

IMPRESSÃO 3D, TIPOS E POSSIBILIDADES: uma revisão de suas características, processos, usos e tendências

3D PRINTING, TYPES AND POSSIBILITIES: a review of their characteristics, processes, uses and trends

Moisés Miranda Morandini – moises.morandini@fatec.sp.gov.br
Faculdade de Tecnologia (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

Gustavo Henrique Del Vecchio – gustavo.vechio@fatectq.edu.br
Faculdade de Tecnologia (Fatec) – Taquaritinga – SP – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v17i2.866

Data de publicação: 18/12/2020

RESUMO

Ao longo das três últimas décadas, a tecnologia de impressão 3D evoluiu consideravelmente e passou a fazer parte de diversos setores da indústria, da ciência e da vida de milhares de indivíduos. Posto desta forma, este estudo se propõe a realizar uma revisão bibliográfica quanto ao conceito de impressão 3D, explicando desde sua concepção, como funciona e quais são suas principais características, até uma breve análise de seu potencial de uso e tendências para um futuro próximo. O que se verifica, a partir das análises dos diversos livros, revistas e matérias especializadas aqui apresentadas, é que há um enorme potencial para o uso desta tecnologia, cujos produtos ou objetos resultantes são cada vez mais complexos, baratos e rápidos de serem produzidos. Talvez se chegue um dia em que, na indústria, até mesmo partes do corpo humano sejam impressos, além de as pessoas poderem ter um equipamento deste em seus próprios lares. O futuro parece, afinal, bastante promissor.

Palavras-chave: Impressão 3D. Manufatura aditiva. Tecnologia emergente.

ABSTRACT

Over the past three decades, 3D printing technology has evolved considerably and has become part of several sectors of industry, science and the lives of thousands of individuals. Put this way, this study proposes to carry out a bibliographic review regarding the concept of 3D printing, explaining from its conception, how it works and what are its main characteristics, up to a brief analysis of its potential for use and trends for the near future. What can be verified, from the analysis of the various books, magazines and specialized articles presented here, is that there is enormous potential for the use of this technology, whose resulting products or objects are increasingly complex, cheap and quick to be produced. Perhaps a day will come when, in industry, even parts of the human body are printed, and people can have such equipment in their own homes. The future looks, after all, quite promising.

Keywords: 3D printing. Additive manufacturing. Emerging technology.

1 INTRODUÇÃO

Este é um estudo teórico, que tem o objetivo de realizar uma revisão bibliográfica sobre a tecnologia de impressão 3D, demonstrando como ela surgiu, qual é a sua finalidade, quais são seus principais tipos e o que esperar dela no presente e em um futuro próximo.

Para alcançar este objetivo, a metodologia do estudo se define pela revisão de livros, revistas e matérias especializadas, a fim de contemplar o entendimento sobre a tecnologia de impressão 3D, sua concepção, funcionamento, processos disponíveis e avanços como um todo. O que se espera é que essa revisão bibliográfica possa servir como referência para se compreender melhor como a tecnologia trabalha e quais são suas principais características.

O estudo se justifica por verificar que é cada vez mais recorrente o uso da impressão 3D em diversos setores da indústria, da ciência, e até por parte de pessoas que desejam imprimir objetos para uso pessoal. A impressão 3D é uma tecnologia em ascensão, com potencial de revolucionar a vida humana. Daí a importância de estudá-la mais profundamente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Conceito de impressão 3D

A impressão 3D é uma tecnologia capaz de conceber objetos físicos, tendo por base as dimensões de altura, largura e profundidade de um modelo digital fornecido por um aplicativo de computador. De maneira mais técnica, a impressão tridimensional pode ser descrita como um sistema de impressão por manufatura aditiva, já que a matéria-prima usada no processo é adicionado gradualmente em várias camadas, até completar o formato do objeto final. Para Cosetti (2018), aliás, as impressoras 3D estão revolucionando a indústria justamente pela rápida capacidade de prototipagem, já que antes, para obter um protótipo, era necessário modelar peças manualmente e somente depois produzir uma matriz de produção.

Por meio da impressão 3D, inúmeros objetos podem ser fabricados, sendo que a complexidade dos modelos varia de acordo com o sistema e os equipamentos utilizados. As possibilidades incluem desde objetos simples e menos detalhados, como pequenos moldes, até estruturas complexas, como peças para casas, carros, ou, ainda, partes do corpo humano

(órteses, próteses, etc.). Nas palavras de Mello (2017, p. 18), a atuação desta tecnologia é tão vasta que já se encontra em “objetos fabricados com destino a educação, passando por peças para o setor automotivo e aeroespacial, até a atuação na área da saúde, revolucionando o atual mundo de diagnósticos e cirurgias, reproduzindo designs simples ou complexos e arrojados”.

Cosetti (2018) complementa que os materiais utilizados na impressão 3D podem variar muito de acordo com o tipo de objeto a ser produzido. Mas, seja como for, em geral as matérias-primas mais utilizadas são o papel, a borracha, os plásticos, os metais e as resinas.

Embora a impressão 3D se mostre cada vez mais popular, sua gênese remonta algumas décadas. Por essa razão, antes mesmo de se aprofundar nas características desta tecnologia, é prudente realizar uma breve revisão histórica de como ela surgiu.

2.2 Surgimento da impressão 3D

Desde o período pré-histórico, a humanidade busca recursos ou tecnologias que podem ajudar em diversas tarefas do seu dia a dia (HARARI, 2015). Muitas vezes, o propósito consiste em realizar tarefas impossíveis às habilidades naturais do corpo humano, tais como percorrer um trajeto de 150 km em duas horas; em outros casos, a ideia é melhorar ou tornar mais rápido aquilo que os humanos já fazem normalmente, como calcular ou levantar peso.

Tendo em vista essa busca por ganhar tempo, melhorar ou aumentar as capacidades humanas, é notável a quantidade de tecnologias que já foram criadas ao longo dos séculos. A ideia de criar uma tecnologia capaz de replicar, de forma rápida e precisa, um objeto ou modelo segue justamente esta perspectiva e pode trazer muitos benefícios para diversas áreas do conhecimento, desde inovações industriais até a produção de objetos pessoais.

De acordo com Lonjon (2017), a história da impressão 3D remonta há algumas décadas, mais especificamente aos anos de 1980, quando o médico japonês Hideo Kodama, do Instituto Municipal de Pesquisa Industrial de Nagoya, solicitou uma patente para seu sistema de prototipagem rápida. Ele descreveu essa tecnologia como uma “cuba de material fotopolímero, exposta a uma luz UV, que endurece uma peça e constrói um modelo em camadas”. Tal médico buscava uma maneira de criar modelos por meio de fotopolímero, que é uma resina que, ao ser exposta a cargas de energia luminosa, pode alterar a estrutura química a fim de tornar a peça firme e rígida. Hideo Kodama, entretanto, não conseguiu o registro da patente.

Lonjon (2017) prossegue, então, relatando que alguns anos mais tarde, em 1983, o engenheiro Charles Hull se viu em um dilema similar, que foi a demora na produção de produtos plásticos, o que gerava gastos e esperas desnecessárias. Formado em 1961 pela Universidade do Colorado, ele trabalhava com luz UV, colocando finas camadas de plásticos sobre mesas e móveis. No entanto, uma peça simples demorava cerca 2 meses para ficar pronta. Era por isso que os pensamentos de Charles Hull inclinavam em direção a encontrar uma nova tecnologia, tão inovadora à ponto de transformar completamente este processo.

Dos estudos de Charles Hull, surgiu a primeira impressora 3D, que operava por uma técnica, logo patenteada pelo engenheiro, chamada de *estereolitografia* (SLA).¹ Em 1986, Charles Hull fundou a 3D Systems, primeira empresa de impressão 3D do mundo; em pouco tempo, a empresa iniciou a comercialização de sua impressora de estereolitografia, cujo modelo inicial foi nomeado por SLA-1 (NOSSA..., s.d.).

É de se notar que, desde a década de 1980, a tecnologia para impressão 3D não parou de crescer. Evoluindo consideravelmente, hoje existem diversos modelos de impressoras que variam desde algumas centenas de reais até modelos de altíssima precisão (e que podem imprimir modelos em amplas dimensões), tais como a Impressora 3D MakerBot Replicator Z18, que pode chegar ao montante de cerca de R\$ 64.000,00.²

2.3 Etapas da impressão 3D

Após compreender o conceito de impressão 3D, bem como realizar um breve resgate sobre o marco inicial desta tecnologia, pode-se agora explorar como ela funciona. Trott (2012) descreve que toda estrutura impressa tridimensionalmente possui uma representação geométrica computacional, que é o objeto ou modelo a ser construído. Existem vários *softwares* que podem ser usados para a modelagem de objetos 3D: os mais conhecidos incluem o Cura, Slic3r, 3D Slash e o OctoPrin. Além destes, um modelo 3D também pode ser originalmente concebido por sistemas CAD (*Computer-Aided Design*), a partir de aplicativos como o Autodesk AutoCAD ou o Autodesk Inventor, ou ainda por *softwares* como o zBrush, Autodesk Maya, Autodesk 3D's Max ou Blender.

¹ Semelhante à proposta do médico Hideo Kodama, a técnica de estereolitografia utiliza uma cuba de resina de fotorpolímero líquido, curada por um laser ultravioleta (UV) para solidificar o padrão de camada a camada, a fim de criar um modelo 3D sólido (ESTEREOLITOGRAFIA..., s.d.).

² Cotação realizada em 11 de agosto de 2020, em <https://bityli.com/Y1cdo>.

Por meio de um modelo 3D previamente modelado e estruturado, pode-se iniciar o processo de impressão. Para isso, um *software* especializado, que pode ser o Cura, Slic3r, 3D Slash ou o OctoPrin, divide o objeto em camadas ou fatias, cuja quantidade depende de suas dimensões, materiais a serem utilizados e complexidade do modelo (cada uma das camadas, aliás, pode apresentar diferenças de tamanho e quantidade de material). As camadas são impressas em sequência, uma a uma, até formar o objeto por completo, sendo que esse processo sequencial pode levar horas até ser finalizado (TROTT, 2012).³

É pertinente observar que os cuidados com a impressão 3D não se limitam apenas à modelagem do objeto: também é preciso dar atenção ao preparo da impressora, isto é, configurá-la adequadamente para a realização do trabalho, abastecê-la com o material adequado a ser utilizado no protótipo e, por fim, garantir a sincronização entre *hardware* (impressora) e *software* (programa com a modelagem) para obter os resultados esperados.

Com todos esses cuidados, a impressão do produto pode ser bem sucedida. Em resumo, tendo, por base, as camadas geradas pelo *software*, a impressora consegue se guiar durante o processo; camada a camada, ela deposita a quantidade de material necessária sobre o objeto; como o molde é cortado em micro pedaços, a impressora pode calcular a “curva de nível”, ou seja, como, quando e qual a quantidade de material que deve ser usada no objeto.

Por fim, existe ainda a etapa de pós-processamento, em que os profissionais realizam a limpeza do objeto impresso, a fim de retirar sobras de materiais indesejados. Vale notar que, além da limpeza, muitas impressoras acrescentam um acabamento adicional às peças, semelhante aos processos tradicionais de usinagem por remoção.

2.4 Tipos de impressão 3D

A partir do breve resgate temporal realizado anteriormente, é possível observar que o primeiro tipo de impressão tridimensional concebido na história foi a estereolitografia. No entanto, além dele, hoje existem vários outros tipos de manufaturas aditivas, cada qual com um propósito ou técnica específica. Garrett (2016) avalia que não existe um tipo de impressora 3D que abranja todos os usos possíveis; logo, cada tipo busca atingir um objetivo.

³ É desta concepção, isto é, da divisão em um certo número de camadas e impressão sequencial, que provém o termo “manufatura aditiva”. Trata-se, afinal, de diversos cortes finos, os quais são calculados pelo *software* e transferidos à impressora, para que a impressão seja realizada e gradualmente forme o objeto desejado.

A seguir, apresenta-se uma descrição sobre os principais tipos existentes:

2.4.1 Estereolitografia (SLA)

É, como já demonstrado, o primeiro tipo de impressão 3D, apresentado por Charles Hull em 1983. Ele é capaz de gerar peças ou objetos, camada a camada, por meio da orientação de um canhão à *laser* sobre a superfície de um tanque, que é envolto por fotopolímero líquido (TROTT, 2012). Ou seja, assim que o mapeamento e o fatiamento do modelo são realizados, o objeto começa a ser impresso. Fisicamente, a impressora deposita o fotopolímero, camada a camada, seguindo o molde previamente gerado via *software*. De acordo com Trott (2012), esse tipo de processo pode produzir qualquer formato de objeto em três dimensões: basta conceber o molde usando um *software* CAD, e enviá-lo à impressão.

2.4.2 Sinterização seletiva a laser (SLS)

A sinterização seletiva a laser (SLS), tendo por base um modelo 3D, utiliza um tipo de laser de dióxido de carbono, capaz de fundir pequenas partículas de material em pó para criar as peças (SINTERIZAÇÃO..., s.d.). O pó utilizado não é necessariamente raro ou especial; na prática, qualquer tipo de material que possa ser transformado em pó pode virar matéria-prima para esse tipo de impressão (VOLPATO, 2006). Esse é, aliás, um tipo de manufatura aditiva de baixo custo, mas que pode se mostrar bastante produtivo na indústria em geral.

2.4.3 Modelagem por deposição fundida (FDM)

A modelagem por deposição fundida é um processo que distribui, durante a impressão, material derretido pelas camadas definidas previamente via *software*. Na maior parte dos casos, o material utilizado é o plástico. Nesse processo, a impressora opera por filamentos do material: ao iniciar, tais filamentos são desenrolados e, ao passar pelo bocal da impressora, aquecem e derretem. Em estado derretido, a impressora utiliza o mapeamento realizado pelo *software*, liberando o material gradualmente onde for necessário. Repete, por conseguinte, esta ação camada a camada, até formar o objeto (MODELAGEM..., s.d.).

2.4.4 Fabricação de objetos laminados (LOM)

O processo de fabricação de objetos laminados é um pouco diferente das demais técnicas apresentadas. Neste tipo de fabricação, o equipamento impressor é carregado com cola e papel, sendo que o dispositivo atua com laser. Na prática, o papel é enrolado de fora para dentro, sendo aquecido à medida que a impressão avança, para que as camadas se fixem, enquanto o laser corta o papel em divisões transversais. À medida que a impressora enrola as camadas de papel e o laser os corta (processo que pode ser feito inúmeras vezes, dependendo da complexidade do modelo), os objetos 3D são fabricados (FABRICAÇÃO..., s.d; GORNI, 2001). Embora este seja um tipo mais simples e barato de manufatura aditiva, tal processo não é capaz de produzir formas tão complexas e tão resistentes. Por isso, seu uso é mais conveniente para gerar protótipos rápidos e que podem servir como base para novos itens.

2.4.5 Síntese dos tipos de impressão 3D

O quadro a seguir representa uma síntese dos principais processos ou tipos de impressão 3D, suas vantagens e desvantagens, bem como seus principais usos:

Quadro 1. Tipos de impressão 3D e suas características

Tipo de impressão 3D	Vantagens	Desvantagens	Exemplos de uso
SLA	Nível de detalhamento e precisão elevado, sendo o tipo que consegue atingir o melhor nível de detalhamento entre as impressões 3D	Devido à precisão, o tempo para imprimir objetos tende a ser alto. Além disso, os fotopolímeros utilizados como matéria prima possuem custo elevado.	Uso viável em produtos comerciais e industriais de alta precisão, bem como em áreas como a medicina.
SLS	Baixo custo de matéria prima. Qualquer tipo de material transformado em pó pode ser usado.	Acabamento do produto não é tão durável, pois depende muito da qualidade das partículas de pó utilizadas	Fabricação de protótipos de alta fidelidade e produtos comerciais. Normalmente utilizado em indústrias de grande porte.

FDM	Pela facilidade de uso e tamanho, é o tipo mais acessível às pessoas. Tem ótimo custo-benefício.	Muitas vezes necessário o acabamento manual da peça. Nível de precisão moderado.	Muito utilizado em ambientes menores, tanto em uso comercial como pessoal.
LOM	Custo geral baixo e rápida produção de objetos	Não resistente ao uso contínuo, ficando desgastando com o tempo.	Fabricação de protótipos, devido ao seu baixo custo de produção.

Fonte: elaborada pelos autores (2020).

2.5 Impressão 3D e suas possibilidades

A impressão 3D abre muitas possibilidades ao mercado e à ciência, que podem, cada vez mais, fabricar uma infinidade de objetos a partir de um processo ou fluxo de trabalho facilitado. Desde a década de 1980, o acesso, bem como os custos da impressão estão diminuindo, enquanto a precisão dos modelos resultantes está aumentando.

Erickson (2012), por exemplo, apresenta diversos usos para a impressões 3D: na medicina, transplantes podem contar com estruturas personalizadas a cada paciente; na biologia, pesquisadores podem obter uma cópia de cada tipo de fóssil ou estrutura óssea para estudo; no design, os profissionais podem conceber protótipos ainda melhores para seus projetos; na história, pode-se replicar itens valiosos ou importantes de outros séculos, bem como estudar variações de produtos obsoletos; na área de nutrição, pesquisadores podem pensar em soluções de alimentação criadas em laboratório; e na robótica, peças mecânicas e componentes eletrônicos podem ser aprimorados. Essa lista pode incluir uma infinidade de outras áreas; no entanto, esses exemplos já são suficientes para demonstrar o quanto as técnicas de impressão 3D, de fato, podem ajudar a revolucionar o mercado e a ciência como um todo.

Algo importante a se observar, entretanto, é que, como toda tecnologia, seus benefícios também acompanham pontos negativos. Não se pode negar o uso inadequado ou sem consciência da impressão 3D, tal como na concepção de armas por parte de indivíduos mal-intencionados, ou ainda a réplica não autorizada de produtos e peças em diversas áreas, às vezes sem qualquer certificação ou atestado de uso seguro, que podem trazer diversas implicações à vida das pessoas. Por exemplo, em 2013, um internauta chamado Cody Wilson liberou para *download* o modelo da pistola “Liberator”, uma arma de fogo de disparo único, que com o tipo certo de impressora poderia, então, chegar como mais facilidade às mãos dos indivíduos (HIPOLITE, 2015). Enquanto isso, Sousa (2016) comenta que o uso indevido das impressoras 3D causa uma perda próxima a U\$\$ 100 bilhões anuais em propriedade intelectual, tendo em

vista, como exemplo, que bolsas ou relógios de marcas famosas podem ser mais facilmente replicadas com o uso desta tecnologia.

Nota-se, por esta perspectiva, a concordância à Veraszto *et al.* (2008), para quem as tecnologias não são boas e nem ruins, mas sim o que os usuários fazem com elas. A impressão 3D definitivamente tem um alto potencial de revolucionar muitos processos da ciência e do mercado, no entanto, se usada de forma inadequada, pode também gerar diversos malefícios a estes setores e, conseqüentemente, à vida individual e social das pessoas.

2.6 Avanços e tendências da impressão 3D

Por seu alto poder construtivo e constantes aprimoramentos ao longo dos anos, espera-se que a tecnologia de impressão 3D possa ser usada cada vez mais, não apenas por grandes empresas (pessoas jurídicas), mas por pessoas físicas em seus lares e áreas de habitação.

Para se verificar o quanto esta tecnologia já é atualmente utilizada, pode-se ter como exemplo o surto de Coronavírus, que assola o planeta no ano de 2020. Neste ano, a Raytheon Technologies (<https://www.rtx.com/>), empresa norte-americana que atua sobretudo na área de armamentos e equipamentos militares, conseguiu imprimir a notável marca de 25.000 unidades de protetores faciais em apenas 2 semanas, alcançada pelo uso de 100 máquinas de impressão 3D (A BRIGHT... 2020). Há, neste caso, um exemplo claro de redução de tempo, eliminação reduzida de sobras de materiais e até mesmo mais economia no custo final do produto. Peças que antes demoraram horas para serem fabricadas hoje são feitas em minutos!

As previsões para o futuro da impressão 3D são ainda mais promissoras. Estima-se que a velocidade de impressão aumente ainda mais, novos materiais possam ser usados, bem como o uso de Inteligência Artificial possa dar novas perspectivas a esta tecnologia (DIAMANDIS, 2019). Aliás, as empresas estão cada vez mais perto, inclusive, de imprimir partes do corpo humano, como pele, ossos e até órgãos complexos, como um coração (FOSTER, 2019). Estas e outras novidades possuem um enorme potencial de revolucionar não apenas o mercado e a ciência, mas sobretudo a vida humana!

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A impressão 3D, ou impressão por manufatura aditiva, está e continuará sendo um promissor campo de pesquisa. Seus inúmeros casos de uso, desde simples protótipos até a probabilidade de um dia gerar órgãos humanos complexos, demonstram tal perspectiva.

Conhecer essa tecnologia em mais detalhes e explorar o máximo de seu potencial pode ajudar as pessoas, pesquisadores e profissionais em diferentes aspectos, tais como na fabricação de produtos, em avanços de pesquisa e até em itens que melhorem as capacidades individuais. Contudo, também não se pode deixar de notar que, diante de tantos benefícios, a impressão 3D pode trazer pontos negativos, caso empregada e utilizada por pessoas mal-intencionadas. Há, afinal, sempre um lado bom e um lado ruim para as tecnologias.

Talvez chegue o dia em que grande parte da população possa ter, em suas casas, uma impressora 3D, capaz de imprimir muitos dos produtos que se queira. Se esse dia chegar, certamente enormes mudanças em termos de comércio, aquisição de produtos e produção industrial podem ocorrer. Embora o futuro seja incerto, as perspectivas caminham nessa direção. É esperar para ver!

REFERÊNCIAS

A BRIGHT future for 3D printing. **Raytheon Technologies**, 3 jun. 2020. Disponível em: < <https://bit.ly/3j3Dwew> >. Acesso em: 21 ago. 2020.

COSETI, Melissa C. Como funciona uma impressão 3D. **Tecnoblog**, 2018. Disponível em: < <https://bit.ly/2ZmciZT> > Acesso em: 20 maio 2020.

DIAMANDIS, Peter H. 5 big breakthroughs to anticipate in 3D printing. **Singularity Hub**, 8 abr. 2019. Disponível em: < <https://bit.ly/3hkw51R> >. Acesso em: 21 ago. 2020.

ERICKSON, Christine. 9 ways 3D printing can change the world. **Mashable**, 26 fev. 2012. Disponível em: < <https://bit.ly/36gwT3f> >. Acesso em: 20 maio 2020.

ESTEREOLITOGRAFIA. **3D Systems**, s.d. Disponível em: < <https://bit.ly/2WRoWOU> >. Acesso em: 21 maio 2020.

FABRICAÇÃO de objeto laminado. **Mecânica Industrial**, s.d. Disponível em: < <https://bit.ly/2zfRE2Y> >. Acesso em: 16 maio 2020.

- FOSTER, Gustavo. Impressão 3D na medicina: o que já existe e o que pode vir por aí. **Gauchazh**, 4 jul. 2019. Disponível em: < <https://bit.ly/34kzB8R> >. Acesso em: 21 ago. 2020.
- GARRETT, Filipe. Como funcionam os diferentes tipos de impressoras 3D. **TechTudo**, 27 fev. 2016. Disponível em: < <https://glo.bo/2LOdkFS> >. Acesso em: 18 maio 2020.
- GORNI, Antonio A. Introdução à prototipagem rápida e seus processos. **Site do Gorni**, mar. 2001. Disponível em: < <https://bit.ly/2zfG1sP> >. Acesso em: 16 maio 2020.
- HARARI, Yuval N. **Sapiens: uma breve história da humanidade**. 3 ed. Porto Alegre: L&PM, 2015.
- HIPOLITE, Whitney. 3D printable files for Cody Wilson's Liberator Gun are now available to all on 3DShare. **3D Print**, 18 jun. 2015. Disponível em: < <https://bit.ly/2WLTKRc> >. Acesso em: 16 maio 2020.
- LONJON, Capucine. The history of 3d printer: from rapid prototyping to additive fabrication. **Sculpteo**, 1 mar. 2017. Disponível em: < <https://bit.ly/2XdHhER> >. Acesso em: 19 maio 2020.
- MELLO, Silvia T. Influência do tipo e da técnica de aplicação de agente infiltrantes na resistência mecânica de componentes produzidos por manufatura aditiva (3DP). Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2017. Disponível em: < <https://bit.ly/3e52Xtl> >. Acesso em: 14 maio 2020.
- MODELAGEM por deposição fundida. **3Dilla**, s.d. Disponível em: < <https://bit.ly/2zfRada> >. Acesso em: 21 maio 2020.
- NOSSA História. **3D Systems**, s.d. Disponível em: < <https://bit.ly/2WNhSCJ> >. Acesso em: 21 maio 2020.
- SINTERIZAÇÃO a laser seletivo. **3D Systems**, s.d. Disponível em: < <https://bit.ly/2ZotIFs> >. Acesso em: 17 maio 2020.
- SOUZA, Bernardo A. Impressoras 3D: o futuro da criminalidade. **JusBrasil**, 2016. Disponível em: < <https://bit.ly/2ZsYyNb> >. Acesso em: 15 maio 2020.
- TROTT, Paul. **Gestão da inovação e desenvolvimento de novos produtos**. 4 ed. São Paulo: Bookman, 2012.
- VERASZTO, Estéfano V.; SILVA, Dirceu; MIRANDA, Nonato A.; SIMON, Fernanda O. **Tecnologia: buscando uma definição para o conceito**. Revista Prisma, n.7, 2008. Disponível em: < <https://bit.ly/3bUpJTq> >. Acesso em: 22 maio 2020.
- VOLPATO, Neri. Sinterização seletiva a laser (SLS) da 3D Systems. IN: VOLPATO, Neri (org). **Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2006.