

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS.

PRÓ-REITORIA DE ENSINO

CAMPUS MANAUS CENTRO

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA MECÂNICA

CLÁUDIO VICTOR AZEVEDO GUTERRES

A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL - INDÚSTRIA 4.0: COMO OS
ESTUDOS ACADÊMICOS ESTÃO TRATANDO ESSA TEMÁTICA?

MANAUS - AMAZONAS

2021

CLÁUDIO VICTOR AZEVEDO GUTERRES

A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL - INDÚSTRIA 4.0: COMO OS ESTUDOS ACADÊMICOS ESTÃO TRATANDO ESSA TEMÁTICA?

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Mecânica do Campus Manaus Centro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Ailton Gonçalves Reis

MANAUS - AMAZONAS

2021

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

G983q Guterres, Cláudio Victor Azevedo.

A quarta revolução industrial - indústria 4.0: como os estudos acadêmicos estão tratando essa temática? / Cláudio Victor Azevedo Guterres. – Manaus, 2020

51 p. : il. color.

Monografia (Engenharia Mecânica). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus Manaus Centro*, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Ailton Gonçalves Reis.

1. Engenharia mecânica. 2. Indústria 4.0. 3. Quarta revolução industrial. I. Reis, Ailton Gonçalves. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 621

FOLHA DE APROVAÇÃO

CLÁUDIO VICTOR AZEVEDO GUTERRES

A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL - INDÚSTRIA 4.0: COMO OS ESTUDOS ACADÊMICOS ESTÃO TRATANDO ESSA TEMÁTICA?

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi defendido e considerado aprovado para obtenção do Título de Engenheiro Mecânico em sua forma final pelo Curso De Bacharelado em Engenharia Mecânica.

Manaus, 06 de abril de 2021.

Banca Examinadora

(Assinado digitalmente em 11/05/2021 13:25)

AILTON GONCALVES REIS

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

Matricula: 709656

(Assinado digitalmente em 07/05/2021 10:49)

JUAN GABRIEL DE ALBUQUERQUE RAMOS

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

Matricula: 1976670

(Assinado digitalmente em 10/05/2021 14:49)

PLACIDO FERREIRA LIMA

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

Matricula: 981395

MANAUS - AMAZONAS

2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por me conceder vários momentos inesquecíveis não só na vida pessoal como também no início da jornada profissional e esta jornada acadêmica na qual estou encerrando o primeiro parágrafo do meu livro pessoal acadêmico.

.Aos meus pais, familiares e amigos que sempre estiveram ao meu lado me auxiliando, "cutucando", e também quero agradecer a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram nesse processo.

Em especial meu agradecimento é para o Professor Ailton Gonçalves Reis por sua resiliência e paciência na qual sempre teve com a minha pessoa, principalmente pelo momento em que o mundo está passando devido a este vírus, enfim, meu muito obrigado.

"Quando a tecnologia sem fio for perfeitamente aplicável, a Terra inteira será convertida em um imenso cérebro, o que de fato é com todas as coisas partículas de um todo real e rítmico".

(Nikola Tesla)

RESUMO

O mundo está passando por diversas mudanças e paradigmas, a quarta revolução industrial ou indústria 4.0, é uma revolução a qual provocará mudanças no comportamento social, econômico e que mostrará novas formas de mercado e indústrias com uma interação maior do que já vista antes. Essas interações vêm por meio de funções de como essa quarta revolução industrial tem como base de sistema como: Internet das Coisas, Big data, fábricas inteligentes e Cyber segurança, computação nuvem, impressão 3D. Este trabalho busca apresentar como a academia esta apresentando este conceitos dessa nova revolução. Além disso, este estudo facilitará para que os leitores ampliem sua visão para a importância na qual estamos vivenciando.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Academia, Interações, Internet das coisas.

ABSTRACT

The world is undergoing several changes and paradigms, the fourth industrial revolution or industry 4.0, is a revolution which will bring about changes in social, economic behavior and which will show new forms of market and industries with greater interaction than previously seen. These interactions come through functions of how this fourth industrial revolution is based on a system such as: Internet of Things, Big data, smart factories and Cyber security, cloud computing, 3D printing. This work seeks to present how the academy is presenting these concepts of this new revolution. In addition, this study will make it easier for readers to broaden their view to the importance in which we are experiencing.

Keywords: Industry 4.0, academy, interactions, internet of things.

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

FIGURA 1-Pilares.....	12
FIGURA 2 -Autoavaliação.....	14
FIGURA 3 Protótipo.....	15
FIGURA 4 -Produtividade.....	15
FIGURA 5 - Teste Antes Da Produção.....	17
FIGURA 6 - Conectividade.....	18
QUADRO 1 - Medidas.....	19
FIGURA 7 - Pilares Da Indústria 4.0.....	21
GRÁFICO 1 - Quantidade De Publicações Por Estado.....	33
GRÁFICO 2 - Domínio Do Estado De São Paulo.....	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. DO TEAR MECÂNICO ÀS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS DA TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL, COMO OCORREU ESSE PROCESSO?.....	3
2.1. A PRIMEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	3
2.1.2 A SEGUNDA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	6
2.1.3 A TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	8
3 A INDÚSTRIA 4.0 OU A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	10
3.1 FASES DA INDÚSTRIA 4.0.....	12
3.2 PILARES DA INDÚSTRIA 4.0.....	21
3.3 DIFICULDADES DA INDÚSTRIA 4.0.....	27
3.3.1 FALTA DE CONHECIMENTO	27
3.3.2 ALTO CUSTO DE IMPLANTAÇÃO	27
3.3.3 QUALIFICAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS.....	27
3.3.4 AUSÊNCIA DE INFRAESTRUTURA E INCENTIVOS.....	27
3.3.5 INEXPERIÊNCIA NO PROCESSO DE TRANSIÇÃO	28
4.0 METODOLOGIA.....	29
4.1 ESTUDO DE VERIFICAÇÃO.....	29
4.2 MÉTODOS PARA ESSA PESQUISA.....	30
4.3 CRITÉRIOS PARA EXCLUSÃO E INCLUSÃO.....	30

5. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	31
5.1 PALAVRAS CHAVES.....	36
5.2 POSSÍVEIS SOLUÇÕES PARA OS DESAFIOS DA SUA IMPLEMENTAÇÃO NO BRASIL.....	37
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38

1. INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 nasceu com propósito de tornar os mercados mais competitivos e dinâmicos e um dos grandes diferenciais almejados é a eliminação da falha humana nos processos que envolvem a produção industrial e está centrada na junção de diversas tecnologias como, (*IOT*¹) Internet das coisas, (*Bigdata*) grande análise de dados, *Sistemas Ciber* - Físicos e Segurança de dados, porém existem muito mais ferramentas que fortalece a atuação dessas tecnologias como, por exemplo, a *Cloud Computing*, *Augemented Reality*(*computação em nuvem, realidade aumentada*) dentre outros e o fundamental, as pessoas. De certo que esta revolução é fato consumado e que só tende a nos proporcionar vantagens nos mais diversos âmbitos.

O impacto na qual essa revolução está trazendo para a sociedade como um todo não tem precedentes. O comportamento humano sofrerá mudanças tanto no estilo de vida, quanto no trabalho e na sua maneira de se relacionar, com o agregado dessas inovações tecnológicas o impacto não será só na indústria, mas também haverá mudanças nos âmbitos sociais e econômicos da sociedade.

Com todas essas inovações, será necessário um investimento em pesquisas e no desenvolvimento contínuo dos processos e serviços para que a adaptação aconteça. Aos entusiastas e mais otimistas em relação á essa nova realidade, os benefícios são incontáveis, para aqueles que se empenhar nessa inovação, a revolução pode impactar positivamente a qualidade de vida de populações inteira.

Em detrimento aos acontecimentos e impactos que esta quarta revolução industrial causará não só no contexto brasileiro, o espaço acadêmico não pode está a margem dessas mudanças. Neste sentido é importante entender como meio acadêmico está tratando desta temática. Desta forma, a pergunta norteadora desse Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é: como a academia brasileira está fundamentando a indústria 4.0 no Brasil?

¹ Do inglês internet of things- *internet das coisas*

Neste contexto este trabalho tem como objetivo geral: apresentar os principais trabalhos acadêmicos e conceitos da Indústria 4.0 no Brasil.

Deste objetivo decorrem quatro outros específicos, quais sejam:a) Verificar os processos para a sua implementação no Brasil;b) Analisar os trabalhos acadêmicos apresentados para essa tecnologia no Brasil;c) Apresentar soluções cabíveis para a sua implementação.

Os referenciais teóricos brasileiros seguem os autores brasileiros que tratam da temática 4.0, dentre eles destacamos: Klaus Schwab (2016), Boettcher (2015), Cavalcante (2019), dentre outros.

A metodologia segue as características da pesquisa bibliográfica, entendida como um levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos e páginas de web sites.

A realização deste trabalho tem por característica evidenciar o atual momento a qual estamos passando, na qual é um princípio de uma nova era e que está mudando o modo como vivemos, nos relacionamos e como estamos interagindo com essa nova revolução. Desse modo, por estarmos no início desta revolução os conceitos e ideias estão em um estado inicial.

Este TCC está formatado em 6 capítulos, quais sejam: o primeiro é a própria Introdução, a qual apresenta todas as características do TCC - tema, delimitação do tema, problemática, hipóteses, justificativas.

O segundo capítulo é o Referencial Teórico que apresenta como ocorreu toda a linha do tempo das Revoluções Industriais até a chegada da Quarta Revolução Industrial.

No terceiro capítulo irá ser apresentada a Indústria 4.0, no quarto capítulo a metodologia do trabalho na qual foi explicado como obtemos as informações e os critérios desta pesquisa. No quinto capítulo foi apresentado os resultados obtidos com esta pesquisa No sexto capítulo foi colocado a meu ponto de vista e expectativas deste trabalho

2. DO TEAR MECÂNICO ÀS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS DA TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL, COMO OCORREU ESSE PROCESSO?

Este trabalho tem como caráter uma forma bibliográfica na qual buscar analisar o comportamento da academia mediante as inovações desta nova Revolução Industrial.

Conforme Schwab (2016), Independentemente das circunstâncias, a palavra revolução é invariavelmente associada a mudanças profundas e a ruptura com uma realidade anterior. Karl Max dizia que as revoluções são a locomotiva da história. E ao longo dos tempos, inúmeras revoluções, desencadeadas principalmente por novas tecnologias e por novas formas de perceber o mundo, provocaram mudanças nos sistemas econômicos e nas estruturas sociais.

Sendo assim, para entendermos o que é a indústria 4.0 precisamos compreender quais foram às outras revoluções industriais que já ocorreram em nossa história.

2.1 A PRIMEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.

Segundo Sousa (2014) a Primeira Revolução Industrial (PRI) corresponde à primeira fase da Revolução Industrial, período caracterizado pelo grande desenvolvimento tecnológico iniciado na Europa e que, posteriormente, espalhou-se pelo mundo, provocando inúmeras e profundas transformações econômicas e sociais. A primeira fase da PRI iniciou-se por volta de 1760, marcando a transição de um sistema feudal para o sistema capitalista, e durou até meados de 1850, quando, então, iniciou-se a segunda fase da Revolução Industrial.

Considerando que a PRI teve início na Inglaterra, as mudanças, ao longo dessa fase, estavam limitadas ao domínio inglês. Porém, ao longo do desenvolvimento de novas tecnologias e aprimoramentos de técnicas essas transformações espalharam-se pelo mundo todo, sendo, portanto, fundamental para entender a atual configuração da sociedade. (SOUSA, 2014).

A mesma autora indica que a PRI foi dividida em três momentos², baseadas nos avanços tecnológicos alcançados e suas conseqüentes transformações. Assim, a principal característica desse fase é a mudança do processo produtivo.

Anteriormente, o trabalho era feito de forma artesanal constituído por mulheres, homens e crianças, que o desenvolvia em suas casas ou em oficinas. Com a Revolução Industrial, esse trabalho passou a ser desenvolvido em fábricas com a utilização de máquinas. Antes, a execução de trabalho que era feita manualmente demandava muito tempo, visto que os trabalhadores precisavam realizar todas as etapas do sistema produtivo. (SOUSA,2014, s/p).

Com o avanço tecnológico, foi possível desenvolver máquinas capazes de aperfeiçoar o tempo, possibilitar a produção em maior escala e, conseqüentemente, o aumento dos lucros. Nesse período, passa a existir o que conhecemos por divisão do trabalho. Cada operário passa então a exercer apenas uma etapa da produção e não todas as etapas como eram feita anteriormente (matéria-prima à comercialização). (SOUSA, 2014).

Essa nova forma de negócio permitiu o surgimento do trabalho assalariado, ou seja, o trabalhador que antes controlava o processo produtivo passa a ser um funcionário que recebe uma remuneração pela sua produção. Sendo assim, a mão de obra passa a ser vendida, significando o surgimento de novas relações de trabalho. (SOUSA, 2014).

Como já afirmado A Inglaterra foi à pioneira da Revolução Industrial. Mas qual o motivo para isso? O país foi o pioneiro por diversos fatores. Primeiramente, é preciso mencionar o surgimento de uma classe social no território inglês, isto é, a burguesia, promovida pela Revolução Inglesa. Os burgueses detinham o capital necessário para investir e, portanto, passaram a financiar a indústria, adquirindo propriedades rurais, matéria-prima e possibilitando a modernização dos meios de produção. (SOUSA,2014).

Além disso, geograficamente, a Inglaterra era também privilegiada, sendo, dessa forma, um dos fatores mais decisivos para que o país

²Três momentos: Primeira Revolução Industrial 1760 à 1850; Segunda Revolução Industrial 1850 à 1945; Terceira Revolução Industrial 1950 até os dias atuais.

progredisse nesse período. A Inglaterra possuía acesso ao comércio marítimo, facilitando a exploração de novos mercados e aumentando a zona de livre comércio. A o tornar-se uma grande potência marítima, o país acabou acumulando capital que passou a ser investido nas fábricas. (SOUSA, 2014).

Sousa (op.cit) chama atenção para o fato que a principal indústria no período da PRI era têxtil. Nesse período, surgiram diversas indústrias de tecidos de algodão que utilizavam o tear mecanizado. A produção desses tecidos era destinada à exportação, sendo um dos maiores impulsionadores da economia inglesa.

O desenvolvimento tecnológico alcançado nesse momento possibilitou que novas técnicas e maquinários fossem introduzidos na produção têxtil. Assim, foram criadas máquinas, como *Spinning Jenny*³, *Spinning frame*⁴, *Spinning mule*⁵ e *water frame*⁶, capazes de tecer fios e aumentar a produção que antes era feita manualmente. (SOUSA,2014).

Consoante a mesma autora, A Primeira Revolução Industrial provocou intensas transformações no sistema produtivo. Surgiram as indústrias e um novo modo de produção: a manufatura deu lugar à maquina fatura⁷. Houve aumento da mão de obra e sua conseqüente desvalorização. Novas relações de trabalho de surgiram mediante a existência de duas classes: a burguesia e o proletariado. Os trabalhadores passaram a exercer funções específicas. Os salários recebidos eram baixos e as cargas horárias extenuantes.

A Inglaterra industrializou-se em um primeiro momento e posteriormente outras nações. A máquina introduzida nas fábricas

³ Do inglês *Spinning Jenn*, é uma máquina de fiação multi-fusos e que foi um dos principais desenvolvimentos na industrialização do tecido.

⁴ Do inglês *Spinning fram*, é uma invenção da Revolução Industrial para fiar fios ou fios de fibras como lã

⁵ Do inglês *Spinning mule*, é uma máquina utilizada para fiar algodão e outras fibras têxteis.

⁶ Do inglês *water frame*, é uma máquina de fiar movida por uma roda d'água.

⁷ Máquina fatura, entendemos que o autor quis relatar que a época estava passando por transformações, caracterizando-se pelo emprego maciço de máquinas e fontes de energia como o carvão mineral e o petróleo, produção em larga escala, grande divisão e especialização do trabalho.

possibilitaram o aumento da produção em menos tempo, aumento dos lucros e o desenvolvimento da economia. Nessa fase, foram utilizadas as máquinas de fiar nas indústrias têxteis; o tear mecanizado para a produção de tecidos e a máquina a vapor utilizado nas indústrias têxteis, nas usinas de carvão e de ferro, nos meios de transporte, como o navio a vapor e a locomotiva. (SOUSA,2014).

2.1.2 A SEGUNDA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.

Esta etapa ocorreu no período de 1860 à 1900, ao contrário da Primeira Revolução, países como Alemanha, França, Rússia e Itália também se industrializaram. (BOETTCHER, 2015).

O mesmo autor alega que o emprego do aço, a utilização da energia elétrica e dos combustíveis derivados do petróleo, a invenção do motor a explosão, da locomotiva a vapor e o desenvolvimento de produtos químicos foram as principais inovações desse período.

Ainda consoante a Boettcher (2015), conforme o crescimento e a necessidade de novos processos principalmente na Indústria eram perceptíveis que as necessidades crescentes por novas tecnologias se tornou uma demanda comum a qualquer nação ou dono de indústria que quisesse ampliar seus próprios negócios. Dessa forma, o modelo industrial estipulado no século XVIII sofreu diversas mudanças e aprimoramentos que marcaram essa busca constante por mudanças. Particularmente, podemos ver que a partir de 1870, uma nova onda sedimentou a chamada Segunda Revolução Industrial.

Nessa nova etapa, o emprego da energia elétrica, o uso do moto à explosão, os corantes sintéticos, a produção do aço e do alumínio em escala e a invenção do telégrafo estipularam a exploração de novos mercados e a aceleração do ritmo industrial. Dessa forma, percebemos que vários cientistas passaram a se debruçar na elaboração de teorias e máquinas capazes de reduzir os custos e o tempo de fabricação de produtos que pudessem ser consumidos em escalas cada vez maiores. (BOETTCHER, 2015).

Nesse período também deu-se início ao Fordismo, termo criado por Henry Ford, em 1914 refere-se aos sistemas de produção em massa em gestão. Trata-se de uma forma de racionalização da produção capitalista baseada em inovações técnicas e organizacionais que se articulam tendo em vista, de um lado a produção em massa e, do outro, o consumo em massa. Ou seja, esse conjunto de mudanças nos processos de trabalho levou uma semi automatização nas linhas de montagem é intimamente vinculado as novas formas de consumo social. (BOETTCHER, 2015).

Boettcher (2015), Por meio dessas inovações, as indústrias puderam alcançar lucros cada vez maiores e dinamizar o processo que se dava entre a obtenção da matéria-prima e a vendagem do produto ao consumidor final. Ao mesmo tempo, o controle mais específica sobre os gastos permitiram o cálculo preciso das margens de lucro a serem obtidas com um determinado artigo industrial. Assim, o capitalismo rompia novas fronteiras e incidia diretamente na aceleração da economia mundial. Neste período Estados Unidos, Alemanha, Japão e França se tornaram líderes globais de tecnologia.

Conforme Gasparin (2005), o objetivo maior dos homens neste período era aprender uma profissão para poder fazer parte do mercado de trabalho. A função da escola, portanto, era preparar esses homens a fim de que fossem úteis e tivessem as características necessárias ao manuseio das novas tecnologias incorporadas aos processos de produção.

O avanço tecnológico que se dava na sociedade industrial, também fez parte da educação formal instituída nesse período. As escolas tiveram que se deparar com inovações para as quais não tinham domínio: os professores não haviam sido formados para trabalhar com a tecnologia que a Revolução Industrial requeria. A classe hegemônica dava suporte para que não faltasse às escolas todo material didático necessário á aquisição de habilidades requeridas ao modo de produção em questão. Contudo, muitos desses materiais ficaram em desuso já que não havia pessoas preparadas o suficiente para utilizá-los nas escolas. (GASPARIN, 2005),

2.1.3 A TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.

O princípio desta Revolução Industrial teve seu início pós Segunda Guerra Mundial⁸, quando os países como os Estados Unidos e seus aliados europeus e asiáticos, apoiado pelo plano Marshall (que foi um projeto de recuperação econômica dos países no contexto após a Segunda Guerra Mundial, pois vários países estavam com suas economias desestruturadas) tiveram um crescimento acelerado. (CAVALCANTE, 2019).

Conforme Coelho (2016), nas décadas de 1950 e 1970 começou-se a desenhar aquela que viria a ser considerada a Terceira Revolução Industrial (TRI), a revolução digital, com a proliferação e uso dos semicondutores, dos computadores, automação e robotização em linhas de produção, com informação armazenada e processada de forma digital, as comunicações, os telefones móveis e a internet.

Assim para o mesmo autor as bases da TRI foram a introdução de novas tecnologias no processo produtivo, como a robótica e a informática, o que possibilitou o aumento da produtividade dos países envolvidos, tornando-os ainda mais competitivos, e acelerando o processo de recuperação e desenvolvimento econômico. (COELHO, 2016)

Boettcher (2015), entende que esta Revolução foi um processo de inovação tecnológica marcada pelos avanços no campo da informática, da robótica, das telecomunicações, dos transportes, da biotecnologia e química fina, além da nanotecnologia. No entanto mesmo não havendo consenso entre os especialistas sobre o início da TRI, a maioria dos autores data a década de 1970 como determinante para alavancar esse período no mundo da indústria.

Consoante ao mesmo autor a Revolução Técnico-Científica e informacional também é caracterizada por uma profunda alteração nos modos de produção adotados pelas grandes corporações no mundo. Antes, o modelo

Para Coggiola (2015), A Segunda Guerra Mundial teve um ponto de vista dos interesses estratégicos em jogo caracterizadas já em 1940 as causas da Segunda Mundial como sendo a rivalidade entre os impérios coloniais velhos e ricos: a Grã-Bretanha e a França, e os bandidos imperialistas atrasados: Alemanha e Itália, a contradição econômica mais forte que conduziu à guerra de 1914 -1918 foi a rivalidade entre a Grã-Bretanha e a Alemanha. A participação dos Estados Unidos na guerra foi uma medida preventiva. (COGGIOLA, 2015,s/p).r

taylorista/fordista era predominante, caracterizado pela produção em massa de mercadorias.

Outro aspecto importante é a descentralização industrial. Isso acontece porque as inovações nas técnicas de comunicação e transporte, como a internet e o avião a jato, permitem que as indústrias migrem para qualquer região que lhe seja vantajosa, onde podem encontrar abundâncias de matérias primas, mão de obra mais barata, leis ambientais menos eficientes e um maior e mais amplo mercado consumidor. Isso caracteriza a base para a expansão das multinacionais, embora o surgimento dessas tenha ocorrido antes da Terceira Revolução Industrial. (BOETTCHER, 2015).

Nas sociedades capitalistas, sobretudo nas mais industrializadas, a criação de tecnologias altamente sofisticadas melhora o desempenho e a produtividade do trabalho, cria produtos de melhor qualidade e barateia custos de produção das empresas. A difusão dos serviços de telefonia por cabos oceânicos ou por meio de satélites, a informatização das empresas e a transmissão de dados pela Internet permitem, por exemplo, a integração simultânea entre sedes de indústrias, bancos e bolsas de valores do mundo todo. O transporte em massa de pessoas e mercadorias por navios e aviões de grande porte tornou muito mais intensos os negócios empresariais e o comércio internacional. (BOETTCHER, 2015).

3 A INDÚSTRIA 4.0 OU A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.

Esta Revolução teve sua origem em uma feira ⁹de 2011 em Hannover na Alemanha, um grupo de trabalho que foi financiado pelo governo alemão, elaborou esse conceito e publicou para o mundo inteiro. (SCHWAB, 2016).

Sua principal característica é a junção do mundo físico, do mundo virtual e do mundo biológico. É também a integração e a convergência de várias ciências e suas tecnologias tais como: Tecnologia da informação, Tecnologia da automação, Engenharia elétrica, Engenharia mecânica, Engenharia da biologia, Engenharia de produção dentre outras ciências. (CAVALCANTE, 2019).

Uma definição para este tema seria combinação dessas ciências e suas tecnologias que estão fomentando a Indústria 4.0, é de se enxergar que essas tecnologias não surgiram em 2011, elas podem ter surgidos antes ou até mesmo depois. (SCHWAB, 2016).

Um dos grandes propósitos da indústria 4.0 é obter a eficiência, produtividade assim reduzindo custos, agregando a qualidade e a segurança dos processos que ocorrem na fábrica.

Consoante a Agência Brasileira de Desenvolvimento e Indústria (ABDI) após a inicialização do conceito da Indústria 4.0 no Brasil, teremos uma economia de aproximadamente de R\$ 73 bilhões por ano em todos os setores.

Um dos principais triunfos da Indústria 4.0 é o monitoramento do chão de fábrica, sabendo o quanto está produzindo e o quanto está deixando de produzir através de sensores que estão conectados a cada produto que está passando na linha de produção. Esses sensores são interligados à um sistema que por sinal monitora cada produto que fornece essa informação a um gigantesco banco de dados que é a nuvem¹⁰. (ABDI, 2014).

⁹ Feira, tratava-se de um projeto de estratégias elaborado pelo governo alemão com foco em soluções tecnológicas.

¹⁰ Nuvem, A computação em nuvem permite às empresas acessar recursos computacionais abundantes como um serviço e a partir de distintos dispositivos remotos.

Essa configuração gera muita informação que a nossa *Big data*,¹¹ podendo ser atrelada com outras variáveis gerando informação em tempo real para um diretor, supervisor e um coordenador. (ABDI, 2014).

A difusão da Indústria 4.0 vai requerer um esforço de superação de gargalos regulatórios¹² e de infraestrutura tecnológica, semelhantes aos que objetivou o movimento pela qualidade industrial que começou a se constituir no país, tardiamente, apenas nos anos 1990, como consequência da falta de estratégia e do imobilismo da política industrial brasileira. (KUPFER, 2016).

Ainda consoante ao Kupfer, (2016), a Indústria 4.0 é corresponde às inovações incrementais que decorrem da incorporação e, principalmente da integração de tecnologias já disponíveis ou emergentes e que, portanto, já fazem parte do estado da arte¹³. Assim, seus desafios estão muito mais em um plano de escala e massificação do uso do que no desenvolvimento da abordagem da inovação.

Kargemann (2013) citado por Gasparett e Souza (2018), com o desenvolvimento da quarta revolução industrial, empresas serão capazes de customizar produtos e serviços de forma lucrativa, de acordo com as características exigidas pelos clientes. Nessas organizações haverá maior flexibilidade na produção e redução de retrabalho, visto que alterações nos produtos poderão ser realizadas a qualquer tempo e falhas serão identificadas ainda na produção. Em decorrência, haverá melhorias nos processos produtivos na engenharia de produtos, na cadeia de suprimentos e no gerenciamento do ciclo de vida.

Schwab (2016) citado por Israely (2019). Os impulsionadores tecnológicos da Indústria 4.0 são qualificados em três classes: Física, digital e biológica, todas inter-relacionadas. Na classe física estão os veículos autônomos, a manufatura aditiva (impressão 3D), a robótica e os novos materiais (mais leves, recicláveis, fortes e adaptáveis). A classe digital

¹¹ *Big data*, esta definição vai está esclarecida no item H na página 24 deste trabalho.

¹² Gargalo Regulatório, entendemos que o autor está se referindo a termos burocráticos que existem no Brasil

¹³ Já fazem parte do estado da arte, compreendemos que o autor está relatando que já possui tecnologias no seu ápice, portanto a Indústria 4.0 veio para unir essas tecnologias.

compreende *internet das coisas* e os sensores, e a biológica refere-se ao sequenciamento genético e à biologia sintética.¹⁴

Essas classes são mais comumente conhecidas como por: *Internet das coisas*, impressão 3D, computação em nuvem, Big Data, fábricas inteligentes e *cyber* segurança. Cada um deles serão discriminado a seguir.

3.1 FASES DA INDÚSTRIA 4.0

A ABDI divide a Quarta Revolução Industrial em 10 fases, as quais serão discriminadas individualmente a seguir:

1ª fase - O ponto começa com a compreensão do conceito de Indústria 4.0 pela empresa, buscando avaliar como está hoje e para onde pode ir.

Figura 1 Pilares



Autor: ABDI (2014)

2ª fase - Fazer uma autoavaliação da empresa que pode ser medido pelo grau de maturidade que a empresa possui.

Step 1 - Processos manuais, ausências de sistemas,

Step 2 - Controle por código de barras,

Step 3 - Adoção de CAD, desenhada e parametrizada.

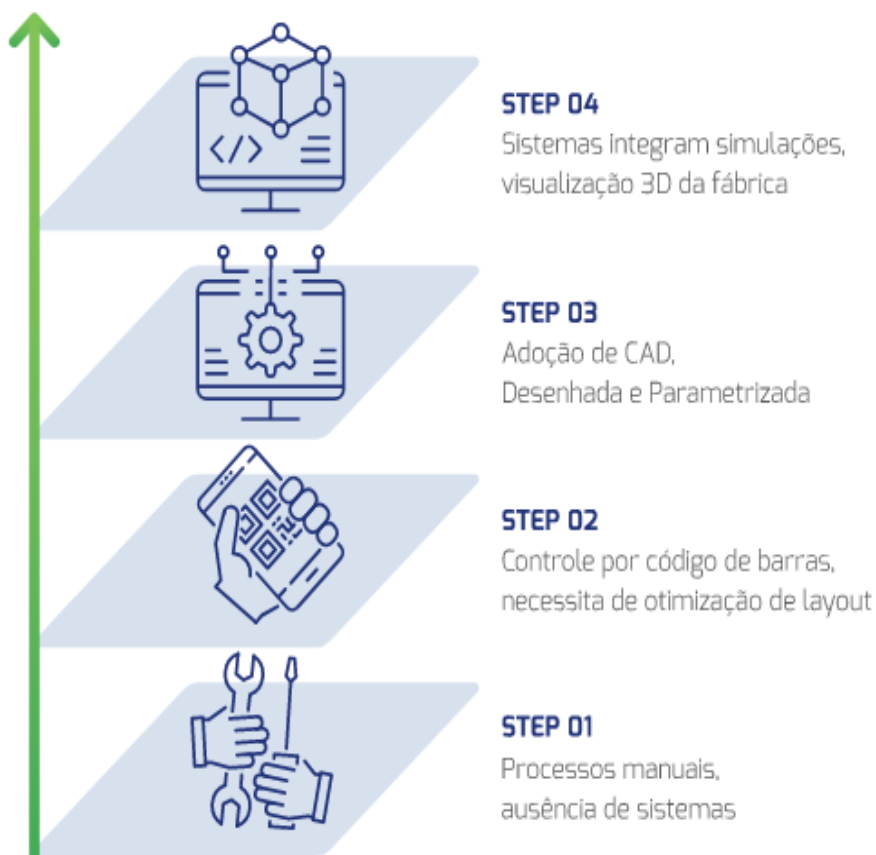
¹⁴ Biologia Sintética, A **biologia sintética na Indústria 4.0** é definida pelo governo federal como “a convergência de novos desenvolvimentos tecnológicos nas áreas de química, **biologia**, ciência da computação e engenharia, permitindo o projeto e construção de novas partes biológicas tais como enzimas, células, circuitos genéticos

*Step 4*¹⁵ - Sistemas integram simulações, visualização 3D da fábrica. (ABDI, 2014,s/p)

Em seguida é necessário saber quem são os parceiros tecnológicos e de negócios e como eles podem contribuir nessa jornada para o modo 4.0

¹⁵ Termo utilizado na língua inglesa: STEP.

Figura 2 Autoavaliação.

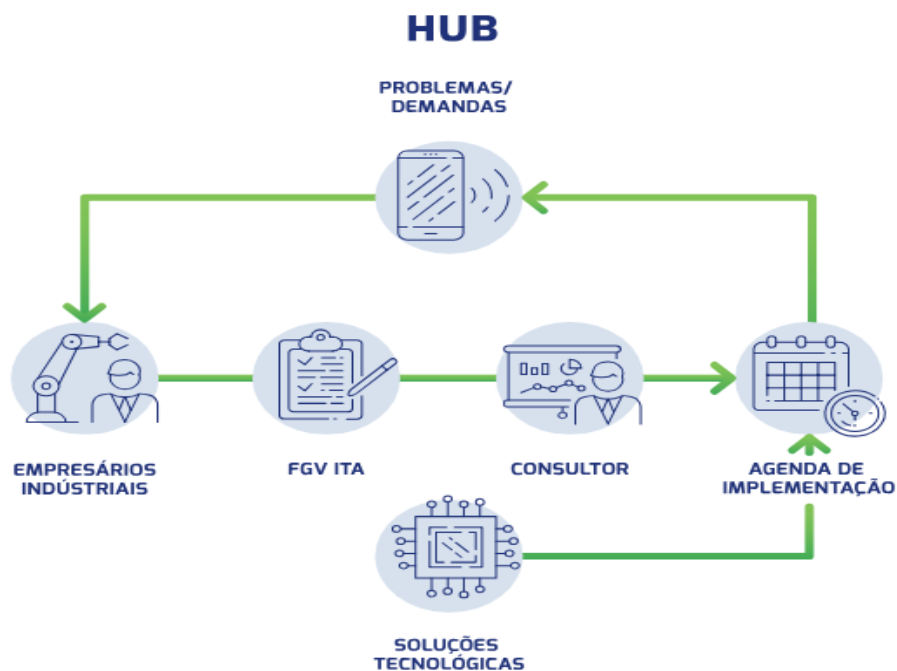


Autor: ABDI, 2014.

3ª fase - HUB é o nome inicial de plataformas de serviços. É uma forma inovadora de geração de valor para as empresas no contexto da Indústria 4.0.

Integrada a plataforma de autoavaliação, essa ferramenta permitirá à empresa se conectar aos provedores de tecnologias como umas das etapas fundamentais para a digitalização e modernização do parque industrial.

Figura 3. Protótipo



Autor: ABDI (2014).

4ª fase - Denominada de B+P (Brasil mais Produtivo).

Com a forte digitalização das indústrias, poderá haver um grande hiato tecnológico entre as micro e pequenas empresas industriais e as grandes, cujo o objetivo é a ampliação do número de empresas com aplicação da manufatura enxuta e suporte para que as interessadas no B+P migrem para o primeiro passo da digitalização industrial.

Figura 4 Produtividade

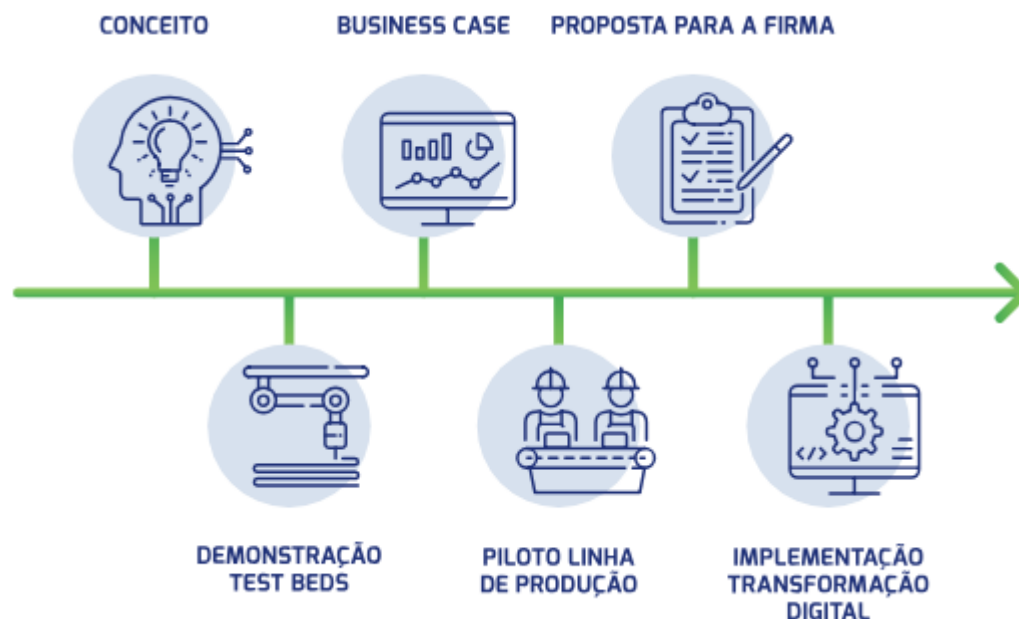


Autor. ABDI, 2014.

5ª fase - Test Beds

Muitas vezes a empresa almeja inovar e desenvolver novas tecnologias, lidando com níveis altos de incerteza e risco nesses empreendimentos. O caminho rumo à Indústria 4.0 requer capacitação e preparação para que as empresas absorvam tais tecnologias de forma adequada. Assim em um cenário de grande oferta de soluções tecnológicas para a Indústria 4.0 torna-se fundamental que as empresas possam testar, experimentar e protótipo processos de implantação dessas tecnologias. Para isso, o Ministério da Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) e a ABDI, em parceria com agências federais e estaduais de fomento, financiarão projetos de *test beds* e a formatação de " fábricas do futuro".

Figura 5. Testes antes da produção



Autor. ABDI (2014).

6ª fase - Conexão *Startup* Indústria 4.0

O surgimento de *startups* tem impactado enormemente as empresas estabelecidas com novos modelos de negócio, propostas disruptivas,¹⁶ novos atores, assim como a manipulação de novas tecnologias que pivotam¹⁷ ou alteram a forma como as indústrias produzem, comercializam, monetizam, dialogam com o cliente, dentre outros fatores.

Pensando nisto, o objetivo do Startup Indústria 4.0 é massificar a conexão com foco nas necessidades da indústria nacional rumo à transformação do parque industrial do Brasil nos conceitos da indústria 4.0.

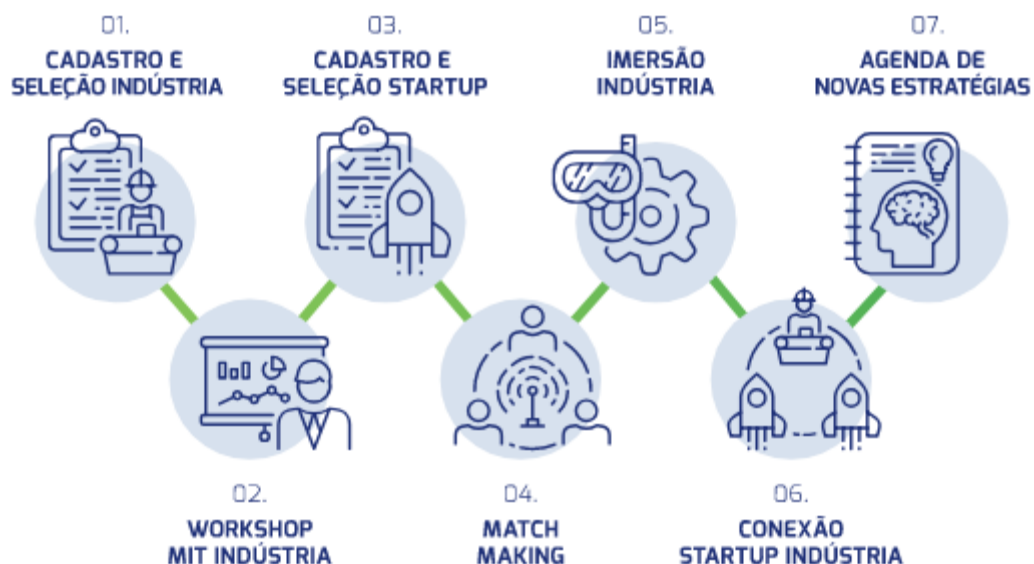
Para tanto, a ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial) pretende criar e fomentar um ambiente de conexão entre startups e indústrias a fim de promover o desenvolvimento tecnológico de soluções a partir de

¹⁶ Disruptivas, fenômeno pelo qual uma inovação transforma um mercado ou setor existente através da introdução de simplicidade.

¹⁷ Pivotam, termo popular no meio das startups que significa mudar rapidamente, dá uma guinada no negócio.

demandas industriais, criar novas formas de gestão de desenvolvimento tecnológicos baseadas em métodos e ferramentas ágeis e foco em cliente, mas sobretudo, na disseminação de processos que promovam a mudança cultural necessárias para a inserção dos conceitos da Indústria 4.0 no Brasil.

Figura 6. Conectividade



Autor. ABDI (2014).

7ª fase - Mercado de trabalho e a Indústria 4.0

A 4ª revolução industrial impactará o mercado de trabalho e as demandas e ofertas por profissionais 4.0. Por isso, será necessário estruturar uma forte agenda presente e futura, para mapeamento de competências, entendimento das demandas de mercado requalificação de trabalhadores e preparação das novas gerações para o ambiente 4.0.

8ª fase - Regras do jogo

Definir as regras legais de forma adequada e condição básica para que as empresas brasileiras migrem para um mundo 4.0. Por isso, foi proposta uma agenda de reformas legais e infra legais que promovam a aceleração da

jornada indústria brasileiras em direção ao 4.0, das quais destacam-se as seguintes regras. (ABDI, 2014).

Quadro 1. Regras da Agenda de Reformas.

Robôs colaborativos	Adequação regulatória de diversos normativos (NR-12, ISO 10218:1, 13849), para acelerar a robotização da indústria brasileira.
Polo Industrial de Manaus (PIM) 4.0	Ajustes de instrumentos (PPBs,P&D,PPIs,etc) para permitir que as empresas do PIM possam realizar investimentos na modernização e digitalização do seu parque industrial.
Privacidade e Proteção de dados	Em consonância com outros planos e programas de governo passados e atuais, é de substancial importância a aprovação de um marco legal que garanta enquadramento do tema de forma a sustentar juridicamente o caminho para a Indústria 4.0.

Próprio autor.(2021), adaptado de Schwab (2016).

No fim, o investimento em Soluções 4.0 que aumentam a eficiência, a produtividade e a competitividade das empresas é o grande passo para a mudança para novos patamares produtivos.

9ª fase - Financiabilidade para uma Indústria 4.0.

Como acelerar a adoção ou geração de tecnologias na sua indústria sem financiabilidade adequada?

Pensando nisso, o GTI (Grupo de Trabalho da Indústria) trabalha com parcerias com bancos públicos, privados e agências para garantir um leque de opções de financiamentos acessíveis a diferentes empresas e necessidades.ABDI (2014)

10ª fase - Comércio Internacional 4.0

ABDI (2014). O Brasil representa um terço do Produto Interno Bruto (PIB) da América Latina, sendo uma das 10 maiores economias do mundo. No entanto, a participação dos país no comércio internacional é de apenas 1,2%, conforme a Organização Mundial do Comércio(OMC), com baixa integração, na média, às cadeias de valor global de produção. Nessa linha, a Agenda Brasil 4.0¹⁸ aponta as seguintes ações:

a) Zeroing (zeragem) das alíquotas do imposto de importáveis de diversos tipos de bens e insumos estratégicos para a indústria no futuro.

b) Redução da alíquota do imposto de importação de robôs industriais e robôs colaborativos classificados na Nomenclatura Comum da Mercosul (NCM) 8479.50.00 dos atuais 14% para 0% objetivando reduzir os seus custos de aquisição e agilizar todo o procedimento de importação.

c) Redução da alíquota do imposto de importação para impressoras 3D e equipamentos voltados para a Manufatura Aditiva

d) Atrrelamento do tema da Indústria 4.0 em todos os acordos bilaterais de comércio entre o Mercado Comum do Sul (Mercosul) e outros países ou blocos com destaque para as negociações com a E.U., o México e o Canadá

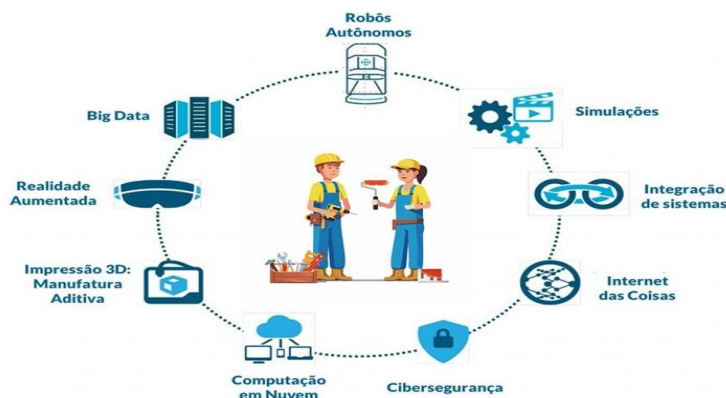
e) Cooperações e projetos bilaterais em Indústria 4.0 com diferentes países.

¹⁸ A Agenda 4.0, foi uma agenda criada para o governo para demonstrar como funciona a Indústria 4.0

3.2 PILARES DA INDÚSTRIA 4.0.

Cosonante a Cardoso (2016), A Indústria 4.0 possui nove pilares que serão o seu apoio, estes são na realidade tecnologias que já estão em uso e sua introdução no sistema produtivo fará com que se alcance o padrão 4.0.

Figura 7. Pilares da Indústria 4.0



Autor. ABDI (2014).

a) Robôs autônomos - Além das funções atuais, eles podem interagir com outras máquinas e seres humanos, tornando-se mais flexíveis e colaborativos, inclusive na realização de tarefas mais difíceis.

Conforme Garcia (2012) citado por Pasquini (2018), os robôs autônomos podem ser caracterizados como máquinas inteligentes capazes de realizar tarefas, podendo obter informações ao seu redor, trabalhar e circular sem a assistência humana, pode aprender e ganhar capacidades com a adaptação às novas condições ou ajustar-se a estratégias para a realização de suas tarefas.

b) Simulação - Simule todos os processos e saiba como melhorar eles antes de investir.

Segundo Longo (2018) citado por Pasquini (2018), trata-se da virtualização, reprodução virtual, de ambientes e processos de desenvolvimento e manufatura na Indústria possibilitando maior controle e identificação de não conformidade. Têm como objetivo através da simulação de ambientes a obtenção de gestão de processos, identificação

e a diminuição de falhas. O uso de simulações virtuais tanto no produto como no processo de produção permite análise dos dados para tomada de decisão mais assertiva.

c) Integração de Sistemas - Automatize processos burocráticos integrando os seus sistemas.

A integração de sistemas já é (ou deveria estar pelo menos planejada) uma realidade para todas as indústrias que trabalham no cenário inovador da indústria 4.0. Esta que é chamada de quarta revolução industrial tem como base a operação de dados em tempo real, contribuindo assim para a agilidade na tomada de decisão dentro das fábricas. (Revista a Voz da Indústria, 2017).

A integração de sistemas é um dos pilares da indústria 4.0 e tem como objetivo conectar as diferentes áreas de uma indústria, a fim de extrair dados e informações que serão usadas para realizar melhorias contínuas em todo o processo produtivo e nas áreas de suporte relacionadas. (AEVO, 2019).

A maneira como todas as informações vão se conectar é um grande desafio, pois a todo o momento muitos dados são gerados, mas como se manter atualizados, e extrair as informações que são realmente importantes para a tomada de decisão? (AEVVO, 2019).

Contudo, não podemos pensar apenas nos problemas e desafios, é preciso utilizar esse momento de inovação e transformação como uma oportunidade de melhoria de negócio. (AEVO, 2019)

d) Internet das coisas (*IoT*) - Conecte todas as coisas na internet e torne tudo mais inteligente e ágil. (ROMANO, 2017)

Imagine conectar diversos dispositivos, através da internet, que podem trocar informações entre si? Essa é a ideia por trás da Internet das Coisas . Aplicado à indústria, a conexão entre esses diversos dispositivos é a *IoT* na indústria 4.0 (ROMANO, 2017)

O mesmo autor ressaltar que quando se diz que a internet está na indústria, no chão de fábrica, devemos relacionar isso a um ambiente onde todas as informações de equipamentos e máquinas estão conectadas em redes e disponibilizando forma única.

e)Manufatura Aditiva - Podemos fabricar qualquer coisa, de maneira personalizada e em grande escala ela está associada a um setor de fabricação de produtos. Ou seja: uma área de profunda relevância para toda a atividade industrial(Revista a Voz da Indústria,2017).

É de se admirar, então, que a manufatura fique à frente também do desenvolvimento industrial, como um todo. O que nos leva a considerar os avanços da indústria 4.0 dentro desse segmento, visando mais produtividade, com menos recursos e imprevistos conta com um processo de criação que necessita da adição de camadas distintas e de materiais diversos, como metais e plásticos

Como funciona?

A manufatura aditiva, por sua vez, consiste na adição de um material, camada após camada, até que se forme o objeto desejado. Isso por si só já evidencia algo: menos resíduos — menos desperdícios para a indústria. (Revista a Voz da Indústria,2017).

A partir dessa premissa, o setor adquiriu uma versatilidade ampla para atingir o resultado esperado. No entanto como toda boa ideia em transição, a manufatura aditiva também passou e ainda passa por uma série de questionamentos de especialistas e profissionais do ramo. (Revista a Voz da Indústria,2017).

f) Realidade Aumentada - Combine o mundo real e virtual para melhorar a experiência de seus produtos e serviços, ela permite que todas as informações, por exemplo, do chão de fábrica possam ser disponibilizadas aos trabalhadores e fornecendo informações mais seguras com instruções mais claras e de forma facilitada para um bom entendimento. (Revista a Voz da Indústria,2017).

Com o uso dessa tecnologia, os funcionários podem acessar o computador com as mãos livres, enquanto trabalham em qualquer posição. Desta forma, eles podem executar suas tarefas de maneira mais rápida, eficiente e apropriada, resultando em maior produtividade e qualidade nos

serviços para a empresa, ao mesmo tempo em que diminuem os gastos com imprevistos na produção. (Revista a Voz da Indústria,2017).

g)Computação Nuvem - Segundo Cardoso (2016), Computação nas nuvens refere-se à possibilidade de ter acesso a serviços de TI através de uma conexão à internet. Com esta tecnologia precisa-se apenas de um *browser* no dispositivo (computador, tablete ou *smartphone*) e desta forma podeter acesso a seus arquivos ou aplicativos de qualquer lugar (MICROSOFT, 2016).

O termo nuvens é utilizado porque os detalhes técnicos e a infraestrutura por trás dos serviços de TI são invisíveis para o usuário final.

h)Big Data - Gere valor ao negócio com todas as informações disponíveis

É impossível não relacionar a importância do Big Data para o surgimento dessa nova era. Pode-se dizer que o imenso volume de dados gerados nos últimos anos, sejam eles estruturados ou não, são os pioneiros dessa revolução 4.0. (Revista a Voz da Indústria,2017).

Além de reunir informações de alto volume, variedade e velocidade algumas delas até há pouco despercebidos pelas organizações as fábricas inteligentes trabalham com a possibilidade de analisá-los e transformá-los em informações úteis. Com isso, se diferenciam das empresas tradicionais, ainda predominantes no mercado. (Revista a Voz da Indústria,2017).

Uma das características mais marcantes da 4ª Revolução Industrial, além da capacidade ilimitada de conectar o físico, com o digital e o biológico, é o uso que se faz dos dados para a resolução de problemas complexos. Cada vez mais, é possível usar do poder que as máquinas têm de “raciocinar e aprender” para uma análise de cenários e possibilidades dentro da indústria mais precisas, objetivas e acertadas. (Revista a Voz da Indústria,2017).

Outra característica marcante é você saber como o mercado se comporta a tal mudança e como você deve agir, com a inteligência por trás dos fatos algumas questões pode se sobressair como por exemplo;

Oferta de produtos com foco no consumidor - Com a automação de processos e a digitalização do modelo de atuação, o foco do sistema produtivo da indústria passa a ser diferente. Se antes funcionava apenas para desenvolver, produzir e lançar no mercado produtos funcionais, agora a demanda é de um consumidor ainda mais conectado e interessado em produtos personalizados e, por isso, é preciso oferecer cada vez mais produtos customizados. (Revista a Voz da Indústria,2017).

Tomada de decisão mais assertivas - Se hoje as fábricas são operadas quase que 100% com máquinas devemos isso às mudanças 4.0. Cada vez mais, vemos robôs no chão de fábrica e especialistas em dados, com inteligência para inovação, tomando conta dos bastidores da manufatura. (Revista a Voz da Indústria,2017).

Antecipação de cenários e futuros problemas - Além de ser mais estratégico e tomar decisões mais precisas, é possível ter mais agilidade em suas percepções. Por meio de processos ágeis, uma das premissas desse novo modelo de operação das indústrias, é possível aprender rapidamente com os processos e as soluções desenvolvidas. (Revista a Voz da Indústria,2017).

Aproximação da Indústria com cliente - Um dos pontos mais interessantes nesse cenário é a aproximação da indústria com o consumidor, que está na ponta da cadeia. Hoje, o consumo não é mais visto de forma linear, graças ao uso de tecnologias inovadoras nascidas nessa nova era e à digitalização dos processos e relações é possível que o fabricante esteja conectado com o cliente final. Por meio das tecnologias inseridas na indústria 4.0, se desconstrói a ideia de que um ambiente de manufatura é meramente operacional e se ergue uma nova forma de entender os processos industriais, muito mais ligados a estratégia do que apenas um espaço de produção em massa. As principais vantagens do uso dessas informações: Redução das tarefas manuais, aumento da satisfação do consumidor, maior integração entre os setores e níveis de atuação e diminuição do tempo para correção de problemas. (Revista a Voz da Indústria,2017).

i)Cibersegurança: Proteger suas informações e garantir o funcionamento de sua rede e sistemas.

A segurança da informação, dentro do contexto do acesso ao dado, um plano de segurança cibernética é algo complexo, com muitas exigências técnicas, conhecimento, ferramentas e procedimentos.

Na realidade ninguém pensa que vai ser "invadido", a segurança não é pensada no início do projeto, a automação não converge com a Tecnologia da Informação na prática, não existe política de segurança na automação. (Revista a Voz da Indústria,2017).

O que é um plano de cibersegurança? É bloquear acesso, monitorar serviços, corrigir ameaças, contingenciar falhas, auditar mudanças. Não existe um caminho único, há diversas medidas que devem ser tomadas. (Revista a Voz da Indústria,2017).

a)Fazer as proteções da parte física da planta e dos sistemas(crie uma política de segurança física de acesso a todo perímetro)

b)Integrar políticas de segurança junto ao TI, faça a convergência com ativos de automação.

c)Fazer análises de riscos para identificar o grau de atuação de bloqueios de acesso.

d)Dependendo do grau de risco, deve-se bloquear pessoas não permitidas, implantar rastreamento, não permitir portas (pendrive, ou algo do gênero).

e)Manter cuidado com terceiros, é necessário hoje repensar modelos de contratos com ferramentas externas, algum grau de vulnerabilidade.

f)Lembrar que, só o responsável pela própria planta, às vezes um terceiro é portador de um vírus e não sabe.

g)Analise riscos e crie cenários, tenha contramedidas e contingências.

h)Foque nas pessoas, sempre haverá erros e políticas de segurança nem sempre são seguidas.

i)Entenda que não há tecnologia 100% segura, foque nos procedimentos.

j)Teste o sistema, monitore, rastreie de ponta a ponta.

A cibersegurança é uma fronteira da Indústria 4.0, pois no contexto de dados em rede e *Cloud*, uma planta industrial fica exposta a invasões, com consequências que podem ser danosas, tanto para o negócio, quanto para a segurança operacional, daí a importância de colocar foco em segurança de

redes em projetos de automação. (Revista a Voz da Indústria,2017).

3.3 DIFICULDADES DA INDÚSTRIA 4.0.

O mundo corporativo esta tentando entender a indústria 4.0 e seus desafios para montar as estratégias e ações que vão inserir as empresas neste conceito.(SCHAWB, 2016)

3.3.1 FALTA DE CONHECIMENTO.

Principalmente no cenário brasileiro, as indústrias ainda estão se familiarizando com as inovações apresentadas pela indústria 4.0 e seus benefícios. A falta de cultura digital e incentivo à modernização por parte das empresas atrasa seu desenvolvimento, perdendo competitividade frente ao mercado. (A VOZ DA INDÚSTRIA, 2017)

3.3.2 ALTO CUSTO DE IMPLANTAÇÃO

Muitas empresas citam o alto custo de implantação como a principal barreira na sua transição para a Indústria 4.0. Outra reclamação é a ausência de linhas de financiamentos específicas para investimentos das empresas nesta área, que auxiliem as indústrias a alcançarem este patamar.(A VOZ DA INDÚSTRIA, 2017).

3.3.3 QUALIFICAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS.

A chegada das inovações tecnológicas da Indústria 4.0 vem evidenciando uma grande problema para as empresas que é a falta de mão de obra qualificada. A conectividade e a massa de dados que estas inovações apresentam necessitam que os operários sejam capazes de realizar tarefas que exigem maior discernimento. (A VOZ DA INDÚSTRIA, 2017).

3.3.4 AUSÊNCIA DE INFRAESTRUTURA E INCENTIVOS.

Um dos maiores problemas identificados pelas empresas está relacionado à falta de infraestrutura para a utilização destas tecnologias, como o desenvolvimento de internet de banda larga capaz de suportar a

implementação deste novo patamar tecnológico. (A VOZ DA INDÚSTRIA, 2017).

3.3.5 INEXPERIÊNCIA NO PROCESSO DE TRANSIÇÃO.

O modelo de indústria atual não teve grandes transformações em um passado recente. Assim, as empresas não se encontram preparadas para lidar com uma transição. (A VOZ DA INDÚSTRIA, 2017).

4.0 METODOLOGIA

Pesquisa bibliográfica consiste na etapa inicial de todo trabalho científico ou acadêmico, com o objetivo de reunir as informações e dados que servirão de base para a construção da investigação proposta a partir de determinado tema.

O levantamento bibliográfico é normalmente feito a partir da análise de fontes secundárias que abordam, de diferentes maneiras, o tema escolhido para estudo. As fontes podem ser livros, artigos, documentos monográficos periódicos, textos disponíveis em sites confiáveis, entre outros locais que apresentam um conteúdo documentado. (SINÔNIMOS, 2011)

A pesquisa bibliográfica é um dos tipos de pesquisa, quanto aos procedimentos técnicos, que costuma ser mais comum, assim como a pesquisa documental, que se difere da bibliográfica pelo fato de não possuir um tratamento analítico do seu conteúdo. (SINÔNIMOS, 2011)

Para agrupar os conteúdos de pesquisa, foi elaborada uma revisão sistemática da literatura. A revisão adota um método replicável, científico e transparente, sendo recomendada para reunir e avaliar os estudos relevantes sobre o tema.

A aplicação deste procedimento de pesquisa certifica que a quantidade de erro seja reduzida, como consequência os resultados casuais sejam limitados e a veracidade da análise dos dados seja reforçada.

A pesquisa deste trabalho apoiou-se no método da revisão sistemática e aplicação desse método sugere as seguintes etapas para o desenvolvimento da revisão.

4.1 ESTUDO DE VERIFICAÇÃO.

Um estudo de verificação é a aplicação de um método em um assunto muito amplo em que o propósito é que esse estudo se torne uma amostra, utilizando um questionário e apresentando resultados.

Este estudo de verificação tem o objetivo de diminuir as falhas e ser mais objetivo neste tipo de análise.

a) Quais são os principais termos adotados pelos principais pesquisadores na área e estados com maiores números de publicações?

b) Quais os principais estudos da literatura brasileira sobre a Indústria 4.0?

4.2 MÉTODOS PARA ESSA PESQUISA

Para alcançar os objetivos deste trabalho serão utilizados artigos do tema Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial nas principais fontes de pesquisa sendo elas as bibliografias acadêmicas, sites e livros periódicos, com a temática relacionada a Indústria 4.0.

Esta busca foi realizada utilizando informações incorporando títulos, resumos e palavras chaves relacionada ao tema do Trabalho de Conclusão de Curso.

4.3 CRITÉRIOS PARA EXCLUSÃO E INCLUSÃO.

Com esse processo de pesquisa foram identificados um pouco mais de 700 artigos científicos. O processo eliminatório procurou excluir artigos a qual a temática não fosse condizente com o tema abordado e os que possuem arquivos corrompidos.

Para inclusão foi elaborado alguns filtros para chegar a um número significativo de trabalhos acadêmicos, período a qual foi publicado o trabalho, teve um processo de leitura na qual foi avaliado se aquele trabalho científico se adequava a temática do trabalho apresentado.

Conforme De Lima (1986) e Piñero (1972), a Análise Bibliométrica proporciona um maior entendimento da estrutura e do volume de um determinado assunto, por meio do tratamento quantitativo dos dados com objetivo de analisar a extensão, o crescimento e a distribuição da bibliografia.

5. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com a definição deste método foi analisado quais publicações acadêmicas tiveram a abrangência do tema indústria 4.0.

A falta de um entendimento sistêmico sobre a Indústria 4.0 resulta em uma grande dificuldade em tratar o assunto no meio acadêmico, e conseqüentemente, dificulta a entrada do mesmo nas indústrias brasileiras. (PENTEK, OTTO E HERMANN, 2016).

Para destacar um lado negativo, o primeiro trabalho científico sendo ele um artigo encontrado no Google Scholar, foi no ano de 2016, trabalho desenvolvido pelo acadêmico Marcelo Cardoso de Oliveira, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, em Curitiba, na qual o seu tema é Indústria 4.0: A Quarta Revolução Industrial, em que o autor considera que pode ser observado que ocorrerá uma forte interconexão entre os diversos setores da cadeia de valor. com perspectivas para aumento da produtividade e criação de novos negócios. Com tendência de incremento no PIB dos países industrializados, mas em contrapartida teremos fortes mudanças no mercado de trabalho, com a extinção de algumas profissões e surgimento de outras novas que serão ocupadas por pessoas com um forte conhecimento nas novas tecnologias digitais.

Nota-se que autor revela uma certa preocupação com os desafios das novas profissões que estão surgindo com o advento da Indústria 4.0 na qual provocar uma mudança de paradigma no empregos remanescente das revoluções anteriores a qual esta que estamos presenciando, mas ele ressalta que haverá o surgimento de novas oportunidades e que os novos empregados devem se adequar a esta nova Revolução Industrial.

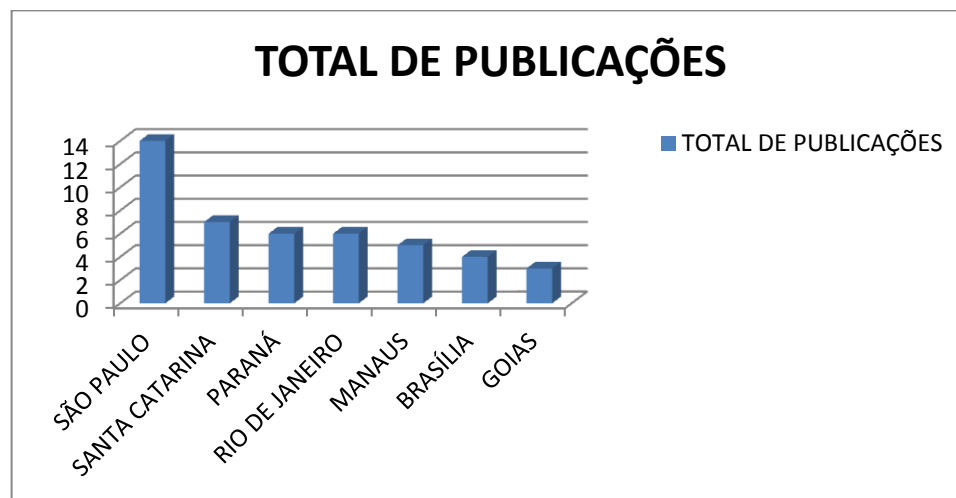
Esse primeiro trabalho acadêmico praticamente 5 anos após a primeira conversa sobre o tema que foi em uma feira em Hannover na Alemanha em 2011.

Mostra-se neste caso o atraso na educação brasileira sobre o tema tão importante como a Indústria 4.0, na qual estamos sendo penalizados por esse

atraso tecnológico, tendo em vista que a maioria das nossas indústrias ainda está no processo de industrialização 3.0

O gráfico 1 a ser apresentado tem por objetivo apresentar os números de publicações no Brasil, é possível notar um claro crescimento a partir do ano de 2018, quando as publicações atinge quase o dobro de trabalhos em relação ao ano anterior.

Gráfico 1 - Quantitativo de publicações



Fonte: Próprio Autor (2021)

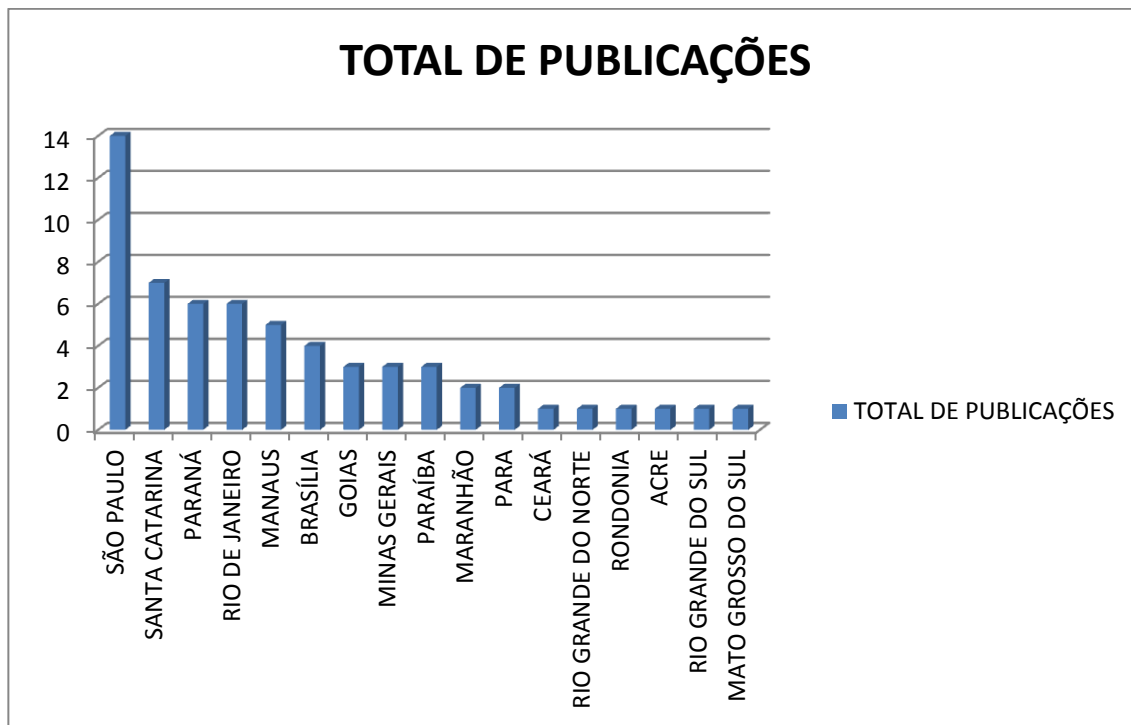
No ano de 2019, chegamos a um total de 22 publicações sobre o tema indústria 4.0, a partir do ano de 2020 ocorreu uma queda dos números principalmente devido ao início dos casos da pandemia do Covid-19 no país, que em meados do mês de março do mesmo ano deu encerramento as aulas presenciais nas instituições de ensino acarretando um início de uma decrescente no número de publicações no Brasil.

Mesmo com a crescente dos números a partir do ano de 2018 e que esse número tenderia a valores cada vez mais expressivos, fica claro que precisamos de um aprofundamento maior neste campo por parte de professores e pesquisadores nas universidades, assim como uma maior divulgação desse tema com os alunos de graduação.

É importante ressaltar que a maioria destas publicações veio do estado de São Paulo consequentemente onde se localiza o maior número de instituto de tecnologia no país, no total de 14 publicações, seguido pelo estado do Santa Catarina com 7 publicações, logo em seguidas com 6 publicações vem o estado do Paraná e o estado do Rio de Janeiro, Manaus vem com 5 publicações, Brasília com 4 publicações, Mina Gerais, Paraíba e Goiás vem com 3 publicações cada, Maranhão e Pará tem 2 publicações e os estado Acre, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul e Ceará com 1 publicação apenas.

O gráfico 2 é uma forma de explanarmos melhor a visualização da diferença do número de publicações do estado de São Paulo.

Gráfico 2 - Domínio do estado de São Paulo.



Fonte: Próprio Autor (2021)

Diante desses números podemos destacar o Estado de São Paulo que teve uma representatividade bastante significativa.

A Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga teve o maior número de publicações no Estado de São Paulo, com destaque para os artigos publicados por Ismael Luiz dos Santos no total de 3 publicações e Daniel de Souza Silva Junior também com 3 publicações.

Consoante a Santos (2020), o conhecimento que circula entre os profissionais prestadores de serviços no setor da construção civil tende a ser subjetivamente construído a partir da prática do operador do setor. Práticas artesanais ainda dominam os processos de construção civil, no entanto, a

industrialização do setor através do concreto usinado, uso de máquinas e automação pode viabilizar a questão da tecnologia.

Esta publicação Ismael Santos Lima foi citada por outros 4 autores, nela podemos identificar que o autor relata que o conhecimento adquirido pelos operadores principalmente no aspecto industrial, o aprendizado tende a ser consolidado na prática do trabalho não por conhecimento específico, mas o autor ressalta que a industrialização com a automação das máquinas possa viabilizar a informação da tecnologia para essas pessoas.

Segundo Adriano Pereira (2018), da Universidade Vale do Rio Verde de três corações Minas Gerais, relata que a boa parte da indústria brasileira, ainda está entre a segunda e terceira revoluções industriais, e que o setor automotivo é o que mais próximo da Indústria 4.0. Por outro lado, o uso das tecnologias pode aumentar a competitividade da indústria brasileira perante o mercado global o que pode ser visto como uma predisposição para a Indústria 4.0.

Segundo o autor a indústria automobilística está em um estágio avançado para os incrementos da Indústria 4.0, é notório que a grande maioria das indústrias automobilísticas existentes no Brasil apesar de serem empresas nacionalizadas temos que destacar que, a sua matriz tecnológica como desenvolvimento de motores e plataformas modulares estão em seus países de origem que normalmente são como os Estados Unidos, Europa e Ásia.

Consoante a Waini (2020), da Universidade Estadual de Campinas, cujo o tema é Análises dos cursos de Engenharia de Produção no Contexto de Formação dos Engenheiros para o Ambiente Da Indústria 4.0, o autor declara que embora não haja um alto nível de alinhamento nacional acerca das habilidades e competências a serem desenvolvidas nas disciplinas de Engenharia, há espaços para discussão e inclusão de matérias ou modelos de ensino que tragam consenso na formação profissional.

Podemos destacar que o autor está que é necessário ao menos uma discussão sobre como está espaço acadêmico referente as suas disciplinas de engenharia e que é necessário um alinhamento para que possíveis lacunas nas

grades curriculares possam ser ao menos discutidas para uma melhor formação acadêmica.

Podemos analisar que os artigos apresentados tem em uma linguagem geral de que a Indústria 4.0 causará mudanças não só no âmbito industrial, contudo em todo o aspecto da sociedade e em base nos trabalhos acadêmicos apresentados que foram bases desta apresentação é possível concluir que antes de todos os avanços tecnológicos e todos os benefícios da Indústria 4.0, a formação acadêmica tem um fator principal para o futuro,

Conforme Anderl (2014), A Indústria 4.0 tem como objetivo estratégico explorar o alto o potencial econômico e de inovações resultantes do impacto das tecnologias da informação e da comunicação na indústria, o principal foco da Indústria 4.0 é melhorar as cadeias de valor em todas as fases do ciclo da vida do produto. Os desafios chave para atingir esse objetivo são: criação de fluxos de trabalho digitais ao longo do ciclo de vida do produto, processos de manufatura altamente flexíveis e adaptáveis, além da capacidade de criar e produzir produtos individualizados.

Conforme SCHWAB (2016), o mundo carece de uma narrativa coerente, positiva e comum que descreva as oportunidades e os desafios da quarta revolução industrial, uma narrativa essencial caso queiramos empoderar um grupo diversificado de indivíduos e comunidades e evitar uma reação popular contra as mudanças fundamentais em curso.

5.1 PALAVRAS CHAVES

Como este conceito é recente no Brasil e natural que encontremos palavras chaves repetidas em vários artigos, mas podemos destacar algumas palavras que não faltam em nenhum artigo científico, trabalhos acadêmicos dentre outros.

As palavras geralmente são sempre ligadas a Tecnologia, ao avanço tecnológico, como é um tema a qual sociedade ainda desconhece tem como as palavras mais repetidas: Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial ,Internet das coisas e Manufatura Avançada.

5.2 POSSÍVEIS SOLUÇÕES PARA OS DESAFIOS DA SUA IMPLEMENTAÇÃO NO BRASIL.

Com a gradual popularização da Indústria 4.0, as tecnologias utilizadas vem apresentando preços e opções cada vez mais acessíveis. Além disso, como qualquer investimento, o valor necessário para a sua implementação é compensado pelo desempenho, como através da falha de produção, economia de energia, potencialização de mão de obra ou aumento da eficiência e produtividade da empresa. (A Voz da Indústria, 2017).

É de fundamental importância que os líderes estejam interagidos nesse novo modelo de funcionamento da indústria, seus benefícios e forma de implementação. A Indústria 4.0 oferece várias vantagens, no entanto é preciso aprofundar os conhecimentos para aplicar de forma adequada. (A Voz da Indústria, 2017).

As empresas devem focar na capitalização dos profissionais, os preparando para lidar com as novas ferramentas oriundas da Indústria 4.0, também é interessante organizar a gestão da empresa em diversos setores, capazes de gerir os dados que as novas tecnologias exercem, além de buscar realizar o melhor aproveitamento possível dos colaboradores. (A Voz da Indústria, 2017).

O governo deve buscar atender as demandas necessárias para o desenvolvimento da indústria no país, uma vez que é um dos setores mais amplos e que mais movimentam o mercado nacional. (A Voz da Indústria, 2017).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve por objetivo analisar o impacto da Indústria 4.0 na academia e os impactos na qual todos os setores da sociedade estão vivenciando a cada dia.

Podemos identificar que como o primeiro debate sobre o tema Indústria 4.0 foi em Hannover na Alemanha em 2011 e o primeiro artigo científico no Brasil foi publicado no ano de 2016, é notório a escassez de base educacional no Brasil sobre um tema tão importante, como foi apresentado no trabalho.

Na análise do trabalho apresentado é possível identificar que maioria dos trabalhos acadêmicos apresentado no Brasil sobre o tema é de uma certa forma tímida, mas é importante enfatizar que também a pouca interação entre os acadêmicos, instituições de ensino e pesquisadores facilitando para esse número tão baixo de publicações no Brasil.

É importante ressaltar que os autores evidenciam a sua atenção para a importância do tema para os avanços tecnológicos no país, mas deixam claro que o desenvolvimento está com um atraso, visto que muitas fábricas do país ainda estão na industrialização 3.0.

A cada ano que passa podemos destacar cada vez mais a importância da Engenharia, assim como também a de um profissional vai ter que se especializar cada vez mais para acompanhar as inovações tecnológicas. O engenheiro terá que se habituar a situações que não são da área acadêmica para ter um processo mais adequado para cada tipo de produção.

Como trabalho futuro identifico que fazer um estudo regional para evidenciar e facilitar o entendimento de como essas informações sobre a temática do trabalho está sendo absorvida por essas regiões. Esse estudo possibilita uma ação juntamente com as universidades para enfatizarmos as bases enfraquecidas para que no futuro os engenheiros tenham mais base para implementar esse tema, assim favorecendo o crescimento do país.

REFERÊNCIAS

ABDI. **Inovação, Manufatura Avançada e o Futuro da Indústria: uma Contribuição ao Debate sobre as Políticas de Desenvolvimento Produtivo**, 2017.

ANDERL, Reiner. *Industrie 4.0 – technological approaches, use cases, and implementation Automatisierungstechnik*, p 1-2, 2015.

BOETTCHER, M. **Revolução Industrial - Um pouco de história da Indústria 1.0 até a Indústria 4.0**. LinkedIn. 26 nov. 2015. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/revolu%C3%A7%C3%A3o-industrial-um-pouco-de-hist%C3%B3ria-da-10-at%C3%A9-boettcher>>. Acesso em: 10 maio 2108.-boettcher.

CARDOSO, Marcelo de Oliveira. **Indústria 4.0: A Quarta Revolução Industrial**, 2016.

CAVALCANTE, Israely Marinho. **Indústria 4.0 e suas Perspectivas Futuras para O Brasil: Uma revisão sistemática da Literatura**, 2019.

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. **Ruma à Indústria 4.0**. 2016.

COGGIOLA, Osvaldo. **A Segunda Guerra Mundial: Causas, Estruturas, Consequências**. 2015.

DE SOUZA SILVA, DANIEL, JR., et al. “Inovações da Industria 4.0 na Gestão de Processos na Prestação de Serviços na Construção Civil/industry Innovations 4.0 Process Management in the Provision of Services in the Construction Industry.” *Future Studies Research Journal: Trends and Strategy*, vol 12, no. 3, 2020, p.394+. Acesso em 19 de Março de 2021.

Gasparetto, V; Souza, E. S. **Características e Impactos da Indústria 4.0: Percepção de Estudantes de Ciências Contábeis**. XXV Congresso Brasileiro de Custos – Vitória, ES, Brasil, 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas, 2008.

GOVERNO DO BRASIL. **Industria 4.0**. Disponível em: <http://www.industria40.gov.br/>. Acesso em 12 de novembro de 2019.

HERMANN, M; PENTEK, T .; OTTO, B. **Design principles for industries 4.0 scenarios**. In: Hawaii International Conference on Systems Science, 2016.

KARGEMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. Frankfurt, 2013.

KUPFER, David. **A Indústria nos Próximos 10 anos**. GIC-IE/UFRJ, 2018.

MICROSOFT. “O que é computação nuvem”. 2016. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/pt-br/overview/whats-is-cloud-computing/>. Acesso em 18/03/2021.

OLIVEIRA, Carlos A. de. **Inovação da tecnologia, do produto e do processo**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2003.

PASQUINI, Tatiana Cabreira de Severo. **Proposta de Ferramenta para Relacionar os Princípios da Gestão da Qualidade aos Pilares da Indústria 4.0: A Influência da Indústria na Área da Qualidade**, 2018. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/23211/1/ENG_QUALI_2018_17.pdf. Acesso em 22 de Março de 2021.

PEREIRA, Adriano. **Indústria 4.0: Conceitos e Perspectivas para o Brasil**, 2018.

PIÑERO, Jose María Lopez. El análisis estadístico y sociométrico de la literatura científica. Valencia: Centro de documentación e informática médica, v. 197, p.2007-2012, 1972.

REVISTA AEVO. **Integração de Sistemas na Indústria 4.0**. Disponível em: <https://blog.aevo.com.br/integração-de-sistemas-na-industria-4-0/>. Acesso em 12 de Março de 2021.

REVISTA A VOZ DA INDÚSTRIA. **Desafios da implementação da Indústria 4.0, como superá-los?**. Disponível em: <https://avozdaindustria.com.br/industria-40-totvs/5-desafios-da-implanta-o-da-industria-40-como-super-los/>. Acesso em 12 de janeiro de 2021.

REVISTA A VOZ DA INDÚSTRIA. **Pilares da Indústria 4.0**. Disponível em: <http://avozdaindustria.com.br/inoва-o/de-rob-s-aut-nomos-big-data-confira-os-9-pilares-da-manufatura-avan-ada/>. Acesso em 10 de janeiro de 2021.

ROMANO, Vitor Ferreira e Dutra, Max Suell. **Introdução a Robótica Industrial**. 2016. Disponível em: < <http://www.fem.unicamp.br/~hermini/Robotica/livro/cap.1.pdf> >. Acesso em 20 de março de 2021.

SANTOS, Ismael Luiz. **Análise da Indústria 4.0 como Elemento Rompedor na Administração de Produção**, 2018.

SAKURAI, R; ZUCHI, J.D. As Revoluções Industriais até a Indústria 4.0. **Revista Interface Tecnológica**, [S. L.], v. 15, n.2, p. 480-491, 2018. DOI: 10.31510/inf.v15i2.386. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologia/article/view/386>. Acesso em 23 de Março de 2021.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. Tradução: Daniel Moreira Miranda 1ª Ed. WEF, 2016.

SCHNEIDER. “**Como proteger sistemas de controle industrial contra ataques cibernéticos**”. 2016. Disponível em :<http://www.schneider-electric.com.br/pt/work/insights/how-to-protect-.jsp>. Acesso em 15 de março de 2021.

SINONIMO DE PESQUISA. Inc. **O que é uma pesquisa bibliográfica?** Disponível em:< <https://www.sinonimos.com.br/>>. Acesso em 23 de Março de 2021.

SILVA, Márcia Cristina Amaral da; GASPARIN, João Luiz; **A Segunda Revolução Industrial e suas influências sobre a educação escolar brasileira**. Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá, 2004/2005. Disponível em <http://brasilecola.uol.com.br/>. Acesso em 08 de março de 2021.

SILVEIRA, C.B. **O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo**. Citisystems.2019. Disponível em:<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>. Acesso em 27 de fevereiro de 2021.

SOUZA, Rafaela. “**Terceira Revolução Industrial**”, **Brasil Escola**. Disponível em <http://brasilecola.uol.com.br/>. Acesso em 08 de março de 2021.

VOLPE, Waini. **Análise dos cursos de engenharia de produção no contexto de formação dos engenheiros para o ambiente da indústria 4.0**, 2019.