

Metodologia de Separação de Granuloma em Planejamento Cirúrgico Bucomaxilofacial: Estudo de Caso

Marina Soler Donaire (CTI), Marcelo F. Oliveira (CTI), Denize Vilela Novais (CTI), Marcília Valéria Guimarães (CTI)

{msdonaire, mfolivei, dnovais, mvguimaraes}@cti.gov.br

Laboratório Aberto de Impressão 3D– LAPRINT

CTI Renato Archer – Campinas/SP

Abstract. *This article aims to demonstrate a methodology for separating a granuloma for 3D printing of a biomodel with both the patient's anatomy and the specific granuloma. This will be used in surgical planning for the granuloma's resection. The process involves the use of 3D modeling and surface manipulation software adapted for medical image use, in order to create a model with identical patient anatomy. Starting from the 3D surface extracted from the medical scan, the granuloma in the middle third of the face is separated. After all image processing steps using software such as InVesalius 3.1, the final product is the printed model. Through this, it can be affirmed that InVesalius is highly effective and provides qualitative results for transforming tomographic images into biomodels useful for planning purposes.*

Resumo. *Este artigo apresenta uma metodologia de separação de granuloma para impressão 3D de um biomodelo com a anatomia do paciente e do granuloma. Este biomodelo será usado em planejamento cirúrgico para a ressecção do granuloma. Para isso, a metodologia é composta pela utilização de softwares de modelagem e manipulação de superfícies 3D adaptados para o uso de imagens médicas a fim de produzir um modelo com a anatomia idêntica à do paciente. Assim, a partir da superfície 3D retirada do exame tratar a mesma para a separação do granuloma presente no terço médio da face. Após todos os tratamentos de imagens com softwares como InVesalius 3.1, a impressão é o produto final e com ela pode-se constatar que o InVesalius é muito eficaz e apresenta resultados qualitativos para a transformação de imagens tomográficas em biomodelos úteis para planejamento.*

Palavras-chave: Biomodelo 3D , Segmentação Virtual ,Granuloma, InVesalius 3.1, Impressão 3D.

1. Introdução

Granuloma é uma resposta inflamatória caracterizada pela formação de um agregado de células inflamatórias chamadas de granulócitos, células gigantes multinucleadas e tecido de granulação. Essa condição é geralmente desencadeada pela presença de substâncias estranhas, como microrganismos, corpos estranhos ou células danificadas, que o organismo não consegue eliminar completamente, por esse motivo é uma tentativa de conter e isolar a fonte do estímulo irritante (Williams, (2019)).

O granuloma central de células gigantes é uma lesão benigna intraóssea que possui um crescimento lento e tem sua preferência pelo sexo feminino e pessoas que tem menos de 30 anos, sendo muito comum na região mandibular, causando deslocamento dentário, reabsorção radicular e expansão e destruição das corticais ósseas, dessa forma tendo como opções de tratamentos ressecção, curetagem aplicações de corticoides ou uma combinação dessas técnicas (Alves, Rodrigues, (2021)).

O planejamento cirúrgico para cirurgias de ressecção está cada vez mais minucioso por conta da grande busca por novos mecanismos e técnicas para melhorar o prognóstico dos pacientes, integrando a biologia com engenharia na busca de possibilidades inovadoras para ajudar na mesa operatória (Lacerda, (2018)).

Alguns dos softwares livres mais utilizados na área de planejamento cirúrgico são o Invesalius 3.1 e o FreeCAD 0.11, o fato de serem livres de mensalidades e taxas torna a técnica mais barata, tornando o processo mais viável para aplicações em diferentes planejamentos e abrangendo o acesso em tratamentos diversos dentro da medicina (Da Silva, (2014)).

O InVesalius 3.1 é um *software* de segmentação tridimensional desenvolvido pelo Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI) e tem como propósito a manipulação de imagens médicas para diferentes requisitos que variam de acordo com cada caso (Camilo, (2012)). Dessa forma, utilizando o programa é possível a partir da tomografia do paciente, criar uma superfície 3D que pode ser manipulada e transferida para outros meios de manipulação de imagem 3D, para assim o biomodelo ser impresso.

Nesse contexto, o objetivo deste artigo é utilizar o software Invesalius, desenvolvido pelo CTI, e suas diferentes ferramentas como os “contrastes” e o “pincel manual” para a separação virtual de um granuloma presente em caso enviado ao Promed/CTI-Renato Archer por cirurgião da região buco-maxilofacial. Após isso, o biomodelo 3D gerado será impresso e enviado ao médico responsável para planejamento cirúrgico de ressecção do tumor.

2. Método

Para a realização da separação do granuloma do restante dos tecidos da face, foi utilizado o *software* desenvolvido pelo CTI chamado InVesalius 3.1 que tem ferramentas que tornam essa separação possível. Por conta da composição do granuloma não foi possível utilizar os contrastes comuns para tecidos prontos que estão anexados no *software*, dessa forma, foi necessário o uso de diferentes contrastes para a separação do mesmo. O resultado obtido ao gerar a superfície 3D sem o uso de contrastes específicos é mostrado na Figura 01.

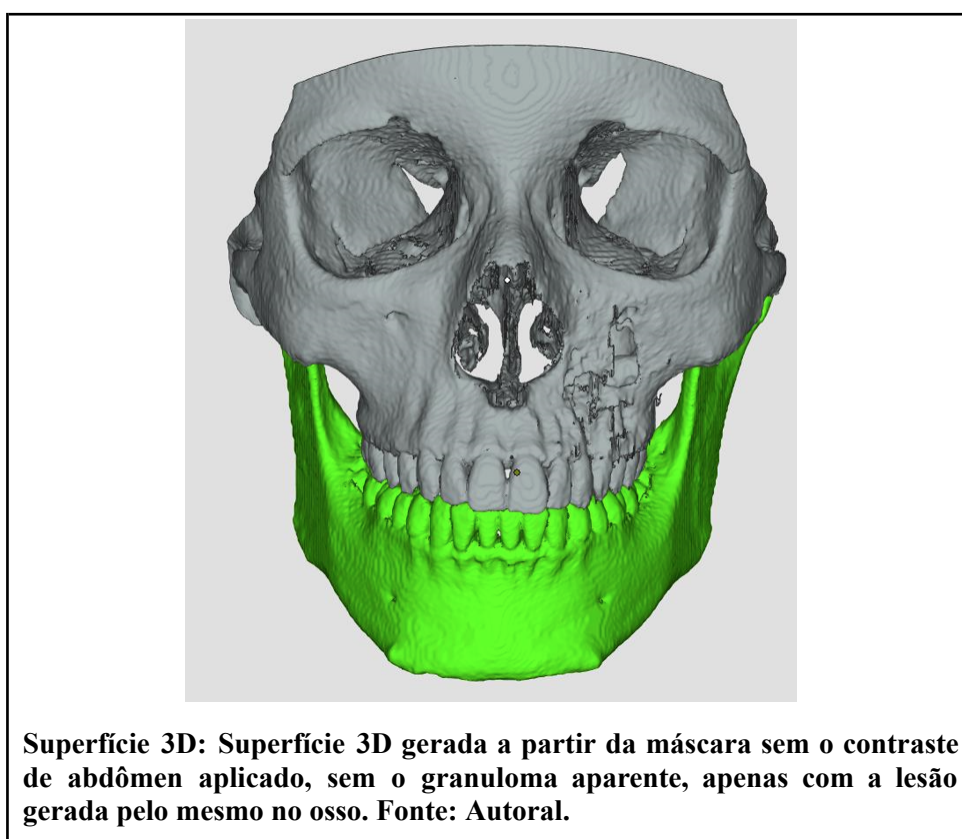


Figura 01- Superfície 3D gerada com contrastes comuns no processo.

Optou-se inicialmente pela vista axial para facilitar a separação do granuloma. A Figura 2 destaca a tela do InVesalius com essa visualização. O uso do contraste de tecido abdominal facilitou a identificação do granuloma pois, é o contraste que mais se aproxima da composição do tecido do granuloma. Após ajustar brilho e contraste, a função "limpar máscara" foi empregada para apagar os contrastes iniciais, utilizando os botões CTRL+SHIFT+A.

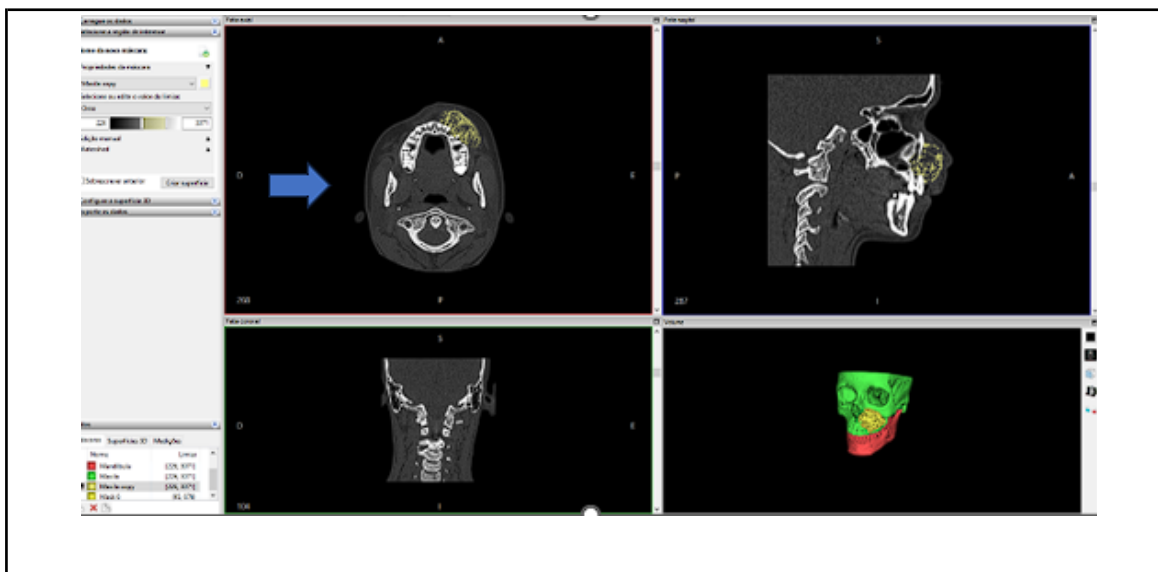


Figura 2- Vistas do Invesalius, com destaque para a vista axial, indicada pela seta, escolhida para a melhor visualização do granuloma. Fonte: Autoral.

Após a limpeza da máscara, utilizou-se a ferramenta "pincel manual" com a opção "limiar" configurada entre 95 a 676. Essa configuração permitiu destacar apenas o tecido do Granuloma, exigindo um trabalho manual de percorrer fatia por fatia para pintar a região, evidenciando as bordas devido ao contraste utilizado como é possível observar na Figura 03.

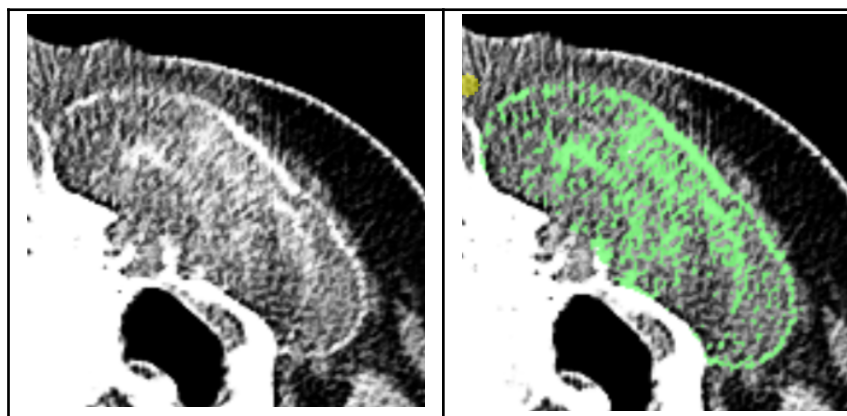
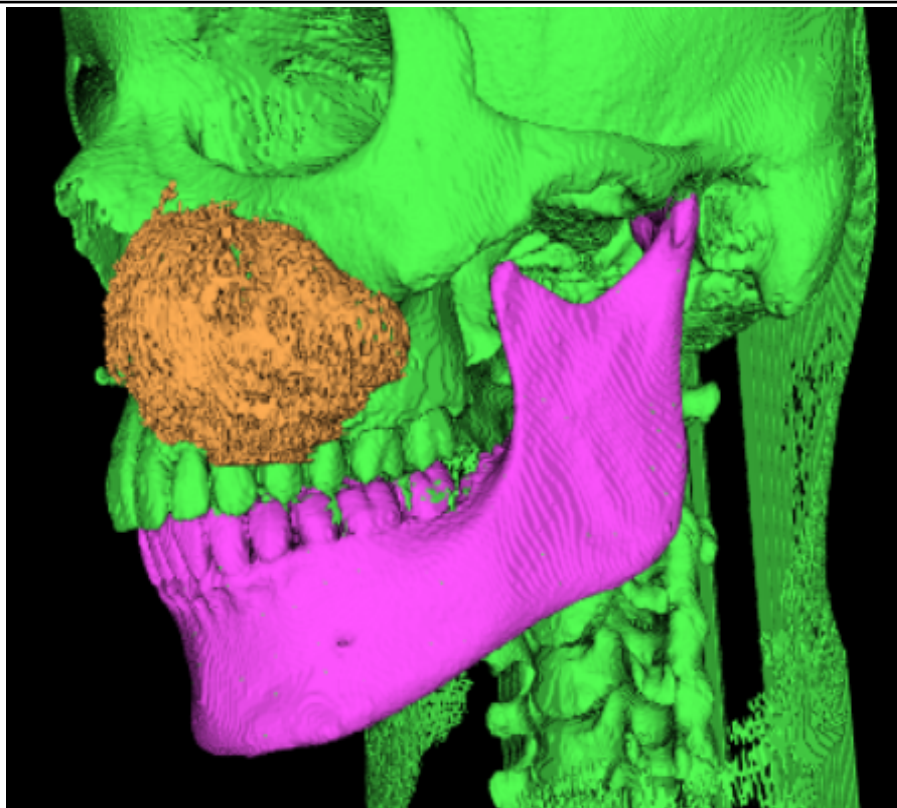
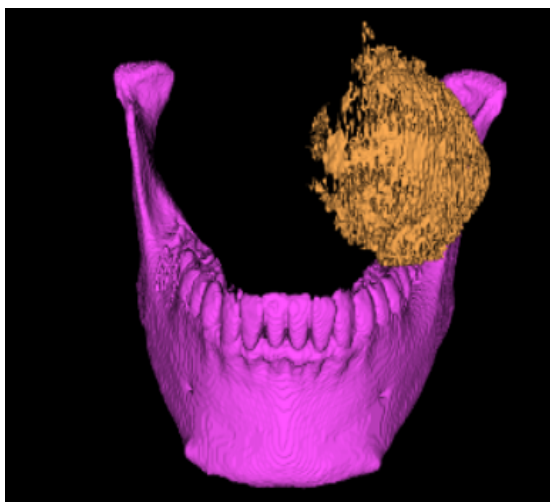


Figura 3 - À esquerda, imagem do granuloma com contraste, porém não selecionado pelo limiar e à direita, imagem do granuloma com contraste e selecionado pelo limiar. Fonte: Autoral.

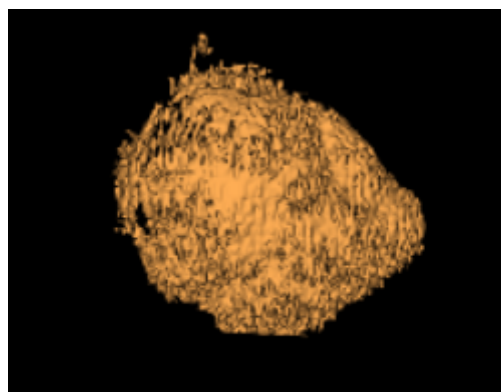
Após segmentar todas as fatias do granuloma, a mandíbula foi separada do crânio pela articulação do côndilo e pelos dentes. A Figura 04 mostra o resultado obtido com a segmentação realizada com o contraste de abdomen.



(A) Biomodelo: granuloma na cor amarela, mandíbula na cor rosa e região do terço médio da face e do crânio pela cor verde.



(B) Mandíbula e granuloma.

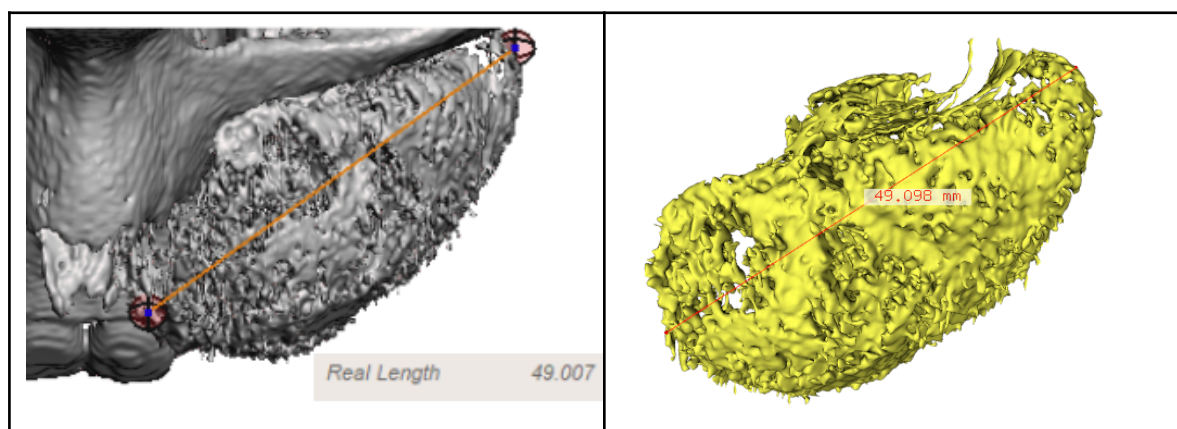
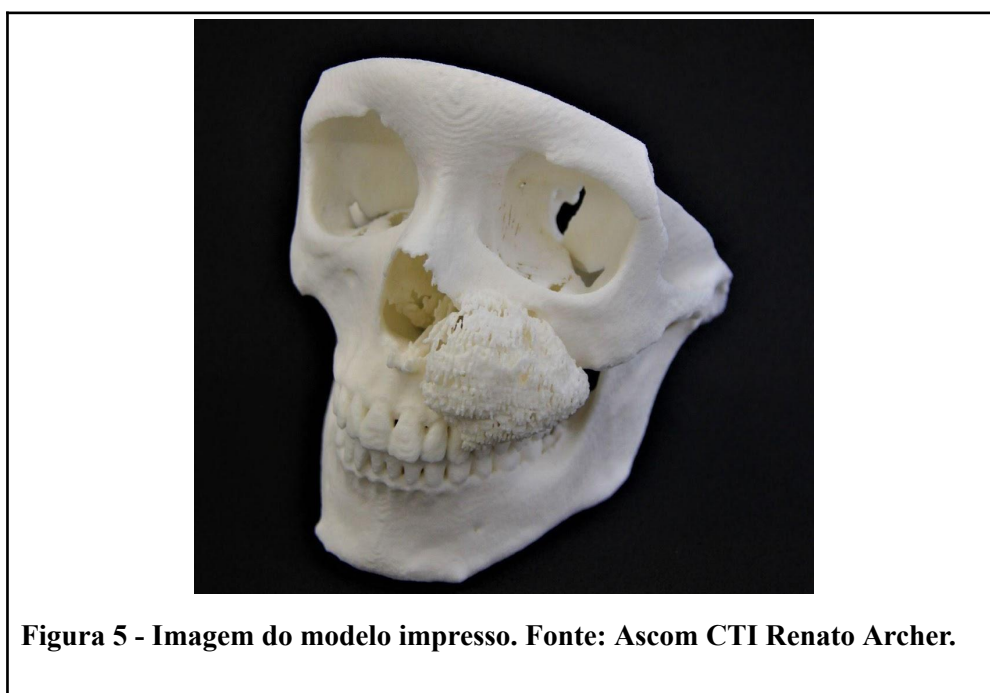


(C) Granuloma separado.

Figura 4: Imagem da maxila, mandíbula e granuloma. Fonte: Autoral.

3. Resultados e Discussões

O objetivo do trabalho foi apresentar metodologia para separação virtual de granuloma usando o software Invesalius que é um software livre e a geração do biomodelo para impressão 3D . Como resultado do método aplicado foi obtido o arquivo tridimensional no software InVesalius e após edições em softwares de modelagem 3D para preparar o biomodelo foram obtidas as peças impressas em Poliamida 12 usando tecnologia de impressão seletiva a laser (SLS), processo também realizado no CTI Renato Archer. A Figura 5 mostra as peças que foram utilizadas diretamente no processo de planejamento da cirurgia, no caso o crânio, juntamente com o granuloma acoplado e a mandíbula separada.



Para comprovar que o processo foi bem sucedido, satisfatório e eficaz em seus resultados, foram feitas as medições do granuloma impresso, que está retratado na cor cinza na Figura 6, e do granuloma original, retratado em amarelo também na Figura 6. Foram obtidos os valores 49.007 mm de tamanho do granuloma no impresso e no original 49.098 no granuloma original, tendo assim uma diferença de 0.091 mm, contendo uma margem de erro de aproximadamente 0.185%.

4. Conclusão

Logo, realizadas todas as partes desta pesquisa e concluído o objetivo estabelecido de viabilizar o processo em um software livre, pode-se dizer que o método de separação do granuloma é eficaz e produziu resultados satisfatórios, uma vez que entregou um modelo condizente e pareado com a realidade interna do granuloma, visualizado no exame, para assim realizar o planejamento da cirurgia satisfatoriamente. O processo de obtenção dos valores para o diferente tecido presente neste granuloma demonstrou uma carência nos parâmetros padrões presentes no software InVesalius 3.1, carência essa de uma gama maior de contrastes e limiares para segmentação tomográfica. Como trabalho futuro podem ser gerados protocolos para a inserção de novos contrastes padrões e novas sugestões de limiares. Tornando o processo do mapeamento dos usuários mais padronizado e automatizado, e dessa forma alcançando mais precisão neste processo.

5. Agradecimentos

Agradeço à minha orientadora Marcília Valéria Guimarães pela imensa ajuda com minha pesquisa, pela paciência inabalável e sua competência no que faz neste período de grandes descobertas que estão contribuindo para a minha formação profissional e pessoal, é uma pessoa que tem minha admiração. Agradeço também ao meu coorientador Marcelo F. Oliveira pelas oportunidades de trabalho e discussões, mostrando-se sempre solícito e compreensivo. Tenho a agradecer à Denise Vilela Novais e ao Leonardo M. R. Machado, que mesmo não sendo meus orientadores ou coorientadores exerceram um papel muito importante na minha pesquisa e sempre estiveram disponíveis para me auxiliar em momentos cruciais que garantiram bons resultados em minha pesquisa. Devo agradecer especialmente ao Paulo Henrique Amorim pela ajuda com os contrastes e limiares do software InVesalius, que foi crucial para o produto final desta pesquisa, e ao restante da equipe pelos auxílios na pesquisa e troca de experiências. Sou grata ao CNPQ e ao CTI pela oportunidade da bolsa de IC e a infraestrutura disponível da unidade CTI Renato Archer.

6. Referências

1. ALVES Milhorim, Jéssica; RODRIGUES, Stephani de Oliveira. Granuloma Central de Células Gigantes Revisão de Literatura. 2021.
2. CAMILO, A. A. et al. InVesalius: Medical image edition. In: 1st International Conference on Design and Processes for Medical Devices. 2012. p. 279-282.
3. CORRÊA, Ana Paula Simões; BRUST, Adriano Wilber Azevedo; JESUS, Giorge Pessoa de. Prototipagem rápida: um método auxiliar no tratamento de ameloblastoma–relato de caso. Rev Odontol UNESP, v. 39, n. 4, p. 247-54, 2010.
4. DA SILVA, Francisco; GAMARRA-ROSADO, Victor Gamarra. Biomodelagem virtual para diagnóstico e planejamento cirúrgico usando softwares livres. Informática na educação: teoria & prática, v. 17, n. 1, 2014.
5. KUMAR, V.; ABBAS, A.; FAUSTO, N. Robbins e Cotran – Patologia –. Bases Patológicas das Doenças. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010;.
6. LACERDA, Izabela Daylê Rodrigues et al. O uso de protótipos na cirurgia bucomaxilofacial: impressão 3D de uma mandíbula para o planejamento de ressecção mandibular. 2018.
7. SANTA BÁRBARA, Ailton. Processamento de imagens médicas tomográficas para modelagem virtual e física–o software InVesalius. Ailton Santa Bárbara. Tese de Doutorado, Unicamp, Campinas-SP, 2006.
8. TEIXEIRA, Livia Helena M.; GUIMARÃES, Marcília V.; NORITOMI, Pedro Y. Estudos sobre a aplicação de imagens médicas tridimensionais na área da saúde.
9. VALENTE, Luciano. O software para cirurgias InVesalius, desenvolvido por centro de pesquisa, é liberado para uso público. Ciência e Cultura, v. 60, n. 1, p. 8-9, 2008.
10. WILLIAMS O, Fátima S. Granuloma. 2022 Sep 19. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan–. PMID: 32119473.