



**FACULDADE DA REGIÃO SISALEIRA
BACHARELADO EM BIOMEDICINA**

EVERTON DAVID DE ARAÚJO ALMEIDA

**VIABILIDADE DA
IMPRESSÃO 3D APLICADA A ÁREA DA SAÚDE**

**Conceição do Coité-BA
2023**

EVERTON DAVID DE ARAÚJO ALMEIDA

VIABILIDADE DA IMPRESSÃO 3D APLICADA A ÁREA DA SAÚDE

Artigo científico submetido como Trabalho de Conclusão de Curso para o curso de Bacharelado em Biomedicina para a Faculdade da Região Sisaleira.

Orientador: Franklin Emmanuel
Brizolara Pereira Filho

**Conceição do Coité-BA
2023**

Ficha Catalográfica elaborada por:
Carmen Lúcia Santiago de Queiroz – Bibliotecária
CRB: 5/001222

Al64 Almeida, Everton David de Araújo
Viabilidade da Impressão 3D aplicada a área da saúde/
Everton David de Araújo Almeida. – Conceição do Coité:
FARESI,2023.
14f.

Orientador: Prof. Franklin Emmanuel Brizolara Pereira
Filho.

Artigo científico (bacharel) em Biomedicina. – Faculdade
da Região Sisaleira (FARESI). Conceição do Coité, 2023.

1 Bioimpressão. 2 Órteses. 3 Inanimados.
I Faculdade da Região Sisaleira – FARESII Pereira Filho,
Emmanuel Brizolara III Título.

CDD:610

EVERTON DAVID DE ARAÚJO ALMEIDA

**VIABILIDADE DA
IMPRESSÃO 3D APLICADA A ÁREA DA SAÚDE**

Artigo científico apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Biomedicina, pela Faculdade da Região Sisaleira.

Aprovado em 8 de novembro de 2023.

Banca Examinadora:

Frankin Emmanuel Bizolara Pereira Filho / franklin.pereira@faresi.edu.br

Géssica Oliveira Mendes / gessica.mendes@faresi.edu.br

Jacson Baldoino Silva / jacson.silva@faresi.edu.br

Rafael Brasil dos Santos / rafael.santos@ftc.edu.br

Rafael Reis Bacelar Antón / Rafael.anton@faresi.edu.br



Rafael Reis Bacelar Antón
Presidente da banca examinadora
Coordenação de TCC – FARESI

Conceição do Coité – BA
2023

VIABILIDADE DA IMPRESSÃO 3D APLICADA A ÁREA DA SAÚDE

Everton David de Araújo Almeida¹

Franklin Emmanuel Brizolara Pereira Filho²

RESUMO:

A impressão 3D surgiu com o objetivo de revolucionar a manufatura, e mudar totalmente a forma como os objetos são produzidos, no início era utilizada apenas para criar objetos inanimados, porém com o passar dos anos essa tecnologia começou a ser estudada e aplicada em diversos campos do conhecimento humano, incluindo a área da saúde, que ficou conhecida também como bioimpressão 3D, tema central desse artigo, para a realização desse trabalho foram lidos 50 artigos, depois de aplicado os critérios de inclusão e exclusão forma selecionados 17 artigos, foi estudado a viabilidade da bioimpressão de ossos, tecidos, órgãos e da impressão de órteses e próteses, foi observado por meio dessa pesquisa que a bioimpressão é uma tecnologia muito promissora para os futuros horizontes da saúde.

Palavras-chave: Bioimpressão, órteses, Inanimados.

ABSTRACT

3D printing emerged with the aim of revolutionizing manufacturing, and completely changing the way objects were created. At first, it was only used to create inanimate objects, but over the years this technology began to be studied and applied in various fields. human knowledge, including the area of health which also became known as 3D bioprinting, the central theme of this article, to carry out this work 50 articles were read, after applying the inclusion and exclusion criteria, 17 articles were selected, the feasibility of bioprinting of bones, tissues and organs and the printing of orthoses and prostheses, it was observed through this research that bioprinting is a very promising technology for future health horizons.

Keywords: bioprinting, orthoses; Inanimate

¹ Discente do Bacharelado de Biomedicina da Faculdade FARESI. Email: everton.almeida@faresi.edu.br

² Docente do Bacharelado de Biomedicina da Faculdade FARESI. Email: Franklin.pereira@faresi.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Apesar da recente fama das impressoras 3D, (que imprime objetos tridimensionais ou em três dimensões), e suas diversas aplicações, essa tecnologia teve seu surgimento em 1984, nos Estados Unidos pelo engenheiro físico Charles Hull. Naquela época o formato da impressora era um pouco diferente do modelo da atualidade, sendo modernizada com o passar das décadas, através de inúmeras pesquisas e estudos, tornando essa tecnologia cada vez mais acessível para a população (3dsystems,2017).

Essa invenção revolucionou o processo de produção de objetos, utilizando diferentes materiais. O que antes era fabricado de forma manual, pouco eficiente e com custos elevados, agora, com auxílio de programas de computadores e uma impressora 3D, possibilita a produção de objetos sob medida e com alta capacidade criativa para diferentes áreas, inclusive para a área da saúde (Baskiak;Liziero,2017).

Para realização das impressões de objetos, primeiramente utiliza-se um software de computador, conhecidos como *slicers*, que auxilia a criação através de recursos gráficos e realiza a comunicação entre o computador e a impressora. Funcionando de forma semelhante a impressora tradicional, o projeto é fragmento em camadas, e as mesmas são impressas de forma sobreposta uma a outra, começando de baixo para cima (Jacob; Victor,2017).

Em 2013 essa tecnologia foi usada pela primeira vez na área da saúde, para salvar a vida de uma criança nos Estados Unidos, nascida com uma doença respiratória a qual provocava um constante risco de sufocamento. Os médicos solicitaram a criação de uma via área artificial por meio da impressão 3D, que salvou a vida do paciente. Depois dessa realização cada vez mais se busca evoluções nesse nicho. Numerosos estudos vêm sendo realizados com o objetivo de consolidar e expandir as possíveis aplicações na área da saúde, a qual vem salvando vidas, e ajudando a amenizar o sofrimento das pessoas (Huang; Zhang, 2014).

Dentre as diversas aplicações na área da saúde podemos citar a impressão de ossos, próteses e imobilizadores ortopédicos (para auxiliar na recuperação de fraturas), componentes do sistema cardiovascular (como

artérias e veias) e outras aplicações em procedimentos cirúrgicos (Vanelli; Maba.2020).

As maiores expectativas para evolução dessas aplicações estão na fabricação de tecidos vasculares, e de órgãos totalmente funcionais, o que pode trazer a diminuição de testes em animais e ajudar a reduzir as filas de transplante de órgãos. (Huang; Zhang, 2014)

A impressão 3D já revolucionou a manufatura, mas pesquisadores acreditam que é apenas o começo da descoberta para a vasta utilização do equipamento. Na área da saúde a impressão tridimensional teve uma ramificação, a chamada bioimpressão, a qual se diferencia pelo tipo de material utilizado. A bioimpressão tem como matéria prima a utilização de biomateriais, como células e biomoléculas, é uma área emergente que estuda a impressão de tecidos e órgãos, podendo ser associados a exames de imagem como ressonância e tomografia para uma maior precisão. (Dernowsek; Janaina, 2016)

Esse artigo se desenvolve na necessidade de acompanhar os futuros avanços dessa tecnologia, tendo o objetivo de apresentar aos leitores as diversas aplicações da impressão 3D no campo da saúde, associada a melhoria da vida humana. Essa tecnologia, que ainda está em fase de desenvolvimento, pode ser a solução para diversos problemas das mais variadas áreas que a saúde abrange, além disso poucas pessoas tem o conhecimento da existência da impressão 3D e outros conhecem mais não sabem que ela pode ser usada na manutenção da saúde. Com o objetivo de apresentar essa ramificação da impressão tridimensional será estudada algumas subáreas do setor, como a impressão de próteses e órteses e a bioimpressão de ossos, tecidos e órgãos.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa trata-se de uma revisão bibliográfica qualitativa onde foi utilizado um levantamento de artigos científicos em bases de dados eletrônicas, como *Scientific Electronic Library Online (Scielo)*, PUBMED, e o Google Acadêmico. A faixa temporal contemplada compreende um intervalo de 13 anos, foram considerados os artigos publicados entre 2010 à 2023, nos idiomas português e inglês. Foram utilizadas as palavras-chave “impressão 3D

na área da saúde”, “bioimpressão”, “bioimpressão de ossos”, “bioimpressão de órgãos”, “bioimpressão de tecidos”, “impressão de próteses e órteses”, “impressão 3D” e “biomédico atuando na impressão 3D”, afim de refinar melhor a pesquisa, selecionando publicações voltadas ao tema central desse artigo.

Ao iniciar a pesquisa foram encontrados 50 artigos, sendo 44 na plataforma Google Acadêmico, 3 no *SciElo* e 3 no Pubmed, após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão restaram 17 artigos, foram excluídos os artigos dos anos de 2000 à 2009, os que ensinavam na prática o manuseio da impressora, os que eram de testes documentais, os artigos voltados para a aplicação em animais, e os duplicados; foram incluídos os artigos dos anos de 2010 à 2023, que possuíam uma linguagem coerente e objetiva, contendo o assunto central da pesquisa, ou alguma ramificação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Muitos tem esperança na biomedicina contemporânea, no que diz respeito ao estudo e uso de novas tecnologias para melhorar a qualidade de vida das pessoas e evitar doenças. A biotecnologia já é uma habilitação para os biomédicos, que através da tecnologia já fizeram verdadeiras proezas em tempo hábil como mapear o genoma do corona vírus (Rose, 2010).

Com o passar dos anos a impressão 3D teve ramificações para diversas áreas, na saúde foram desenvolvidas técnicas para a impressão de biomateriais, utilizando como principal componente células e produtos biológicos, produzindo estruturas complexas, como tecidos e órgãos. Acredita-se que em poucos anos já teremos essa tecnologia disponível em hospitais no brasil, revolucionando a saúde e oferecendo uma nova perspectiva aos pacientes (Vanelli; Maba, 2020).

A engenharia de tecidos tem sido um campo promissor, e tenta criar um caminho alternativo entre a logística da escassez de doadores de órgãos, e a necessidade do transplante, porem até a impressão de um órgão totalmente funcional ainda será necessário mais alguns anos de pesquisa, sendo necessário técnicas complexas para a total vascularização, apesar disso é um campo muito promissor e com rápidos avanços (Ozbolat; Yu, 2013).

3.1 IMPRESSÃO DE PRÓTESES E ORTESES.

A respeito da impressão 3D atualmente no Brasil a única impressão que é permitida para livre comercialização é a de órteses e próteses, a órtese serve para imobilizar locais lesionados ou ossos quebrados, e a prótese serve para substituir um membro do corpo que foi perdido. O gesso é utilizado há muitas décadas como principal imobilizador, por ter baixo custo e ser facilmente aplicado, porém, ele pode ser prejudicial à saúde. O gesso pode gerar muitos incômodos ao paciente, devido ao seu peso e ao fato de a pele do local ficar coberta, sem nenhum tipo de ventilação, o que pode causar coceiras, odor forte, e em alguns casos até mesmo doenças de pele (Silva,2018).

Uma alternativa muito viável ao gesso é a órtese impressa em 3D, utilizando como matéria prima o polímero ácido láctico (PLA), resultando em diversos benefícios como na anatomia e leveza, o formato possui aberturas que mantêm o membro ventilado, pode ser lavado, evitando assim coceiras, odor e possíveis doenças na pele, uma solução para as crianças, podendo escolher até a cor do material, ajudando na adaptação (Silva, 2018).

A tecnologia 3D para órteses e próteses vem tendo uma grande aceitação no mercado, tendo em vista que esse material a ser criado é totalmente customizável, diferente do gesso ou outras próteses no mercado, nesse caso a órtese que se adapta a cada paciente de acordo com o seu conforto, ajudando na reabilitação, os autores expõem que essa tecnologia assistiva de impressão 3D é excepcional para atender as peculiaridades de cada caso e fazer a confecção personalizada com as medidas exatas de cada paciente (Junior;Sarmanho,2018).

3.2 IMPRESSÃO DE OSSOS

Os ossos são feitos de tecido duro e monocromático, o que os torna os componentes mais fáceis do corpo humano para serem duplicados na impressão 3D, com elevados níveis de precisão, preservando valores tanto visuais quanto táteis, os planos futuros para esse tipo de impressão incluem digitalização e

finalização de ossos que não são facilmente visíveis em cadáveres como ossos do ouvido (Matozinhos,2017).

Uma tecnologia 3D capaz de replicar as características dos tecidos nativos está em desenvolvimento pelos pesquisadores da área da engenharia de tecidos, essas construções 3D são capazes de imprimir uma matriz temporária na qual as células são capazes de proliferar-se e diferenciar-se, andaimes 3D foram projetados para imitar a arquitetura natural de ossos vivos, permitindo a troca de nutrientes e a neovascularização ossea (Boga,2018).

Um dos maiores desafios da dosimetria numérica (que ajuda a estimar a distribuição da dose absorvida em um volume determinado), é estipular a quantidade de radiação ionizante a ser depositada nos ossos do esqueleto ,essas doses não podem ser medidas diretamente in vivo, por tanto é necessário um modelo físico ou computacional para efetuar estimativas desimétricas, o uso da impressão 3D pode ser usado na criação desses modelos físicos (Junior, 2015).

Em 2014 os médicos do terceiro hospital da universidade de Pequim conseguiram implantar pela primeira vez uma vértebra impressa em 3D, o paciente era um menino de 12 anos, acometido por câncer, a vértebra foi impressa através da própria vértebra danificada do menino, o que facilitou sua integração e adaptação e o material utilizado foi o pó de titânio. A impressão em 3D tem um grande potencial para servir às necessidades personalizadas dos projetos; e não há nada mais personalizado que um corpo humano. (Schwab,2016).

3.3 BIOIMPRESSÃO DE ÓRGÃOS E TECIDOS

Atualmente existe uma grande escassez de doadores de órgãos, muitos pacientes passam anos na fila de espera, muitos chegam a óbito antes de encontrar um doador viável, segundo o Ministério da saúde mais de 65 mil pessoas estão na fila de transplante de órgãos no Brasil, e quando encontram um órgão disponível tem a chance de não ser compatível com o paciente (Silva, 2018).

Com o objetivo de solucionar esse problema foi desenvolvida uma técnica promissora, a bioimpressão de tecidos e órgãos sintéticos, esse conceito é

baseado na construção de tecidos usando biomateriais (MURPHY; 2014), para a fabricação são utilizados hidrogéis, que é um composto de água com polímeros biológicos, as células ficam espalhadas dentro da composição, sendo possível construir uma estrutura volumétrica. A expectativa é que no futuro se uma pessoa precisar de um transplante de órgão, seja coletada células do paciente, sendo essas células reprogramadas para a função desejada e preparadas para a impressão 3D do órgão (Kang,2016).

Outra utilização é no auxílio de cicatrização de feridas, já se imagina que será possível criar uma bandagem 3D Adesiva, com proteínas na sua formação para o auxílio na cicatrização de feridas, a qual ajudará no crescimento celular da pele ao redor dos ferimentos. O objetivo é além de ajudar que o período da cicatrização seja diminuído, fazer com que a área permaneça flexível, evitando a formação de um tecido cicatricial rígido (Basmaji, p; Signori,2020).

Como toda tecnologia relativamente nova, essa bandagem 3D adesiva ainda tem algumas dificuldades para se tornar totalmente viável, uma delas é o custo de todo o processo, tornando muito caro os modelos capazes de fazer o composto com a junção de todas as matérias primas para tornar a produção final mais resistente, assim diminuindo o acesso dessa tecnologia aos pesquisadores da área (Ishenhoma; Mtaho, 2014).

De acordo com Vanelli e Maba (2020), um órgão requer complexos multicelulares que não podem ser constituídos por técnicas comuns, envolvendo integração vascular complexa. Apesar de todas as dificuldades os avanços estão ocorrendo de forma coordenada e rápida.

Havendo então uma necessidade da apresentação e entendimento sobre esse novo campo que é o futuro da produção de novos materiais (Basmaji, p; Signori,2020),o conceito da bioimpressão tem sido estudado cada vez mais por empresas de tecnologia ligadas a saúde.

A bioimpressão (3D) tem sido uma ferramenta poderosa na padronização e posicionamento preciso de produtos biológicos, incluindo células vivas, ácidos nucleicos, partículas de drogas, proteínas e fatores de crescimento, para recapitular a anatomia, biologia e fisiologia dos tecidos. a bioimpressão deu um salto substancial, particularmente nos últimos 10 anos, e tem sido amplamente utilizada na fabricação de tecidos vivos para diversas áreas de aplicação. A tecnologia foi recentemente comercializada por várias empresas emergentes, e as bioimpressoras e os tecidos bioimpressos ganharam um interesse significativo. (Ozbolat).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dessa pesquisa, foi demonstrado a importância de estudos e pesquisas contínuas sobre a impressão 3D aplicada à melhoria de vida dos pacientes. Atualmente no Brasil, somente a ANVISA emite licença para o uso da impressora 3D, em convecção de próteses e órteses, diretamente ligada ao paciente, da produção a comercialização.

A bioimpressão ainda não foi autorizada pela ANVISA em escalabilidade para o paciente, estando ainda em fase de pesquisas, porém no Brasil cresce cada vez mais as startups que fazem pesquisa e desenvolvimento dessa tecnologia, essas empresas oferecem o equipamento e até mesmo os hidrogéis usados como matéria prima, para que os laboratórios e pesquisadores que adquirirem possam começar ou concluir seus estudos sobre bioimpressão.

Por fim, a bioimpressão ainda enfrenta algumas barreiras para se tornar totalmente viável, porém esse método tem excelentes perspectivas futuras segundo os pesquisadores, podendo se tornar algo acessível nas próximas décadas, até mesmo em hospitais públicos. Por ser uma área relativamente nova, ainda não há uma disponibilidade significativa de técnicos habilitados para atender diferentes demandas, considerando que é uma área multidisciplinar, os profissionais da área da biomedicina podem preencher essa lacuna, através do amplo conhecimento em anatomia, histologia, fisiologia e futuras especializações.

6. REFERÊNCIAS

BASNIAK, Maria Ivete, and LIZIERO, André Rafael. "A impressora 3D e novas perspectivas para o ensino: possibilidades permeadas pelo uso de materiais concretos." *Revista Observatório* 3.4 (2017): 445-466.

Boga JC, Miguel SP, de Melo-Diogo D, Mendonça AG, Louro RO, Correia IJ. In vitro characterization of 3D printed scaffolds aimed at bone tissue regeneration. *Colloids Surf B Biointerfaces*. 2018, disponível em: file:///C:/Users/User/Desktop/Tcc/Material/boga2018.pdf acesso em: 24 de agosto de 2023.

CAROLINA SIGNOR; BASMAJI. Nova estratégia de Bioimpressão Nanoskin 3D no tratamento de feridas: um futuro brilhante pela frente. **REVISTA IBERO-AMERICANA DE PODOLOGIA**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 146, 2020. DOI: 10.36271/iajp.v2i1.26. Disponível em:

<https://www.iajp.com.br/index.php/IAJP/article/view/26>. Acesso em: 22 maio. 2023.

DA SILVA, Ricardo Eduardo et al. Desenvolvimento de protótipo para imobilização ortopédica em impressora3d, disponível em https://www.fateczl.edu.br/engetec/engetec_2018/ENGETEC_2018_paper_53.pdf. Acesso em: 27 de junho de 2023.

HUANG;ZANG. 3D Printing: Print the Future of Ophthalmology. **REVISTA investigative ophthalmology & visual science**, V.58.NO.8 disponível em: <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2129391> Acesso em: 22 maio. 2023.

ISHENHOMA, F.R.; MTAHO, A.B. 3D Printing: developing countries perspectives. Int J Comp App., Nova York, v.1, n. 11, p. 104-11, 2014. disponível em <https://arxiv.org/abs/1410.5349>, acesso dia 13 de setembro de 2023.

JÚNIOR, Cláudio I. rodrigues et al. construção de modelos físicos de amostras reais e sintéticas de ossos trabeculares do crânio com impressora 3d. disponível em: http://www.dosimetrianumerica.org/wp-content/uploads/2019/01/2015_INAC_CLAUDIO.pdf acesso em: 24 de agosto de 2023.

JÚNIOR, Jorge Lopes Rodrigues; DE SOUZA CRUZ, Larissa Maria; SARMANHO, Ana Paula Santos. Impressora 3D no desenvolvimento das pesquisas com próteses/3D. **Revista Interinstitucional Brasileira de Terapia Ocupacional**, v. 2, n. 2, p. 398-413, 2018.

KANG, Hyun-Wook et al. A 3D bioprinting system to produce human-scale tissue constructs with structural integrity. Nature Biotechnology, [S.l.], v. 34, n. 3, p. 312, 2016. Disponível em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26878319/> acesso: 12 de setembro de 2023.

MATOZINHOS, Isabela Penido et al. Impressão 3D: Inovações no campo da medicina. **Revista Interdisciplinar Ciências Médicas**, v. 1, n. 1, p. 143-162, 2017.

MURPHY, Sean V.; ATALA, Anthony. 3D bioprinting of tissues and organs. Nature Biotechnology, [S.l.], v. 32, n. 8, p. 773, 2014.

OZBOLAT, I.; YU, Y. Bioprinting toward organ fabrication: challenges and future trends. **Transactions on Biomedical Engineering**, New York, v. 60, n. 3, p. 691-699, 2013. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6423824>. Acesso em :29 de maio de 2023.

Rose, N. (2010). A biomedicina transformará a sociedade? O impacto político, econômico, social e pessoal dos avanços médicos no século XXI (E. R. P. Martins, Trad.). *Psicologia & Sociedade*, 22(3), 628-638, Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/psoc/a/hgqgGj7R5dJQfTfQR6N3B5m/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em :19 de junho de 2023.

SCHWAB, Klaus. A quarta revolução industrial. São Paulo: Edipro, 2016.

SILVA Fernandes, ALEXANDRA; barbas rodrigues, Francisco, José. produção 3d bioartificial de tecidos e órgãos--uma revisão. *egitania ciencia*, n. 23, 2018. Disponível em :
<file:///C:/Users/User/Desktop/Tcc/Material/TECIDOS%20E%20OSSOS.pdf> data do acesso: 12 de setembro de 2023.

VANELLI, C. M.; MABA, I. K. Bioimpressão: uma abordagem em saúde para impressão 3D. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 14, n. 17, 2020. Disponível em:
<https://www.revistasuninter.com/revistasauade/index.php/saudeDesenvolvimento/article/view/933>. Acesso em: 29 maio. 2023.

OZBOLAT, Ibrahim T.; PENG, Weijie; OZBOLAT, Veli. Application areas of 3D bioprinting. *Drug discovery today*, v. 21, n. 8, pág. 1257-1271, 2016.