

Indústria 4.0 no Brasil: Como este novo conceito pode transformar o mercado no Brasil

Felippe Shigueyuki Ichi (Unopar Ponta Grossa) felippe_ichi@yahoo.com.br

Elias Vandoski (Cescage) eliasvandoski70@gmail.com

Ramiro Anciuti Kaminski (Cescage) kwconsultorias@gmail.com

Resumo:

O conceito de indústria 4.0 no Brasil ainda caminha de forma prematura e lenta no país, e a falta de conhecimento acaba sendo um dos entraves para a disseminação deste conceito. Neste artigo conheceremos os problemas de se implantar o conceito de Indústria 4.0 no país, de investimentos que possam ser agregar esse novo modelo de gestão tecnológica que irá provocar mudanças significativas não apenas nas empresas, mas na economia do país, na sociedade, nos valores, na forma de como nos relacionamos no trabalho, sendo necessário compreender a importância de novas competências e habilidades que serão essenciais para esta nova revolução industrial de adaptação tecnológica das empresas no Brasil. A indústria tecnológica terá a *Internet* como essencial no processo produtivo da empresa, ao longo do trabalho vamos compreender o conceito da indústria 4.0 e suas principais tecnologias desenvolvidas na Indústria 4.0, além de apresentar as oportunidades que esta nova revolução pode agregar para o desenvolvimento tecnológico no país.

Palavras chave: Indústria 4.0, Tecnologia, Gestão.

Industry 4.0 in Brazil: How this new concept can transform the market in Brazil

Abstract

The concept of industry 4.0 in Brazil is still premature and slow in the country, and lack of knowledge ends up being one of the obstacles to the dissemination of this concept. In this article we will know the problems of implanting the concept of Industry 4.0 in the country, of investments that could be to aggregate this new model of technological management that will cause significant changes not only in companies but in the economy of the country, in society, in the way we relate at work, and it is necessary to understand the importance of new skills and abilities that will be essential for this new industrial revolution of technological adaptation of companies in Brazil. The technology industry will have the Internet as essential in the company's production process. Throughout the work we will understand the concept of the industry 4.0 and its main technologies developed in Industry 4.0, in addition to presenting the opportunities that this new revolution can add to the technological development in the parents.

Key-words: Industry 4.0, Technology, Management.

1. Introdução

Através do rápido desenvolvimento tecnológico nas últimas três décadas e a sua integração com a cadeia produtiva, as empresas conseguiram obter vantagens competitivas que foram significativas para o desenvolvimento industrial dos países. A tecnologia alavancou o processo produtivo industrial, reduzindo custos e fornecendo soluções de alta qualidade para seus clientes de forma ágil e com o melhor custo/benefício (CHENG et al., 2015). O momento atual vivido pelas empresas permitiu a introdução de novos conceitos baseados na *Internet*, permitindo uma melhora na comunicação entre fornecedores, fabricantes e clientes (URBIKAIN et al., 2016).

Diante deste cenário, em que existe um aumento na busca de produtos personalizáveis, mais complexos, com maior qualidade e menor custo, surgiu o conceito de Indústria 4.0 (HERMANN et al., 2016). Foi na Alemanha em que surgiu o conceito de Indústria 4.0, considerados vanguarda desta nova revolução, possuindo novos projetos de fábricas inteligentes que buscam o desenvolvimento (DE FARIAS FRAGA et al., 2018).

As revoluções anteriores trouxeram novas formas de produzir e negociar, com uma alta demanda por profissionais mais preparados, tanto no “chão de fábrica” quanto na alta gerência, quebrando um padrão dos modelos de escritório existentes (HBRB, 2016). A Indústria 4.0 tem como base tecnologias como *Internet das Coisas* e *Smart Products*, ao qual, conseguem construir sistemas com uma maior capacidade produtiva e autogestão, além de maior flexibilidade em produzir produtos customizáveis sem perder a qualidade e com muito mais competitividade (LASI et al., 2014).

Portanto, este artigo tem como objetivo abordar estes novos conceitos que estão sendo apresentados nesta nova revolução, bem como, apresentar as perspectivas da Indústria 4.0 no Brasil e suas dificuldades com base em bibliografia especializada. A Indústria 4.0 é um conceito que vem sendo estudado por diversas áreas como administração, engenharia, ciência da computação entre outras (LASI et al., 2014).

2. Referencial teórico

2.1. Histórico e conceito de Indústria 4.0

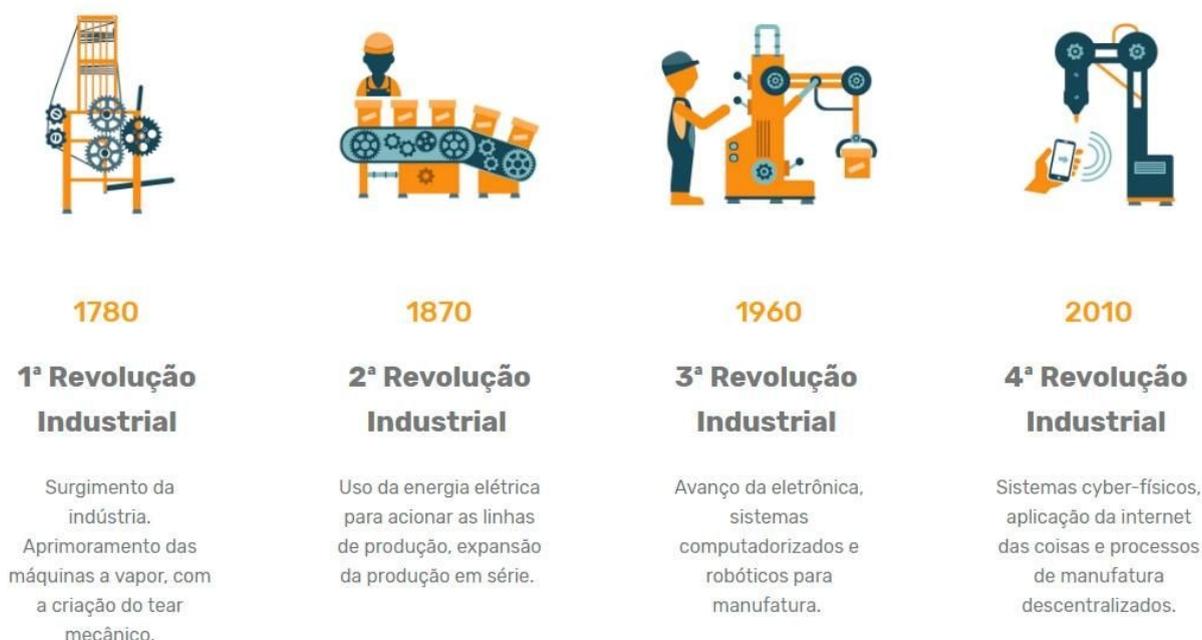
O conceito de Indústria 4.0 foi mencionado pela primeira vez em 2011, na Alemanha (ROBLEK. et al, 2016; SCHWAB,2016), através de incentivos do governo da Alemanha que tinha como objetivo de combinar as novas tecnologias com uma visão de sistemas totalmente interligado e automatizado, onde o mundo real esteja ligado ao mundo virtual, assim, assegurando uso de informações cada vez mais eficientes. (ZAWADZKI; ZYMICKI,2016).

Esse movimento denominado como a revolução da Indústria 4.0, tem como característica de proporcionar grandes avanços tecnológicos em diversas áreas. Essas progressão estão relacionado a um cenário globalizado, onde as empresas buscam almejar vantagens competitivas e duradoura. Essas vantagens tem como base novas estratégias de acompanhar o mercado assim, fazendo melhorias contínua nos processos internos nas empresas, o intuito fundamental é aprimorar os níveis de serviços prestados ao cliente e seus fornecedores, com menor tempo e custo visando uma eficiência cada vez melhor nos processos (CNI,2016).

Ao longo de décadas acompanhamos diversos avanços na tecnologia, assim, decorrendo um desdobramentos do âmbito social, político e principalmente na economia, todos esses

conjunto é denominado como uma revolução industriais (DOMBROWSKI; WAGNER,2014).

Atualmente estamos passando pelo final da terceira Revolução industrial e ao poucos caminhando para quarta revolução industrial (KAGERMANN et al, 2013). A Figura 1 ilustra as Revoluções Industriais e as principais tecnologias de cada era.



Fonte: Auteurs (2017)

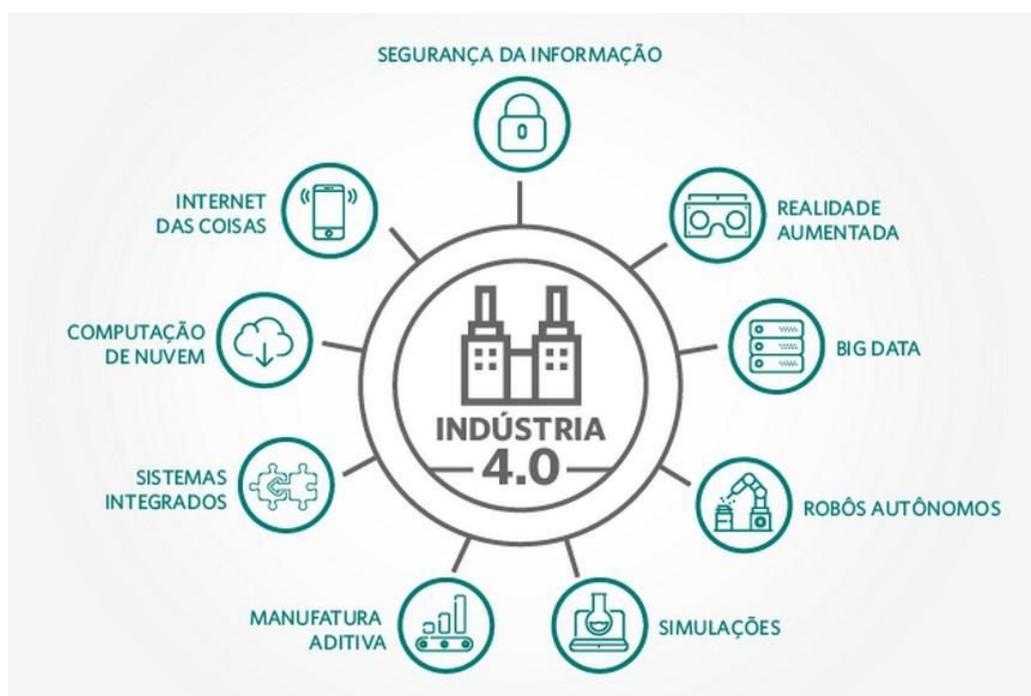
Figura 1 – Revoluções Industriais e suas tecnologias

A chegada da indústria 4.0 promove a informatização da indústria tendo como base as novas tecnologias, fazendo assim, que as empresas fiquem cada vez mais conectada, aprimorando seus processos de manufatura e eficiência, tendo como objetivo um contexto de cria fábricas inteligentes (*Smart Factory*), assim, deixando todos os processos de produção conectado em rede utilizando um sistema de informação, deixando assim, a produção cada vez mais autônoma e inteligente (OLIVEIRA; SIMÕES, 2016).

Com esses sistemas de informação cada vez mais conectados as máquinas podem tomar decisões para melhorar os processos e até reduzir custos, fazendo assim, que o planejamento de controle da produção possam acontecer em tempo real, possibilitando ajustes rápido e a otimização. deixando que as máquinas tomem a decisão de qual momento aumentar a produção ou reduzir a produção além de ligar e desligar. Desta forma, pode ser aumentado uso da capacidade, racionalizando a produção e reduzindo o consumo de energia elétrica (CNI,2016).

De acordo com um relatório publicado pela Confederação Nacional da Indústria (2016), estima-se que , até 2025, os processos da indústria 4.0 poderão reduzir em 40% os custos de manutenção em equipamentos, 20% do consumo de energia e aumentando em 25 % a eficiência do trabalho gerando grandes impactos no PIB brasileiro em aproximadamente US\$ 39 bilhões em até 2030 (SIGAHI; ANDRADE, 2017).

A indústria 4.0 são composta de pilares fundamentais para que haja um desenvolvimento com objetivo de sempre melhorar a eficiência de todos os processos. alguns conceitos são fundamentais tais como a Internet das Coisas (*Internet of things*), Sistemas Cyber-Físicos (*Cyber Physical Sytems*), *Big Data*, Segurança de Dados (*Cybersecuritu*), Realidade Aumentada, Robôs Autônomos, Simulação, Manufatura Aditiva, Nuvem (*Cloud Services*) e Integração Horizontal e Vertical de Sistemas. A Figura 2 mostra as tecnologias desenvolvidas na Indústria 4.0.



Fonte: Rodrigo Fernalda (2017)

Figura 2 - Tecnologias da Indústria 4.0

2.2. Tecnologias desenvolvidas na Indústria 4.0

Internet das Coisas (*Internet of Things*) - Para Ashton et.al (2016) é um conceito simples com uma proposta de desenvolver a internet com objetivos de conectividade com a rede, assim, podendo permitir os envios e o recebimento de dados através do mesmo, de forma totalmente independente e de maneira inteligente.

Neste contexto a Indústria 4.0, a internet das coisa será importante para a conexão entre máquinas através de utilização de sensores e dispositivos eletrônicos, desta forma, permitindo uma facilidade na automação e no controle de produção, deixando assim a indústria cada vez mais inteligente (OLIVEIRA; SIMÕES, 2016).

Sistemas Cyber-Físicos (*Cyber Physical System*) - Para Lee et al, (2008) esse sistema é integrado entre computadores e processos físicos, assim, fazendo um monitoramento que controlam as informações em tempo real. Essa aplicabilidade do sistema garante um grande potencial na produção, fazendo que o sistema otimize a indústria por meio de controle e

monitoramento entre todos os processos de produção assim, atendendo melhor às necessidades dos clientes.

Esse tipo de sistema será muito interligado nas “fábricas do Inteligente (*Smart Factory*), sua arquitetura será baseada na internet assim, facilitando a comunicação entre máquina e os seres humanos (EINSIEDLER, 2013). O CPS são ferramentas muito importante, através de um sistema integrado em uma rede inteligente, podendo desenvolver e gerenciar o Big Data, fazendo assim, uma otimização nos equipamentos e desenvolvendo instrumento cada vez mais inteligentes, adaptáveis e mais confiáveis. (SCHLECHTENDAHL, et al, 2014).

Big Data - Refere-se a grandes quantidades de armazenamento, gerada em tempo real nas empresas, são muito utilizado para o gerenciamento de coletas, informações e cruzamentos de dados, analisando para tomadas de decisões . Segundo Zikopoulos et al. (2012), o Big Data tem quatro aspectos: veracidade, variedade, velocidade e volume. O aspecto da Veracidade refere-se a confiabilidade da informação gerada. A Variedade esta referente a variação dos formatos de dados encontrados, no caso da velocidade descreve a rapidez da informação criada na internet, já o Volume condiz a quantidade de dados recebido pela indústria ao longo do tempo.

O propósito do Big Data na indústria 4.0, é considerar todos os dados relevantes com intuito de transformar-los e processá-lo,s para que, haja uma tomada de decisões mais inteligentes sendo eficientes e cada vez mais eficazes (OLIVEIRA; SIMÕES, 2016).

Segurança dos Dados (*Cybersecurity*) - Todos os dados e informação gerado por todos os departamento dentro da indústria exige uma grande cautela e segurança, assim, sendo umas da mais preocupações e desafiadora na manufatura da indústria 4.0 (SILVEIRA; LOPES, 2016). Para Siveira e Lopes et al. (2016). as falhas encontrada na transmissão e na comunicação entre as máquinas podem gerar grande transtorno na cadeia produtiva, desta forma, deixando a desejar o contexto de automação independente.

Desta forma, todas as tomadas de decisões dentro da empresa deve levar em conta principalmente a segurança de seus dados armazenados, a eficiência dos sistemas o total controle dos equipamentos, assim, dando uma garantia de uma automação cada vez mais independente e inteligente (OLIVEIRA; SIMÕES, 2016).

Realidade Aumentada - A Realidade Aumentada é um conceito que apareceu para revolucionar as interações entre os seres humanos e máquinas (ICHI et al., 2018). Azuma (1997) afirma, a Realidade Aumentada é uma mudança dos ambiente virtuais. Com o conceito de Realidade Aumentada, a Indústria 4.0 criará postos de trabalhos interativos, dessa forma, criando uma interface entre os colaboradores e os produtos digitais, assim, a produtividade aumentará em quase todos os setores da fábrica, desde processos do chão fabril até para suporte da manutenção e treinamentos (ICHI et al., 2018). A Realidade Aumentada propicia experiências colaborativas, podendo ser aplicadas de forma individual e coletiva locais ou remotas (BILLINGHURST, 1999; BENFORD, 1998; KIRNER, 2004). A vantagem da Realidade Aumentada é o uso de ações tangíveis (KAWASHIMA, 2001).

A tecnologia da Realidade Aumentada incorpora novas interfaces entre humanos e máquinas, dessa forma, fabricando aplicações e ativos de Tecnologia da Informação, exibindo os *Key Performance Indicator* (KPY's) e tendo acesso a *feedbacks* em tempo real do processo produtivo, a fim de aprimorar cada vez mais a tomada de decisões (GORECKY, 2014). As

indústrias utilizarão cada vez mais a digitalização e a integração de sistemas verticais e horizontais, digitalizando produtos e serviços, dessa forma o modelo de negócio será digital e facilitará acesso aos clientes, fornecedores, trabalhadores e a sociedade em geral (MORAIS, 2018). Esta é uma tecnologia que já está impactando na Indústria 4.0 e está em andamento nas empresas de países da Europa, Ásia e Estados Unidos (RÜSSMANN et al., 2015).

Robôs Autônomos - O uso de Robôs Autônomos é uma tecnologia muito utilizada nas fábricas desde a década de 1980 (MUSSOMELI e FITZGERALD, 2017). Para Calderone (2016), os robôs estão transformando drasticamente o processo produtivo, como aumentando a qualidade dos produtos finais, redução no tempo de produção e uma maior segurança em todo processo produtivo. A Boston Consulting Group (2015) afirma, os robôs terão interação entres eles, trabalhando de forma muito mais segura junto aos seres humanos e aprendendo junto a eles.

Com o avanço tecnológico da Inteligência Artificial e *Machine Learning*, aumentou-se a capacidade de adaptação e interação aos diferentes sistemas industriais, através disso, os robôs têm poder de decisão e julgamento sobre as tarefas, que antes eram controlados diretamente por humanos (MUSSOMELI e FITZGERALD, 2017). Segundo Rübmann et al. (2015), esta nova geração de robôs possuem uma enorme capacidade de produção e um menor custo se comparado com as gerações anteriores.

Simulação - Para Gavira (2003), a simulação computacional transforma informações em conhecimento, sendo aplicado na tomada de decisões como uma ferramenta eficiente que proporciona aprendizagem no modo de pensar e agilidade na tomada de decisões. Silva et al. (2007), afirma que a simulação ajuda a prevenir problemas e busca solucionar antes que o produto chegue ao cliente final. A simulação é uma ferramenta muito aplicada na manufatura por conta de seus vários benefícios, por conta do aumento produtivo da empresa, maior qualidade nos processos e sua facilidade de ser utilizada por gestores (TORGA, 2007).

Schwab (2016), cita alguns impactos positivos como a aceleração no desenvolvimento de produtos, diminuição do ciclo projeto/manufatura, redução de custos e ciclo de produção, maior personalização, redução dos custos logísticos, dessa forma, gerando grandes economias para a empresa. Aplicar a simulação pode significar com que potenciais soluções sejam ponderadas relação ao alto benefício dos investimento realizados. Essas simulações têm como objetivo alavancar dados em tempo real e espelhar o mundo real no virtual, integrando produtos, máquinas e humanos (RÜSSMANN et al., 2015).

Manufatura Aditiva - Manufatura Aditiva tem um princípio básico de funcionamento, a partir do gerenciamento e objetivo do tri dimensionamento (3D) através de processos de adição de camada por camada. os benefícios dessa nova tecnologia podem ser encontrado em diversos ambientes de pesquisa e desenvolvimento, com isso a manufatura aditiva proporcionam um grande aumento na agilidade e na tomadas de decisões, assim, auxiliando na redução do tempo de desenvolvimento do produto. Isto vai facilitar a obtenção de peças na fase inicial do produto, onde as características mecânicas, vão assemelhar-se aos processos tradicionais (COOPER, 2001; FOGGIATTO et al).

Nuvem (Cloud Services) - Nuvem (*Cloud Services*) refere-se agilidade e facilidade do compartilhamento de dados. Como a Nuvem não é um local físico, várias pessoas podem acessar de diversos locais diferentes o mesmo arquivo desde que todos os usuários tenham o acesso autorizado. Já nas indústrias vai garantir uma agilidade no acesso. A Nuvem vai

garantir que os funcionários interage com arquivos armazenados na nuvem em tempo real. Assim facilitando que todos os departamento tenham uma interação, permitindo uma comunicação rápida com mais flexibilidade e otimizada.(RUBAMANN et al, 2015).

Toda essa flexibilidade vai permitir a otimização computação em nuvem e da computação móvel. Desta forma, a infraestrutura da indústria 4.0 vai acabando envolvendo toda a produção em escala, como as prestação de serviço vai pode ser acessada em diversos lugares a partir da Internet (SHIMMIDT et al, 2015).

Integração Horizontal e Vertical de Sistemas -Para Kagermann et al.(2013), são atuações de sistemas de TI em diferentes níveis de hierárquicos de uma indústria, desta forma, de gerar uma organização automatizada. Toda a base dessa integração vertical vem da utilização de CPS, que vai da uma resposta ágil e eficaz em diferentes situações, tais, como uma conexão de estoque e a demanda de um certo produto, na manutenção e nos casos de atrasos de entrega (ANASTASIA, 2015).

Uma das características dessa interação vertical é a manufatura personificada, ou seja, atender todas às especificações dos clientes de forma individual. Assim a integração vertical vai conceder um ganho expressivo paras empresas, desta forma, tendo mais eficiência dos seus recursos, além do uso específico da energia, dos materiais e da mão de obra (DELOITTE,2015).

Já no caso da interação horizontal vai se caracteriza-se pelas conexões internas e os *stakeholders*, fazendo assim, que empresas nacionais e internacionais fiquem conectadas, diferentes tecnologias são usadas no rastreamento de dispositivos e nos planejamento de execução em tempo real (PWC,2016).

Entretanto, ambos os sistemas vão possuir algumas similaridades, tais, como uso do CPS atuando desde da logística até manufatura e os diversos setores da indústria (DELOITTE,2015). A vantagem deste sistema é o poder de decisão que os clientes vão possuir em toda a produção, tais como o pedido, o desenvolvimento, distribuição dos produtos, ter um controle dinâmico em tempo real, risco, qualidade, preço e sustentabilidade (DELOITTE,2015).

Os desafios para implementação da integração horizontal devem ser superados, tais, a padronização de estratégias, a falta de conhecimento das ferramentas utilizadas pelos funcionários, as responsabilidades legais e a propriedade intelectual (KAGERMANN et al, 2013).

2.3. Desafios e oportunidades da Indústria 4.0 no Brasil

Para a CNI (2016), as principais nações têm colocado o desenvolvimento da Indústria 4.0 como principal estratégia para preservar e aumentar a sua competitividade no mercado. Com a velocidade do desenvolvimento e disseminação destas novas tecnologias, a chegada e consolidação da Indústria 4.0 será muito mais rápida que as anteriores, sendo que a capacidade do Brasil de conseguir competir internacionalmente dependerá da capacidade de promover esta nova revolução (CNI, 2016).

Para o Brasil, torna-se estratégico acelerar o desenvolvimento e difusão destas novas tecnologias da Indústria 4.0, pois o estágio atual de difusão destas novas tecnologias se encontra pouco desenvolvida (IEDE, 2018). Duas pesquisas feitas pela Confederação

Nacional da Indústria (CNI) de abril de 2016, mostraram o baixo conhecimento das empresas sobre a importância das tecnologias da Indústria 4.0 para a competitividade, ao qual, 43% das empresas não conseguiram identificar quais tecnologias, entre 10 opções, poderiam impulsionar a competitividade da indústria, sendo que para as pequenas empresas esse índice sobe para 57% (CNI, 2016). Entre as grandes empresas este índice desce para 32%, mostrando o quão distante estão as empresas brasileiras das tecnologias da Indústria 4.0 (CNI, 2016).

A Indústria 4.0 já pode começar a implementação de tecnologias, adequando o conceito de acordo a nossa realidade nacional (HAHN, 2017). A falta de conhecimento e a cultura de resistência ainda continua sendo um dos principais entraves (ICHI et al., 2018). Para que se consiga difundir essas tecnologias, coloca-se a necessidade de um grande esforço para seja feita esta modernização tecnológica no Brasil (IEDE, 2018). O tema Indústria 4.0 tem estado mais presente nas agendas de instituições públicas e privadas para fomentar cada vez mais o tema, enquanto algumas instituições têm realizado ações para promover a Indústria 4.0 (IEDE, 2018).

A vantagem da implantação do conceito no Brasil, é que não existe a necessidade de passar por todo processo de modernização fabril como tem ocorrido nos outros países, pode-se pular etapas e aproveitar as vantagens que este conceito propões (HAHN FILHO, 2016). Para Hahn Filho (2016), o atual momento econômico e político vivido no Brasil dificulta ainda mais a implementação deste conceito no país, precisando ainda mais de fortes lideranças no país.

A indústria 4.0 no Brasil tem o desafio dos altos investimentos em equipamentos que possam incorporar estas novas tecnologias, adaptar os *layouts* das fábricas, adaptar os processos de produção, mudar as formas de relacionamento das empresas e a criação de novas competências técnicas que serão necessárias para este novo conceito (CNI, 2016).

Apesar de todas essas dificuldades apresentadas, algumas empresas têm começado a implementar este conceito no Brasil, entre elas a Embraer e a Volkswagen do Brasil (CNI, 2016). A Embraer começou a fazer treinamentos de forma virtual em 3D, treinando os trabalhadores um ano antes do que eles irão fazer no chão de fábrica antes de produzir aeronaves, um projeto que teve 12 mil horas de testes antes da aeronave decolar, dessa forma, detectando erros que só seriam encontrados na aeronave em teste no ar (CNI, 2016). Durante a linha de montagem, os colaboradores utilizam *tablets* e computadores com tecnologia de Realidade Aumentada, sempre com vídeo para quando se tiver dúvidas durante a operação, dessa forma, reduzindo em 25% o tempo de montagem (CNI,2016). A Volkswagen do Brasil utiliza desde 2008 os conceitos da Indústria 4.0, com melhoras na eficiência do sistema produtivo (ICHI et al., 2018).

Para iniciar os primeiros passos da Indústria 4.0 no Brasil, a FIESC/CIESC e a Embraco, decidiram fundar em agosto de 2016 a Associação Brasileira de Internet Industrial (ABII), com o objetivo de promover e fortalecer a Internet Industrial, com a criação de fóruns de discussão sobre o tema, intercâmbio de tecnologia e negócios, com o objetivo de desenvolver a economia e a criar empregos no país (HAHN FILHO, 2017).

3. Metodologia

Este trabalho tem como natureza, uma abordagem qualitativa, envolvendo um levantamento bibliográfico sobre os conceito de Indústria 4.0, dos principais pilares tecnológico da Indústria

4.0 e as maiores desafios de se implantar os conceitos da Indústria 4.0 no Brasil. Para a realização deste artigo foram analisados materiais e conteúdos já publicados (livros, publicações em periódicos, artigos científicos, monografias, dissertações, dentre outros) (GIL, 2010; MIGUEL, 2012; PRODANOV; FREITAS, 2013)

4. Considerações finais

Através do rápido avanço tecnológico, a necessidade de qualificação acaba se tornando essencial para a entrada no mercado de trabalho. Novas funções e habilidades serão exigidas para esta nova revolução. Mudanças surgirão nas estruturas organizacionais das empresas, dados e informações serão disponibilizados em tempo real que poderão auxiliar na tomada de decisão. A *Internet* abre a possibilidade de um desenvolvimento e uma produção em parceria com fornecedor e cliente, com a possibilidade de proporcionar ao fornecedor de conhecer dados sobre o processo do seu cliente, dessa forma, fabricando produtos com mais qualidade e no prazo esperado.

A Indústria 4.0 no Brasil se desenvolve de forma lenta e atrasa o desenvolvimento do país em obter novas tecnologias, dessa forma, perdendo a competitividade em relação a países como Alemanha e Estados Unidos. Todas estas novas tecnologias apresentadas poderiam agregar muitos benefícios para as indústrias no Brasil, obtendo muito mais competitividade no mercado internacional. A falta de conhecimento dessas novas tecnologias, somado com a falta de um trabalhador mais qualificado para que possam trabalhar com essas novas tecnologias, torna-se mais difícil ainda para a implementação deste novo conceito.

Diferente das outras revoluções industriais, a Indústria 4.0 ainda caminha de forma lenta e prematura, são tecnologias e inovações que estão chegando para melhorar a qualidade dos serviços e produtos, visando trazer ganhos consideráveis para as empresas que conseguirem implantar de forma plena este novo conceito. Entretanto, o alto investimento necessário para este novo conceito pode ser considerado um desafio para as empresas, mas que com o passar do tempo poderão ficar cada vez mais baratas e acessíveis para as empresas.

5. Referências bibliográficas

ALBERTIN, Marcos Ronaldo et al. *Principais inovações tecnológicas da indústria 4.0 e suas aplicações e implicações na manufatura.* 2017.

ANDRADE, Pedro Simões Antunes Moura. *A Quarta Revolução Industrial e sua relação com a produtividade atual: uma revisão da literatura.* 2017. 51 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Administração) —Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

ASHTON, Kevin. *A Indústria Secreta da Criatividade, 1 ED.* Rio de Janeiro: Sextante, 2016.

BECKER, Adriano; SCHNEIDER, Andressa; ERCICO, Jelson; WERLANG, Ricardo. (2018). *Os conceitos da indústria 4.0 associados a abordagem da capacidade dinâmica.* *Anais da Engenharia de Produção/ISSN 2594-4657*, 2(1), 123-136. 2018.

BRETTEL, Malte; FRIEDERICHSEN, Niklas; KELLER, Michael; ROSENBERG, Marius. *How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective.* *International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering*, v. 8, n. 1, p. 37-44, 2014.

BOSTON CONSULTING GROUP. *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries.* 2015.

CARMONA, André Loch Mesones. *Análise dos impactos da indústria 4.0 na logística empresarial.* 2017. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia de Transportes e Logística) – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Joinville, 2016.

CLAUDIA, Ana; NUNES, Fabiano De Lima; ORSOLIN, Cristina; CHIKA Leonardo; AGUIAR, Natália. *A modularização e a indústria 4.0.* Anais do II SIGEPRO- Simpósio Gaúcho de Engenharia de Produção, Novo Hamburgo-RS, 2017

COOPER, K. G. *Rapid Prototyping Technology Selection and Application.* NY: CRC Press 2001.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil.* 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Indústria 4.0: novo desafio para as empresas brasileiras.* 2016.

DE OLIVEIRA MORAIS, Marcos; DE MOURA, Ilma; DENANI, André Luís. *A integração entre conhecimento, inovação e indústria 4.0 nas organizações/Integration between knowledge, innovation and industry 4.0 in organizations.* Brazilian Journal of Development, v. 4, n. 7, p. 3716-3731, 2018

DO AMARAL AIRES, Regina Wundrack; MOREIRA, Fernanda Kempner; DE SÁ FREIRE, Patricia. *Indústria 4.0: desafios e tendências para a gestão do conhecimento.* SUCEG-Seminário de Universidade Corporativa e Escolas de Governo, v. 1, n. 1, p. 224-247, 2017.

DOMBROWSKI, Uwe, WAGNER, Tobias. 2014. *Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution.* In: Variety Management in Manufacturing, Proceedings of the 47th CIRP Conference on Manufacturing Systems. Procedia CIRP 17, 100-105.

FERNEDA, Rodrigo. *Adoção de tecnologias da indústria 4.0 por firmas do agronegócio do Rio Grande do Sul.* 2018.

FOGGIATTO, J. A., C. H. AHRENS, et al. *Moldes de ABS Construídos pelo Processo de Modelagem por Fusão e Deposição para Injeção de PP e PEBD.* Polímeros: Ciência e Tecnologia, 2004.

HAHN FILHO, José Rizzo. *A Era da Internet Industrial e a Indústria 4.0.* Produção em Foco, v. 6, n. 3, 2016.

HEIDRICH, Felipe; FACÓ, Júlio; REIS, Cristina Fróes De Borja. *O impacto competitivo na indústria brasileira com a aplicação dos conceitos competitivos da Indústria 4.0.* Anais do SIMPOI 2017, São Paulo, 2017.

ICHI, Felipe Shigueyuki et al. *Os desafios da Indústria 4.0 no Brasil: Um novo conceito de gestão no mercado competitivo.* 2018.

MATHIOLA, Luan Dela Vedova et al. *Indústria 4.0: um constructo teórico no setor automotivo.* 2017. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Automotiva) - Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Joinville, 2017.

MENDES, Cleiton Rodrigues; SIEMON, Franz Biondi; CAMPOS, Milena Monteagudo. *Estudo de caso da indústria 4.0 aplicados em uma empresa automobilística.* 2017. POSGERE – Revista para pós-graduandos. São Paulo.

NAKAYAMA, Ruy Somei. *Oportunidades de atuação na cadeia de fornecimento de sistemas de automação para indústria 4.0 no Brasil.* 2017. 240f. Dissertação de Doutorado em Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

OLIVEIRA, Fernanda Thaís; SIMÕES, Wagner Lourenzi. *A indústria 4.0 e a produção no contexto dos estudantes da engenharia.* Simpósio de Engenharia de Produção, Goiás, 2017.

PACHECO, Fabiana Beal; KLEIN, Amarolinda Zanela; DA ROSA RIGHI, Righi. *Modelos de negócio para produtos e serviços baseados em internet das coisas: uma revisão da literatura e oportunidades de pesquisas futuras.* REGE-Revista de Gestão, v. 23, n. 1, p. 41-51, 2016.



VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ponta Grossa, PR, Brasil, 05 a 07 de dezembro de 2018

SCHLECHTENDAHL, Jan et al. *Making existing production systems Industry 4.0-ready: Holistic approach to the integration of existing production systems in Industry 4.0 environments.* Production Engineering, v. 9, n. 1, p. 143–148, 2014.

SIGAHI, T. F. A. C.; ANDRADE, B. C. *A Indústria 4.0 Na Perspectiva da Engenharia de Produção no Brasil: Levantamento e Síntese de Trabalhos Publicado em Congressos Nacionais.* XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2017.

SILVA, Ana Cláudia Silva; NUNES, Fabiano De Lima. *Indústria 4.0: proposta de mapa conceitual.* XXXVII Encontro Nacional De Engenharia De Producao, Joinville, 2017.

SILVEIRA, Cristiano; LOPES, Guilherme. *O que é Indústria 4.0.* Citisystems, 2016.

SOARES, Fernando. *Novo mercado.* 2017.

STHEL, João Paulo Verissimo et al. *A engenharia química no contexto da indústria 4.0: estudo de caso em uma usina de etanol.* Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal Fluminense, UFF, Niterói, 2018.

STOCK, T.; SELIGER, G. *Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0.* 13th Global Conference on Sustainable Manufacturing - Decoupling Growth from Resource Use. 2016.

TROPIA, Célio Eduardo ZACHARIAS; Silva, Pedro Paulo; DIAS, Ana Valéria Carneiro. *Indústria 4.0: uma caracterização do sistema de produção.* 2017.

VERMULM, Roberto. *Políticas para o desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil.* 2018.

ZAWADZKI, Przemyslaw; ŻYWICKI, Krzysztof. *Smart product design and production control for effective mass customization in the Industry 4.0 concept.* Management and Production Engineering Review, v. 7, n. 3, p. 105-112, 2016.

ZIKOPOULOS, P., Deroos, D., PARASURAMAN, K., DEUTSCH, T., Giles, J., & CORRIGAN, D. *Harness the power of big data: The IBM big data platform.* 2012. New York, NY: McGraw-Hill.