

Integração entre Imagenologia, Impressão 3D e Realidade Aumentada na Saúde

**Marina Mitsue Cardoso Dias¹, Vinícios Rafael Soares dos Santos Carlos²,
José Bruno da Silva Santos³, Renata Imaculada Soares Pereira⁴,
Paulyanne Karlla Araújo Magalhães⁴, Sandro César Silveira Jucá⁵**

¹Faculdade de Engenharia de São João – Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho (UNESP)

Caixa Postal 13876-150 – São João da Boa Vista – SP – Brazil

²Escola de Engenharia – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Caixa Postal 31.270-901 – Belo Horizonte – MG – Brazil

³Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Porto Alegre – RS – Brazil

⁴Instituto Federal de Alagoas – *Campus* Arapiraca (IFAL)

Caixa Postal 57.317-291 – Arapiraca – AL – Brazil

⁵Instituto Federal do Ceará – *Campus* Fortaleza (IFCE)

Caixa Postal 60.040-531 – Fortaleza – CE – Brazil

mitsue.cardoso@unesp.br, vrsscl@eng-ele.grad.ufmg.br,
josebruno.santos@inf.ufrgs.br, renata.pereira@ifal.edu.br,
paulyanne.magalhaes@ifal.edu.br, sandrojuca@ifce.edu.br

Abstract. *The integration between medical imaging, 3D printing, and augmented reality has transformed clinical practice and health education. This article presents a digital workflow for converting DICOM images into biomodels and AR applications, developed at IFAL Campus Arapiraca. The results include anatomical models for teaching and simulation. The integrative review analyzed 112 articles, highlighting benefits and challenges such as cost and infrastructure. We conclude that this integration is technically and pedagogically viable in resource-limited contexts.*

Keywords *Medical imaging. 3D printing. Augmented reality. Biomodels. Health education.*

Resumo. *A integração entre imagenologia médica, impressão 3D e realidade aumentada tem transformado a prática clínica e o ensino em saúde. Este artigo apresenta um fluxo digital para conversão de imagens DICOM em biomodelos e aplicações em RA, desenvolvido no IFAL Campus Arapiraca. Os resultados incluem modelos anatômicos para ensino e simulação. A revisão integrativa analisou 112 artigos, evidenciando benefícios e desafios como custo e infraestrutura. Conclui-se pela viabilidade técnica e pedagógica da integração em contextos com recursos limitados.*

Palavras-Chave *Imagenologia médica. Impressão 3D. Realidade aumentada. Biomodelos. Ensino em saúde.*

1. Introdução

A imagenologia médica consolidou-se como pilar fundamental da medicina contemporânea, evoluindo das radiografias bidimensionais para modalidades avançadas como tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética (RM) e tomografia por emissão de pósitrons (PET-CT), que permitem não apenas a visualização anatômica, mas também a inferência de processos metabólicos e fisiopatológicos [Toni *et al.* 2024]. A padronização DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) e os sistemas PACS (Picture Archiving and Communication System) viabilizaram o armazenamento e a reconstrução digital das imagens, criando a infraestrutura necessária para novas aplicações [Azevedo-Marques; Salomão 2015].

Desse ecossistema digital emergiram inovações como a impressão 3D, que converte exames de imagem em biomodelos físicos personalizados por meio de segmentação anatômica e modelagem tridimensional. Esses biomodelos revolucionam o planejamento cirúrgico, permitindo avaliar estruturas complexas, testar abordagens e moldar implantes previamente à operação, aumentando a precisão dos procedimentos [Safira *et al.* 2010; Pathak *et al.* 2023; Sag *et al.* 2024]. Os benefícios estendem-se à ortopedia, neurocirurgia, cardiologia, oncologia e transplantes [Panaro *et al.* 2025; Campos *et al.* 2025].

Paralelamente, a realidade aumentada (RA) integra informações digitais ao ambiente físico, apoiando a navegação cirúrgica e criando ambientes imersivos para o ensino da anatomia e simulação de procedimentos [Santos *et al.* 2016]. Plataformas acessíveis como o Itreal democratizam seu uso em contextos acadêmicos com orçamento limitado [Dias *et al.* 2025; Itreal 2025]. A combinação entre imagenologia, impressão 3D e RA estabelece um fluxo digital integrado com aplicações clínicas e educacionais, trazendo benefícios como redução do tempo cirúrgico e fortalecimento do ensino baseado em simulação [Dias *et al.* 2025; Lodi *et al.* 2022; Lima; Oliveira 2025].

No entanto, a adoção ampla dessas tecnologias enfrenta obstáculos: custos elevados, infraestrutura insuficiente, curva de aprendizado, ausência de protocolos padronizados e carência de estudos longitudinais que comprovem seu impacto real [Mello 2020; Lodi *et al.* 2022; Moura 2023; Carvalho 2025; Panaro *et al.* 2025]. Diante desse cenário, este artigo apresenta um fluxo digital estruturado para conversão de dados de imagenologia em biomodelos 3D e aplicações em RA, desenvolvido no Laboratório *Maker Espaço 4.0* do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) *Campus* Arapiraca, demonstrando a viabilidade técnica e pedagógica dessa integração para o ensino e a prática em saúde.

2. Revisão bibliográfica

A conversão de imagens médicas em modelos tridimensionais segue um fluxo estruturado: aquisição de exames, TC e RM, em formato DICOM, segmentação das estruturas de interesse e refinamento das malhas poligonais. A qualidade dos modelos depende de protocolos de aquisição com cortes finos e de técnicas precisas de segmentação, como limiarização e crescimento de região, disponíveis em softwares gratuitos como o 3D Slicer [Safira *et al.* 2010; Azevedo-Marques; Salomão 2015; Dias *et al.* 2025].

Na impressão 3D, a tecnologia FDM (*Fused Deposition Modeling*) com

filamento PLA (Ácido Polilático) é a mais acessível para contextos educacionais, enquanto SLA (Estereolitografia) e SLS (Sinterização Seletiva a Laser) oferecem maior precisão para aplicações cirúrgicas complexas [Campos *et al.* 2025; Pathak *et al.* 2023; Sag *et al.* 2024]. Na realidade aumentada, diferentes métodos de ancoragem (marcadores, rastreamento de superfície) permitem sobrepor modelos virtuais ao ambiente real, com plataformas como o Itreal democratizando o acesso via dispositivos móveis [Santos *et al.* 2016; Itreal 2025; Dias *et al.* 2025].

As aplicações clínicas são vastas: na ortopedia, biomodelos auxiliam no planejamento de osteotomias e próteses customizadas; em neurocirurgia, permitem simular abordagens em aneurismas e tumores; na cardiologia, modelos de cardiopatias congênitas facilitam o preparo da equipe; em oncologia e transplantes, contribuem para o delineamento de margens cirúrgicas e avaliação de compatibilidade anatômica [Panaro *et al.* 2025; Pathak *et al.* 2023; Sag *et al.* 2024]. No ensino, estudos demonstram melhora significativa na compreensão espacial e no desempenho dos estudantes com o uso integrado de modelos impressos e RA [Lima; Oliveira 2025; Dias *et al.* 2025].

Os desafios persistem: custos elevados, infraestrutura insuficiente, curva de aprendizado, ausência de protocolos padronizados e carência de estudos longitudinais que comprovem impacto clínico e educacional de longo prazo [Mello 2020; Lodi *et al.* 2022; Moura 2023; Carvalho 2025; Panaro *et al.* 2025]. Como tendências, a inteligência artificial para segmentação automática e o avanço da bioimpressão prometem ampliar a precisão e as possibilidades dessas tecnologias [Pathak *et al.* 2023; Toni *et al.* 2024].

3. Metodologia

Este trabalho foi estruturado em duas fases complementares: uma revisão integrativa da literatura para mapear o estado da arte sobre a aplicação da impressão 3D e realidade aumentada na imagenologia médica, seguida de um estudo experimental para desenvolvimento e validação de biomodelos e aplicações em RA a partir de exames de imagem.

3.1. Revisão Integrativa da Literatura

Inicialmente, realizou-se uma revisão integrativa da literatura com o objetivo de identificar e sintetizar o conhecimento científico produzido sobre a integração entre imagenologia médica, impressão 3D e realidade aumentada na área da saúde. Este método foi escolhido por permitir a inclusão de estudos com diferentes abordagens metodológicas, proporcionando uma compreensão ampla do fenômeno investigado.

A busca pelos artigos foi realizada entre janeiro e junho de 2025 nas seguintes bases de dados: PubMed/MEDLINE, Scopus, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS/LILACS) e Google Scholar. Utilizou-se a combinação de descritores e palavras-chave: "imagenologia médica", "tomografia computadorizada", "ressonância magnética", "impressão 3D", "manufatura aditiva", "biomodelos", "realidade aumentada", "cirurgia" e "educação médica", em português e inglês.

Foram incluídos artigos publicados entre 2010 e 2025, nos idiomas inglês ou português, que utilizassem imagens médicas reais como fonte para geração de modelos, relacionando-as à impressão 3D ou à realidade aumentada, e que descrevessem o processo técnico de conversão de arquivos DICOM para modelos 3D. Excluíram-se editoriais, cartas ao editor, artigos de opinião e estudos que abordassem apenas realidade

virtual ou modelos exclusivamente sintéticos.

O processo de triagem seguiu as etapas de identificação, remoção de duplicatas, seleção por títulos e resumos, leitura na íntegra e inclusão final. Inicialmente, foram identificadas 2.134 publicações. Após remoção de 612 duplicatas, 1.522 artigos foram submetidos à triagem por títulos e resumos, resultando em 542 textos completos analisados, dos quais 112 estudos compuseram a amostra final desta revisão.

O Tabela 1 apresenta a distribuição dos artigos analisados segundo diferentes categorias, permitindo visualizar o panorama das publicações sobre o tema.

Tabela 1. Distribuição dos artigos analisados na revisão integrativa

Categoria	Subcategoria	Número de Artigos
Ano de Publicação	2010-2015	18
	2016-2020	34
	2021-2025	60
Modalidade de Imagem	Tomografia Computadorizada (TC)	78
	Ressonância Magnética (RM)	42
	Ultrassonografia (US)	15
	PET-CT	8
	Múltiplas modalidades	31
Tecnologia Aplicada	Impressão 3D	89
	Realidade Aumentada	47
	Integração 3D + RA	24
Área de Aplicação	Cirurgia (ortopedia, neurocirurgia, cardiovascular)	58
	Ensino e educação em saúde	42
	Planejamento cirúrgico	67
	Comunicação com pacientes	19
	Simulação e treinamento	31
Tipo de Estudo	Relatos de caso	43
	Estudos experimentais	28
	Revisões de literatura	24
	Estudos de coorte	9
	Ensaio clínico	8
Origem Geográfica	Internacional	76
	Nacional (Brasil)	36
Nota: O total de artigos pode ser superior à soma das categorias devido à possibilidade de um mesmo artigo se enquadrar em múltiplas subcategorias.		

Fonte: Autores, 2026.

A análise dos dados revelou um crescimento progressivo na adoção de tecnologias tridimensionais e de realidade aumentada associadas à imagenologia médica, especialmente evidente a partir de 2016, quando a impressão 3D se tornou mais acessível e softwares de segmentação passaram a ser gratuitos ou de código aberto, como o 3D Slicer e o Horos [Safira *et al.* 2010; Dias *et al.* 2025]. A tomografia computadorizada (TC) foi a modalidade de imagem mais empregada, presente em 69,6% dos estudos, devido à sua alta resolução espacial para estruturas ósseas. As principais áreas de aplicação identificadas foram planejamento cirúrgico (59,8%), cirurgias especializadas (51,8%) e ensino em saúde (37,5%).

3.2. Desenvolvimento Experimental dos Biomodelos e Aplicação em RA

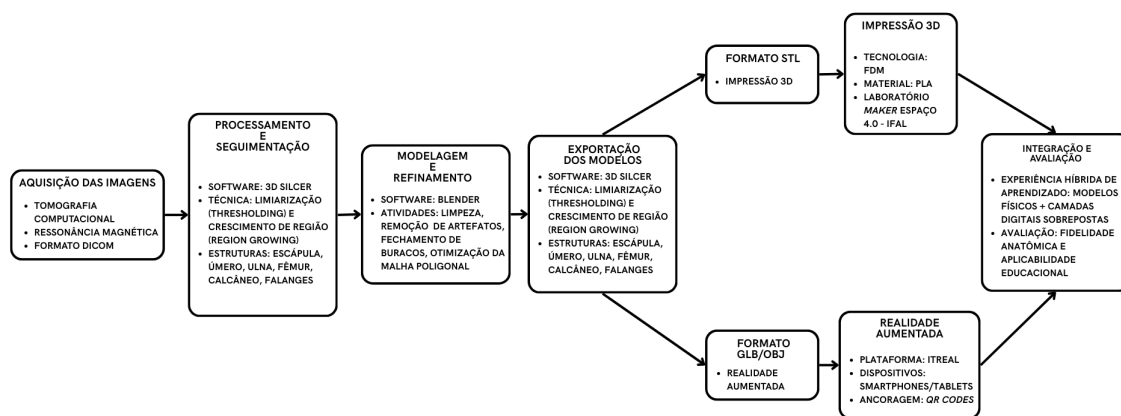
Paralelamente, desenvolveu-se um estudo experimental para aplicação do fluxo digital de conversão de imagens médicas em modelos tridimensionais físicos e em realidade aumentada (RA).

Imagens de Tomografia Computadorizada e Ressonância Magnética, em formato DICOM, foram anonimizadas e processadas em softwares de segmentação 3D. Utilizando técnicas de limiarização e crescimento de região, foram isoladas estruturas

como escápula, úmero, fêmur e falanges [Safira *et al.* 2010]. Os modelos resultantes (formato STL) foram refinados no software Blender para remoção de artefatos e otimização de malha, prática alinhada a estratégias de baixo custo no ensino em saúde [Dias *et al.* 2025].

Para a materialização física, os modelos foram fatiados e impressos em PLA em impressoras FDM, priorizando fidelidade anatômica e resistência [Campos *et al.* 2025]. Já para a visualização em RA, os modelos foram exportados em formato GLB e carregados na plataforma brasileira gratuita Itreal [Itreal 2025]. Através de QR codes impressos, os modelos virtuais são sobrepostos ao ambiente real via dispositivos móveis, seguindo abordagens consolidadas na área [Santos *et al.* 2016; Dias *et al.* 2025]. A Figura 1 ilustra o fluxograma completo do processo.

Figura 1. Fluxograma da metodologia: etapas de aquisição, processamento, modelagem, impressão 3D, realidade aumentada e integração dos modelos



Fonte: Autores, 2026.

Os biomodelos impressos e os modelos em RA foram avaliados quanto à fidelidade anatômica e aplicabilidade educacional. A integração entre os modelos físicos e virtuais permitiu uma experiência híbrida de aprendizado, onde os usuários podem manipular a peça impressa e simultaneamente visualizar camadas digitais sobrepostas, alinhando-se a metodologias ativas e simulação realística no ensino em saúde [Dias *et al.* 2025; Lima; Oliveira 2025].

4. Resultados e Discussões

A presente seção apresenta os resultados obtidos a partir da revisão integrativa da literatura e do desenvolvimento experimental dos biomodelos e aplicações em realidade aumentada, seguidos da discussão à luz do referencial teórico consultado.

4.1. Panorama da Produção Científica sobre Impressão 3D e Realidade Aumentada na Imagenologia Médica

A revisão integrativa analisou 112 estudos publicados entre 2010 e 2025, revelando crescimento expressivo das publicações a partir de 2016, período que coincide com a popularização de impressoras 3D de baixo custo e softwares gratuitos de segmentação [Safira *et al.* 2010; Dias *et al.* 2025].

A TC foi a modalidade de imagem mais empregada (69,6%), seguida pela RM

(37,5%). A impressão 3D esteve presente em 79,5% dos estudos, enquanto a RA apareceu em 42,0%, com integração simultânea das duas tecnologias em 21,4% dos trabalhos [Dias *et al.* 2025].

As principais áreas de aplicação foram planejamento cirúrgico (59,8%), cirurgias especializadas (51,8%) e ensino em saúde (37,5%). A comunicação com pacientes (17,0%) emergiu como aplicação promissora [Santos *et al.* 2016; Campos *et al.* 2025].

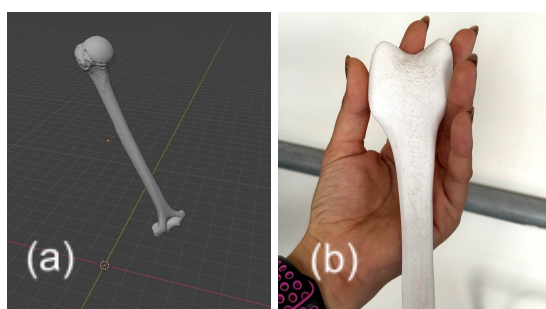
4.2. Desenvolvimento dos Biomodelos Tridimensionais

A partir do fluxo metodológico estabelecido, foram gerados modelos tridimensionais digitais e físicos de diversas estruturas anatômicas. A Figura 2 (a) apresenta os modelos desenvolvidos no software Blender após as etapas de segmentação e refinamento.

O processo de modelagem no Blender revelou-se eficaz para a limpeza e otimização das malhas poligonais provenientes da segmentação no 3D Slicer. A possibilidade de remover artefatos, fechar buracos e reduzir o número de polígonos sem comprometer a fidelidade anatômica foi essencial para preparar os modelos tanto para impressão 3D quanto para visualização em realidade aumentada.

Os modelos refinados foram materializados por meio de impressão 3D utilizando a tecnologia FDM com filamento de PLA. A Figura 2 (b) apresenta os biomodelos impressos disponíveis no Laboratório *Maker* Espaço 4.0 do IFAL *Campus* Arapiraca.

Figura 2. Modelo tridimensional desenvolvido no Blender (a) e Modelo impresso em 3D (b).



Fonte: Autores via Blender, 2026.

A Figura 3 apresenta outros biomodelos desenvolvidos ao longo do projeto, incluindo estruturas adicionais que ampliam o acervo de modelos anatômicos disponíveis para atividades de ensino e simulação.

Os tempos de impressão dos biomodelos variaram conforme a complexidade anatômica e o volume de cada peça, conforme apresentado na Tabela 2. Todos os modelos foram impressos com 10% de preenchimento cúbico, temperatura de 210 °C e velocidade de impressão de 80 mm/s, utilizando impressoras Ender 5 Plus. Esses parâmetros revelaram-se adequados para garantir um equilíbrio entre fidelidade anatômica, resistência estrutural e eficiência de produção, especialmente em contextos acadêmicos com recursos limitados.

Ao apontar a câmera do smartphone para o *QR code*, o usuário é direcionado para o modelo específico na plataforma Itreal. Após clicar no link, a aplicação é aberta e, ao apontar a câmera para o marcador, os modelos tridimensionais são sobrepostos ao ambiente real, conforme demonstrado na Figura 5(b).

A utilização da plataforma Itreal mostrou-se intuitiva e de fácil implementação, dispensando conhecimentos avançados em programação e permitindo que estudantes e professores criem e compartilhem modelos anatômicos em RA com agilidade. Além disso, a ênfase no potencial da realidade aumentada como ferramenta complementar no ensino em saúde, especialmente quando associada a metodologias ativas e simulação realística.

5. Conclusão

A viabilidade técnica e pedagógica da integração entre imagenologia médica, impressão 3D e realidade aumentada no contexto acadêmico do IFAL *Campus* Arapiraca. O fluxo digital estruturado; aquisição de imagens DICOM, segmentação no 3D Slicer, refinamento no Blender, impressão FDM com PLA e visualização em RA via plataforma Itreal; mostrou-se eficaz, acessível e replicável, mesmo com recursos limitados.

Os biomodelos impressos e as aplicações em RA desenvolvidos para escápula, úmero, ulna, fêmur, calcâneo e falanges constituem um acervo didático de baixo custo que pode ser utilizado no ensino da anatomia, simulação de procedimentos e comunicação com pacientes. A experiência híbrida proporcionada pela integração entre modelos físicos e virtuais mostrou-se particularmente eficaz para a compreensão espacial de estruturas complexas, superando limitações dos métodos tradicionais de ensino [Lima; Oliveira 2025].

Os desafios identificados, curva de aprendizado, infraestrutura insuficiente, ausência de protocolos padronizados e carência de estudos longitudinais, reforçam a necessidade de investimento em capacitação profissional e desenvolvimento de normativas específicas [Mello 2020; Lodi *et al.* 2022; Moura 2023; Carvalho 2025].

As perspectivas futuras são promissoras: a inteligência artificial para segmentação automática, o avanço da bioimpressão e a consolidação de metodologias ativas de ensino tendem a ampliar o acesso e a efetividade dessas tecnologias [Pathak *et al.* 2023]. Com investimento adequado, a integração entre imagenologia, impressão 3D e RA pode se consolidar como ferramenta essencial para uma medicina mais segura, personalizada e alinhada às demandas da saúde digital.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao IFAL *Campus* Arapiraca pelo suporte estrutural, especialmente ao Laboratório *Maker* Espaço 4.0, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (Fapeal) pelo financiamento do projeto PIBICJr.

Referências

Azenha, C. Fluxo digital em odontologia: como funciona?. *Idea Odontologia*. Acesso em: 1 out. 2025.

- Azevedo-Marques, P. M. De; Salomão, S. C. Pacs: Sistemas de Arquivamento e Distribuição de Imagens. *Revista Brasileira de Física Médica*, v. 3, n. 1, p. 131-139, 2015. Acesso em: <https://www.rbfm.org.br/rbfm/article/view/39>
- Badanelli, L. Invisalign Teen: o guia completo sobre o aparelho transparente para adolescentes. Luciano Badanelli, 24 out. 2023. Acesso em: 1 out. 2025.
- BLENDER FOUNDATION. Blender: The Free and Open Source 3D Creation Software. Disponível em: <https://www.blender.org/>. Acesso em: 2 out. 2025.
- Campos, I. M. et al. Tecnologia de impressão 3D na saúde brasileira: movimentos, vantagens e desafios. *Saúde e Desenvolvimento*, v. 19, n. 30, p. 42-52, 2025.
- Carvalho, R. O. C. S. Ensino de radiologia odontológica e imaginologia frente aos avanços tecnológicos: revisão integrativa. *Revista Saúde Pública do Paraná*, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 1-10, 2025. Disponível em: <https://revista.escoladesaude.pr.gov.br/index.php/rspp/article/view/1052>.
- Castro, J. H. D.; Stoppa, M. H. Prototipagem 3D aplicada a cirurgias de implantes dentários. *HOLOS*, v. 34, n. 8, p. 49-58, 2018.
- Costa, A. L. F.; Yasuda, C. L.; Nahás-Scocate, A. C. R. Utilização de softwares livres para visualização e análise de imagens 3D na Odontologia. *Revista da Associação Paulista de Cirurgões Dentistas*, v. 70, n. 2, p. 151-155, 2016.
- Dawood, A.; Marti, B. M.; Sauret-Jackson, V.; Darwood, A. 3D printing in dentistry. *British Dental Journal*, v. 219, n. 11, p. 521-529, 2015.
- Dias, M. M. C.; Angelo, G. M. S.; Ferreira, M. V.; Silva, G. D. O.; Caetano, A. K.; Pereira, R. I. S.; Jucá, S. C. S. Realidade Aumentada e Impressão 3D na Saúde: Inovação no Ensino e na Prática Médica. *Anais do Workshop de Inovação, Desenvolvimento, Educação e Inclusão com Ações Maker (IDEIA)*, 2025. DOI: 10.5753/ideia.2025.9333.
- Gholamipour-Shirazi, A.; Kamlow, M. A.; Norton, I. T.; Mills, T. How to Formulate for Structure and Texture via Medium of Additive Manufacturing-A Review. *Foods*, v. 9, n. 497, p. 1-20, 2020.
- ITREAL. Itreal: Immersive technologies for augmented and virtual reality. 2025. Disponível em: <https://app.sanusb.org/itreal/>. Acesso em 26 set. 2025.
- Karagkounaki, K. et al. Three-dimensional printing in dental education: a narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 21, n. 3, p. 1150, 2024.
- Kim, J.; Chun, Y. S.; Kim, M. Accuracy of bracket positions with a CAD/CAM indirect bonding system in posterior teeth with different cusp heights. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 153, n. 2, p. 298-307, 2018.
- Lima, C. A. Da S.; Oliveira, D. de. Simulação realística como facilitadora do ensino na ultrassonografia obstétrica no nível básico de estudantes de medicina: uma revisão integrativa. *Amazon Medical Journal*, Abaetetuba, PA, v. 2, n. 1, e072504, 2025. Disponível em: <https://www.amazonmedjournal.com/revista/article/view/14>.

- Lima, L. B.; Caixeta, M. A.; Viana, H. C.. Fast prototyping made by the technique of three-dimensional printing in surgery and implantology. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 12, p. e405101220633, 2021.
- Lodi, H. D. et al. Propriedades mecânicas, químicas e biológicas de pilares impressos pelo método 3D: uma revisão sistemática. *Revista de Odontologia da UNESP*, v. 51, especial, 2022.
- Mello, M. R. de. Impressão 3D para educação em odontologia: uma revisão de escopo. 2020. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.
- Moura, J. R.; Silva, N. M.; Melo, P. H. L.; Lima, S. R. Aplicabilidade da tomografia computadorizada cone beam na odontologia. *Revista de Odontologia de Araçatuba*, v. 39, n. 2, p. 22-28, 2018.
- Neha, N.; Somasundaram, J.; Maiti, S.; Jessy, P. 3D printing — a new dimension in dentistry. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, v. 7, n. 1, p. 1482–1497, 2020.
- Panaro, G. T. et al. Aplicações da impressão 3D na ortodontia: uma revisão da literatura. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, v. 23, n. 3, 2025.
- Pathak, K. et al. 3D printing in biomedicine: advancing personalized care. *Exploration*, 2023. Acesso em: <https://www.explorationpub.com/index.php/Journals/em/Article/1001200>.
- Safira, L. C.; Maciel, A. S.; Souto-Maior, J. C. C.; Azevedo, R. A.; Cavalcante, W. C.; Francischone, C. E.; Sarmiento, V. A. Aplicação dos biomodelos de prototipagem rápida na Odontologia, confeccionados pela técnica da impressão tridimensional. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas, Salvador*, v. 9, n. 3, p. 181-190, 2010.
- Sag, O. M. et al. Qualitative exploration of 3D printing in Swedish healthcare. *BMC Health Services Research*, 2024.
- Silva, D. S.; Cardoso, F. B.; Fernandes, A. S.. Odontologia digital: impressão 3D e sua aplicabilidade na reabilitação oral. *Brazilian Journal of Health Review*, Curitiba, v. 7, n. 9, p. 40841-40852, 2024.
- Tenório, J. R.; Souza, E. S.; Marleny, E. M. G.; Vasconcelos, B. C. E. Prototipagem e cirurgia guiada em implantodontia: revisão de literatura. *RFO, Passo Fundo*, v. 20, n. 1, p. 110-114, 2015.
- Toni, E. et al. Acceptance and use of extended reality in surgical training: umbrella review. *Systematic Reviews*, 2024. Acesso em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39633499/>.
- Vasconcelos, B. E.; Farias, R. S.; Matos, J. D. M.; Lima, J. F. M.; Castro, D. S. M.; Zogheib, L. V. A tecnologia 3D e suas aplicações na Odontologia moderna: uma revisão sistemática de literatura. *Full Dentistry in Science*, v. 10, n. 37, p. 1-8, 2018.
- Ye, Z. et al. The role of 3-D printed models in the teaching of human anatomy. *BMC Medical Education*, v. 20, n. 481, p. 1-9, 2020.