

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**Leandro Alison Barreto de Oliveira**  
**Samuel Ferreira Coelho**

**Indústria 4.0**  
**A Quarta Revolução Industrial**

**Taubaté - SP**  
**2019**

**Leandro Alison Barreto de Oliveira  
Samuel Ferreira Coelho**

**Indústria 4.0  
A Quarta Revolução Industrial**

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Certificado de Graduação do curso de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador(a): Prof. Me. Ivair dos Santos

**Taubaté – SP  
2019**

**SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

C672i Coelho, Samuel Ferreira  
Indústria 4.0: a quarta revolução industrial / Samuel Ferreira Coelho,  
Leandro Alison Barreto de Oliveira. -- 2019.  
34 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de  
Engenharia Mecânica e Elétrica, 2019.

Orientação: Prof. Me. Ivair Alves dos Santos, Departamento de  
Engenharia Mecânica

1. Automação. 2. Computação nas nuvens. 3. Indústria 4.0. 4. Quarta  
revolução industrial. I. Título. II. Graduação em Engenharia Mecânica.  
III. Oliveira, Leandro Alison Barreto de.

CDD – 658.514

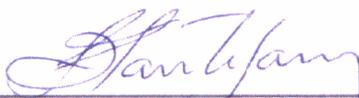
Ficha catalográfica elaborada por **Shirlei Righeti – CRB-8/6995**

**Leandro Alison Barreto de Oliveira  
Samuel Ferreira Coelho**

**Indústria 4.0: A Quarta Revolução Industrial**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO APROVADO COMO PARTE  
DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE "GRADUADO EM  
ENGENHARIA MECANICA"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO COORDENADOR DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



---

Prof. Me. Fabio Henrique Fonseca Santejani  
Coordenador de Trabalho de Graduação

**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Me. Ivair Alves dos Santos  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Prof. Me. Revanildo de Oliveira  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradecemos a Deus, fonte da vida e da graça, por nos dar saúde e sabedoria para trilhar o caminho até chegarmos ao final da graduação.

Aos professores e todos os docentes que compartilharam de seus ensinamentos não só profissional e técnico, como também os de vida, ressaltando nosso orientador *Prof. Me Ivair Alves dos Santos* que se dispôs do seu tempo e paciência para obter o devido resultado neste trabalho.

Aos Professores Me. Ivair Alves dos Santos e Me. Revanildo de Oliveira por aceitarem compor a banca examinadora.

Às funcionárias da Secretaria pela dedicação, presteza e principalmente pela vontade de ajudar.

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo demonstrar bibliograficamente a evolução da indústria e os melhoramentos trazidos pela chamada Quarta Revolução Industrial ou Indústria 4.0, realizando um estudo sobre o que ela traz de inovações na indústria utilizando a tecnologia para facilitar e agilizar os processos de fabricação e logístico, atendo assim melhor seus clientes interno e externo, com cada vez mais qualidade e eficiência. Uma nova indústria que através de planejamento estratégico encontra a melhor forma da matéria-prima chegar até a indústria, a maneira mais rápida de produzir sem perdas e sem falhas garantindo a eficiência do processo, melhorando a entrega ao cliente e sua satisfação. Esse método vem sendo adotado em várias empresas ao redor do mundo, com ajuda da informatização e automação dos processos, utilizando a computação nas nuvens para integrar empresas em diversos locais do mundo e melhorar a interação entre fornecedor e cliente.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0. Quarta revolução industrial. Automação. Computação nas nuvens.

## **ABSTRACT**

This graduation work has as main objective to demonstrate bibliographically the evolution of the industry and the improvements brought by the so-called Fourth Industrial Revolution or Industry 4.0, conducting a study of what it brings from innovations in the industry using technology to facilitate and streamline manufacturing and logistics processes, thus better serving its internal and external customers, with increasing quality and efficiency. A new industry that through strategic planning finds the best way for the raw material to reach the industry, the fastest way to produce without losses and without failures guaranteeing the efficiency of the process, improving the delivery to the customer and their satisfaction. This method has been adopted in several companies around the world, with the aid of computerization and process automation, using cloud computing to integrate companies in different locations around the world and improve the interaction between supplier and customer.

**KEYWORDS:** Industry 4.0. Fourth industrial revolution. Automation. Cloud computing.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Brasil e a Indústria 4.0 .....	13
Figura 2 - Big Data .....	22
Figura 3 - Internet das coisas industriais .....	23
Figura 4 - Robótica Industrial.....	23
Figura 5 - Simulação .....	24
Figura 6 - Integração de Sistema .....	25
Figura 7 - Segurança da Informação.....	26
Figura 8 - Computação em Nuvem .....	27
Figura 9 - Manufatura Aditiva.....	27
Figura 10 - Evolução da indústria.....	28
Figura 11 - Pilares da Indústria 4.0 .....	29
Figura 12 - Amazon.....	30

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FIA	Fundação Instituto de Administração
IA	Inteligência Artificial
RH	Recursos Humanos
PLCs	Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programável)
IoE	Internet of Everything (Internet das coisas)
IIoT	Industrial Internet of Things (Internet das coisas industriais)
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport (Transporte de telemetria do serviço de enfileiramento de mensagens)
SI	Segurança de Informação
CNI	Confederação Nacional da Indústria

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	9
1.1	OBJETIVO GERAL.....	10
1.3	JUSTIFICATIVA.....	11
1.4	DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	11
1.5	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3	METODOLOGIA.....	18
4	DESENVOLVIMENTO .....	19
4.1.1	AS PESQUISAS SOBRE INDÚSTRIA 4.0 .....	19
4.1.2	INTERCONEXÃO.....	19
4.1.3	TRANSPARÊNCIA DA INFORMAÇÃO .....	20
4.2.1	DECISÕES DESCENTRALIZADAS .....	20
4.2.2	ASSISTÊNCIA TÉCNICA.....	21
4.3.1	COMPONENTES CHAVES NA INDÚSTRIA 4.0 .....	21
4.3.2	BIG DATA.....	21
4.3.3	INTERNET DAS COISAS .....	22
4.3.4	ROBÓTICA.....	23
4.3.5	SIMULAÇÃO .....	24
4.3.6	INTEGRAÇÃO DE SISTEMA.....	24
4.3.7	SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO .....	25
4.3.8	COMPUTAÇÃO EM NUVEM.....	26
4.3.9	MANUFATURA ADITIVA .....	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
6	CONCLUSÃO.....	31
	REFERÊNCIAS .....	32

## 1 INTRODUÇÃO

O termo “Industria 4.0” veio à tona em 2011 apresentado pelo governo alemão em uma feira de Hannover com o intuito de otimizar as empresas, com um conceito industrial proposto que engloba todo tipo de inovação tecnológicas, desde automação, informação, processos de manufaturas, tornando o sistema cada vez mais eficiente, customizadas e autônomas.

Isso significa um ciclo novo na revolução na indústria, com o avanço robótico ocorrerá diversas mudanças nas indústrias devido a inteligência artificial, isso causará mudanças, causando um impacto gigante nas indústrias e em diversos setores no mercado. Com o avanço na tecnologia, as máquinas serão conectadas em sistemas e ativos, será possível criar redes inteligentes ao longo de todo o processo e assim podendo controlar todo o processo fabril de forma autônoma, ou seja, todo o setor inteligente fabril poderá e terá a capacidade de criar e prever falhas no processo de trabalho e se adaptar a qualquer tipo de mudança que possa ocorrer na produção.

A Industria 4.0 causa inúmeros impactos na indústria e isso afetará todo o mercado como um todo, isso criará modelos novos de negócios, diminuirá acidentes de trabalho, terá menos poluição, trará um 5s mais eficaz no processo, diminuirá as falhas humanas, entre outras.

A revolução industrial teve 4 fases no decorrer dos anos, e foram separadas por versões, descritas da seguinte forma:

A primeira revolução teve início na Inglaterra no século XVIII e seu principal marco foi a criação e o desenvolvimento dos diversos tipos de máquinas à vapor, aumentando naquela época a produção têxtil em larga escala.

A segunda revolução teve um avanço na tecnologia da utilização da eletricidade e do trabalho estruturado com base na teoria de Taylor, além do uso dos combustíveis fósseis.

A terceira revolução ocorreu em um momento delicado, depois da segunda guerra mundial na década de 70, foi iniciado o avanço tecnológico eletrônico, ficando conhecida como tecnologia científica, abrangendo a produção de processos.

A quarta revolução industrial iniciou com a consolidação da tecnologia, com o uso de diversos dispositivos de simulação integrada e com um modelo virtual, o

uso do sistema em nuvem e a conectividade dos sensores e PLCs (HEIDRICH et al, 2017).

Resumidamente, percebemos o imenso avanço em cada período da revolução industrial e todos os períodos foram extremamente importantes para os crescimentos dos avanços tecnológicos nas industriais como também em outros setores como econômicos e social.

Novas tecnologias desenvolvidas podem ser utilizadas para conectar homem e máquina, onde o fator homem poderá deixar de realizar excessivamente diversas atividades e repetitivas no processo de trabalho, com o crescimento da tecnologia poderá ser realizado a conexão de informações pela própria planta (machine to machine), para sincronizar e quebrando paradigmas no processo.

A Indústria 4.0 já está sendo utilizada em diversos países no mundo, onde está tornando o processo mais competitivo entre as fabricas do mundo todo, é imprescindível que o Brasil siga os passos para atualizar as indústrias para 4.0, ganhando terreno no cenário mundial.

De acordo com Geissbauer et al (2014), a atualização da indústria 4.0 diminuirá custos em todos os setores fabril.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

O Objetivo geral desse trabalho é expor a importância da industrial 4.0 nas indústrias a fim de melhorar drasticamente todos os setores industriais, reduzindo custos e aumentando a demanda de produtos com excelência no mercado de trabalho.

## 1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

O trabalho será estudado, detalhadamente, a aplicação da indústria 4.0 e sua evolução no setor industrial, trazendo grandes desempenhos, customização e otimização de custos, sustentabilidades e autonomia no processo de trabalho com a instalação de robôs e esteiras pneumáticas, visando suas vantagens e crescimentos na produção.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Esse trabalho tem como prioridade comprovar a eficiência da indústria 4.0 no setor fabril.

### 1.4 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Esse trabalho, apesar de apresentar uma visão mais aprofundada sobre o que é indústria 4.0, não será abordado detalhadamente o processo sobre o mesmo, será apenas apresentando um estudo mais aprofundado sobre o tema abordado.

### 1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho será dividido em 6 capítulos, no primeiro será abordado a introdução, objetivos, justificativas e Delimitação do estudo realizado.

O segundo capítulo será abordado revisão bibliográfica onde será retratado em um contexto geral a revolução industrial e industrial 4.0, onde será focado com sua característica o uso de sistemas tecnológicos avançados para o melhoramento do desempenho e crescimento da economia nas indústrias.

O terceiro capítulo terá a Metodologia aplicada no desenvolvimento do trabalho.

O quarto capítulo, quinto e sexto serão enfatizados o Desenvolvimento, resultados, discussão e a conclusão do trabalho respectivamente, concluindo o mesmo com as referências necessárias.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A primeira revolução Industrial começou em 1760 e se estendeu até 1860, limitada primeiramente somente à Inglaterra, surgiu nesse período indústrias de tecidos de algodão devido ao aparecimento do tear mecânico, também ocorreu o aprimoramento das máquinas a vapor que continuaram a revolução (Só História, 2019).

A partir de 1870 começou a ser empregado o uso da eletricidade e divisão do trabalho iniciando assim a segunda fase da Revolução Industrial, substituindo os motores a vapor por motores elétricos, a indústria automobilística foi uma das pioneiras na utilização de linhas de produção para produção em série, idealizada por Henry Ford, para produção do Ford Modelo T, nos Estados Unidos (ALIZON *et al*, 2009).

Os avanços tecnológicos que ocorreram no século XX e XXI são considerados da terceira etapa da Revolução Industrial como o fax, computador, engenharia genética, o celular. (Só História, 2019)

Segundo a FIA o termo Indústria 4.0 veio para ficar e nos mostra que a tecnologia na indústria não está no seu nível máximo e pode sempre melhorar, este termo caracteriza o que há de mais moderno na produção de bens de consumo como: internet das coisas, big data, inteligência artificial entre outros. É a continuação do aperfeiçoamento da produção, que se iniciou na primeira Revolução Industrial e nunca mais parou (FIA, 2018)

O avanço da tecnologia é inevitável e por isso não deve ser visto como ruim, ao invés disso devemos buscar enxergar seus pontos positivos e reduzir os negativos, isso é importante principalmente para gestores e empreendedores, pois na maioria das vezes são eles os responsáveis por implementar as novidades na prática em sua linha de produção, processos internos, ou nos produtos que comercializa. (FIA, 2018)

De acordo com a FIA (2018) o conceito de Indústria 4.0 engloba automação e tecnologia da informação, assim como as principais inovações tecnológicas desses campos. A indústria é incompatível com a ideia de fazer as coisas de forma manual, faz tempo que as mãos dos operários têm sido substituídas pelas máquinas, mesmo assim continuamos avançando na automação buscando a capacidade das máquinas trabalharem sem um operador humano à controlando.

A indústria 4.0 ainda caminha devagar no Brasil. A maioria das empresas permanecem associadas aos modelos tradicionais de produção, pouco sofisticados e dependentes de intervenções humanas, contudo a uma pesquisa realizada pela Fiesp indicia que as empresas com foco industrial estão adquirindo mais conhecimento no conceito de indústria 4.0. Muitos gestores a veem como uma oportunidade e não como um risco, como pode ser visto na figura 1 os investimentos em tecnologia vêm crescendo no Brasil (TOTVS, 2019).

**Figura 1 - Brasil e a Indústria 4.0**



**Fonte: TOTVS, 2019**

Segundo a TOTVS (2019), um dos principais desafios encontrados pela indústria 4.0 no Brasil, é o custo da inovação, como se sabe é mais caro inovar no Brasil do em outros países isso acaba pesando no orçamento das companhias e atrasa os avanços, porém mesmo com esse cenário é possível que as empresas tragam os avanços para seus processos de forma gradual e estratégica, com um bom planejamento. Conforme o conceito fica mais conhecido e se fortalece tudo que a ele é relacionado tende a se tornar mais acessível. É importante também destacar que a Indústria 4.0 tem um forte impacto na geração e manutenção de postos de

trabalho, visto que na essência ela atua com a automação da operação dentro da empresa, o que repercute diretamente na oferta de empregos.

Ainda de acordo com a TOTVS (2019), junto com a indústria 4.0 surge também a economia 4.0, que segundo a Deloitte pode ser dividida em 4 grandes pilares que são essenciais para atuar com competitividade no mercado nos dias de hoje. São eles: Sociedade, Talento, Estratégia e Tecnologia. Eles são conectados e se fortalecem mutuamente.

Acredita-se que as empresas e não os governos serão quem estarão responsáveis por moldar a sociedade no futuro, com a crescente da economia muitos serviços poderão começar a ser entregues onde antes eles não alcançavam. Com a redução de custos devido a inovações tecnológicas e alta escalabilidade, é facilitado o acesso a novos consumidores, um exemplo disso é o micro investimento em massa que hoje é disponibilizado pelos bancos graças a tecnologia (TOTVS, 2019).

Ainda segundo a TOTVS (2019) no campo da estratégia a visão a longo prazo vai ganhando cada vez mais espaço enquanto a visão a curto prazo vai perdendo, quem dita as regras é a abordagem ampla de longo prazo, com sustentabilidade. Um negócio bom agora pode não ser tão bom no futuro. Um exemplo claro disso é o contraponto entre a indústria do petróleo e os carros híbridos, indústria liderada pela Tesla que ainda não é líder de vendas, mas está de olho no futuro, quando o combustível fóssil estiver cada vez mais perto do seu fim.

O talento se torna mais valorizado com a automação dos processos e a integração da inteligência artificial. Não é necessário saber de tudo, precisamos saber onde e como encontrar a informação correta de forma rápida. Historicamente a tecnologia tem criado mais empregos do que os extinguiu. No entanto com mudanças são geradas dúvidas e confiar nos sistemas e instituições de ensino que existem hoje não garante a capacitação necessária para ocupar as vagas recém-criadas. Por isso apenas 14% dos gestores acreditam que suas empresas estão preparadas para a nova economia (TOTVS, 2019).

O maior impulsionador da quarta revolução industrial é a integração dos mundos real e digital. A aplicação de novas tecnologias que promovem mudanças profundas nos modelos de negócio. Por isso empresas como Amazon, Apple, Google e Netflix expandem seus campos de atuação e tem várias ramificações. Uma sequência de guinadas na forma de pensar, desenvolver e entregar soluções para os

clientes. Se beneficia quem usa tecnologias disruptivas para envolver fornecedores, colaboradores e clientes. O problema é que a grande maioria se sente despreparada. E sentem o medo de a concorrência ser a responsável pela mudança, sendo este um dos maiores desafios da nova economia (Deloitte, 2019)

Henry Ford aperfeiçoou os preceitos chamados de taylorismo criados por Frederick Taylor sobre o conceito de linha de montagem. No taylorismo a preocupação era aumentar a produtividade do trabalhador, controlando seus movimentos e o controle da produção, porém não se preocupava com questões de tecnologia, fornecimento de material e a chegada do produto ao mercado. Ford incluiu a verticalização, por meio da qual era possível controlar as fontes das matérias-primas, a produção dos veículos e sua distribuição (Juliana Bezerra, 2019).

Segundo Mayara Rozário (2017), pesquisas desenvolvidas por entidades americanas dizem que profissões relacionadas a Indústria 4.0 estão como as mais bem cotadas do mercado, como cientistas de Big Data, porém jornalistas de jornais impressos tem se tornado cada vez menos cotados devido ao surgimento de máquinas que conseguem apurar e organizar as informações. Segundo o consultor de carreira, Emerson Weslei Dias, apesar das influências mundiais causadas pela Quarta Revolução Industrial seus efeitos ainda não foram sentidos com muita intensidade no Brasil devido ao seu atraso na inserção de novas tecnologias digitais e físicas no mercado de trabalho.

Na prática o que vemos no Brasil é uma distorção. A indústria não teve uma modernização ou fez investimentos, ainda possui maquinários e processos muito defasados. O País ainda não sofreu os impactos da manufatura avançada, mas de fato, irá (Weslei Dias, 2019).

O especialista também destaca a dificuldade de alocação de profissionais no mercado de trabalho principalmente nos setores de serviços, agricultura e principalmente a indústria, devido a isso, empresas de vários tamanhos tem reduzido seus times, buscando na tecnologia uma forma de realizar as tarefas antes feitas pelos funcionários (Mayara Rozário, 2017).

Segundo o Canal Tech (2019) o conceito de Big Data que acompanha a indústria 4.0, é utilizada para gerenciar uma grande quantidade de dados que não possuem relação entre si, chamados de dados não-estruturados. Como por exemplo

posts no Facebook, fotos, vídeos, tweets, geolocalização. Teoricamente esse tipo de dados só poderia ser analisado por humanos. Por outro lado. Os dados estruturados podem ser colocados facilmente em uma tabela do Excel por exemplo, pois possuem relação entre si. Algumas ferramentas ditas comuns, que foram feitas para analisar dados simples como os preços dos supermercados em uma cidade, não tem capacidade de analisar dados não-estruturados. As ferramentas utilizadas em Big Data não apenas gerenciam muitas informações, mas também o fazem em grande velocidade. O armazenamento deste tipo de informação também é diferente do armazenamento de dados comuns, os bancos de dados de Big Data ao contrário dos comuns precisam ter elasticidade, pois as informações são muito extensas e podem variar de volume muito rapidamente e além disso, eles também precisam aceitar vários tipos de mídias que podem precisar ser armazenados.

Outra ferramenta tecnológica também utilizada na indústria 4.0 é a Inteligência Artificial que pode realizar grande parte das decisões em uma empresa com base em informações estratégicas. Algumas soluções tecnológicas são utilizadas para coletar informações de Big Data e estruturá-las e interpretá-las fornecendo insights valiosos para as empresas. A Inteligência Artificial também pode ser empregada para ajudar também na redução de custos operacionais, por exemplo na realização de tarefas repetitivas e burocráticas o que reduz a necessidade e o desgaste de recursos humanos. Também possui um grande potencial na avaliação financeira de clientes, o que ajuda bastante na análise de crédito, considerando informações de mercado, riscos e outras variáveis que podem diminuir a inadimplência do negócio e os custos com rupturas no caixa e cobranças. Talvez o ponto principal na utilização de IA e sua maior vantagem é o fácil e contínuo aprendizado, como vários sistemas coletam dados e realizam leituras é mais simples fazer ajustes para evitar que problemas e erros se repitam, já que são tratados como uma oportunidade de acerto, a IA é a base para que a empresa esteja sempre aprendendo, para melhorar cada vez mais sua atuação em cada contato com um cliente (FIA, 2018).

A inteligência Artificial também é utilizada para interagir com os clientes como são os Chatbots para atendimento que assumem a posição dos atendentes humanos, na tarefa de atender e oferecer suporte aos usuários dos mais variados serviços. Baseados na IA, os chatbots podem direcionar o atendimento de acordo com a necessidade do usuário, procurando atender da forma mais adequada e

rápida possível, evitando ter de recorrer a um humano. Isso diminui o tempo do atendimento, aumenta a velocidade na resolução de problemas, reduz os custos operacionais, principalmente com questões simples que antes precisavam da intervenção humana.

A Inteligência Artificial é utilizada ainda na fidelização de clientes, uma importante e difícil tarefa para as empresas, pois manter uma cartela de clientes ativos exige muito dos gestores, já que essa relação pode sofrer interferência de vários modos, para isso é importante manter um monitoramento ativo, procurando e identificando pontos frágeis nessa relação e que podem crescer e causar o temido Churn, que é a taxa de abandono de clientes. Mas com o uso da Inteligência Artificial esse problema pode ser amenizado, com base em conceitos de machine learning, onde a IA aprende a se comportar mais como um humano, algoritmos e muitos cálculos, os softwares são capazes de analisar dados do histórico de vendas da empresa e com isso traçar o perfil do clientes de forma mais correta, indicando onde deve se dar mais atenção. O objetivo do seu uso é encontrar o padrão de compra de cada cliente e se adaptar a suas mudanças de comportamento, decidindo por si só se o cliente corre ou não risco de Churn. (Totvs, 2018)

Hoje em dia a Inteligência Artificial está ganhando cada vez mais espaço dentro das empresas e inclusive é utilizada até para selecionar os melhores candidatos para uma vaga, em um banco de dados, com base no perfil desejado pela empresa, poupando a equipe de RH de ter de fazer contatos, entrevistas e avaliações pouco produtivas, aumentando assim a velocidade e precisão de uma seleção. (Totvs, 2018)

### 3 METODOLOGIA

Esse trabalho de graduação foi baseado em pesquisa exploratória e bibliográfica baseado em livros e pesquisas de sites referentes a indústria 4.0 e tem como objetivo demonstrar o funcionamento da aplicação da indústria 4.0 e sua evolução no mesmo, fazendo inúmeros comparativos entre as principais ferramentas existentes que possam agregar no melhoramento no setor industrial, mostrando também a redução de acidentes, poluentes, mão de obra, excesso de repetição no processo e aumentando sua autonomia no processo fabril, fazendo diversos comparativos com as primeiras gerações de indústrias e com as novas gerações que focam em um processo mais compacto trazendo maior desempenho, também como em reduzir excessiva de gastos e

Com a diminuição de custos de produção toda a cadeia será feita de forma compacta e automatizada e inteligente, fazendo com que os custos despencam automaticamente, a comparação também pode ser feita com a redução de gastos de energia, como tudo será otimizado, o processo será mais barato e custara menos e será feito com mais qualidade e isso impactara no consumo de energia.

A indústria 4.0 veio para mudar todo o contexto existente nas fabricas, com toda essa vigilância, o uso dos recursos naturais serão usados com mais responsabilidades e mais certos, minimizando assim os desperdícios excessivos.

Todo esse processo trará e proporcionará com rapidez os erros mais comuns e com precisão, contribuindo no dia a dia para trazer a excelência.

Com a junção desses fatores, praticamente os acidentes serão iguais a zero no chão de fábrica, pois o processo estará acontecendo de forma limpa, organizada e inteligente.

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1.1 AS PESQUISAS SOBRE INDUSTRIA 4.0

Segundo KAGERMANN (2013) a indústria 4.0 teve início em uma feira em Hannover alemã em 2011 com a intenção de mudar todo o cenário industrial, revolucionando e aprimorando todo o conceito até então implantado nas fábricas, trazendo maior comodidade e uma competição entre as multinacionais, quebrando paradigmas e adicionando tecnologia inteligente e de ponta.

Conforme WAHLSTER (2013) após a apresentação na feira da Alemanha o mundo se voltou para a indústria 4.0, sendo visada por grandes países como EUA, China, entre outros, como uma revolução industrial em termos de sofisticação e modernização com sistemas de fabricação inteligente, produção artificial em massa no chão de fabricas, auto performance, trazendo excelência nos produtos e acirrando ainda mais a competitividade dos produtos fabricados.

HERMANN (2016) dizia que existia 4 maneiras a ser trilhadas para que se façam uma indústria 4.0, dizia ele que a primeira é a assistência técnica (virtual e física), interconexão e a clareza da informação e decisões.

### 4.1.2 INTERCONEXÃO

SCHUH (2015) dizia que existem 3 tipos de conexões estabelecidas nas fabricas inteligentes, que são, homem- homem que aborda os setores administrativos, pessoas- máquinas que engloba conexões e configurações e por fim máquina- máquina que exerce a função de automatizar o processo.

Com a sofisticação das redes sem fio, as interconexões possibilitaram uma conectividade entre os equipamentos via a internet, possibilitando a onipotência na rede mundial de computadores, surgindo então a internet das coisas (Internet of Everything – IoE). Esse tipo de ligação pode permitir que seja compartilhada toda a informação pela infraestrutura virtual (GIUSTO, 2010).

Segundo VENTURELLI (2017) a interconexão dos dados permite formar um ecossistema cibernético, fazendo com que possa obter a interoperação total do setor industrial, sendo chamado assim de planta digital.

Para que todos possam estar conectados, tantos sensores, dispositivos e máquinas é preciso que haja uma grande compatibilidade e padronização na comunicação do sistema que permite a criação de redes modulares. Essa modularização assimila que os componentes possam trabalhar de forma alinhada e flexíveis, com o avanço da tecnologia virtual as indústrias sofrem com ataques, sendo assim é preciso adotar uma política eficaz de segurança cibernética (Lu et al, 2014).

#### 4.1.3 TRANSPARÊNCIA DA INFORMAÇÃO

Com os diversos tipos de dispositivos e interconexões acontece uma fusão entre o plano virtual e físico unindo ambos e gerando uma transparência das informações, com a união dos dados dos sensores é gerado uma cópia virtual no mundo físico (KAGERMANN et al, 2015).

A otimização no processo produtivo é gerada através do plano virtual e físico, os integrantes devem estar cientes da transparência do sistema homem-máquina para seja precisa e seja tomada todas as decisões de maneira correta e cirúrgica.

#### 4.2.1 DECISÕES DESCENTRALIZADAS

Segundo MARLONE (1999) as informações se tornam descentralizadas pois são levadas em consideração todo tipo de informação global, como prazos de entrega e reposição.

Com os sistemas ciber- físicos é possível controlar cada sensor e fornecer as informações que monitora e controla o mundo real de forma discreta e autônoma (HOMPEL & OTTO, 2014)

Com o avanço da tecnologia as máquinas passaram a fornecer os dados e insights sobre decisões tomadas e ciclos de vida, passando a tomar decisões precisas do processo de produção e atender conforme a necessidade da produção, dando autonomia e fazendo com que as máquinas se tornem mais produtivas e com menos dependência humana (ENGPROCESS, 2019).

#### 4.2.2 ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Com o avanço da interconexão e descentralização os robôs passaram a executar atividades desagradáveis aos olhos do ser humano, que antes eram realizadas por pessoas, tornando o processo mais eficaz, agora os humanos tomam decisões mais precisas através das informações dos sistemas cyber- físicos (KIESLER & HINDS, 2004).

De acordo com JASCHKE (2014) será mudado a capacitação das pessoas para trabalhar com dispositivos e será capacitado de forma diferente os envolvidos que possam trabalhar lado a lado com as máquinas para que possam compreender melhor as informações geradas.

#### 4.3.1 COMPONENTES CHAVES NA INDÚSTRIA 4.0

A indústria 4.0 se baseia em alguns pilares para o crescimento e transformação nas indústrias.

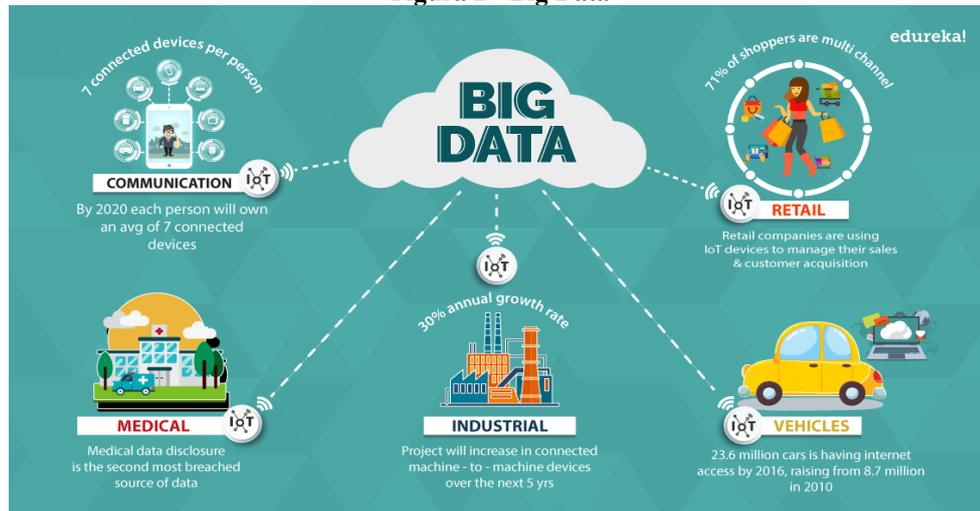
Entre eles estão a Big data, Internet das Coisas, Robótica, Simulação, Integração de Sistema, Segurança da Informação, Computação em nuvem, Realidade aumentada, Manufatura aditiva.

#### 4.3.2 BIG DATA

O termo Big Data veio junto com a indústria 4.0 para tornar o acesso as informações mais rápidas, com precisão no processo de busca de dados e análises, a inteligência da big data pode ajudar no processo de decisões e estratégias a serem tomadas no negócio.

Já ficou claro que a importância da Big data não é somente armazenar dados e sim o que você faz com eles, como mostra a figura 2, o intuito da big data é reduzir custos, economizar tempo e tomar decisões mais inteligentes (SAS, 2019).

Figura 2 - Big Data

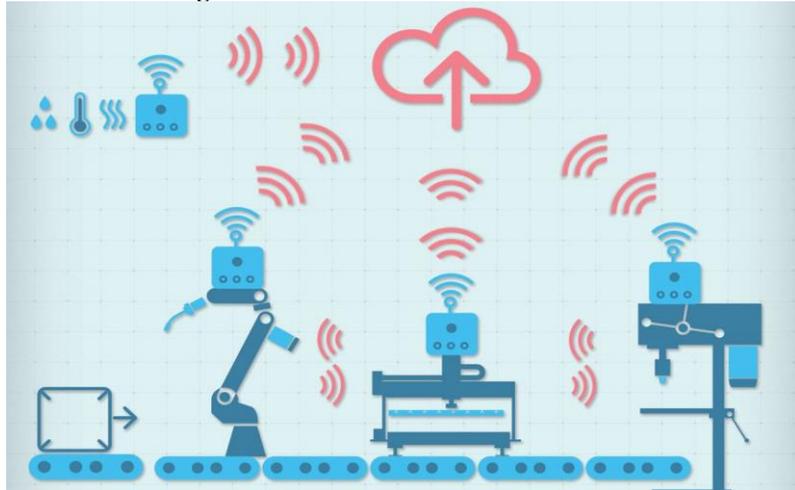


Fonte: Edureka, 2019.

#### 4.3.3 INTERNET DAS COISAS

O grande intuito das Internet das Coisas no setor fabril é compactar o processo com sensores remotamente via internet e com o uso do protocolo MQTT. Na indústria 4.0 ela é conhecida como (IIoT) Internet das coisas industriais, ela veio para facilitar o processo na fábrica podendo ser acessado remotamente e poderão estar conectados mundialmente pelos computadores, expandindo comunicação entre máquinas e homens (ENGPRESS, 2019).

O grande intuito disso é facilitar e gerenciar via remotamente as máquinas e coletar os dados e assim fazer com que elas tomem decisões precisas baseadas nos dados coletados através de uma rede, como visto na figura 3. Em resumo, a internet das coisas torna o processo mais eficaz, rápido e tornando um futuro da tecnologia mais eficiente (SAS, 2019).

**Figura 3 - Internet das coisas industriais**

Fonte: Exame, 2017.

#### 4.3.4 ROBÓTICA

A automação de robôs na indústria 4.0 torna o processo de chão de fábrica mais robusto com a expansão da automação nos setores fabris, como pode ser visto na figura 4, os robôs estão ganhando novas funcionalidades e novas tecnologias. A grande expectativa é que os robôs se tornem cada vez mais autônomos e que possam realizar cada vez mais com eficácia as atividades que antes eram desconfortáveis e de alto risco para os seres humanos, servindo também para acelerar o a produção e diminuindo riscos e acidentes e dando maior produtividade no processo de trabalho (SENAI, 2019).

**Figura 4 - Robótica Industrial**

Fonte: Deposit Photos, 2019.

#### 4.3.5 SIMULAÇÃO

A simulação veio para agregar nos preparativos da indústria 4.0, o grande intuito da simulação é ajudar a fornecer um melhor resultado, a simulação chega para agregar em diversos processos, térmico, estático, acústico, entre outros, cooperar em diminuir custos e evitar o desperdício de tempo e ajudar a desenvolver o processo de fabricação, de acordo com a figura 5.

Com o grande avanço da tecnologia você poder ter o acesso de simular um projeto, ou qualquer tipo de ferramenta antes de ser projetada agrega muito no processo e tempo para a empresa, com a simulação sendo utilizada em grandes empresas, essa ferramenta “simulação” tornará o processo mais ágil nas empresas.

**Figura 5 - Simulação**



**Fonte: Volkswagen, 2017.**

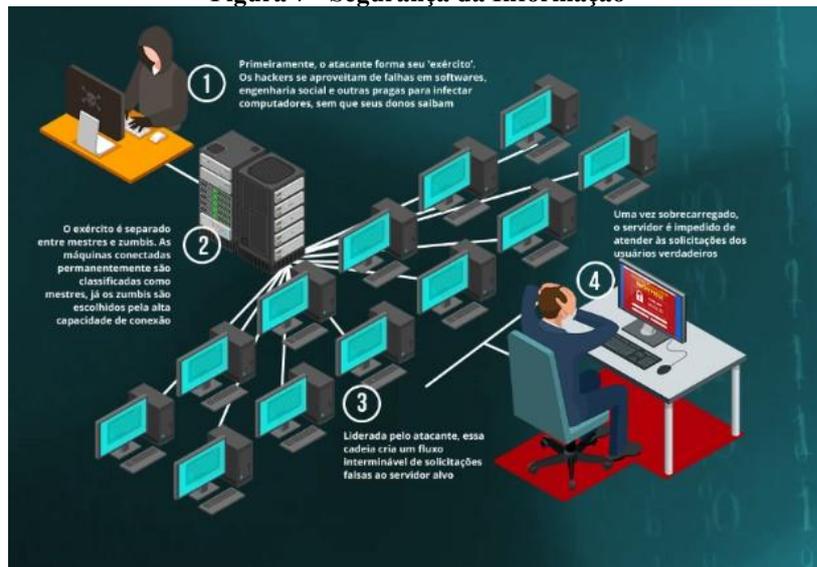
#### 4.3.6 INTEGRAÇÃO DE SISTEMA

Um dos benefícios da integração de sistema na indústria 4.0 é o compartilhamento das informações de maneira eficaz no processo fabril, tornando mais rápido as tomadas de decisões impactando no aumento de produtividade e isso acarreta na transformação dentro do setor fabril, transformando- o digital, como na figura 6.

Atualmente o processo é interagido manualmente e os dados são captados por pessoas, isso torna o processo analógico e insatisfatório, agora com a integração de sistema esse processo sofre uma grande sofisticação no processo fabril, aumentando o desempenho da fábrica.



**Figura 7 - Segurança da Informação**



Fonte: Época Negócios, 2019.

#### 4.3.8 COMPUTAÇÃO EM NUVEM

Na indústria 4.0 a grande parte de dados de informações é feito pela internet e isso é armazenado em nuvem, como pode ser observado na figura 8, tornando acessível em qualquer lugar no mundo, facilitando o acesso de documentos e dados pela nuvem. Esse sistema se tornou comum hoje em dia pelo fácil acesso do mesmo.

O sistema não fica conectado em um computador ou dispositivo, ele é independente e pode acessado em qualquer lugar, garantindo a proteção dos dados acessados.

Cada dia mais as empresas estão adquirindo esse sistema para facilitar no dia a dia, grandes empresas como Amazon, Oracle, Google, foram as primeiras a utilizar esse sistema, tornando o sistema em uma nova fronteira digital, com o passar do tempo, o mundo inteiro utilizará esse sistema.

**Figura 8 - Computação em Nuvem**

Fonte: QI Cloud Experience, 2017.

#### 4.3.9 MANUFATURA ADITIVA

Ela é conhecida como impressão 3D, o seu intuito é agilizar a realização de produtos e permitir modificações, construção de protótipos.

A manufatura aditiva confecciona objetos criados em desenhos pelo computador, a impressão 3D é utilizada para criar protótipos a serem estudados, igual ao mostrado na figura 9, com essa invenção houve um grande avanço nos dias de hoje com a tecnologia em inúmeros setores da economia. A impressão 3D vem mostrando grande resultados nos setores automotivo, saúde e aeronáutica.

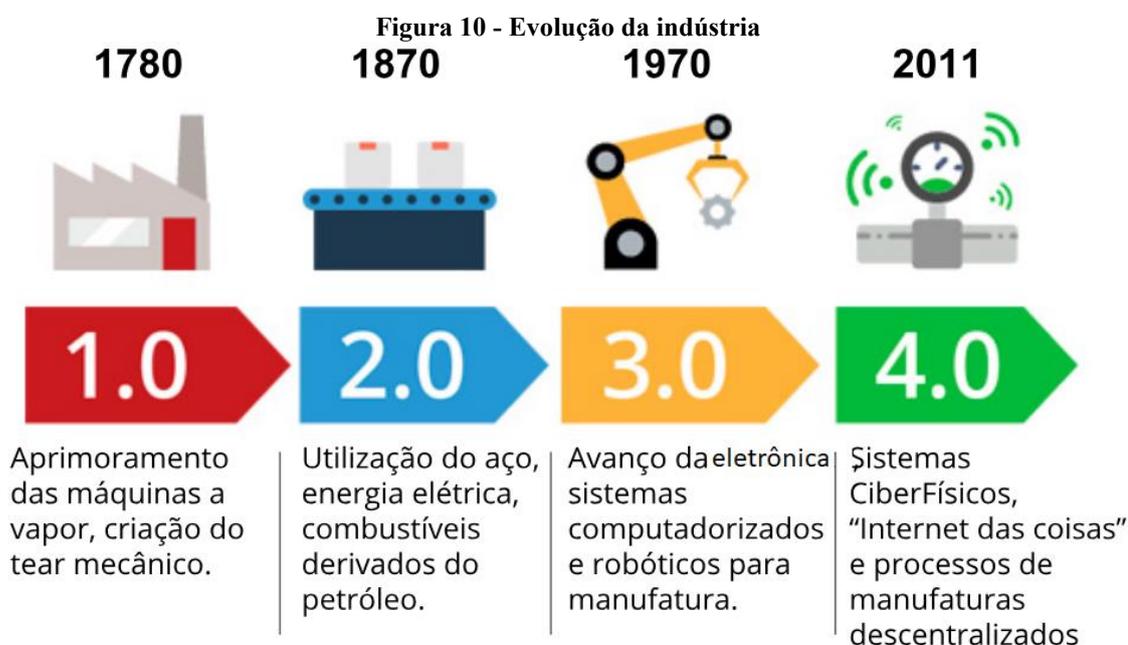
**Figura 9 - Manufatura Aditiva**

Fonte: Wishbox, 2019.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desde o surgimento do termo Indústria 4.0 cada vez mais novidades são apresentadas no segmento como a informatização e automação de todos setores dentro da indústria, desde a linha de produção até o atendimento ao cliente. Com a automação é possível reduzir os custos e tempo de produção, porém reduz postos de trabalho manuais, assim dificultando as pessoas que não possuem formação a conseguirem manter seu emprego ou conseguir um novo. O mercado de trabalho está cada vez mais enxuto e exigente, as empresas procuram profissionais capacitados e generalistas, que possam atuar em várias áreas conforme a necessidade da empresa, diminuindo assim as demissões e contratações temporárias.

Segundo Sandra (2018) é comum as pessoas pensarem que a indústria 4.0 é apenas o uso da tecnologia de ponta, de fato isso acontece, pois para chegar nela é necessário passar pela Indústria 3.0, onde surgiu a robotização, automação. No Brasil cerca de 76% das indústrias ainda se encontram no estágio da Indústria 1.0 ou 2.0, de acordo com a CNI, a figura 10 mostra a evolução da indústria dentre as revoluções.



Fonte: Sandra, 2018.

A indústria 4.0 é muito mais do que apenas tecnologia, ao contrário do que muitas pessoas pensam, a tecnologia ajuda a atender os pré-requisitos básicos da

Indústria 4.0, porém ela não para por aí. Com a tecnologia surgem novas ferramentas que são utilizadas na indústria 4.0 para entender melhor o cliente para que ele seja atendido de uma maneira mais eficiente e eficaz.

Um exemplo do uso dessas ferramentas tecnológicas pode ser tirado da Embraer que usando um simulador de voo resolveu um grande problema que incomodava os clientes: a espera de 8 anos para um novo modelo de aeronave ser produzido. Hoje usando o simulador a espera cerca de 30%, e reduziu os custos, criou a possibilidade de trabalhar em mais de um projeto ao mesmo tempo e diminuição da necessidade de retrabalho, já que utilizando o simulador é possível realizar vários testes e ajustes no projeto, como nível de combustível e ruídos produzidos pelo motor. Com isso a Embraer conseguiu satisfazer mais seus clientes.

Outra ferramenta muito utilizada nos dias de hoje pelas empresas é a impressão 3D que cresce a cada dia mais, com ela é possível atender o cliente mais rapidamente, criando algo da forma que ele deseja. A impressão 3D está tão avançada que já não está mais só no “plástico”, hoje é possível imprimir roupas, calçados e até mesmo casas, e há ainda uma tentativa de imprimir um avião em fibra de carbono.

Tudo isso vai contra a ideia proposta de Ford, ao se aproximar da chamada manufatura descentralizada.

**Figura 11 - Pilares da Indústria 4.0**



Fonte: BCG

Fonte: BCG , 2018.

Na planta de uma fábrica em Taubaté, foi montada uma nova linha de montagem de transmissões, totalmente voltada à indústria 4.0 tendo suas máquinas

e robôs conectados um ao outro, onde uma máquina só libera uma peça quando outra peça passa em um dos robôs e está certificada que ela está apta a ser montada, inclusive os processos de prensagem também são feitos por máquinas, assim como o trabalho de colocar e apertar os parafusos de fixação da transmissão. As máquinas estão conectadas a uma rede de sistemas da fábrica onde o diretor e engenheiros conseguem verificar a produção de dentro de seu escritório e saber a produção de cada máquina ou se ela está parada e o porquê.

A linha de produção utiliza a computação em nuvem para que outras plantas da empresa espalhadas pelo mundo consigam verificar sua produção e indicadores.

Esse processo só mostra que a Indústria 4.0 veio para mudar todo o sistemas da planta, implementando os 9 pilares que agregam em melhorar todos os setores de uma fábrica, trazendo maior comodidade e segurança no processo, com o aumento da produtividade e o acerto da qualidade das peças, isso mostra que a eficiência desse método de trabalho é importante para o desenvolvimento nas empresas.

Com o crescimento da Indústria 4.0 no mercado, todo o sistema que agregam esse novo método de trabalho tem visto grandes resultado no dia a dia, uma delas é a Amazon, a empresa assegurou que a Indústria 4.0 veio para mudar toda a forma de trabalho, com as suas lojas totalmente autônomas a Amazon mostrou a eficiência do processo, com sua linha totalmente robótica, a Amazon disparou em crescimento no mercado, sua empresa passou a valer bilhões.

**Figura 12 - Amazon**



**Fonte: Amazon, 2019.**

## 6 CONCLUSÃO

Neste estudo de trabalho de graduação que realizou-se estudos comparativos para analisar empresas que aderiram a indústria 4.0 como referência e as demais que não se enquadram nesse perfil, ficou comprovado que indústrias que usaram tecnologia de ponta se tornaram número 1 no mercado, em vendas, satisfação ao cliente, entre outras, um dos critérios avaliados pelas indústrias que utilizando tecnologia sofisticada é a sustentabilidade e autonomia no processo fabril, tornando as melhores no que fazem.

Os 9 pilares para a indústria 4.0 é fundamental para o crescimento da fabril, é isso que as torna número 1 no mercado de trabalho, quando fazem o uso dos 9 pilares elas acabam tendo um crescimento absurdo comparado com as outras.

Através dessa pesquisa ficou claro a compreensão que o sistema indústria 4.0 ficou claro a pratica de tecnologias que agregaram e ajudaram a alcançar um nível alto de automatização nas linhas de produção, esse objetivo foi alcançado através dos 9 pilares, sendo eles, Internet das coisas, big data, computação em nuvem, simulação, realidade aumentada, robôs autônomos, integração de sistemas, ciber segurança e manufatura aditiva.

Como podemos ver nem todas as indústrias pode ser ter acesso a essas tecnologias devido ao custo delas e a escassez de mão de obra qualificada para manipular essa tecnologia, se as empresas de pequeno e médio porte aderissem essa pratica de indústria 4.0 teria um uma redução absurda de desperdícios de recursos, diminuição de tempo de produção e teria um grande aumento na qualidade do produto que impactaria diretamente no aumento das vendas nos produtos internos e externos, tornando a marca mais competitiva no mercado de trabalho e se consolidando no mesmo, diferente das empresas de grande porte que aproveita que tem receita para o investimento, se consolidam ainda mais no mercado devido ao investimento de se aderir uma indústria 4.0, tornando-se cada vez melhor e com o título de número 1 no mercado.

As empresas que se arriscam melhorando seu processo de trabalho com tecnologias de ponta são as pioneiras no mercado consolidando cada vez mais sua marca, tornando-se um monopólio na indústria.

## REFERÊNCIAS

**A SUA empresa está preparada para a Economia 4.0?** Runrun.it, 2019. Disponível em: <https://blog.runrun.it/economia-4-0/>. Acesso em: 18 maio 2019.

BERTULUCCI SILVEIRA, Cristiano. **O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo**. Citisystems, 2016. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>. Acesso em: 18 maio 2019.

BEZERRA, Juliana. **Fordismo**. TodaMatéria, 22 mar. 2019. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/fordismo/>. Acesso em: 18 maio 2019.

DELAI, Pietro. **Internet das coisas pode impulsionar a competitividade industrial**. Exame, 19 jul. 2017. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/tecnologia/internet-das-coisas-pode-impulsionar-a-competitividade-industrial/>. Acesso em: 15 maio 2019.

ELISABETH, Sandra. **A indústria 4.0**. Sandra Elisabeth, 12 jun. 2018. Disponível em: <http://sandraelisabeth.com.br/a-industria-4-0/>. Acesso em: 18 maio 2019.

**FIESP IDENTIFICA DESAFIOS DA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL E APRESENTA PROPOSTAS**. Fiesp, 7 maio 2018. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/noticias/fiesp-identifica-desafios-da-industria-4-0-no-brasil-e-apresenta-propostas/>. Acesso em: 12 maio 2019.

**INDÚSTRIA 4.0: afinal, você sabe realmente o significado?** totvs, 17 dez. 2018. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/industria-4-0-saiba-o-real-significado/>. Acesso em: 18 maio 2019.

**INDÚSTRIA 4.0 – como seus pilares podem afetar sua empresa?** EngProcess, 31 out. 2017. Disponível em: <https://engprocess.com.br/industria-4-0/>. Acesso em: 23 abr. 2019.

INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS. easy, 2019. Disponível em: <https://www.easycomtec.com/integracao-de-sistemas>. Acesso em: 16 maio 2019.  
NOVOS desafios de cibersegurança nos negócios. epoca negócios, 2019. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Publicidade/Embratel/noticia/2018/01/novos-desafios-de-ciberseguranca-nos-negocios.html>. Acesso em: 25 maio 2019.

ISOMÉTRICO automatizado conceito de linha de produção. depositphotos, 2019. Disponível em: <https://br.depositphotos.com/146446447/stock-illustration-isometric-automated-production-line-concept.html>. Acesso em: 15 maio 2019.

KANTOR, Lana. **Indústria 4.0: o que vai mudar na sua vida?**. saia do lugar, 2013. Disponível em: <https://saiadolugar.com.br/industria-4/>. Acesso em: 23 abr. 2019.

MONSANTO DE PAULA, Otávio. **SIMULAÇÃO E LEAN NA INDÚSTRIA 4.0**. Excelência em Pauta, 2018. Disponível em: <http://excelenciaempauta.com.br/simulacao-e-lean-na-industria-4-0/>. Acesso em: 23 abr. 2019.

MOURA, Fernando. **Qual é a Diferença da Revolução Industrial 4.0 para as Outras?**. Murr Elektronik, 2 ago. 2018. Disponível em: <http://blog.murrelektronik.com.br/qual-e-a-diferenca-da-revolucao-industrial-4-0-para-as-outras/>. Acesso em: 23 abr. 2019.

**O QUE é Big Data?**. Canaltech, 2019. Disponível em: <https://canaltech.com.br/big-data/o-que-e-big-data/>. Acesso em: 15 maio 2019.

QUAL a relação entre o Cloud Computing e a comunicação na sua empresa?. QI cloud, 12 jun. 2017. Disponível em: <https://www.qicloudexperience.com.br/qual-relacao-entre-o-cloud-computing-e-comunicacao-na-sua-empresa/>. Acesso em: 25 maio 2019.

**RESUMO - Revolução Industrial**. Só História, 15 maio 2019. Disponível em: <https://www.sohistoria.com.br/resumos/revolucaoindustrial.php>. Acesso em: 15 maio 2019.

RODRIGUES, Alzira. VW economiza R\$ 100 milhões com fábrica digital. auto industria, 23 out. 2017. Disponível em: <https://www.autoindustria.com.br/2017/10/23/vw-revela-economia-de-r-100-milhoes-com-fabrica-digital/>. Acesso em: 16 maio 2019.

ROZÁRIO, Mayara. **Veja como a Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial tem afetado o mercado de trabalho brasileiro e o funcionamento de diferentes empresas**. ig, 27 fev. 2017. Disponível em: <https://economia.ig.com.br/2017-02-27/industria-40.html>. Acesso em: 18 maio 2019

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo**. Citisystems, 2016. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>. Acesso em: 23 abr. 2019.

SINHA, Shubham. **Aplicações de Big Data em Tempo Real em Diversos Domínios**. Exame, 22 maio 2019. Disponível em: <https://www.edureka.co/blog/big-data-applications-revolutionizing-various-domains/>. Acesso em: 15 maio 2019.

**THE FOURTH Industrial Revolution is here—are you ready?**. Deloitte, 2019. Disponível em: [https://www.forbes.com/forbes-insights/wp-content/uploads/2018/01/Deloitte-FourthIndustrialRev\\_REPORT\\_FINAL-WEB.pdf](https://www.forbes.com/forbes-insights/wp-content/uploads/2018/01/Deloitte-FourthIndustrialRev_REPORT_FINAL-WEB.pdf). Acesso em: 11 maio 2019.

VENTURELLI, Márcio. **A Internet das Coisas na Indústria 4.0**. Automação Industrial, 1 set. 2017. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/internet-das-coisas-na-industria-4-0/>. Acesso em: 23 abr. 2019.