



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

ESCOLA DE MINAS

**COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA DE
CONTROLE E AUTOMAÇÃO - CECAU**



DANDARA RUST RAPOSO

INDUSTRIA 4.0: REALIDADE, MUDANÇAS E OPORTUNIDADES

OURO PRETO – MG

2018

DANDARA RUST RAPOSO

INDUSTRIA 4.0: REALIDADE, MUDANÇAS E OPORTUNIDADES

Monografia apresentada ao
Curso de Engenharia de Controle e
Automação da Universidade Federal de
Ouro Preto como parte dos requisitos
para a obtenção do Grau de Engenheiro
de Controle e Automação.

Orientador: Agnaldo José da Rocha Reis

Ouro Preto

Escola de Minas – UFOP

Julho/2018

R219i Raposo, Dandara Rust.
 Industria 4.0 [manuscrito]: realidade, mudanças e oportunidades / Dandara
 Rust Raposo. - 2018.

36f.:

Orientador: Prof. Dr. Agnaldo José da Rocha Reis.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de
Minas. Departamento de Engenharia de Controle e Automação e Técnicas
Fundamentais.

1. Desenvolvimento. 2. Revolução. 3. Tecnologia. 4. Indústria 4.0. I. Reis,
Agnaldo José da Rocha. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

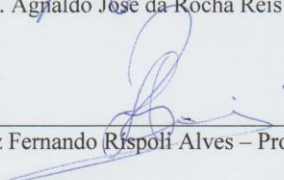
CDU: 681.5

Catálogo: ficha@sisbin.ufop.br

Monografia defendida e aprovada, em 03 de julho de 2018, pela comissão avaliadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Agnaldo José da Rocha Reis - Orientador



Prof. Dr. Luiz Fernando Rispoli Alves – Professor Convidado



Prof. Dr. Paulo Marcos de Barros Monteiro – Professor Convidado

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo amor, incentivo e confiança. Ao professor Agnaldo J. Rocha Reis por me orientar, ensinar e me incentivar durante o estudo e a elaboração desta monografia. A Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) pelo ensino gratuito e de qualidade e pelas contribuições essenciais para a conclusão de mais uma etapa do meu curso. A república Volúpia pelos anos vividos e apoio. A todos, muito obrigada.

"A verdadeira revolução não é revolução violenta, mas a que se realiza pelo cultivo da integração e da inteligência de entes humanos, os quais, pela influência de suas vidas, promoverão gradualmente radicais transformações na sociedade".

Jiddu Krishnamurti

RESUMO

A indústria caminha para uma evolução tecnológica que mudará não só as formas de produção, mas o modo como vemos e nos relacionamos com as coisas e com o mundo. O uso da instrumentação inteligente está cada vez maior, o que permite uma interconectividade desde o chão de fábrica em uma indústria ao cotidiano dos seres humanos. É preciso se atentar as tecnologias do novo modelo industrial para não ficar para trás no mercado que está cada vez mais competitivo. Este trabalho busca salientar algumas dessas novas tecnologias que compõem a indústria 4.0, exemplificar seu uso, e ressaltar o impacto delas na indústria e na vida dos trabalhadores, que devem se adequar as mudanças para não se tornarem obsoletos. A indústria 4.0 já é uma realidade, embora tenha um longo caminho a percorrer até atingir todo o seu potencial, estamos em uma época de transição dos modelos industriais, e espera-se que na próxima década já possamos dizer precisamente que vivemos a quarta revolução industrial.

Palavras-chave: Desenvolvimento; Revolução; Tecnologia; Industria 4.0.

ABSTRACT

The industry is walking towards a technological evolution that will change not only the ways of production, but the ways we see and relate to things and the world. The use of intelligent instrumentation is increasing, which allows an interconnectivity from the factory floor in an industry to the daily life of human beings. It is necessary to pay attention to new industrial model technologies so we don't get left behind in the market that is more competitive every time. This paper work seeks to highlight some of these new technologies that make up industry 4.0, to exemplify their use, and to emphasize their impact on the industry and the lives of workers, who must adapt the changes so they don't become obsolete. Industry 4.0 is already a reality, although it has a long way to go to reach its full potential, we are in a time of transition from the industrial models, and it is expected that in the next decade we can precisely say that we are experiencing the fourth industrial revolution.

Keywords: Development; Revolution; Technology, Industry 4.0;

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	3 Dimensões
CCx	Comissionamento Continuo
CPS	<i>Cyber Physical System</i>
DMZ	Zona Desmilitarizada
IIoT	Internet Industrial das Coisas
IoT	Internet das Coisas
IP	Protocolo de internet
ISA	<i>Industrial Automation and Control System Security</i>
LED	Diodo Emissor de Luz
M2M	<i>Machine to Machine</i>
MBCx	Comissionamento Baseado em Monitoramento
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCx	Comissionamento Persistente
PdM	<i>Product Data Managment</i>
PIB	Produto Interno Bruto
RF	Radio Frequência
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
TA	Tecnologia de Automação
TI	Tecnologia de Informação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Metodologia	13
1.2. Importância do Trabalho.....	13
1.3. Objetivo Geral.....	14
1.4. Objetivos Específicos	14
2. LEVANTAMENTO HISTÓRICO EVOLUTIVO DAS ORIGENS DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	14
3. A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	17
3.1 Internet das Coisas (IoT)	17
3.2 Big Data.....	18
3.3 Cibersegurança	19
3.4 Zonas de Segurança	21
3.5 ISA-99	22
3.6. Eficiência Energética	22
3.6.1 Transporte.....	23
3.6.2 Edifícios	24
3.6.3 Processo.....	25
4. CONSEQUENCIAS DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	26
4.1 O Futuro da Moeda.....	29
4.1 Futuro do Emprego na Industria 4.0.....	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32

5.1	Trabalhos Futuros	34
	REFERÊNCIAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

A Quarta Revolução Industrial tem como base a nanotecnologia, e tem como objetivo o desenvolvimento de novos produtos, materiais ou processos através da capacidade de ver e manipular átomos e moléculas. Em termos populares é o estudo de materiais por cientistas, com uma capacidade de “ver” que nós seres humanos não conseguiríamos.

Um nanômetro é uma unidade de medida, assim como centímetro e quilômetro e equivale a um bilionésimo de metro. Por ser uma escala tão pequena traz grandes desafios, onde apenas indústrias e laboratórios com equipamentos de alta precisão conseguem manipular essa tecnologia.

A nanotecnologia tem sido usada nas áreas de Medicina, Química, Refinarias. Um produto que está no nosso dia a dia e usa a nanotecnologia são os processadores de computador. Com a nanotecnologia será possível, por exemplo, levar “remédios” a uma parte específica do corpo (FLO, 2017).

O uso da nanotecnologia nos processadores – observamos hoje em dia na indústria, processos altamente automatizados, desde a logística à fabricação dos produtos.

Hoje por exemplo, numa loja de vendas pela internet, o pedido é feito pelo cliente, onde o mesmo é informado pela área de vendas, depois para o centro de distribuição e, por fim, pelo setor de entrega.

Tem-se comentado que com o avanço da nanotecnologia, poderemos em breve ter esse processo mencionado acima sem a intervenção humana. Chamamos isso de “células inteligentes de produção” onde há a integração entre a tecnologia da informação, engenharia de controle e automação e a tecnologia da produção (FLO, 2017).

Essa nova era tecnológica está em constante evolução, o que garante uma melhoria contínua nos processos produtivos, tornando-os mais eficazes.

O engenheiro de controle e automação portanto deve desenvolver uma capacidade operacional que permita gerir esses processos de forma eficaz garantindo que tudo funcione de forma integrada e mais autônoma possível. Conhecimentos voltados para logística,

segurança, utilização de recursos de modo eficiente devem ser fundamentados, para que se consiga através da automatização processos cada vez mais produtivos e ágeis (FLO, 2017).

1.1. Metodologia

Busca-se identificar na literatura e nas práticas administrativas vigentes, o processo evolutivo da tecnologia, do controle e da automação no ramo da engenharia, identificando as mudanças ocorridas no ciclo evolutivo e mutável da quarta revolução industrial, a partir da evolução histórica contemporânea dos modelos de administração e a sua relação de interação e sintonia até os dias atuais, bem como a sua influência no desenvolvimento das empresas e mercado global e os consumidores (MARCONI, 2001).

A espinha dorsal da estrutura do trabalho foi, embasada em uma pesquisa bibliográfica de material de fácil compreensão e acessível ao público em geral sobre a engenharia de controle e automação, a indústria 4.0 e as novas tecnologias que estão sendo implantadas, partindo do princípio de se fazer um levantamento histórico evolutivo de autores importantes da área e apresentá-los, a partir de seus principais métodos e pensamentos, correlacionando-os com o contexto evolutivo da quarta revolução industrial e sua aceitabilidade no mercado ao longo dos anos.

1.2. Importância do Trabalho

O intuito para desenvolver este trabalho surgiu da percepção da evolução tecnológica que está interconectando cada vez mais o mundo, e constatar a mudança no modelo de administrar observada a partir da Revolução Industrial com a constatação que a Engenharia de Controle e Automação e seus trabalhos tecnológicos desenvolvidos e disponibilizados em todo o mercado internacional através da globalização.

Atualmente, no mercado, a globalização está universalizada e em estágio avançado. Constata-se a ampla concorrência comercial e, com ela, uma expansão da diversidade cultural no mundo. Diante disso as empresas vêm procurando modificar-se a partir dos mecanismos de automação e produção para conseguir sobreviver no mercado.

1.3. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é realizar uma revisão literária com o propósito de reconhecer as especificidades que permitem o desenvolvimento de tecnologias e das empresas no processo de industrialização proporcionando uma percepção das transformações econômicas e principalmente das mudanças nos hábitos e nas relações de trabalho existentes, a partir da indústria 4.0.

1.4. Objetivos Específicos

Pontuar as mudanças tecnológicas da ultima revolução industrial, indústria 4.0. Enfatizando o uso da instrumentação inteligente, seus benefícios e dificuldades de implantação.

- Realizar um levantamento histórico evolutivo acerca do tema – Revisão Literária;
- Contextualizar os aspectos que marcam a quarta revolução industrial na vida cotidiana da sociedade atual;
- Reconhecer as especificidades que permitem o desenvolvimento de tecnologias e das empresas no processo de industrialização;
- Proporcionar uma percepção das transformações econômicas e principalmente das mudanças nos hábitos e nas relações de trabalho existentes
- Discutir como o episódio da revolução industrial integrou o conjunto das chamadas revoluções tecnológicas e econômicas do mercado globalizado atual;

2. LEVANTAMENTO HISTÓRICO EVOLUTIVO DAS ORIGENS DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

O que caracteriza uma revolução industrial são mudanças radicais e repentinas, incitadas pela incorporação de tecnologias, tendo impacto nos setores econômico, político e social.

A primeira Revolução Industrial teve início na Inglaterra no final do século XVIII com a invenção do tear mecânico, máquinas de fiar e das máquinas a vapor. Anteriormente o comércio era movimentado pela tecelagem de lã, em escala artesanal. Com a produção de

tecidos de algodão, começou então o processo de mecanização. A mecanização se estendeu do setor têxtil para diversas áreas, como metalurgia, agricultura, transportes e outros setores da economia (FREITAS, 2017).

A invenção das máquinas representou um grande avanço nas técnicas empregadas na fabricação de mercadorias e, conseqüentemente, no aumento da produção. Assim a indústria se tornou uma alternativa de trabalho, e com isso milhares de pessoas deixaram os campos e migraram para as cidades (FREITAS, 2017).

A segunda Revolução Industrial teve início na segunda metade do século XIX e foi marcada pelo uso da eletricidade, a criação das lâmpadas incandescentes para iluminação de residências e indústrias, possibilitou que as pessoas trabalhassem a noite, aumentando a jornada de trabalho e a produção, as máquinas que antes utilizavam energia a vapor foram substituídas por máquinas movidas a energia elétrica.

Novas descobertas na forma de utilização do petróleo com a invenção do motor a combustão, a larga utilização do aço e alumínio, permitindo a construção de pontes, máquinas, trilhos, edifícios, etc. Marcada também pelo novo sistema de produção, a produção em massa, o fordismo e o taylorismo, que inovaram a linha de montagem, utilizando esteiras rolantes pela fábrica, dinamizando e otimizando o processo (SOUZA, 2017)

Em meados do século XX, logo após a Segunda Guerra Mundial teve início a terceira Revolução Industrial, caracterizada pela utilização de diversas fontes de energia, antigas e novas, como energia hidrelétrica, nuclear, eólica, etc. Marcada pelo crescente uso de tecnologia e da informática na produção industrial, a criação da internet, softwares e dispositivos móveis, robótica e eletrônica.

A globalização, que possibilitou a produção de produtos com peças fabricadas em vários países diferente. Destaca-se também o desenvolvimento da engenharia genética e biotecnologia, o que gerou um grande avanço na medicina. Outro grande marco foi a conquista espacial marcada pela chegada do homem à lua em 1969 (RIFKIN, Jeremy).

A chamada quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0, começou a ser notada nesta década, e promete grandes mudanças na forma como vemos e nos relacionamos com o

mundo. Ainda se encontra em fase de desenvolvimento e algumas invenções estão apenas na fase inicial, portanto não conhecemos ainda todo o seu potencial.

É caracterizada pela customização em massa e personalização da linha de produção, alia-se a um conjunto de tecnologias como robótica, realidade aumentada, inteligência artificial, nanotecnologia, impressão 3D, big data, e IoT (*Internet of Things*, ou Internet das Coisas), manutenção preditiva, simulação, CPS (*Cyber Physical System*), *Cyber Security* (FAUSTINO, Bruno 2016).

Se define na convergência e cooperação entre essas tecnologias, a conexão entre o mundo digital, físico e biológico. Os princípios utilizados na Indústria 4.0 para a identificação de cenários e implementação de projetos são:

Interoperabilidade: a conexão através da internet e da Computação em Nuvem entre os sistemas ciber-físicos, dos humanos e das Fábricas Inteligentes.

Virtualização: Modelo de plantas virtuais e de simulação com sensores de dados interconectados, que monitoram os processos físicos.

Descentralização: A capacidade de tomada de decisão sem intervenção humana que os sistemas ciber-físicos das Fábricas Inteligentes tem.

Capacidade em Tempo Real: Coleta e análise de dados com entrega de conhecimento imediata.

Orientação a Serviço: serviços oferecidos através da Computação em Nuvem.

Modularidade: Acoplamento e desacoplamento de módulos na produção, permitindo uma produção de acordo com a demanda e flexibilidade na alteração de tarefas das máquinas (FAUSTINO, 2016).

A indústria 4.0 promete benefícios como ganho na produtividade, personalização em escalas, manufatura enxuta, redução de custos, redução de erro, transparência nos negócios e economia de energia. Com a nova revolução industrial muitos dos empregos que conhecemos deixarão de existir, e serão criados novos tipos de trabalho que ainda desconhecemos (VENTURELLI, 2006).

Os softwares vem ganhando cada vez mais espaço no mercado, já é possível notar novos modelos de empresas, que são apenas ferramentas de software, e ao invés de produtos, oferecem serviços, por exemplo, a Uber, é apenas uma ferramenta de software, que não são proprietários de nenhum carro, e agora são a maior companhia de taxi do mundo, a Airbnb é a maior companhia hoteleira da atualidade embora também não sejam proprietários, dentre várias outras ferramentas que oferecem serviços através de aplicativos.

3. A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

O Ministério Federal de Educação e Pesquisa da Alemanha define Industria 4.0 como "a flexibilidade que existe nas redes criadoras de valor é aumentada pela aplicação de sistemas de produção ciberfísicos. Isso permite que máquinas e plantas adaptem seu comportamento a mudanças de pedidos e condições de operação através da auto-otimização e reconfiguração... Sistemas e processos de produção inteligentes, bem como métodos e ferramentas de engenharia adequados, serão um fator chave para implementar com sucesso instalações de produção distribuídas e interconectadas em futuras fábricas inteligentes. "

3.1 Internet das Coisas (IoT)

A *Internet of Things* (IoT), ou Internet das Coisas, como é chamada em português, é a técnica que permite a conexão de objetos inteligentes via internet, são objetos do cotidiano equipados com sensores, lógica digital e capacidade de rede que são capazes de se comunicarem, gerando mais conforto e comodidade para o usuário (CALEIRO, 2018).

Com isso é esperado uma geração de produtos puramente virtuais, permanecendo em constante evolução, essa conexão será um meio para oferta e consumo de novos serviços.

Com as camadas digitais proporcionadas pela IoT, pode-se criar e inovar muito além do que conhecemos hoje, sistemas de certificação de presença de objetos podem ser adotados em qualquer setor, desde estacionamentos a matéria prima de produção (CALEIRO, 2018).

O setor que será mais impactado com a IoT será a indústria de manufatura. A digitalização de dados possibilita a interconexão do sistema, permitindo assim a obtenção da interoperação da planta industrial, o que pode ser chamado de planta digital (SANTISO, 2018).

Sendo a IoT “a ideia de conectar qualquer dispositivo que gere informações e possa se conectar a um serviço de cloud” (VENTURELLI, 2006). Existe também a IIoT (Internet Industrial das Coisas) que é “a evolução das informações da cadeia produtiva, com o mesmo conceito de IoT, conectando estas informações via cloud, por exemplo” (VENTURELLI, 2006).

A diferença está que a IIoT pode conectar todas as informações que acontece no chão de fábrica entre si, não precisando centralizar a um único dispositivo, é esperado que haja tomada de decisões não apenas entre operador e máquina, mas também entre máquina e máquina, o que é chamado de Machine to Machine ou M2M (SANTISO, 2018).

Por exemplo, pode-se conectar em tempo real a cadeia logística de entrada e saída de materiais e controlar a produção, no ponto ótimo de operação. Ou conectar toda a linha de montagem de um produto, facilitando a detecção e correção de erros, diminuindo assim gastos desnecessários que poderiam ser gerados por eles, e a demora em corrigi-los (SANTISO, 2018).

3.2 Big Data

O Big Data é um novo modelo de tomada de decisões nas indústrias que tem como característica a conexão completa e total do processo produtivo através da Internet das Coisas (IoT) e Internet Industrial das Coisas (IIoT), possibilitando a aquisição de dados com alto volume, velocidade e grande variedade (CALEIRO, 2018).

Utiliza de mineração de dados e do aprendizado de máquina (*machine learning*) para fornecer resultados e ações autônomas em tempo real, ou seja, o sistema aprende conforme o processo ocorre, tem uma visão de toda a cadeia de produção e do negócio, não havendo a necessidade de interferência humana.

Os benefícios na utilização de Big Data são diversos, dentre eles estão, diminuição de operadores, melhor desempenho nas operações, economia de energia e segurança de planta, fim do planejamento reativo e todo o sistema será preditivo (CALEIRO, 2018).

Pode ser programado para diversas funções de análise de dados, pode-se utilizá-lo na indústria nas principais funções:

- Prognóstico: o sistema faz uma análise de cenários e comportamentos, analisa todos os comportamentos casuais de todas as variáveis.
- Aprendizado de máquina: são aprendidas as informações do processo, e atuam diretamente nas ações da planta, através de Machine to Machine (M2M).
- Tomada de decisões: analisadas as informações, elas darão um resultado baseado em cenários do comportamento da cadeia produtiva.

Segundo Márcio Venturelli "o Big Data é um serviço dentro da Indústria 4.0, compondo um cbersistema, onde é necessário a aquisição de todos os dados da indústria e serem levados a esta plataforma em *Cloud*, utilizar ferramentas, mineração de dados, aprendizado de máquinas e outras e criar um framework de resultados, com sistemas de decisões e M2M" (VENTURELLI, 2006).

3.3 Cibersegurança

No início da automação os dados eram apenas locais e nos dispositivos, portanto não haviam problemas de roubos de dados em rede, uma vez que elas não existiam. Com a evolução, passamos a ter redes de TI (Tecnologia da Informação) e TA (Tecnologia da Automação), inicialmente separadas e agora em convergência (VENTURELLI, 2016).

A questão da cibersegurança é um fato nas indústrias, e deve ser levada em consideração. Apesar de haverem diariamente ataques a plantas com sucesso, muitos pensam que não serão invadidos, a segurança não é pensada no início do projeto, a automação não converge com a TI na prática, não existe política de segurança na automação e a consciência do problema ainda não existe (SANTISO, 2018).

São muitas as motivações que justificam as invasões a qualquer tipo de sistema de informação ou dado, independente do setor. Tais podem ser desde uma satisfação pessoal do

hacker, até a parada internacional da planta, espionagem industrial, roubo e veda de dados, chantagem, sequestro e bloqueio de informações através de implantação de senhas.

Segundo Márcio Venturelli (2016), existem muitas preocupações e desafios que devem ser considerados para a implantação de um sistema seguro. Equilibrar o entendimento e aplicação prática de sistemas de segurança nas plantas industriais, aplicar soluções inteligentes de segurança que escalem o processo de crescimento da planta e monitorar e controlar invasões e rastrear ações na planta são alguns pontos principais que devem ser observados, pensados e atenuados na hora da implantação de um sistema inteligente.

Existe uma série de características de vulnerabilidades de segurança nas redes industriais de comunicação no chão de fábrica. Tais quais são, protocolos de baixa capacidade de segurança, redes de controle sem segmentação, redes sem antivírus e sem atualização, sistemas operacionais sem atualização e brechas conhecidas da TI, redes de automação não são criptografadas no nível IP, não existe LOG ativados nos sistemas de automação (rasteio), dificuldades de atualizar sistemas SCADA, configuração de segurança baseada em Host em sistema SCADA, a segurança física deve caminhar com segurança lógica.

A segurança da informação, dentro do contexto de acesso de dado, deve ser feita em camadas. Desta forma, precisamos trabalhar acessos físicos e lógicos em cada camada, liberando ou bloqueando permissão e dificultando ao máximo o acesso de terceiros aos dados. Alguns pontos a serem observados e projetados na implantação da segurança na rede são:

- Bloquear acesso
- Monitorar serviços
- Corrigir ameaças
- Contingenciar falhas
- Auditar mudanças

Algumas considerações básicas devem ser consideradas nos primeiros passos de uma implantação de segurança mínima no chão de fábrica, são tais:

- Autenticação de usuário e equipamentos
- Controle de acesso – físico e lógico
- Detecção de intrusão – físico e lógico
- Criptografia de dados
- Assinatura digital
- Isolamento e/ou segregação de ativos
- Varredura de vírus
- Monitoramento de atividade sistema/rede
- Segurança perimetral de planta

Para a implantação de sistemas de segurança na automação industrial é sugerido o entendimento de alguns procedimentos básicos, como, analisar os riscos e criar cenários, focar nas pessoas – sempre haverá erros e políticas de seguranças nem sempre são seguidas, testar o sistemas, monitores.

3.4 Zonas de Segurança

O uso de Zonas de Segurança, são técnicas para se projetar a conectividade da rede de forma a torna-la mais segura. Existe uma norma de segurança chamada ISA-99 que trata deste termo. Para a segurança lógica podemos implantar a técnica de Zonas de Segurança (ISA-99), que são agrupamentos físicos e lógicos que compartilham os mesmos requisitos de segurança, para interconectar Zonas de Segurança, implantamos um Conduíte, que funciona como uma ponte segura entre elas. Um nível de segurança é definido de acordo com a criticidade e consequência de um ataque, caso necessite de acesso externo (ex. Cloud) é necessário criar uma Zona Desmilitarizada (DMZ) (VENTURELLI, 2016).

3.5 ISA-99

O objetivo do comitê ISA99 é desenvolver e estabelecer padrões, relatórios técnicos e informações relacionadas que definirão os procedimentos para implementar sistemas de automação industrial e controle eletronicamente seguros e práticas de segurança e avaliar o desempenho da segurança eletrônica. A orientação é direcionada aos responsáveis pelo projeto, implementação ou gerenciamento de sistemas de automação e controle industrial, conforme definido no escopo do comitê. Essa orientação também se aplica a usuários, integradores de sistemas, profissionais de segurança e fabricantes e fornecedores de sistemas de controle (ISA, 2018).

O foco do ISA99 é melhorar a confidencialidade, integridade e disponibilidade de componentes ou sistemas usados para automação e controle industrial, e fornecer critérios para a aquisição e implementação de sistemas de controle seguros. A conformidade com as orientações do ISA99 destina-se a melhorar a segurança eletrônica do sistema e ajudar a identificar e solucionar vulnerabilidades, reduzindo o risco de comprometer informações confidenciais ou causar degradação ou falha do equipamento de processo sob controle (ISA, 2018).

3.6. Eficiência Energética

Embora a eficiência energética aprimorada seja sempre bem-vinda, ela raramente é o principal impulsionador das implantações da Indústria 4.0. No entanto, as economias de energia foram relatadas pelas organizações que tentaram tornar a Indústria 4.0 uma realidade. Por exemplo, a Daimler na Alemanha relatou uma melhoria de 30% na eficiência de energia para seus sistemas de robôs que usam técnicas da Indústria 4.0. Outro exemplo é o Canadian Forest Products, que relatou uma redução de 15% no consumo de energia usando alertas em tempo real para consumo de energia fora das normas previstas.

O uso da Internet das Coisas e a Indústria 4.0 traz uma eficiência energética como um benefício potencial significativo. A EN 16247: 2014 sugere as oportunidades de eficiência classificadas de forma ampla em toda a construção, processo e transporte. A seguir um resumo de algumas tecnologias implantadas e sua eficácia para reduzir o consumo de energia, na perspectiva da EN 16247: 2014 (auditorias energéticas).

- Edifícios
 - Residencial - Os medidores inteligentes podem reduzir 5% - 10% o consumo energético quando usado o *in-home display (IHD)*. E os termostatos inteligentes podem poupar 4% da energia elétrica e 7% da energia a gás (EN16247, 2014).
 - Comercial - O uso de CCx / MBCx / PCx reduz 10% - 20% do consumo total de energia. *Networked street lighting* geram uma economia de 60% se comparado com o uso do LED sem conectividade (EN16247, 2014).
- Processos – Monitoramento led PdM & CbM tem uma economia de custo entre 12% - 18%. A Otimização de ponto de ajuste traz uma economia de custo de 3% - 8 % em malha aberta e 6% - 15% em malha fechada. E a Industria 4.0 pode gerar uma economia energética de 17% - 30% (EN16247, 2014).
- Transporte – O uso de *Radio Frequency Identification (RFID)* traz uma economia de combustível de 4% nos pedágios automáticos se comparados com o manual. A navegação em tempo real de 12% - 16% de economia de combustível com adicional de 4% ao otimizar o combustível em vez do tempo de viagem. As frotas de veículos comerciais podem ter uma economia de 5% - 10% de combustível quando monitoradas por comportamento de unidade (EN16247, 2014).

3.6.1 Transporte

Os primeiros setores a obter economia de custo e consumo de energia da IoT estão os setores de transporte e logística. A identificação de radio frequência (RFID) é usada em muitos sistemas de pedágio e pesagem em movimento, isso faz com que os veículos não precisem parar e acelera a sua velocidade de cruzeiro, economizando combustível e aumentando a eficiência. Essa tecnologia foi introduzida no início dos anos 2000 e só agora está realizando seu potencial, dando assim uma indicação de quanto tempo essas tecnologias levam para amadurecer (EN16247, 2014).

A orientação por satélite com correção em tempo real para o tráfego já é uma forma de eficiência da IoT reconhecível quase universalmente, se otimizar o consumo de combustível em vez do tempo de viagem é possível obter uma economia ainda maior.

3.6.2 Edifícios

Segundo Brian Dwyer e João Bassa a IoT está progredindo para um novo tipo de edifício inteligente que responde melhor às preocupações dos proprietários e gerentes sobre o consumo de energia. Com foco no aquecimento, ventilação, ar condicionado, iluminação e alguns tipos de cargas elétricas espera-se uma economia de 10 a 25% ao implementar programas proativos de gerenciamento de energia em edifícios de médio porte (EN16247, 2014).

Nos prédios residenciais a IoT é reconhecível em medidores inteligentes de serviços públicos, que já são usados para fornecer dados a monitores domésticos, para que os clientes monitorem o uso seu uso de energia e recebam feedback sobre custo. Existem também os termostatos inteligentes, que são sistemas domésticos de controle de aquecimento e refrigeração que aprendem o padrão de comportamento do usuário para otimizar o consumo de energia e os níveis de conforto.

Ao se tratar de edifícios comerciais, pode-se referir a hospitais, hotéis, escritórios e até mesmo espaços públicos. São edifícios que tem um consumo energético muito mais intensivo do que aqueles do setor residencial, oferecem assim, maior potencial para economia de energia com o uso de IoT.

Ainda segundo Brian Dwyer e João Bassa o comissionamento contínuo (CCx), também conhecido como comissionamento baseado em monitoramento (MBCx) ou comissionamento persistente (PCx), usa os dados gerados de um BMS para identificar continuamente possíveis oportunidades de economia de energia. Usando análises avançadas de "big data", as comissões persistentes se reportam regularmente ao gerente de instalações para garantir que os elementos dos equipamentos que usam energia do site, normalmente equipamentos de aquecimento, ventilação e ar condicionado, estejam operando em níveis ótimos e que quaisquer desvios sejam investigados e resolvidos.

Se tratando de iluminação pública em rede pode-se dizer que a tecnologia sofreu uma revolução nos últimos anos, à medida que os LEDs substituem as fontes de luz tradicionais. Embora uma grande fonte de economia venha da mudança das lâmpadas de vapor de sódio e mercúrio para LED, a natureza da iluminação pública torna a conectividade adicional e o controle mais atraente financeiramente. O fornecimento de níveis mínimos de iluminação em áreas não ocupadas, bem como a comunicação de informações de manutenção, proporcionam economia aos operadores do sistema que não estão disponíveis para clientes residenciais.

3.6.3 Processo

O gerenciamento tradicional de energia industrial se concentra no fornecimento eficiente e no uso de necessidades de energia do processo, como aquecimento, resfriamento, ar comprimido e eletricidade. A IoT tem uma riqueza de novos fluxos de dados para apoiar medidas de gerenciamento de energia. Devido a uma maior familiaridade com o uso de sensores e automação as indústrias de processos podem demorar mais para adotar algumas dessas tecnologias do que o mercado consumidor.

Através da IoT é possível ter manutenção preventiva liderada por monitoramento, manutenção baseada em condições e manutenção preditiva, o que gera benefícios operacionais como manutenção reduzida, segurança aprimorada, aumento na confiabilidade e eficiência. Tecnologias como monitoramento acústico de purgadores de vapor, monitoramento de condições de bombas e desempenho de trocadores de calor, todos conectados sem fio ao controle de supervisão e aquisição de dados e sistemas analíticos, proporcionam uma instalação econômica e retornos de menos de seis meses (EN16247, 2014).

Uma nova geração de ferramentas de software para eficiência de energia permite duas formas de gerenciamento de usinas de energia: circuito aberto, onde os pontos de ajuste ideais são indicados para os operadores definirem manualmente as variáveis de otimização; ou circuito fechado, onde os pontos de ajuste são enviados diretamente para cada variável otimizável. Essas implementações geralmente conseguem reduções de custo de energia de 3 a 8% para o modelo de malha aberta e de 6 a 15% para aplicações de malha fechada (EN16247, 2014).

4. CONSEQUENCIAS DA QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Com o propósito de avaliar quem ganha e quem perde com a Quarta Revolução Industrial vemos que a frase de Thomas Phillbeck, chefe do departamento de Estudos de Ciência e Tecnologia do Fórum Econômico Mundial, na Suíça, onde analisa a convergência entre sociedade, negócios, filosofia e tecnologia, tem seu foco principal na Quarta Revolução Industrial, que ele define como “um novo capítulo do desenvolvimento humano que vem sendo impulsionado por tecnologias extraordinárias.

Entre elas, Phillbeck cita a plataforma para ativos digitais blockchain, a impressão 3D e a impressão multidimensional.

Desta forma quem vai ganhar com isso? Segundo ele, as evidências atuais mostram que são aqueles com os “meios de produção”: ou seja, as empresas de tecnologia.

Além disso, ganham todos que promoverem “inclusão, sustentabilidade e diversidade” e tiverem habilidade para colaborar através das fronteiras, tanto nacionais quanto institucionais (CALEIRO, 2018).

Phillbeck também vê potencial em “profissões conectadas com a inteligência emocional humana”. Mas e os perdedores? (CALEIRO, 2018)

Segundo ele, há grupos em risco de marginalização, mas é possível suavizar esse impacto com programas de requalificação e aprendizado, e também com mudanças na rede de segurança social (CALEIRO, 2018).

“Esse grupo de pessoas vai se tornar os perdedores se o resto de nós falhar com nossas responsabilidades”, diz ele, apontando que as pessoas precisam de estabilidade e segurança justamente para tomarem riscos (CALEIRO, 2018).

Analisando os contextos produtivos na América Latina, mas principalmente em nosso país vemos que após três anos de declínio da atividade econômica e de incerteza no ambiente empresarial, índices recentes no Brasil estão sinalizando uma esperança para a recuperação do país. Esses sinais positivos são confirmados por uma pesquisa abrangente da Deloitte, “Agenda do Brasil 2018”, a qual sugere que mais tomadores de decisão estão apostando no

crescimento do consumo e, conseqüentemente, na continuidade de uma gradual recuperação da mais larga e diversa economia da América Latina (ROSSATO, 2018).

Deloitte entrevistou líderes de 750 empresas que representam 36 setores da economia brasileira, e 26% do PIB nacional. A pesquisa mostra que os líderes estão encaminhando as atenções de suas empresas para questões que terão impacto de longo prazo e que aumentam a competitividade (ROSSATO, 2018)..

Os líderes indicaram o aumento do investimento em infraestrutura no Brasil, assim como as reformas tributárias e da previdência social, como as principais razões para o seu otimismo. Por outro lado, a crescente taxa de juros nos Estados Unidos e a desaceleração da economia chinesa foram citados como eventos que poderiam dificultar os negócios na economia que já está afetada por diversos fatores.

Um desses fatores é conhecido como “Custo Brasil”, o qual refere-se ao aumento das despesas operacionais associadas ao fazer negócios no país. Tomadores de decisão tanto do governo quanto do setor privado têm dedicado muito tempo e esforço para estudar e lidar com os problemas históricos causados pelo “Custo Brasil”, que faz com que produtos e serviços sejam mais caros localmente em relação a quase todo país no mundo. Isso permanecerá uma questão para o futuro próximo (ROSSATO, 2018).

Ao mesmo tempo, a competitividade local está sendo influenciada, talvez até em um alto grau, pela transformação global conhecida como “A Quarta Revolução Industrial”, ou “Indústria 4.0”.

Vivemos num momento único da história. Mudanças, feitas possivelmente pelas novas tecnologias e pela conversão em andamento da informação em dados e canais digitais, permeiam nossas vidas e impactam como empresas fazem negócios. Essa nova era da tecnologia toca tudo, desde relações interpessoais e modos de consumo até a estrutura administrativa das organizações e dos ambientes legais e de regulamentação nos quais elas operam.

A Indústria 4.0 não é somente sobre tecnologia ou ferramentas digitais e metodologias. Isso representa uma agitação que forçará mudanças dentro das companhias que

planejam se manter operando na região e que também impactará as habilidades de sobrevivência das empresas nos países emergentes.

É preciso lembrar que o Brasil não havia completado o ciclo de desenvolvimento industrial quando o setor de serviços começou a dominar a economia local. Esse é o motivo pelo qual os impactos dessa revolução no Brasil e nos outros países da América Latina virão a ser drásticos e provavelmente mais turbulentos do que em outras partes do mundo. O desafio de adaptar as operações locais a essa nova revolução industrial é enorme (ROSSATO, 2018).

Um estudo da Deloitte Global lançado em Davos em Janeiro de 2018, “Indústria 4.0: você está pronto?”, inclui *insights* de líderes de mais de 100 empresas brasileiras. As respostas deles revelaram suas prioridades à medida que percorrem o caminho em direção à Quarta Revolução Industrial, um caminho que requer uma transformação completa dos negócios. A urgência das empresas em reinventarem-se ajuda a explicar o porquê do governo brasileiro lançar uma variedade de medidas para amparar as empresas nesse acelerado e envolvente ambiente de negócios. Tais medidas são importantes, mas estão longe de serem suficiente diante da profundidade do problema (ROSSATO, 2018).

Desta forma há bons exemplos de companhias privadas se transformando e alcançando sucesso na Indústria 4.0, mas infelizmente são poucos. Precisamos começar uma nova revolução dos negócios na região, uma que promoverá, a médio e longo prazo, dividendos econômicos, empresariais e sociais para empresas, trabalhadores, governos e sociedade por toda região. Essa é a revolução de longo prazo da qual o Brasil necessita atualmente.

Dentre os pontos discutidos durante o Fórum foi o desenvolvimento da robótica, automação, sensores além da inteligência artificial e interfaces de realidade aumentada mas o ponto mais discutido foi a tecnologia *blockchain* que surgiu no setor financeiro, viabilizando criptomoedas como o Bitcoin. Embora ainda esteja em fase de teste, não é possível exagerar o seu potencial de disrupção no setor público.

4.1 O Futuro da Moeda

Projetos piloto e provas de conceito estão se multiplicando em inúmeras startups de tecnologia em uma grande variedade de áreas, tais como gestão de identidade, registro de propriedades e tráfico de diamantes. Em vista da badalação, as autoridades devem considerar, com um espírito mais crítico, antes de sucumbir ao fascínio, do que é possível e o que não é possível fazer (SANTISO, 2018).

Sobretudo em relação às expectativas de que o *blockchain* aumentará a integridade e diminuirá significativamente a corrupção no governo. Como as autoridades utilizarão o *blockchain* para reforçar a confiança e transparência no governo é uma questão crítica que terá prioridade na agenda política de muitos países, sobretudo na América Latina.

A cúpula regional do Fórum Econômico Mundial em março de 2018 examinará o aproveitamento do potencial de disrupções digitais para restaurar a confiança e promover a integridade no governo. As evidências iniciais sugerem que a tecnologia deve ser desenvolvida sobre a fundação de instituições mais sólidas (SANTISO, 2018).

Fundamentalmente, o problema que a tecnologia *blockchain* procura resolver é a segurança e integridade dos dados em um mundo cada vez mais preocupado com a privacidade dos dados e a diminuição da confiança no governo. É uma tecnologia que permite registrar ativos, transferir valores e monitorar operações de forma descentralizada, assegurando a transparência, integridade e rastreabilidade dos dados sem a necessidade de uma autoridade central para autenticar as informações (SANTISO, 2018).

É essencialmente um sistema criado para criptografar informações e um banco de dados compartilhado. Baseia-se em um mecanismo de consenso entre parceiros de confiança para certificar informações e validar operações.

O *blockchain* dificulta a corrupção, pois é uma tecnologia de controle distribuído que pode certificar registros e operações – ou “blocos” – sem um banco de dados central e sem a possibilidade de remoção, alteração ou adulteração (SANTISO, 2018).

Atribui um nível sem precedentes de integridade, segurança e confiabilidade às informações que processa, reduzindo os riscos associados à utilização de um ponto único de

falha. Elimina a necessidade de intermediários, reduz a burocracia e diminui o risco de arbitrariedade. Também permite monitorar e rastrear operações. A trilha imutável de operações pode ser utilizada pelos órgãos de segurança pública e auditores do governo.

A tecnologia *blockchain* tem muitas aplicações, mas as mais promissoras para assegurar a transparência e integridade dos dados estão relacionadas com o registro de ativos e o monitoramento de operações.

A tecnologia *blockchain* também está sendo testada para criar registros de empresas que não podem ser adulterados e que ajudariam a identificar os seus reais proprietários beneficiários e prevenir a lavagem de dinheiro. Essa aplicação facilitaria o cumprimento dos regulamentos de Conheça Seu Cliente e permitiria uma supervisão mais eficaz de reguladores financeiros, órgãos de segurança pública e administrações tributárias. Delaware permitem que as empresas utilizem *blockchain* para registrar e transferir a titularidade de ações (SANTISO, 2018).

Um segundo grupo de experimentos enfoca o monitoramento de operações, sobretudo operações de alto risco do governo, como contratos públicos, transferências monetárias e fluxos de assistência. O objetivo dessas aplicações é mitigar o risco de fraude e vazamento no fluxo de recursos. A OCDE estima que a corrupção acrescenta até 10% ao custo total de fazer negócios mundialmente e até 25% aos custos de contratos nos países em desenvolvimento (SANTISO, 2018).

O *e-procurement* está aumentando a digitalização e transparência da contratação pública, e as soluções de integridades baseadas em *blockchain* poderiam acrescentar outra camada de segurança ao processo bloqueando informações críticas ao longo da cadeia de compra. Essas informações poderiam ser monitoradas, rastreadas e auditadas com mais facilidade.

4.1 Futuro do Emprego na Indústria 4.0

A internet conectada na indústria, processos colaborativos, e toda a cadeia produtiva se comunicando dentro de um ecossistema cibernético e todas as outras mudanças que caracterizam a quarta revolução industrial, mudará a forma como vemos os empregos hoje,

prevê-se um desemprego tecnológico. Com o uso de aprendizado de máquina, Big data, drone, sistema em cloud, veículos autônomos, impressão 3D, e outras tecnologias, não será mais necessário a mão de obra mecânica, e teremos uma substituição do conhecimento humano (do que já se sabe), por máquinas.

Segundo Márcio Venturelli, tarefas repetitivas, como motoristas, operadores de caixa, operadores industriais, atendimento comercial intermediário, tendem a ser substituídas por máquinas. Por outro lado, profissões que requeiram criação, desenvolvimento, abstração, que tenham que lidar com novas situações e serviços para pessoas, tendem a crescer e mudarão o perfil do trabalhador deste século.

A solução para o desemprego tecnológico, muito discutido no Fórum Econômico Mundial 2017, está nas pessoas, deve haver um preparo tecnológico na base educacional. Os governos e as lideranças devem se posicionar de forma ativa a nova revolução industrial, para que não haja uma concentração extrema de renda, para que a sociedade possa usufruir da melhor maneira as mudanças tecnológicas, promovendo mais conforto e qualidade de vida para a população. Entender como será o mundo está tão conflitante e difícil quanto foi a sociedade pós primeira revolução industrial.

Estamos entrando em uma nova era do comércio, na qual o fluxo de dados estão se tornando mais importantes do que o comércio físico. Pode-se dizer que o futuro do comércio é o futuro dos dados, uma grande oportunidade para construção de novas pontes econômicas entre países, e a criação de um comércio global melhor.

O comércio global de serviços tem crescido relativamente rápido. Esse tipo de comércio beneficia as economias avançadas, por serem globalmente competitivas em muitos setores de serviços, especialmente financeiros, legais e de consultoria. Economias em desenvolvimento, por promoverem o crescimento de serviços comercializáveis, como comunicação e serviços comerciais, também são beneficiadas. Além de milhões de pequenas empresas e indivíduos que podem usar ferramentas digitais para melhorar seus conhecimentos no mercado global.

O comércio pode se tornar mais produtivo, o uso de impressão 3D pode levar as empresas a aproximar a produção de seus clientes. Por exemplo, uma marca de calçados pode

trazer ao mercado de massa calçados sob medida imprimindo solas personalizadas em suas lojas de rua. A digitalização intensificará a concorrência no comércio global, levando as empresas a impulsionar seus investimentos em novas tecnologias e práticas comerciais mais eficientes. Isso ajuda a reduzir os preços para empresas e consumidores, aumentando o poder de compra da população.

A revolução digital no comércio trará seus próprios desafios, pressionando os trabalhadores menos capacitados para competir, por isso é preciso maior inclusão, aumentar o investimento em treinamento e redes de segurança social, para que os trabalhadores possam melhorar suas habilidades e estarem aptos a empregos de maior qualidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A visão da Indústria 4,0 é para os sistemas “de Produção Ciber-Físicos” nos quais, sensores inteligentes dizem para as máquinas como elas devem ser processadas; os processos devem governar a si mesmos num sistema modular descentralizado (SANTISO, 2018).

Sistemas embutidos inteligentes começam a trabalhar juntos comunicando-se sem fio, tanto diretamente como via uma “nuvem” na Internet – A Internet das Coisas (*Internet of Things* ou IoT) – para uma vez revolucionar a produção (MCINTOSH, 2001).

Os sistemas centralizados rígidos de controle das fábricas cedem agora seu lugar para inteligência descentralizada, com a comunicação máquina com máquina (M2M) no chão de fábrica. Esta é a visão da indústria 4.0 da Quarta Revolução Industrial (KARKOTLI E ARAGÃO, 2004).

Sensores estarão envolvidos em cada estágio do processo de manufatura, fornecendo os dados assim como o feedback que são exigidos pelos sistemas de controle.

Os sistemas de controle industrial se tornarão cada vez mais complexos e amplamente distribuídos, possibilitando um processo flexível e minucioso dos processos.

Tecnologias de RF interligarão os módulos de controle distribuídos em redes sem fio, habilitando os sistemas a serem reconfigurados em operação, de uma forma que não é possível com sistemas conectados por fios e em sistemas centralizados de controle (ROSSATO, 2018).

A lógica programável terá um aumento de sua importância, já que será impossível antecipar todas as mudanças ambientais que os sistemas precisam conhecer para ter uma resposta dinâmica (KARKOTLI, 2007).

Dispositivos embutidos inteligentes conectados estarão em toda a parte e, projetá-los e programá-los será uma tarefa que vai ser um desafio, sem falar num interessante reprojeto.

Muitas das técnicas e tecnologias necessárias à implementação da Indústria 4.0 já existem atualmente. Por exemplo, o rádio, sensores, módulos GPS usados em diversos outros campos, podem facilmente seguir placas de circuito impresso dentro do chão de uma fábrica (SANTISO, 2018).

A reviravolta da Indústria 4.0 é que em lugar de simplesmente se colocar um tag RFID e seguir passivamente uma placa dentro de uma linha de montagem linear, o módulo poderá fornecer muito mais informações do que um chip com pequena memória (KARKOTLI, 2007).

Se a resposta à consulta for que o chip está acabando no estoque, ele pode informar isso e então todas as outras máquinas na fábrica podem se reprogramar para fabricar os produtos com as peças em estoque, enviando a informação a um fornecedor remoto de que um novo item é necessário, automaticamente sendo enviado à máquina certa a tempo. Ao mesmo uma segunda fonte de fornecedores pode ser alertada. O resultado pode ser enormes economias em tempo e custos sem afetar o que as fábricas podem fornecer (KARKOTLI, 2007).

Processos cada vez mais integrados e feitos sem intervenção humana estão cada vez mais comuns e isso tem melhorado a vida das pessoas em geral. O acesso a informações tem aumentado a cada dia e o dinamismo do mercado também.

Para que o profissional se adéque a essa velocidade de informação, tem que se manter sempre atualizado.

A formação de engenheiro não cria apenas conhecimentos específicos. Cada vez mais o engenheiro terá que aprender a lidar com “processos” que não fazem parte da sua área, uma

vez que o avanço da tecnologia é multidisciplinar, e deverá ter um conhecimento mínimo possível de todas as áreas para que possa atuar de maneira eficaz.

5.1 Trabalhos Futuros

Acredita-se que o presente trabalho possa estimular a outros estudantes da área e apreciadores do assunto a desenvolver trabalhos de pesquisa tanto para desenvolvimento de trabalhos de levantamento bibliográfico como este, quanto de projetos para a área, que tenha mais foco em determinada melhoria ou benefício da indústria 4.0.

É possível também uma futura análise e comparação do conteúdo aqui exposto e o cenário pós a consolidação da nova revolução industrial.

REFERÊNCIAS

PINTO, Mario Couto Soares e LEITÃO, Sérgio Proença. **Economia de comunhão: empresas para um capitalismo transformado**. 1ª ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

DAHER, Medeiros de Wilton. **Responsabilidade social corporativa: geração de valor reputacional nas organizações internacionalizadas**. São Paulo: Sain Paul, 1ª Edição, 2006.

KARKOTLI, Gilson; ARAGÃO, Sueli Duarte. **Responsabilidade social: uma contribuição à gestão transformadora das organizações**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2004.

KARKOTLI, Gilson. **Responsabilidade social empresarial**. Rio de Janeiro: Vozes, 2007.

CALEIRO, João Pedro. **Quem ganha e Quem Perde com a Quarta Revolução Industrial**. Revista Exame. Publicado em 17 maio 2018, 13h01.

ROSSATO, Altair. **Chief Executive Officer, Deloitte, Brazil**. Las opiniones expresadas en este artículo son las del autor y no del Foro Económico Mundial de la America Latina 2018.

SANTISO, Carlo. **Head, Institutional Capacity of the State Division, Inter-American Development Bank**. Las opiniones expresadas en este artículo son las del autor y no del Foro Económico Mundial de la America Latina 2018.

FELIPPE, Maria Inês. **Criatividade e inovação com foco em resultados**. Disponível em: <<http://www.mariainesfelippe.com.br/artigos/artigos.asp?registro=15>>. Acesso em: 22 de dezembro de 2017.

MATTOS, José Geraldo. **Custo de produção – história, teoria e conceitos**. Disponível em: <<http://www.gea.org.br/scf/aspectosteoricos.html>>. Acesso em: 02 de janeiro 2018.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico**. 6ª. Ed. São Paulo. Atlas, 2001.

FLO: Fair Trade Labelling Organizations International – organização que reúne diferentes iniciativas nacionais de comércio justo que trabalham com produtos sob critérios de monitoramento e certificação determinados e gerenciados pela FLO. Disponível em: <www.fairtrade.net>. Acesso em: 11 de dezembro de 2017.

KAPLAN, Robert S. e NORTON, David P. **A estratégia em ação**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 3ª. ed. rev. São Paulo, Atlas, 1999.

LERNER, Linda D; FRYXELL Gerald E. **CEO stakeholders attitudes and corporate social activity**. Business and Society: v. 33, 1994.

Revolução Industrial. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/revolucao-industrial/>>. Acesso em 12 de novembro de 2017.

Causas da Revolução Industrial. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/causas-da-revolucao-industrial/>>. Acesso em 12 de novembro de 2017.

FREITAS, Eduardo de. **"Primeira Revolução Industrial"; Brasil Escola**. Disponível em <<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/primeira-revolucao-industrial.htm>>. Acesso em 12 de novembro de 2017.

SOUSA, Rainer Gonçalves. **"Segunda Revolução Industrial"; Brasil Escola**. Disponível em <<https://brasilescola.uol.com.br/historiag/segunda-revolucao-industrial.htm>>. Acesso em 12 de novembro de 2017.

Segunda Revolução Industrial. Disponível em: <https://www.suapesquisa.com/industrial/segunda_revolucao.htm>. Acesso em 12 de novembro de 2017.

Terceira Revolução Industrial. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/terceira-revolucao-industrial/>. Acesso em 13 de novembro de 2017.

Terceira Revolução Industrial. Disponível em: https://www.suapesquisa.com/industrial/terceira_revolucao.htm. Acesso em 13 de novembro de 2017.

Industria 4.0. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/industria-4-0/>. Acesso em 17 de novembro de 2017.

Os Seis Princípios Básicos da Industria 4.0 Para os CIOs. Disponível em: <http://cio.com.br/noticias/2016/05/02/seis-principios-basicos-da-industria-4-0-para-os-cios/>. Acesso em 17 de novembro de 2017.

Maxximus Consultoria em Administração. Disponível em: <http://maxximusconsultoria.blogspot.com.br/2011/01/balanced-scorecard.html>. Acesso em 02 de janeiro de 2018.

A Internet das Coisas na Indústria 4.0. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/internet-das-coisas-na-industria-4-0/>. Acesso em 28 de fevereiro de 2018.

Utilização de Big Data na Indústria 4.0. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/utilizacao-de-big-data-na-industria-4-0/>. Acesso em 28 de fevereiro de 2018.

A segurança de dados na Indústria 4.0. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/seguranca-de-dados-na-industria-4-0/>. Acesso em 09 de maio de 2018.

O futuro do emprego na indústria 4.0. Disponível em: https://www.automacaoindustrial.info/o-futuro-do-emprego-na-industria-4-0/?utm_source=Automa%C3%A7%C3%A3o+Industrial&utm_campaign=70cdf3f5d4-EMAIL_CAMPAIGN_2018_05_29_01_20_COPY_01&utm_medium=email&utm_term=0_8a199094fc-70cdf3f5d4-79184301. Acesso em 09 de junho de 2018.

Here are 4 building blocks for the new era of trade which will benefit everyone.
Disponível em: < <https://www.weforum.org/agenda/2018/05/creating-a-better-global-trade-system>>. Acesso em 12 de junho de 2018.

ISA99: Developing the ISA/IEC 62443 Series of Standards on Industrial Automation and Control Systems (IACS). Disponível em: < <http://isa99.isa.org/ISA99%20Wiki/Home.aspx>>. Acesso em: 12 de junho de 2018.

Licença de software OptSim. Disponível em: <<http://www.cemi.eng.br/port/solucoes/45/45/licencas-de-software-optsim>>. Acesso em 23 de junho de 2018.