

## Análise da viabilidade da impressora 3d em produção em larga escala

Gabriel Rodrigues da Silva (FATEC Mogi das Cruzes) [gabriel.silva262@fatec.sp.gov.br](mailto:gabriel.silva262@fatec.sp.gov.br)

Victor Djun Kasivagura (FATEC Mogi das Cruzes) [victordjun@gmail.com](mailto:victordjun@gmail.com)

Maick Roberto Lopes (FATEC Mogi das Cruzes) [maicklog@yahoo.com.br](mailto:maicklog@yahoo.com.br)

Paulo Cesar Giuliani (FATEC Mogi das Cruzes) [paulo.giuliani@uol.com.br](mailto:paulo.giuliani@uol.com.br)

### Resumo:

A impressora 3D é uma tecnologia que está se expandindo cada vez mais, desde a chegada da indústria 4.0. Devido a importância da tecnologia na indústria, bem como o crescimento e o desenvolvimento da tecnologia das impressoras 3D, este artigo é relevante por ter a finalidade de analisar a viabilidade do uso deste equipamento em ambientes de produção em larga escala. Para isso foram realizadas diversas pesquisas em periódicos especializados, bem como, em reportagens que divulgam o uso da impressora 3D nas indústrias em todo o mundo. A metodologia escolhida foi a pesquisa exploratório-descritiva de caráter qualitativo, pois, baseiam-se em casos identificados por outros autores. Contudo, foi possível perceber que a produção em larga escala ainda não é viável, porém, diversas empresas estão desenvolvendo novas tecnologias para que seja possível aperfeiçoar a produção utilizando-se de impressão em 3D.

**Palavras chave:** Manufatura; Indústria 4.0; Protótipo.

### Title of the article in English

### Abstract

The 3D printer is a technology that is expanding more and more, since the arrival of industry 4.0. Because of the importance of technology in the industry, as well as the growth and development of the technology of 3D printers, this article is relevant for having the purpose to analyze the feasibility of the use of this equipment in large-scale production environments. For this was done many researches were carried out in specialist periodicals, as well as, in reports that disclose the use of the 3D printer in industries around the world. The methodology chosen was the exploratory-descriptive research of qualitative character, therefore, are based on cases identified by other authors. However, it was possible to notice that the large-scale production is not yet feasible, but, several companies are developing new technologies to improve production using 3D printing.

**Key-words:** Manufacture; Industry 4.0; Prototype

## **1. Introdução**

Na era dos primórdios da humanidade, o ser humano incessantemente buscou criar e inventar meios para que pudesse garantir a sua sobrevivência. Consequentemente, surgiu a Tecnologia da Informação e Comunicação e, desde então, o homem pôde ver cada vez mais a importância de se adquirir o conhecimento, sendo que até hoje sobrevêm novas ideias, de maneira tal que o homem se mostrou capaz de criar máquinas que possibilitam facilitar a vida de todos (PIRES, 2014).

Em 1984, surge uma nova tecnologia com Charles Hull denominada impressora 3D. A partir da década de 80, o desenvolvimento das impressoras 3Ds teve início sem a necessidade do uso de moldes ou fresas e tornos para remover material. Antes, a tecnologia desta época tinha a finalidade de fabricar protótipos de modo veloz. Passado essa década, a impressora 3D vem ganhando cada vez mais espaço entre as empresas que querem se tornar mais produtivas com o uso da tecnologia (CUNICO, 2015).

Atualmente, devido ao rápido avanço tecnológico, as indústrias se preocupam com o desempenho produtivo em menor custo, este fator estimulou a surgir um novo termo, a Indústria 4.0 ou Indústria Inteligente. Este termo surgiu na Feira de Indústrias de Hannover, na Alemanha com o objetivo de integrar vários sistemas a máquinas, automatizando a produção, afim de diminuir custo, aumentar a produtividade e identificar e reduzir falhas na produção (FRAGA, et. al, 2016).

O objetivo da Indústria 4.0 está vigorosamente voltada no avanço da eficiência, produtividade das operações, segurança e principalmente no retorno do investimento, ou seja, o desafio das empresas é aplicar um sistema de produção mais eficiente, na qual atualmente as impressoras 3D estão sendo usadas principalmente para produção de protótipos de produtos industriais, próteses hospitalares em menor custo total de produção em um menor tempo de fabricação (WAN et al, 2016; ANG et al, 2016; DEQUEANT et al, 2016).

Com a chegada da Indústria 4.0, os avanços tecnológicos aumentaram, conforme visualizado na Figura 1.

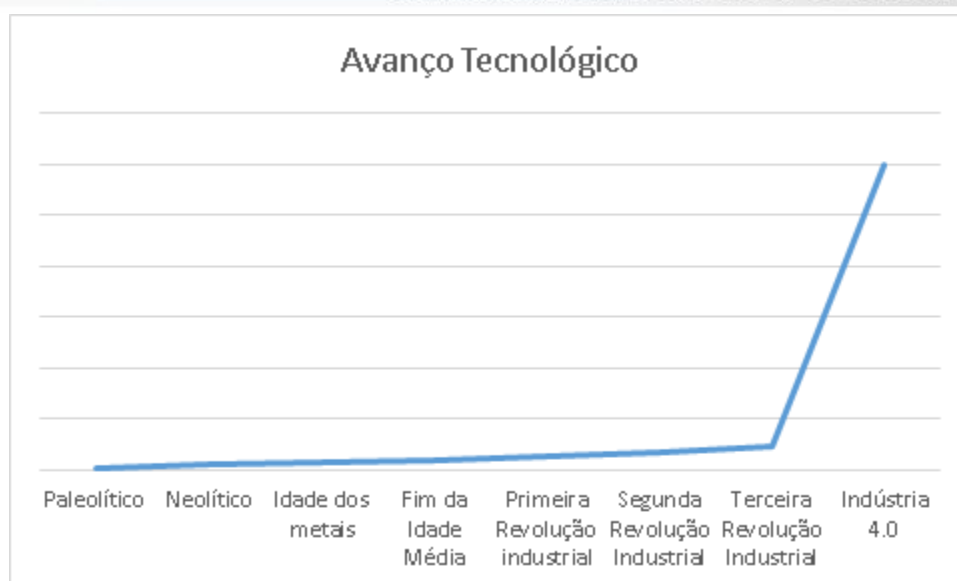


Figura 1 - Avanço Tecnológico das eras Fonte: Adaptado de Morais (2016)

Devido a importância da tecnologia na indústria, bem como o crescimento e o desenvolvimento da tecnologia das impressoras 3D, este artigo é relevante por ter a finalidade de analisar a viabilidade do uso deste equipamento em ambientes de produção em larga escala, sem a perda na qualidade dos sistemas convencionais de fabricação.

Para se chegar a finalidade do artigo, foram realizadas algumas pesquisas em periódicos especializados, bem como, em reportagens que divulgam o uso da impressora 3D nas indústrias em todo o mundo. Estas pesquisas foram filtradas e os principais resultados obtidos analisados para posterior considerações finais.

Com relação a uma investigação no desenvolvimento da impressora 3D, foi realizada uma sintetização das informações obtida pela pesquisa bibliográfica e a usabilidade em empresas no setor de produção. A metodologia escolhida foi a pesquisa exploratório-descritiva de caráter qualitativo. A pesquisa exploratória inclui a pesquisa bibliográfica, pois, baseiam-se em casos identificados por outros autores. "A pesquisa bibliográfica esclarece um problema com fundamento em referenciais teóricos veiculados em documentos". Lima e Miotto (2007, p. 38) relatam que a pesquisa bibliográfica "...implica em um conjunto ordenado de procedimentos de busca por soluções, atento ao objeto de estudo".

## 2. Indústria 4.0

A indústria 4.0 ou Indústria inteligente, o termo foi citado na Feira de Indústrias em Hannover em 2011, na Alemanha, devido ao constante avanço das tecnologias aplicado no aprimoramento dos processos da manufatura, estabelecendo ligações entre os setores produtivos, a fim de automatizar o maior número

de processos, em menor tempo, em menor custo e em maior produtividade, consequentemente o contato do operador com a produtividade será mitigado, sendo cada vez mais comum dentro da indústria.

As revoluções, antes de chegar na era atual da indústria 4.0, ocorreram devido a inovação presente nesta evolução. Segundo Moraes e Monteiro (2016), inovação é impactar nos processos por meio do desenvolvimento de novas ideias que melhorem o mercado e, geralmente, isso acontece empregando novas tecnologias.

Com a decorrência das inovações, de acordo com Lee (2004), nos campos da gestão de transformação e produção de produtos dos métodos de fabricação, está se formando um novo padrão por meio da união dos sistemas analíticos e ciberfísicos. Assim se deu a origem da indústria 4.0.

Os fatores do surgimento da Indústria 4.0 segundo Silva (2018) foram os avanços das inovações, como a facilidade do acesso dos dados para auxiliar na produção, acesso ao sistema produtivo e administrativo a longa distância com baixo consumo de energia, a necessidade de uma análise do desenvolvimento mais sólida, a implementação de tecnologias que integram a realidade aumentada e as interações humanas, e a chegada da robotização, por exemplo, a impressora 3D.

A preocupação com o meio ambiente está entre a maior causa do surgimento deste termo, devido a grande preocupação com o planeta e com seus recursos que atualmente somos dependentes para a sobrevivência humana. Os surgimentos das inovações para reduzir os impactos ambientais são constantes, principalmente no setor do Agronegócios (SILVA, 2018).

## **2.1. Indústria 4.0 na produção**

A indústria 4.0 tem impactado diretamente nas formas de produção e transformação dos produtos, em consequência do rápido avanço, novas tecnologias para produção, solucionam os problemas que donos de indústria buscam para o seu sistema, em virtude desses acontecimentos uma tecnologia está fortemente no mercado em relação ao aprimoramento das impressoras 3D, que pesquisadores estudam para reduzir o tempo de fabricação (SILVA, 2018; MORAIS; MONTEIRO, 2016).

Em face de uma evolução industrial, mudanças nos métodos produtivos sofrem alterações em vários aspectos e a tecnologia evolui constantemente como sensores, máquinas, peças de trabalhos e sistemas de Tecnologia da Informação com o objetivo de interagir entre eles realizando trocas de dados simultâneos para prever falhas a partir dos dados, configurar e adaptar-se a mudanças no cenário da produção.

Essas transformações vão permitir que os processos sejam mais rápidos, mais flexíveis, mais eficientes com maior qualidade dos produtos e diminuir os custos, tornando uma empresa mais produtiva de grande potência no crescimento industrial e financeiro. Portanto, HUBMANN, Et al. (2015) descreve 9 pilares

que compõe a Indústria 4.0 como grandes influências econômica e técnica na produção, eles são identificados como: *Big Data and Analytics*, *Autonomous Robots* (Robôs Autônomos), *Simulation* (Simulação), *Horizontal and Vertical System Integration* (Sistema Horizontal e Vertical integrado), *The Industrial Internet of Things* (Internet das Coisas Industrial), *Cybersecurity*, *The Cloud* (Sistema por Nuvem), *Additive Manufacturing* (Fabricação Aditiva), *Augmented Reality* (Realidade Aumentada).

### **3. Impressora 3D**

A impressora 3D é uma tecnologia que está cada vez popular, porém ela não é tão recente assim. De acordo com Abreu e Menezes (2017), o surgimento da impressora 3D se deu na década de 1980 e foi em 1990 que passou a se difundir no mercado. Ruberman (2012) descreve a impressora 3D como um equipamento que permite a criação de objetos 3Ds através de um projeto realizado no *Computer Aided Design* (CAD) um modelo de software de modelagem 3D que envia os dados para a máquina realizar a impressão em camadas, esse produto pode ser feito por diferentes tipos de materiais. Segundo as informações de Columbus (2017) o mais utilizado é o plástico, representando 88% considerando todos os tipos de usuários, em seguida a resina com 35%, podendo ser usado também metais, cerâmicas, arenito, cera e entre outros. Inicialmente muito utilizado para a fabricação de moldes, protótipos e atualmente é possível a construção de casas e vilas inteiras.

Existem projetos para utilização da impressora 3D em alta escala, na fabricação de solas de sapato como o Futurecraft.4D (ADIDAS) e principalmente peças de aviões, carros e foguetes. As empresas implantam essa tecnologia a fim de otimizar os processos de produção e assim minimizar os custos, consequentemente maximizar o lucro. Um estudo realizado por Oliveira e Cardoso (2017) a respeito da viabilidade da impressora 3D em uma indústria verificou que é possível reduzir, por exemplo, os gastos com matéria prima e o tempo utilizado para confeccionar partes de determinada engrenagem, comparada a usinagem convencional. Enquanto no modo convencional a peça demora 12 horas e 45 minutos para ser usinada e pronta, com a impressora 3D em apenas 3 horas e 57 minutos a mesma peça é impressa já pronta.

#### **3.1. Impacto na produção**

Ao decorrer do tempo, a impressora 3D vem ganhando espaço no mercado, segundo os dados da Forbes (2017) as empresas estão investindo em novas tecnologias em relação a impressora 3D, principalmente para criação de protótipos com um menor custo em um menor tempo, mas visam em um futuro próximo a implantação de um sistema de produção automatizado usando a impressora 3D em alta escala.

Atualmente, 95% das empresas entrevistadas pela Forbes (2017) acreditam que a produção em alta escala através da impressora 3D será possível como uma poderosa ferramenta para o planejamento

estratégico, sendo que 20% a 22% já utilizam essa tecnologia para produção, mas em escala menor, 47% das empresas entrevistadas perceberam um grande retorno financeiro após a aplicação desta tecnologia, com esses dados a tendência do mercado é crescer gradativamente com o surgimento de novas tecnologia que possibilitam a produção em alta escala, como ocorrido na Revoluções Industriais anteriores.

#### **4. Análise de casos da impressora 3D em larga escala**

De acordo com Smith (2016) é muito difícil para os clientes de produtos impressos pela impressora 3D comparar opções entre diferentes tecnologias e fornecedores, uma vez que o mercado ainda está fragmentado.

Os fatores principais que influencia nos custos das empresas que utilizam a impressora 3D são: o tempo que a impressora 3D leva para imprimir, quanto maior o tempo, maior será o gasto com a manutenção devido a depreciação. O custo do trabalho, isto é, quanto custa para que operador inicie a máquina 3D e faça os ajustes necessários. E o custo com a matéria prima que a impressora utiliza (SMITH, 2016).

##### **4.1. Ford**

A empresa americana Ford está valendo-se da impressora 3D para criar peças e acessórios de grande porte (FORD, 2017).

Uma grande vantagem é que com a impressora 3D, as peças se tornam mais leves o que gera uma economia nos combustíveis, sendo ideal para veículo de volume baixo como carros de corrida. Além disso, a utilização da tecnologia da impressora 3D também reduz custos para a Ford.

De acordo com o líder de técnica de manufatura da Ford, Ellen Lee, é possível obter muito mais agilidade para criar projetos (FORD, 2017). A forma como funciona a tecnologia da impressora 3D utilizada pela Ford, a combinação do sistema de impressão e o braço robótico permitem que a impressora 3D opere sem interrupções, sem a necessidade de supervisão. A Ford também consegue imprimir um componente para desenvolver uma nova peça em apenas alguns dias, sendo que esse mesmo componente demoraria meses por meio de um engenheiro utilizando-se do método tradicional.

Apesar de tudo, a impressora 3D ainda não apresenta uma velocidade adequada para a produção em larga escala, tornando-se viável o custo apenas para a produção de pequenas unidades.

##### **4.2. Adidas**

A empresa alemã Adidas tem como projeto um tênis feito usando a tecnologia da impressora 3D em parceria com a Carbon, chamado de FutureCraft 4D (ADIDAS), que de acordo com site (O'NEIL, 2018) foi anunciado oficialmente o lançamento comercial do tênis recentemente em 2018.

Segundo Thomasson e Michalska (2017), jornalistas do Reuters, a Adidas objetiva produzir em série com a impressora 3D no ano de 2018 e, além disso, a nova tecnologia permitirá fabricar calçados limitados de personalização única. A Adidas acredita que a nova tecnologia irá permitir concorrer até mesmo com a produção por meio de moldes de injeção de plástico, sendo este o modo de produção predominante para calçados, sobretudo de modo veloz e a um preço que possibilite a produção em massa.

No final do ano de 2016, a Adidas vendeu algumas centenas de calçados futurecraft, porém eles demoravam muito para serem impressos. Por isso, a Carbon está trabalhando para diminuir o tempo que a impressora 3D leva para imprimir, já que a Adidas visa vender 100 mil calçados Futurecraft no ano de 2018, e, conforme a tecnologia for sendo aprimorada, a Adidas pretende encurtar seus custos (THOMASSON, MICHALSKA, 2017).

Além do mais, de acordo com o site WearBrasil (2018) ao ano será produzido 1 milhão de solas de tênis utilizando a impressora 3D na nova fábrica da Adidas que se localiza em Atlanta (WEARBRASIL, 2018).

A consultoria Wohlers Associates avalia que a empresa Adidas vai aumentar suas vendas em quatro vezes em 2022 para US\$ 26 bilhões. Isso mostra ser algo incerto, uma vez que se trata de uma estimativa (THOMASSON, MICHALSKA, 2017).

Contudo, é possível observar que provavelmente, a Adidas aparenta ser a empresa mais próxima de conseguir de fato colocar em prática a tecnologia da impressora 3D em produção em alta escala. Tudo indica, que a tecnologia ainda está em fase de crescimento, mas conforme a empresa Carbon for trabalhando no desenvolvimento, ela pode ser muito viável para a empresa vender mais de seus produtos e de forma lucrativa. Todavia, esse caso só se confirmará no futuro.

#### 4.3. XEV e Polymaker

O projeto da XEV com parceria com a Polymaker é fabricar em alta escala um carro fabricado a partir de peças feita pela impressora 3D. O início da fabricação está planejado para o segundo semestre de 2019. A demanda dos pedidos para a compra do carro chega a 5000 unidades, a empresa planeja otimizar o processo de fabricação até o dia de estreia das vendas, porém, algumas peças como os chassis, as janelas, motor, pneus e os assentos são fabricados pelo sistema tradicional.

A objeto da empresa é fabricar um carro de baixo custo e que seja possível construir em um tempo curto, possibilitando o termino da fabricação entre 3 a 12 meses sendo que no sistema convencional leva de 3

a 5 anos, além do corte na quantidade de peças de 2000 para 57, devido a isso a redução de custo é de 70%. (TAYLOR, 2018)

Contudo, a Polymaker e a XEV com essa parceria, onde cada empresa é responsável pela construção do carro sendo uma estudando no setor da impressão em 3D e a outra na montagem e desenvolvimento dos motores, possibilita o progresso de desenvolvimento da produção do automóvel, porém, ainda a produção não está ativa, ou seja, pode haver problemas na produção futuramente, ou até mesmo não atender a demanda da larga escala desejada.

#### 4.4. Análise comparativa

|                                                  | FORD                                                                                                                         | Adidas                                      | XEV                                                                 |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Demanda esperada na impressora 3D                | Não informado, mas a estimativa é que todos os acessórios e peças de grande porte sejam produzidos a partir da impressora 3D | Não informado.                              | A estimativa de acordo com a demanda 7.000 carros.                  |
| Sistema de fabricação (fabricante da tecnologia) | <i>Stratasys Infinite Build (Stratasys)</i>                                                                                  | <i>Futurecraft 4D (HP)</i>                  | Impressora 3D (Polymaker)                                           |
| Estimativa do início de Fabricação               | Não informado                                                                                                                | 2018                                        | Segundo Semestre de 2019                                            |
| Peças fabricadas                                 | Acessórios e peças de carros de grande porte                                                                                 | Sola dos tênis do modelo <i>Futurecraft</i> | A estrutura do carro (exceto vidro, banco, chassi, pneus e o motor) |

Tabela 1 – Análise comparativa das empresas investigadas Fonte: Os próprios autores

Após uma análise comparativa, percebe-se que as organizações ainda não possuem uma linha de produção de alta escala, entretanto, o sistema apresentado pela empresa Adidas está mais próximo de ser realizado em larga escala, em comparação aos outros sistemas pesquisados. Esta percepção teve como base os dados fornecidos e os protótipos já fabricados para vendas nos mercados, em pequena escala, nos mercados consumidores, enquanto as outras organizações fabricaram apenas o protótipo do produto.

Em relação aos processos de fabricação todos os produtos analisados dependem de uma outra peça para unificar um único produto, ou seja, a produção pela impressão 3D ainda é dependente do sistema convencional. Para realizar o projeto de cada empresa, foi necessário a parceria com outras empresas do

setor da impressão 3D, até mesmo as grandes empresas como a Ford e Stratasy, Adidas e HP e a XEV e Polymaker, sendo responsáveis apenas pela montagem dos produtos.

## 5. Considerações finais

O projeto teve como objetivo, devido a importância da tecnologia na indústria, bem como o crescimento e o desenvolvimento da tecnologia das impressoras 3D, analisar a viabilidade do uso deste equipamento em ambientes de produção em larga escala. Foi feita análise a partir de dados bibliográficos de empresas que estão estudando um sistema de produção a partir da impressão 3D, através de parcerias que são especialista em impressoras 3D com a finalidade de diminuir o custo de produção, tempo de produção e qualidade do produto, mas com a entrada dessas tecnologia a mão de obra humana são substituídos por máquinas e robôs, impactando na economia dos países, sendo um dos maiores questionamento da entrada dessas tecnologias.

Portanto, após a análise de três iniciativas de produção com a utilização desta tecnologia, foi possível perceber que a produção em larga escala ainda não é viável, porém, diversas empresas estão desenvolvendo novas tecnologias para que seja possível aperfeiçoar a produção utilizando-se de impressão em 3D.

É possível que, com o avanço da tecnologia ao passar do tempo, seja possível otimizar a impressora 3D, e isto pode ser uma solução para que a produção em larga escala, utilizando-se da impressora 3D, seja algo viável de forma eficaz. Mas isso só o tempo dirá.

## Referências

ABREU, Ana Cláudia de; Menezes, Marizilda dos Santos. **Impressão 3D: Considerações sobre o futuro impacto na área da moda**. 13º Colóquio de moda – UNESP, Bauru, 2017.

ADIDAS. **Futurecraft 4D Controlled Energy**. Disponível em: <<https://www.adidas.com/us/futurecraft>> Acesso em: 9 mai. 2018.

BERMAN, Berry. **3-D Printing: the new revolution industrial**. Kelley School of Business – Indiana University, USA, 2012.

COLUMBUS, Louis. **The State Of 3D Printing**. Forbes, 2017. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2017/05/23/the-state-of-3d-printing-2017/#6c63fd0457eb>> Acesso em: 27 mar. 2018.

COSTA, Cesar. **Industria 4.0: o futuro da industria nacional**. Instituto Federal de São Paulo, 2017.

CUNICO, Marlon. **Impressoras 3D: o novo meio produtivo**. 1 ed. Curitiba: Concep3D Pesquisas Científicas Ltda, 2015. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books/about/Impressoras\\_3D.html?id=CybwCQAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.br/books/about/Impressoras_3D.html?id=CybwCQAAQBAJ&redir_esc=y)> Acesso em: 19 mar. 2018.

FORD MOTOR COMPANY. **Ford quer usar a impressão 3D para criar peças para veículos de série, esportivos ou personalizados.** *Ford Media Center*, 2017. Disponível em: <<https://media.ford.com/content/fordmedia/fsa/br/pt/news/2017/03/07/ford-quer-usar-a-impressao-3d-para-criar-pecas-para-veiculos-de-.pdf>> Acesso em: 9 mai. 2018

FRAGA, Manoela A. F., Et. Al. **Logística 4.0: Conceitos E Aplicabilidade – Uma Pesquisa-Ação Em Uma Empresa De Tecnologia Para O Mercado Automobilístico.** FAE – Centro Universitário.

LEE, H. L. **The triple-A supply chain.** *Harvard business review*, v. 82, n. 10, p. 102-113, 2004. Disponível em: <<https://hbr.org/2004/10/the-triple-a-supply-chain>> Acesso em: 12 mai. 2018.

LIMA, Telma C. S.; MIOTO, Regina Célia Tamasso. **Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico:** a pesquisa bibliográfica. *Revista Katálysis*, v. 10, n. 1, p. 37-45, 2007.

MARIANO, A. M. et al. **Logística do Conhecimento 4.0 – Avanços na literatura de um conceito em aplicação.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 7., 2017, Ponta Grossa. *Anais...* Ponta Grossa: APREPRO, 2017. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/321035892\\_Logistics\\_of\\_Knowledge\\_40\\_-\\_Advances\\_in\\_the\\_literature\\_of\\_a\\_concept\\_in\\_application\\_Logistica\\_do\\_Conhecimento\\_40-Avancos\\_na\\_literatura\\_de\\_um\\_conceito\\_em\\_aplicacao](https://www.researchgate.net/publication/321035892_Logistics_of_Knowledge_40_-_Advances_in_the_literature_of_a_concept_in_application_Logistica_do_Conhecimento_40-Avancos_na_literatura_de_um_conceito_em_aplicacao)> Acesso em: 9 mai. 2018.

MORAIS, Roberto R. de; MONTEIRO, Rogério. **A Indústria 4.0 e o Impacto na Área de Operações.** In: Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade, 2016. Disponível em: <<https://singep.org.br/5singep/resultado/450.pdf>> Acesso em: 16 mar. 2018.

OLIVEIRA, F. A. C., CARDOSO, W. C. **Estudo da viabilidade de utilização de impressoras 3D em prototipagem de produtos.** In: CONGRESSO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17., 2017, São Paulo. *Anais...* São Paulo: SEMESP, 2017. Disponível em: <<http://conic-semesp.org.br/anais/files/2017/trabalho-1000024235.pdf>> Acesso em: 12 mai. 2018.

O’Neal, B. B. **Partially 3D Printed adidas Futurecraft 4D Shoes Launch Commercially This Week in NYC.** 2018. Disponível em: <<https://3dprint.com/200338/adidas-futurecraft-4d-launch/>> Acesso em: 9 mai. 2018.

PIRES, Sílvia R. I. **Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain):** conceitos, estratégias, práticas e casos. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2014.

RESNICK, Jim. **For The Automakers, Large-Scale 3D Printing Is The Next Powerful Toolbox.** *Forbes*, 2017. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/jimresnick/2017/03/08/for-the-automakers-large-scale-3d-printing-is-the-next-powerful-toolbox/#224efc527ee0>>. Acesso em: 1 abr. 2018.

RUBMANN, Michael, et al. **Industry 4.0: the future of productivity and growth in manufacturing industries,** 2015. Disponível em: <[http://www.inovasyon.org/pdf/bcg.perspectives\\_Industry.4.0\\_2015.pdf](http://www.inovasyon.org/pdf/bcg.perspectives_Industry.4.0_2015.pdf)> Acesso em: 30 mar. 2018.

SILVA, Edson M. **Indústria 4.0: a quarta revolução industrial**. LinkedIn, 2018. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/ind%C3%BAria-40-quarta-revolu%C3%A7%C3%A3o-industrial-edson-miranda-da-silva>> Acesso em: 27 mar. 2018.

SMITH, James. **How do suppliers calculate pricing for 3D prints**. 2016. Disponível em: <<http://www.3ders.org/articles/20160721-how-do-suppliers-calculate-pricing-for-3d-prints.html>> Acesso em: 9 mai. 2018.

TAYLOR, L. **Polymaker & XEV launch 3D printed electric car LSEV**. 2018. Disponível em: <<http://www.polymaker.com/polymaker-xev-launch-3d-printed-electric-car-lsev/>> Acesso em: 9 mai. 2018.

THOMASSON, E.; MICHALSKA, A. **Adidas to mass-produce 3D-printed shoe with Silicon Valley start-up**. 2017. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/us-adidas-manufacturing/adidas-to-mass-produce-3d-printed-shoe-with-silicon-valley-start-up-idUSKBN1790F6>> Acesso em: 1 mai. 2018.

WEARBRASIL. **Adidas lança tênis com solado impresso em 3D**, 2018. Disponível em: <<https://www.wearbrasil.com/single-post/2018/01/09/Adidas-lan%C3%A7a-t%C3%AAnis-com-solado-impresso-em-3D>> Acesso em: 9 mai. 2018