

Área: Inovação | **Tema:** Temas Emergentes em Inovação

**CONCEITUALIDADE X REALIDADE, A CONJUNTURA ATUAL PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA
INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL**

**CONCEPTUALITY VS. REALITY, THE CURRENT SETTING FOR IMPLEMENTATION OF INDUSTRY
4.0 IN BRAZIL**

Alicy Ferreira Lopes Dos Santos , Ermilo Sampaio Limana, Vityano Buzata Tambara, Vinícius Radetzke Da
Silva e Ana Carolina Cozza Josende Da Silva

RESUMO

O processo produtivo nas indústrias passa por significativas transformações, o incremento de tecnologias é constante, exigindo a inserção das empresas em um mercado cada vez mais competitivo, a produção e demanda de mercado tem transformado o até então chão de fábrica em linhas de produção robotizadas convencionalmente denominadas fábricas inteligentes, justificando o termo devido às inovações incrementais da internet das coisas e dos serviços e os sistemas físicos cibernéticos. A quarta revolução é uma realidade mundial, a competitividade gerada pelo exigente mercado provoca uma nova ordem nos fatores tradicionais de produção. Na chamada fábrica inteligente, é possível ter respostas mais rápidas com a capacidade de autogestão, coletando-se, transferindo-se e manuseando-se dados e informações desde a entrada da matéria prima até a entrega do produto ao cliente final, podendo ainda prever possíveis problemas e propor imediatas soluções ao longo processo produtivo. Muitos países já aderiram à alta tecnologia nas indústrias, revolucionando o mercado e a relação homem x máquina. Em razão da relevância deste tema, justificado a poucos estudos na área, a presente pesquisa objetivou realizar uma abordagem teórica, expondo sua aplicabilidade bem como atual conjuntura na realidade brasileira. Adotando-se como método uma pesquisa bibliográfica exploratória, com auxílio de autores mais relevantes sobre o tema. A realidade brasileira é ainda incipiente frente às mudanças inovativas provocadas pela Indústria 4.0. Atraso justificável pela falta de investimentos, equipamentos com tecnologia embarcada, adaptação de processos e incentivos públicos/privados.

Palavras-Chave: Indústria 4.0. Quarta Revolução Industrial, Inovação Incremental.

ABSTRACT

The productive process in the industries goes through significant transformations, the increment of technologies is constant, demanding the insertion of the companies in an increasingly competitive market, the production and market demand has transformed the hitherto factory floor into conventionally robotic production lines. called intelligent factories, justifying the term due to the incremental innovations of the internet of things and services and cyber physical systems. The fourth revolution is a worldwide reality, the competitiveness generated by the demanding market provokes a new order in the traditional factors of production. In the so-called intelligent factory, it is possible to have faster responses with self-management capacity, collecting, transferring and handling data and information from the input of the raw material to the delivery of the product to the end customer. problems and propose immediate solutions throughout the production process. Many countries have already embraced high-tech industries, revolutionizing the market and man-machine relationship. Due to the relevance of this theme, justified by few studies in the area, this research aimed to carry out a theoretical approach, exposing its applicability as well as current conjuncture in the Brazilian reality. Adopting as an method an exploratory bibliographic research, with the help of more relevant authors on the subject. The Brazilian reality is still incipient in face of the innovative changes brought about by Industry 4.0. Delay justified by lack of investments, equipment with embedded technology, process adaptation and public / private incentives.

Keywords: Industry 4.0. Fourth Industrial Revolution. Incremental Innovations.

CONCEITUALIDADE X REALIDADE, A CONJUNTURA ATUAL PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, tem-se que a primeira revolução industrial foi marcada basicamente pela transição da produção artesanal para processos de produção mecanizada. Foram mudanças revolucionárias para a economia, uma vez que aumentaram significativamente a produtividade. E assim, por décadas, a indústria vem passando por muitas evoluções, tanto nos seus sistemas produtivos como nos sistemas de gestão.

Nesse contexto, as tecnologias de informação foram integradas aos processos de produção, gerando benefícios capazes de alavancar ainda mais a produtividade industrial, com redução de custos, demandada pela apresentação de soluções eficazes no atendimento aos clientes, com qualidade, velocidade e melhor custo-benefício (CHENG et al., 2015).

O que a contemporaneidade denomina Indústria 4.0 pode ser concebida como uma nova revolução industrial, pois se diferencia das anteriores por tornar as tecnologias de produção em massa flexíveis e personalizadas (NGI, 2017). Conforme Perez (2010), as indústrias que desejam percorrer essa trajetória para a Indústria 4.0 precisam, antes de tudo, avaliar as suas capacidades de adaptação, assim como rever e reorganizar as suas estratégias. Tendo essas ações como ponto de partida, o desejo de inserir-se no novo contexto poderá se tornar realidade.

A Indústria 4.0 refere-se a uma estratégia de alta tecnologia que traz como finalidade tornar maiores os sistemas de produção, flexíveis e colaborativos, num ambiente em que as máquinas usam auto-otimização, autoconfiguração ou inteligência artificial para completar tarefas complexas, proporcionando uma superior eficiência de custo e maior qualidade de bens e serviços (BAHRIN et al., 2016). E, a grande protagonista, é a Internet, consolidada como o grande canal de comunicação convergente de todas as tecnologias, sendo inserida na indústria em máquinas e equipamentos.

No Brasil, a Indústria 4.0 apresenta-se, ainda, mais conceitual que real. Para que as organizações possam atingir patamares coerentes com o resto do mundo, a Indústria 4.0 requer incentivos governamentais, que incluam investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Isso porque as transformações ocasionadas por este processo industrial são irreversíveis e aqueles que desejarem obter êxito nessa nova realidade precisarão desenvolver também novas habilidades, uma vez que o perfil da mão de obra deverá mudar totalmente. Os novos profissionais precisarão possuir uma formação multidisciplinar, capacidade de adaptação, senso de urgência e bom relacionamento (CNI, 2016).

Logo, determinou-se como problemática deste estudo verificar o posicionamento do Brasil perante a Indústria 4.0, se o país está desenvolvendo e aplicando estratégias de inovações tecnológicas na indústria brasileira com o propósito de se inserir no competitivo mercado global.

Diante disso, justifica-se o presente estudo por sua relevância e por se tratar de um tema pouco incipiente explorado e adotado na indústria brasileira, permitindo uma abordagem mais esclarecedora informativa e norteadora para aplicação de estudos futuros. Como objetivo geral, buscou-se averiguar o impacto da evolução tecnológica na capacidade produtiva industrial e, como decorrerá o desenvolvimento da Indústria 4.0 nas perspectivas do cenário industrial brasileiro, bem como os fatores de aplicabilidade necessários para a implementação dessa nova revolução industrial. Como objetivos específicos, conceituar a Indústria 4.0; levantar os aspectos para sua implementação nas indústrias; identificar em que estágio se encontra a implementação no Brasil; evidenciar os fatores promotores do desenvolvimento da Indústria 4.0.

O presente trabalho constitui-se em uma pesquisa bibliográfica, tendo como referência publicações acadêmicas da área, artigos, livros, teses e dissertações.

2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA

Para melhor compreender a Indústria 4.0 e seu contexto, é necessário observar as revoluções industriais anteriores, em razão da importância dos acontecimentos precedentes para o início do processo da quarta revolução industrial.

A discussão sobre o tema não é recente, ao decorrer do tempo passou-se por diversas transformações no Brasil e no mundo, por isso, é relevante analisar, mesmo que brevemente, a sua perspectiva histórica segundo os autores Coelho (2016); Schwab (2016); Abreu et al. (2017); Amorim (2017), conforme a seguir.

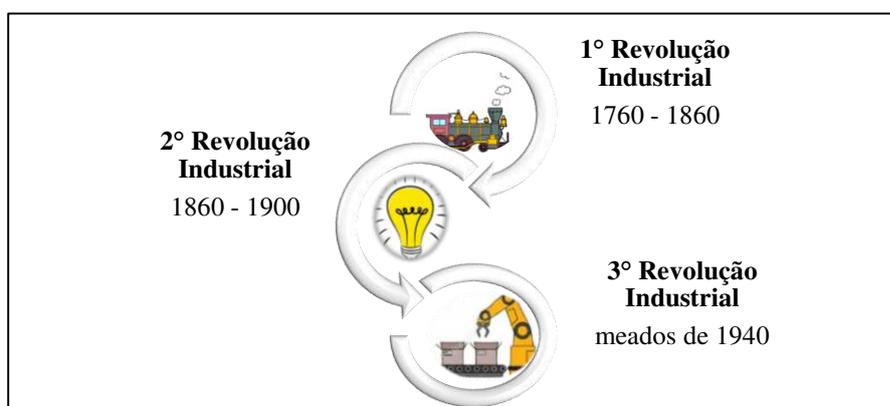
Entre 1760 e 1860 sucedeu-se a 1ª Revolução Industrial na Inglaterra, caracterizada pelos autores pela criação da máquina à vapor, através da utilização do carvão como meio de energia; logo, substituindo os métodos artesanais de produção, fazendo com que os trabalhadores artesanais se tornassem assalariados dos proprietários das máquinas.

Adiante, no período de 1860 a 1900, iniciou-se a segunda fase da Revolução Industrial, reconhecida pela inovação e progresso. Os autores entram em concordância, afirmando que o processo de produção passou a manusear aço, combustíveis derivados do petróleo, energia elétrica e foi desenvolvido o processo de produção em massa. E ainda, foi criado o motor à explosão, a locomotiva à vapor e grandes invenções de produtos químicos.

Em meados da década de 1940, os mesmos autores comentam que os avanços ficaram conhecidos como a 3ª Revolução Industrial, provocada pelas inovações tecnológicas: novas tecnologias, sistemas computadorizados e a robótica sendo utilizadas na produção com o objetivo de produzir mais em menos tempo e, com menor custo. Naturalmente, ocasionando no emprego de mão de obra menos significativo.

Nesse contexto, pode-se analisar a linha do tempo das Revoluções Industriais na Figura 1 a seguir.

Figura 1 - As 3 primeiras fases das Revoluções Industriais



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

As revoluções industriais ocorridas ao longo da história exerceram mudanças significativas que romperam conceitos dos cenários sociais, político e econômico, devido à inserção de inovação tecnológica. A Indústria 4.0 surge a partir dos anos 2000, sendo reconhecida por diversos estudiosos como a 4ª Revolução Industrial, ou “*Smart Factory*”. O modelo foi apresentado na feira Industrial em Hannover na Alemanha, no ano de 2001, a partir

da iniciativa do governo alemão em desenvolver um projeto com métodos estratégicos que promoviam a inserção de novas tecnologias nos processos de produção fabris e permitiriam maior competitividade entre as empresas no mercado global. (ABREU et al., 2017; FREITAS, 2017; RIBEIRO, 2017; RODRIGUES, JESUS E SCHÜTZER, 2016).

Conforme Schwab (2016), a Indústria 4.0 marca uma nova era, em que o mercado mundial deverá ser inserido, em um modelo caracterizado pelo uso de tecnologias avançadas, automação, controle e tecnologia da informação. Nesse sentido, a revolução tecnológica provocará uma transformação na forma como a população vive, trabalha se relaciona.

Segundo Amorim (2017), o processo de produção avançou em direção a sistemas inteligentes integrados que tomam decisões relacionadas ao chão de fábrica, a partir da conexão da produção com os produtos/serviços, gerando dados e informações para o sistema organizar e operar. E ainda, Freitas (2017) afirma que esta conexão e independência resultam em uma inteligência habilitada para prever possíveis contratempos e complicações, assim como ser capaz de se adequar em diferentes situações que possam advir no processo de produção.

Contudo, entre as diversas altas tecnologias que estão sendo desenvolvidas na indústria 4.0, é apontado ainda por Freitas (2017), o uso da internet, *softwares* e *hardwares* que foram implantadas na 3ª revolução industrial e, agora nessa nova revolução estão sendo transformadas por meio de inovações incrementais.

A 4ª Revolução Industrial possui cinco princípios (AMORIM, 2017; SANTOS, MANHÃES E LIMA, 2018):

- Capacidade de operação em tempo real: é a competência de colher e assimilar os dados e informações de modo imediato que lhe permita emitir comandos;
- Virtualização: trata-se da duplicação digital da planta do chão fabril, para controlar através de sensores o modo de produção;
- Descentralização: as etapas da produção são controladas por sistemas *cyber*-físicos interconectados que trocam dados e informações em tempo real que permitem decisões instantâneas;
- Orientação para serviços: se refere ao emprego de *softwares* que permitem a conexão entre sistemas, máquinas e equipamentos através da *internet of service* e da *internet of things*;
- Modularidade: é a adaptação e a versatilidade das etapas do processo de produção diante de novas necessidades e demandas.

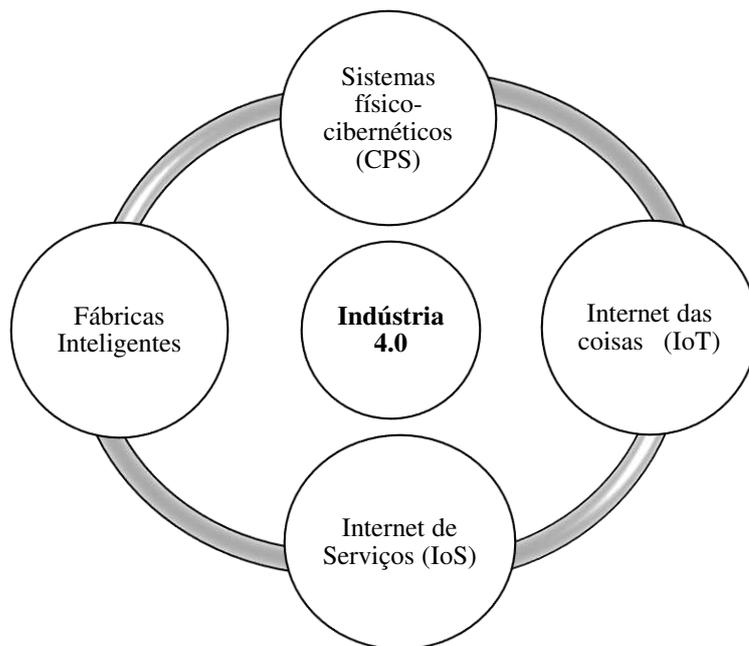
Evidencia-se que a Indústria 4.0 proporciona mudanças na esfera industrial como, progresso imenso em relação à competência das máquinas e equipamentos; a troca pelos dados e informações virtuais; diferentes inovações.

O novo cenário do mercado global é decorrência do constante propósito de aperfeiçoamento, êxito e rendimentos - produção e lucro - buscado pelas empresas. O mercado se tornou mais competitivo e os clientes mais exigentes, para a empresa acompanhar será necessário se adaptar, investir na modernização dos parques fabris e potencializar seus processos de produção de forma inovadora e eficiente Tornando-se capacitada a entrar no mercado e se manter perante os desafios e concorrentes. (AIRES, MOREIRA E FREIRE, 2017; SANTOS et al., 2018).

As vantagens das tecnologias, conforme aponta Freitas (2017), permitirão o alcance de ganhos de produtividade, estabelecimento de novos modelos de negócio, aumento da cooperação entre agentes econômicos, reforço da competitividade, surgimento de novas atividades e profissões, além da redução de custos, controle em tempo real, aumento da segurança e qualidade de vida.

Segundo Hermann, Pentek e Otto (2015), essa nova revolução industrial possui quatro fatores básicos, conforme Figura 2 a seguir.

Figura 2 - Quatro fatores básicos da Indústria 4.0



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

O emprego desses fatores na implementação da indústria 4.0 fará com que o sistema seja engenhoso, rápido e eficiente de fato, conforme será comentado nos tópicos a seguir.

2.1 SISTEMAS FÍSICO-CIBERNÉTICOS (CPS - *CYBER-PHYSICAL SYSTEMS*)

Segundo Khaitan e Mccalley (2015), um sistema físico-cibernético é conhecido como sistema embarcado, conjunto de elementos computacionais cooperativos entre si, com o intuito de controlar entidades físicas.

Nessa perspectiva Hofmann e Hüsich (2017) retratam que o *realise the integration of these networks through the use of multiple sensors, actuators, control processing units and communication devices (CPS)*, isto é, o sistema físico-cibernético é a integração das redes por meio de sensores, atuadores, unidades de processamento de controle e dispositivos de comunicação.

Do mesmo modo, a Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 caracteriza como a integração entre o campo físico, virtual e o biológico, em outras palavras, o processo de produção é ao mesmo tempo, replicado e incorporado em tempo real no meio digital. São *softwares* com capacidade de gerenciar e comandar ações e atividades e até mesmo, movimentar máquinas e equipamentos. Sendo assim, com interferência mínima ou nenhuma de mão de obra.

O autor Lee et al. (2015) caracteriza um CPS como integrações de computação, redes e processos físicos. Computadores e redes incorporados monitoram e controlam os processos físicos, com ciclos de *feedback* nos quais processos físicos afetam as computações e vice-versa. O potencial econômico e social de tais sistemas é muito maior do que o que foi realizado, e grandes investimentos estão sendo feitos em todo o mundo para desenvolver a tecnologia.

A tecnologia se baseia na antiga tecnologia de sistemas embarcados, computadores e *softwares* embutidos em dispositivos cuja principal missão não é computação, como carros, brinquedos, dispositivos médicos e instrumentos científicos. O CPS integra a dinâmica dos processos físicos com os do *software* e da rede, fornecendo abstrações e técnicas de modelagem, projeto e análise para o todo integrado (LEE et al., 2015).

2.2 INTERNET DAS COISAS (IOT - *INTERNET OF THINGS*)

Conforme Santos et al. (2016), a internet das coisas é uma rede de objetos físicos que possuem tecnologia embarcada, sensores e conexão à internet. Objetos capazes de coletar, manusear e transmitir dados e informações, os quais posteriormente são processados para definir uma determinada ação, isto é, possui a capacidade de se autogerir e se autoconfigurar. A Agenda Brasileira para a Indústria 4.0 usa como exemplo, carros autônomos que se comunicam entre si e definem o melhor momento, com velocidade e trajetos predefinidos em vias urbanas.

De acordo a Ray (2018), o termo IoT engloba tudo que está conectado à internet, mas é cada vez mais usado para definir objetos que conversam uns com os outros. A IoT é composta de dispositivos de simples sensores a *smartphones* e *wearables* (tecnologias vestíveis) interconectados que proporcionam a possibilidade de interligar no mundo digital os objetos, podendo os mesmos trabalhar com dados e informações entre si ou para o ser humano. Os autores Hofmann e Hüsich (2017), afirmam que a internet das coisas possibilita diversos ensejos econômicos, além da grande possibilidade de ser um dos maiores agentes nos processos transformadores desta revolução industrial.

Nesse sentido, Ray (2018) afirma que combinando os dispositivos conectados com sistemas automatizados, é possível colher, transferir, armazenar e mensurar dados e informações para determinado fim. Essa junção, permite que dispositivos em conexões de internet privadas fechadas se comuniquem com outras pessoas dando a oportunidade de dispositivos se comunicarem não apenas em locais próximos, mas em diferentes tipos de redes, criando um mundo muito mais conectado.

2.3 INTERNET DE SERVIÇOS (IOS - *INTERNET OF SERVICES*)

Segundo Gilchrist (2016) a internet de serviços é considerada como uma verdadeira inovação que surgiu nessa nova revolução industrial. Essa nova tecnologia consiste na utilização dos recursos da Internet das Coisas em um sistema integrado, permitindo uma cooperação com outros serviços digitais, agregando maior valia para o consumidor.

O autor ainda alega que é necessário a empresa analisar seu modelo de negócio, de forma que encontre como um produto pode se tornar um serviço que promova fluxo de receita de longo prazo e, conseqüentemente, explorarem as oportunidades de melhorar suas operações, pois as fábricas inteligentes precisam ser flexíveis e produzir produtos inteligentes.

Para Motlagh et al. (2016), em tempos atuais, vive-se na chamada sociedade de serviço, há fortes indícios de que, semelhante à Internet das Coisas (IoT), a Internet de serviços (IoS) está surgindo, com base na ideia de que os serviços são facilmente disponíveis através de tecnologias *web*, permitindo às empresas e usuários privados para combinar, criar e oferecer novos tipos de serviços de valor agregado. Pode-se supor que o mercado baseado na Internet os locais de serviços desempenharão um papel fundamental nas futuras indústrias.

O autor ainda propõe uma definição mais ampla do termo serviço, descrevendo-o como uma transação comercial em que uma parte concede acesso temporário aos recursos de outra parte, a fim de executar uma função prescrita e um benefício relacionado. Recursos podem ser força de trabalho e habilidades humanas, sistemas técnicos, consumíveis, terra e outros.

2.4 FÁBRICAS INTELIGENTES

As fábricas inteligentes possuem o potencial para administrar possíveis situações complexas que possam ocorrer no processo de produção e mais eficazes na fabricação dos

produtos e serviços, em razão de haver uma inter-relação entre os recursos, mão de obra, máquinas e equipamentos (HENNING, 2013). Dispondo como objetivo otimizar a qualidade, quantidade e custos no processo de produção.

Nesse sentido Hofmann e Rüsç (2017) complementam que no processo de produção o bem produzido se desloca nas etapas de produção de forma autônoma. Bem como, tem-se o controle da sua posição e seu reconhecimento de forma imediata. Acarretando na linha de produção em larga escala, de forma adaptável e personalizada.

A expressão inteligente compõe-se de dados e informações adquiridas ao longo do ciclo de produção do produto, a fim de desenvolver processos de produção adaptáveis que reaja celeremente as possíveis mudanças na demanda a baixo custo. Todas as informações sobre o processo de manufatura ficam disponíveis quando, onde e na forma que for necessário (AZEVEDO, 2017).

Como principais características as fábricas inteligentes possuem a visibilidade, conectividade e a autonomia. Há muito as fábricas confiam na automação, mas as fábricas inteligentes levam esse conceito muito além e são capazes de funcionar sem praticamente nenhuma intervenção humana. Por meio do uso de tecnologias modernas, os sistemas inteligentes podem se adaptar a diferentes situações, possibilitando fábricas mais flexíveis e eficientes ao ser comparadas as do passado (PRINZ et al., 2016).

Para que se possa entender com mais clareza o funcionamento de uma fábrica inteligente e sua relação com as demais tecnologias que compõem a Indústria 4.0, o autor Prinz et al. (2016) explica a sua aplicação, que deriva principalmente do uso extensivo de sensores e dispositivos de IoT, conecta máquinas e permite a visibilidade de suas condições, bem como dos processos de fábrica, criando uma Internet industrial das coisas (IoT).

Análises e aplicativos cada vez mais sofisticados baseados em Inteligência artificial (IA) e aprendizado de máquina lidam com muitas das tarefas rotineiras, liberando as pessoas para se concentrarem em focar nas exceções e tomar decisões de alto nível. Espera-se que os robôs preencham fábricas inteligentes para o trabalho de rotina, trabalhando ao lado das pessoas (PRINZ et al., 2016).

O autor ainda explica que as fábricas inteligentes confiam na manufatura inteligente, que conecta a fábrica a outras entidades na rede de suprimento digital, permitindo um gerenciamento mais eficaz da cadeia de suprimentos. Eles também contam com a manufatura digital, que usa um gêmeo digital para conectar um produto digitalmente em todos os estágios de seu ciclo de vida (PRINZ et al., 2016).

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa possui como objeto de estudo a Indústria 4.0, uma análise na literatura para apresentar uma visão geral e suas aplicações no Brasil. Bem como, intensificar o cenário atual de debates e pesquisas sobre o mesmo, posto ser assunto recente no Brasil.

A metodologia utilizada foi mediante pesquisa bibliográfica, classificada como pesquisa exploratória, de natureza qualitativa. Segundo o autor Gil (2002), a metodologia de pesquisa bibliográfica possui a magnitude de expandir a esfera do estudo para além da análise propriamente delineada pelo pesquisador.

Com o intuito de melhor atender aos objetivos desse estudo, a coleta de dados foi através da seleção de estudos - artigos científicos, livros, dissertação, entre outros – atuais e relevantes sobre o tema, através de uma pesquisa descritiva exploratória, bem como a utilização de plataforma eletrônica como, *Google Acadêmico*, *Periódicos CAPES*, *Scielo* e *Scopus*. A análise deu-se por meio da leitura, comparação e discussão entre os diferentes autores e estudos encontrados.

O autor Gil (2002) descreve a pesquisa descritiva como a elaborada com embasamento em estudos já realizados, constituídos principalmente de artigos científicos e livros. Abrindo a possibilidade para o pesquisador abordar maior número de fenômenos.

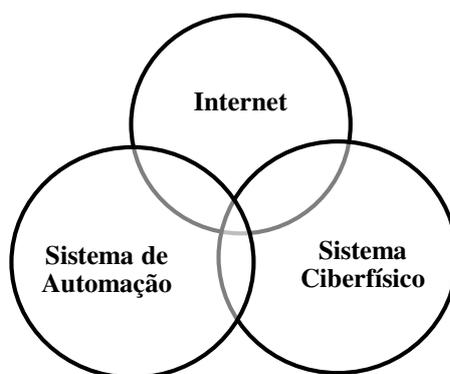
Deste modo, o presente estudo está voltado à intensificação do estudo, debate e formação de uma visão geral sobre a Indústria 4.0 e suas aplicações, bem como delinear os fatores necessários à sua implementação no Brasil, visto que o país ainda se encontra nos primeiros degraus referentes a tecnologia.

4 DISCUSSÃO

A partir da Indústria 4.0, segundo NGI (2017) e CNI (2016), foi possível o processo fabril ser identificado pela integração entre o universo virtual e real, quer dizer, as máquinas e equipamentos trabalham de forma autônoma, auxiliando a empresa na produção voltada para o cliente. E ainda, realiza sua manutenção, sendo capaz de coletar, analisar e chegar a conclusões sobre os dados obtidos durante o processo de produção.

Constata-se que isso é possível, devido a inserção da auto otimização, auto cognição e auto personalização das máquinas e equipamentos, isto é, a integração de sistema de automação, internet e sistema ciberfísico, conforme Figura 3. Nesse sentido, forma uma rede de comunicação entre as máquinas, através da IoT (NGI, 2017; CNI, 2016).

Figura 3 - Integração na Indústria 4.0



Fonte: Elaborado pelos próprios autores baseado na CNI (2016).

Segundo o *e-book* da COLLABO (2019), essa nova revolução possibilita um ecossistema virtual no sistema de valor de um produto ou serviço, possibilitando que as empresas possam coletar, transferir e manusear dados e informações digitais que possam ajudar na criação de estratégias, resolução de problemas e melhoria no processo de produção, envolvendo todas as partes interessadas.

Para a NGI (2017), quando iniciou a revolução industrial, somente quando 80 - 90% das máquinas utilizadas nas indústrias na época, foram trocadas por máquinas e equipamentos a vapor, que considerou-se a revolução integralizada. Nessa nova revolução, é equivalente, somente quando as indústrias implantarem alta tecnologia que a Indústria 4.0 estará sendo alcançada.

Nesse sentido, a Confederação Nacional da Indústria (2016, p. 15) afirma:

O desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil envolve desafios que vão desde os investimentos em equipamentos que incorporem essas tecnologias, à adaptação de *layouts*, adaptação de processos e das formas de relacionamento entre empresas ao

longo da cadeia produtiva, criação de novas especialidades e desenvolvimento de competências, entre outras. O cruzamento de informações que permite conectar o pedido de compra, a produção e a distribuição de forma autônoma, sem que pessoas precisem tomar decisões a todo o momento.

Nessa perspectiva, no *e-book* da COLLABO (2019), é observado que os profissionais devem acompanhar as mudanças e, não assimilá-las como impasse no mercado de trabalho. A atualização, como em todo momento, foi exigido pelo cenário dinâmico do mercado. É estimado que diminua drasticamente a oferta de trabalho monótono e corporal, bem como, a existência de certas ocupações.

Além do mais, é comentado no *e-book* de como modificou o perfil profissional necessitado pelas empresas que estão vivenciando a Indústria 4.0, para com várias competências, que busque constantemente seu aperfeiçoamento, por ter que manusear máquinas e equipamentos de alta tecnologia e tratar com constantes inovações.

Na Tabela 1 é constatada as profissões mais propensas à Indústria 4.0, conforme constatado no livro de Schwab (2016).

Tabela 1 - Profissões mais propensas à Indústria 4.0

Probabilidade	Profissão
0,99	Operadores de telemarketing
0,99	Responsável por cálculos fiscais
0,98	Avaliadores de seguros, danos automobilísticos
0,98	Árbitros, juízes e outros profissionais desportivos
0,98	Secretários jurídicos
0,97	<i>Hosts e hostesses</i> de restaurantes, <i>lounges</i> e café
0,97	Corretores de imóveis
0,97	Mão de obra agrícola
0,96	Secretários e assistentes administrativos, exceto os jurídicos, médicos e executivo
0,94	Entregadores e mensageiros

Fonte: Elaborado pelos próprios autores baseado em Schwab (2016).

No ano de 2016, a CNI elaborou uma pesquisa sobre o uso de tecnologias na indústria brasileira, com amostra de 2.225 empresas de pequeno, médio e grande porte. Ao apontar uma lista de tecnologias digitais, conforme Tabela 2, 58% das empresas participantes afirmaram que conhecem a importância dessas tecnologias para a competitividade da indústria e menos da metade as utiliza, representada por 48%. Atenta-se que 31% das empresas responderam que não sabia se utiliza as tecnologias ou não responderam, sendo evidente a falta de conhecimento e informação sobre o tema. E, notou-se que o setor que mais utiliza tecnologias é o de equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos.

Tabela 2 - Lista das tecnologias digitais

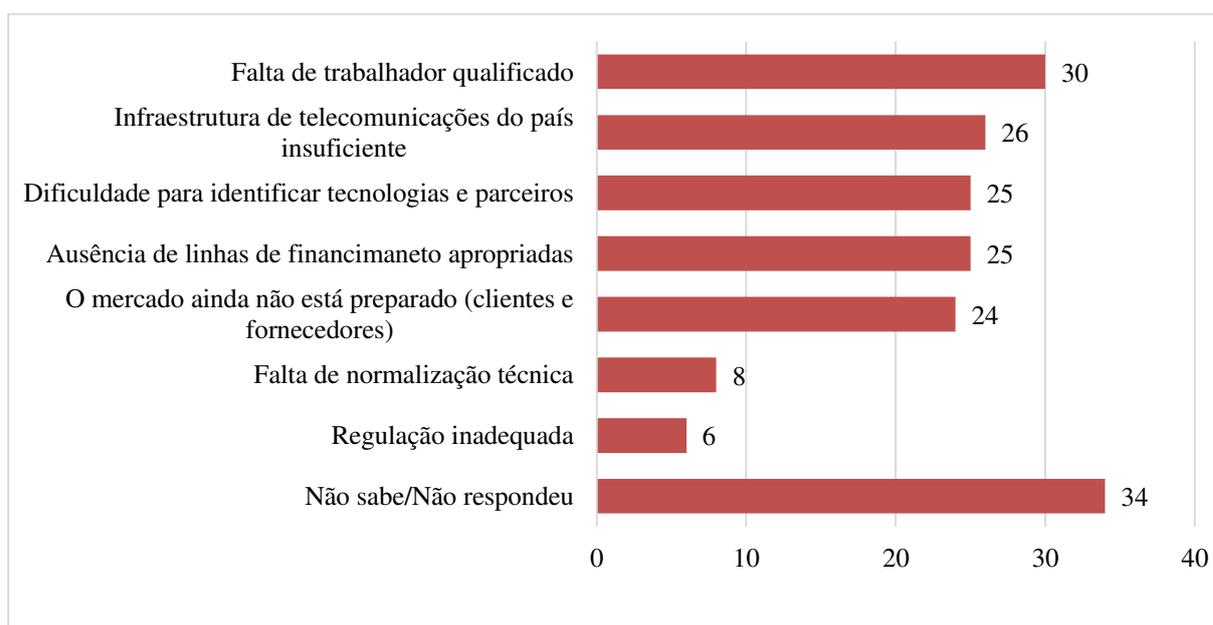
Lista de tecnologias digitais	Uso %	Importância %
Automação digital sem sensores	11	3
Automação digital com sensores para controle de processo	27	20
Monitoramento e controle remoto da produção com sistemas do tipo MES e SCADA	7	14
Automação digital com sensores com identificação de produtos e condições operacionais, linhas flexíveis	8	21
Sistemas integrados de engenharia para desenvolvimento de produtos e manufatura de produtos	19	25
Manufatura aditiva, prototipagem rápida ou impressão 3D	5	9

Simulações/análise de modelos virtuais (Elementos Finitos, Fluidodinâmica, Computacional, etc.) para projeto e comissionamento	5	5
Coleta, processamento e análise de grandes quantidades de dados (<i>big data</i>)	9	15
Utilização de serviços em nuvem associados ao produto	6	11
Incorporação de serviços digitais nos produtos (“Internet das Coisas” ou <i>Product Service Systems</i>)	4	12
Projetos de manufatura por computador CAD/CAM (2) (3)	30	9
Nenhuma das listadas	15	3
Não sabe/ não respondeu	31	39

Fonte: Sondagem Especial – CNI (2016).

Nesse contexto, foi averiguado sobre quais barreiras externas que dificultam a adoção de tecnologias digitais na visão das empresas, a CNI constatou na sua pesquisa dois principais fatores: a falta de trabalhador qualificado e a infraestrutura de telecomunicações do Brasil insuficiente, com 30% e 26% respectivamente, conforme Gráfico 1. E, os menos considerados relevantes pelas mesmas foram a regulação inadequada (6%) e a falta de normalização técnica (8%). No entanto, 34% das empresas não sabiam quais barreiras ou não responderam.

Gráfico 1 - Barreiras externas que dificultam a adoção de tecnologias digitais, em percentual



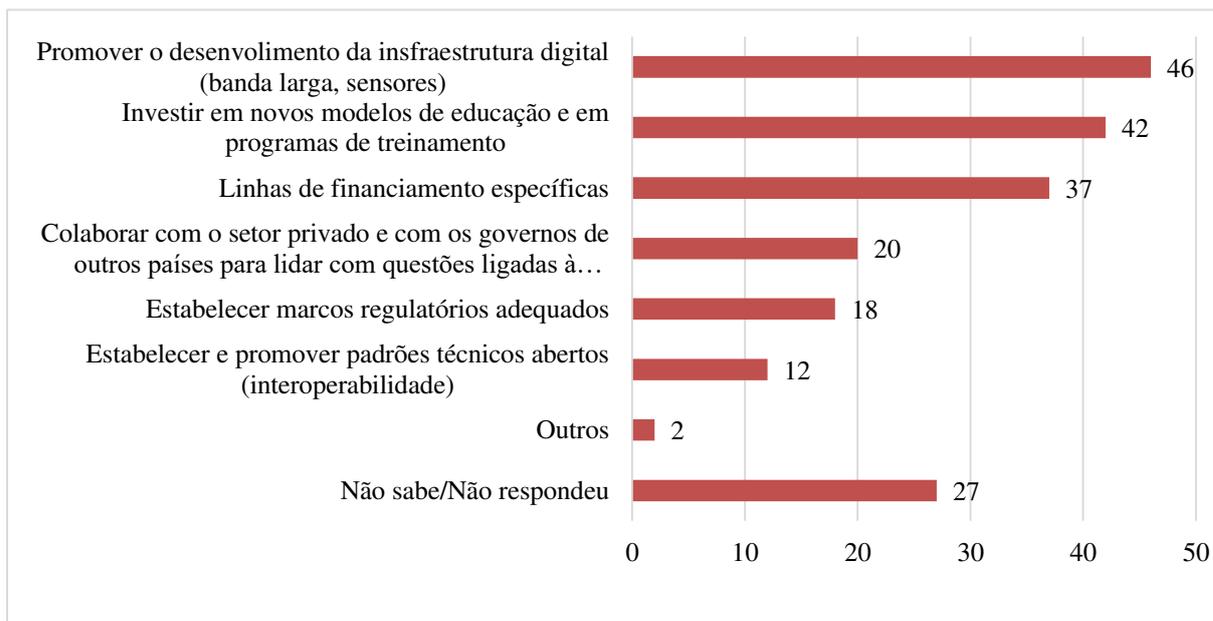
Fonte: Sondagem Especial – CNI (2016).

*A soma dos percentuais supera 100% devido a possibilidade de múltiplas respostas.

Destaca-se ainda, que quando a pesquisa averiguou quais ações do Governo brasileiro agilizariam a implementação das altas tecnologias no país, conforme Gráfico 2, a CNI observou que 46% das empresas pesquisadas entram em concordância de que o governo deve promover o desenvolvimento da infraestrutura digital (banda larga, sensores). Bem como, 42% apoiam que é necessário investir em novos modelos de educação e em programas de treinamento. E, 27% não sabiam quais ações são fundamentais ou não responderam.

Investir na inovação e em educação é uma das únicas maneiras de começar a mudar o cenário do Brasil. Algumas organizações já estão investindo na quarta revolução industrial, esclarecendo o entendimento sobre o novo mundo virtual, entretanto, as conceituações estão dispersas e, não há esforços para a geração de mão de obra qualificada (ZANCUL,2017).

Gráfico 2 - Medidas de governo para acelerar a adoção de tecnologias digitais, em percentual



Fonte: Sondagem Especial – CNI (2016).

* A soma dos percentuais supera 100% devido a possibilidade de múltiplas respostas.

Os resultados da pesquisa da CNI em 2016, talvez possam ser justificados pelas empresas brasileiras estarem vivenciando nas suas indústrias as tecnologias da Indústria 2.0 e da 3.0, tendo como desafio embarcar na Indústria 4.0 para não perder a competitividade no mercado (SANTOS, MANHÃES e LIMA, 2018).

Logo, pode-se perceber que para o progresso no Brasil decorrer com sucesso, as empresas precisam possuir conhecimento sobre as mudanças que estão acontecendo no mundo, a forma como serão impactadas como, a elevação da produtividade, redução de tempo e desperdício, fácil adaptação a diferentes cenários na linha de produção. Bem como, serem esclarecidas sobre a relação investimento e ganho nessas tecnologias.

Naturalmente, os empreendedores possuem incertezas em relação a necessidade de alto investimento para ser possível a modernização dos processos produtivos, mas Aires, Moreira e Freire (2017) alegam que ao transcorrer do tempo e novos lançamentos de tecnologias, se tornarão mais baratas.

Além do mais, é importante salientar que da mesma forma que nos outros países que estão trabalhando em prol da Indústria 4.0 - como, Alemanha, Estados Unidos, China, Japão e Coreia do Sul -, o Brasil possui uma indústria muito diversificada, não sendo possível incidir em todos âmbitos com as mesmas ações estratégicas. É extremamente necessário normatizações e políticas adequadas para cada setor e tipo de empresa. Isso se justifica por cada setor estar posicionado em circunstâncias e fases diferentes (CNI, 2016).

No cenário econômico, no *e-book* da FOCCOERP (2019) é citado que os impactos na macroeconomia se direcionam para os fatores como PIB, emprego, consumo, padrão de comércio, inflação e investimento.

Nesse contexto, Zancul (2017) afirma que há necessidade de reformar a economia, em razão do Brasil não gerar mão de obra qualificada suficiente e possuir altos tributos. São fatores que intimida o empreendedor em mudar seu plano de negócio, ainda mais devido a oscilação das circunstâncias do mercado brasileiro, são poucos produtos e serviços que possam gerar

demanda satisfatória. A mudança proporcionará competitividade - inclusive no mercado de crédito – e menos desburocratização.

Nesse sentido, Rodrigues e Alcântara (2018, p. 2088) comenta sobre a situação no Brasil:

Muito do que será necessário para converter a manufatura, os maiores de transportes, agronegócio e outros setores industriais ainda precisa ser desenvolvido. Boa parte dessas tecnologias disruptivas ainda requer aperfeiçoamento, customização e a criação de soluções abrangentes que funcionem e gerem os benefícios esperados.

As empresas que buscam ser participantes da Indústria 4.0 precisam primordialmente analisar em qual cenário está inserido, a sua gestão estratégica e a capacidade de adaptação. Dessa forma, facilitará o alcance da realidade da nova revolução (PEREZ, 2010).

Nessas circunstâncias de muitas incertezas e dúvidas, a Confederação Nacional da Indústria deu início a um programa com plano para o progresso da quarta revolução industrial no Brasil, destacando sete fatores primados:

- ✓ Concentração no sistema produtivo e desenvolvimento de fornecedores;
- ✓ Técnicas para a introdução de novas tecnologias;
- ✓ Avanço tecnológico;
- ✓ Expansão e aperfeiçoamento na banda larga;
- ✓ Dimensão normativa e regulatória;
- ✓ Desenvolvimento de mão de obra;
- ✓ Articulação institucional.

No *e-book* da NGI (2017) são traçados recomendações estratégicas para as empresas aderirem a Indústria 4.0:

- ✓ Estratégia: A empresa precisa se adaptar as constantes mudanças do mercado, só assim poderá se tornar capaz de ser competitiva, utilizar a tecnologia da Indústria 4.0 deve fazer parte da estratégia.
- ✓ Oportunidades: Desfrutar das oportunidades de crescimento, em constante busca por novas tecnologias.
- ✓ Modelo de negócio: Possuir gestão estratégica que análise o modelo de negócio, para ser possível se adaptar as mudanças.
- ✓ Investimento em tecnologia: Para fazer parte da Indústria 4.0, é necessário adquirir tecnologias que impactam no processo de produção, para assim desfrutar dos benefícios e ganhos.

Todavia, o autor Schwab (2016) chama atenção para alguns desafios a serem enfrentados, citamos alguns:

- ✓ Para ser líder no mercado, o empreendedor deverá buscar constantemente por aperfeiçoamento, ser flexível e se auto instigar nos seus planos de sucesso;
- ✓ As novas tecnologias que habilita várias possibilidades e facilidades, podem ser utilizadas para vigiar o usuário;
- ✓ A sociedade pode se tornar individualista, identificada apenas pelos interesses e objetivos pessoais;
- ✓ Perca da noção e domínio dos dados e informações;
- ✓ O mundo virtual é desconhecido.

Logo, pode-se perceber que a Indústria 4.0 é um mundo inovador com diversos benefícios industriais que para alguns já é realidade, mas não possui um modelo a ser seguido para sua implementação, grande parte dos estudos apenas sugerem formas de sua aplicação. Sendo de suma importância destacar que, alguns impactos só serão notados após certo tempo de sua implementação e estudos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Indústria 4.0 envolve estratégia e alta tecnologia, a fim de obter nas indústrias fábricas inteligentes, integrando IoS, IoT e sistemas físico-cibernéticos. Proporcionando um cenário produtivo de alta produtividade, rapidez, flexibilidade, prevenção de possíveis problemas e falhas no processo produtivo, entre outros benefícios. A base é fábricas autônomas e capazes de se adaptarem a diferentes situações fabris, bem como verificar sua manutenção.

A Indústria 4.0 está ainda em fase inicial e sua inovação modificará tudo que já foi visto, em países que são mais desenvolvidos já é uma realidade. Entretanto, no Brasil muitas mudanças ainda terão que acontecer.

É necessário que as empresas se adequem a esse novo cenário industrial. É um avanço natural, primeiramente foi a máquina a vapor, posteriormente a energia elétrica e, depois inovações tecnológicas e agora, máquinas e equipamentos de alta tecnologia integrando o mundo real e o virtual.

Foi constatado durante a pesquisa fatores preocupantes como a possibilidade de gerar desemprego, devido a automatização, por outro lado, terá demanda por diferente perfil profissional. Nessa circunstância, os profissionais devem se adaptar para ocuparem seus lugares nas empresas com êxito.

No entanto, é possível perceber através da pesquisa bibliográfica que mesmo sendo algo que está a todo vapor em vários países, é uma mudança que precisa ser maior esclarecida, estudada e debatida. Nesse sentido, Santos et al. (2018) afirma que os estudos precisam de estudos relacionados a incompatibilidade das interfaces de comunicação e a segurança na transferência de dados e informações

A partir da presente pesquisa, foi possível concluir que é importante a inserção de novas tecnologias na indústria, afim de melhorar a competitividade e adaptação frente aos desafios impostos pelo mercado. Como sugestão para futuras pesquisas, é pesquisa direcionada para a viabilidade da inserção do conceito Indústria 4.0 em empresas e, sua aplicação econômica.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. E. M. et al. Indústria 4.0: Como as Empresas Estão Utilizando a Simulação para se Preparar para o Futuro. *Revista de Ciências Exatas e Tecnologia*, v. 12, n. 12, p. 49-53, 2017.
- AZEVEDO, M. T. *Transformação Digital na Indústria: Indústria 4.0 e a Rede de Água Inteligente no Brasil*. 2017. Tese (Engenharia de Sistemas Eletrônicos) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- AIRES, R. W. A.; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. S. Indústria 4.0: Desafios e tendências para a gestão do conhecimento. In: SEMINÁRIO UNIVERSIDADES CORPORATIVAS E ESCOLAS DE GOVERNO, 1., 2017, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: 2017. p. 224-247.
- AMORIM, J. E. A “indústria 4.0” e a sustentabilidade do modelo de financiamento do Regime Geral da Segurança Social. *Cadernos de Direito Actual*, v. extraordinário, n. 5, p. 243-254, 2017.
- BAHRIN, M.; OTHMAN, F.; AZLI, N.; TALIB, M. Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic. *Journal Technology*, v. 78, n. 6-13, p. 137–143, 2016.
- CHENG C. et al. Semantic degrees for industrie 4.0 engineering: deciding on the degree of semantic formalization to select appropriate technologies. In: EUROPEAN SOFTWARE ENGINEERING CONFERENCE AND THE ACM SIGSOFT SYMPOSIUM ON THE FOUNDATIONS OF SOFTWARE ENGINEERING, 10., 2015, Bergamo. *Proceedings...* Nova York: ACM New York, 2015.
- COELHO, P. M. N. *Rumo à Indústria 4.0*. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia e gestão Industrial) - Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- COLLABO. *A indústria 4.0 e a revolução digital*. 2019. Disponível em: <<https://biblioteca.collabo.com.br/>>. Acessado em: 28 mai. 2019.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. *Desafios para a indústria 4.0 no Brasil*. Brasília: CNI, 2016.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. *Sondagem especial – Indústria 4.0. Indicadores CNI*, n. 66, 2016. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-66-industria-4-0/>>. Acessado em: 15 jun. 2019.
- FREITAS, A. A. *A internet das coisas e seus efeitos na Indústria 4.0*. 2017. Projeto Final (Tecnólogo em Sistemas de Computação) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017.
- FOCCOERP. *Indústria 4.0 – guia completo da indústria do futuro*. 2019. Disponível em: <<https://www.foccoerp.com.br/guia-completo-da-industria-do-futuro/>>. Acessado em: 15 jun. 2019.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GILCHRIST, A. *Industry 4.0: The Industrial Internet of Things*. 1. ed. Apress, 2016.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. *Working Paper*, n. 1, 2015.

HENNING, K. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. 2013.

HOFMANN, E.; RÜSCH, M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistic. *Computers in Industry*, v. 89, p. 23-34, 2017.

KHAITAN, S. K.; MCCALLEY, J. D. Design techniques and applications of cyber physical systems: A survey. *IEEE Systems Journal*, v. 9, n. 2, p. 350-365, 2015.

LEE, J.; BAGHERI, B.; KAO, H.. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, v. 3, p. 18-23, 2015.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇO. Disponível em: <<http://industria40.gov.br/>>. Acessado em: 28 abr. 2019.

NGI. *Indústria 4.0: O que é e qual o seu impacto na manutenção de ativos*. 2017. Disponível em: <<https://www.ngi.com.br/novidades/industria-4/>>. Acessado em: 14 jun. 2019.

PEREZ, C. Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, [s.l.], v. 34, n.1, p.185-202, 2010.

RAY, P. P. A survey on Internet of Things architectures. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, v. 30, n. 3, p. 291-319, 2018.

RIBEIRO, J. M. *O conceito da Indústria 4.0 na confecção: Análise e Implementação*. 2017. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Têxtil) – Departamento de Engenharia Têxtil, Universidade do Minho.

RODRIGUES, J. C.; ALCÂNTARA, M. F. A indústria 4.0 introduzida na Alemanha aplicada no Brasil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO. 3., 2018. Anais... 2018. p. 2086-2090.

RODRIGUES, L. F.; JESUS, R. A.; SCHÜTZER, K. Industrie 4.0 – A literature review. *Revista de Ciência & Tecnologia*, v. 19, n. 38, p. 33-45, 2016.

SANTOS, B. P. et al. Indústria 4.0: Desafios e oportunidades. *Revista Produção e Desenvolvimento*, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.

SANTOS, B. P. et al. Internet das coisas: Da teoria à prática. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS, XXXIV., 2016, Salvador. Anais... Salvador: Sociedade Brasileira de Computação, 2016. p. 01-50.

SANTOS, N. D. B. *Indústria 4.0: Aplicação da Internet das Coisas na Área Industrial Estudo de Caso no Grupo Tecnofita*. 2017. Dissertação (Mestrado em Gestão de Sistemas e Tecnologias de Informação) - Universidade Atlântica, Barcarena.

SANTOS, M.; MANHÃES, A. M.; LIMA, A. R. Indústria 4.0: Desafios e oportunidades para o Brasil. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, X., 2018, São Cristóvão. *Anais...* São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2018. p. 317-329.

SCHWAB, K. *A quarta revolução industrial*. 1 ed. São Paulo: Edipro, 2016.

SCHWAB, K. O que é a 4ª revolução industrial – e como ela deve afetar nossas vidas. [22 de outubro, 2016]. *BBC*. Entrevista concedida a Valeria Perasso.

ZANCUL, E. S. O Brasil está pronto para a indústria 4.0? [07 de julho, 2017]. *EXAME*. Entrevista concedida a Estúdio ABC.