

A INDÚSTRIA 4.0 E O IMPACTO NA FORMAÇÃO EM GESTÃO DA PRODUÇÃO: ANÁLISE QUALITATIVA COM EGRESSOS E MERCADO

Carlos Henrique Berteli Messias¹

Janini Fernanda Batista Romão²

Carlos Eduardo de França Roland³

Resumo

A indústria mundial passa por revoluções ao longo da história em um processo contínuo de atualização e inovação. A cada nova revolução industrial cresce a necessidade de aperfeiçoamento técnico dos profissionais. Para atuar nos cenários presente e futuro de produção industrial é necessário desenvolver habilidades e competências interdisciplinares. Empresas têm adotado maquinários modernos e sistemas digitais avançados que possibilitam a troca de informações nas linhas de produção com o restante da empresa. Para que os profissionais estejam capacitados e consigam lidar com as novas ferramentas tecnológicas usadas, devem possuir visão sistêmica e conhecimentos específicos para atuarem no mercado. Este artigo tem por objetivo relatar o estudo feito para identificar o impacto da adoção da Indústria 4.0 na formação profissional de estudantes da área de gestão industrial, pela avaliação da percepção dos formandos e recém-formados destes cursos em relação à qualificação demandada, e identificar como o mercado caracteriza o perfil para as vagas ofertadas. O estudo foi baseado em pesquisa bibliográfica exploratória, pesquisa qualitativa com alunos universitários sobre suas percepções, e por meio de consulta a executivo de uma indústria do setor de aeronaves buscou-se levantar as necessidades para exercício profissional. Os resultados foram analisados qualitativamente para compreender as percepções dos estudantes da área e a visão de uma empresa sobre as competências e habilidades necessárias para se atuar profissionalmente. Foi evidenciada a necessidade de se alargar os tópicos tratados nos cursos para se desenvolver uma visão mais holística dos pilares da Indústria 4.0.

Palavras-chave: Competências e Habilidades Profissionais. Gestão da Produção. Indústria 4.0. Pilares da Indústria 4.0.

Abstract

The world industry has undergone revolutions throughout its history in a continuous process of updating and innovation. To each new industrial revolution, the need for technical improvement of professionals grows. To act in the present and future

¹ Graduando em Gestão da Produção Industrial pela Fatec Dr Thomaz Novelino – Franca/SP. Endereço eletrônico: carlosbertelimessias@gmail.com.

² Graduanda em Gestão da Produção Industrial pela Fatec Dr Thomaz Novelino – Franca/SP. Endereço eletrônico: janini152@gmail.com.

³ Docente na Fatec Dr Thomaz Novelino – Franca/SP. Endereço eletrônico: carlos.roland@fatec.sp.gov.br.

scenarios of industrial production, it is necessary to develop interdisciplinary skills and competences. Companies have adopted modern machinery and advanced digital systems that make it possible to exchange information on the production lines with the rest of the company. To be trained and be able to deal with the new applied technological tools, professionals must have a systemic view and specific knowledge to act in the market. This article aims to report the study undertaken to identify the impact of the adoption of the Industry 4.0 on the students' professional training in the industrial management area, by assessing the perception of the graduates and recent graduates from these courses in relation to the required qualification, and to identify how the market characterizes the profile for the vacancies offered. The study was based on exploratory bibliographic research, qualitative research with university students on their perceptions, and through some appointments made by an executive of an industry in the aircraft sector, we raised the needs for professional practices. The results were analyzed qualitatively to understand the students perceptions of the field and the company's view of the competencies and skills necessary to act professionally. The need to broaden the topics covered in the courses was highlighted in order to develop a more holistic view of the pillars of the Industry 4.0.

Keywords: *Industry 4.0. Industry 4.0 pillars. Professional Skills and Abilities. Production Management.*

1 Introdução

Marcada por transformações, a indústria mundial tem passado por revoluções ao longo da história humana em um processo contínuo de atualização e inovação. A primeira revolução industrial usou vapor para a mecanização; a segunda usou energia elétrica para gerar produção em massa; a terceira se apropriou do desenvolvimento da eletroeletrônica e das tecnologias digitais de processamento de dados para automação e controle de processos; e a quarta, e atual revolução, cresce sobre os alicerces da digitalização do século XXI, fundindo tecnologias digitais móveis e ubíquas ao dia a dia da existência no planeta.

A cada nova revolução industrial percebe-se que o perfil dos profissionais também tem sido modificado aumentando a necessidade de aperfeiçoamento profissional. Para atuar no atual e em futuros cenários de produção industrial, é necessário desenvolver visão e conhecimentos interdisciplinares, especialmente os profissionais de Gestão da Produção Industrial (GPI) e de Engenharia de Produção (EP) que trabalham diretamente com processos fabris.

Neste século XXI, a aplicação de conceitos de sistemas ciberfísicos, de internet das coisas, e de computação em nuvem aos processos industriais é caracterizada como Indústria 4.0. Empresas têm adotado maquinários modernos e

sistemas digitais avançados que possibilitam a troca de informações nas linhas de produção com o restante da empresa. Para que os profissionais estejam capacitados e consigam lidar com os problemas provenientes desses novos sistemas, devem possuir competências e habilidades específicas que os tornem aptos a atuarem nessas empresas.

A adequação da formação dos profissionais de GPI e de EP é fundamental para que atendam as demandas do mercado de trabalho especialmente nas indústrias. Sua capacitação e formação devem ser coerentes com os requisitos exigidos pelas Indústrias 4.0. Neste contexto, o estudo apresentado neste artigo tem por objetivo identificar o impacto na formação profissional de estudantes de GPI e de EP, bem como avaliar a percepção dos formandos e recém-formados destes cursos em relação às competências e habilidades requeridas pela Indústria 4.0, e identificar, em Franca/SP, demanda de mercado para tais profissionais neste cenário tecnológico.

Para subsidiar essa avaliação foram levantados dados através de questionário digital aplicado a alunos da Faculdade de Tecnologia Dr Thomaz Novelino e do Centro Universitário Municipal de Franca – UniFACEF, e por meio de entrevista semiestruturada feita com um executivo de uma indústria do setor de aeronaves.

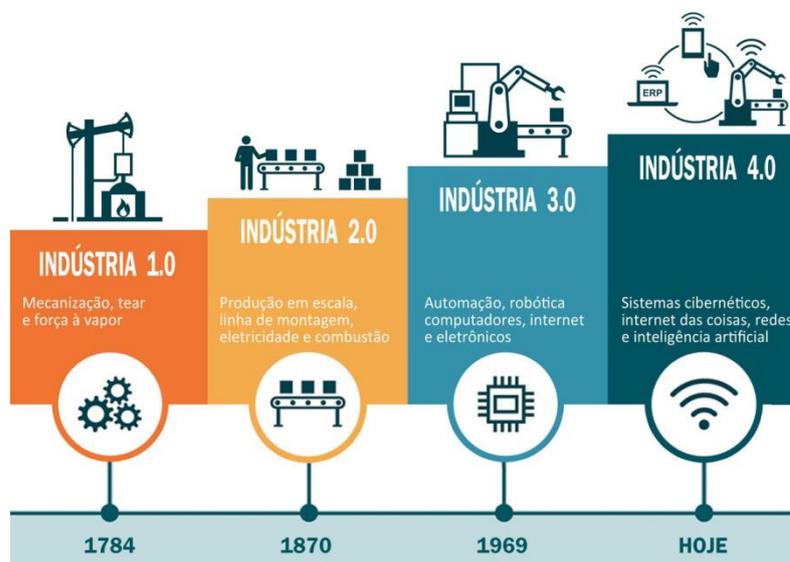
O artigo está estruturado nesta primeira seção introdutória, seguida das seções de fundamentação teórica dos elementos que contextualizam o tema e a questão norteadora da pesquisa (seções 2 e 3), das seções que apresentam o estudo de caso desenvolvido (seção 4), os resultados alcançados e sua discussão (seção 5), para encerrar com as Considerações finais e as referências bibliográficas citadas no texto.

2 A indústria no Mundo e no Brasil – Revoluções Industriais

A sociedade já apreciou grandes mudanças no decorrer de sua história, como suas revoluções industriais que modificaram a maneira de viver da sociedade tanto no âmbito tecnológico quanto nos comportamentos e hábitos sociais. Foram vividas etapas da mecanização com a utilização do vapor na primeira revolução (Figura 1), passando para a descoberta e adoção da eletricidade nas linhas de produção em massa. A evolução continuou na terceira etapa para a utilização de computadores

para diversas tarefas sendo uma delas a automação de processos industriais que permite uma maior escala de produção e maior flexibilidade de personalização de produtos, permitindo melhor controle da qualidade e redução de custos. Por fim, mas não menos importante, a indústria atinge a era da digitalização que caracteriza o modo de vida da sociedade do conhecimento e que visa conectar vários processos cotidianos, melhorar produtos, utilizar métodos de produção mais sustentáveis, de maneira que se possa oferecer melhores produtos e serviços: a quarta revolução industrial batizada de Indústria 4.0 (LEVANDOSKI, 2020).

Figura 1 – A evolução da indústria



Fonte: Levandoski (2020)

O conceito Indústria 4.0 surgiu pela primeira vez em 2011, durante a feira Hannover Messe sediada em Hanôver na Alemanha. Desde então, o interesse acadêmico, científico, empresarial e político sobre o tema tem se expandido rapidamente, muito em função do fato de que pela primeira vez uma revolução industrial está sendo observada antes de se tornar, concretamente, realidade (SANTOS, LIMA e CHARRUA-SANTOS, 2018).

O Quadro 1 sintetiza as características das Revoluções Industriais vividas até o momento da publicação deste estudo.

2.1 Razões da Demanda pela Indústria 4.0 e Impactos Mercadológicos

O avanço das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e sua adoção aos processos de produção estão transformando a indústria tradicional para um novo nível de desenvolvimento organizacional. Como meio de utilizar os benefícios dessas tecnologias para fortalecer a competitividade no mercado global, uma mudança geral na fabricação está sendo discutida em todo mundo. Indústria 4.0 e 4ª Revolução Industrial são algumas das maneiras de descrever a inserção de dispositivos inteligentes às máquinas e equipamentos da linha de produção, que conseguem se comunicar de forma autônoma ao longo da cadeia de valor e trocar dados para tomada de decisão no processo produtivo.

Quadro 1 – Características das revoluções industriais

Revoluções Industriais	Período	Características Tecnológicas
Primeira	Iniciou na segunda metade do século XVIII e avançou até meados do século XIX. Ocorreu entre as décadas de 1760 e 1840	Máquina a vapor Substituição da produção artesanal pela produção fabril Sistema de produção taylorista-fordista – divisão do trabalho manual e intelectual
Segunda	Iniciou no século XIX e avançou à primeira metade do século XX	Energia elétrica Automação e produção em massa Sistema de produção taylorista-fordista – divisão do trabalho manual e intelectual
Terceira	Iniciou na segunda metade do século XX e avançou até o final deste século. Ocorreu entre as décadas de 1960 e 1990	Surgimento da informática e avanço das comunicações Surge a sociedade do conhecimento Sistema de produção flexível
Quarta	Iniciou na primeira década do século XXI início dos anos 2000	Internet mais ubíqua e móvel, sensores menores, mais poderosos e baratos, e inteligência artificial Fusão das tecnologias e a interação entre domínios físicos, digitais e biológicos Sistemas e máquinas inteligentes conectados possibilitando um sistema de produção de personalização em massa

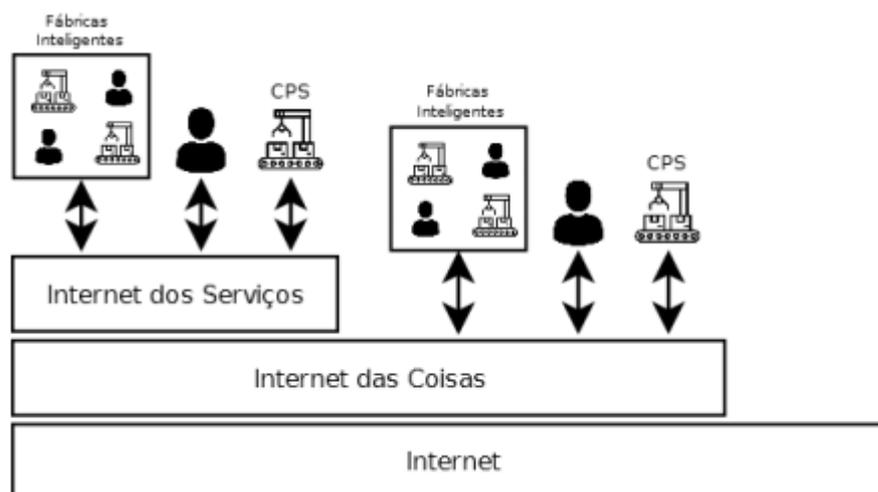
Fonte: adaptado de Aires, Moreira, e Freire (2018)

Segundo Freitas (2018), a Indústria 4.0, cria o termo *smart factories*, o que pode ser traduzido como fábricas inteligentes, com uma estrutura modular em que os Sistemas Ciberfísicos (CPS do termo em inglês *Cyber-Physical Systems*), monitoram processos físicos, representados por dados digitais (binários) que são compartilhados por infraestrutura de redes digitais de comunicação (a internet), possibilitando tomadas de decisões descentralizadas. Tais sistemas oferecem informações em tempo real aos gestores da produção (Figura 2). O uso das

ferramentas da Indústria 4.0 tem o objetivo de otimizar a cadeia de valor aproveitando-se da tecnologia e do potencial econômico para, por meio de inovação, digitalizar a cadeia de valor.

A otimização total de negócios, com o uso de ferramentas da Indústria 4.0, requer a compatibilização de estratégias, operações, recursos humanos, cadeia de suprimentos, e regras de negócios para a tomada de decisão ótima. Este conjunto de ferramentas deve se concentrar na disponibilidade de dados em tempo real para embasar decisões operacionais (TELUKDARIE *et al.*, 2018).

Figura 2 – Estrutura da Indústria 4.0



Fonte: Pereira e Simonetto (2018)

Em um mundo globalizado, as organizações estão cada vez mais competitivas e conectadas por informações digitais, que impõem comportamento de busca de melhoria contínua se reinventando constantemente, com o objetivo de obter resultados otimizados de maneira rápida e eficiente em seus processos (KOTLER *et al.*, 2017).

Com esta realidade até mesmo as pequenas e médias empresas precisarão se adaptar aos inovadores e flexíveis processos de automação para que atendam às demandas do mercado e, tendo como norma básica de adequação, implementem mudanças e ajustes para melhor aproveitar as tecnologias disponíveis que irão auxiliá-las na gestão operacional. As empresas que se diferenciarão no mercado serão aquelas que tenham capacidade de orquestrar os fatores produtivos de forma rápida e eficiente, incluindo sistemas de informações capazes de se integrar a outros sistemas para criar fluxos de informação de controle (FUKUDA e MARIZ, 2017).

2.2 Os Pilares da Indústria 4.0

A Indústria 4.0 é caracterizada por um conjunto de tecnologias e métodos que evoluíram desde as primeiras revoluções industriais. De todas as anteriores, esta revolução se mostra a que mais provoca rupturas sobre métodos, hábitos e, principalmente, processos industriais. Tais tecnologias são os pilares da Indústria 4.0: Internet das Coisas (IoT – do termo em inglês *Internet of Things*), *Big Data*, *Analytics*, Inteligência Artificial (IA), Realidade Aumentada (RA), Robôs Autônomos, Manufatura Aditiva (Impressão 3D), Computação em Nuvem (*Cloud Computing*), Integração Vertical e Horizontal de Sistemas de Informação, Segurança Cibernética, e Ética. A seguir são comentados cada um destes pilares.

A Internet das Coisas (IoT do termo em inglês *Internet of Things*) consiste em um conjunto de sensores, que tem a função de captar dados de um processo ou operação, enviando-os para um *software* que executa comandos lógicos digitais para análise e tomada de decisões em tempo real. Componentes de IoT podem ser aplicados em vários setores produtivos como agronegócio, indústria e comércio. Segundo SENAI (2017), em geral o processo de utilização de IoT envolve as seguintes etapas:

1. Desenvolvimento de *hardware* a partir das especificações
2. Desenvolvimento do *firmware* (*software* embarcado)
3. Design industrial
4. Desenvolvimento do aplicativo para monitoramento e controle
5. Testes e certificação da solução

A produção de dados com estes novos dispositivos tecnológicos somente aumenta com o passar do tempo e para que se possa obter um melhor controle deles se utilizam os recursos e tecnologias de Big Data para armazenamento e acesso a grandes volumes de dados, e recursos tecnológicos para análise de dados e extração de informação (*Analytics* em inglês) oferecendo subsídios para melhora na qualidade e eficiência de respostas (ROMÁN, 2020; LIMA e PINTO, 2019).

A Inteligência Artificial que foi formalmente fundada em meados da década de 1950 num *workshop* no Dartmouth College, está cada vez mais presente no dia a dia das atividades humanas. Os sistemas ciberfísicos possibilitam a coleta de dados de sensores que são armazenados em grandes bases de dados que caracterizam a

tecnologia *Big Data*. Para que sejam extraídas informações para tomadas de decisões são utilizados algoritmos para processamento dos dados que são propostos pelos conceitos e métodos da Inteligência Artificial. Em função do volume de dados ser grande e de que eles têm a característica de serem não estruturados, os métodos usuais de processamento de dados, como os utilizados pelos Sistemas de Informação Gerenciais (SIG) para gestão organizacional, não oferecem os resultados informacionais adequados para uso. Assim é necessário se apropriar de algoritmos que consideram essas características, inclusive com uso intensivo de fundamentos estatísticos que garantam sua significância, para extrair informações em processos de Mineração de Dados (*Data Mining* em inglês) como, por exemplo, orientação de espaço e tempo (sazonalidade), tendência de demanda, prevenção de ocorrências de falhas e perda de qualidade (SHIRURU, 2016).

A IA, apoiada pelo aumento da capacidade de processamento e armazenamento de dados pelo *hardware* dos computadores, tem sido expandida para além do processos usuais de cálculos, ordenações e seleções de dados oferecendo uma nova classe de funcionalidades relacionadas à Aprendizagem de Máquina (*Machine Learning* do termo em inglês). Através de uso de conceitos e algoritmos baseados em Redes Neurais, que são sistemas computacionais compostos por nós interconectados que funcionam como os neurônios do cérebro humano, busca-se reconhecer padrões e correlações existentes em grandes volumes de dados para agrupá-los e classificá-los gerando aprendizagem sobre o funcionamento dos dispositivos que compõem a rede de coleta de dados, que na Indústria 4.0 são as máquinas e equipamentos de uma planta industrial (SHIRURU, 2016).

Associada à IA a Realidade Aumentada também é um dos pilares do funcionamento da Indústria 4.0. É constituída pelo uso de equipamentos de captura e processamento de imagens, especialmente para uso em simulações em tempo real, para facilitar a programação das máquinas e os serviços de manutenção da planta industrial (VITALLI, 2018).

A base operacional da Indústria 4.0 são os Robôs Autônomos que têm sido usados desde a terceira revolução industrial em operações realizadas por braços robóticos e que nesta atual são dotados de capacidade local de processamento que permite a flexibilização dos movimentos e a adequação ao contexto físico da operação, melhorando seus desempenhos.

Com a grande variedade de produtos demandados pelo mercado consumidor, e uma maior cobrança dos clientes por mudanças e melhorias, uma nova maneira de produzir está surgindo que flexibiliza sensivelmente a personalização dos produtos que é a Manufatura Aditiva. Suportada pela Impressão 3D onde o produto é definido através de *softwares* gráficos e, após aprovação pelo cliente, o sistema gera um conjunto de instruções para sua produção. A impressão 3D começou com matérias-primas restritas como gesso e resina plástica, mas a cada dia têm sido desenvolvidos equipamentos que operam com diferentes materiais aumentando sobremaneira a oferta de novos e inovadores produtos.

Para a operação integrada e global das indústrias da quarta revolução, há a necessidade de acesso, com facilidade e rapidez, ao grande volume de dados coletados e gerados pelos dispositivos que é proporcionado pelo pilar tecnológico da Computação em Nuvem (*Cloud Computing* em inglês). São sistemas de armazenamento e processamento digital de dados instalados em grandes *Data Centers* e que, graças à evolução das redes de comunicação baseadas nos protocolos de internet, são disponibilizados a custos acessíveis e performance adequada às operações em tempo real.

Para que a planta industrial opere adequadamente, atendendo às exigências e demandas do mercado, todos os processos da cadeia produtiva têm que ser integrados definindo assim um outro pilar relacionado às plataformas digitais de processamento de dados que é a Integração Horizontal e Vertical dos Sistemas de Informação. Tal integração tem como objetivo unir equipamentos e máquinas, ao SIG da indústria mas possibilitando ainda a conexão intercompanhias para, desta maneira, se otimizar os processos de planejamento, gestão de materiais, controle da produção, logística de expedição e distribuição pela cadeia produtiva como um todo, desde o fornecedor de matéria-prima até o recebimento do produto pelo cliente (TROPIA, 2017).

Por se tratar de comunicação digital de dados, um importante pilar tecnológico tem que ser implementado, relativamente à Segurança Cibernética que caracteriza métodos e processos de proteção e uso de dados com base em sofisticados algoritmos de criptografia para a troca de dados entre os componentes da Indústria 4.0. Desde 2018 passou a vigorar na União Europeia o Regulamento Geral de Proteção de Dados (GPDR do termo original em inglês *General Data Protection Regulation*) que foi seguida em 2020 pela adoção de regras semelhantes no Brasil

caracterizadas como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) que definem os direitos e deveres de todos os atores que geram, capturam e armazenam dados digitais. Tais legislações impõem regras claras e as consequências legais do desrespeito a elas (HSC, 2019).

E para embasar a relação entre os pilares descritos, há que se considerar aspectos éticos que envolvem as mudanças significativas que tais tecnologias provocam nas relações e comportamentos sociais. Ética é definida por princípios universais, que embasam ações acreditadas e que não mudam independentemente do lugar onde se está. Diferencia-se da moral, pois, enquanto esta se fundamenta na obediência a costumes e hábitos recebidos do grupo social a que se pertence, a ética, ao contrário, busca fundamentar as ações morais exclusivamente pela razão. A ética incluía a maioria dos campos de conhecimento que não eram abrangidos na física, metafísica, estética, na lógica, na dialética e na retórica. Assim, a ética abrangia os campos que atualmente são denominados antropologia, psicologia, sociologia, economia, pedagogia, e política. Porém, com a crescente profissionalização e especialização do conhecimento que se seguiu às revoluções industriais, a maioria dos campos que eram objeto de estudo da filosofia, particularmente da ética, foram estabelecidos como disciplinas científicas independentes. Assim, ética tem sido definida como a área do conhecimento filosófico que estuda e explica as normas morais nos agrupamentos sociais humanos. Para a indústria 4.0 a ética é de fundamental importância na transparência dos negócios, no respeito às culturas das empresas e no atendimento às necessidades do público consumidor, tendo como premissa a preservação ambiental e a sustentabilidade do planeta (COUTO, 2020).

2.3 Cenário Histórico da Indústria no Brasil até o século XXI

O Brasil sempre apresentou grandes vantagens econômicas diante de outros países desde o tempo de colonização. Da exploração do Pau Brasil, passando pela criação das primeiras indústrias de tecidos que foram incentivadas pela Tarifa de Alves Branco, depois pela grande depressão de 1929 que provocou mudanças no mundo todo, tendo sofrido influência na exportação de seus produtos pelos desdobramentos da Segunda Guerra Mundial, seguida pelas construções de

siderúrgicas e a fundação da Petrobras em 1953, o país conseguiu se adequar a diferentes modelos de gestão característicos das variações de suas épocas.

Desde o início do século XXI, com a popularização da internet e o desenvolvimento de inovações tecnológicas, os níveis de produção industrial no Brasil e no mundo cresceram, buscando atender às demandas por produtos com níveis de exigência cada vez maiores em um mercado cada vez mais competitivo. A expectativa é que a Indústria 4.0, fundamentada em inovação e melhoria contínua, possibilitará a criação de melhores produtos e serviços suprindo essa demanda cada vez maior e mais exigente.

Vive-se apenas a fase inicial de uma nova era para a sociedade. Ainda há uma grande parte da indústria brasileira que está se adequando aos métodos e ferramentas de organização básica, como PDCA, 5W2H, Produção Enxuta, ou até mesmo 5S. Por outro lado já existem empresas que estão evoluindo do modelo da terceira revolução, dando seus primeiros passos para a adequação a esta próxima realidade. Há que se considerar que os investimentos de capital são significativos e que o país também precisa definir políticas públicas de incentivo e apoio à modernização do parque industrial nacional.

2.4 Competências e Habilidades para a Gestão na Indústria 4.0

Para lidar com as mudanças que as empresas estão sofrendo, o gerenciamento de todos os processos precisará adotar uma abordagem orientada por dados para o controle de riscos e se concentrar em criar flexibilidade suficiente em seus processos de fabricação, para se proteger contra possíveis interrupções. Os fabricantes precisam se concentrar cada vez mais no desenvolvimento das estruturas que abranjam a Indústria 4.0 durante todo o processo de fabricação. Essa revolução resultará na adaptabilidade de ponta a ponta em toda a cadeia de suprimentos, capaz de suportar crises atuais e futuras com o gerenciamento de riscos sendo uma parte cada vez mais importante do trabalho do gerente da cadeia de suprimentos. Dados precisos e recursos analíticos poderosos são cruciais para sobreviver no ambiente em constante mudança. Assim, novas competências profissionais são necessárias para se assumir a gestão de organizações que pretendam operar nos padrões e fundamentos da Indústria 4.0. O Quadro 2

apresenta uma compilação sintética dos perfis esperados dos profissionais pelas organizações.

3 A educação Superior no Brasil

Como apresentado nos tópicos anteriores, a indústria está passando por novas adaptações, investindo em tecnologia, e gerando novos postos de trabalhos que tendem a aumentar a demanda por mão de obra capacitada. Porém uma questão se coloca em relação a essas adequações: será que realmente está ocorrendo esta adaptação, tanto por parte dos profissionais quanto por parte dos empregadores, para as funções e atribuições nas áreas de Gestão de Produção Industrial e de Engenharia de Produção?

Quadro 2 – Competências humanas necessárias na adoção das tecnologias da Indústria 4.0

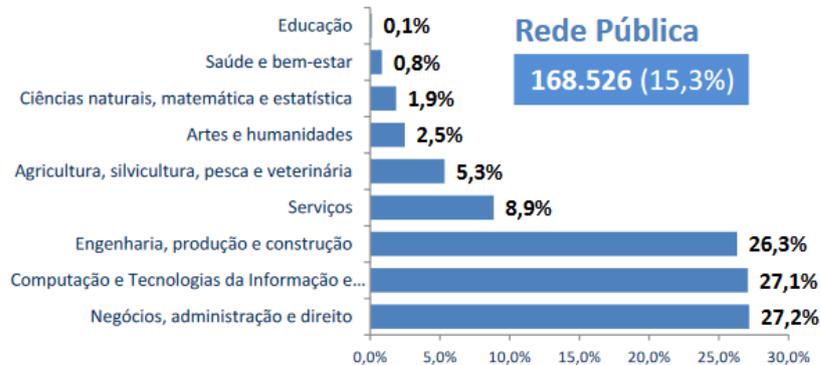
Competências funcionais	Resolução de problemas complexos
	Conhecimentos avançados em TI, incluindo codificação e programação
	Capacidade de processar, analisar e proteger dados e informações
	Operação e controle de equipamentos e sistemas
	Conhecimento estatístico e matemático
	Alta compreensão dos processos e atividades de manufatura
Competências comportamentais	Flexibilidade
	Criatividade
	Capacidade de julgar e tomar decisões
	Auto gerenciamento do tempo
	Inteligência emocional
	Mentalidade orientada para aprendizagem
Competências sociais	Habilidade de trabalhar em equipe
	Habilidade de comunicação
	Liderança
	Capacidade de transferir conhecimento
	Capacidade de persuasão
	Capacidade de comunicar-se em diferentes idiomas

Fonte: adaptado de Carvalho (2019)

Segundo o senso realizado pelo MEC/Inep (2019), sobre distribuição de matrículas em cursos de graduação tecnológicos por grande área do curso e categoria administrativa na Rede Pública, realidade que representa as duas

instituições foco do estudo de caso desta pesquisa, a área de Engenharia, produção e construção tem significativa participação com 26,3% do total (Figura 3).

Figura 3 - Distribuição de matrículas, em cursos de graduação tecnológicos



Fonte: INEP (2019)

3.1 Perfil Profissional em Gestão da Produção Industrial

O tecnólogo em GPI atua nas organizações industriais, buscando a melhoria da qualidade e produtividade da manufatura. Dentre as atividades desempenhadas por esse profissional, destacam-se a identificação e o estudo de oportunidades de negócios na área industrial, coordenação de equipes de produção, diagnóstico e otimização de fluxos de materiais e a utilização de conhecimentos da logística industrial.

O domínio e aplicação das normas de segurança no trabalho e gestão ambiental são requisitos à atuação desse profissional. Seus conhecimentos tecnológicos e científicos permitem atuar nas áreas administrativa, financeira, de criação e logística. Está capacitado para exercer a racionalização e o uso da tecnologia da simulação de atividades no aumento da produtividade, na identificação e na redução dos custos industriais, em projetos de ampliação e estruturação da capacidade produtiva, na distribuição e movimentação do produto final.

Pode dedicar-se à direção e ao gerenciamento de seu próprio negócio, à prestação de serviços de assessoria ao ensino e à pesquisa tecnológica dentro de seu campo profissional.

3.2 Perfil Profissional em Engenharia de Produção

O egresso do curso de Engenharia de Produção deverá ser capaz de identificar, diagnosticar, formular e resolver problemas técnicos, na área de engenharia de produção, aplicando conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais. Este profissional deverá sempre levar em conta os aspectos econômicos, éticos, sociais, culturais, políticos e ambientais, e ainda acumular experiência e desenvoltura nas etapas do projeto de sistemas, de produtos e processos que incluem: concepção, modelagem, equacionamento matemático, simulação numérica, projeto, elaboração de protótipo, planejamento e execução de medidas experimentais, análise dos resultados e proposta de alterações. Saber planejar, organizar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia, além de desenvolver uma comunicação eficiente nas formas gráficas, simbólica, numérica e oral, saber atuar em equipes multidisciplinares, avaliar e supervisionar a operação e a manutenção de sistemas, e desenvolver com facilidade novas tecnologias, ferramentas e métodos aplicáveis na Engenharia de Produção.

3.2 Características dos Cursos de Graduação

Para a formação destes profissionais, tanto tecnólogos em GPI quanto engenheiros de produção, é necessário se cumprir uma matriz curricular com o objetivo de preparar o profissional da melhor maneira possível para sua atuação.

Os tecnólogos em GPI cursam disciplinas como Tecnologia da Produção, Administração Geral, Materiais e Tratamentos, Ergonomia, Processo de Produção, Fundamentos de Automação Industrial, Economia, Gestão de Qualidade, Projeto de Fábrica, idiomas e outras. E alguns temas de EP são: Introdução à Programação e Uso de Banco de Dados, Administração de Produções e Operações, Probabilidade e estatística aplicadas à Engenharia de Produção, Tecnologia dos Materiais, Estratégia e desempenho de Sistemas de Operações, Gestão da Qualidade de Produtos e Processos, Gestão de Cadeia Logística, Engenharia Economia e Financeira, Empreendedorismo, dentre outros (PASQUINI, 2018).

Ambas as formações oferecem uma abrangência ampla de temas e conteúdos estudados para adequação dos perfis técnico e comportamental do profissional para atuação no mercado de trabalho.

3.3 Necessidades de Adequações às Demandas do Século XXI

Dentre as matérias encontradas na grade curricular destas formações profissionais, algumas se aproximam e são definidas por suas ementas e objetivos como os pilares da Indústria 4.0, entretanto os impactos provocados nos empregos sugerem que novas habilidades e competências devem ser adquiridas para que se possa atuar na nova configuração de produção industrial (AZAMBUJA e LITAIF, 2019). O Quadro 3 descreve tais impactos.

Quadro 3 – Impactos mercadológicos da adoção das tecnologias da Indústria 4.0

TRANSFORMAÇÃO	REDUÇÃO DE EMPREGOS	CRIAÇÃO DE EMPREGOS
Utilização do Big Data no controle de qualidade	<ul style="list-style-type: none"> Especialistas em controle de qualidade 	<ul style="list-style-type: none"> Analistas de dados industriais
Utilização de robôs, veículos autônomos e impressoras 3D nas linhas de produção	<ul style="list-style-type: none"> Operadores de produção, montagem e embalagem Pessoal de logística 	<ul style="list-style-type: none"> Coordenadores de robôs Engenheiros e especialistas em pesquisa e desenvolvimento
Redes de suprimentos e linhas de produção autônomas inteligentes	<ul style="list-style-type: none"> Especialistas em planejamento de produção 	<ul style="list-style-type: none"> Especialistas em modelagem e interpretação de dados
Manutenção preditiva automatizada	<ul style="list-style-type: none"> Técnicos de manutenção tradicionais 	<ul style="list-style-type: none"> Analistas de dados, sistemas e TI

Fonte: adaptado de Carvalho (2019)

É perceptível a necessidade de migração de carreira para novos domínios exigidos pelas tecnologias e processos necessários à operação nos moldes da Indústria 4.0.

Pesquisas na internet a portais como Catho, 99Jobs, Indeed ou até mesmo redes sociais como LinkedIn por ofertas de vagas para gerentes e engenheiros de produção, evidenciam a tendência da necessidade de conhecimentos e habilidades relacionados a estes novos perfis, como trabalhar na melhoria de processos, produzir e analisar variados estilos de relatórios, experiência na definição e análise de indicadores, sinalizando a necessidade de domínio e facilidade no uso das ferramentas digitais de processamento de dados e geração de informações gerenciais.

4 Estudo de Caso

Para o início deste estudo de caso, após pesquisa bibliográfica exploratória sobre levantamento de dados, foram planejadas as etapas que foram realizadas: definição de um questionário para levantamento primário de dados sobre a percepção de formandos e recém formados em cursos de GPI e EP; e definição de tópicos para entrevista com executivo de empresa que implementa pilares da Indústria 4.0 para identificar o perfil solicitado de profissional para contratação.

Neste estudo, o questionário que é um instrumento de pesquisa pertencente a técnica quantitativa, foi escolhido para buscar a precisão dos dados coletados, tanto na sua realização quanto na análise para que se pudesse identificar as principais competências e habilidades já presentes nos formandos e recém-formados dos cursos de GPI e de EP. Buscou-se identificar o conhecimento existente sobre os princípios e características da Indústria 4.0 por parte deste público, como também se as suas competências e habilidades, construídas na graduação, estão alinhadas àquelas requeridas por esta nova classe de indústria.

4.1 Pesquisa com formandos e recém-formados

A pesquisa foi realizada com os formandos e recém-formados dos cursos de GPI e EP oferecidos por Instituições de Ensino Superior (IES) de Franca/SP, pois estes cursos são voltados para o gerenciamento dos processos produtivos industriais, desde a aquisição da matéria-prima, a manufatura na produção, até a entrega do produto final aos consumidores. Por meio desta pesquisa foi possível avaliar o conhecimento dos entrevistados sobre a Indústria 4.0 e a perspectiva que têm sobre as possíveis mudanças na qualificação profissional para atuarem nesse mercado. O questionário, criado com ferramenta digital gratuita para coleta de dados através de formulário eletrônico Cognito Forms, foi divulgado junto a grupos de alunos e ex-alunos das IESs através de mensagens de e-mail e por redes sociais, permaneceu acessível pelo prazo de sete dias, e findo o prazo obteve-se vinte e sete respostas.

O questionário foi definido por 11 questões, com perguntas abertas, fechadas e de múltipla escolha, com o intuito de avaliar os seguintes tópicos:

- 1) Você acredita que a Indústria 4.0 esta ganhando espaço no mundo?
- 2) Na região de Franca como você percebe esse movimento?
- 3) Você conhece alguma empresa na região de Franca que utiliza alguns dos pilares da Indústria 4.0?
- 4) Dos pilares da Indústria 4.0 listados na questão 3, você já teve oportunidade de trabalhar com algum?
- 5) Marque os pilares da Indústria 4.0 que você gostaria de ter a oportunidade de trabalhar profissionalmente.
- 6) Qual(is) setor(es) você acredita que a Indústria 4.0 está mais presente em Franca e região?
- 7) Você acredita que com sua formação poderá ser contratado em algum setor que envolva estes pilares?
- 8) Você se sente preparado para este novo mercado de trabalho das tecnologias da Indústria 4.0?
- 9) Você acha que cursos de Formação Técnica e de Tecnologia estão preparando adequadamente os alunos para este novo mercado de trabalho?
- 10) Você acha que os profissionais estão se dedicando a conhecer e se preparando para este novo mercado?
- 11) Agora escreva com suas palavras o que você sabe sobre a Indústria 4.0.

Desta forma o levantamento foi realizado através do envio do *link* do formulário na plataforma por meio digital.

4.2 Pesquisa com executivo – Aeroálcool

Após análise do parque industrial de Franca/SP foi identificada a Aeroálcool, uma empresa com foco no setor aeroespacial em especial no projeto e fabricação de aeronaves leves que se adéqua à adoção dos pilares da Indústria 4.0.

Em primeiro contato com a empresa, via formulário do seu website de apresentação, foram encaminhados questionamentos sobre quais pilares da Indústria 4.0 a empresa utiliza e qual perfil, habilidades e competências um profissional necessita apresentar para atuar na empresa. Em pouco tempo, um executivo da Aeroálcool atendeu a solicitação. O Eng. Dr. James R. Waterhouse, encaminhou a seguinte resposta:

A Aeroálcool é basicamente uma empresa de tecnologia, por consequência nasceu com vários conceitos hoje denominados 4.0. A exemplo de outros conceitos modernos de engenharia de produção, que nada mais são que bom senso repaginado e com nomes do momento, a indústria 4.0 é aumentar a produtividade com ética, respeito ao ser humano e ambiente (conceito antigo, mas pouco praticado). O discurso é bonito e simples, mas colocar isso em prática exige muito mais que boa vontade, exige conhecimento profundo em várias áreas de conhecimento que não somente o *core business* da empresa; área como engenharia ambiental, informática (tanto *hardware* como *software*), geopolítica, legislação técnica, tributária, ambiental e geral, normalização, além obviamente de conhecimento específico da tecnologia utilizada, bem como todas as fronteiras do avanço da mesma. A grande dificuldade no Brasil é a falta de conhecimento amplo e profundo o suficiente para provocar mudança, pois o ensino universitário está baseado num conceito que denomino "pizza", muito amplo e pouco profundo.

A partir da resposta encaminhada, novos questionamentos surgiram e, através do endereço de *e-mail* utilizado pelo Dr Whaterhouse, estabeleceu-se um segundo contato para aprofundamento de temas relacionados à pesquisa.

Foi encaminhada a questão: quais temas e tópicos que deveriam ser aprofundados num curso de nível superior tecnológico para suprir as necessidades de formação de profissionais qualificados para atuação em indústrias de alta tecnologia como a Aeroálcool?

Em nova manifestação, Dr Whaterhouse afirma:

Face ao custo Brasil e sua profunda influência no custo e viabilidade da indústria, sugiro:

- 1- Uma visão do sistema tributário, pois os impostos são tão elevados, que sem um planejamento tributário é difícil otimizar a produção;
- 2- Uma visão do sistema de importação/exportação, pois qualquer indústria 4.0 tem relevante uso de insumos/equipamentos importados e/ou exporta produtos e o conhecimento dos óbices relacionados é fundamental;
- 3- Estudos de casos tributários, de comércio exterior, trabalhistas e tecnológicos de países competitivos visando entender suas vantagens competitivas e nossas limitações, objetivando rotas LEGAIS e criativas para mitigação dos problemas;
- 4- Entender as fontes, possibilidades, riscos e demais aspectos de *funding* para desenvolvimento, produção, dentre outros, pois sem *funding* nada surge e nesse quesito estamos muito atrasados em relação ao mundo;
- 5- Aprender através do conhecimento técnico, jurídico, econômico, administrativo, político e logístico avaliar casos de forma clara e profunda e abrangente, (focar mercados, tecnologias, meios de produção, *supply chain*, logística) de forma a entender onde é possível promover melhoras e/ou diferenciais, principalmente através da tecnologia, mas com a ressalva que a tecnologia é a última camada da análise.

A partir desses dois contatos, uma análise qualitativa das considerações do entrevistado será apresentada.

5 Resultados Alcançados e Discussão

Os dados obtidos no levantamento e as análises possíveis a partir deles são apresentados nesta seção.

Das 27 respostas recebidas, 25 participantes acreditam que a Indústria 4.0 está ganhando Muito e Algum espaço no mundo, indicando que existe a percepção do impacto da revolução ocorrendo no mundo. Entretanto, as respostas à questão 2 sobre esse movimento na região de Franca, apenas 2 responderam que percebem Muito espaço e 11 notam Algum espaço. Os demais participantes responderam Pouco ou Nenhum espaço (12), e 2 foram Indiferentes. Pode-se considerar uma certa indecisão em relação ao impacto no parque industrial francano.

As respostas à questão 3 sugerem que, apesar da percepção de existir pouco espaço para adoção das tecnologias da Indústria 4.0 como reportado na questão anterior, a grande maioria dos participantes (63% deles – 17 em 27) afirma conhecer empresas que utilizam algumas das tecnologias que caracterizam os pilares da Indústria 4.0. Já a questão 4 reforça a visão demonstrada na questão anterior, com a grande maioria dos participantes (66,7% - 18 em 27) afirmando já terem trabalhado com algum dos pilares.

A questão 5 permitia múltiplas escolhas e para a análise das respostas optou-se por processá-las para gerar o mapa de palavras mostrado na Figura 4 que evidencia os pilares mais citados pelos participantes: Simulação, Análise de Dados, Realidade Aumentada, Internet das Coisas e Robótica que são os temas mais comentados nas disciplinas técnicas dos cursos.

embasamento para a reflexão do papel da academia à formação técnica de profissionais para a nova realidade de trabalho e emprego do século XXI.

As respostas à questão 10 evidenciam a importância de se preparar para esta realidade, e que muitos respondentes (19 em 27) têm essa consciência.

A questão 11, provavelmente por ser aberta e solicitar que o participantes se expressassem sobre seus conhecimentos a respeito do tema da pesquisa, teve poucas (10) e inexpressivas respostas tendo sido desconsiderada para efeito de análise.

A nova demanda por profissionais impõe novos modelos de capacitação da mão de obra, pois esta, no momento, está carente de conhecimento. Os futuros profissionais precisam adequar-se às mudanças inerentes à Indústria 4.0 e, para que isso aconteça, é necessária a reformulação dos atuais modelos de formação e capacitação profissional para que estejam alinhadas às novas demandas do mercado de trabalho. A atualização nas grades curriculares dos cursos de graduação é crucial para que os acadêmicos estejam preparados. Para isso, empresas e universidades devem trabalhar em parceria, alinhando a teoria à prática (AIRES, MOREIRA e FREIRE, 2018).

O mercado brasileiro é um mercado que apresenta pouco valor agregado em seus produtos, onde grande parte dos resultados econômicos se baseiam em *commodities*, o que induz a se considerar que não haja fomento e investimento em tecnologia de produção industrial. Portanto empresários deverão procurar conhecer os conceitos da Indústria 4.0, em que momento da migração eles devem ser aplicados, e buscar participar das definições de políticas públicas e privadas para promover o desenvolvimento do parque fabril nacional.

Considerações Finais

Este estudo teve por objetivo identificar o impacto da formação dos profissionais e sua percepção diante das competências e habilidades requeridas pela Indústria 4.0.

Os impactos da Indústria 4.0 sobre o emprego ainda requerem mais estudos, mas a automação da produção e a substituição dos trabalhadores já indicam profissões que sofrerão mudanças. Os países menos impactos são aqueles que estão mais aptos a transformar as suas indústrias aos moldes da Indústria 4.0, e

isso está ligado ao nível de desenvolvimento tecnológico, demográfico e socioeconômico do país.

É perceptível que existe um caminho importante a ser percorrido para que profissionais aptos a realizarem as mudanças necessárias para a transformação digital da indústria sejam preparados, e que este cenário precisa ser revertido, pois os mesmos são os profissionais do futuro e, como precursores da nova revolução, precisam estar capacitados e aptos à nova realidade. Desta forma, estudos futuros podem aprofundar o tema e propor adequações aos conteúdos didáticos dos cursos superiores de formação profissional em gestão industrial.

Dada a importância deste assunto, como proposta, sugere-se o estudo aprofundado sobre as características, tecnologias e inovações trazidas pela Indústria 4.0 por parte dos acadêmicos, para que os mesmos estejam preparados para o mercado de trabalho, que é desafiador para esta nova realidade.

Referências

AIRES, R. W. A; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. S. **Indústria 4.0: desafios e tendências para a Gestão do Conhecimento**. 2018. Disponível em: <<http://etech.sc.senai.br/index.php/edicao01/issue/download/33/Regina%20Wundrack%20do%20Amaral%20Aires%C2%B9%20Fernanda%20Kempner%20Moreira2%20Patricia%20de%20S%C3%A1%20Freire3>>. Acesso em 27 out.2020.

AZAMBUJA, A. J. G.; LITAIFF, A. P. T. **As competências e habilidades profissionais de aprendizagem para o uso do Big Data e Ciência de Dados na tomada de decisão no ambiente da Indústria 4.0**. 2019. Disponível em: <<https://www.industria40.ind.br/artigo/18721-as-competencias-e-habilidades-profissionais-de-aprendizagem-para-o-uso-do-big-data-e-ciencia-de-dados-na-tomada-de-decisao-no-ambiente-da-industria-40>>. Acesso em: 18 ago.2020.

CARVALHO, N. G. P. **Trabalho humano na indústria 4.0: Percepções brasileiras e alemãs dos setores acadêmico e empresarial a respeito do trabalho de pessoas no novo modelo industrial**. 2019. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18157/tde-10032020-132144/publico/NubiaGabrielaPereiraCarvalhoDEFINITIVO.pdf>>. Acesso em: 21 ago.2020.

COUTO, P. **Laticínio e Indústria 4.0: entenda a relação**. 2020. Disponível em: <<https://www.ihm.com.br/cases-articles/laticinio-e-industria-4-0-entenda-a-relacao>>. Acesso em: 29 out. 2020.

FREITAS, A. P. P. **Análise Bibliométrica da Produção Científica sobre a Indústria 4.0**. 2018 Disponível em:

<<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/23617/3/AnaliseBibliometricaProdu%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 21 ago.2020.

FUKUDA, D. O.; MARIZ, F. B. A. R.; MESQUITA, M. A. **Impactos da Indústria 4.0 na Gestão de Operações**. ENEGEP. Joinville, SC, 2017. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_384_34715.pdf>. Acesso em: 15 ago.2020.

HSC, High Security Center Brasil. **O que é a GDPR e o que muda para as empresas e os brasileiros?** Disponível em: <<https://www.hscbrasil.com.br/gdpr/>>. Acesso em 29 out.2020.

INEP. **Cursos tecnológicos têm o dobro do número de estudantes em 10 anos; 51% a distância**. 2019. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/id/6786778>. Acesso em 27 ago.2020.

LEVANDOSKI, M. A. **O que é a Indústria 4.0**. sd. Disponível em: <<https://qualityway.wordpress.com/2018/05/24/manutencao-na-industria-4-0-por-michel-levandoski/>>. Acesso em: 15 ago.2020.

LIMA, A. G; PINTO, G. S. **A INDÚSTRIA 4.0: um novo paradigma para a indústria**. Interface tecnológica. v.16, n.2. 2019. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/642/433>>. Acesso em: 12 ago.2020.

PAQUINI, T. C. S. **Proposta de Ferramenta para Relacionar os Princípios da Gestão da Qualidade aos Pilares da Indústria 4.0: a influência da Indústria 4.0 na área da Qualidade**. 2018. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/13008/1/ENG_QUALI_2018_17.pdf>. Acesso em: 22 ago.2020.

PEREIRA, A.; SIMONETTO, E. O. **INDUSTRIA 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil**. Revista da Universidade Vale do Rio Verde. Vol 16, n 1, jul. 2018. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/4938/pdf_808>. Acesso em: 11 ago.2020.

ROMÁN, J. L. V. **Industria 4.0: la transformación digital de la industria**. sd. Disponível em: <<http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>>. Acesso em: 10 ago.2020.

SANTOS. B. P; ALBERTO. A.; LIMA, T. D. F. M.; CHARRUA-SANTOS, F. M. B. **INDÚSTRIA 4.0: desafios e oportunidades**. 2018. Disponível em: <<https://revistas.cefet-rj.br/index.php/producaoedesarrollo/article/view/e316/193>>. Acesso em: 10 ago.2020.

SHIRURU, K. **An Introduction to Artificial Neural Network**. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319903816_AN_INTRODUCTION_TO_ARTIFICIAL_NEURAL_NETWORK>. Acesso em 27 out.2020.

TROPIA, C. E. Z.; SILVA, P. P.; DIAS, A. V. C. **INDÚSTRIA 4.0: uma caracterização do sistema de produção.** 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/317475373_Industria_40_uma_caracterizacao_do_sistema_de_producao>. Acesso em: 21 ago.2020.

VITALLI, R. **Os 10 Pilares da Indústria 4.0.** 2018. Disponível em: <<https://www.industria40.ind.br/artigo/16751-os-10-pilares-de-industria-40>>. Acesso em: 21 ago.2020.