



IMPRESSÃO 3D PARA ALÉM DA INDÚSTRIA: UMA DISCUSSÃO SOBRE OS IMPACTOS DA TECNOLOGIA E SUAS POSSIBILIDADES

Tiago Santa Fé Matos, t.tsmatos@gmail.com
Erickson Fabiano Moura Sousa Silva, efmssilva@uesc.br¹
Rui Queiroz Salles Neto, rqsneto@gmail.com¹
Iago Freitas Santana, iago.emec@gmail.com¹
Givaldo Souza de Oliveira, gisoliveira@uesc.br¹
Vicente Ferraz Silveira, vicenteferrazz@gmail.com¹

¹Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, km 16, Bairro Salobrinho. CEP 45662-900. Ilhéus-Bahia.

Resumo. *A Manufatura Aditiva foi uma tecnologia que surgiu como alternativa para a Manufatura Convencional, se diferenciando pela capacidade de criar objetos ao adicionar material ao invés de retirar. Tais implicações trouxeram mudanças para a indústria, porém acabou por alcançar diversos patamares. Este artigo analisa os avanços e marcos importantes para a Impressão 3D desde sua criação até os dias atuais, para criar projeções de futuros impactos que essa tecnologia pode fornecer a sociedade como um todo.*

Palavras chave: Impressão 3D. Manufatura Aditiva. Revisão Bibliográfica. Previsões.

1. INTRODUÇÃO

A manufatura aditiva, também chamada de impressão 3D, se demonstrou uma técnica promissora para os processos industriais, ao permitir a criação de objetos pelo método de “adição de material”, uma proposta contrária à manufatura convencional, que cria objetos ao se remover material até obter a forma desejada.

A técnica chamada hoje de impressão 3D teve sua primeira patente publicada em março de 1986 e registrada por Charles W. Hull. (AGUIAR, YONEZAWA, 2014). Impressoras 3D dão aos pesquisadores a habilidade de produzir modelos conceituais e partes rapidamente e a baixo custo, além de permitir a prototipagem rápida de um grande número de designs no conforto de suas mesas (MOHAMMED, 2016). Os processos de manufatura aditiva, usados em impressoras 3D, fornecem diversas vantagens sob os métodos convencionais de manufatura incluindo a livre fabricação de geometrias complexas, uso ótimo do material, eliminação de ferramentas caras, etc (Rafi et al, 2013).

“Os gastos mundiais com impressão 3D devem atingir US\$ 13.8 bilhões em 2019, segundo dados divulgados pela consultoria IDC. A América Latina deverá ser um dos principais mercados dessa indústria e registrar um dos crescimentos mais rápidos, com taxa de aumento anual de mais de 25%” (CARVALHO, 2019).

Agora, mais de 30 anos após as primeiras tentativas de manufatura aditiva, o processo foi aprimorado, gerando as chamadas impressoras 3D, equipamentos capazes de criar os mais diversos objetos dos mais variados tipos de material, utilizando como base a modelagem computacional. Os avanços das tecnologias fizeram os preços caírem, tornando este equipamento acessível a um número maior de pessoas. “Devido às dimensões menores da impressora 3D e da diversidade de materiais que ela pode imprimir, o equipamento pode ser colocado em espaços menores que os requeridos por outros equipamentos” (HDSTORE, 2017). A internet permitiu o contato globalizado e a troca de informações e dados, criando assim uma rede interativa, estimulando e criando novos caminhos onde a impressão 3D pode ser utilizada.

2. METODOLOGIA

“O pesquisador qualitativo pauta seus estudos na interpretação do mundo real, preocupando-se com o caráter hermenêutico na tarefa de pesquisar sobre a experiência vivida dos seres humanos” (OLIVEIRA, 2008). Este artigo realiza, através de revisão bibliográfica, um estudo sobre a manufatura aditiva e impressoras 3D, analisando seus contextos históricos, sociais e tecnológicos para compreender melhor as causas e efeitos relacionados a cada marco histórico.

3. HISTÓRIA DA IMPRESSÃO 3D

3.1 HISTÓRIA DA MANUFATURA ADITIVA

Como toda inovação tecnológica, a manufatura aditiva veio como uma alternativa aos métodos convencionais. O artista francês François Willème em 1860, realizava a construção de formas tridimensionais através de fotografias de objetos em vários ângulos equidistantes projetando o seu resultado em uma tela (BRAGA, 2017).

Figura 1. Escultura confeccionada através do processo de fotoescultura (French Sculpture Census, 2019)



A fotopolimerização é outro processo relevante para o início da manufatura aditiva. Proposta em 1972 por K. Matsubara da Mitsubishi Motors no Japão, consiste em iluminar uma camada de fotopolímero por meio de luz ultravioleta (UV) objetivando endurecer esta mesma camada 2D já predefinida. O processo é então repetido e as finas camadas são sobrepostas formando um objeto 3D (BRAGA, 2017).

A primeira patente em Prototipagem Rápida surgiu com Chuck Hull, em 1986, com a criação do primeiro sistema de impressão 3D por Estereolitografia e um sistema de conexão entre arquivos CAD e a máquina de impressão, permitindo a construção de objetos modelados em computadores como é feito até os dias de hoje (BRAGA, 2017). Em 1984, na Universidade do Texas, Carl Deckard e seu professor Joe Beaman foram responsáveis por desenvolver uma tecnologia chamada Selective Laser Sintering (SLS) e das tecnologias de manufatura aditiva desenvolvidas também pode ser destacada a modelagem por deposição fundida (FDM), desenvolvida por Scott e Lisa Crump em 1989 (BRAGA, 2017) sendo que estas três são as mais utilizadas até hoje, todas com a limitação – durante a época de criação - de matéria prima polimérica.

3.2 IMPRESSÃO 3D NO SÉCULO XXI

Embora não haja um estudo em que categorize cada aspecto inovador da impressão 3D no decorrer do século XXI, existem certos conceitos que, por trazerem uma nova luz a manufatura aditiva, podem ser classificados como pontos importantes na história da impressão 3D, independente de sua localização na análise histórica.

Um grande aspecto do século XXI é a globalização através da Internet. “Criada como uma rede de comunicação interna para militares, em 1990, o Departamento de Defesa dos USA desmontou a ARPANET a qual foi substituída pela rede da NSF, rebatizada NSFNET que se popularizou, em todo o mundo, com a denominação Internet (...) transformando-se num sistema mundial público, de redes de computadores - numa rede de redes -, ao qual qualquer pessoa ou computador, previamente autorizado, pode conectar-se” (ALMEIDA, 2005).

Um ponto importante na história foram as criações dos portais de armazenamento de designs para impressão 3D. “Thingiverse”, “YouMagine” e “MyMiniFactory” são apenas alguns dos mais conhecidos e utilizados. Essa interação permitiu um acúmulo de designs que chega na casa dos milhões, e permitiu que diversos grupos de estudo tanto

científico quanto experimentalistas. A troca de informações em escala global logo permitiu que diversos pesquisadores pudessem trocar informações, criar grupos de discussão e locais de armazenamento de projetos. Isso gerou um impulso criativo enorme em todos os aspectos da ciência e tecnologia, se tornando um marco importante na história da humanidade e permitindo assim criar novos marcos na história da impressão 3D.

A criação de novas tecnologias em manufatura aditiva permitiu o uso de novos tipos de matérias primas. As impressoras mais baratas e mais comuns costumam trabalhar com material polimérico, com destaques para o ABS e PLA. Mas a necessidade de um maior alcance de atributos estimulou a criação de novos materiais: ASA (Acrilonitrilo Estireno Acrilato), Grafeno, Flex TPE (Elastômero Termoplástico) e Flex TPU (Poliuretano Termoplástico), Nylons, Copoliésteres (Diferentes tipos de PET), HIPS (Poliestirenos de Alto Impacto), PC (Policarbonato), PP (Polipropileno), fibras de madeira e cerâmica, Lay (A base de cera perdida), Tribo e materiais solúveis, específicos para serem utilizados como suporte de impressão. Esses respectivos materiais possuem suas variações (basic, premium, etc) aumentando mais ainda a gama de propriedades.

Indo além das impressoras 3D com trabalho polimérico, alcançamos materiais de uso específico que pedem tratamentos específicos. Os materiais metálicos exigem condições mais complexas para a manufatura aditiva, principalmente para as necessidades de indústria, onde as peças devem alcançar as mais finas características de superfície, ligação, de resistência, entre muitos outros atributos. Por isso, a impressão 3D de materiais metálicos ainda se encontra em desenvolvimento. Uma máquina capaz de realizar tal feito é a Metal Jet, da empresa HP. “Seu preço de lançamento é de US\$ 400 mil, pouco mais de 1,6 milhão em conversão direta, sendo destinada a aplicações industriais. (...) Segundo a HP, a Metal Jet leva até quatro horas para imprimir um objeto que ocupe todo o volume de 430 x 320 x 200 milímetros suportado pela máquina” (GARRET, 2018).

A construção civil aproveitou da tecnologia pra desenvolver diversos sistemas de criação de residências em tempos mínimos comparados aos processos convencionais. “A impressora 3D Vulcan é capaz de construir uma casa com cerca de 60m² em 12 a 24 horas por US\$ 4 mil por moradia (aproximadamente R\$ 13 mil, em conversão direta)” (RIBEIRO, 2018).

Figura 2. Modelo computadorizado da impressora em ação (Techtudo, 2018)



Talvez os feitos mais impressionantes sejam os da medicina, que abraçou a tecnologia e ampliou os horizontes de um jeito nunca antes esperado. De forma mais simples, a utilização dos materiais já existentes para a criação de próteses e órteses, além de modelos tridimensionais que ajudam os médicos a analisarem sob uma nova perspectiva um quadro clínico, mas não para por aí. Imagine, por exemplo, substituir todo o topo de um crânio ou parte das costelas. “Esses procedimentos já foram realizados: em 2014, uma mulher diagnosticada com uma condição que engrossa os ossos recebeu parte de um crânio feito em impressora 3D” (ALECRIM, 2016).

Figura 3. Mulher holandesa recebeu crânio feito em impressora 3D (Tecnoblog, 2016)



Ainda na área médica, já é realidade a confecção de órgãos por impressão 3D, como foi realizado por cientistas da Universidade de Tel Aviv, em Israel. Através da manipulação e reprogramação celular, é possível criar uma “biotinta” capaz de imprimir material biológico. “O protótipo de coração apresentado a jornalistas nesta tem cerca de três centímetros, o equivalente ao tamanho do órgão de um coelho ou de uma cereja. No momento, as células podem se contrair, mas o coração completo não bombeia” (WELLE, 2019).

Figura 4. Mini-órgão funcional feito por cientistas israelenses (G1, 2019)



Uma grande surpresa foi a área de nutrição e alimentação, que se aproveitou dessas tecnologias para, de forma experimental, unir os conhecimentos de ambas as áreas aplicadas a manufatura aditiva. “O funcionamento desses modelos vai desde a tradicional composição do produto final a partir da superposição de camadas até métodos mais complexos, juntando diferentes materiais em uma espécie de cimento comestível” (COELHO, 2018). Embora ainda estejam restritos a alguns tipos de alimentos mais moldáveis, ou misturas previamente tratadas, é, sem dúvidas, um marco importante para a história da impressão 3D.

Figura 5 - Impressora "Muse" que imprime chocolate (Techtudo, 2018)



A indústria civil, médica e alimentícia foram algumas áreas beneficiadas pela tecnologia da manufatura aditiva. O grande aumento de artigos jornalísticos que estão tratando deste assunto demonstra que a Impressora 3D e suas mais diversas especialidades estão ganhando notoriedade fora do meio acadêmico, sendo percebidas pela população e atraindo cada vez mais pessoas para o “ativismo da impressão 3D”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As possibilidades das impressoras 3D são enormes. O barateamento dos equipamentos permite que um maior número de pessoas possam ter essas máquinas em casa. A internet possibilitou a aquisição de um sem número de designs e objetos prontos para a impressão, eliminando a obrigatoriedade de conhecimento em modelagem 3D. Então, há uma redução de exigências para se tornar um “maker” (termo utilizado para os inventores, modeladores e ativistas da impressão 3D). Em alguns anos, é possível que toda a indústria e organização social como conhecemos seja alterada pela manufatura aditiva, já que um novo método de produção está se tornando presente.

Com o que já foi discutido neste artigo, há previsões de melhorias em áreas que sofrem de urgência e falta de “material”, como a medicina. A possibilidade de criar um material biológico com as características do necessitado (não apenas de seres humanos, mas incluindo a veterinária) permitirá a diminuição de rejeição e a aceleração do processo de transplante, o que irá melhorar a qualidade de vida de todos. Cartilagens, articulações, músculos e órgãos, a promessa de alcançar essa alternativa é grande e o desejo é vívido. A própria confecção de remédios com dosagem diferenciada para cada paciente será um ponto específico, reduzindo a necessidade de comprar – para alguns quadros, uma enorme quantidade - remédios pré-fabricados, alguns com custos bastante elevado. Suportes, órteses e próteses serão confeccionadas em algumas horas, personalizada aos aspectos do paciente, se tornando “perfeita” para cada pessoa.

Na construção civil, a vida de diversas pessoas poderá ser alterada pela construção de casas rápidas. No Brasil, cerca de 6,9 milhões de famílias não possuem casa para morar (ODILLA et al, 2018). Através da tecnologia de “impressora 3D de casas”, há a possibilidade de agilizar e baratear a criação de diversas estruturas civis - casas, escolas, hospitais, entre outros – e, principalmente, de ter grande impacto para aqueles que estão em situação de risco e pobreza, podendo ser um fator capaz de reduzir as diferenças sociais e de melhorar a qualidade de vida da população. A própria atuação dessas impressoras, que possuem um porte grande, exige a atuação de trabalhadores, muitos com conhecimentos específicos, fornecendo a possibilidade de emprego de mão de obra especializada, estimulando a criação de cursos de manuseio dos materiais, de confecção dessas impressoras, de modelagem computacional específica para a engenharia civil, sendo assim um possibilitador de desenvolvimento pessoal e social.

Na educação, a impressão 3D pode fornecer apoio enorme ao permitir a interação com objetos que auxiliem nas explicações de qualquer matéria, sendo limitado apenas pela imaginação do professor. Seja na educação infantil, ensino médio ou nos cursos superiores, a impressão 3D tem extrema serventia e que pode, num futuro, se tornar comumente utilizada para os processos educacionais.

Figura 6. Mapa da América Latina feito em impressora 3D (Thingiverse, 2019)



Para situações domésticas, já é real a confecção de móveis por impressão 3D. Galatea é uma impressora 3D em larga escala, anteriormente um robô industrial que trabalhava em uma fábrica de automóveis, que faz móveis totalmente recicláveis limitados apenas pela imaginação. “Ela aquece plástico (...) a mais de 230 graus Celsius para fazer suas obras. (...) Os objetos podem chegar 1,90 metros de comprimento e 1,2 metros de altura” (MAES, 2015). Utensílios, por serem menores, já são compartilhados a muito tempo nos sites de designs para impressão 3D, fornecendo alternativas mais baratas aos conjuntos convencionais. A própria possibilidade de criar objetos com matéria prima biodegradável e não agressiva a alimentos e meio ambiente já implica uma melhora de qualidade enorme.

Figura 7. Talheres feitos em impressão 3D (Thingiverse, 2019)



Mas além dos objetos que podem ser considerados necessários para a vida em sociedade, a impressão 3D permite a confecção de diversos tipos de produtos. Como seres humanos, estamos sujeitos a emoções e paixões, a valores qualitativos que são difíceis de mensurar, mas que existem. A modelagem computacional, costumeiramente tratada como uma técnica exata para desenvolver um objeto prático, agora se mostra como algo além disso, como uma extensão dos processos artísticos. Existem as mais diversas esculturas e formas para impressão, algumas com certa utilidade prática - uma luminária com forma de cabeça de dragão, um suporte de talheres com forma de elefante, um suporte de celular com forma de polvo, e assim por diante – e outras apenas com finalidade estética, não menos importante.

Figura 8. Óculos feito em impressora 3D (Thingiverse, 2019)



Dito isto, é possível perceber como a impressão 3D caminha gerar novos aspectos da sociedade, afetando todas as suas áreas, trazendo a promissora ideia de suprir as diversas lacunas sociais ainda existentes hoje, como as situações praticamente emergenciais de pessoas com pouca renda, sem moradia, sem acesso a educação de qualidade e saúde de qualidade. Assim, a impressão 3D realmente pode mudar o mundo para melhor, necessitando apenas um pouco de esforço coletivo.

5. CONCLUSÕES

Os primórdios da Manufatura Aditiva remetem ao século 19, mas ganhou destaque a partir de 1972 com a atuação da Mitsubishi Motors e a patente de Charles Hull em 86, com tecnologia que permitia a confecção de objetos através da modelagem computacional, recebendo o nome de impressão 3D. A partir dos anos 2000 que houve um impulsionamento enorme para a área de impressão 3D. A tecnologia sofreu diversas alterações e melhorias. Novos tipos de matéria prima para atender novas necessidades, e novas máquinas para áreas da ciência e da sociedade.

Tais tecnologias demonstram que os caminhos a seguir trarão diversos benefícios, alguns imediatos, outros a longo prazo. A área de construção civil terá a capacidade de resolver problemas graves de falta de moradia, enquanto que a medicina permitirá reduzir a fila de espera de transplantes e situações de emergência, salvando vidas. A educação será beneficiada pela reprodução de objetos que auxiliem de forma interativa o aprendizado, elevando assim a qualidade das escolas.

No futuro, é provável que diversas das características existentes nos dias de hoje desapareçam: algumas lojas não serão mais necessárias, já que, todos poderão construir seus objetos em casa em sua impressora 3D de última geração. Casas, carros, móveis, objetos, esculturas, as infinitas possibilidades ao alcance de um dedo, em poucos passos já não são um sonho tão distante assim, embora ainda haja um enorme caminho pela frente em termos de tecnologia e qualidade social.

6. REFERÊNCIAS

AGUIAR, Leonardo De Conti Dias; YONEZAWA, Wilson Massashiro. **CONSTRUÇÃO DE INSTRUMENTOS DIDÁTICOS COM IMPRESSORAS 3D**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, 4., 2014, Ponta Grossa. *Anais [...]*. Ponta Grossa: [s. n.], 2014. Disponível em: <http://sinect.com.br/anais2014/anais2014/artigos/tic-no-ensino-aprendizagem-de-ciencias-e-tecnologia/01409583389.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2019.

ALECRIM, Emerson. **Como a impressão 3D está ajudando a salvar vidas**. 2016. Disponível em: <https://tecnoblog.net/196512/impressoras-3d-salvando-vidas/>. Acesso em: 12 jul. 2019.

ALMEIDA, José Maria Fernandes. **Breve história da INTERNET**. Universidade do Minho. Departamento de Sistemas de Informação, 2005. Disponível em: <https://docplayer.com.br/3149406-Breve-historia-da-internet.html>. Acesso em: 12 jul. 2019.

BRAGA, Luísa Miranda. **Manufatura aditiva: uma análise de aplicações atuais**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/33323/33323.PDF>. Acesso em: 12 jul. 2019.

CARVALHO, Caio. **HP lança no Brasil impressoras 3D voltadas para uso industrial**. [S. l.], 11 maio 2019. Disponível em: <https://pcworld.com.br/hp-lanca-no-brasil-impressoras-3d-voltadas-para-uso-industrial/>. Acesso em: 12 jul. 2019.

COELHO, Taysa. **Impressora 3D de comida: conheça modelos que criam alimentos de verdade**: Impressoras 3D que produzem comida já são realidade; confira alguns aparelhos e curiosidades da tecnologia., 5 out. 2018. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/listas/2018/10/impressora-3d-de-comida-conheca-modelos-que-criam-alimentos-de-verdade.ghtml>. Acesso em: 12 jul. 2019.

GARRETT, Filipe. **Metal Jet: nova impressora 3D da HP pode trabalhar com material metálico**. 11 set. 2018. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2018/09/metal-jet-nova-impressora-3d-da-hp-pode-trabalhar-com-material-metalico.ghtml>. Acesso em: 12 jul. 2019.

MAES, Jessica. **Braço robótico imprime móveis do jeito que você quiser**. [S. l.: s. n.], 7 jul. 2015. Disponível em: <https://hypescience.com/braco-robotico-imprime-moveis/>. Acesso em: 12 jul. 2019.

MOHAMMED, J.S. **Applications of 3D technologies in oceanography**. Faculty of Innovative Design and Technology, Universiti Sultan Zainal Abidin. 2016.

ODILLA, Fernanda; PASSARINHO, Nathalia; BARRUCHO, Luís. **Brasil tem 6,9 milhões de famílias sem casa e 6 milhões de imóveis vazios, diz urbanista**. [S. l.: s. n.], 7 maio 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-44028774>. Acesso em: 12 jul. 2019.

OLIVEIRA, C. L. Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. Revista Travessias. v. 2, n. 3, p. 1-16, 2008.

RIBEIRO, Carolina. **Impressora 3D Vulcan constrói casa em menos de 24 horas por R\$ 13 mil**. 14 mar. 2018. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2018/03/impressora-3d-vulcan-construi-casa-em-menos-de-24-horas-por-r-33-mil.ghtml>. Acesso em: 12 jul. 2019.

TIPOS de impressoras 3D: conheça as mais importantes. 2017. Disponível em: <https://blog.hdstore.com.br/tipos-de-impressoras-3d/>. Acesso em: 12 jul. 2019.

WELLE, Deutsche. **Coração é impresso em 3D a partir de tecido humano**. 15 abr. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2019/04/15/coracao-e-impresso-em-3d-a-partir-de-tecido-humano.ghtml>. Acesso em: 12 jul. 2019.

"**Resumo - Revolução Industrial**" em *Só História*. Virtuoso Tecnologia da Informação, 2009-2019. Consultado em 11/07/2019 às 14:32. Disponível na Internet em <http://www.sohistoria.com.br/resumos/revolucaoindustrial.php>. Acesso em: 12 jul. 2019.

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.