

UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE IMPRESSÃO TRIDIMENSIONAL EM CIRURGIAS ORTOPÉDICAS

Victória Régia Arantes dos Santos¹, Viviane Ferreira Borges¹, Fernando Vinicius de Amorim¹, Gabriela Andreza Matana¹, Willer Eduardo Alves¹, Nathalia Camilo Padial¹, Raquel Nery Arantes de Melo¹, Keite Machado Borges¹

¹Faculdade Zarns Itumbiara (victoriaarantes405@gmail.com)

RESUMO:

Introdução: A impressão tridimensional (3D) tem sido incorporada ao planejamento de cirurgias ortopédicas, aprimorando a precisão técnica e a compreensão anatômica, porém seus efeitos ainda não estão delimitados. **Objetivo:** avaliar os impactos do uso da impressão 3D no planejamento de cirurgias ortopédicas. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão sistemática da literatura, realizada nas bases PubMed, Scielo e LILACS, incluindo ensaios clínicos randomizados dos últimos 10 anos. **Resultados:** Foram incluídos 7 estudos que compararam o planejamento cirúrgico assistido por modelos 3D ao planejamento convencional. O uso da impressão 3D associou-se à redução significativa do tempo cirúrgico, perda sanguínea intraoperatória, número de fluoroscopias e melhora na qualidade da redução anatômica. Não foram observadas diferenças nos desfechos funcionais de longo prazo, no tempo de consolidação óssea ou nas taxas de complicações. **Conclusões:** A impressão 3D mostra-se uma tecnologia segura e promissora como complemento ao planejamento cirúrgico convencional, sem impacto significativo nos resultados funcionais tardios.

PALAVRAS-CHAVE: Impressão em 3D. Procedimentos Ortopédicos. Planificação.

ÁREA TEMÁTICA: Outros temas relacionados à saúde.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a tecnologia da computação tem evoluído de forma ampla e eficaz, obtendo espaço em diversas áreas da sociedade, como ciências, indústria e saúde (Carmo, Pereira, Arouche, 2024). Na área da medicina, os principais recursos emergentes são a telemedicina, a inteligência artificial e ferramentas de imagem, facilitando atendimentos, tratamentos e diagnósticos (Carmo, Pereira, Arouche, 2024).

Entre essas inovações, exames como a ressonância magnética e a tomografia computadorizada têm avançado para realizar representações anatômicas mais reais e detalhistas, integrando-se a softwares para possibilitar a modelagem tridimensional (3D) dos tecidos visualizados¹. Essa impressão 3D pode ser utilizada tanto para fabricação de tecidos vivos e órgãos, quanto para criação e personalização de próteses, implantes, modelos anatômicos e uso farmacêutico (Suttor *et al.*, 2025).

Nesse contexto, a especialidade médica ortopedia, responsável por diagnosticar, tratar e reabilitar pacientes com afecções no sistema musculoesquelético, pode se beneficiar da modelagem 3D, uma vez que, para reparos ósseos, essa tecnologia pode demonstrar com precisão a relação posicional entre os fragmentos da fratura^{5,6}. Estudos sugerem que essa abordagem pode contribuir para redução do tempo operatório, da perda sanguínea e da necessidade de fluoroscopia, demonstrando potencial clínico (Grinčuk *et al.*, 2023).

Apesar disso, os estudos nessa área são heterogêneos, requerendo uma abordagem de síntese crítica, para melhor delimitação da utilização desse método. Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar os impactos do uso da tecnologia de impressão 3D no planejamento de cirurgias ortopédicas, com ênfase em seus efeitos sobre desfechos intraoperatórios, qualidade técnica e resultados clínicos, a partir de uma revisão sistemática.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura, tendo como fonte de dados as bases: Scielo, Pubmed e LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde). Foram utilizados apenas artigos do tipo ensaio clínico randomizado, publicados nos últimos 10 anos 2015 -2025, na língua inglesa e

disponibilizados gratuitamente. Empregou-se os descritores e operadores booleanos “Printing Three-Dimensional AND Surgical Procedures AND Planning”, conforme Descritos e Mesh.

Inicialmente, analisou-se as obras a partir do título e tipo de estudo, prosseguindo para leitura do resumo, selecionando os artigos que estavam de acordo com o tema. Após, os artigos foram lidos na íntegra e selecionados de acordo com os critérios de inclusão: ensaio clínico randomizado, últimos 10 anos, descrever efeitos da utilização de impressões tridimensionais em planejamentos de cirurgias ortopédicas. Tendo como critérios de exclusão: acesso pago a obra, artigo de revisão sistemática de literatura, artigos de baixa significância estatística

RESULTADOS

Foram inseridos nesse estudo 7 ensaios clínicos randomizados, publicados entre 2015 e 2025. As pesquisas discutiram abordagens cirúrgicas utilizando planejamentos com modelos anatômicos tridimensionais (3D) ou planejamento convencional, baseado em radiografias ou tomografias computadorizadas.

As populações analisadas foram pacientes que necessitaram de cirurgias ortopédicas para reparo de fraturas, sendo estas: fratura intra-articular instável do rádio distal, fraturas complexas do úmero proximal, fraturas complexas do planalto tibial, fraturas toracolombares e fratura diafisária fechada de tíbia e fíbula. E correção de displasia do desenvolvimento do quadril.

Os principais desfechos avaliados foram: taxas de complicações, tempo cirúrgico, perda sanguínea, número de fluoroscopias, tempo para consolidação da fratura, desfechos funcionais, dor, qualidade da redução, etc.

De forma geral, demonstrou-se que o uso de planejamento cirúrgico assistido por impressão 3D, isoladamente ou associado a simulação virtual e inteligência artificial, está significativamente relacionado à melhora de desfechos intraoperatórios, independentemente do segmento anatômico avaliado. Pois, nos ensaios clínicos randomizados avaliados, observou-se redução significativa do tempo cirúrgico, qualidade da redução anatômica, da perda sanguínea intraoperatória e do número de fluoroscopias (Zhang *et al.*, 2025; Liao *et al.*, 2024).

Entretanto, quanto aos desfechos funcionais de curto prazo, não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas (Zhang *et al.*, 2025). Isso também foi observado para o tempo de consolidação óssea e na amplitude de movimentação a longo prazo (Zhang *et al.*, 2025; Grinčuk *et al.*, 2023; You *et al.*, 2016). Ademais, quanto as taxas de complicações e eventos graves, as duas técnicas de planejamento cirúrgico representadas obtiveram aproximadamente o mesmo valor, não exibindo vantagem de um método sobre outro (Zheng *et al.*, 2024; Chen *et al.*, 2019; Liao *et al.*, 2024).

DISCUSSÃO

Os estudos analisados demonstram que a impressão tridimensional tem sido progressivamente incorporada ao planejamento cirúrgico e à execução de procedimentos na ortopedia. De modo geral, os resultados sugerem que essa tecnologia contribui para maior precisão técnica, melhor compreensão anatômica e redução de eventos adversos, embora o impacto sobre desfechos funcionais de longo prazo ainda permaneça controverso.

Os dados obtidos são consistentes e provenientes de estudos com poucos vieses e limitações metodológicas, indicando confiabilidade nos resultados. Dessa forma, é possível visualizar que a utilização de tecnologia de modelagem tridimensional no planejamento de cirurgias ortopédicas pode reduzir o tempo cirúrgico e a perda sanguínea. Estima-se que isso ocorra, pois, os modelos 3D permitem uma percepção aprimorada e são mais benéficos no ensino da anatomia do local da fratura, facilitando a tomada de decisão do local de implantes, o nível de correção e os procedimentos de reconstrução necessários, principalmente

para cirurgias iniciantes, validando essa técnica como uma estratégia para redução de erros médicos (You *et al.*, 2016; Liao *et al.*, 2024).

Alinhado a isso, obtêm-se uma redução das taxas de complicações, uma vez que, ao aprimorar o diagnóstico pré-operatório e o planejamento cirúrgico, reduz-se o risco de iatrogenia por diagnósticos incorretos da gravidade das fraturas, negligência dos fragmentos fraturados ou opções de tratamento inadequadas, os quais, no método convencional, são fatores fortemente relacionados a experiência do médico (Grinčuk *et al.*, 2023).

Além disso, observou-se uma efetiva redução no número de fluoroscopias, isso é, a quantidade de radiação liberada por um exame que emprega radiação ionizante para obter imagens contínuas de uma parte do corpo durante o procedimento cirúrgico (Öztürk *et al.*, 2022). Considerando que esse tipo de radiação pode provocar lesões celulares e está associado a efeitos estocásticos, como o desenvolvimento de neoplasias, a diminuição de sua utilização representa um avanço relevante, ao reduzir os riscos tanto para os pacientes quanto para os profissionais envolvidos no ato cirúrgico (Morsch *et al.*, 2021).

Todavia, as pesquisas não demonstraram diferenças significativas nos escores dos questionários validados Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) e Patient-Rated Wrist Evaluation (PRWE), importantes ferramentas na área da ortopedia para avaliar sintomas e funções autorreportadas pelos pacientes após procedimentos para tratamento de doenças no punho (Caron *et al.*, 2011). Dessa forma, infere-se que, em longo prazo, as percepções de força, dor e amplitude de movimento tendem a não diferir de maneira relevante entre os métodos de planejamento cirúrgico empregados.

CONCLUSÃO

Em suma, essa revisão sistemática atingiu o seu objetivo, avaliando, por meio da literatura científica, que a tecnologia de impressão 3D em cirurgias ortopédicas reduz o risco de complicações, o tempo cirúrgico e a perda sanguínea. Não apresentando diferença significativa quanto as percepções de força, amplitude de movimento e dor referidas pelo paciente.

Dessa forma, a impressão tridimensional é um método promissora e segura, capaz de aprimorar a precisão técnica, a compreensão anatômica e a previsibilidade dos procedimentos cirúrgicos. Entretanto, os benefícios observados concentram-se predominantemente nos procedimentos e de segurança do procedimento, não se traduzindo, de forma consistente, nos desfechos funcionais de longo prazo.

Assim, essa tecnologia pode ser usada como complemento ao planejamento cirúrgico convencional, com potencial para reduzir erros e eventos adversos, mas não como um determinante isolado de melhores resultados funcionais. A realização de novos estudos com amostras maiores e avaliação padronizada de desfechos clínicos e funcionais, pode ser efetivo para definir de maneira mais robusta o real impacto dessa tecnologia nos resultados centrados no paciente.

REFERÊNCIAS

CARMO, G. M.; PEREIRA, G. A.; AROUCHE, J. S. Tecnologia aplicada às abordagens médicas: a evolução da medicina ao longo dos anos – estudo de revisão. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 10, e7286, 2024.

CARON, J. et al. Tempo de radiação emitida por fluoroscopia em cirurgias ortopédicas. **Revista Brasileira de Ortopedia**, 2011.

CHEN, C. et al. The efficacy of using 3D printing models in the treatment of fractures: a randomized clinical trial. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 20, n. 1, 2019.

GRINČUK, A. et al. Short-term results and complications of distal radius fracture AO2R3 C type planned using 3D-printed models: a prospective randomized controlled study. **Journal of Orthopaedic Surgery**, v. 31, n. 2, 2023.

LIAO, G. et al. Efficiency assessment of intelligent patient-specific instrumentation in total knee arthroplasty: a prospective randomized controlled trial. **Journal of Orthopaedic Surgery and Research**, v. 19, n. 1, 2024.

MARTINS, E. S.; NASCIMENTO DE ALMEIDA, K.; SIMÕES, R. L. Application of orthopedics and traumatology in the UNIVALE medical curriculum using active methodologies. Governador Valadares: UNIVALE, 2025.

MORSCH, J. A. Fluoroscopia: para que serve e como é feito o exame. Erechim (RS): Telemedicina Morsch, 2021. Disponível na internet. Acesso em: 15 jan. 2026.

ÖZTÜRK, A. M. et al. Patient-specific three-dimensional printed spine model for surgical planning in AO spine type C fracture posterior long-segment fixation. **Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica**, v. 56, n. 2, p. 138–146, 2022.

SUTTOR, Y.; ROSA DE SOUZA, G.; FABRICIO, S.; BARTH, P. Medicina prosélita às tecnologias: automatizar sem desumanizar. **Thêma et Scientia**, v. 15, 2025.

YOU, W. et al. Application of 3D printing technology in the treatment of complex proximal humeral fractures in elderly patients. **Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research**, v. 102, n. 7, p. 897–903, 2016.

ZHANG, Y.; BI, Q.; ZHANG, L.; ZHU, D. Preoperative simulation and three-dimensional model for the operative treatment of tibiofibular diaphyseal fracture: a randomized controlled clinical trial. **Journal of Investigative Surgery**, v. 38, n. 1, 2025.

ZHENG, H. et al. Is AI 3D-printed patient-specific instrumentation an accurate option for patients with developmental dysplasia of the hip undergoing total hip arthroplasty? **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 25, n. 1, 2024.