

BIOMODELO TRIDIMENSIONAL PARA AUXÍLIO DE PROCEDIMENTOS CIRÚRGICOS

João Henrique Costa Thomaz – joao.hct@hotmail.com

Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH

Av. Professor Mário Werneck, 1685

30575-180 – Belo Horizonte – Minas Gerais

Tiago Evangelista Gomes – tiagometalurgica@gmail.com

Centro Universitário de Belo Horizonte - UniBH

Bráulio Roberto G. M. Couto – coutobraulio@hotmail.com

Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH

Samara Lopes Barbosa – barbosa.samara@outlook.com

Centro Universitário de Belo Horizonte – UniBH

Yara Silva Gonçalves – yarasilvagonc@hotmail.com

Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627

31270-901 – Belo Horizonte – Minas Gerais

Resumo: *O Objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de biomodelos para área da saúde no qual visa o auxílio em variadas cirurgias. Para isso, foi produzido um protótipo em 3D do conjunto ósseo do pé e tornozelo. O dispositivo consiste em auxiliar para as tomadas de decisões médicas. Tal procedimento permite ao setor de saúde uma melhor visibilidade da estrutura corporal, para o tratamento do paciente. O biomodelo foi construído com a finalidade de reduzir os erros médicos, principalmente em cirurgias, por falta de precisão nas imagens, dificultando a visibilidade total do médico em relação ao caso do paciente. Neste contexto, criou-se um biomodelo, feito em uma impressora 3D, a fim de analisar sua fidedignidade e acessibilidade. Para tanto, primeiramente, a partir de de imagens de Ressonância Magnética (RM), cedidas por um paciente, disponibilizadas em formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), em um arquivo de extensão STL (STereoLithography), esta imagem foi trabalhada por meio do software de código aberto InVesalius (CTI – Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, Campinas Brasil), transformando-as em um sólido. Em seguida, o sólido foi renderizado, para isso, utilizou-se o software de CAD Meshmixer, retirando as sobreposições geradas no processo anterior. Por fim, o sólido gerado nos passos anteriores foi impresso em uma impressora 3D. O protótipo construído pela metodologia descrita no trabalho correspondeu com fidelidade a geometria óssea apresentada nas imagens de ressonância magnética do paciente, portanto, a metodologia se apresenta eficaz para a utilização em procedimentos cirúrgicos, com o objetivo de melhorar a visualização e explicação do procedimento.*

Palavras-chave: *Prototipagem sustentável. Impressão 3D. Procedimentos cirúrgicos.*

1- INTRODUÇÃO

A cada cinco minutos, três brasileiros morrem nos hospitais por falhas evitáveis (IESS, 2017). Neste sentido, no período dos anos de 2000 a 2004, 372 médicos foram processados no Conselho Regional de Medicina do Estado da Bahia (CREMEB). A maioria destas denúncias são relacionadas a procedimentos cirúrgicos de 66% e dentre as especialidades mais frequentes a Cirurgia Geral tem um percentual de 9,4% (Bitencourt et al. 2017).

Complicações cirúrgicas podem ser potencialmente fatores controláveis, que contribuem para o aumento do custo de assistência médica, cuidados e mortalidade de pacientes (Kyle et al. 2000). Segundo IESS (2017), é possível estimar o custo por erros assistenciais hospitalares na saúde suplementar no Brasil em R\$ 15,57 bilhões, sendo que deste, R\$ 10,9 bilhões preveníveis.

Visando a diminuição das complicações em cirurgia, causadas por erros médicos evitáveis, que na sua maioria acarretam gastos excessivos ao sistema de saúde (IESS, 2017), o objetivo deste trabalho é a produção de biomodelos, desenvolvidos a partir do processo de manufatura aditiva FDM (*Fused Deposition Modeling*). Com a finalidade de auxiliar cirurgias no planejamento de seus procedimentos, discutindo o tratamento com seus pacientes, e assim, aumentando o entendimento para treinamento e simulação, além de oferecer maior visibilidade do caso (RENGIER, 2010; GINNATSI, 2009). Na criação destes biomodelos, será utilizado materiais de baixo custo para aumentar sua acessibilidade, além do desenvolvimento e produção destes serem obtidos de forma ágil.

Ademais o projeto visa integrar princípios das ciências exatas e da saúde possibilitando uma abordagem sistemática no processo de análise de imagens médicas por meios de tecnologias comuns à engenharia tal como modelagem e impressão 3D, análise de materiais, etc. É almejado também a aplicação da metodologia em universidades para aprendizado prático da relação entre *softwares* e equipamentos médicos, bem como a qualidade do produto final desenvolvido.

2- METODOLOGIA

Tendo em vista a elaboração de uma prototipagem rápida que atenda ao sistema de saúde, é proposto o desenvolvimento de biomodelos para análises pré-operatórias. O presente estudo de caso consiste em um protótipo do conjunto ósseo do pé e tornozelo. As imagens de Ressonância Magnética (RM) foram cedidas por uma clínica de exames por imagens. Contudo para conversão das imagens do exame de RM disponibilizadas em formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*), em um arquivo de extensão STL (*STereoLithography*), foi utilizado o *software* de código aberto InVesalius (CTI – Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, Campinas Brasil) que possui ferramentas para segmentação das imagens da RM, transformando-as em um sólido tridimensional na região de interesse para cada caso.

Visando a renderização do biomodelo, a fim de se minimizar as imperfeições, utilizou-se o *software* de CAD Meshmixer, onde foi realizada a remoção de sobreposições geradas no processo anterior, reorientação das normais, junção de interseções não ligantes, reparação de arestas. etc

Além disso, para impressão do biomodelo foi utilizado o processo de manufatura aditiva FDM, o qual consiste em fusão do material base e deposição camada sobre camada, desta forma é possível criar qualquer geometria utilizando *softwares* específicos. Por se tratar de um processo de baixo custo, se torna viável introduzi-lo em redes de saúde pública aumentando deste modo a sua acessibilidade.

O modelo estudado foi fabricado na impressora 3D da marca GTMAX, para fabricação de peças é necessário respeitar um ângulo mínimo de 45° com relação a um plano horizontal, para tanto em geometrias complexas o auxílio de suportes de forma a apoiar as partes suspensas é essencial. Essa máquina dispõe de dois cabeçotes de impressão, portanto é permitido trabalhar com dois materiais distintos, logo foi utilizado como material base o ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno) e para os suportes o HIPS (High impact Polystyrene) que se trata de um material solúvel em D'Limoneno, sendo assim viável fazer a remoção dos suportes sem que houvesse a obstrução do modelo.

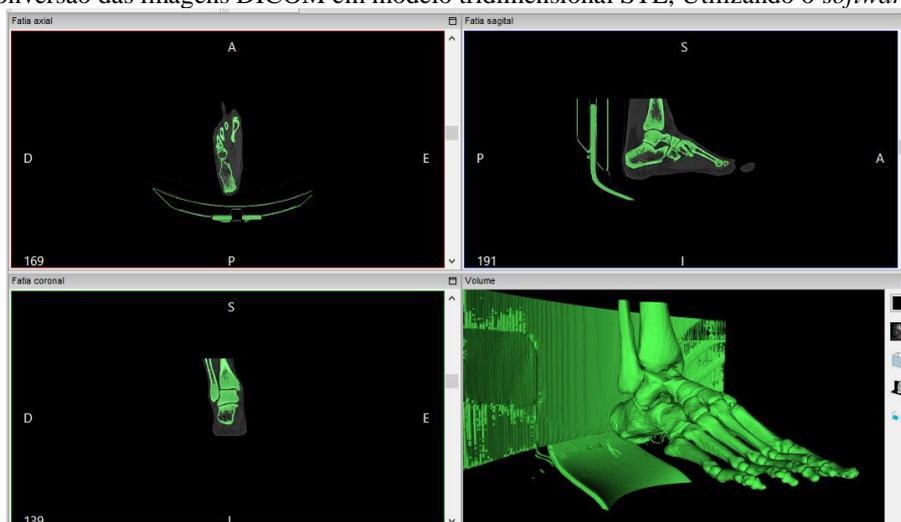
Por conseguinte, o modelo foi enviado ao *software* Simplify3D onde foi configurado os parâmetros necessários para impressão. Utilizou-se um *nozzle* de extrusão de 0,4mm, este é diretamente proporcional a sua precisão, para tanto foi utilizado as seguintes especificações: altura de camada 0,2mm; preenchimento interno 20%; camadas externas 3 *layers*, velocidade 4800 mm/min, temperatura 230°C.

Após finalizada a impressão foi realizado o processo de retirada dos suportes e efetuado o acabamento no protótipo a fim de se refinar o biomodelo. Para tanto foi utilizado o processo de lixamento, manuseando lixas com granulometrias distintas, e a execução de aplicações de acetona de forma a suavizar as linhas geradas pelo processo de impressão.

3- RESULTADOS E DISCUSSÕES

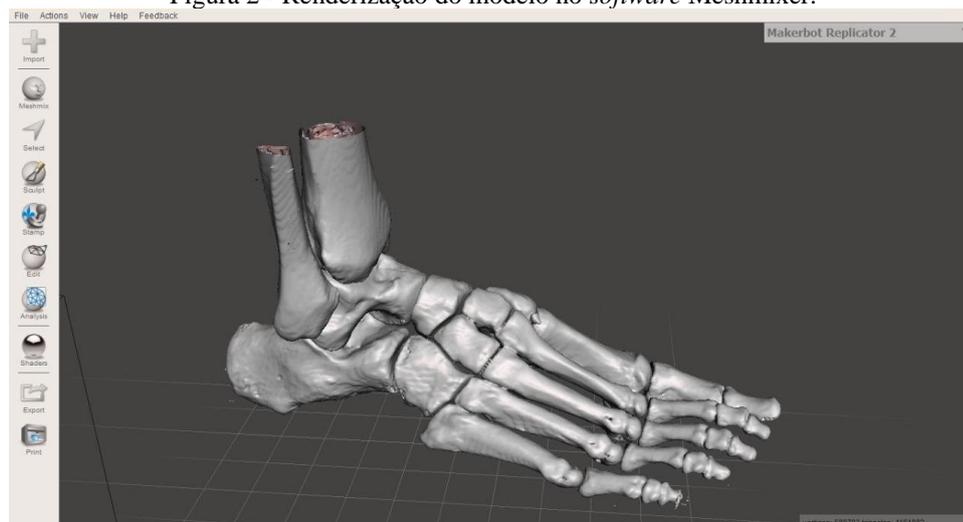
O protótipo proposto apresenta em sua elaboração importantes etapas até se chegar aos resultados que confirmam a sua efetividade para o avanço do setor de saúde, mais especificamente em procedimentos cirúrgicos. A primeira etapa para a realização do protótipo foram as conversões de imagem RM em um modelo tridimensional e íntegro, como observado na Figura 1.

Figura 1 - conversão das imagens DICOM em modelo tridimensional STL, Utilizando o *software* InVersalius.



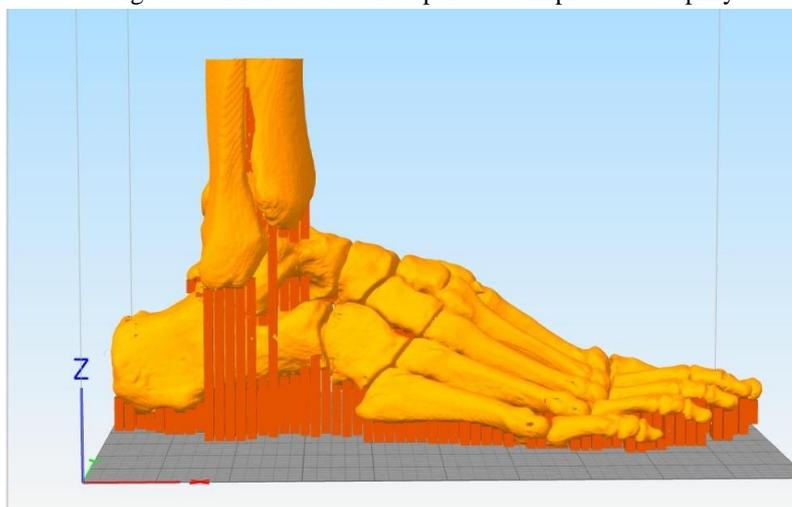
Para eliminar alguns defeitos, produzidos na etapa anterior, quando a imagem apresenta algumas camadas indesejadas, a imagem foi renderizada. Na figura 2 é apresentado o resultado da imagem da figura 1, após o processo de renderização, utilizando o *software* Meshmixer, foi possível concretizar a renderização do modelo de forma a centralizar o foco do estudo, retirando as imperfeições da imagem, percebe-se uma melhor definição e a remoção de determinadas imperfeições já citadas.

Figura 2 - Renderização do modelo no *software* Meshmixer.



Para o processo de produção, por impressão 3D, foi utilizado o *software* de CAM Simplify, responsável por gerar o código G (código CNC) e configurações do processo apresentado na Figura 3. Neste processo é possível determinar o tamanho do biomodelo e fazer ajustes, como a colocação de apoios para uma impressão de melhor qualidade da peça proposta. Na figura 3 observa-se barras verticais de cor mais escura presentes no biomodelo, estas são os apoios que auxiliam na construção das peças, principalmente em regiões mais complexas e que contêm vazios, e que necessitem destes apoios para serem depositadas as camadas durante a impressão.

Figura 3 - Biomodelo com suportes de impressão Simplify.



Para a construção do Biomodelo utilizou-se 223,81g de filamento, com preenchimento interno de 20%. O tempo para o processo de produção totalizou-se em 23 horas e 23 minutos e com custo total de R\$ 16,20.

Na Figura 4 é apresentado o Biomodelo impresso pelo processo FDM. Nota-se que há uma reprodutibilidade fiel do modelo proposto, desde às imagens obtidas pelo exame de imagem feito pelo paciente.

Figura 4 - Protótipo do Biomodelo finalizado.



4- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Contudo se conclui que a prototipagem é uma tecnologia viável para a indústria do segmento da saúde, uma vez que garante parâmetros os quais permitem aos profissionais deste setor maior conhecimento a respeito do estado do paciente, desta forma propiciando a redução de erros médicos causados pela insuficiência de informações.

Vale destacar que a partir do protótipo será possível avaliar e desenvolver novas ferramentas que possam dinamizar o processo de impressão do modelo, evidenciando a necessária convergência entre ciências exatas e da saúde, nesse sentido o projeto é relevante ao expor a metodologia desta tecnologia.

Ademais, fica comprovado a partir dos resultados apresentados, a viabilidade técnica de aplicação do processo em hospitais da rede pública em razão de ser um processo de baixo custo e que não demanda de mão de obra especializada.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao UniBH por todo suporte e o Anima Lab por disponibilizar a estrutura para a realização do projeto e a Clínica SOL/CEU Centro de Diagnóstico Médico por Imagem em Contagem, Brasil, por disponibilizar as imagens de ressonância magnética.

REFERÊNCIAS

Organização:

Realização:

BITENCOURT, A. et al. Análise do Erro Médico em Processos Ético Profissionais: Implicações na Educação Médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Bahia, Brasil, p. 223 - 228, 2017.

Wanzel KR, Jamieson CG, Bohnen JMA. Complications on a general surgery service: incidence and reporting. **Can J Surg** 2000; 43: 113-17, 2000.

COUTO, C. R. et al. **Anuário da Segurança Assistencial Hospitalar no Brasil**. IESS - Instituto de Estudos de Saúde Suplementar. Belo Horizonte, 2017.

Moura, M.L.O.; Mendes, W. Avaliação de eventos adversos cirúrgicos em hospitais do Rio de Janeiro. **Rev Bras Epidemiol**. 2012; 15(3): p. 523-35. 2012.

GIBSON, I; Cheung, L. K; Chow, S. P; et al. **The use of rapid prototyping to assist medical applications**. **Rapid Prototyping Journal**. 2006, 12(1): 53-58.

GINNATISIS, J; Dedoussis, V. **Additive fabrication technologies applied to medicine and health care: a review**. **Int J Adv Manuf Technol**. 2009, 40: 116-127.

RENGIER F; Mehndiratta, A; Giesel, L; et al. **3D printing based on imaging data: a review of medical applications**. **Int J Comput Assist Radiol Surg**. 2010, 5(4): 335-41

THREE-DIMENSIONAL BIOMODEL FOR AID FOR SURGICAL PROCEDURES

Abstract: *The objective of this work was the development of a device for the health area, to aid in various surgeries. For this, we produced a 3D prototype of the bony joint of the foot and ankle. The device consists of assisting them to make medical decisions. This procedure, which allows the health sector a better visibility of the body structure, for the treatment of the patient. The biomodel was constructed with the purpose of reducing the medical errors, mainly in surgeries, for lack of precision in the images, hindering the total visibility of the doctor in relation to the case of the patient. In this context, a biomodel created in a 3D printer was created in order to analyze its reliability and accessibility. To do so, firstly, from a magnetic resonance imaging (MRI), provided by a patient, made available in DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) format, in an STL extension file (STereoLithography), this image was worked by in the open-source software InVesalius (CTI - Renato Archer Information Technology Center, Campinas Brazil), transforming them into a solid one. Then, the solid was rendered, using the Meshmixer CAD software, removing the overlays generated in the previous process. Finally, the solid generated in the previous steps was printed on a 3D printer. The prototype constructed by the methodology described in the present study corresponded with fidelity to the bone geometry presented in the patient's magnetic resonance imaging, therefore, the methodology is effective for use in surgical procedures, aiming to improve the visualization and explanation of the procedure.*

Key-words: *Sustainable prototyping. 3D printing. Surgical procedures.*