

A UTILIZAÇÃO E APLICAÇÃO DA IMPRESSORA 3D NA ÁREA DE SAÚDE

THE USE AND APPLICATION OF THE 3D PRINTER IN THE HEALTH AREA

Ariane da Silva Carreira¹
Diego Gonçalves dos Santos Manso²
Guilherme Granadeiro Monteiro³

RESUMO: O presente trabalho pretende apresentar uma retrospectiva de quando foi criada a impressão 3D suas aplicações iniciais e seus avanços até ser usada na área da saúde, com a criação de tecidos vivos, personalização de órteses e próteses, modelos anatômicos entre inúmeras outras funções. O objetivo desse estudo é, portanto, abordar quais são os atuais usos da tecnologia 3D na medicina, discutindo as inúmeras possibilidades de aplicações futuras para essa técnica. Como materiais e métodos, trata-se de uma pesquisa bibliográfica qualitativa realizada através de uma revisão sistemática da literatura atual. Dentro dos resultados, é importante salientar que as peças tridimensionais permitiram com que várias áreas da saúde se beneficiassem desde a utilização de protótipos de coluna vertebral, criação de uma calota craniana até a impressão de pele. Destacando algumas dificuldades como custo e tempo de produção. A pesquisa propõe compreender as causas e efeitos do tema apresentado assim como uma descrição do mesmo trazendo informações relevantes para os profissionais interessados.

340

Palavras-chave: Impressora 3D. Saúde. Tecnologia.

ABSTRACT: The present work intends to present a retrospective of when 3D printing was created, its initial applications and its advances until it was used in the health area, with the creation of living tissues, customization of orthoses and prostheses, anatomical models among countless other functions. The objective of this study is, therefore, to address the current uses of 3D technology in medicine, discussing the numerous possibilities of future applications for this technique. As materials and methods, it is qualitative bibliographic research carried out through a systematic review of the current literature. Within the results, it is important to note that the three-dimensional pieces allowed several areas of health to benefit from the use of spinal prototypes, creation of a skullcap to skin impression. Highlighting some difficulties such as cost and production time. The research proposes to understand the causes and effects of the theme presented as well as a description of it bringing relevant information to interested professionals.

Keywords: 3D printer. Health. Technology.

¹Graduanda do curso de Engenharia de Produção da Universidade de Vassouras;

²Graduando do curso de Engenharia de Produção da Universidade de Vassouras;

³Graduando do curso de Engenharia de Produção da Universidade de Vassouras. Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção de Título em Engenharia de Produção pela Universidade de Vassouras. Orientador: MSc. Adauri Silveira Rodrigues Junior; Coorientadores: MSC Cesar da conceição; MSC Luiz Felipe Caramez Beterges.

INTRODUÇÃO

Em 1984, surgiu a primeira impressora 3D, podendo ser considerada uma evolução da impressora a jato de tinta, que foi criada no ano de 1976. O seu grande diferencial consiste na confecção de objetos a partir da base de dados digitais. Isso ocorre através de uma tecnologia que é capaz de criar objetos sólidos tridimensionais por sucessivas camadas do material que será utilizado. Esses objetos podem ser confeccionados a partir de plásticos, resinas, titânio, polímeros, ouro, prata, cimento e, até mesmo, alimentos (PALMA, 2015).

Tal tecnologia é utilizada em diversos ramos da produção, como indústrias automotivas, aviação, joalherias, calçados, arquitetura, design de produto, indústria de alimentos, construção civil, bem como na área da educação/ensino e indústrias de desenvolvimento médico.

Com a redução dos preços e o aprimoramento tecnológico, a impressão 3D tem ampliado os campos de ações, merecendo um destaque para a medicina, em que podemos observar uma acentuada utilização, principalmente nas especialidades médicas, odontológicas e fisioterápicas.

Na área da saúde, são observadas inúmeras aplicações: na fabricação de vasos sanguíneos, redes vasculares, ataduras, ossos, orelhas, próteses dentárias, entre outros (GUERRA NETO, 2018).

Na cirurgia plástica, a impressão 3D ajuda no planejamento cirúrgico, possibilitando maior precisão nos diagnósticos e na compreensão da estrutura patológica e, também, permite um maior conhecimento anatômico do paciente antes da realização dos procedimentos pré-operatórios necessários (GUERRA NETO, 2018).

Ainda compondo a área de saúde, várias pesquisas médicas estão sendo utilizadas com a utilização desse equipamento. Os novos protótipos abrem oportunidades para a atividade científica de investigação, como processos fisiológicos que ainda não foram totalmente compreendidos, juntamente com uma melhor compreensão das patologias complexas. Permite uma simulação in vivo melhor do que quando comparado à dinâmica de fluidos computacional.

Além disso, protótipos de modelos 3D podem ser benéficos para a comunicação entre os clínicos e pacientes na demonstração do tratamento necessário, facilitando o consentimento para a cirurgia.

Existe, também, uma atuação importante dessa impressora na área da aprendizagem, pois proporciona o conhecimento e treinamento da anatomia humana, através dos modelos das peças.

Desafios de ordem técnica, acesso às mídias, estrutura física e científica, ainda precisam ser trabalhados para que estas ferramentas sejam adotadas com mais facilidade pelos profissionais ajudando-os como recursos de trabalho.

Porém, este é um cenário que vem se ampliando no meio da saúde. Uma vez que as tecnologias de informação tendem a aumentarem sua presença nas práticas de ação e assim, as impressoras 3D podem ser ferramentas importantes para enriquecer a qualidade de vida dos pacientes, com recursos cada vez mais avançados salvando vidas e proporcionando maior bem-estar aos atendidos.

DESENVOLVIMENTO

2.1. Impressoras 3d, economia criativa e a dinâmica de consumo

Com o avanço das tecnologias de ponta, e exigências do mercado consumidor, o termo economia criativa é muito ouvido e discutido. Esse novo conceito consiste, principalmente, nas transações feitas a partir de produtos criativos que são aqueles que derivam de setores ligados a direitos autorais, como propaganda, softwares, design, fotografia, filmes, vídeos, artes cênicas, música, rádio/TV e videogames (HOWKINS, 2013).

Este tipo de economia tem como base dois tipos de sistematização diferente, onde um se diz respeito a bens e objetos tangíveis e o outro se refere à propriedade intelectual. No caso das propriedades intelectuais conhecidas por ideias patenteadas atualmente se ampliou, devido aos novos meios de comunicação.

Hoje, quando uma boa ideia não é patenteada, outras pessoas com ideias semelhantes tendem a aperfeiçoar seus próprios conhecimentos e habilidades (HOWKINS, 2013). Inúmeros são os motivos para o domínio da economia criativa neste

século. O principal deles são os diversos processos de automação que estão em andamento e o aumento pela busca de trabalhos nos setores criativos.

Defende-se atualmente, que a produção depende cada vez mais de recursos intangíveis, e juntamente com “o baixo custo da tecnologia digital, permite-se às pessoas produzirem, distribuírem e trocarem seus próprios materiais e cada vez mais penetrando por todos os grandes mercados corporativos” (HOWKINS, 2013).

Deste modo, há grandes indícios de uma tendência cada vez maior a rejeitar tanto a autoridade da tradição quanto a dos especialistas, dando espaço para os indivíduos fazer valer seus desejos, vontades e preferências (CAMPBELL; BARBOSA, 2006).

Acredita-se que em poucos anos todas as pessoas tornem-se criadoras, devido ao potencial apresentado pelos indivíduos e às novas ferramentas digitais que estão surgindo. Para um futuro bem próximo, vislumbra-se que essas ferramentas se tornem onipresentes e intuitivas, assim como outras que já passaram pelo mesmo processo de democratização (ANDERSON, 2012).

Thomas Jefferson e outros fundadores criaram a Lei de Patentes visando compartilhar as novas invenções com toda a população. Assim, ainda hoje há a necessidade de publicar as invenções para se obter a licença (ANDERSON, 2012).

Cada vez mais os criadores compartilham suas ideias através dos códigos abertos. O papel das impressoras 3D neste setor econômico é colaborar para o compartilhamento através das redes de ideias para a elaboração de projetos de forma cooperativa, transformando a indústria criativa e abrindo o mercado para qualquer boa ideia (ANDERSON, 2012).

Chris Anderson no seu livro *Makers: a nova revolução industrial* (2012) apresenta duas hipóteses para a economia impulsionada pelo movimento maker, nas quais todos criam e projetam diversos objetos para os mais variados usos. A primeira delas é o fim das grandes indústrias e o surgimento de várias outras empresas menores atuando em nichos de mercado muito mais diferenciados.

A segunda é que grande parte do conteúdo será criado por amadores sem intenção de construir empresas e gerar lucros. Essa segunda hipótese tem mais a ver com a autossuficiência, de modo que as pessoas poderão fazer downloads de projetos e imprimi-los em sua casa sem que seja necessária qualquer transação financeira (ANDERSON, 2012).

Ao se projetar um futuro não muito distante é possível visualizar impressoras 3D mais rápidas e silenciosas e com muito mais recursos e matérias-primas. A democratização dos serviços de fabricação de produtos, fará com que as empresas,

governos e outras instituições percam o domínio exclusivo de setores de atividades, gerando uma série de mudanças revolucionárias (ANDERSON, 2012).

2.2. Vantagens da Impressora 3D

Dentre as principais vantagens da Impressora 3D, é possível, destacar algumas:

Economia: O custo da criação de peças a partir de uma impressora 3D é reduzido com materiais, já que não há restos ou sobras das peças criadas, que é produto no formato final. Assim, não há necessidade de subtrair material desbastar, perfurar ou lixar, o que ocasionaria perda de material.

Ajustabilidade: Se dá porque o procedimento de criação é feito por moldes, não sendo possível ajustar, pois são peças prontas, que servem somente como modelo de criação para outras. Geralmente, nesse processo as opções são genéricas, como cores e tamanhos, por exemplo. Com a impressão 3D, essa cadeia é quebrada, já que podem ser facilmente modificados, uma vez que para imprimir é necessário um arquivo digital. E é neste arquivo que são feitas modificações para então, imprimir a peça.

Otimização de tempo de desenvolvimento: Ao fazer o protótipo do design de uma peça, não há a necessidade de criar um molde. Quando o desenho estrutural do produto em 3D pelo software de criação fica pronto, só necessita transferir o arquivo para o outro software, que é o fatiador que vai fragmentar em camadas a distribuição do material, gerando as coordenadas para a impressora 3D imprimir o produto.

Não é necessário que se tenha grandes conhecimentos nas áreas de matemática, geometria e informática para se criar peças, principalmente as inéditas, pois o desenho estrutural feito no software (como Blender e Sketchup), se molda a partir de medidas geométricas e proporções. Porém, já se tem sites que deixam os arquivos prontos para a impressão, alguns até de maneira gratuita. Geralmente são designs genéricos, que dificilmente são personalizados sem o devido conhecimento.

A área da saúde também já faz uso desta tecnologia. Médicos e defensores desta ideia já estão visando a criação de novos recursos para facilitar ou melhorar a qualidade de vida dos pacientes. Existem a disposição próteses, órteses, tecnologia assistiva e até órgãos feitos a partir da impressão 3D.

O equipamento foi amplamente aceito pelos profissionais da saúde, e se encontra em ampla expansão. Elementos como próteses a um custo muito mais baixo, órgãos

utilizando células do próprio paciente como base, o que derruba as taxas de rejeição, são realidades trazidas pela impressora 3D e difundida no meio.

A utilização da impressão 3D na área da saúde, mais especificamente em imobilização articular, traz inúmeros benefícios. Dentre eles a de que o paciente, terá uma órtese totalmente personalizada a sua anatomia, o que gera muito menos desconforto, visto que o material utilizado é muito mais leve, pode molhar, não é alergênico e não causa mau cheiro.

Além disto, as impressoras 3D são empregadas na produção de biomodelos para auxiliar o planejamento de cirurgias complexas, e na biofabricação de tecidos humanos. “Hoje já é possível produzir tecidos humanos para realizar testes de novos medicamentos e cosméticos”, afirma Takagaki, (2012).

Um aspecto fundamental para a impressão 3D na saúde é o desenvolvimento de modelos digitais precisos. O Centro de Tecnologia e Informação (CTI) - Renato Archer é uma referência pois criou o InVesalius, o primeiro software de código aberto no mundo que realiza a reconstrução de imagens vindas de aparelhos de tomografia computadorizada ou ressonância magnética, fazendo a integração com as impressoras 3D. Este software tem usuários em 155 países.

O Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Araraquara, um grupo coordenado pelo professor Antonio Carlos Guastaldi utiliza o InVesalius em um projeto de produção em manufatura aditiva de tecidos ósseos. O objetivo é produzir um *scaffold* (andaime, em inglês) de osso sintético, analisar o impacto da esterilização na peça e sua interação com as células humanas. Os *scaffolds* são estruturas tridimensionais implantadas no organismo a ser regenerado. Sua principal função é dar suporte mecânico e físico-químico para o desenvolvimento de um novo tecido (ZAPAROLLI, 2019).

Para Guastaldi, “os scaffold impresso em 3D, a partir de imagens de tomografia computadorizada e ressonância magnética, usa um polímero bioabsorvível que tem a função de suportar fosfato de cálcio, elemento necessário para a regeneração do tecido ósseo.” A técnica de regeneração mais usual hoje prevê o uso de osso autógeno, proveniente da própria pessoa.

No entanto, a disponibilidade do material autógeno é pequena. Ele precisa ser retirado da mandíbula ou do íliaco, exigindo duas cirurgias, uma para colher o material e outra para implantá-lo.

“A impressão 3D permite a produção de um scaffold de tamanho preciso, com baixo risco de rejeição pelo organismo, e reduz os procedimentos cirúrgicos para apenas um (ZAPAROLLI, 2019).”

No Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto (SP), a impressão 3D teve papel fundamental no treinamento da equipe liderada pelo neurocirurgião Hélio Rubens Machado e no planejamento de cada etapa da operação que separou as irmãs siamesas Maria Ysabelle e Maria Ysadora, de 2 anos, unidas pelo crânio. O processo exigiu cinco procedimentos cirúrgicos, realizados entre fevereiro e outubro de 2018.

O Departamento de Física da USP de Ribeirão Preto e a startup Gphantom, incubada no Supera Parque de Inovação e Tecnologia, na mesma cidade, desenvolveram por meio de manufatura aditiva modelos tridimensionais com propriedades físicas e morfológicas equivalentes às de tecidos biológicos, permitindo à equipe simular cada uma das etapas, reduzindo riscos no corte e reestruturação craniana.

“Foi a primeira vez no Brasil que esse procedimento de separação foi realizado, e nós pudemos simular em detalhes cada etapa cirúrgica”, relata Adilton Carneiro, coordenador do Grupo de Inovação em Instrumentação Médica e Ultrassom do Departamento de Física da USP.

Segundo Carneiro, que também é diretor-presidente da Fundação Instituto Polo Avançado da Saúde (Fipase), gestora do Supera Parque, um molde tradicional da cabeça das irmãs, produzido em torno mecânico, demandaria por volta de 30 dias e envolveria a intermediação de projetista, engenheiro e um operador de torno, com custo na casa de R\$ 100 mil.

O resultado seria o molde da área externa do crânio. Cada impressão tridimensional, em material polimérico, custou em torno de R\$ 120 e levou um dia para ser feita com base na reprodução de imagens precisas, externas e internas do crânio.

A simulação de cada etapa da operação permitiu detectar antecipadamente que a pele das meninas precisaria ser expandida para a cobertura craniana pós-cirúrgica, levando a equipe a realizar novo planejamento em relação ao posicionamento e volume de expansores de pele a serem inseridos. As gêmeas, agora separadas, tiveram alta no fim de 2018 (ZAPAROLLI, 2019).

2.3. A utilização da Impressora 3D na Área da Saúde

Desde o tempo do filósofo Hipócrates, já se utilizava mecanismos rústicos, feitos de madeira, para auxiliar ou corrigir os movimentos, que sejam um braço, perna ou outra parte do corpo humano. A órtese pode ser definida como um aparelho externo, projetado para compensar a fraqueza ou a ausência da função muscular ou para impedir a ação direta dos músculos espásticos (ARAÚJO, 2010).

A finalidade preliminar de uma órtese é melhorar funcionalidades como: aplicar ou subtrair forças do corpo, de maneira controlada, para proteger uma determinada parte, restringir ou alterar o movimento, a fim de impedir ou corrigir uma deformidade e compensar a deformidade ou fraqueza. (ARAÚJO, 2010).

Com o avanço e aprimoramento da Impressora 3D ela passou a ser utilizada na área da saúde auxiliando na criação de peças e órgãos que auxiliam na recuperação e cura do paciente, devolvendo a este uma qualidade de vida para que possa viver com mais tranquilidade. Abaixo será destacado as principais áreas onde ela já está sendo amplamente utilizada.

Uma órtese de punho com gesso pode trazer um grande desconforto pois são pesados e não removíveis. Em função disso, podem oferecer problemas dermatológicos e de ligamento.

Uma alternativa usada, atualmente, é o uso de impressão 3D para criação de órteses de punho. Através do escaneamento a laser, cria-se um modelo anatômico virtual 3D para ser impresso, bem como polímeros, metais ou biomateriais que sejam compatíveis com a área afetada. Já existe uma órtese chamada de Cortex, que é mais porosa e que oferece uma melhor ventilação e higiene da região lesionada (GUERRA NETO, 2018).

Deniz Karasahin criou uma órtese chamada Osteoid, em que integrou o ultrassom portátil, acoplado à órtese de maneira que seu uso gere um efeito terapêutico à região lesionada, melhorando a rigidez óssea. Porém, dependendo da rigidez aumentada, retarda o tratamento, contudo a órtese não possui uma boa proteção a choques externos (GUERRA NETO, 2018).

A estrutura interna da órtese tem que ficar ligada diretamente à pele e garantir que não haja movimento da região lesionada e fixada na estrutura externa, até quando houver batidas acidentais. Buscou-se obter um peso semelhante ao das órteses de gesso e diminuir bastante o tempo de impressão. Porém, ainda é necessário um melhor conforto do

paciente na hora do escaneamento, para que o modelo virtual seja preciso e é também necessária a automação da criação da estrutura interna devido a sua simplicidade (TAKAGAKI, 2012).

A impressão 3D mostrou seus benefícios nas cirurgias de vias aéreas, procedimentos que sempre necessitavam de auxílio de ferramentas que facilitavam a visualização, como equipamentos de imagem e vídeo para laringoscopia. Em 2013, uma equipe do Hospital Infantil C.S. Mott da Universidade de Michigan criou uma tala traqueobronquial externa reabsorvível impressa em 3D para auxiliar um paciente pediátrico com traqueobroncomalácia grave. O aparelho foi baseado em imagem de tomografia computadorizada das vias aéreas do paciente, que apresentou retração do peito com apenas 6 semanas de vida (MAYER, 2018).

A oxigenação e o crescimento das vias aéreas do paciente foram positivos, com excelentes resultados. Atualmente, a implantação em crianças tem apresentado resultados promissores (MAYER, 2018).

Os pesquisadores da Universidade produzem ainda máscaras personalizadas de pressão positiva contínuas impressas em 3D para pacientes com anomalias craniofaciais acometidos de apneia obstrutiva do sono estão sendo avaliadas (SANTOS, 2019).

De acordo com Santos (2019), ainda que haja uma escassez de estudos quanto à fabricação de órteses com o uso de impressão 3D, a tecnologia mostrou ser bastante utilizada para a fabricação de aparelhos auditivos, com mais de 10 milhões de unidades impressas no ano de 2013 disponíveis no mercado.

Existem alguns estudos que apontam para a confecção de órteses de joelho para o posicionamento de joelho por impressão 3D. Após muitas tentativas com erros e acertos, foi possível o desenvolvimento de uma órtese de posicionamento de joelho por impressão 3D para um paciente com paralisia cerebral diplérgica espástica (SANTOS, 2019).

Essa órtese tende a aumentar o tônus muscular nos 4 membros, afetando principalmente as pernas, propiciando posturas incorretas, como uma posição “agachada” devido à alta flexão de joelho ao andar, podendo assim gerar uma diminuição do músculo se não for tratado rapidamente. Sendo estática garantindo uma postura estável e auxilia no movimento funcional do membro. Evitando tratamentos mais invasivos. Deve ser usada durante a noite, antes de dormir, para que possa fazer um alongamento e posicionamento dos músculos (SANTOS, 2019).

Assim como ocorre com a confecção de órteses, para a confecção de próteses, a tecnologia de impressão 3D têm permitido a fabricação rápida de dispositivos com geometria complexa e customizáveis, adequados precisamente à anatomia do paciente, mostrando-se extremamente útil quando implantes e próteses existentes no mercado não fornecem um bom encaixe anatômico (FELIPE, 2019).

O estudo apontado acima, destaca a utilização das próteses em várias áreas da medicina, reconstruindo membros principalmente de pacientes que por qualquer motivo tiveram ou passaram por amputações.

O primeiro caso em destaque é a cirurgia de mão que estão sendo aprimoradas pelo uso de impressão 3D. Por ter uma anatomia complexa, a sua fabricação é desafiadora. Porém, atualmente, implantes para a articulação interfalangeana são produzidos em um número finito de tamanhos (BARBOSA, 2019).

O uso da tecnologia reserva o grande potencial de impactar positivamente a área de reconstrução de membros. Com isto, pessoas que passam pelo flagelo das guerras como na África, com grande número de vítimas de minas terrestres, estão passando por cirurgias de reconstrução de mãos e outros membros (BARBOSA, 2019).

A maioria das próteses externas são controladas pelo uso de eletromiografia, que captasinais elétricos produzidos voluntariamente pela contração muscular. Um dos principais problemas é a quantidade de músculos ativos, que limita a complexidade do controle das mãos (BARBOSA, 2019).

A reconstrução facial ganhou espaço na impressão 3D, pela facilidade de confecção produtos com formas e contornos seguindo aos padrões de doenças para correção e uso das estruturas lesionadas, executando as peças com detalhes das especificidades faciais (FELIPE, 2019).

Lacerda (2019) apresenta ainda que a impressão 3D já é capaz de produzir mandíbulas completas para uso de pacientes, utilizando polímeros biocompatíveis, como silicone, polimetilmetacrilato e polieterecetonas.

Embora a medicina já conte com diversas alternativas para reconstrução de defeitos ósseos, a reconstrução de tecidos moles da face dispõe de poucas soluções satisfatórias.

Se, por um lado, o uso de implantes sintéticos pode conduzir a infecções geradas por reações de corpo estranho, por outro, a retirada de cartilagem das costelas para uso como enxerto no processo de reconstrução costuma ser doloroso para o paciente. Nesse contexto, a bioimpressão 3D tem se mostrado como a grande promessa de desenvolvimento por permitir a combinação entre engenharia tecidual e impressão 3D, o

que contribui para o surgimento de estudos para confecção de implantes biológicos (LACERDA, 2019).

Outras pesquisas neste sentido relatam a fabricação de próteses auriculares, bem como o desenvolvimento de scaffolds para regeneração e reconstrução de orelhas (LOPES, 2013).

Outro exemplo do potencial da tecnologia de impressão 3D está na construção de um ouvido médio, o qual é responsável por diversas reações do corpo e também bastante delicado (MAYER, 2018).

A chamada “prótese Melbourn” foi desenvolvida para pacientes comosteoartrite no local da cirurgia. A prótese possui resistência para mastigação e máxima força de mordida. Após ser impressa em 3D, é extremamente esterilizada e implantada no paciente, após 6 meses de cirurgia, já apresenta abertura mandibular normal, sem nenhuma complicação.

Dando melhorias clínicas e biomecânicas quando comparada ao uso convencional, além de reduzir os riscos intraoperatórios de dano no nervo mandibular durante o procedimento (MATOZINHOS et al., 2017).

Ganham destaque também os implantes mamários, onde os recursos 2D eram mais comumente usados, porém, o uso de imagens 3D vem auxiliando na análise volumétrica e permite ao profissional fazer considerações quanto a assimetrias, promovendo melhores resultados.

Além disso, os dados 3D contidos em imagens de tomografia computadorizada ou ressonância magnética podem ser empregados para a impressão de implantes (MATOZINHOS et al., 2017).

Com a customização podem ser criados uma série de modelos de implantes já disponíveis, que podem corrigir, de modo correto, variações anatômicas e levar a resultados esteticamente melhores de procedimentos, como a mamoplastia ou a mastectomia. Uma vez que as assimetrias mamárias pré-existentes seja por diferenças no volume de tecido mole, ou pela forma da parede torácica, serão frequentemente realçadas no pós-operatório. Havendo ainda a possibilidade de alterar o aspecto estrutural dos implantes a fim de produzir camadas com densidades estratificadas, propiciando maior correção de assimetrias (MATOZINHOS et al., 2017).

Quando a pele sofre alterações que podem advir de queimaduras extensas, traumas e defeitos gerados pela retirada de tumores, ela é geralmente tratada com enxertos.

Porém, há casos em que mesmo retirando o máximo de tecido sadio sem danificar o local de onde foi tirado, ainda não é suficiente para cobrir toda lesão.

Assim, mesmo que diversos substitutos de pele, sintéticos ou biológicos, produzidos por técnicas de engenharia tecidual, estejam disponíveis no mercado, nenhum deles oferece tão bons resultados quanto o uso de auto enxertos. Ressaltando assim, a utilidade da impressão 3D.

Sua aplicabilidade na pele se torna mais fácil devido as camadas desse órgão serem muito mais simples estruturalmente quando comparadas com outras estruturas (MATOZINHOS et al., 2017).

2.4. A Impressão 3D e sua utilidade para as Pessoas com Deficiências

Atualmente, muito tem sido cobrado em relação a acessibilidade e mobilidade de pacientes com deficiência física. As tecnologias assistivas estão aí para auxiliar este segmento da sociedade e aparece com destaque neste cenário. Quando o tema é solução para estes problemas, a impressão 3D aparece conseqüentemente, pois é uma das ferramentas que mais impulsionam o desenvolvimento das tecnologias assistiva no mundo.

Mesmo sendo uma tecnologia relativamente nova, a prototipagem rápida vem cada vez mais tornando-se acessível a todos, facilitando bastante o crescente avanço de pesquisas na área.

Os próprios mercados de prototipadoras, no qual investem em projetos ligados a saúde e reabilitação de pacientes alavancam as pesquisas, pois as inovações são sempre muito bem aceitas por este público (AZEVEDO, 2017).

Pode-se então observar o crescente desenvolvimento de novas tecnologias assistivas realizadas com a impressão 3D, e um início de disseminação destas tecnologias para os usuários com deficiência ou dificuldades diversas motoras, educacionais ou de inclusão, embora ainda exista a necessidade de investimento da própria indústria em fabricar e comercializar estas tecnologias para ter um maior alcance e chegar a um maior número de indivíduos para os quais estas tecnologias sejam necessárias (BERSCHKE, 2013)

Muitas peças e aparelhos que estão no mercado, estão sendo substituídas por aquelas construídas por meio de impressão 3D, algumas de baixo custo como é o caso das próteses fabricadas utilizando a tecnologia de modelagem 3D, que está sendo adotado pelo

Sistema Único de Saúde (SUS). Uma prótese impressa pode custar menos do que algumas próteses comercializadas (BERSCHÉ, 2013).

Vários sistemas virtuais foram desenvolvidos com vários modelos tridimensionais hospedados, e estão ao alcance de todos aqueles que não dominam totalmente softwares de desenho tridimensional, essa é mais uma de democratizar a tecnologia, e torná-la acessível ao maior público possível, esse sistema de hardware aberto alicerça o desenvolvimento de instrumentos para a Tecnologia Assistiva AZEVEDO, 2017).

A educação especial e a confecção de dispositivos assistivos para crianças são outros campos da Tecnologia Assistiva que também podem se beneficiar com as impressões 3D. Nesse caso, as tecnologias de baixo custo são interessantes, uma vez que crianças perdem seus dispositivos de Tecnologia Assistiva em um curto espaço de tempo, devido ao crescimento ou por não se adaptarem a eles (AZEVEDO, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste cenário, é preciso reconhecer que a impressora 3D já ocupa lugar de destaque no âmbito da saúde, buscando trazer inúmeros benefícios aos pacientes, entre eles mais conforto anatômico, melhor qualidade de vida, possibilidades reais de curas, menor custo entre outros. Para isto, é necessário um ambiente preparado para que elas possam auxiliar os procedimentos médicos em todas as áreas, desde a emergência até qualquer procedimento cirúrgico.

As empresas que produzem essa tecnologia precisam estar em consonância no sentido de priorizarem a execução da impressão em tempo hábil para se solucionar qualquer intercorrência médica. As Universidades, por sua vez, devem capacitar os médicos para que se tenha domínio do uso dessa tecnologia.

Com a disseminação desta nova tecnologia, apontando suas inúmeras vantagens, os custos de produção serão diminuídos dando acesso a todos que compõem a sociedade a lançar mão de uma solução viável para tantos impasses que emperram e tornam inacessíveis uma resposta a curto prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, C. Makers: a nova Revolução Industrial. São Paulo: Elsevier Campus, 2012.

ARAÚJO, M. C. E. et al. Uso da engenharia reversa e tecnologia 3D para produção de biomodelos a partir de exames de imagem reais. ANAIS I CAMEG., RESU – **Revista Educação em Saúde**,7, suplemento 3.

AZEVEDO, M. T de. Transformação digital na indústria: Indústria 4.0 e a Rede de Água Inteligente no Brasil. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos. Universidade de São Paulo: São Paulo, 2017. 177 p.

BARBOSA, M. L. A (et al). **Discrepâncias na descrição de materiais utilizados na confecção de órteses de membros superiores - mão e punho**. In: 13º Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2019, Joinville. Blucher Design Proceedings. São Paulo: Editora Blucher, 2018. p. 5792-5805.

BERSCH, R. Introdução à Tecnologia Assistiva. 2013. Disponível em: https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em março de 2022.

CAMPBELL, C.; BARBOSA, L. Cultura, consumo e identidade. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2006.

FELIPE, Maria Sueli Soares *et al*. **Um Olhar Sobre o Complexo Econômico de Saúde Industrial e Pesquisa Translacional**. Saúde em Debate, Rio de Janeiro, v. 43, n. 123, p.1181-1193, out. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/sdeb/v43n123/0103-1104-sdeb-43-123-1181.pdf>. Acesso em: jan. 2022.

GUERRA NETO, Custódio Leopoldino de Brito et al. **Tecnologia 3D na saúde: Uma visão sobre órteses e próteses, tecnologias assistivas e modelagem 3D**. Rio Grande do Norte: Sedisufnrn, 2018. 95 p.

HOWKINS, John. Economia Criativa: como ganhar dinheiro com ideias criativas. São Paulo: M. Books, 2013.

LACERDA Aline. et al. **Aplicabilidade da impressora 3D na prática médica contemporânea**. Disponível em <https://www.brazilianjournals.com/index>. > 2019. Acesso em fevereiro de 2022.

LOPES, JAL; ALMEIDA, L. Coelho. **Metodologia para criação de prótese ativa de mão utilizada impressora 3D**. Brasília, dezembro de 2013.

MATOZINHOS, Isabela P et al. Impressão 3D: inovações no campo da medicina. **Revista Interdisciplinar Ciências Médicas**, Minas Gerais, vol. 1, 2017. Disponível em: < <https://bit.ly/34css8E> >. Acesso em: abr. 2022

MAYER, Paulo Ricardo. **Projeto de Prótese Transradial de Baixo Custo com Sensores de Eletromiografia**. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2018

PALMA, Fabiana C.; KAPPLER, Alessandra F.. **O que é e como funciona uma impressora 3D.** 2015. Disponível em: <www.abrifar.org.br/novo/Site/anexos/Boletim_ABRIFAR_03_O_que_é_e_como_funciona_uma_imprensa_3D.pdf>. Acesso em: jan 2022.

SANTOS, N. P.; M.E.Kunkel . **Protótipo de órtese produzido por manufatura aditiva para imobilização do quadril infantil.** In: V Congresso Acadêmico da Unifesp, 2019, São José dos Campos. V Congresso Brasileiro de Biomecânica, 2019.

TAKAGAKI, L. K. Tecnologia de impressão 3D. RIT: **Revista Inovação Tecnológica**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 28-40, 2012.

ZAPAROLLI, Domingos. Revista Pesquisa Fapesp. **O avanço da impressão 3D.** Edição 276, fev. 2019. Disponível em [WWW.mais rápido do que uma bala](http://WWW.mais_rápido_do_que_uma_bala): Revista Pesquisa Fapesp. Acesso em março de 2022.