

Indústria 4.0: a Revolução 4.0 e o Impacto na Mão de Obra

Industry 4.0: Revolution 4.0 and the Impact on Work Hand

Vanessa da Silva Mata^{*a}; Carlos Henrique de Oliveira Costa^b; Darlan Cordeiro Fernandes^b; Emanuelle Oliveira da Silva^b; Fabiana Aguiar Cardoso^b; Júlio César Andrade^b; Lucas Phelipe L. de Rezende^b; Mariana Fernanda de Oliveira^b; Núbia de Souza^b; Priscila Emanuelle Vieira Machado^b; Rhanyelem Payfer de M. Rodrigues^b;

^aFaculdade Pitágoras de Betim. MG, Brasil.

^bFaculdade Pitágoras de Betim, Curso de Engenharia de Produção. MG, Brasil.

*E-mail: vanessa.mata@kroton.com.br

Resumo

Pretende-se com este artigo disseminar o conhecimento de uma nova revolução que está ocorrendo no meio industrial e que reflete diretamente na sociedade moderna. Esta nova revolução iniciada na Alemanha está se difundindo por todo o globo, sendo que a mão-de-obra utilizada nos dias de hoje nos pisos fabris serão substituídas por robôs e cybers tecnologias cada vez mais interligados e fazendo com estas unidades tenham uma alta produtividade com custos cada vez menor, significando assim um novo momento das grandes revoluções industriais. Com as fábricas arguciosas, várias mudanças ocorrerão na forma em que os produtos serão manufaturados, causando assim impactos em diferentes setores do mercado. Em meio a essa revolução tecnológica, os profissionais que terão em mãos a responsabilidade de conduzir esse novo rumo da história. Colaboradores terão que se aprimorarem cada vez mais buscando conhecimentos perante esses avanços, adequando-se as mudanças que já estão acontecendo. Quem quiser fazer parte desse momento terá de conhecê-lo e entendê-lo, buscando novas habilidades e qualificações, pois as empresas exigirão colaboradores diferentes, muito mais instáveis, ágeis e interligados. Por isso, os profissionais da atual geração e os que estão ingressando atualmente no mercado precisarão passar por um período de adaptação. É necessário compreender a mudança e tratá-la como mais um desafio na carreira, não como um obstáculo ou apenas mais uma imposição. Os novos sistemas atuarão para ajudar e aperfeiçoar todo o processo dentro das companhias.

Palavras chave: Revolução. Tecnologia. Mão-de-obra.

Abstract

This article intends to disseminate the knowledge of a new revolution that is taking place in the industrial environment and which reflects directly in modern society. This new revolution started in Germany is spreading all over the globe, with the labor force used today in the factory floors will be replaced by robots and cybers increasingly interconnected technologies and making these units have a high productivity with lower costs. signifying a new moment of the great industrial revolutions. With the shrewd factories, several changes will take place in the way the products will be manufactured, thus causing impacts in different market sectors. In the midst of this technological revolution, the professionals who will have the responsibility to lead this new course of history. Collaborators will have to improve themselves more and more seeking knowledge before these advances, adapting the changes that are already happening. Those who want to be part of this moment will have to know and understand it, seeking new skills and qualifications as companies will require different collaborators, much more unstable, agile and interconnected. Therefore, professionals of the current generation and those who are currently entering the market will need to undergo a period of adaptation. It is necessary to understand change and treat it as more of a career challenge, not as an obstacle or just another imposition. The new systems will act to help and perfect the entire process within the companies.

Keywords: Revolution. Technology. Labor.

1 Introdução

Frente uma real Revolução Industrial tecnológica as empresas estão tendo que se adequar há uma transformação em seus processos estruturais e profissionais. Levando o nome de Indústria 4.0 o impacto dessa revolução vai além da simples digitalização, passando por uma forma cada vez mais complexa de inovação baseada na combinação de várias tecnologias que exigirão das empresas uma nova forma de gerir os seus negócios e processos, introduzindo novos produtos, ajustando as ações de marketing e de distribuição.

A indústria 4.0 iniciou devido a um projeto de novas estratégias do governo alemão voltadas a grandes tecnologias. O fundamento básico consiste em se conectar em máquinas, sistemas e ativos, onde as empresas poderão criar redes

inteligentes ao longo de toda a cadeia de valor que podem controlar os módulos da produção de forma autônoma. Diante disso as fábricas inteligentes terão acapacidade e autonomia para agendar manutenções, prever falhas nos processos e se adaptar aos requisitos e mudanças não planejadas na produção.

Descrita por Castells (1999) e Bauman (2001) como uma sociedade em rede que aproveita da infovia global, telecomunicações, cultura da virtualidade e quebra dos modelos de tempo e espaço físico para que indivíduos estejam aptos para realizar múltiplas tarefas, vive-se atualmente o paradigma técnico-econômico de “permanente inovação e acelerada disseminação das ferramentas tecnológicas” (Macedo, 2007).

Esta revolução vem provocando mudanças profundas não só na indústria, mas também na sociedade e na

economia criando novos valores sociais e financeiros. Tais transformações afetam diretamente os profissionais, que terão que se adaptar tornando cada vez mais versáteis.

Para Blanchet et al (2014) na Indústria 4.0, robôs e seres humanos vão trabalhar lado a lado com a utilização de sensores inteligentes e interfaces homem-máquina. Para o autor, o uso de robôs está se ampliando e poderá incluir várias funções: produção, logística, gestão de escritório. Todas estas funções podem ser controladas de forma remota. Ainda segundo o autor, a produção com máquinas interconectadas se torna mais contínua, uma máquina é imediatamente informada quando uma parte de um produto é produzida em outra máquina, bem como o transportador ou um robô de abastecimento. As plantas também estão interligadas a fim de ajustar os programas de produção entre si e assim, otimizar a capacidade produtiva de uma maneira muito mais eficaz.

Devido ao avanço da tecnologia se faz necessário compreender o novo papel do ser humano na indústria, que saem de processos manuais e operacionais para uma interação com um processo produtivo muito mais complexo, que demandará uma mão de obra mais técnica.

Cabe ressaltar que, em contraste com os primeiros conceitos de automação, os seres humanos não devem ser desligados dos processos de produção, mas sim devem ter um papel cada vez mais importante, desta maneira, se define uma

nova forma de cooperação entre as máquinas e seres humanos (VDE - ASSOCIATION FOR ELECTRICAL, ELECTRONIC & INFORMATION TECHNOLOGIES, 2013).

Portanto este artigo tem intenção de apresentar uma revisão bibliográfica sobre como as mudanças provocadas pela Revolução 4.0 tem causado alterações no conceito de mão de obra nas indústrias e como essas mãos de obras estão buscando se adequar aos novos processos.

2 Desenvolvimento

2.1 Indústria 4.0

A primeira revolução industrial ocorreu entre os anos de 1760 a 1840, onde a produção era através de máquinas a vapores e linhas férreas. A segunda revolução industrial ocorreu no final do século XIX, por Henry Ford, que criou a linha de produção em massa, tendo como principal inovação a eletricidade e a linha de montagem. A terceira revolução industrial teve início no ano de 1960, com o surgimento de novas tecnologias, inclusive a internet, que foi o marco principal dessa era. Aquarta revolução titulada indústria 4.0 foi lançada pela primeira vez em 2011, na Alemanha, através da feira de Hannover, que teve como proposta a elaboração de uma nova tendência industrial baseada em tecnologia de ponta, sendo uma estratégia do governo alemão, conforme a Figura 1 (Fundação Dom Cabral, 2016).

Figura 1 - A evolução das revoluções industriais



Fonte: FEIMEC, 2016.

Esta nova tendência industrial envolve avanços tecnológicos de comunicação e informação, com o intuito de aumentar a automação e digitalização de todo processoprodutivo das empresas. O objetivo é fazer todo o gerenciamento deste processo para melhorar a produção, obtendo mais eficiência ao produzirprodutos/serviços com uma melhor qualidade. A fábrica que se pretende para o

futuro é chamada de “SmartFactory”, que significa Fábrica Inteligente, onde a produção é regida a base de eficiência e seus processos são executados sem problemas (ARKTIS, 2015).

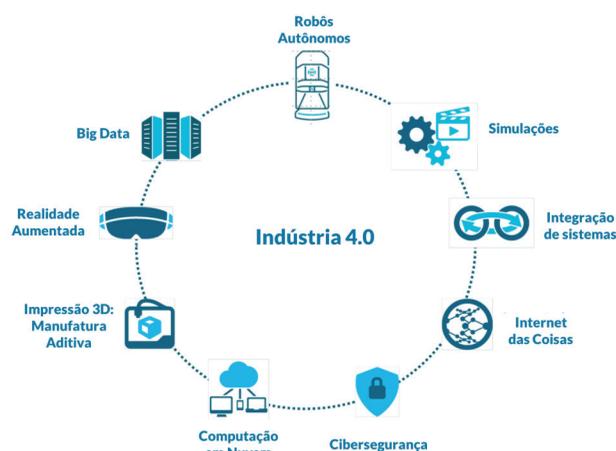
Ainda sobre a visão do futuro, irá ocorrer toda a descentralização do controle dos processos produtivos, passando toda essa responsabilidade para os dispositivos

inteligentes interconectados ao longo de toda a produção e da logística (SEBRAE, 2016).

Tornar a Indústria 4.0 uma realidade implicará a adoção gradual de um conjunto de tecnologias emergentes de TI e automação industrial, na formação de um sistema de produção físico-cibernético, com intensa digitalização de informações e comunicação direta entre sistemas, máquinas, produtos e pessoas; ou seja, a tão famosa Internet das Coisas (IoT). Esse processo promete gerar ambientes de manufatura altamente flexíveis e autoajustáveis à demanda crescente por produtos cada vez mais customizados.

Muitos especialistas utilizam o termo “Internet of Things”, que significa internet das coisas, pois considera-se que a o ambiente da indústria 4.0 tenha quatro aspectos, sendo eles: a internet das coisas, a internet de dados, a internet de serviços e a internet de pessoas (ARKTIS, 2015). Mas para garantir a sua funcionalidade, algumas ferramentas são exigidas, criando assim, os nove pilares da Revolução 4.0, conforme a Figura 2, sendo:

Figura 2 - Os nove pilares da indústria 4.0.



Fonte: Embalagem Marca, 2017.

Robôs autônomos:

A robótica tem expandido suas aplicações, tornando-se, a cada dia, mais popular na manufatura em todos os segmentos, pois reduz custos de trabalho e problemas associados à permanência de seres humanos em ambientes inóspitos ou insalubres. O uso de automação e robótica varia desde simples operações de transporte até robôs multieixos com sistemas de visão integrados e capacidade de adaptação em tempo real (FORESIGHT, 2013);

Manufatura aditiva:

A revolução da manufatura ocorrerá por meio da integração de sensores em rede, conectando produtos aos processos e à Internet. Os fluxos de dados dos produtos permitirão a criação de novos serviços, a gestão autônoma de estoques pelo sistema, o autodiagnóstico de defeitos e a autocorreção antes que as falhas ocorram, além de minimizarem o consumo de energia. Sensores são conversores que medem quantidades

físicas e as convertem em sinais que podem ser lidos por um observador ou por um instrumento eletrônico (MAKINEN, 2007).

Internet das Coisas:

É a rede de objetos físicos, sistemas, plataformas e aplicativos com tecnologia embarcada para comunicar, sentir ou interagir com ambientes internos e externos. Permite que as «coisas interajam umas com outras e que tomada de decisões sejam feitas. A internet das coisas é à base da Indústria 4.0 (HERMANN, PENTEK, OTTO, 2015).

Segurança Cibernética:

Com o aumento da conectividade e uso de protocolos de comunicação padrão que vem com a Indústria 4.0, a necessidade de proteger os sistemas industriais críticos e linhas de fabricação de ameaças de segurança cibernética, aumentam drasticamente. Durante o ano passado, vários fornecedores industriais de equipamentos uniram forças com empresas de segurança cibernética através de parcerias ou aquisições (RÜBMANN et al., 2015).

Simulação:

A alta fidelidade dos modelos de simulação é um passo à frente na possibilidade de compras pela Internet. É um aspecto relevante porque os investimentos são altos e a tolerância com os erros é baixa. Conceitos de máquinas, roupas e fábricas virtuais estão surgindo em projetos como o das minifábricas (DEUTSCHE, 2014).

Big Data Analytics

Na manufatura, o Big Data, ou seja, a capacidade de armazenamento e tratamento de um volume muito grande de informações, deverá otimizar o design, a produção e os ciclos de produtos, ao mesmo tempo que minimiza o uso de recursos. Vibrações de motores, joules consumidos, cliques dados por um usuário de cad, todos os dados identificados e mensuráveis e imagináveis poderão ser traduzidos e transformados em informações úteis e inteligentes. O Big Data produzirá sensível mudança na forma como a manufatura lida com o consumidor (FORESIGHT, 2013).

Sistemas integrados:

A maioria dos sistemas de TI de hoje não são totalmente integrados. Com a Indústria 4.0, empresas, departamentos e funções se tornarão muito mais coesas, permitindo que as cadeias de valor sejam verdadeiramente automatizadas. A plataforma, AirDesign, serve como um espaço de trabalho comum para o projeto e colaboração de fabricação, e está disponível como um serviço em uma nuvem privada (RÜBMANN et al., 2015).

Computação na nuvem:

A computação em nuvem permite que pequenas e médias empresas possam fazer uso de tics sem precisar ter em sua equipe profissionais especializados. A nuvem consiste em máquinas virtuais on-demand acopladas a serviços de software capazes de entregar ampla gama de serviços de maneira confiável e segura para múltiplos dispositivos, garantindo a computação móvel (FORESIGHT, 2013).

Realidade argumentada

Sistemas de realidade argumentativa suportam uma variedade de serviços, como a seleção de peças em um armazém e envio de instruções de reparação através de dispositivos móveis. Estes sistemas fornecerão informações em tempo real para melhorar a tomada de decisões e procedimentos de trabalho. Por exemplo, os trabalhadores podem receber um aviso, instruções de reparo e qual o dano assim que o sistema real necessitar de reparo (RÜBMANN et al., 2015).

A consolidação de todos os pilares será um elemento principal para o sucesso do projeto que é a indústria 4.0. Com este padrão, é assegurado as informações entre sistemas e dispositivos, eliminando as restrições de padrões vigentes (SEBRAE, 2016).

2.2 Impacto das inovações da indústria 4.0 na mão-de-obra

Na Indústria 4.0 a Internet que se originou nos anos 90 vem evoluindo deixando de ser apenas um veículo de comunicação e informação e passa a ser utilizada dentro das indústrias com um meio produtivo gerador de dividendos e esta recebe nome de Internet das Coisas, fazendo conexão lógica de todos os dispositivos e meios relacionados ao ambiente produtivos, os sensores, transmissores, computadores, células de produção, sistema de planejamento produtivo, diretrizes estratégicas da indústria, informações de governo, clima, fornecedores, tudo sendo gravado e analisado em um banco de dados.

A ideia de Máquina para Máquina é a interconexão entre células de produção, os sistemas passam a trocar informações entre si, de forma autônoma, tomando decisões de produção, custo, contingência, segurança, através de um modelo de inteligência artificial.

Para que este sistema funcione, entregando os benefícios acima previstos, novas tecnologias para a Automação Industrial surgiram e muitas delas originadas do mundo da Tecnologia da Informação, entre elas podemos citar as principais:

- Uso do Protocolo IPV6 (ampliação dos pontos de conexão IP de todos Devices);
- Uso do Wireless (ampla utilização de redes sem fio);
- Uso de Virtualização (criação de diversos computadores a partir de softwares);
- Uso de Cloud (as informações estarão na Nuvem – compartilhada)
- Uso do Big Data (todas as informações reunidas, de forma dinâmica para tomada de decisões);
- Uso de RFID (todo movimento de materiais é rastreado

com todas as informações).

A partir das principais tecnologias acima citadas, podemos entender que teremos uma nova realidade produtiva, tudo estará conectado para que as melhores decisões de produção, custo e segurança sejam tomadas, tudo sob demanda e em tempo real impactando diretamente na forma como se conceitua mão-de-obra.

Um dos resultados dos impactos oriundos da indústria 4.0 é a alta redução tanto nos postos de trabalho quanto em atividades que exige funções repetitivas mais braçais, atingindo fortemente o setor da mão de obra. O piso de fábrica como chamamos hoje vai passar por mudanças, os colaboradores terão um papel mais técnico e estratégico, a atividade exercida tende a ficar muito mais flexível onde pessoas terão de lidar com máquinas e ao mesmo tempo com sistemas inteligentes.

A Quarta Revolução Industrial a Indústria 4.0 engloba pilares como a descentralização dos sistemas de empresas, não sendo necessária intervenção humana, oferecendo uma produção rápida e flexível como principais fontes de seu funcionamento. A indústria tende a uma modernização através de investimentos, em maquinários e processos de alta tecnologia.

Porém, ao mesmo instante em que muitas atividades devem ser substituídas, novas funções devem surgir aumentando a necessidade de mão de obra nas áreas da tecnologia da informação, mecatrônica com habilidades com software, programação e inteligência artificial. Novas especializações também podem estar prestes a surgir para garantir as novas interfaces e interligar a relação entre seres humanos e máquinas.

As profissões relacionadas à Indústria 4.0 já estão sendo apontadas como as mais bem cotadas do mercado. Por outro lado, algumas profissões tem se tornado cada vez menos cotadas, já tendo profissionais substituídos por máquinas. Essa revolução vem causando desemprego em diferentes áreas de atuação e mesmo com aplicações distintas a uma grande dificuldade de alocação de profissionais no mercado de trabalho, sendo o setor de serviços, a agricultura e principalmente a indústria, as áreas mais afetadas.

E assim, empresas de diversos portes têm diminuído suas equipes, recorrendo à tecnologia para a execução das funções antes feitas pelos mesmos, com isso a volta ao mercado de trabalho se torna um desafio, sendo assim os trabalhadores tendem a buscar e se adequarem adquirindo conhecimento em outras áreas através de qualificação por meio de cursos e treinamentos.

A indústria 4.0 vem revolucionando o mercado por isso a busca por qualificação é algo fundamental, os profissionais tendem a buscar a expansão do currículo, pois algumas profissões possivelmente irão sumir do mercado, sendo assim buscar a migração e alocação de competências para outros setores se torna uma opção viável.

Com esta revolução as indústrias passaram a ser operadas pelas chamadas SmartMachines, que uma sequência de

robôs que operam sob complexa programação a fim de atingir padrões máximos de qualidade e produtividade. Para que esta intervenção ocorra vários softwares estão sendo desenvolvidos com o intuito de promover a intervenção de cada fase produtiva comunicando entre si através de sensores WiFi ou Bluetooth.

Por outro lado, tantas inovações ocasionarão o fechamento e ou desaparecimento de vagas manuais e repetitivas, porém estes funcionários terão que serem locados ou tornarem chave importante mostrando suas versatilidades e adaptabilidade frente a novos desafios.

2.3 Profissões do futuro

As décadas que seguem a universidades serão mais importantes na educação de um profissional. Trata-se do “lifelong learning”, ou aprendizado da vida. Tendo como forte defensor desse novo modelo o brasileiro Leandro Herrera, fundador da empresa de Educação Tera.

Manter um processo produtivo diante de um futuro dominado pela tecnologia, Herrera destaca que existe a “macro tendências” quando tratar-se de carreira.

As mudanças estão revolucionando o mercado de trabalho, uma delas é a ascensão de máquinas e equipamentos e sistemas inteligentes, ou seja, cada vez mais a tecnologia passa a desempenhar as funções hoje realizadas por humanos. (EPOCA NEGÓCIOS, 2017).

De acordo com especialistas, pensar no mercado de trabalho do futuro não significa apenas pensar em profissões deste futuro, mais também como as carreiras que já existem atenderão as novas demandas. Entre elas se destacam:

- Médico geriatra - com expectativa de vida da população aumentando consideravelmente, o profissional terá um vasto campo para atuar;
- Biomédico - especialista em estudar doenças ainda sem cura as formas de tratamento e prevenção, com o avanço na área de pesquisa;
- Fonoaudiólogo - Saber lidar com a voz humana vai ser cada vez mais importante já que os computadores tendem;
- Gerenciador de redes sociais - A comunicação via internet tende a continuar crescendo a as pessoas passarão mais tempo conectadas;
- Especialista em engenharia genética/Biotecnologia - O avanço das pesquisas científicas também requer estes profissionais;
- Gestor de Resíduos - Com a situação de escassez de recursos naturais é necessário que os profissionais pensem no lixo gerado pela sociedade (Indústria, hospitais e pessoas).
- Farmacoeconomista - Graduado em economia, o profissional trabalha em prol da viabilização de pesquisas em desenvolvimento de novos medicamentos.
- Especialista em Mobile Marketing - Sempre atento a novas tendências mundiais de consumo as marcas já vem apostando no sistema de compra e venda pelo celular;
- Consultor de sucessão - Uma das tendências do mercado de negócios é que as empresas migrem para formato de organizações profissionais;
- Advogados especialistas em direito digital - Novos

crimes e questões legais surgem a cada momento por contas de novidades da internet.

- Engenheiro de petróleo - A prospecção crescente e bem-sucedida de reservas de petróleo requerem profissionais com este conhecimento (engenharia, mineração e geologia);
- Nanotecnólogo - Especialista em criar processos e produtos novos tendo como base partículas muito pequenas, minúsculas, do tamanho de nanômetros;
- Educomunicador - Um dos campos de trabalho que atuam em projetos educacionais que integram diferentes meios de comunicação, como a internet e TV.
- Especialista em reprodução humana - Médicos e Biomédicos que se dedicarem nesta área terão um bom espaço por tratar das mulheres que tem dificuldade de engravidar;

Algumas profissões são aquelas que mesclam negócios e tecnologia. E no futuro próximo estas deveram criar um pensamento adaptativo diante das novas realidades.

3 Conclusão

Com a tecnologia cada vez mais presente no meio industrial, a valorização desses e a capacidade de manuseá-las passam a ser um fator importante para os processos fabris a fim de apoiar sua otimização.

Nesse sentido, este trabalho foi realizado com o objetivo de introduzir o conceito da Indústria 4.0 em um processo fabril, mais especificamente no processo de desenvolvimento da mão-de-obra com impacto muito abrangente, afetando toda a cadeia de valor, incluindo produtores, fabricantes, fornecedores e trabalhador. Sendo assim a mão de obra terá que intensificar a preparação de mais capacidades, equipados com conjunto de habilidades e competências necessárias na indústria 4.0.

A contribuição dos governos também é esperada, particularmente quando se trata da infraestrutura necessária para que os sistemas operem com sucesso e sem problema, em especial que incluam e envolvam mobilidade e logística inteligentes.

Essa nova adaptação a essa evolução poderá levar ano ou década para esse uso, depende dos elementos governo/capitação/educação, é necessário percorrer um caminho inicial, pois sem um preparo não poderemos implantar as tecnologias propostas no contexto da indústria digital.

Referências

- ARKTIS. Indústria 4.0, A Quarta Revolução Industrial. 2015. Disponível em: <<http://arktis.com.br/a-quarta-revolucao-da-industria/>>. Acesso em: 31 ago. 2017.
- ARTIGOS. Indústria 4.0: as oportunidades de negócio de uma revolução que está em curso. 2017. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/industria-4-0-as-oportunidades-de-negocio-de-uma-revolucao-que-esta-em-curso/106407/>>. Acesso em: 25 out. 2017.
- AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL. Indústria 4.0. 2017. Disponível em: <<https://www.automacaoindustrial.info/industria-4-0/>>. Acesso em: 14 out. 2017.

- BAUMAN, Z. Modernidade líquida. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.
- BLANCHET, M. et al. Industry 4.0. The new industrial revolution. How Europe will succeed. Hg. v. Roland Berger Strategy Consultants GmbH. München. Disponível em: <http://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_TAB_Industry_4_0_2014_0403.pdf>. Acesso em: 16 out. 2017.
- CASTELLS, M. A era da informação: economia, sociedade e cultura. Paz e terra, 1999. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/322461/1/Duarte_AdrianaYumiSato_D.pdf>. Acesso em: 22 set. 2017.
- DEUTSCHE BANK. Deutsche Bank Research. Industry 4.0: upgrading of Germany, industrial capabilities on the horizon. 23 abr. 2014. Disponível em: <http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2016/06/21/11146/Aquartarevoluoindustrialdosetortxtiledconfeco.pdf?r=0.708670839781>. Acesso em: 25 out. 2017.
- EM. EMBALAGEM MARCA. Conheça os nove pilares para implantação da Indústria 4.0. 2017. Disponível em: <<https://www.embalagemmarca.com.br/2017/05/conheca-os-nove-pilares-para-implantacao-da-industria-4-0/>>. Acesso em: 23 out. 2017.
- ESSS. Os pilares da Indústria 4.0. 2017. Disponível em: <<http://www.esss.com.br/blog/2017/01/os-pilares-da-industria-4-0/>>. Acesso em: 21 set. 2017.
- FDC – Fundação Dom Cabral. O que seria a Indústria 4.0 ?. 2016. Disponível em: <https://www.fdc.org.br/professorespesquisa/nucleos/Documents/inovacao/digitalizacao/boletim_digitalizacao_fevereiro2016.pdf>. Acesso em: 2 set. 2018.
- FEIMEC – Feira Internacional de Máquinas e Equipamentos. Manufatura Avançada. 2016. Disponível em: <http://alvarestech.com/temp/InternetOfThings/e-book_-_manufatura_avan%C3%A7ada.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2017.
- FORESIGHT. The Future of Manufacturing: a new era of opportunity and challenge for the UK. Summary Report. The Government Office for Science, London, 2013. Disponível em: <http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2016/06/21/11146/Aquartarevoluoindustrialdosetortxtiledconfeco.pdf?r=0.708670839781>. Acesso em: 25 out. 2017.
- HERMANN, M; PENTEK, T; OTTO, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. 2015. Disponível em: <http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf>. Acesso em: 19 set. 2017.
- MACEDO, M.L.S. A modernidade para além da utopia tecnológica. Portugal: Universidade do Minho, 2007.
- MAKINEN, M.; MEINANDER, H. From measured physical parameter to the haptic feeling of fabric. *Visual Comput*, v.23, p.133-142, 2007.
- REVISTAS ESPACIOS. Análise da Implantação de um Processo Automatizado em uma Empresa Calçadista: Um Estudo de Caso a Luz do Sistema Hyundai de Produção e a Indústria 4.0. 2015. Disponível: <<http://www.revistaespacios.com/a15v36n18/15361819.html>>. Acesso em: 2 set. 2017.
- RÜBMANN, M. et al. Industry 4.0: the future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting