

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Bruno Leal Monteiro

Guilherme Mancilha Pimentel

INDÚSTRIA 4.0: A Quarta Revolução Industrial

**Taubaté – SP
2018**

Bruno Leal Monteiro
Guilherme Mancilha Pimentel

INDÚSTRIA 4.0: A Quarta Revolução Industrial

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

Orientador (a): Prof. Me. Marcelo Pinheiro Werneck

Taubaté – SP
2018

SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

M775i Monteiro, Bruno Leal
Indústria 4.0: a quarta revolução industrial / Bruno Leal Monteiro;
Guilherme Mancilha Pimentel. -- 2018.
47 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de
Engenharia Mecânica e Elétrica, 2018.
Orientação: Prof. Me. Marcelo Pinheiro Werneck, Departamento de
Engenharia Elétrica.

1. Benefícios. 2. Lucratividade. 3. Produção. 4. Produtividade.
5. Quarta Revolução Industrial. I. Título. II. Pimentel, Guilherme Mancilha.
III. Graduação em Engenharia de Produção Mecânica.

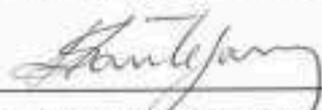
CDD – 658.514

BRUNO LEAL MONTEIRO
GUILHERME MANCILHA PIMENTEL

INDÚSTRIA 4.0: A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO APROVADO COMO PARTE
DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE "ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO MECÂNICA"

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



Prof. Me. Fábio Henrique F. Santejani
Coordenador de Trabalho de Graduação

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Me. Marcelo Pinheiro Werneck
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Prof. Me. Seide da Cunha Filho
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

26/11/2018

DEDICATÓRIAS

Dedicatória Bruno

Dedico este trabalho a Deus e a toda minha família por todo o carinho e apoio que me deram e por tornar possível a realização deste trabalho e de todos os sonhos que carrego comigo.

Dedicatória Guilherme

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, ao meu pai Luís Fernando Pimentel, minha mãe Maria Angélica Mancilha Nogueira Pimentel, e a minha irmã Fernanda Mancilha Pimentel que não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos Bruno

Quero agradecer a Deus por ter me ajudado a superar as dificuldades e a tornar possível a concretização de mais uma etapa importante em minha vida. Aos professores agradeço profundamente a confiança e a orientação. Sem eles não teria sido possível realizar este trabalho.

À minha família e amigos tenho um agradecimento muito especial por acreditarem em mim desde o primeiro instante.

Agradecimentos Guilherme

Primeiramente quero agradecer a Deus por ter me dado a oportunidade de ingressar e concluir minha graduação superior.

Agradeço também a todos meus familiares e amigos por todo o apoio e por acreditarem em meu potencial.

Por fim, mas não menos importante, deixo uma palavra de gratidão a Universidade de Taubaté por disponibilizar todos os recursos e infraestrutura necessária para o melhor aproveitamento do curso, juntamente com todo o corpo docente, em especial nosso professor orientador, por todos os ensinamentos e experiências transmitidas ao longo dos anos de convivência.

“O sucesso é uma consequência e não um objetivo.”

Gustave Flaubert

MONTEIRO, Bruno Leal. PIMENTEL, Guilherme Mancilha. **INDÚSTRIA 4.0: A Quarta Revolução Industrial**. 2018. 47 f. Trabalho de Graduação, modalidade Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do Certificado do Título em Bacharelado Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté, Taubaté.

RESUMO

Este trabalho tem a intenção de apresentar quais são os impactos da Quarta Revolução Industrial, já percebidos na produção. Os dados aqui apresentados tratam de como, inevitavelmente, em um momento futuro, as empresas empenhadas na produção, seja de que produtos forem, serão levadas a entender e executar seus trabalhos de acordo com as novas regras que a Quarta Revolução Industrial imporá, seja pela produtividade, por uma maior lucratividade, ou mesmo pelos todos grandes benefícios de saúde no trabalho que essa nova revolução traz.

Palavras-chave: Quarta Revolução Industrial. Produção. Produtividade. Lucratividade. Benefícios.

MONTEIRO, Bruno Leal. PIMENTEL, Guilherme Mancilha. **INDUSTRY 4.0: The Forty Industrial Revolution**. 2018. 47 f. Trabalho de Graduação, modalidade Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do Certificado do Título em Bacharelado Engenharia de Produção Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté, Taubaté.

ABSTRACT

This paper intends to present what are the impacts of the Fourth Industrial Revolution already perceived in production. The data presented here deal with how, inevitably, at a future moment, companies engaged in production, whatever products, will be led to understand and perform their work in accordance with the new rules that the Fourth Industrial Revolution will impose, productivity, greater profitability, or even all the great health benefits at work that this new revolution brings.

Keywords: Fourth Industrial Revolution. Production. Productivity. Profitability. Benefits.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Avanços Tecnológicos	26
Figura 2:	Fases da Revolução Industrial	27
Figura 3:	Digital e áreas de serviços	29
Figura 4:	Indústria 4.0	30
Figura 5:	Tecnologia	31
Figura 6:	Modelos de Produção	32
Figura 7:	Tipos de Impactos	34
Figura 8:	Dimensões	43

LISTA DE TABELA

Tabela 1:	Tecnologia Digital	35
Tabela 2:	Uso de Tecnologia	37

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1: Respostas da Utilização de Tecnologia

36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CERTI	Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras
CNI	Confederação Nacional da Indústria
ICANN	Corporação da Internet para Atribuição de Nomes e Números
IETF	Internet Engineering Task Force
IGF	Fórum de Governança da Internet
PIB	Produto Interno Bruto

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
1.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.2.	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	16
1.3.	OBJETIVO GERAL	17
1.4.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.5.	JUSTIFICATIVA	17
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1.	PRIMEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	19
2.2.	SEGUNDA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	20
2.3.	TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	23
2.4.	QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	25
3.	METODOLOGIA	28
4.	DESENVOLVIMENTO	29
4.1	DIGITALIZAÇÃO DA ECONOMIA	29
4.2.	INDÚSTRIA 4.0	30
4.3.	APLICAÇÕES DE INDÚSTRIA 4.0	32
4.4.	IMPACTOS ESPERADOS	34
5.	O ESTADO DA DIGITALIZAÇÃO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA	35
5.1.	DESAFIOS PARA INCORPORAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL	37
5.2.	RELAÇÕES ENTRE AS DIMENSÕES	43
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
6.1	INICIATIVA DE OUTROS PAÍSES PARA O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA 4.0	44
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O reconhecimento da teoria econômica traz ampla e vasta ligação entre mudança da tecnologia e economia. Desta forma, verifica-se um processo de evolução caracterizado pela mudança e evoluções tecnológicas. Esse processo evolutivo remete aos avanços históricos referentes à deter o desenvolvimento de técnicas e manejos necessário para que haja produção no trabalho e desenvolvimento monetário dos países. Deste modo, vemos que o crescimento tecnológico é o fator principal na conversação por conta da riqueza das nações e os variáveis trilhos que cada um seguiu no tangente ao crescimento de suas economias.

Conforme dito por Schwab (2016, p.96):

O crescimento da tecnologia e das revelações tecnológicas, dentro da base tradicional de processo técnico, surge como apoio fundamental do crescimento das nações movidas pelas indústrias e responsáveis pelo crescimento e produção da renda por pessoa.

Partindo do avanço da matéria tem-se progresso em vários setores dos países, bem como política, economia, cultura, dentre outros: esses causam impactos constantes a velocidade e o sentido do crescimento da tecnologia. Dessa forma, as indústrias são aspectos principais na modernidade e crescimento econômico.

Ao se estudar a história mundial podemos observar evoluções referentes aos quadros sócio econômicos e políticos. Tais observações consistem das Revoluções Industriais, elas foram responsáveis por apresentar novas formas às economias de produção e de tecnologia que trouxeram significantes avanços e crescimento. Assim sendo provocam alterações estruturais e organizacionais das sociedades e das indústrias.

Conforme Leme, Santos e Stevan Jr. (2018), hoje o mundo está incluído na Quarta Revolução Industrial, a qual declara o desenvolvimento de tecnologias nanoestruturadas que também estabelecem vários princípios, como banco de dados para mudar o sistema econômico, Sendo assim, este levante fica marcado pela centralização das técnicas digitais, biológicas e físicas que resultarão em vastas mudanças e agilidade.

De acordo com Leme, Santos e Stevan Jr. (2018) a tese Indústria 4.0 que entende-se também por quarta Revolução Industrial, evolui intensamente por todo o

mundo. Conforme pensa os autores, esta questão traz significativa “(...) relevância, tanto para fins acadêmicos, como também para as indústrias, as quais enfrentam desafios contínuos de aumento de produtividade e personalização de produtos”.

Fundamentado no que dizem Santos (2018) observa-se que a Indústria 4.0 resultará uma série de novidades que resultarão impactos nas concepções de execuções produtivas, sabendo-se que ela determina pela progressiva digitalização e interconexão de coisas, cadeias de preços e de exemplos de negócios, pontuando-se no crescimento perspicaz de produtos, métodos e sistema. (Smart Production).

1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Observando-se a trajetória do crescimento econômico mundial, vemos várias mudanças nos modelos sociais e econômicos dos países, visto que os maiores alcances no que se refere a revolução e modernidade, são os vinculados às Revoluções Industriais.

Micklethwait (2015) fortalece esse pensamento afirmando que mesmo que a modernidade técnica seja uma constante durante o crescimento econômico, nota-se que em alguns momentos da história concentrou-se uma série de mudanças tecnológicas que transforma tanto a produção, quanto a estruturação de toda uma sociedade, A autoria também afirma que:

A rápida difusão de uma nova onda de inovação não só modifica a base técnica responsável pela dinâmica do ciclo de acumulação de capital, mas também termina por influenciar os mais distintos processos de produção e de trabalho, a partir do aumento de lucros, dos ganhos de produtividade e da queda dos preços, com destaque para os segmentos modernos e mais dinâmicos.

Sendo assim, a maneira de evolução natural da humanidade completa em vantagens tecnológicas, já que buscam resolver problemas inerentes tais como soluções e melhorias para os que já existem. Esses crescimentos são demonstrados pela inclusão de métodos inovadores, sendo que esses métodos constituem importante papel na mudança social e econômica.

Sendo assim, o atual trabalho mostra-se por demais importante, já que procura entender como modelo de administração social da produção, apresentados a partir de cada Revolução Industrial ajudaram para o crescimento da produtividade e disparo da

tecnologia na sociedade em todas as fases em questão, salientando em especial na era industrial.4.0.

1.3 OBJETIVO GERAL

Adiante a situação relacionada, esta obra tem por enfoque principal mostrar os efeitos e a interferência das revoluções Industriais, nas questões da produtividade, como base na contribuição da Quarta Revolução Industrial na economia e no desenvolvimento tecnológico social.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Na pretensão de atingir a meta central desta pesquisa, vemos como principais objetivos:

- Identificar a origem e as importâncias das quatro Revoluções Industriais.
- Sinalar a colaboração dos exemplos de produção provenientes de cada Revolução Industrial para a produtividade econômica do mundo, tendo seu lado principal a quarta Revolução Industrial:
- Personificar as principais pesquisas na literatura apropriada sobre a quarta Revolução Industrial, focando os resultados mais sugestivos e subsídios trazidos por esses trabalhos para a grandeza dos estudos nesta área.

1.5 JUSTIFICATIVA

Conforme Gald (2016) a atualidade mundial está conectada, são dados grandiosos e precisos, poderosos sensores, e uma gigantesca eficiência em armazenamento. A partir da Terceira Revolução Industrial acontece uma melhora acelerada nos computadores, a ponto que a capacidade dos mesmos passam da ficção científica antes admirada nos cinemas para a rotina das pessoas e não em um lento processo de desenvolvimento, mas em apenas alguns anos.

Leme, Santos e Stevan Jr. (2018) dizem que nos dias de hoje computadores já dominam a posição de muitos humanos no mercado de trabalho, afinal eles além de terem a capacidade de trabalhar com números, também usam símbolos em seus dados processados. Seus ciclos também são identificados como uns e zeros, podendo

ser válidos como verdadeiros e falsos, sim ou não, ou qualquer outro trabalho figurado, da matemática à lógica linguística.

Segundo Leme, Santos e Stevan Jr. (2018):

A atual revolução caracteriza-se não pela centralidade de conhecimentos e informação, mas pela aplicação desses conhecimentos e dessa informação para a geração de novos conhecimentos e de dispositivos de processamento/comunicação da informação, em um ciclo de realimentação, cumulativo entre a inovação e seu uso. (LEME, SANTOS, STEVAN JR., 2018).

Até agora, segundo Leme, Santos e Stevan Jr. (2018), não apenas recentes tecnologias são excepcionais, digitais e logísticas, porém a grande parte dos ganhos ainda virá. Conforme narra os autores nos próximos anos veremos o aparecimento de novas tecnologias que trarão outro avanço tecnológico jamais visto.

As medidas sócio econômicas, sociais e tecnológicas são de suma importância para a evolução, visto que tem relação direta com a direção das mudanças e aparecimentos de padrões atuais e tecnológicos substituindo as antigas. Sendo assim, nota-se que é necessário entender o quadro de cada época ao que se refere às medidas referidas para identificar a influência que trarão os futuros saltos da tecnologia.

Então, perante os indícios mostrados, este artigo se faz essencial, já que tenta convencer as parcelas de sinais crescentes anteriormente, assim como as mudanças de hoje em dia das tecnologias e na economia e sociedade, e, então, ajudar para a parte de Produção, Gestão de informação e Processos em geral, até mesmo para o apoio nos temas de Administração.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRIMEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A Primeira Revolução Industrial aconteceu na Inglaterra no século XVIII (1780-1830) em uma época em que a indústria de tecido era responsável pela principal produção dos países mais desenvolvidos. Sendo assim, muitas invenções transformaram a indústria algodão na Inglaterra e surgiu então um novo meio de produção – o sistema fabril.

De acordo com Teixeira (2014), no decorrer da Primeira Revolução Industrial, (...)as atividades econômicas não vinculadas à população de alimentos foram o núcleo dinâmico do processo de industrialização e que proporcionaram à Inglaterra o exercício da hegemonia no cenário internacional.

Canedo (2012) confirma essas considerações ao salientar que a Primeira Revolução Industrial assistiu à mudança da atividade em força, mecânica na aparência de caldeia e máquinas a vapor. Este acontecimento trouxe um excelente desenvolvimento às indústrias manufatureiras, destacando-se o setor de tecidos, e aos sistemas de transportes daquele período. O autor também acrescenta que durante o mesmo tempo iniciou-se a função da primeira máquina de fato universal de comunicação quase imediata, o telégrafo.

Teixeira (2014) exalta ainda mais o crescimento conquistado com a Primeira Revolução Industrial ao destacar que esta foi responsável por mecanizar “(...) a maioria dos processos manufatureiros, começando com o do produto industrial básico mais importante do século XVIII :os têxteis”. Assim sendo, notou-se uma significativa queda no preço dos tecidos de algodão e, em contra posição, um crescimento considerável na produção.

Mais um fator considerável foi o mecanismo de produção de outros itens de suma importância para a economia no período, esses até passaram a funcionar semelhantes a máquina a vapor, são eles: papel, couro, ferros, vidro, tijolos.

Estes itens também traziam as mesmas formas produtivas de rapidez, valores e quantidades que os tecidos (TEIXEIRA, 2014)

Landes mostra três principais mudanças no processo de produção que ocorreram no período referido, são elas: a) Substituição da capacidade e esforço humano pelas máquinas; b) Colocação das máquinas que transformam calor em

trabalho, trazendo um novo modo de energia; c) Uso de novas matérias primas e mais consistentes. “Esses progressos, que estabeleceram a Revolução Industrial, trouxeram o aumento sem precedente da produtividade e, por isso um crescimento da renda por capital”

Segundo Canedo (2012) a elemento mais evolutivos que a Revolução Industrial trouxe foi a estrada de ferro surgida em 1829 Este fato justifica-se, já que as ferrovias não só produziram uma nova medida econômica, mas também mudaram rapidamente a noção de espaço geográfico. Canedo salienta que:

Pela primeira vez na história, as pessoas tinham mobilidade real. O horizonte das pessoas comuns se ampliou, também pela primeira vez. Elas se deram conta imediatamente que estava ocorrendo uma transformação fundamental na mentalidade (CANEDO, 2012).

Canedo tem seu posicionamento enfatizado por Hobsbawn (1979) ao declarar que “a indústria do ferro desenvolver a partir das inovações que passaram a melhorar a qualidade diminuindo de custo de produção, levando desta forma, a um novo passo da indústria metalúrgica no século XVIII’.

Com as informações acima, observa-se que em meados do período pré-fordista todo processo produtivo era conhecido pela equipe, não tendo divisões do trabalho, definindo os colaboradores como generalistas, sendo o principal preocupação do modelo de produção em vigor a eficiência, agilidade e quantidade.

2.2 SEGUNDA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A segunda Revolução Industrial fundamentou-se em ideias científicas para trazer as transformações vistas, sendo que a Primeira Revolução Industrial trouxe um jeito extenso de rupturas profundas nos mais diversos âmbitos da sociedade Hobsbawn (1979).

Arruda (1984) diz que durante a Segunda revolução Industrial o centro das mudanças vistas na economia mundial recai sobre a eletricidade e a química, De acordo com o autor, estes elementos trouxeram o aparecimento de novos modelos de motores (elétricos e à explosão), de novas matérias e modos de fabricação, de empresas bem sucedidas, e do telégrafo sem fio e rádio, destinados por transmitir imediatamente a informação.

Teixeira (2014) destaca o aparecimento de ‘(...) uma radical modificação na divisão do trabalho, o que coincidiu justamente com a descoberta de novos materiais, como aço e o petróleo, a energia elétrica, o motor à combustão, o telégrafo, o telefone, entre outros “. Desta forma, o período encontra-se em profundas descobertas técnicas e científicas, estando as inovações no campo da temática, biotecnologia, informática e novos materiais levaram a transformação do modelo organizacional produtivo e trabalhista.

No que se refere à Segunda Revolução Industrial, Canedo (2012) também destaca que os principais surgimentos foram “(...) o aço, o petróleo, a química da soda e do cloro, a eletricidade, o motor à combustão interna, etc.”, acontecimento que por si só, mostra que as condições vistas pela estruturação econômica industrial são bem desiguais em relação à anterior. O autor também acrescenta que a própria tecnologia, além de ter que precisar do uso racional da ciência, tende a ser monopolizada pelas grandes empresas.

Arruda (1984) salienta também que durante o período da Segunda Revolução Industrial aconteceu um aumento da exploração do proletariado. Os autores destacam que estudiosos clássicos tais como Carl Marx e Friedrich “(...) apontaram as perversidades das relações de trabalho engendradas pela sociedade industrial do seu tempo, marcada pela exploração do trabalho assalariado e pela alienação do trabalhador”.

Arruda afirma que:

A Segunda revolução Industrial também gerou inúmeros novos produtos de consumo, que têm prolongado e enriquecido a vida humana. O nível de consumo cresceu mais do que a produtividade do trabalho, de modo que os setores novos da economia absorveram mais força de trabalho do que aquela liberada por setores antigos renovados. (ARRUDA, 1984).

Hobsbawn (1979) também mostra que durante o período acima citado o desemprego tecnológico trouxe calamidades sociais que não podemos menosprezar. Sendo assim, desejando atenuar essas conjunturas foram criados os seguros sociais e estabelecidos compromissos, por parte de cada governo, visando manter a economia o mais próximo possível da ideia do emprego íntegro.

Observa-se o nascimento do termo “alienação do trabalhador”, visto que o exemplo de produção em vigor deixou de ser integral e passou a seguir as concepções

de Taylor da Administração Científica. Este modelo, segundo Franco baseava-se nas seguintes deduções:

A organização taylorista do trabalho está assentada na: (i) divisão entre o trabalho de concepção , planejamento, direção e controle (realizado pela massa de assalariados);(ii) fragmentação do trabalho, simplificação e esvaziamento do conteúdo do trabalho (noção de posto de trabalho e estrutura de cargos e salários); (ii) análise de tempos e movimentos, cronometragem e padronização das formas de trabalhar; (iii) políticas de punição e premiação individual ; sistemas de avaliação da produtividade individual ; salário por peça, estímulo à competição (formas de controle de atitudes, novos hábitos , trabalhador forte, ativo e docilizado, sem consciência crítica, sem criatividade).identificação do trabalhador com a empresa (empresa – família); cooperação e harmonia imposta (HOBBSAWN, 1979).

Também segundo o autor, a base técnica do taylorismo fundamentada e mecanizada trouxe o crescimento das linhas de montagem fordista e equipamentos que possibilitaram a produção maçante a velocidade gigantesca. (HOBBSAWN, 1979).

Segundo Arruda (1984), o fordismo, modelo de produção, que também surgiu na Segunda Revolução Industrial, é um crescimento da asserção de Taylor. Em suma, nele o trabalhador é fixado em seu cargo de trabalho e o objeto é levado até ele com a ideia de atenuar o tempo de produção, acelerando a produtividade (ARRUDA, 1984).

Teixeira (2014) determina o posicionamento acima citado ao destacar que o funcionamento do fordismo, na prática, mostrava que os trabalhadores deveriam ser fixados na linha de produção, à tempo que os produtos seriam direcionados a eles, diminuindo o tempo de cada movimento e aumentando a eficiência.

Teixeira (2014) também diz que a lógica do fordismo trata-se da busca por ganhos de produtividade, através de uma escala de produção, e na busca de zonas de salários mais baixos.

O mesmo Teixeira (2014) revela que o fordismo distingue-se do taylorismo, pois no modelo industrial do primeiro “(...) as próprias regras são agregadas no dispositivo automático das máquinas que dita o tempo e a operação precisa para finalização do processo. O autor também revela que o fordismo, como exemplo de industrialização sinalizou a conclusão da revolução taylorista, visto que o êxito do modelo trouxe aparente (lucros na produtividade e intensidade), esses lucros foram o início do desenvolvimento na conhecida “idade de ouro” do fordismo Contudo, ao final dos anos

60 essa base passa a sofrer uma queda e os mesmos autores declaram que “a produtividade começou a diminuir e o capital fixo por pessoa a crescer. Isso trouxe uma diminuição de lucros, de onde decorreu (após determinado prazo) uma queda da taxa de acréscimo” (TEIXEIRA, 2014).

2.3. TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Canedo (2012) conceitua a Terceira Revolução Industrial como um período em que as empresas elevam sua prestação de serviços e quantidade de mão de obra, sobretudo aquelas que coletam, processam, divulgam e guardam dados e informações. Houve uma transição do recurso humano pelo tecnológico, sendo o homem substituído pela máquina. Além disso, o próprio usuário do serviço poderia operá-lo em alguns casos, sem intermediários.

Outra visão importante que Canedo (2012) traz, é a de que a Revolução possibilitou a criação de circuitos eletrônicos e integrados, os chamados microchips, um marco naquela época. Trouxe benefícios até hoje para o mundo contemporâneo, mudando por completo as formas de comunicação e transmissão de informações, através disso surgirão a internet e o e-commerce.

A criação do computador revolucionou o exercício do trabalho e das grandes produções, causando um grande impacto nos meios de comunicação, segundo Canedo:

O aparecimento e desenvolvimento do computador e a sua mais recente associação junto aos meios de comunicação já existentes, como a televisão e o telefone, confirmam a passagem para um estágio superior na produção de informações e comunicações (CANEDO, 2012).

Além da queda com gastos em produção, processamento, emissão e armazenamento, a criação de um circuito integrado possibilitou que os processos de produção tivessem aumentos consideráveis, na opinião de Canedo (2012).

Da mesma forma se posiciona Teixeira (2014), pois esse período traz consigo a evolução da informática, que auxiliou as empresas a criarem produtos melhores, gerando mais competitividade, além de ser um marco no setor na microeletrônica.

Ainda para Teixeira (2014), com todo esse avanço tecnológico e o surgimento da comunicação por satélite, houve uma maior flexibilidade para as indústrias coordenarem vários fornecedores ao mesmo tempo, pois:

O enxugamento começou com serviços de menor importância, como os de vigilância, limpeza, fornecimento de refeições, etc., mas rapidamente atingiu outros, como os legais, de seguros, de contabilidade, de treinamento, de seleção de pessoal (inclusive executivos) e, finalmente, a produção propriamente dita. (TEIXEIRA, 2014).

Pode se perceber que uma das grandes quebras de paradigma que a revolução trouxe, foi a substituição dos modelos de produção Taylorista e Fordista, onde o trabalhador era cada vez mais incluído no sistema da empresa, diminuindo cada vez mais os níveis de hierarquia, segundo apontado por Arruda (1984).

Para Hobsbawn (1979):

A nova ordem, chamada de pós fordista e as vezes de neofordista, é concebida como tendo as seguintes características: novos métodos de produção baseados na microeletrônica; práticas flexíveis de trabalho; posição muito reduzida dos sindicatos; uma nova e acentuada divisão da classe trabalhadora em trabalhadores centrais e periféricos; maior grau de individualismo e desigualdade social e dominância do consumo sobre a produção (HOBSEBAWN, 1979).

A produção automobilística no Japão cresceu tanto que se tornou um modelo para grandes indústrias, pois o sistema utilizado era mais flexível.

Esse modelo Toyotista trouxe uma nova visão para o mercado, onde evitava-se manter estoques, fazendo com que o capital social da empresa tivesse uma maior rotatividade, de acordo com Hobsbawn. É possível verificar ainda:

Enquanto a cultura Fordista necessita de profissionais com características mecânicas, no qual o indivíduo é apenas uma engrenagem de uma enorme maquinaria no qual representa a empresa, onde há ainda uma divisão entre a concepção e execução, fica explícito a desnecessidade de uma maciça qualificação. Por outro lado, o Toyotismo exige de seus profissionais uma enorme carga de conhecimento, devido à quebra dessa divisão supracitada, onde o trabalhador passou a ser o elemento fundamental para o andamento do trabalho. Nesse sistema um conjunto de pessoas é responsável por várias funções, de forma flexível. Há também uma preocupação com a qualidade, que passou a ser inculcada em suas mentes (HOBSEBAWN, 1979).

Além disso, para Arruda (1984) o novo modelo capitalista de mercado fez com que surgisse o Toyotismo, que trouxe uma maior subjetividade no desempenho do trabalho, pois frente ao surgimento de tecnologias de alto custo e complexidade, como a microeletrônica, era necessário que o trabalho humano fosse alinhado à essa nova realidade.

Já para Canedo (2012) esse novo modelo de gestão, que o Toyotismo implantou, tem por base:

- a) Mais concessão de benefícios trabalhistas, como incentivo a produção;
- b) Produção baseada no just in time, onde somente se produz a demanda exigida para o momento, através do trabalho em equipe e utilização de um sistema de reposição de estoque que se identificasse o responsável por essa tarefa;
- c) Surgimento de sindicatos, para representarem os trabalhadores;
- d) Hierarquia entre as empresas do ramo.

Teixeira (2014) acredita que o Toyotismo seria um conjunto de métodos que levam em conta controle de qualidade e fortalecimento da relação entre usuários e fornecedores, utilizados na administração científica e de produção Just in Time.

2.4. QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Para Schwab (2016), a Quarta Revolução Industrial é a mais significativa em relação às demais, porque foi a através dela que as mudanças no mundo atual efetivamente ocorreram “(...) por meio da aplicação do infinitamente pequeno as mais diferentes utilidades da vida diária”.

As empresas estão passando por uma fase chamada Indústria 4.0, que segundo Schwab (2016) significa um aprimoramento na administração de processos produtivos no segmento das indústrias. Com o início dessa era digital, onde tudo está conectado à internet, tudo poderia estar disponível em um sistema, por exemplo:

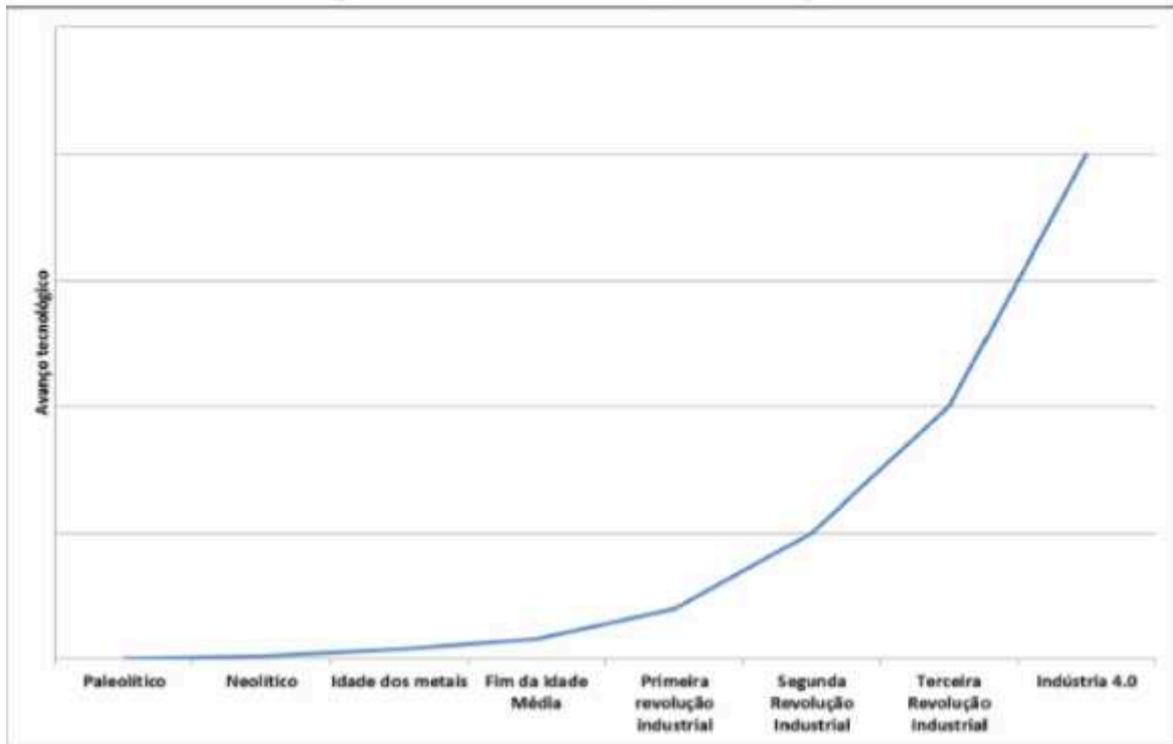
Virtualmente, ou seja, sem a necessidade da presença física na fábrica ou na própria residência, será possível acionar máquinas, interligar equipamentos e seus acessórios, ligar a cafeteira para deixar um café preparado no momento de chegar em casa, adiantar tarefas domésticas, gerenciar o estoque de alimentos sem precisar ir ao supermercado, dentre outras possibilidades (SCHWAB, 2016).

Complementando a ideia acima, Leme, Santos e Stevan Jr. (2018) afirmaram que toda essa inovação tecnológica permite que sistemas inteligentes se comuniquem, sem que haja necessidade de intervenção humana.

Para Leme, Santos e Stevan Jr. (2018) também se percebe mudanças nos setores econômicos, políticos e sociais. O desenvolvimento no início da história da civilização, mais precisamente entre o período Paleolítico e o Fim da Idade Média, não

foram muito promissoras em questões de avanços tecnológicos, conforme observa-se a Figura 1, p.26. Porém, com a Primeira Revolução Industrial houve um avanço exponencial da tecnologia que influenciou o momento atual, que chamamos de Indústria 4.0.

Figura 1: Avanços Tecnológicos



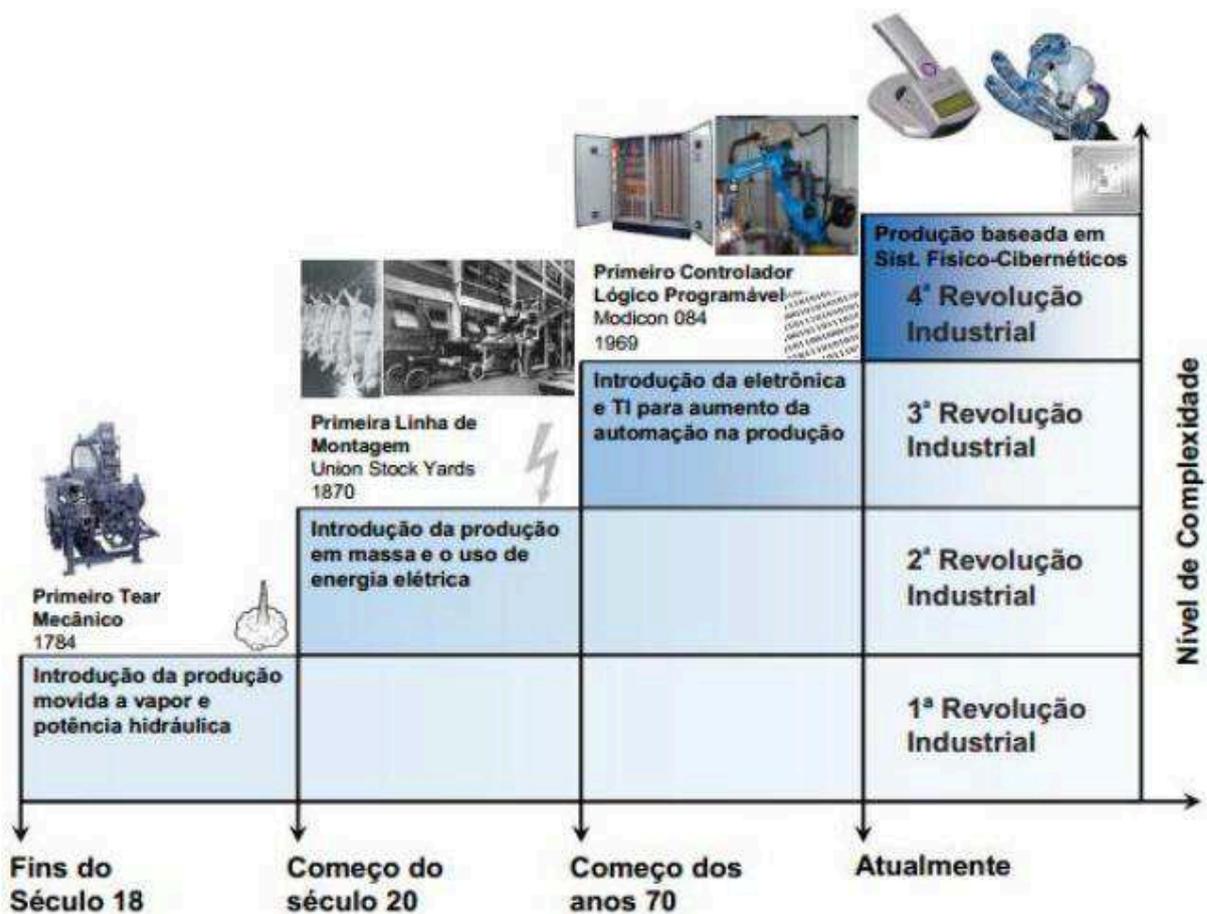
Fonte: Gilchrist, 2016.

Ainda, é possível observar que o foco da indústria tecnológica é a chamada produção inteligente, buscando sempre os melhores produtos, métodos e processos, pois o atual mercado exige uma interconexão entre os produtos (SANTOS, 2018).

Corroborando essa ideia, os autores Leme, Santos e Stevan Jr. (2018) declaram que na atualidade a maior inovação é a digitalização dos produtos, pois essa ferramenta vem se expandindo na indústria velozmente. A linguagem utilizada pela máquina, ou seja, o computador, é o sistema binário composto de 0 e 1. Hoje é possível transformar qualquer arquivo de texto, fotos, vídeos e sons em mídia digitalizada, o que é um grande avanço. Essa nova proposta traz inúmeros benefícios, pois questões sobre volume, velocidade e variedade já não são mais um incômodo para as empresas. Além disso, descobriu-se a uma nova maneira de fazer ciência e expandir o conhecimento.

A Revolução Industrial passou por vários estágios, conforme ilustra a Figura 2. A Primeira Revolução trouxe a máquina a vapor, no século XVIII. Já a Segunda Revolução, trazida por Henry Ford no século XX, mudou o conceito de produção nas empresas, que começou a ser em grande escala. Seguida do pós Segunda Guerra Mundial, veio a Terceira Revolução que influenciou a tecnologia da informação, tornando-se uma área de especialização e criou uma forma de produção que utilizava controladores lógicos programáveis. A atualidade apresenta a Quarta Revolução Industrial, que tem como foco era da comunicação das máquinas inteligentes, onde a intervenção do homem é praticamente zero, como afirma Leme, Santos e Stevan Jr. (2018).

Figura 2: Fases da Revolução Industrial



Fonte: Gilchrist, 2016.

3. METODOLOGIA

O tipo de pesquisa que foi realizado neste trabalho é uma Revisão Bibliográfica, no qual foi realizada consulta em livros, dissertações e em artigos científicos selecionados através de busca nos sites de banco de dados, livros de diferentes tipos de autores e também levantamento de informações sobre o tema em revistas, artigos, documentários, relatórios, periódicos, entre outras fontes de dados. O período dos artigos pesquisados foram dos últimos 10 anos de trabalhos publicados. As palavras-chave utilizadas na busca foram: Quarta Revolução Industrial; Indústria 4.0; Produção.

Para a elaboração deste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica, baseada principalmente em livros de diversos autores da área de Engenharia de Produção Mecânica, com foco principalmente dentro do tema Indústria 4.0: A Quarta Revolução Industrial, como por exemplo, Teixeira (2014), Canedo (2012), Schwab (2016), Gald (2016), Santos (2018), Cevikcan (2017), Leme (2018), dentre outros.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 DIGITALIZAÇÃO DA ECONOMIA

Como já mencionado anteriormente, o processo de digitalização é uma realidade na sociedade moderna e que possui múltiplas facetas, presente em aplicativos, arquivos de áudio digitais e até mesmo nos e-books, sendo ligada a tecnologia da informação (MICKLETHWAIT, 2015).

Essa nova era tem revolucionado a forma como a sociedade e as indústrias se comportam frente as novas demandas, pois através da digitalização é possível sentir transformações no que tange à mobilidade urbana, pois hoje já é possível pensar em cidade inteligentes, onde tudo e todos estão interligados, por exemplo, questões como uma maior eficiência nas redes elétricas; desenvolvimento nas área da saúde e agricultura, além das produções industriais em massa (MICKLETHWAIT, 2015).

Figura 3: Digital e áreas de serviços



Fonte: Cevikcan e Ustundag (2017).

A internet é plataforma utilizada para interligar essas novas tecnologias e mantê-las em comunicação constante, chamada nesse caso de internet das coisas, pois possibilita a que vários dispositivos se conectem ao mesmo tempo.

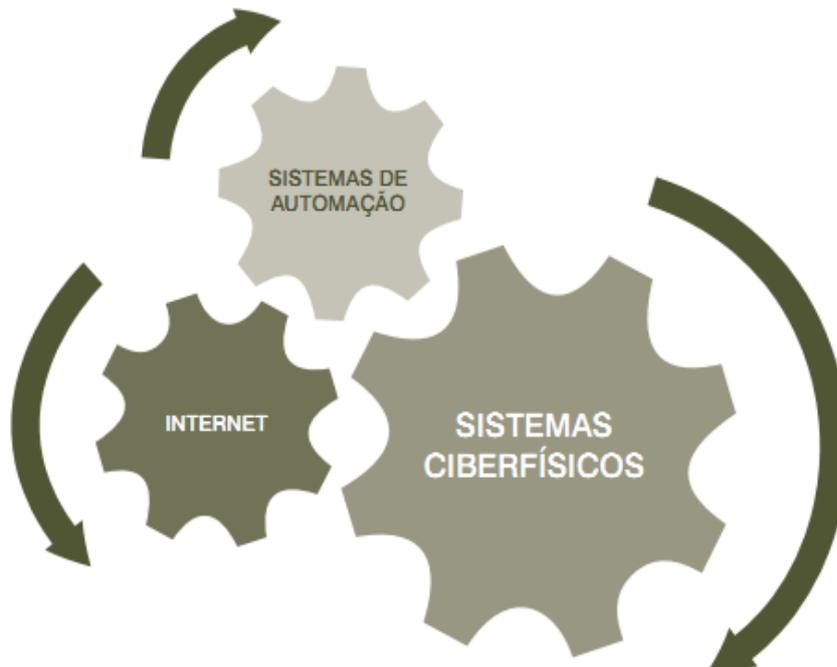
O surgimento da tecnologia e todas essas novidades têm influenciado todos os setores, principalmente econômicos e sociais. Nos próximos anos, novos formatos de empresas surgirão e até mesmo a forma que elas se relacionam com os clientes e fornecedores sofrerão mudanças. A facilidade de comunicação criada entre vários

dispositivos que enviam e coletam dados, através de smartphones, eletrodomésticos e até mesmo veículos automotores, associada a computação em nuvem possibilita esse novo segmento de mercado. Até mesmo a distância que alguns setores possuem, como indústria e a prestação de serviços sofrerão alterações (MICKLETHWAIT, 2015).

4.2. INDÚSTRIA 4.0

Esse conceito de Indústria 4.0 se deu devido a Quarta Revolução Industrial, que tem por base o a implantação do sistema de digitalização, a mudança no setor de produção que é integrado a equipamentos que estão conectados em uma rede, além da convergência entre tecnologias biológicas e digitais, se integrando o real e o virtual. Esse cenário favorece a criação dos sistemas cyber físicos e a implantação da inteligência artificial nos novos equipamentos (SANTOS, 2018).

Figura 4: Indústria 4.0



Fonte: Cevikcan e Ustundag (2017).

A terminologia internet das coisas, também conhecida como big data, abrange o avanço na robótica, a criação da inteligência artificial, a computação em nuvem e o

surgimento de tecnologias que envolvem manufatura híbrida e aditiva (SANTOS, 2018).

Figura 5: Tecnologia



Fonte: Cevikcan e Ustundag (2017).

Há pouco menos de um século nem se imaginava que o mercado seria impulsionado pelas indústrias inteligentes, onde todos os componentes pudessem estar conectados e conversassem entre si durante o processo de fabricação que é integrado, mas ao mesmo tempo autônomo. Hoje é possível visualizar que essa conexão não precisa ser entre elementos dentro de um mesmo espaço, dentro de uma única empresa, é tão mais amplo que os dispositivos criados ligam empresas que estão em diferentes localizações. Há programas que integram o sistema de estoque de uma fábrica diretamente ao setor de compras de outra empresa de forma automática, otimizando no máximo a logística existente (SANTOS, 2018).

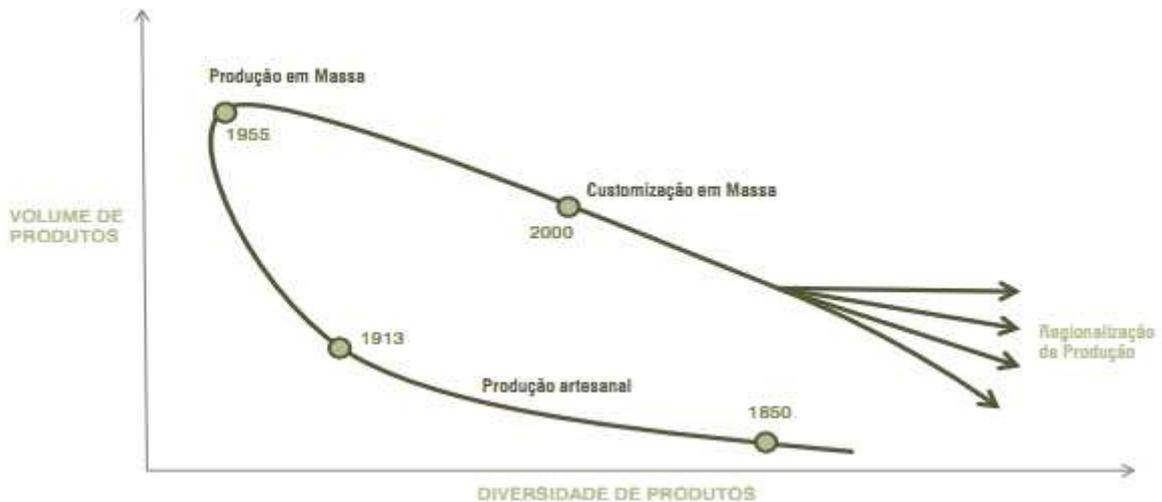
Essa integração vai além disso, abrange várias outras etapas como o desenvolvimento de novos produtos, previsão de riscos, simulação de produção e até mesmo o consumo final pelo cliente.

Indo além, as produções em escala terão mais flexibilidade, haverá eficiência na manipulação dos insumos, novos produtos serão lançados mais rapidamente no mercado e as empresas se tornarão totalmente integradas (SANTOS, 2018).

Outra novidade é a customização em grande escala, pois como há maior flexibilização na manipulação dos insumos e uma comunicação direta entre os vários

setores de produção. Isso faz com que a necessidade de cada consumidor seja atendida de acordo com as suas peculiaridades e com a mesma eficiência das produções em massa. Um fator muito predominante nesse novo modelo de Indústria 4.0 é a confecção de produtos customizados em massa (SANTOS, 2018).

Figura 6: Modelos de Produção



Fonte: Cevikcan e Ustundag (2017).

4.3 APLICAÇÕES DE INDÚSTRIA 4.0

A Siemens, que fica localizada em Amberg, na Alemanha é uma empresa que produz equipamentos eletroeletrônicos. O sistema utiliza um controlador lógico programável para as operações e realiza 1.000 variantes de uma vez, além de trabalharem 24 horas por dia. Os defeitos também passaram a ser quase nulos com esse novo sistema, sendo que é possível verificar que a cada um milhão de produtos confeccionados, apenas 12 possuem defeitos (LEME, SANTOS, STEVAN JR., 2018).

Já a Rolls Royce britânica está se especializando para começar a produzir alguns elementos dos seus motores aeronáuticos utilizando a tecnologia de impressão 3D. Cada peça tem um tempo de produção diferente, algumas chegam a levar 18 meses para ficarem prontas, e com essa tecnologia pode reduzir o tempo de produção drasticamente. Também é possível produzir peças de diferentes formatos e pesos, até mesmo mais leves que auxiliam na melhor aerodinâmica (LEME, SANTOS, STEVAN JR., 2018).

Outro que está desenvolvendo sistemas que são capazes de acompanhar todo o processo produtivo através do controle de todas as etapas, é o Laboratório Fábrica LABelectron, que está ligado à Fundação CERTI. Eles criaram um sistema que gerencia informações das operações realizadas, utilizando softwares específicos, que se estruturam em Módulo de Serviço de Qualidade, Módulo Mensageiro, Módulo Fábrica Visual e Módulo Serviço de chão de Fábrica (LEME, SANTOS, STEVAN JR., 2018).

A brasileira Embraer também tem se adaptado e feito testes, utilizando a tecnologia 3D, para detectar problemas nos produtos, muitas vezes na fase de desenvolvimento do projeto. Atualmente pode se realizar milhares de horas de testes, muito antes mesmo da aeronave realizar sua primeira decolagem. Vários problemas podem ser detectados nessa fase de testes e serem resolvidos de antemão, problemas que só seriam detectados quando a aeronave estivesse no ar. Utilizam vários equipamentos com softwares desenvolvidos para essa detecção na linha de montagem, e caso alguma funcionalidade não seja conhecida, é um arquivo de mídia que demonstra como operar aquele equipamento ou programa (LEME, SANTOS, STEVAN JR., 2018).

A Quarta Revolução Industrial trouxe consigo mudanças radicais para a indústria, todo esse sistema exige uma gama de ações, tais como criação de departamentos especializados, processos de fabricação adaptados, investimento em equipamentos avançados, maior integração entre as empresas envolvidas no processo de criação, dentre outras. Os softwares que tornam as linhas de produção automatizadas exigem um novo formato de engenharia e gestão na produção, pois toda etapa se comunica com a outra sozinha, fazendo com que o processo desde o pedido feito pelo cliente até a etapa de distribuição dos produtos dispense intervenção humana direta (LEME, SANTOS, STEVAN JR., 2018).

Ocorre que o surgimento de novas tecnologias tem avançado muito rapidamente, e muitas empresas não estão conseguindo acompanhar e se adaptar a essas mudanças. Elas deverão, ao longo do tempo, alinhar estratégias para integrar seu processo de produção a essa nova forma de mercado. A Indústria 4.0 exige que as novas empresas já iniciem suas atividades nesse novo modelo e incentivem que as outras se ajustem rapidamente, sob pena de não conseguirem dar continuidade nas suas atividades (LEME, SANTOS, STEVAN JR., 2018).

4.4 IMPACTOS ESPERADOS

O surgimento e avanço da digitalização, que é a base do novo tipo negócio, tem incentivado empresas de consultoria a avaliarem o quanto isso irá impactar a economia no Brasil (LEME, SANTOS, STEVAN JR., 2018).

A McKinsey acredita que ao longo dos anos mudanças significativas ocorrerão por causa da Indústria 4.0, sendo que até 2025 o consumo de energia elétrica pode cair até 20%, o gasto para manter os equipamentos reduzir em até 40% e a eficiência na produção crescer em até 25% (LEME, SANTOS, STEVAN JR., 2018).

Já a Accenture estima que até o PIB brasileiro sofrerá impacto com a implementação dessas tecnologias, podendo até 2030 chegar a uma média de US\$ 39 bilhões. Se o país estimular a implantação desse tipo de tecnologia, investindo em infraestrutura, criação de regulamentos para utilização dos sistemas e reformulando o ambiente de negócio, a estimativa de ganho pode chegar em US\$210 bilhões (LEME, SANTOS, STEVAN JR., 2018).

Figura 7: Tipos de Impactos



Fonte: Cevikcan e Ustundag (2017).

Esses dados, porém, são uma fração de todas as mudanças que a indústria sofrerá. Ademais, a consolidação desse novo formato trará como consequência para o Brasil a necessidade da criação de uma nova política na indústria. As mais importantes a serem demonstradas são:

- a) Integração dos vários setores da indústria que cooperarão entre si para cumprirem as metas estabelecidas;
- b) Mudança nos setores econômicos com os novos modelos de indústria;
- c) Adaptação de recursos humanos, pois a cada dia outras profissões surgirão;
- d) Incentivo à competitividade de mercado;
- e) Realocação dos investimentos nas escalas de produção.

5. O ESTADO DA DIGITALIZAÇÃO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA

Um estudo realizado pela Confederação Nacional da Indústria demonstrou que as empresas brasileiras têm pouco conhecimento sobre as novas tecnologias que a Quarta Revolução Industrial trouxe. Mais de 50% das empresas não incorporaram nenhuma tecnologia de uma lista de 10 opções apresentadas e 42% não têm conhecimento sobre a importância da adaptação a essa nova exigência do mercado para continuarem competitivas (CNI, 2016).

Dados do estudo: 2.225 indústrias participantes, 500 de porte grande, 815 de porte médio e 910 de porte pequeno, avaliando-se 29 setores do mercado. Período de coleta: 4 a 13 de janeiro de 2016.

A seguir será apresentada uma tabela com as 10 tecnologias que serviram como base para verificar quais delas as empresas já tinham contato.

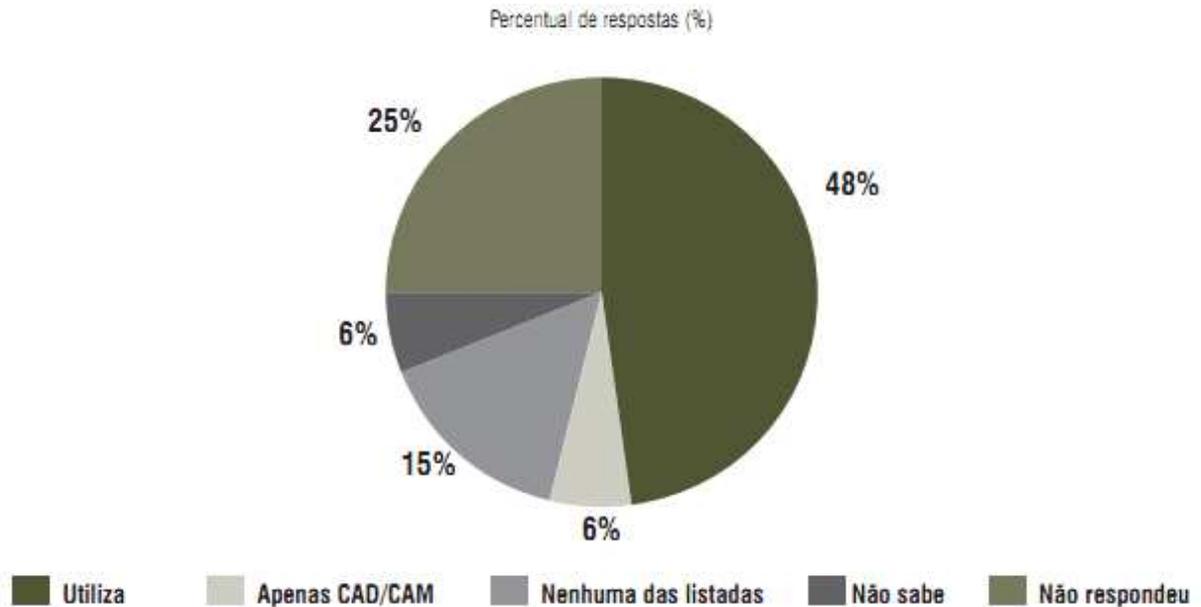
Tabela 1: Tecnologia Digital

LISTA DE TECNOLOGIAS DIGITAIS	USO	IMPORTÂNCIA
Automação digital sem sensores	11	3
Automação digital com sensores para controle de processo	27	20
Monitoramento e controle remoto da produção com sistemas do tipo MES e SCADA	7	14
Automação digital com sensores com identificação de produtos e condições operacionais, linhas flexíveis	8	21
Sistemas integrados de engenharia para desenvolvimento de produtos e manufatura de produtos	19	25
Manufatura aditiva, prototipagem rápida ou impressão 3D	5	9
Simulações/análise de modelos virtuais (Elementos Finitos, Fluidodinâmica Computacional, etc.) para projeto e comissionamento	5	5
Coleta, processamento e análise de grandes quantidades de dados (big data)	9	15
Utilização de serviços em nuvem associados ao produto	6	11
Incorporação de serviços digitais nos produtos ("Internet das Coisas" ou Product Service Systems)	4	12
Projetos de manufatura por computador CAD/CAM (2) (3)	30	9
Nenhuma das listadas	15	3
Não sabe/ não respondeu	31	39

Fonte: CNI, 2016.

Essa pesquisa demonstrou que dentre as empresas que participaram, 31% delas ou não responderam o questionário ou não sabiam se utilizavam algumas das tecnologias apresentadas.

Gráfico 1: Respostas da Utilização de Tecnologia



Fonte: CNI, 2016.

Como observa-se, o desconhecimento das tecnologias digitais é preponderante nas empresas de pequeno porte, correspondendo uma média de 57% das entrevistas, em relação as empresas de grande porte, que a média vai para 32%.

Quando se compara em relação aos setores no mercado, nota-se diferenças significativas também, pois os que mais demonstraram utilizar alguma das tecnologias apresentadas são os seguimentos de informática e eletrônicos com 61%, materiais e equipamentos elétricos com 60% e biocombustíveis e derivados do petróleo com 53%.

Outros setores porém, observa-se menos utilização desse tipo de tecnologia, sendo que vestuário e calçados correspondem 29%, minerais 28%, indústria farmacêutica 27%, manutenção de equipamentos e máquinas 25% e transporte 23%.

Tabela 2: Uso de Tecnologia

Percentual de empresas que utilizam pelo menos uma das tecnologias digitais listadas (%)

SETOR		%
Que mais usa	Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e outros	61
	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	60
	Coque, derivados do petróleo e biocombustíveis	53
	Máquinas e equipamentos	53
	Metalurgia	51
Que menos usa	Outros equipamentos de transporte	23
	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	25
	Produtos farmacêuticos	27
	Minerais não metálicos	28
	Vestuário	29
	Calçados	29

Fonte: CNI, 2016.

5.1 DESAFIOS PARA INCORPORAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL

Para que o Brasil mantenha sua participação no mercado global e uma alta competitividade da indústria dentro do país, deverá criar estratégias de médio e longo prazo para que as empresas adequem as novas tecnologias nas várias fases de produção.

Esse novo modelo industrial que está ganhando cada vez mais força, já é realidade em setores de alguns países, já que o próprio governo cria mecanismos para apoiar e incentivar as grandes indústrias a automatizarem seus processos. Visualizar esse desenvolvimento em outros países, faz com que o Brasil tenha uma dupla preocupação, porque não basta incentivar o setor industrial a se adaptar a essas novas demandas, deve fazê-lo com certa pressa, para que o país se mantenha na linha de frente competindo à altura com outros países (CNI, 2016).

Outro fator preocupante é que as tecnologias não serão incorporadas no mesmo tempo e de forma uniforme em todos os setores. Por isso, o governo em conjunto com a indústria deverá traçar planos diferentes em atenção à diversidade industrial existente no Brasil, para que cada segmento consiga implantar e desenvolver esse ambiente tecnológico nas empresas.

A CNI tem criado uma agenda que visa tratar essas questões, através do Conselho Temático Permanente de Política Industrial e Desenvolvimento Tecnológico, sendo abordado sete tópicos essenciais para que os setores consigam se adaptar, sendo:

- Desenvolvimento tecnológico

O mercado brasileiro é muito diversificado e isso possibilita que surjam novos fornecedores, cada um para atender as peculiaridades de cada setor de produção ou até mesmo de segmento, estimulando o crescimento do mercado doméstico (CNI, 2016).

Será necessário criar mecanismos de apoio e incentivo ao desenvolvimento tecnológico industrial nacional. Para isso será necessário que a indústria e o governo identifiquem quais campos possuem mais dificuldades, minimizando-os e quais têm facilidades, para melhor aproveitá-los. Por consequência, será possível identificar qual segmento de mercado terá maior chance de desenvolver essas tecnologias (CNI, 2016).

Com as peculiaridades de cada cliente, setor e etapa de produção, é necessário criar diferentes tipos de soluções para atender a todas as demandas, integrando melhor os sistemas de automação de produtos e serviços.

Soluções apresentadas pela CNI:

- i) Desenvolvimento de pesquisa tecnológica nos mais diferentes setores;
- ii) Identificar quais segmentos possuem capacidade para implantar as novas tecnologias;
- iii) Verificar quais tecnologias melhor atendem as necessidades do mercado doméstico;
- iv) Incentivar que empresas e o ICT unam esforços para criarem tecnologias específicas;
- v) Estimular o intercâmbio de informações entre o Brasil e demais países líderes no desenvolvimento tecnológico.

- Regulação

A indústria 4.0 exige que novos modelos de gestão institucional sejam implantados para suprirem a nova realidade de mercado. A internet é formada através de camadas que trazem consigo suas próprias peculiaridades, sendo dividida em

aplicações, estrutura física e lógica. Há ainda divisão dentro dos fornecedores, sendo divididos em provedores de infraestrutura de telecomunicações, de aplicação e conexão, setor empresarial usuário, bens de telecomunicações e de informática e softwares (CNI, 2016).

Cada divisão possui características próprias, exigindo instrumentos de regulação distintos para cada camada ou fornecedor. Por exemplo, o setores de infraestrutura de telecomunicações considerará importante a Lei Geral de Telecomunicações, provedores de aplicação atentam-se as normas que dispõe sobre manipulação de dados pessoais, o setor empresarial usuário foca nas regras de cibersegurança, as empresas que criam softwares as normas de proteção as criações intelectuais, dentre outros (CNI, 2016).

Além disso, são realizados fóruns mundiais para debates sobre o estabelecimento de padrões técnicos, como o IGF (internet governance forum), W3C (word wide web consortium), ICANN (internet Corporation for assigned names and numbers) e IEFT (internet engineering task force).

As propostas apresentadas pela CNI são:

- i) Criar uma nova forma para que o segmento da telecomunicação atue, utilizando recursos públicos para incentivar o investimento nesse setor;
- ii) Adequação à proteção das criações intelectuais;
- iii) Assegurar que as normas sobre manipulação de dados pessoais não interfiram no fluxo, coleta e tratamento de dados internacionais;
- iv) Minimizar os efeitos negativos da falta de comunicação entre os sistemas, através de normas que tratem de regulamentação técnica;
- v) Utilizar padrões nos sistemas de cibersegurança para reduzir ciberataques.

- Articulação institucional

Para que o Brasil se beneficie com todas as oportunidades decorrentes da incorporação e desenvolvimento das tecnologias industriais, deverá direcionar seus esforços para uma atuação conjunta entre os setores públicos e privados, que atuam de forma direta ou não nas questões pertinentes a Indústria 4.0 (CNI, 2016).

Como no Brasil atua vários setores distintos, cada área precisa de soluções específicas para a implantação e desenvolvimento da digitalização. Porém, as

tecnologias utilizadas devem ser similares e deve-se aproveitar a infraestrutura já existente, adaptando-as a essa nova realidade, criando redes elétricas inteligentes, cidades automatizadas e até mesmo resolução de questões da saúde à distância. Cada segmento é de responsabilidade de órgãos públicos distintos, que atuam muitas vezes de formas separadas (CNI, 2016).

Essa articulação institucional pode ter como consequência mais eficiência na produção e com isso lucro, além de incentivar o surgimento de novas atividades voltadas a implantação dessas tecnologias.

As soluções apresentadas pela CNI são:

- i) Reunião de grupos que representam diversos órgãos governamentais para discussão do assunto;
- ii) Promoção do tema através de congressos e feiras;
- iii) Elaboração, entre ministérios do governo e instituições privadas, de planos para estimular a indústria a desenvolver as tecnologias da Indústria 4.0 e criar um órgão gestor para fiscalização dessas atividades.

- Aplicações nas cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores

Para que a eficiência seja concreta, as empresas deverão integrar seus diversos setores a essas tecnologias e isso afetará o relacionamento entre clientes e fornecedores. Deverão ser desenvolvidos não somente softwares, mas também hardwares para inclusão nas várias etapas de produção. Faz-se necessário identificar quais empresas deverão se adaptar mais rapidamente do que outras, para conseguirem se manter competitivas e sobreviver no mercado internacional, pois seu segmento exige mais agilidade (CNI, 2016).

Na realidade, alguns setores terão de adotar essa tecnologia de forma mais rápida do que outros, pois haverá pressão por parte do mercado internacional visto que os concorrentes com o Brasil já estão adequados a Indústria 4.0. Isso afeta não só a queda do custo na produção de mercadorias, como na eficiência em produzi-las (CNI, 2016).

Surgirá também, um outro modelo de empresas que fornecerão essas tecnologias as demais. Sendo assim o governo deverá estimular esse setor, criando políticas de incentivo à criação e desenvolvimento de tecnologias que abarcam o ideal da Indústria 4.0 dentro e fora do país. Ainda, se tem a preocupação em criar uma base

de fornecedores que sejam brasileiros para atender a demanda do país, observando sempre as peculiaridades de cada setor e também as diversas etapas que uma produção abarca.

A CNI propõe que para que esses objetivos sejam atingidos é necessário:

- i) Verificar quais empresas e setores têm propensão a adotar esse tipo de tecnologia industrial;
- ii) Analisar quais empresas e setores sofrerão maior pressão do mercado internacional em curto e médio prazo para adotarem essas tecnologias;
- iii) Observar quais empresas e setores terão sua competitividade afetada se não se adaptarem a essa nova realidade;
- iv) Desenvolver programas que incentivem o surgimento de fornecedores no segmento da tecnologia digital;
- v) Criar estratégias para o desenvolvimento das empresas e setores selecionados.

- Recursos humanos

As tecnologias decorrentes das Indústria 4.0 demandam novos tipos de profissionais, além disso, será necessária a associação de informações de áreas distintas, com grupos multidisciplinares e altíssimo grau de conhecimento técnico em vários setores.

A CNI propõe então:

- i) Elaboração de novos modelos de cursos técnicos;
- ii) Adaptação de vários cursos, dentre eles os de administração e engenharia, para atender essa nova realidade;
- iii) Incentivo as empresas para criarem programas tecnológicos;
- iv) Criação de cursos que ministrem produção multidisciplinar.

- Mecanismos para induzir a adoção das novas tecnologias

Uma pesquisa feita pela CNI, através da Sondagem Especial – Indústria 4.0 demonstrou que o conhecimento é muito baixo pelas empresas sobre a tecnologia para os setores da produção que têm surgido, sendo necessário uma maior difusão sobre o assunto.

O número de opções que tem no mercado relacionado a essas tecnologias é tão grande que a maior parte dos usuários não conseguem identificar quais seriam mais adequados ao seu tipo de negócio. Também, muitos sistemas mostram-se altamente complexos manuseio, o que faz com que as empresas sintam dificuldades em perceber qual modelo seria mais eficiente (CNI, 2016).

Faz-se necessário identificar quais políticas deverão ser adotadas para fomentar o desenvolvimento industrial junto as novas tecnologias oferecidas. Será extremamente necessário que as empresas brasileiras se comuniquem com as estrangeiras, firmando relações para que possa ser identificado quais as tecnologias existentes, as mais adequadas a cada tipo de setor, além de manter o Brasil na linha de competição com outros países (CNI, 2016).

A CNI propõe que sejam observadas tais propostas:

- i) Seja criado estratégias para demonstrarem quais tecnologias têm surgido no mercado, dentro de cada setor específico;
- ii) Verificar qual a melhor forma de tributação, não interferindo no investimento dessas áreas;
- iii) Incentivo à criação e desenvolvimento das novas tecnologias, criando financiamentos diferenciados.

- Infraestrutura relacionada a banda larga

A gama de informações que utilizadas nos processos que envolvem a tecnologia da indústria 4.0 é tão grande, que precisa de um tráfego que comporte esse crescente fluxo. Portanto, é necessário que a infraestrutura da internet banda larga seja mais robusta, evitando que ela seja um fator negativo nesses processos (CNI, 2016).

A CNI apresenta duas soluções para isso:

- i) Fomento ao investimento nos setores de rede móvel e internet banda larga;
- ii) Criar uma nova forma para que o segmento da telecomunicação atue, utilizando recursos públicos para incentivar o investimento nesse setor.

5.2 RELAÇÕES ENTRE AS DIMENSÕES

Através de alguns estudos, foi possível perceber que a utilização dessas tecnologias digitais possui dimensões com particularidades próprias. A principal dimensão, chamada de aplicação nas cadeias produtivas e de desenvolvimento com fornecedores, é a que liga todos as demais dimensões. Para que haja um direcionamento adequado das propostas do setor, é preciso definir qual critério cada dimensão utiliza (MICKLETHWAIT, 2015).

A dimensão utilizada como base para efetivar as propostas apresentadas, é a Articulação Institucional, pois através dela que o segmento público e privado unidos conseguem maximizar as oportunidades decorrentes da implantação no Brasil das soluções oferecidas (MICKLETHWAIT, 2015).

Figura 8: Dimensões



Fonte: Gilchrist, 2016.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 INICIATIVA DE OUTROS PAÍSES PARA O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA 4.0

Vários países têm focado no desenvolvimento industrial, baseados na realidade trazida pela quarta revolução industrial, conhecida como Indústria 4.0, dentre os principais países engajados estão: Japão, China, Estados Unidos, Coréia do Sul e Alemanha (GALD, 2016).

A Alemanha leva tão a sério sua influência no mercado global que para manter-se a frente dos outros competidores, trata a implantação das novas tecnologias digitais como algo de extrema prioridade, unindo esforços com as várias empresas e instituições do país (GALD, 2016).

Um dos exemplos de iniciativa, foi o relatório apresentado em 2013, da Academia Alemã de Ciência e Engenharia, que tinha o nome de Recommendations for implementing the strategic initiative Indústria 4.0. O objetivo do relatório era traçar planos para que a Alemanha consiga se unir a outros países líderes em produção de tecnologias inteligentes, se tornando, inclusive a principal fornecedora do ramo (GALD, 2016).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este foi um trabalho que apresentou quais são os maiores impactos e como as Revoluções Industriais, durante as décadas, influenciaram governos, economias e países. Também, como o título enfatiza, foi dado um destaque especial ao que é chamado de Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0. Como pôde ser percebido, a Indústria 4.0 reinventa, a cada dia, uma nova forma de produção e eleva o nível de uso de tecnologia nas fábricas ao redor do planeta.

Futuramente será percebido que a Indústria 4.0 foi a mais impactante de todas as revoluções industriais, e o porquê de termos certeza deste fato, é que nos dias em que essa nova revolução surgiu, estavam vivas na Terra muito mais pessoas, e todas elas com anseios de consumo, de bem-estar social, de uma vida amparada pelos meios tecnológicos e com maior expectativa de vida.

Fica claro que, o que permitiu que uma nova revolução industrial, de tamanho poder e magnitude se manifestasse, foi o meteórico avanço da tecnologia nas últimas décadas, e também o anseio por uma nova forma de vida, que somente a produção industrial é capaz de prover. Se imaginarmos que um país como a China, possui residentes em seu território, mais de um bilhão de pessoas, não fica difícil entendermos que somente a produção de bens de consumo em larga escala é capaz de amparar tamanho contingente de pessoas. Ao irmos mais longe na análise, perceberemos que a expectativa de vida chinesa aumenta a cada década, e que por isso, mesmo com os conhecidos meios de controle populacional que os governos chineses se impõem, em pouco mais de 10 anos mais de uma centena de milhão de pessoas estarão vivendo em território chinês. Para que seja possível alimentar, vestir, prover lazer e entretenimento a tamanha população, apenas uma produção em larga escala, com ótimo planejamento, baixo desperdício e excelente rendimento é capaz de prover, e esse é o padrão de produção da nova Indústria 4.0.

O mais moderno modelo de produção industrial exige que a tecnologia interaja com os agentes de produção e com os meios, como máquinas e insumos. Para que essa produção aconteça de forma a atender um número cada vez maior de pessoas e exigências, esse modelo de produção deve ser autônomo, afinal, não há previsão de que teremos homens capazes de trabalhar a três turnos, sem descanso, comida e à prova de colapsos. Esse agente produtivo são robôs pré-programados, que

possuem autonomia para longos períodos de trabalho sem descanso, alimentação e quebras.

Conforme os anos passem, aos poucos surgirá um novo conceito de que a Indústria 4.0 é a solução mais plausível, econômica e de maior rentabilidade para o novo tipo de produção exigido. Com este conceito, todas as antigas formas de produção migrarão para a produção da Indústria 4.0, e comprovarão que os benefícios são verdadeiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, José Jobson de Andrade. **REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E CAPITALISMO**. 2.ed. Brasília: Brasiliense, 1984.

CANÊDO, Letícia Bicalho. **A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL**. 12.ed. Goiânia: Antióquia, 2012.

CEVIKCAN, Emre; USTUNDAG, Alp. **INDUSTRY 4.0: Managing the Digital Transformation**. 1.ed. Berlim: Springer, 2017.

CNI. **REVISTA DA INDÚSTRIA BRASILEIRA**. ed.20. 2016. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/20>. Acesso em: 11 set 2018.

GALD, Will. **INDÚSTRIA 4.0: Riqueza, Cidadania e Estado**. 1.ed. Rio de Janeiro: Missionamento, 2016.

GILCHRIST, Alasdair. **INDUSTRY 4.0: The Industrial Internet of Things**. 1.ed. New York: Apress, 2016.

HOBBSAWN, Eric. **AS ORIGENS DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL**. 1.ed. São Paulo: Global, 1979.

LEME, Murilo Oliveira; SANTOS, Max Mauro Dias Santos; STEVAN JR, Sergio Luiz. **INDÚSTRIA 4.0: Fundamentos, Perspectivas e Aplicações**. 1.ed. São Paulo: Saraiva, 2018.

MICKLETHWAIT, John. **A QUARTA REVOLUÇÃO**. 1.ed. São Paulo: Penguin, 2015.

SANTOS, Sandro. **INTRODUÇÃO À INDÚSTRIA 4.0: Saiba tudo sobre a Revolução das Máquinas**. 1.ed. Curitiba: Independence, 2018.

SCHWAB, Klaus. **A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL**. 1.ed. São Paulo: Edipro, 2016.

TEIXEIRA, Francisco Marques. **REVOLUÇÃO INDUSTRIAL**. 11.ed. São Paulo: Àtica, 2014.