

UNIVERSIDADE SANTO AMARO

Curso de Fisioterapia

Anabelle Mello de Andrade

**MODELOS DIGITAIS PERSONALIZADOS DE PLACAS DE
CRESCIMENTO ÓSSEO: NOVAS PERSPECTIVAS PARA
DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO TERAPÊUTICO A PARTIR DA
RECONSTRUÇÃO 3D DE IMAGENS MÉDICAS E TECNOLOGIA
AUTOESTEREOSCÓPICA**

São Paulo

2025

Anabelle Mello de Andrade

**MODELOS DIGITAIS PERSONALIZADOS DE PLACAS DE
CRESCIMENTO ÓSSEO: NOVAS PERSPECTIVAS PARA
DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO TERAPÊUTICO A PARTIR DA
RECONSTRUÇÃO 3D DE IMAGENS MÉDICAS E TECNOLOGIA
AUTOESTEREOSCÓPICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Fisioterapia da Universidade Santo Amaro - UNISA, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientador

Prof. Dr. Thiago Domingues Stocco

São Paulo

2025

A565m

Andrade, Anabelle Mello de

Modelos digitais personalizados de placas de crescimento ósseo: novas perspectivas para diagnóstico e planejamento terapêutico a partir da reconstrução 3D de imagens médicas e tecnologia auto estereoscópica / Anabelle Mello de Andrade. - São Paulo, 2025.

24 p. : il; color.

Monografia (Graduação em Fisioterapia) – Universidade Santo Amaro, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Domingues Stocco.

Bibliografia incluída

1. Placa de crescimento. 2. Anatomia. 3. Modelagem paciente-específica. I. Stocco, Thiago Domingues. II. Universidade Santo Amaro. III. Título.

CDD 615.82

Anabelle Mello de Andrade

**MODELOS DIGITAIS PERSONALIZADOS DE PLACAS DE
CRESCIMENTO ÓSSEO: NOVAS PERSPECTIVAS PARA
DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO TERAPÊUTICO A PARTIR
DA RECONSTRUÇÃO 3D DE IMAGENS MÉDICAS E
TECNOLOGIA AUTOESTEREOSCÓPICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso da Fisioterapia da Universidade Santo Amaro – UNISA, Como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Domingues Stocco

São Paulo, 02 de dezembro de 2025

Banca Examinadora



Prof. Dr. Thiago Domingues Stocco (orientador)

Conceito Final: **10,0**

RESUMO

Lesões na placa de crescimento de ossos imaturos podem interromper o crescimento ósseo normal e causar deformidades permanentes. A alta incidência dessas lesões e a dificuldade em sua visualização tornam a criação de modelos digitais 3D uma ferramenta valiosa para diagnóstico e planejamento terapêutico. Este projeto visa criar um modelo digital 3D personalizado das placas de crescimento de ossos imaturos a partir de imagens de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) e processá-los para visualização em tela multi-autoestereoscópica. Essa tecnologia permite visualização 3D com percepção de profundidade sem óculos especiais, proporcionando maior conforto e realismo. A utilização dessa tecnologia na área médica pode auxiliar na compreensão de estruturas anatômicas complexas, planejamento terapêutico e educação médica. Para criar o modelo digital 3D, serão obtidos conjuntos de dados DICOM de RMN das placas de crescimento em bancos de imagens médicas anônimas e públicas. A segmentação será realizada com o software InVesalius, seguida pelo processamento no software Fusion 360. A criação das imagens para visualização em tela multi-autoestereoscópica seguirá uma metodologia que inclui a obtenção de imagens bidimensionais de uma rotação de 360 graus, processadas em matrizes 3x3 e transformadas em um vídeo de rotação de pontos de vista. A visualização do modelo 3D será realizada na tela multi-autoestereoscópica da Lumina3D, utilizando o software 3D Movie Center. Espera-se que essa metodologia ofereça uma nova forma de visualizar as placas de crescimento, auxiliando na compreensão anatômica e patológica, no diagnóstico e no planejamento terapêutico, além de proporcionar uma experiência de visualização aprimorada e imersiva em relação a outras tecnologias.

Palavras-chave: Placa de crescimento; anatomia; modelagem paciente-específica

ABSTRACT

Injuries to the growth plates of immature bones can disrupt normal bone growth and cause permanent deformities. The high incidence of these injuries and the difficulty in visualizing them make the creation of 3D digital models a valuable tool for diagnosis and treatment planning. This project aims to create a customized 3D digital model of the growth plates of immature bones from Nuclear Magnetic Resonance (NMR) images and process them for viewing on a multi-autostereoscopic screen. This technology allows 3D viewing with depth perception without special glasses, providing greater comfort and realism. The use of this technology in the medical field can aid in the understanding of complex anatomical structures, treatment planning, and medical education. To create the 3D digital model, DICOM MRI data sets of the growth plates will be obtained from anonymous and public medical image banks. Segmentation will be performed using InVesalius software, followed by processing in Fusion 360 software. Image creation for viewing on a multi-autostereoscopic display will follow a methodology that includes obtaining two-dimensional images from a 360-degree rotation, processing them into 3x3 matrices, and transforming them into a video of the viewpoint rotation. The 3D model will be viewed on the Lumina3D multi-autostereoscopic display using 3D Movie Center software. This methodology is expected to offer a new way to visualize growth plates, aiding in anatomical and pathological understanding, diagnosis, and treatment planning, in addition to providing an enhanced and immersive viewing experience compared to other technologies.

Keywords: Growth plate; anatomy; patient-specific modeling.

LISTA DE ABREVIACOES

RNM	Ressonância Magnética Nuclear
3D	Tridimensional
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
PACS	Picture Archiving and Communication System
STL	Standard Tessellation Language

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Lesão na placa de crescimento com consequente formação de barra óssea e crescimento anormal do osso.....	11
Figura 2 - Exemplo de utilização do Software InVesalius para reconstrução 3D de imagens médicas obtidas a partir de RMN.....	15
Figura 3 - Processamento do modelo 3D para tela multi-autoestereoscópica.....	15
Figura 4 - Setup de visualização com a tela multi-autoestereoscópica ligada a um computador.....	16
Figura 5 – Imagens dos modelos digitais 3D da placa de crescimento rotacionados	17
Figura 6 – Exemplo de duas matrizes de imagem.....	18
Figura 7 – Visualização tridimensional do modelo digital 3D da placa de crescimento em uma tela multi-autoestereoscópica.....	19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo geral.....	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3 METODOLOGIA.....	14
3.1 Obtenção de imagens médicas de RMN do tibia de ossos imaturos.....	14
3.2 Segmentação e reconstrução do modelo digital 3D da placa de crescimento.....	14
3.3 Processamento do modelo 3D para tela multi-autoestereoscópica.....	15
3.4 Visualização do modelo digital 3D da placa de crescimento na tela multi- autoestereoscópica.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
5 CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS.....	21
APÊNDICE A - Região da placa de crescimento da tibia segmentada no software InVesalius.....	23
APÊNDICE B – Visualização do modelo tridimensional em tela multi- autoestereoscópica.....	23

1 INTRODUÇÃO

As placas de crescimento, ou fise, constituem estruturas cartilaginosas fundamentais para o crescimento longitudinal dos ossos longos em crianças e adolescentes. Situadas nas extremidades ósseas, essas placas atuam como centros de ossificação endocondral, facilitando a alongação óssea através de um processo altamente coordenado de proliferação, hipertrofia e mineralização celular ^{1,2}. Morfologicamente, as placas de crescimento são organizadas em colunas longitudinais de condrócitos, que se diferenciam em várias zonas específicas: a zona de repouso, rica em células quiescentes que funcionam como um reservatório de células-tronco; a zona proliferativa, onde os condrócitos se dividem e se organizam em colunas, contribuindo significativamente para o crescimento longitudinal; e a zona hipertrófica, onde os condrócitos aumentam de tamanho, iniciam a mineralização da matriz extracelular e passam por apoptose, permitindo a invasão de vasos sanguíneos e células osteoprogenitoras para a formação de tecido ósseo ^{3,4}.

Infelizmente, as lesões nas placas de crescimento são comuns na população pediátrica, representando aproximadamente 15-30% de todas as lesões esqueléticas nessa faixa etária (**Figura 1**). Tais lesões podem resultar em disfunções no crescimento ósseo, levando a deformidades como discrepância de membros e curvaturas ósseas anormais ^{5,6}. Estima-se que cerca de 30% dessas lesões resultem em problemas ortopédicos duradouros, especialmente em crianças ativas e jovens atletas, devido à pressão física constante sobre essas estruturas delicadas ^{6,7}.

Figura 1 - Lesão na placa de crescimento com consequente formação de barra óssea e crescimento anormal do osso.



Fonte: Adaptado de Yu *et al.* ⁸.

A visualização precisa das placas de crescimento é desafiadora devido à sua complexa morfologia e localização intraóssea, exigindo técnicas avançadas de imagem. A ressonância magnética nuclear (RMN) é considerada o padrão ouro para a avaliação dessas estruturas, oferecendo imagens detalhadas sem exposição à radiação ionizante ⁹. No entanto, a interpretação das imagens de RMN pode ser complexa, especialmente em casos de lesões multifacetadas ¹⁰.

Assim, tecnologias emergentes podem proporcionar soluções inovadoras para o estudo anatômico, diagnóstico e planejamento terapêutico das lesões nas placas de crescimento. A geração de modelos digitais tridimensionais (3D) dessas estruturas a partir de imagens de RMN representa uma alternativa promissora, proporcionando uma visualização mais completa e detalhada das placas de crescimento. Essa abordagem permite que os profissionais de saúde planejem intervenções com maior precisão, minimizando riscos e melhorando os resultados clínicos ^{11,12}.

A visualização dos modelos digitais 3D em telas convencionais, entretanto, pode ser limitada devido à restrita percepção de profundidade. Nesse contexto, a utilização de telas multi-autoestereoscópicas emerge como uma solução ainda mais avançada. Estas telas simulam a profundidade das imagens, permitindo que os observadores vejam as imagens como se estivessem em um ambiente tridimensional ^{13,14}. Dessa forma, a aplicação desta tecnologia na visualização de modelos 3D das

placas de crescimento pode aprimorar significativamente a compreensão anatômica e a identificação de lesões.

Adicionalmente, a tela multi-autoestereoscópica pode reduzir o tempo necessário para intervenções e aumentar a precisão dos procedimentos. A capacidade de visualizar tridimensionalmente as placas de crescimento possibilita um planejamento cirúrgico mais detalhado e seguro, resultando em uma recuperação mais eficiente e eficaz para o paciente ^{13,14}.

Portanto, a hipótese deste estudo é que é possível desenvolver modelos digitais 3D personalizados das placas de crescimento, e visualizar em tela multi-autoestereoscópica; uma abordagem que pode constituir uma ferramenta poderosa e eficaz para o estudo anatômico, diagnóstico e planejamento terapêutico de lesões nestas estruturas. A integração dessas tecnologias pode oferecer novas perspectivas para a visualização de estruturas ósseas em desenvolvimento, melhorando significativamente a precisão e a segurança das intervenções médicas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste projeto de pesquisa é desenvolver modelos digitais 3D da placa de crescimento a partir de imagens médicas de RMN e processá-los para que sejam visualizados em uma tela multi-autoestereoscópica para estudo da estrutura e planejamento cirúrgico de lesões.

2.2 Objetivos específicos

- Criar um modelo digital 3D da placa de crescimento proximal da tíbia humana a partir de imagens de RMN;
- Processar e ajustar o modelo digital 3D da placa de crescimento para utilização em tela multi-autoestereoscópica;
- Visualizar o modelo digital 3D da placa de crescimento em uma tela multi-autoestereoscópica.

3 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa experimental analítica, caracterizada como um estudo de validação tecnológica/metodológica.

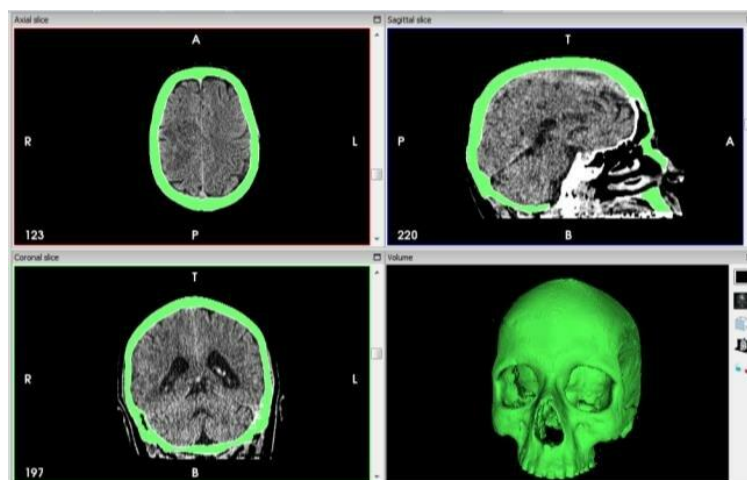
3.1 Obtenção de imagens médicas de RMN da tíbia de ossos imaturos

Conjuntos de dados de *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) obtidos a partir de RMN da tíbia de ossos imaturos foram adquiridos a partir de buscas em banco de imagens médicas anônimas de domínio público, tais como *MedPix*, *The Visible Human Project*, *Health Education Assets Library (HEAL) Collection*, *Lane Medical Library's Bio-Image Search (Stanford Medicine)* e *Open-i*. Foram priorizadas as imagens de RMN do tipo volumétricas, que possuem mais detalhes da região a ser analisada.

3.2 Segmentação e reconstrução do modelo digital 3D da placa de crescimento

Para criar um modelo digital 3D da placa de crescimento, os conjuntos de dados de DICOM obtidos a partir de RMN da tíbia de um osso imaturo foram processados utilizando o software InVesalius (CTI Renato Archer) (**Figura 2**), uma ferramenta de software livre e de código aberto que permite a visualização, análise e reconstrução 3D de imagens médicas a partir de arquivos DICOM. A segmentação automática de limiar e ajustes manuais foram realizadas para gerar um modelo 3D da placa de crescimento da tíbia, que foi então exportado como um arquivo de formato STL. Posteriormente, o modelo STL foi processado utilizando o software Fusion 360 (Autodesk) ¹⁵.

Figura 2 - Exemplo de utilização do Software InVesalius (CTI Renato Archer) para reconstrução 3D de imagens médicas obtidas a partir de RMN.

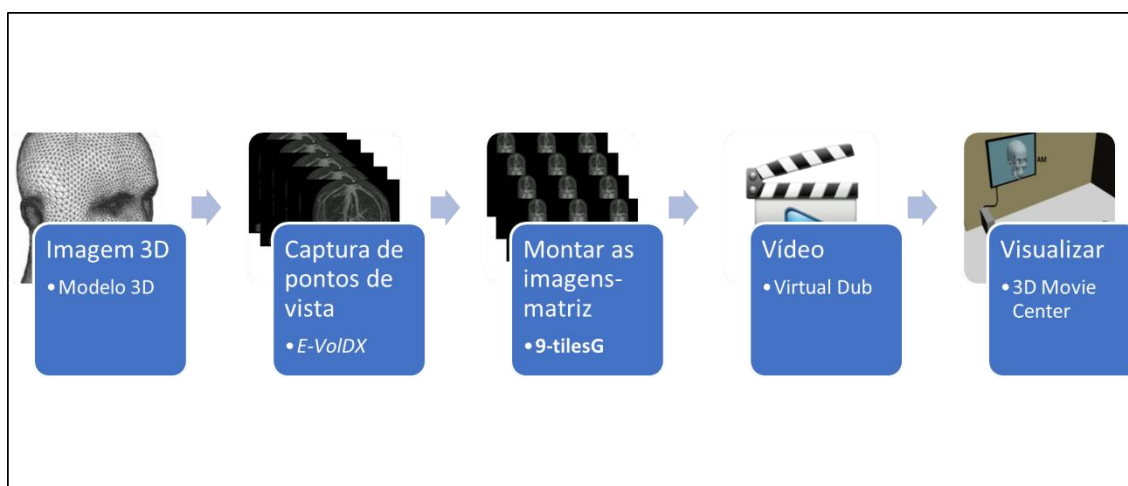


Fonte: Autor (2025)

3.3 Processamento do modelo 3D para tela multi-autoestereoscópica

A criação das imagens para emprego com tela multi-autoestereoscópica foi feita com metodologia desenvolvida por Magalhães *et al.*¹⁶. Uma descrição resumida da criação das imagens é mostrada na **Figura 3**.

Figura 3 - Metodologia resumida do processamento do modelo 3D para utilização em telas multi-autoestereoscópicas.



Fonte: Autor (2025).

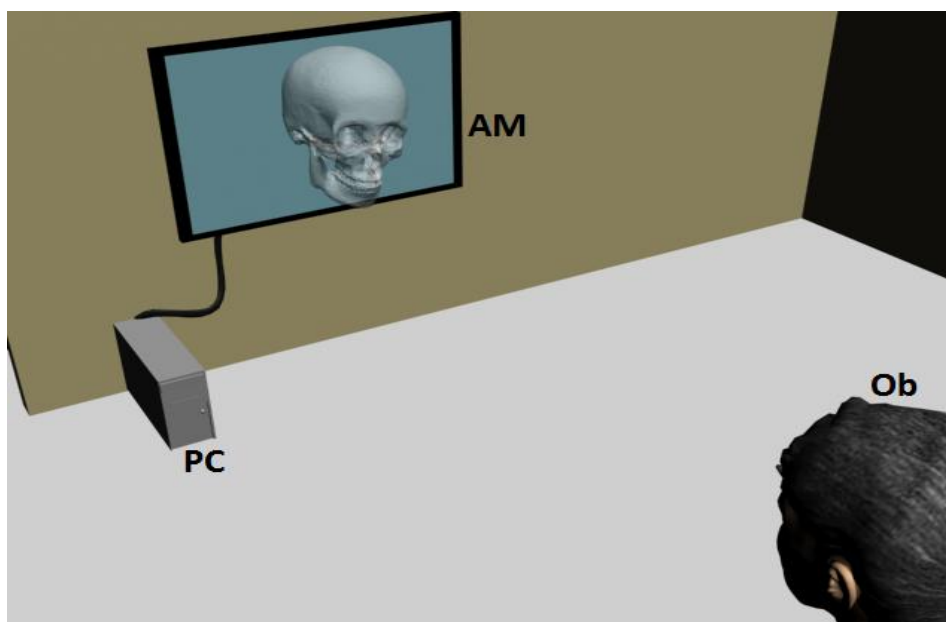
A partir do modelo digital 3D da placa de crescimento em formato STL, foram obtidas imagens bidimensionais (2D) de uma rotação da estrutura em 360 graus, onde cada uma dessas imagens corresponde a um ponto de vista da estrutura (no caso, da

placa de crescimento da tíbia). Para essa extração foi utilizado o software *E-VolDX* (CDT software) com captação a cada 1 grau. Essas imagens foram renomeadas segundo o software *9-tilesG RenameArray* e depois processadas para montagem de matrizes 3x3 de imagens pelo software *9-tilesG*. Com as 360 matrizes montadas, foi feito um vídeo de rotação de pontos de vista utilizando o programa *Virtual Dub*.

3.4 Visualização do modelo digital 3D da placa de crescimento na tela multi-autoestereoscópica

Finalmente, a imagem 3D ficou pronta para ser visualizada com o software *3D Movie Center*, compatível com a Tela multi-autoestereoscópica da *Lumina3D* disponível no Laboratório de Computação Científica Aplicada do Instituto Científico e Tecnológico da Universidade Brasil em São Paulo. Um exemplo de simulação da visualização em tela multi-autoestereoscópica é mostrado na **Figura 4**.

Figura 4 - Setup de visualização com a tela multi-autoestereoscópica (AM) ligada a um computador (PC). Um ou mais observadores (Ob) podem ver a imagens simultaneamente.



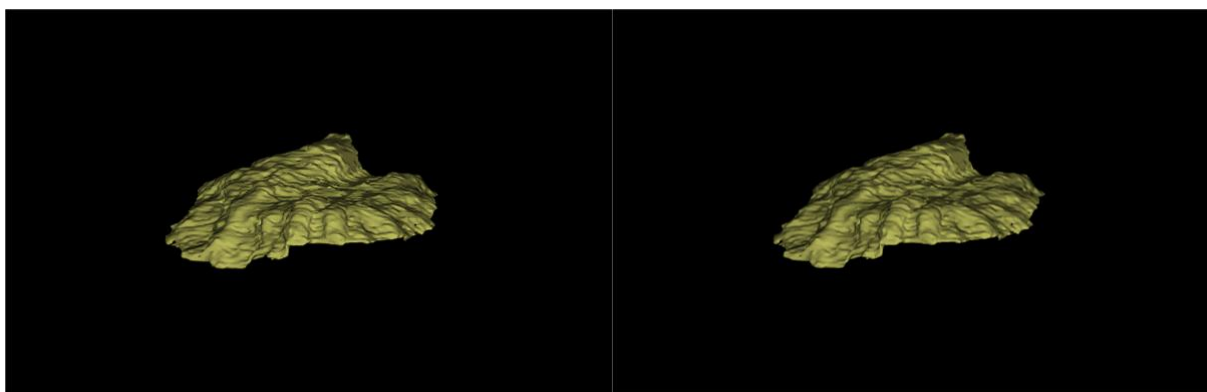
Fonte: Autor (2025).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As imagens médicas de RNM da tíbia humana imatura, com dados anonimizados, foram obtidas a partir do banco de dados de domínio público MRI Data (<http://mridata.org/>), sendo processadas em formato de arquivo em um conjunto de dados DICOM.

A partir do conjunto de dados DICOM obtidos com as imagens médicas de RNM foi realizada a criação de um modelo digital 3D da placa de crescimento da tíbia proximal, utilizando o software InVesalius (CTI Renato Archer), uma ferramenta de software livre e de código aberto que permite a visualização, análise e reconstrução 3D de imagens médicas. Utilizamos a segmentação com edição manual com um limiar 0 e 104, com geração de superfície pelo método de suavização sensível ao contexto: número de passos 100 e peso mínimo 1. A **figura 5** mostra o modelo 3D da placa de crescimento da tíbia.

Figura 5 – Imagens dos modelos digitais 3D da placa de crescimento rotacionados com diferença de 2 graus entre si.



Fonte: Autor (2025).

A etapa de processamento do modelo 3D da placa de crescimento ósseo para sua visualização em tela multi-autoestereoscópica foi realizada por meio de uma metodologia específica composta por várias fases de manipulação e configuração das imagens. Inicialmente, a partir do modelo digital 3D da placa de crescimento ósseo em formato STL, foram geradas 360 imagens bidimensionais (2D) correspondentes à

rotação completa da estrutura. As imagens foram obtidas com o uso do software E-VolDX, sendo capturadas a cada 1 grau de rotação.

Figura 6 – Exemplo de duas matrizes de imagem: matriz n (à esquerda) e matriz n+1 (à direita).

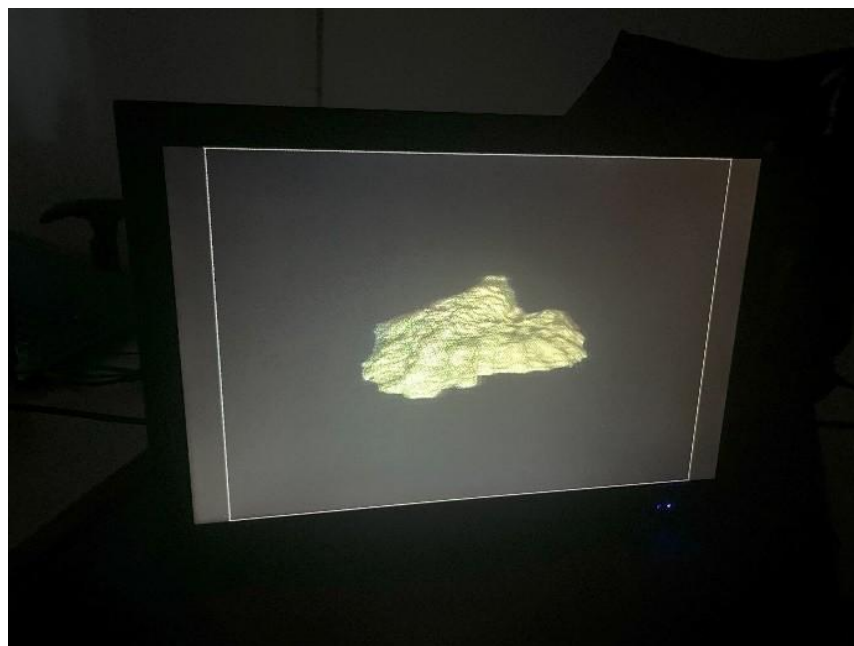


Fonte: Autor (2025).

Os arquivos gerados foram posteriormente renomeados automaticamente em uma sequência numérica de 0000.jpg a 0359.jpg por meio do software 9-tilesG Rename Array. Essa numeração sequencial foi essencial para a etapa seguinte de geração das matrizes de imagem, também executada no software 9-tilesG.

Em seguida, as 360 matrizes de imagens geradas foram compiladas em um vídeo utilizando o software VirtualDub, com taxa de 10 frames por segundo e compressão de vídeo realizada por meio do codec Xvid MPEG-4. O vídeo final, no formato .AVI, foi configurado para ser interpretado no modo "3D nine tile" pelo software VisuMotion 3D Movie Center, específico para telas multi-autoestereoscópicas. Por fim, o vídeo pôde ser visualizado com sucesso em três dimensões em uma tela multi-autoestereoscópica (resolução de 1680 × 1050 pixels, dividida em cinco vistas de 336 × 210 pixels, permitindo uma resolução horizontal de 336 pixels), com percepção de profundidade (**Figura 7**). A ativação do recurso "Reverse 3D effect" assegurou uma visualização tridimensional otimizada, proporcionando uma percepção detalhada e precisa da estrutura da placa de crescimento ósseo.

Figura 7 – Visualização tridimensional do modelo digital 3D da placa de crescimento em uma tela multi-autoestereoscópica.



Fonte: Autor (2025).

Nossos testes preliminares demonstraram que a imagem pôde ser visualizada simultaneamente por vários observadores com alta qualidade e sem dificuldades de foco ocular. Além disso, uma distância de 2 a 4 metros do monitor pareceu ser a posição ideal para melhorar a percepção de profundidade

A utilização dessa metodologia demonstrou ser eficaz para a visualização tridimensional do modelo digital 3D da placa de crescimento da tíbia, superando as limitações associadas às visualizações convencionais em 2D. A tela multi-autoestereoscópica permitiu uma interpretação mais intuitiva e aprofundada da anatomia, o que pode beneficiar significativamente o planejamento cirúrgico e a compreensão de lesões complexas. Este avanço tecnológico oferece potencial para melhorar a precisão das intervenções cirúrgicas e, conseqüentemente, os resultados clínicos.

O processo de geração de modelos 3D da placa de crescimento da tíbia a partir de imagens de RMN e sua visualização em uma tela multi-autoestereoscópica foi bem-sucedido, mas ainda enfrenta alguns desafios. No futuro, a automação da segmentação, melhorias na resolução e a integração com tecnologias de realidade aumentada ou virtual podem aprimorar a aplicação clínica desta técnica.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que a geração de modelos digitais tridimensionais personalizados a partir de imagens médicas e sua visualização em tela multi-autoestereoscópica representa uma abordagem inovadora e promissora para o estudo das lesões em placas epifisárias. A metodologia aplicada permitiu superar limitações das visualizações bidimensionais convencionais, oferecendo maior percepção de profundidade e compreensão anatômica mais precisa das placas de crescimento. Essa representação tridimensional favorece não apenas o diagnóstico mais detalhado, como também pode auxiliar significativamente no planejamento terapêutico individualizado, com potencial impacto positivo nos desfechos clínicos.

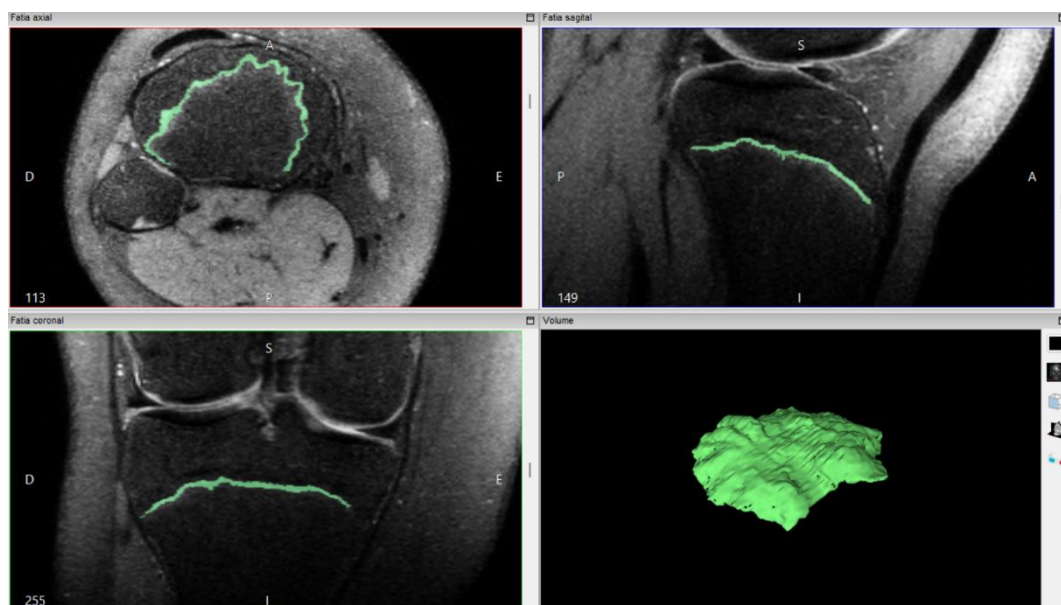
Apesar dos avanços apresentados, ainda existem desafios, sobretudo relacionados à automação completa do processo de segmentação e à padronização das reconstruções. A integração futura com tecnologias como realidade aumentada e realidade virtual pode ampliar ainda mais as aplicações clínicas desta técnica, especialmente no contexto de avaliação e intervenção precoce em alterações do crescimento ósseo. Portanto, a integração entre modelagem digital 3D e visualização multi-autoestereoscópica representa um avanço significativo para a fisioterapia e a ortopedia, abrindo novas possibilidades para o diagnóstico e o planejamento terapêutico personalizados.

REFERÊNCIAS

1. Ağirdil Y. The growth plate: a physiologic overview. *EFORT Open Rev* 2020; 5: 498–507.
2. Wang X, Li Z, Wang C, et al. Enlightenment of Growth Plate Regeneration Based on Cartilage Repair Theory: A Review. *Front Bioeng Biotechnol*; 9. Epub ahead of print 3 June 2021. DOI: 10.3389/fbioe.2021.654087.
3. Emons J, Chagin AS, Sävendahl L, et al. Mechanisms of Growth Plate Maturation and Epiphyseal Fusion. *Horm Res Paediatr* 2011; 75: 383–391.
4. Lui JC, Nilsson O, Baron J. Recent insights into the regulation of the growth plate. *J Mol Endocrinol* 2014; 53: T1–T9.
5. Guo R, Zhuang H, Chen X, et al. Tissue engineering in growth plate cartilage regeneration: Mechanisms to therapeutic strategies. *J Tissue Eng*; 14. Epub ahead of print 19 January 2023. DOI: 10.1177/20417314231187956.
6. Sananta P, Lesmana A, Alwy Sugiarto M. Growth plate injury in children: Review of literature on PubMed. *J Public health Res* 2022; 11: 227990362211041.
7. Basener CJ, Mehlman CT, DiPasquale TG. Growth Disturbance After Distal Femoral Growth Plate Fractures in Children: A Meta-Analysis. *J Orthop Trauma* 2009; 23: 663–667.
8. Yu Y, Fischenich KM, Schoonraad SA, et al. A 3D printed mimetic composite for the treatment of growth plate injuries in a rabbit model. *npj Regen Med* 2022; 7: 60.
9. Pennock AT, Bomar JD, Manning JD. The Creation and Validation of a Knee Bone Age Atlas Utilizing MRI. *J Bone Jt Surg* 2018; 100: e20.
10. Politzer CS, Bomar JD, Pehlivan HC, et al. Creation and Validation of a Shorthand Magnetic Resonance Imaging Bone Age Assessment Tool of the Knee as an Alternative Skeletal Maturity Assessment. *Am J Sports Med* 2021; 49: 2955–2959.
11. Luo F, Yang Q. Clinical Application of Digital 3D Reconstruction and 3D Printing Technology in Endometrial Cancer (EC) Surgery. *Comput Math Methods Med* 2022; 2022: 1–8.
12. Armano G, Barbuto S, Wagner S, et al. Incorporating 3D reconstruction in preoperative surgical planning of Multiple Myomectomy. *Facts, Views Vis ObGyn* 2022; 14: 87–89.

13. Magalhães DSF, Mansoor S, Weng Y, et al. Multi-view autostereoscopic system for 3D visualization in anatomy. *Res Biomed Eng* 2018; 34: 279–283.
14. Kang D, Choi J-H, Hwang H. Autostereoscopic 3D Display System for 3D Medical Images. *Appl Sci* 2022; 12: 4288.
15. Stocco TD, Moreira Silva MC, Corat MAF, et al. Towards Bioinspired Meniscus-Regenerative Scaffolds: Engineering a Novel 3D Bioprinted Patient-Specific Construct Reinforced by Biomimetically Aligned Nanofibers. *Int J Nanomedicine* 2022; Volume 17: 1111–1124.
16. Magalhães DSF, Ribeiro FH, Lima FO, et al. 3D brain MR angiography displayed by a multi-autostereoscopic screen. In: Abbey CK, Mello-Thoms CR (eds), p. 83181P.

APÊNDICE A - Região da placa de crescimento da tíbia segmentada no software InVesalius a partir da imagem de ressonância magnética, destacando a delimitação óssea no plano axial, coronal e sagital



Fonte: Autor (2025).

APÊNDICE B – Visualização do modelo tridimensional em tela multi-autoestereoscópica



Fonte: Autor (2025).