

# IMPRESSÃO 3D: UM FUTURO PROMISSOR PARA A MEDICINA

CARDOSO, Gabriela Camargo<sup>1</sup>  
TAVARES, Kiella de Lima<sup>2</sup>  
TAVARES, Kiarah de Lima<sup>3</sup>  
MAGNAGNO, Odirlei Antonio<sup>4</sup>

## RESUMO

Objetiva-se fazer uma abordagem das recentes tendências da pesquisa envolvendo impressão 3D na medicina, pois elas podem trazer grandes contribuições para essa área, permitindo salvar mais vidas ou melhorar a qualidade de vida dos pacientes com comorbidades. Ainda que não haja tantas pesquisas sobre o assunto, a técnica de impressão 3D apresenta benefícios únicos comparados aos métodos de microfabricação convencional, pois tem vantagens importantes como microescala e alto rendimento de fabricação, dessa forma uma possível utilização da impressão 3D é no campo dos transplantes, já que essa tecnologia pode customizar e personalizar produtos médicos, medicamentos e equipamentos, ampliando assim a eficácia de procedimentos conhecidos e contribuindo para a produção de técnicas inovadoras. Essa tecnologia tridimensional é relativamente nova, portanto ainda não é possível ver grandiosas contribuições para a medicina, todavia com mais pesquisas ela pode se tornar um pilar importante para o tratamento médico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Impressão 3D. Medicina. Bioimpressão. Biomodelos.

## 3D PRINTING: PROMISING FUTURE TO THE MEDICINE

### ABSTRACT

The objective is to approach the recent research trends involving 3D printing in medicine, as they can bring great contributions to this area, enabling save more lives or improve the quality of life in patients with comorbidity. Although there is not so much researches about the subject, the 3D printing technique presents unique benefits compared to conventional microfabrication methods, due to it having important advantages such as microscale and high manufacturing efficiency, thus a possible use of 3D printing is in the field of transplants, as this technology may customize and personalize medical products, medicament and equipment, therefore increasing the effectiveness of known procedures and contributing to the production of innovate techniques. This three-dimensional technology is relatively new, so it is not yet possible see grandiose contributions to medicine, nevertheless with new researches, it can be an important pillar to the medical treatment.

**KEYWORDS:** 3D printing. Medicine. Bioprinting. Biomodels.

## 1. INTRODUÇÃO

A fim de mostrar os benefícios da impressão 3D na medicina, é importante relatar que, nos últimos 10 anos, a impressão 3D vem sendo objeto de pesquisas, a fim de se estender suas técnica para diversas áreas, não ficando apenas nas áreas da engenharia, computação e indústria para serviços em geral, mas também transformando o departamento da saúde, este último sendo o foco do trabalho, para mostrar a utilização da tecnologia tridimensional para a fabricação de medicamentos, para suprir a grande demanda de transplantes, para desenvolver e aperfeiçoar instrumentos cirúrgicos ou de

---

<sup>1</sup> Acadêmica do curso de medicina. E-mail: [gabiccardoso2@gmail.com](mailto:gabiccardoso2@gmail.com)

<sup>2</sup> Acadêmica do curso de medicina. E-mail: [kiella719@gmail.com](mailto:kiella719@gmail.com)

<sup>3</sup> Acadêmica do curso de medicina. E-mail: [limakiah@gmail.com](mailto:limakiah@gmail.com)

<sup>4</sup> Doutor em Administração pela PUCRS, Mestre em Administração pela PUCRS, graduação em Administração pela União Educacional de Cascavel. E-mail: [odirlei@fag.edu.br](mailto:odirlei@fag.edu.br)

utilidade cotidiana; destaca-se ainda que há alguns anos vem sendo, frequentemente, apresentado estudos e conquistas, muitas ainda no campo das pesquisas, outros já no período de adaptação (ONG; YESANTHARAO *et al*, 2018).

Por se tratar de uma tecnologia capaz de trazer inúmeros benefícios, é válido destacá-la em artigo, devido a tamanha revolução que vem a cada dia renovando as esperanças em novos procedimentos e soluções para diversos casos; começando assim com o transplante de órgãos, sabe-se que o tempo para muitos é o fator limitante para decidir uma vida, sendo esse o objetivo de integrar o uso da impressora 3D e seus recursos, ofertando assim uma oportunidade, se não eficaz e permanente, uma provisória visando tratar desse paciente receptor, um humano com melhores qualidades de vida e uma passagem pela sua difícil situação, com as melhores condições possíveis e dignidade (KANG; LEE *et al*, 2016).

Não há muitas pesquisas sobre a impressão 3D, especialmente, em relação aos seus benefícios na área da saúde, de forma que ainda não se vê tanta aplicação dessa tecnologia tridimensional no cotidiano; pensando em questões de qualidade de vida, entra-se na história da indústria farmacêutica, com a utilização da impressão 3D, trazendo algumas vantagens na produção de medicamentos; devido à forma como elas funcionam, consegue-se maior precisão em sua fabricação, já que é feita camada por camada, portanto essa tecnologia possibilita a produção de comprimidos com uma dosagem ideal e com um tamanho reduzido, o que além de ser benéfico para o tratamento do paciente, também ajuda na adesão ao tratamento (MATOZINHOS; MADUREIRA *et al*, 2017).

Quanto a agregação no conhecimento, essa modernidade vem ajudando aos profissionais na área a poder explorar o desconhecido e atuar de forma realista em seus maiores casos, pois as impressoras 3D também podem ser usadas para a criação de modelos com uma escala real, o que contribuiria para melhorar o planejamento cirúrgico; essa tecnologia também pode ser muito aplicada na parte de próteses e transplante de tecidos, principalmente, em relação à cirurgia plástica em queimados e utilitários da próteses tanto de membros quanto cartilaginosas; mesmo se tratando de uma área nova, é interessante mostrar as qualidades da impressão 3D na área da medicina, nesse estudo de revisão bibliográfica, portanto, visa-se delimitar a forma como a impressão tridimensional pode ser usada nessa área tão nobre, e incentivar novas pesquisas com impressoras 3D (MATOZINHOS; MADUREIRA *et al*, 2017).

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Impressão 3D é, relativamente, uma tecnologia nova, capaz de grandes contribuições para pesquisas científicas, especialmente, no ramo das ciências da saúde e prática clínica; em um uso mais

amplo, essa tecnologia pode contribuir para a diminuição dos custos de design e fabricação, e desenvolver diversos produtos para a área da medicina; dessa maneira, pode-se ter um tratamento mais adequado e personalizado, levando a melhores resultados (MIKOLAJEWSKA; MACKO *et al*, 2014).

Segundo o Ministério da Saúde, o transplante de órgãos é capaz, em determinadas situações, de impedir a morte de uma pessoa ou também de permitir uma melhora da sua qualidade de vida, contudo conforme dados do Conselho Regional de Medicina do Rio Grande do Sul, dependendo do órgão que o paciente necessite, ele pode morrer antes de conseguir recebê-lo, além do mais, no Brasil, há escassez de pesquisas avaliativas na área de doação e transplantes de órgãos; dentre os problemas encontrados para a doação de órgãos, destaca-se ainda a dificuldade em conseguir a compatibilidade do doador com o receptor (FERRAZ, 2010).

A fim de caracterizar o perfil de pacientes que se encontravam em espera para transplante renal entre os anos 2000 a 2004 (com desfecho clínico em 2005), foi realizado um estudo observacional, longitudinal, em Belo Horizonte (MG), que teve 835 inscritos, sendo que desses inscritos, apenas 22,7% foram transplantados e 15,6% vieram a falecer; isso mostrou que mesmo havendo mais transplantes renais, esse número ainda não era suficiente para suprir a demanda (MACHADO; CHERCHIGLIA; ACÚRIO, 2011).

Tendo em vista os obstáculos encontrados no transplante de órgãos, o desenvolvimento de órgãos artificiais se mostra promissor para medicina regenerativa, de forma a poder ter grande contribuição para os transplantes de órgãos (KAUSHIK; LEIJTEN; KHADEMHOSEINI, 2016). Nos Estados Unidos, já foi desenvolvida uma impressora capaz de produzir partes do corpo humano e, futuramente, órgãos serão feitos sob medida para cada um dos pacientes receptores (KANG; LEE *et al*, 2016).

A bioimpressão 3D, usada para fabricar órgãos em três dimensões através de uma impressora 3D, pode ser baseada em três importantes tópicos: biomimética, que consiste em mimetizar componentes celulares e extracelulares de órgãos e tecidos; auto-montagem autônoma, refere-se ao desenvolvimento autônomo, a fim de produzir os detalhes da micro-arquitetura e da função do tecido ou do órgão; e os mini-tecidos, que compreendem a menor estrutura e componente funcional de um tecido, podendo, portanto, ser usados na montagem de estruturas maiores (MURPHY; ATALA, 2014).

Biomateriais, macromoléculas e células viáveis podem ser geradas a partir das bioimpressoras que funcionam a partir de jato, extrusão e métodos LIFT (laser-induced forward transfer), a fim de elaborar estruturas em 3D, todavia, normalmente, as bioimpressoras são limitadas quando se trata de grandes arquiteturas biológicas, que possuam integridade para implantação cirúrgica, e os poucos

estudos in vivo fizeram pesquisas usando estruturas menos complexas e com baixa estabilidade mecânica (KANG; LEE *et al*, 2016).

A bioimpressão 3D ainda está no início de seu desenvolvimento, portanto enfrentará muitos obstáculos que incluem a seleção de materiais necessários, maturação do tecido, bem como sua funcionalidade e apropriada inervação e vascularização; além de ser promissor na área de transplantes, a bioimpressão 3D também poderá ser usada para a descoberta de novas drogas, para análises de agentes químicos, biológicos e toxicológicos, entre outros (MURPHY; ATALA, 2014).

Outro uso importante desta tecnologia tridimensional é que a utilização de modelos personalizados feitos através da impressão 3D, com base em exames médicos, tem sido usado na medicina, principalmente, em especialidades como traumatologia e ortopedia; nos últimos dez anos, os biomodelos têm sido usados com a finalidade de: interação entre o médico e o paciente, para treinamento de cirurgias, em pesquisas na área médica, bem como no ensino médico, e, mais recentemente, se tem achado outras aplicações para os biomodelos, sendo empregados de maneira mais específica em: planejamento de cirurgias de alta complexidade, engenharia tecidual, dispositivos de liberação de drogas e complementariedade ao diagnóstico (UTIYAMA; HERNANDES *et al*, 2014).

Além disso, o conhecimento médico moderno depende de recursos que incrementem no desenvolvimento e eficácia clínica dos alunos; a obtenção destes recursos reflete em um desafio a ser seguido por muitas faculdades de medicina, que vai além das questões financeiras, mas também por razões éticas, jurídicas e culturais; a conquista de tecidos humanos, isoladamente, enfrenta muitas restrições, o qual causa sérios problemas para os educadores médicos, porém, ainda assim, as novas tecnologias podem ofertar respostas e resultados com desfecho na impressão 3D (MATOZINHOS; MADUREIRA *et al*, 2017).

Para casos relatados de cardiopatia congênita, o uso de um biomodelo, feito a partir de tomografia computadorizada, ajudou a ter uma visão melhor da anatomia do paciente, já que ela será diferente para cada caso; o biomodelo também contribuiu para o planejamento de um processo cirúrgico, visto que se conseguiu ter uma melhor noção se a intervenção cirúrgica, de fato, traria benefícios ao paciente, evitando-se assim iatrogênicas (UTIYAMA; HERNANDES *et al*, 2014).

A partir de três diferentes casos com envolvimento tumoral de grandes vasos e, portanto, caracterizando uma cirurgia complexa, foi feito três diferentes modelos 3D, respeitando a singularidade de cada tumor; com os modelos 3D se tornou possível explorar diferentes aspectos importantes para o planejamento cirúrgico; o modelo integrado permitiu a prática no protótipo, a fim de simular a cirurgia antes de sua realização, isso torna possível praticar diferentes abordagens cirúrgicas e avaliar os riscos e benefícios de cada opção (KRAUEL; FENOLLOSA *et al*, 2015).

Modelos físicos em 3D conhecidos na indústria como rápida prototipagem, envolvem a criação de um modelo a partir de uma versão 3D no computador; essa tecnologia começou em 1987, quando a primeira máquina de estereolitografia foi comercializada, contudo, recentemente, houve um aumento no número de relatos acerca do uso de modelos 3D na medicina em benefício do ensino, diagnóstico, planejamento cirúrgico e reconstrução de ossos; em relação a esse último, há um número relevante de publicações baseadas em casos maxilofacial, por exemplo, entretanto há poucos relatos de experiências descrevendo sobre o planejamento cirúrgico em tecidos moles (KRAUEL; FENOLLOSA *et al*, 2015).

Em relação a área de traumatologia e ortopedia, a tecnologia 3D está se tornando popular devido a capacidade de imprimir diretamente a porosidade óssea com forma projetada, química controlada e porosidade interconectada (BOSE; VAHABZADEH; BANDYOPAD, 2013). A engenharia de tecido ósseo em escala milimétrica é um conceito comprovado, todavia gerar um implante que é dependente de vascularização, possui diferenciação osteogênica das células tronco transplantadas e uma arquitetura que seja capaz de promover resistência óssea, é um desafio considerável, mas que causa expectativas, visto que seria um grande avanço para a cirurgia musculoesquelética (FEDOROVICH; ALBLAS *et al*, 2011).

Vale ressaltar que o uso das impressoras 3D trará muitas vantagens, como medicamentos e equipamentos na área da medicina, sendo que esses aumentarão sua utilização em procedimentos e produtos médicos que, consecutivamente, terá novas técnicas de reprodução, aumentando sua eficácia; a vantagem de se produzir rapidamente implantes personalizados e próteses soluciona um problema persistente em áreas médicas, visto que os implantes padronizados, muitas vezes, é falho para alguns pacientes em casos mais complexos; antigamente, os cirurgiões modificavam os implantes para se adequar ao paciente, contudo, recentemente, a impressora 3D introduziu novas possibilidades para a produção de implantes individualizados e sob medida, o que é de grande benefício para os pacientes (MATOZINHOS; MADUREIRA *et al*, 2017).

As técnicas de impressão 3D foram além de sua tradicional aplicação, por exemplo na manufatura industrial, para atingirem os campos da pesquisa científica, como o da química sintética (KITSON; GLATZEL *et al*, 2016). Mediante a tecnologia 3D, as mediações cirúrgicas podem ser aperfeiçoadas, e próteses diferenciadas serão produzidas, além do diagnóstico ficar mais fácil, e também o estudo da anatomia é melhorado. Ademais, foi a impressão tridimensional que tornou executável a produção de fármacos com caráter químicos e físicos especiais (MATOZINHOS; MADUREIRA *et al*, 2017).

Percebe-se que a impressão 3D segue se integrando a prática médica, todos os envolvidos nesse processo, desde os pesquisadores a pacientes, encaram os desafios de entender essa complexa

tecnologia, aproveitando o seu potencial e avaliando seus possíveis riscos também; paralelamente ao processo de entendimento dessa tecnologia, a impressão 3D já vai começando a remodelar a medicina (MICHALSKI; ROSS, 2014).

### **3. METODOLOGIA**

Para reunir artigos de referência para esta revisão literária, buscou-se palavras-chave como: “impressão 3D” e “bioimpressão 3D”, bem como seus equivalentes na língua inglesa, “3D printing” e “3D bioprinting”, no Google Acadêmico e diretamente no site da revista Nature, sendo selecionados para o trabalho aqueles artigos que traziam informações relacionando a tecnologia de impressão 3D com a área da saúde.

### **4. ANÁLISES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

No ramo da medicina, os transplantes, apesar de serem importantes para salvar ou melhorar a vida do paciente, são um processo demorado e que apresentam empecilhos, como a grande demanda e a complexidade de se conseguir compatibilidade entre o doador e o receptor, para serem realizados, por isso é destacada a contribuição que a tecnologia de bioimpressão 3D pode gerar nessa área.

A realização de cirurgias, também é beneficiada pelos biomodelos 3D, permitindo uma visão mais ampla do procedimento a ser realizado e garantindo maior sucesso; os biomodelos também têm relevância em um âmbito mais voltado para educação, visto que podem ser usados em treinamento cirúrgico e pesquisas médicas. Vale ressaltar também que o uso da tecnologia 3D na área da engenharia óssea é vista como promissora, mesmo que ainda represente um grande desafio.

É importante reafirmar que as impressoras 3D também possuem vantagem considerável no campo da medicina no que diz respeito aos implantes, visto que esses poderiam ser exclusivos, respeitando a individualidade de cada paciente. No que tange à área farmacêutica, as impressões 3D já trouxeram aperfeiçoamentos para as medicações.

### **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ante aos argumentos citados, nota-se que há unanimidade quanto a impressão 3D ser um campo que ainda está sendo desenvolvido, mas que possui grande potencial para contribuir em diversos setores da ciência, portanto o artigo atinge o seu objetivo em descrever alguns dos principais campos, com foco maior na medicina, em que essa tecnologia poderia trazer diversos benefícios.

Por se tratar de um tema mais recente, encontra-se dificuldade em encontrar trabalhos relacionados a essa área, mas por ser uma área bastante abrangente e que possui inúmeras vantagens, pesquisas envolvendo impressão 3D são essenciais, portanto faz-se necessário maior número de estudos acerca do assunto para que, efetivamente, essa tecnologia tenha maiores contribuições nas áreas comentadas no artigo.

## REFERÊNCIAS

BOSE, S.; VAHABZADEH, S.; BANDYOPAD, A. Bone tissue engineering using 3D printing. **Materials today**, 2013.

FEDOROVICH, N. E. *et al* Organ printing: the future of bone regeneration? **Trends in biotechnology**, 2011.

FERRAZ, V. M. G. **Organs Transplantation: How to Improve the Process?**, 2010.

KANG, H.-W. *et al* A 3D bioprinting system to produce human-scale tissue constructs with structural integrity. **Nature biotechnology**, 2016.

KAUSHIK, G.; LEIJTEN, J.; KHADEMHOSEINI, A. Organ Engineering: Design, Technology, and Integration. **AlphaMed Press - Stem Cells**, 2016.

KITSON, P. J. *et al* 3D printing of versatile reactionware for chemical synthesis. **Nature Protocols**, 2016.

KRAUEL, L. *et al* Use of 3D prototypes for complex surgical oncologic cases. **World journal of surgery**, 2015.

MACHADO, E. L.; CHERCHIGLIA, M. L.; ACÚRIO, F. D. A. Perfil e desfecho clínico de pacientes em lista de espera por transplante renal, Belo Horizonte (MG, Brasil, 2000-2005. **Ciência & Saúde Coletiva**, 2011.

MATOZINHOS, I. P. *et al* Impressão 3D: inovações no campo da medicina. **Revista interdisciplinar ciências médicas - MG**, 2017.

MICHALSKI, M. H.; ROSS, J. S. The shape of things to come 3D printing in medicine. **American Medical Association**, 2014.

MIKOLAJEWSKA, E. *et al* 3D printing technologies in rehabilitation engineering , 2014.

MURPHY, S. V.; ATALA, A. 3D bioprinting of tissues and organs. **Nature biotechnology**, 2014.

ONG, C. S. *et al* 3D bioprinting using stem cells. **Pediatric research**, 2018.

UTIYAMA, B. *et al* Construção de biomodelos por impressão 3D para uso na prática clínica: experiência do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia. **XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica**, 2014.