



Modelagem tridimensional do coração humano

F S Waltz^{1*}, N Bobko², F Ganacim³, J A P Setti⁴, I M Fontana⁵

^{1,2,3,4,5}Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil

*flaviowaltz@hotmail.com

Background, Motivation and Objective. Modelos tridimensionais (3D) de estruturas anatômicas podem ser utilizados para diversos fins, como contemplação e experimentação de fenômenos fisiológicos, realização de simulações, planejamento cirúrgico e fabricação de próteses [1]. Existem diferentes formas de se obter modelos de estruturas anatômicas tridimensionais, como através da Tomografia Computadorizada (TC) e da Ressonância Magnética (RM), capazes de gerar uma grande quantidade de dados que contém informação tridimensional sobre tecidos moles e duros [2]. Para que estas imagens sejam transformadas em um modelo poligonal tridimensional, é preciso segmentá-las e então exportá-las para um formato que possibilite sua manipulação em determinado *software*. Contudo, a segmentação de órgãos como o coração humano é dificultada por inúmeros fatores, como os ruídos presentes nas imagens médicas, a calibração da escala de cinzas, a variabilidade entre pacientes e o baixo contraste entre os tecidos dos órgãos e daqueles que os cercam [3]. A fim de gerar um modelo 3d do coração humano que representasse da melhor forma possível suas características anatômicas, o órgão foi integralmente modelado no *software* de modelagem poligonal Blender 3D [4], a partir de referências visuais. Foram identificadas as dificuldades deste processo de criação e as possíveis utilidades do recurso gerado.

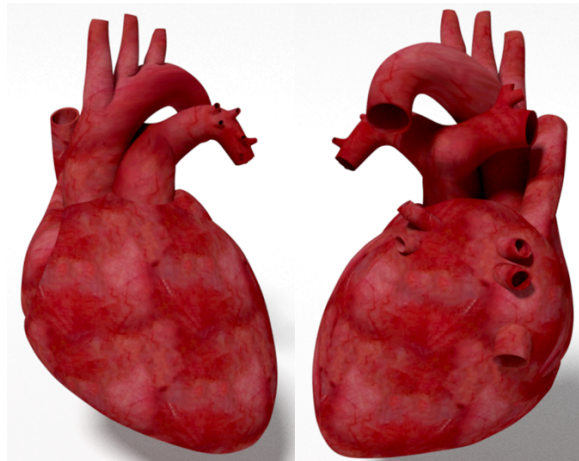
Methods. Para a criação de um novo modelo 3D anatomicamente preciso, são necessárias referências visuais confiáveis do órgão que pretende-se replicar. Portanto, foram utilizadas ilustrações didáticas do coração humano presentes no *Atlas of Human Anatomy*, de Sobotta [5], e imagens do órgão apresentadas no *Color Atlas of Anatomy*, de Rohen e Yokochi [6]. O processo de modelagem iniciou-se com a disposição das referências visuais no *background* do *software*, tanto em sua vista anterior quanto posterior. Este processo garante a proporcionalidade do modelo 3D, bem como o correto posicionamento das estruturas imediatamente conectadas ao coração humano, sendo elas: o tronco pulmonar, as veias cavas inferior e superior, o arco da aorta, as aurículas direita e esquerda e as veias pulmonares esquerdas e direitas. Cada uma destas estruturas foi modelada de forma independente, sendo posteriormente anexadas umas às outras. Iniciou-se, então, o processo de modelagem propriamente dito. Primeiramente, optou-se por modelar os ventrículos direito e esquerdo, que, como as aurículas, são criados a partir da transformação de um cubo, o que gera um bloco único composto por uma quantidade de polígonos que varia de acordo com a complexidade anatômica da estrutura. Áreas como veias e artérias foram modeladas a partir de cilindros, dada a semelhança formal entre estes elementos. Isso faz com que as estruturas sejam compostas por um número menor de polígonos, tornando o arquivo final mais leve, facilitando a execução de processos subsequentes à criação.

Results. O modelo criado pode ser observado no tópico “*Figures*”, presente neste artigo. Apesar de não necessariamente demonstrar certos elementos adjacentes ao coração humano, como determinadas veias e artérias, o modelo criado possui estrutura bastante similar às referências utilizadas. Por se tratar de um modelo gerado à partir de imagens e ilustrações didáticas, é provável que detalhes da anatomia não estejam exatamente precisos. Contudo, acredita-se que seu aspecto geral seja satisfatório, uma vez que permite a visualização tridimensional do volume

do coração. A possibilidade de manipular individualmente cada uma das estruturas que compõem o modelo facilita a visualização e a realização de quaisquer alterações que possam ser necessárias, permitindo o aperfeiçoamento constante do recurso.

Discussion and Conclusions. A modelagem tridimensional de órgãos humanos pode gerar um recurso inicial capaz de auxiliar o desenvolvimento de diferentes projetos. O próprio *software* Blender possui ferramentas de animação e de simulação do comportamento de fluidos ao interagirem com os modelos criados, o que possibilitaria, por exemplo, a representação do fluxo sanguíneo dentro do coração humano, desde que as cavidades internas do órgão fossem modeladas, o que é pretendido pelo autor deste projeto. Atualmente, estes modelos podem ser utilizados, inclusive, em associação às tecnologias de Fabrico Aditivo (FA), popularmente chamada de impressão 3D [7], gerando novas possibilidades de aplicação para a área médica. Além disso, pretende-se analisar como o recurso gerado pode auxiliar o processo de segmentação do coração em imagens médicas, e como ele é capaz de interagir com as imagens obtidas após a segmentação, comparando ambos os recursos e dando a eles novas utilidades.

Figures. Vistas anterior e posterior do modelo 3D do coração humano criado no *software* Blender.



Keywords. Modelagem 3D; Coração humano; Recurso médico; Blender 3D.

References. [1] Maurel, Walter. 3D Modeling of the human upper limb including the biomechanics of joints, muscles and soft tissues. Thèse no 1906. École polytechnique fédérale de lausanne – 1998. [2] Karatas, Orhan H; Toy, Ebubekir. Three-Dimensional Imaging Techniques: A Literature Review. *European Journal of Dentistry* 8.1 (2014): 132–140. [3] Peters J. et al. Automatic Whole Heart Segmentation in Static Magnetic Resonance Image Volumes. In: Ayache N., Ourselin S., Maeder A. (eds) *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention – MICCAI 2007*. [4] Camilo, A. A., et al. "InVesalius: medical image edition." 1st International Conference on Design and Processes for Medical Devices. 2012. [5] Rohen, J.W.; Yokochi, C.; Lütjen-Drecoll, E. *Color Atlas of Anatomy - A photographic study of the human body. Seventh Edition*, by Schattauer GmbH. 2011. [6] Sobotta, Johannes. *Atlas de anatomia humana: órgãos internos. Volume 2*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. [7] Duearte, Teresa; Neto, Rui J; Alves, Jorge Lino; Machado, Margarida. *Impressão 3D na área médica: desafios e oportunidades*. INEGI, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2015.