



*Desafios de uma sociedade  
digital nos Sistemas Produtivos e  
na Educação*



## O advento da manufatura avançada: implicações e oportunidades para a indústria têxtil brasileira.

Marcos de Carvalho Dias<sup>1</sup>

### Resumo:

O aumento da concorrência tem exigido cada vez mais das empresas a modificação contínua na forma de organização da produção, com o objetivo de aumentar a competitividade e produtividade. Isso por meio de novas tecnologias, como a manufatura avançada, que tendem a contribuir para a redução de desperdícios e otimização dos processos produtivos. Assim sendo, o objetivo deste trabalho é discutir como essa nova forma de organização produtiva pode contribuir para a produção têxtil brasileira, sendo utilizada como metodologia a análise bibliográfica dos documentos recentes que tratam dos temas abordados. A pesquisa mostrou que estas novas formas de organização produtiva podem permitir que as empresas têxteis nacionais obtenham maiores ganhos de competitividade.

**Palavras-chaves:** Manufatura avançada. Indústria têxtil. Inovações.

### Abstract:

*Increased competition has increasingly required companies to continuously change the way production is organized, with the aim of increasing competitiveness and productivity. This is done through new technologies, such as advanced manufacturing, which tend to contribute to the reduction of waste and the optimization of production processes. Therefore, the objective of this work is to discuss how this new form of productive organization can contribute to the Brazilian textile production, using as methodology the bibliographic analysis of recent documents that deal with the topics covered. Research has shown that these new forms of productive organization can allow national textile companies to achieve greater competitiveness gains.*

**Keywords:** *Advanced manufacturing. Textile industry. Innovations.*

### 1. Introdução

A intensificação da concorrência e o aumento da complexidade na fabricação de produtos e serviços têm exigido das empresas investimento, de maneira contínua, em modificações na forma de organização da produção com o objetivo de aumentar a competitividade e produtividade. Com isso observa-se o surgimento de novas tecnologias e novos processos produtivos com o intuito de atender às atuais exigências do mercado.

Estas novas formas de organização produtiva têm se dado, recentemente, por meio da adoção de várias tecnologias interconectadas, como computação em nuvem, *big data*, simulação, internet das coisas, robótica e realidade aumentada, conhecidas como manufatura avançada. Na indústria essa tecnologia contribui para a redução de desperdícios e otimização dos processos. Diversos segmentos

---

<sup>1</sup> Fatec Americana. E-mail: marcos.dias@fatec.sp.gov.br



*Desafios de uma sociedade  
digital nos Sistemas Produtivos e  
na Educação*



produtivos, em várias partes do mundo, têm incorporado tais inovações, notadamente os de automobilística, aeroespacial, eletrodomésticos, calçados e têxtil e vestuário. Na indústria mundial a adoção da manufatura avançada tem resultado na intensificação e melhoria nas diversas etapas de produção como, por exemplo, o gerenciamento de estoque de matérias-primas e produtos acabados, coordenação da força de trabalho e monitoramento de máquinas e equipamentos. Também a visibilidade da cadeia de suprimento, com a forte colaboração de parceiros e a informação preditiva são elementos presentes nessa nova forma de organização produtiva nessa indústria.

As pesquisas internacionais têm abordado os benefícios e as limitações da adoção da manufatura avançada nos processos produtivos e também realizado comparações de custos entre as diferentes configurações em diversos setores produtivos, incluindo o têxtil e vestuário.

No caso brasileiro, a adoção destas novas tecnologias na produção encontra-se em estágio inicial e com resultados ainda incertos para a organização e gestão da produção e para as relações de trabalho, entre outros elementos componentes.

Diante desse quadro, este trabalho tem por objetivo contribuir com a discussão sobre as possíveis implicações dessa nova forma de organização produtiva para a produção têxtil nacional, notadamente as possíveis possibilidades de ganhos de competitividade em relação aos concorrentes externos.

Para isso foi utilizado como metodologia, além da revisão bibliográfica inicial dos conceitos básicos abordados, a análise de textos e documentos do setor têxtil que abordam novas formas de organização produtiva e novos produtos, e que possam representar ganhos para produção têxtil nacional.

## **2. O conceito de manufatura avançada**

A manufatura avançada ou indústria 4.0 representa uma nova forma de organização dos elementos do processo produtivo com o intuito de promover o aumento da produtividade e competitividade da produção industrial. Conhecida como "Indústria 4.0" na Alemanha, e "Manufatura Avançada" nos Estados Unidos, esse último termo foi assumido nos últimos anos pelas diversas instituições brasileiras ligadas à pesquisa, inovação e fomento da produção (ABDI, 2017).

Quanto à origem do conceito "manufatura avançada", Arbix *et al.* (2017) apontam que está ligada ao estabelecimento de programas de modernização da produção industrial adotados pelo governo dos Estados Unidos, com o objetivo de manter e ampliar o controle sobre a inovação em produtos e processos industriais no mundo, visando liderar a transição para o novo padrão em desenvolvimento de manufatura, estabelecendo estratégias que permitirão estabelecer seus próprios parâmetros, critérios e protocolos, pois assim beneficiarão suas empresas e suas economias.

O conceito foi disseminado por meio dos programas de modernização produtiva adotados pelo governo estadunidense, sendo o principal deles o *National Network of Manufacturing Innovation* (NNMI), adotado pelo governo Obama em 2012. Esses programas trazem uma concepção ampla do que será o futuro da



*Desafios de uma sociedade  
digital nos Sistemas Produtivos e  
na Educação*



indústria mundial, se comparado ao conceito alemão, pois engloba iniciativas nas áreas de materiais, química, bioquímica e energia, dentre outras (ABDI, 2017).

Por isso, ao defenderem um conceito mais amplo, os Estados Unidos procuram abrir espaço para o que há de mais avançado na sua própria indústria, principalmente na área de computação, tecnologias de informação e comunicação, *big data*, *design*, *analytics*, biomanufatura e nanomanufatura (ARBIX *et al.*, 2017).

De maneira geral, essas novas formas de organização produtiva, conforme aponta Bag (2018), combinam elementos de automação industrial com novos sistemas das tecnologias de informação e comunicação, permitindo que a linha de montagem de um produto troque informações ao longo do processo, ao mesmo tempo em que plantas produtivas tomem decisões sobre produção, compras e estoques sem interferência humana.

Para Wang (2018), o resultado disso para o processo produtivo de forma geral é a obtenção de soluções customizadas e automatizadas para a integração de produtos tecnológicos, replicáveis em qualquer ambiente fabril, devidamente testadas e funcionando de forma otimizada, objetivando redução de custos, aumento da qualidade e do controle sobre a produção. Conseqüentemente tem-se uma flexibilidade na produção de produtos com características distintas em uma mesma fábrica podendo ser gerenciada remotamente. É a integração de todos os sistemas, podendo incluir o cliente final, a logística, o controle de produção e até mesmo das definições e características físicas do produto.

Tais aspectos tem resultado na crescente importância da manufatura avançada como nova configuração da produção industrial no contexto global, sendo considerada uma nova maneira de obtenção, pelas empresas, de vantagens competitivas. Ao introduzirem essas tecnologias nos processos produtivos, as empresas tendem a potencializar os processos gerenciais, devido ao volume de dados obtido e que podem gerar informações estratégicas para a tomada de decisões (DANGAYACH, 2019). Isso porque a manufatura avançada compreende um conjunto de atividades produtivas que dependem do uso coordenado de elementos como a automação, informação, computação, *softwares*, sensores e redes, ou que façam uso de materiais de ponta e capacidades emergentes derivadas das ciências físicas e biológicas como, por exemplo, a nanotecnologia, química e biologia. Trata-se de duas maneiras novas para a fabricação de produtos já existentes, bem como para a fabricação de novos produtos surgindo de tecnologias novas e avançadas (ARBIX *et al.*, 2017).

Nos setores produtivos em geral, a reconfiguração por meio da adoção de tecnologias avançadas como a Internet das Coisas (*IoT*), análise de big data, e robótica autônoma, está transformando o seu modelo de gestão, que tem passado de um modelo linear (fluxo unidirecional fornecedor-produtor-distribuidor-consumidor) para um modelo mais integrado no qual a informação flui de maneira multidirecional na cadeia como um todo (LEE, 2018). A aplicação da manufatura avançada no segmento produtivo tem ocorrido pela implementação de dispositivos de computação e comunicação, com intuito de realizar a troca de informações. Isto tem resultado numa mudança no cenário produtivo, com a intensificação princípios da computação inteligente e da engenharia, possibilitando a integração do processo de produção e uma maior flexibilidade de fabricação (BAG *et al.*, 2018).



*Desafios de uma sociedade  
digital nos Sistemas Produtivos e  
na Educação*



Assim, adoção de novas estratégias de gestão da produção decorrentes dessas novas tecnologias poderão oferecer uma maior visibilidade, flexibilidade e controle da entrada e saída de produtos. Dentre os modelos que aplicam essas novas estratégias, destaca-se a fábrica inteligente, que tem como princípio interligar setores físicos específicos com um ambiente virtual (ABDI, 2017).

No caso brasileiro destaca-se o atraso em relação a esse processo de transformações colocado pela manufatura avançada, e esse atraso ocorre em várias dimensões, resultando numa reduzida capacidade de concorrência com mercados externos, tanto nos setores industriais quanto no de serviços. Isso se mostra no reduzido peso do setor de máquinas e equipamentos na estrutura industrial do país, na dependência externa em relação ao desenvolvimento tecnológico, na dificuldade em organizar um sistema de fomento de longo prazo à produção, na perda de dinamismo, nas últimas décadas, da indústria eletrônica instalada no país; na fragilidade da sua dinâmica de pesquisa, desenvolvimento e inovações relativamente a países desenvolvidos e alguns em desenvolvimento (China, Coréia do Sul, Índia), nas fragilidades de seus sistemas educacionais e de formação profissional, entre outros aspectos (SARTORI, 2019).

Essas limitações e fragilidades têm sido motivos para vários autores como Fleury (2017), Coutinho (2017), Cano (2014), e Morceiro (2018), entre outros, argumentarem que a economia brasileira passa por um processo de desindustrialização precoce, com impactos fortemente positivos sobre nossa estrutura produtiva e capacidade de competir nessa nova ordem internacional, marcada não somente pelo avanço dessa nova onda tecnológica, produtiva e organizacional, mas também pelo acirramento da concorrência internacional num contexto de crescente importância da automação industrial.

### **3. Inovações na produção têxtil mundial**

A produção têxtil passou por diversas transformações desde o primeiro modelo produtivo que deu início à Revolução Industrial na Inglaterra em meados do século XVIII, baseado na produção rudimentar de tecido. A invenção da produção a vapor, e depois a eletrificação das máquinas e equipamentos resultou num aumento da produtividade têxtil dando origem, no final do século XIX, à primeira indústria verdadeiramente em escala industrial fábricas de produção em massa (BONTOUX *et al.*, 2017).

As transformações tecnológicas ocorridas na indústria de forma geral nas décadas de 1960-80, que possibilitou a introdução, na produção têxtil, de sistemas eletrônicos e tecnologias de computador foi outro fator decisivo para o setor têxtil mundial. As máquinas-ferramentas controladas numericamente por computador (CNC), a manufatura integrada por computador (CIM), resultaram num salto da produtividade têxtil com base na automatização, velocidade de produção, precisão e qualidade (BONTOUX *et al.*, 2017).

Atualmente a digitalização e interconexão de todas as fábricas, todas as máquina, todos os componentes de tecnologia e praticamente todas as etapas do processo de produção promete uma mudança de paradigma na manufatura industrial têxtil.



*Desafios de uma sociedade  
digital nos Sistemas Produtivos e  
na Educação*



O relatório da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2017) considera que as transformações decorrentes da adoção da manufatura avançada na produção têxtil mundial estão baseadas na adoção de sistemas complexos de simulação controle de parâmetros produtivos, na implementação da mecatrônica avançada e robótica em máquinas e equipamentos auto-reguláveis, permitindo a produção eficiente das etapas do processo produtivo.

A implementação de novos materiais, os têxteis eletrônicos que unem as propriedades dos dispositivos eletrônicos com as propriedades das fibras têxteis tem sido a base para a criação dos tecidos inteligentes. Os desenvolvimentos da nanociência e da nanotecnologia estão acelerando a miniaturização desses dispositivos e possibilitando a criação de funções eletrônicas na superfície e no interior das fibras, de maneira a preservar os princípios de fabricação têxtil tradicional. Dessa forma, as fibras incorporaram funcionalidades eletrônicas e fotônicas que permitem a criação de circuitos flexíveis, possíveis de serem incorporados na confecção de roupas e calçados (BRUNO, 2016).

Bontoux *et al.* (2017) apontam que esses novos materiais e novas fibras têm sido utilizados na produção de têxteis técnicos, como aeroespacial, automotivo e fabricação de dispositivos médicos ou engenharia civil, onde desenvolvimento de produtos, incluindo simulação do desempenho do material durante a produção e uso tem sido comuns há muito tempo. Ainda é necessária muita pesquisa para modelagem realista de matérias têxteis complexas, funcionais ou inteligentes e a integração desses no design e produto prontos para os setores específicos.

Na gestão da produção têxtil, a utilização de ferramentas baseadas em tecnologias avançadas como a Internet das Coisas (IoT), análise de *big data* e robótica autônoma, entre outras, está transformando dos modelos tradicionais de gestão produtiva, que tem passado de um modelo linear (fluxo unidirecional da produção) para um modelo mais integrado no qual a informação flui de maneira multidirecional na como um todo (LEE, 2018; AQUINO, 2019).

Portanto, se até recentemente a produção era um sistema linear que compreendia as etapas de projeto, planejamento, produção e entrega do produto final, elas se tornarão um sistema dinâmico e interconectado entre todas as etapas da produção têxtil (ABDI, 2017; ASTHANA, 2018). Assim, a adoção dessas novas ferramentas de gestão decorrentes das tecnologias da manufatura avançada poderão oferecer uma maior visibilidade, flexibilidade e controle da entrada e saída de produto (BAG *et al.* 2018); As principais ferramentas utilizadas são: a) *Manufacturing Execution System* (MES), um sistema da tecnologia da informação que é usado para o gerenciamento e planejamento de recursos, equipamentos, empregados e inventário (SEDANO *et al.*,2018); b) *Manufacturing Operations Management* (MOM), que são softwares utilizados na unificação e otimização das etapas de produção (SEDANO *et al.*,2018); c) *Blockchain*, uma tecnologia que permite qualquer usuário em rede rastrear e comercializar virtualmente qualquer coisa de valor (ALLAYANNIS e FERNSTROM, 2018); entre outras.

#### **4. Oportunidades para a produção têxtil nacional**

O trabalho realizado por Bruno (2016) considera que o novo cenário produtivo, com o surgimento de novas formas de realização e organização da



produção têxtil mundial, impõe aos produtores têxteis nacionais a necessidade da adoção de tais inovações, num quadro em que se por um lado a decisão de inovar é arriscada e cara, por outro a inação também é arriscada devido à intensa concorrência de países com baixos salários, como os asiáticos.

Outro aspecto decisivo nesse quadro de reconfiguração da produção têxtil mundial é que notadamente no caso brasileiro muitas das empresas do setor que são, em sua maioria, pequenas e médias empresas, não possuem capacidade financeira ou técnica (mão-de-obra qualificada) para a adoção dessas inovações, comprometendo assim a competitividade no mercado interno.

Apesar disso, essa nova configuração da produção têxtil, que implica em mudanças na forma de organização da produção, surge como um cenário de possibilidades de ganhos produtivos para a indústria têxtil nacional. Algumas dessas possibilidades são:

#### 4.1 Tecidos inteligentes:

Os tecidos inteligentes ou *e-textile* são tecidos híbridos que combinam a utilização de fibras convencionais (de variados graus de complexidade) com componentes eletrônicos ou circuitos integrados, conectados a sensores remotos interligados aos programas e sistemas de gestão de informações, preparados para o uso cotidiano (CHERENACK e VAN PIETERSON, 2012).

Atualmente os tecidos para consumo final representam uma parcela significativa dos produtos fabricados comercialmente na indústria têxtil mundial. Porém existe uma expectativa de que esses produtos possam ser utilizados, de forma crescente, nos setores militar, biomédico, automotivo e de bem estar pessoal. Vários fatores apontam para o crescimento desse segmento no mercado como, por exemplo, fatores sociais (a necessidade de melhoria da qualidade de vida das pessoas idosas), fatores comerciais (a tendência de maior diversificação de produtos e maior concorrência no mercado) e fatores setoriais (as alterações do setor têxtil mundial, com o surgimento de mercados especializados).

No curto prazo o foco dos têxteis inteligentes será a aplicação em sensoriamento, aquecimento e iluminação, principalmente em aplicações de monitoramento esportivo e de saúde. Porém outras aplicações poderão ser adicionadas num futuro próximo, como o monitoramento bioquímico e o uso em automóveis, impulsionado pelo crescimento da utilização dos carros elétricos (TAO, 2015).

#### 4.2 Customização da produção e coprodução

Um dos modelos de negócio emergentes estabelece uma abordagem mais colaborativa no relacionamento entre clientes e produtores, baseada na personalização das peças a adquiridas pelos clientes. A partir dessa personalização as empresas formariam parcerias com clientes, adquirindo o direito de comercializar tais peças personalizadas, no modelo de coprodução.

Muitas empresas europeias começaram a explorar essa oportunidade, num processo que permite aos clientes personalizar uma gama de elementos de design para peças de roupas, o que impede a atuação dos produtores chineses, que atuam com produtos massificados e padronizados (BRUNO, 2016).



*Desafios de uma sociedade  
digital nos Sistemas Produtivos e  
na Educação*



Isso requer que pelo menos parte da fabricação esteja localizada próxima aos clientes e possa aumentar o valor agregado da fabricação no país. Mas isso impõe também outro desafio que é entender melhor as necessidades dos clientes, que geralmente são jovens, pessoas com facilidade em se conectarem pela internet ou pessoas com necessidades específicas, como muito altas, baixas ou com deficiências. Para tanto, as empresas precisam ser flexíveis e receptivas, seja desenvolvendo conhecimento interno ou trabalhando com as plataformas de comércio eletrônico existente. Os *designers* devem ser consultados sobre como maximizar o potencial de personalização em massa e fabricação personalizada (BRUNO, 2016).

#### 4.3 Prestação de serviços têxteis

O serviço têxtil pode ser definido como uma transação em que contrata o fornecimento de tecidos e roupas para uma função específica, sem a aquisição destes. Nesse caso as necessidades dos clientes são alcançadas comprando a função do produto em vez de produto em si. Alguns desses serviços já estão bem estabelecidos no setor têxtil de outros países, como por exemplo, em vez de comprar toalhas e lençóis, hotéis podem pagar uma taxa mensal pelas toalhas e lençóis a serem fornecidos. Assim como a responsabilidade contínua por gerenciar a manutenção e a depreciação, o provedor pode oferecer pacotes que incorporam outros serviços, como limpeza, engomagem, dobra, etc. Embora exista algum ceticismo quanto à extensão em que este modelo pode ser estendida mais amplamente, principalmente no vestuário convencional, as empresas poderiam tomar nichos de mercado como ponto de partida, baseando-se em empresas estabelecidas para mercados de aluguel de consumidor para roupas de casamento, bem como mercados de serviços entre empresas, como equipamentos médicos e equipamentos de proteção individual (BONTOUX *et al.*, 2017).

#### **5. Considerações finais**

A indústria têxtil, que é tradicionalmente identificada como um segmento produtivo de baixa densidade tecnológica e cujo modelo de competitividade é baseado nas vantagens do trabalho de baixo custo, poderá ser uma das pioneiras no processo de transformação da produção industrial, por meio da incorporação de elementos resultantes das pesquisas inovadoras aplicadas à fabricação de produtos têxteis.

No caso da indústria têxtil brasileira a disseminação de elementos como sistemas ciberfísicos, Internet das Coisas, Internet dos Serviços e automação modular, conhecidos como “manufatura avançada”, poderão provocar alterações estruturais na organização da produção, permitindo o aumento da competitividade e a criação de novas oportunidades para o surgimento de novos perfis empresariais com plantas produtivas menores e mais eficientes. Além disso, a criação de interfaces entre consumidores e produtores poderá estimular o surgimento de novos modelos de negócios, em que profissionais autônomos, pequenas e médias empresas, consultorias e instituições de ensino e pesquisa atuarão de forma conjunta e integrada.



*Desafios de uma sociedade  
digital nos Sistemas Produtivos e  
na Educação*



Por isso, essas novas tecnologias representam oportunidades para a alteração da forma de organização da produção têxtil nacional, mas impõe alguns desafios.

Um deles é representado pela qualificação técnica da mão-de-obra disponível, uma vez que existe no mercado uma deficiência na disponibilidade de trabalhadores com o nível de qualificação exigido por essas novas tecnologias.

Outro desafio é representado pelo apoio de instituições públicas e privadas no fomento de iniciativas de adoção dessas novas tecnologias pelo setor produtivo, por meio de fomento à aquisição desses equipamentos.

Por fim um terceiro desafio é representado pela necessidade de colaboração entre empresas, por meio da formação de redes de cooperação produtiva, com o objetivo de obter acesso às novas tecnologias e de ganhos com a consolidação de iniciativas coletivas, como uma infraestrutura comum (transporte e entrega de produtos) e compartilhamento de novos conhecimentos aplicados à produção.

## Referências

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Uma contribuição ao debate sobre as políticas de desenvolvimento produtivo: inovação e manufatura avançada**. Brasília, ABDI, 2017.
- ALLAYANNIS, G. Y; FERNSTROM, A. **Bitcoin: Investment or Illusion?**. University of Virginia, Darden Business Publishing. 2018.
- AQUINO, M. **Adoção de blockchain na gestão de cadeias de suprimentos do Brasil**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Gestão para a Competitividade, Escola de Administração de Empresas de São Paulo na Fundação Getúlio Vargas, 2019.
- ARBIX, G *et al.* O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos. **Revista Novos Estudos** (CEBRAP), São Paulo, vol. 36, no. 03, pg. 29-49, novembro de 2017;
- ASTHANA, R. **Making Sense of Supply Chain 4.0**. <https://www.industryweek.com/supply-chain/making-sense-supply-chain-40>. Acesso em 02 de novembro de 2018.
- BAG, S *et al.* Industry 4.0 and supply chain sustainability: framework and future research directions. **Benchmarking International Journal**. Vol. 10, no. 03, dezembro de 2018.
- BONTOUX, L. *et al.* **Textile and clothing manufacturing: vision for 2025 and action needs**. Luxemburgo, Publications Office of Europe Union, 2017.
- BRUNO, F. S . **A quarta revolução industrial para o setor têxtil e confecções**. São Paulo, Editora Letras e Cores, 2016.
- CANO, W. **(Des)Industrialização e (Sub)Desenvolvimento**. Texto apresentado no 2º Congresso Internacional do Centro Celso Furtado, Centro de Estudos do BNDES, Rio de Janeiro, 18 a 20 de agosto de 2014.



- CHERENACK, K., VAN PIETERSON, L. Smart textiles: challenges and opportunities. **Journal of Applied Physics**, 2012.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Oportunidades para a indústria 4.0: aspecto da demanda e da oferta no Brasil**. Brasília, CNI, 2017.
- COUTINHO, L. **O futuro da indústria**. Transcrição de Palestra. II Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação (II ENEI). Carta IEDI, 2017.
- DANGAYACH, G. *et al.* Advanced manufacturing technology: a way of improving technological competitiveness. **International Journal of Global Business and Competitiveness**, no. 2, pg 1-8, 2019.
- FLEURY, A. **O futuro da indústria**. Transcrição de Palestra. II Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação (II ENEI). Carta IEDI, 2017
- HIRATUKA, C.; SARTI, F. Transformações na estrutura produtiva global, desindustrialização e desenvolvimento industrial no Brasil. **Revista de Economia Política**, v. 37, n. 1 (146), p. 189– 207, 2017.
- LEE, C. *et al.* “Design and application of internet of things-based warehouse management system for smart logistics”, **International Journal of Production Research**, vol. 56, no. 8, pp. 2753-2768, 2018.
- MORCEIRO, P. C. **A indústria brasileira no limiar do século XXI: uma análise da sua evolução estrutural, comercial e tecnológica**. Tese de Doutorado em Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade Economia do Desenvolvimento (USP). São Paulo, 2018.
- SARTORI, A. **Análise dos efeitos da manufatura aditiva na cadeia de suprimentos**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.
- SEDANO, J. *et al.* **Optimising Operational Costs Using Soft Computing Techniques**. 4. ed. Burgos: IOS Press, 2018.
- TAO, X. **The Handbook of Smart textile**. Singapura, Springer Science+Business Media, 2015.
- WANG, B. The future of manufacturing: a new perspective. **Engineering Journal**, volume 5, no. 5, ps. 722-728, outubro de 2018.