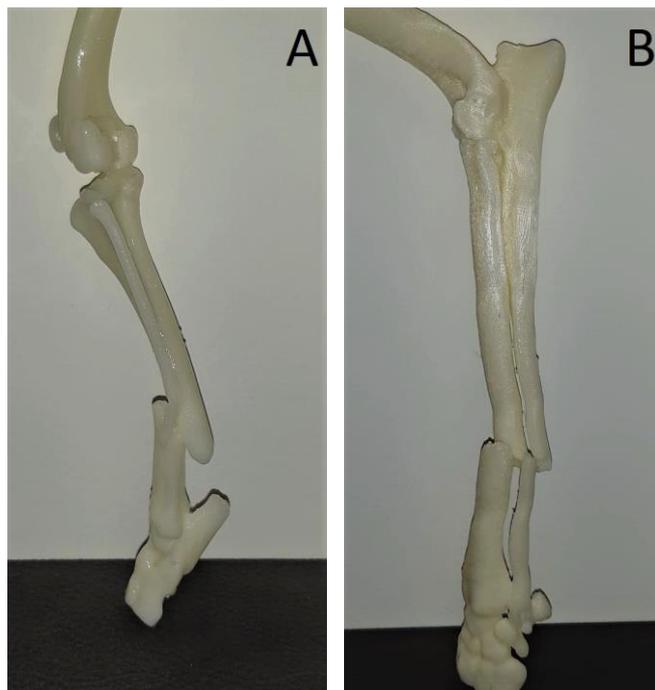
Os protótipos biomédicos apresentam grande potencial nas terapêuticas como alternativa dos tratamentos, porém no Brasil esses protótipos ainda são restritos devido o custo da produção e a pouca disponibilidade de equipamentos no país, mas essas limitações podem ser superadas em um curto período⁸.

Na produção de biomodelos ósseos das espécies canina e equina, o trabalho trouxe resultados positivos para estudos comparativos das espécies de interesse veterinário⁹.

Os modelos tridimensionais são muito importantes no planejamento cirúrgico. O estudo indicou também que a impressão 3D tem papel fundamental no treinamento da equipe, pois possui propriedades físicas e morfológicas, igual às de tecidos biológicos, permitindo à equipe reproduzir cada etapa da cirurgia, reduzindo riscos envolvidos no procedimento¹⁰.



Impressão 3D de encéfalo de cão com tumor. Fonte: Dados obtidos pela pesquisa.



Impressão 3D de fratura tíbia/fíbula (A) e impressão 3D de fratura rádio/ulnar (B). Fonte: Dados obtidos pela pesquisa.

Considerações Finais

Com o aumento da procura de médicos veterinários especializados, para o tratamento de patologias, que são muitas vezes desafiadoras na rotina clínica, o uso da tecnologia 3D, aliada a exames de imagens, vem como um diferencial. Especialmente no planejamento cirúrgico prévio do paciente, principalmente nos casos de alta complexidade, servindo como estudo do diagnóstico dos casos.

A criação dos biomodelos em 3D permitiu reproduzir a cópia fiel da estrutura óssea e de órgãos originais, permitindo que seja visualizada com exatidão a região que necessita de reparo cirúrgico.

Este trabalho, conseguiu cumprir com seu objetivo de auxiliar médicos veterinários cirurgiões no planejamento cirúrgico por meio da confecção de biomodelos impressos com a tecnologia 3D. Embora haja muitas aplicações para os processos de confecção desses biomodelos, os estudos e testes ainda estão muito no início no Brasil. Isso destaca a necessidade de investigarmos mais detalhadamente os processos de produção dos biomodelos, bem como as demandas médicas, em especial na clínica veterinária.

Referências

- 1 - BRITO, Gustavo F.; AGRAWAL, Pankaj; ARAÚJO Edcleide M.; MELO, Tomás J. A. de. Tenacificação do Poli (Ácido Lático) pela Adição do Terpolímero (Etileno/Acrilato de Metila/Metacrilato de Glicidila). **Polímeros**, v.22, n.2, p. 164-169, 2012.
- 2 - GODOY, Anderson. **Qual é a diferença entre ABS e PLA? Escola de Impressão 3D**. 2019. Disponível em: <http://escoladeimpressao3d.com.br/qual-e-a-diferenca-entre-abs-e-pla/>. Acesso em: 17 mar. 2020.
- 3 - SALINAS, Richard. **3D Printing with RepRap Cookbook**. Birmingham: Packt Publishing, 2014. 346 p.
- 4 – BOIANIE, R. M. **Redução pelo método de rush em fraturas salter-harris em fêmur de cães**. Universidade Castelo Branco Instituto Qualittas Clínica Cirúrgica de Pequenos Animais, São Paulo, 2007.

- 5 – DALLABRIDA, A. L. **Osteossíntese femural em cães através de transfixação esquelética interna: proposição de técnica**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2004.
- 6 – POPE, ER. Fixação das fraturas tibiais. In: BOJRAB, M. J. **Técnicas atuais em cirurgia de pequenos animais**. São Paulo: Roca, 2005, p. 678-683.
- 7 – BRIANZA, S. Z.; DELISE, M.; MADDALENA, F.M.; D'AMELIO, P.; BOTTI, P. Cross-sectional geometrical properties of distal radius and ulna in large, medium and toy breed dogs. **Journal of Biomechanics**, v. 39, n. 2, p. 302-311, 2006.
- 8 - MEURER, Maria Inês; MEURER, Eduardo; SILVA, Jorge Vicente Lopes da; BÁRBARA, Ailton Santa; NOBRE, Luiz Felipe; OLIVEIRA, Marília Gerhardt de; SILVA, Daniela Nascimento. Aquisição e manipulação de imagens por tomografia computadorizada da região maxilofacial visando à obtenção de protótipos biomédicos. **Radiologia Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 49-54, fev. 2008.
- 9 – REIS, D. A. L.; GOUVEIA, B. L. R.; ALCÂNTARA, B. M. de; SARAGIOTTO, B. P.; BAUMEL, E. D.; FERREIRA, J. S.; ROSA JÚNIOR, J. C.; OLIVEIRA, F. D. de; SANTOS, P. R. S.; ASSIS NETO, A. C. de. Biomodelos Ósseos Produzidos por Intermédio da Impressão 3D: Uma Alternativa Metodológica no Ensino da Anatomia Veterinária. **Revista de Graduação USP**, São Paulo, v. 2, n. 3, p. 47-53, 2017.
- 10 - VARELA, A. A. S.; SANTOS, D, R.; ARAÚJO, I. M. S.; TRAMONTIN, D. F. T.; COSTA, A. C. C.; BARROS, C. V. O emprego da impressão tridimensional no planejamento cirúrgico. **Pará Research medical Journal**, v. 4, p. 1-6, 2020. Disponível em: <https://prmjournal.org/article/10.4322/prmj.2019.034/pdf/prmjjournal-4-e34.pdf>. Acesso em: 29 maio 2021.