

OS IMPACTOS DA INDÚSTRIA 4.0 SOBRE OS PROCESSOS PRODUTIVOS E A CUSTOMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO: UMA ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA

Helen Bruna dos Santos Corrêa (FACULDADE PITÁGORAS DE SÃO LUÍS)
hellenbruna94@hotmail.com

Resumo

Atualmente as novas formas de produção estão tornando as empresas mais inteligentes, flexíveis e eficientes, essas transformações estão afetando a economia, as empresas, o governo, as pessoas e a forma de trabalho. A Indústria 4.0 é caracterizada pela junção de tecnologias e interface entre o universo físico de produção e a conectividade em redes no ambiente virtual, essas tecnologias ganham espaço para apoiar essas novas formas de produção. Este estudo teve como objetivo o apontamento dos impactos que a indústria 4.0 está proporcionando e os ganhos obtidos dentro dos processos produtivos. A metodologia se baseou em uma pesquisa bibliográfica com aplicação de técnicas de revisão sistemática de pesquisas mais recentes nas principais plataformas digitais, artigos científicos e anais eletrônicos. Como resultado foi possível identificar que a 4ª revolução industrial está empregada em conectividade dos processos tanto de produção, quanto de manufatura e ainda mais outras aplicações como o uso de robôs autônomos, software de simulação, integração de sistema, IoT (Internet das Coisas), Ciber Segurança, servidor em nuvem (Cloud), manufatura aditiva, realidade aumentada, aglomerado de dados (Big Data), direcionamento e melhoria de produtividade com a utilização de inteligência artificial, dentre outras sugestões inovadoras para melhoria dos processos produtivos.

Palavras-Chave: Indústria 4.0; Fábricas inteligentes; Customização da Indústria.

1. Introdução

A quarta revolução industrial, conhecida como Indústria 4.0 é a transformação, sofisticação e o conjunto de tecnologias avançadas, as empresas serão capazes de customizar seus produtos e serviços de forma lucrativa impulsionando o crescimento e o desenvolvimento econômico, essa nova revolução tende proporcionar maior agilidade nos processos tanto de produção quanto de manufatura, fazendo com que as fábricas sejam mais inteligentes capazes de tornar seus processos produtivos em modelos mais eficientes, autônomos e customizáveis.

A indústria 4.0 está relacionada com a integração de automação industrial e tecnologia da informação (TI), robôs industriais, sistemas *cyber*-físicos, adota tecnologias como Internet das Coisas (IoT- Internet of Things), torna as fábricas mais inteligentes e seus processos sendo executados de tal forma que, as empresas estão sendo capazes de customizar os produtos e serviços de forma lucrativa, de acordo com as necessidades de cada cliente (CARDOSO, 2016).

Este trabalho se justifica pela relevância que esse tema possui e como esses avanços tecnológicos têm ocasionado um grande impacto dentro do setor industrial e na sociedade. Neste cenário de mudanças que estamos vivenciando de uma revolução que está mudando a forma de como nos relacionamos, faz-se necessário a discussão sobre os impactos da indústria 4.0, pois esse assunto está transformando tanto a sociedade como a natureza do trabalho industrial.

Diante deste contexto, da importância do assunto, este trabalho apresenta os principais temas relacionados a Indústria 4.0 através de uma revisão de literatura com uma abordagem qualitativa e descritiva sobre os impactos e os avanços em processos produtivos relacionados à Indústria 4.0, cujos tópicos importantes sobre o tema foram analisados e discutidos de forma contextual, utilizando materiais de pesquisadores na área. O objetivo principal deste trabalho foi analisar as mudanças proposta pela revolução da Indústria 4.0 e seus impactos no cenário da indústria atual, os ganhos obtidos dentro dos processos produtivos, assim como os atributos que remetem a um sistema de produção cada vez mais ágil e flexível.

2. Fundamentação teórica

2.1. Evolução histórica da indústria

Tudo começou no século XVII com a introdução da máquina a vapor no processo produtivo, foi dado início a mecanização industrial, onde o carvão era a fonte principal. A 1ª Revolução Industrial surge com a invenção da máquina a vapor na Inglaterra, houve a substituição dos métodos artesanais por máquinas e equipamentos, essas alterações dos processos produtivos tiveram consequências significativas a nível económico e social (COELHO, 2016).

No século XIX houve o domínio da eletricidade e deu início a linha de produção. Surge a 2ª Revolução Industrial com a introdução da produção em massa na linha de montagem por Henry Ford, nesta era, houve passos significantes em nível de manutenção, especificamente

registros de manutenções em computadores, agendamento e controle da manutenção, com a 2ª Revolução industrial nasceu a manutenção preventiva (MELO et al., 2018; BORLIDO, 2017).

A 3ª Revolução Industrial se deu após a Segunda Guerra Mundial, onde sistemas eletrônicos, sistemas de informações abriram o caminho para a automação. Essa Revolução Industrial manifestou-se também através das tecnologias de investigação que começaram a espalhar-se na indústria de forma extremamente rápida, onde nasceu o sistema *Just In Time*. Da necessidade de reduzir ao máximo o tempo, pessoal e improdutividade nasceu o termo de manutenção preditiva (BORLIDO, 2017).

De acordo com Coelho (2016), apelidada como Indústria 4.0 essa revolução trouxe impactos significantes que mudaram a competitividade das organizações, o modo como a sociedade se comporta e a economia, essa mudança será de tal forma que irá transformar o mundo. Com a 4ª revolução industrial nasce à convergência da tecnologia disruptiva que quebram os paradigmas existentes e permite a indústria um saldo para a inovação. a Figura 1 apresenta essa evolução industrial.

Figura 1: Evolução da Indústria



Fonte: Aires et al.; (2019), adaptado de Qualityway (2018)

2.2. Indústria 4.0

Durante todo seu processo evolutivo a indústria passou por etapas com marcos significativos de transformações e estamos vivenciando mais uma transformação que é denominada de 4º

Revolução Industrial ou Indústria 4.0 (CARDOSO, 2016). Diante disso, Coelho (2016) identifica as fábricas como muito mais inteligentes, flexíveis, dinâmicas e ágeis, é uma fábrica que faz produtos inteligentes, em equipamentos inteligentes, em cadeias de abastecimento inteligentes.

O termo Indústria 4.0 foi utilizado pela primeira vez em 2011 na Feira de Hannover na Alemanha, ela visa proporcionar maior eficiência, desempenho, conforto e segurança no sistema de produção, é um conjunto de tecnologias integradas, onde máquinas e humanos trabalham colaborativamente, promovendo eficiência nos processos e minimizando riscos e desperdícios. Ela adequa a linha de produção para uma customização em massa, fazendo com que os produtos e serviços atendam às necessidades dos clientes de forma customizada e com prazos de entrega relativamente curtos (INOUE et al., 2019).

Segundo Maestri (2018) dentre os vários significados da indústria 4.0, é certo informar que é um incentivo às empresas para acompanharem o ritmo acelerado de tecnologias inovadoras e usufruir dos seus benefícios. Informa ainda que a Indústria 4.0 é deferida como a quarta revolução industrial, surge às fábricas inteligentes, onde o avanço de diversas tecnologias emergentes aplicadas de forma conectada constitui o termo que fazem parte destas tecnologias: análise de dados (big data), IoT (internet das coisas), manufatura aditiva, robótica, simulação, realidade aumentada entre outras.

2.3. Princípios da Indústria 4.0

Segundo Cavalcante et al. (2018), a indústria 4.0 é orientada por seis princípios básicos. Será abordado individualmente cada um desses princípios a seguir:

- A tomada de decisão descentralizada: com a virtualização torna-se possível a descentralização da tomada de decisão, que pode ser operada a distância, como também pode ser realizada por mais de um profissional ou até mesmo por um sistema *cyber físico*, que ajusta as variáveis de controle de acordo com as necessidades de produção em tempo real (PAMPLONA, 2018);
- Virtualização: refere-se à capacidade dos sistemas de monitorar processos, utilizando dados provenientes de sensores, criar uma versão digital que espelha o mundo físico por meio de modelos matemáticos, como ponto de contato entre realidade e informação digital, gerando dados e criando versões virtuais dos processos físicos (FURTADO et al., 2017);

- Interoperabilidade: é a capacidade de comunicação entre o homem e a máquina através da Internet das Coisas, ou seja, é uma característica onde os diversos sistemas e organizações são capazes de trabalhar em conjunto (CAVALCANTE et al., 2018);
- Orientação ao Serviço: trata-se da disponibilização das funcionalidades de empresas, sistemas inteligentes e operadores humanos em juntar o programa em partes, sob a forma de serviços prestados em plataformas da Internet de Serviços (FURTADO et al., 2017);
- Modularidade: é dividido em módulos, ou seja, em partes distintas, e será executada de acordo com a exigência, conexão e desconexão, o resultado é uma flexibilidade para alterar as tarefas das máquinas, e a produção é feita conforme a demanda (PAMPLONA, 2018);
- Capacidade em tempo real: é a garantia da capacidade de reação do sistema as mudanças de demandas ou problemas de operação, é necessário que haja coleta e análise dos dados gerados pelos sistemas inteligentes para propiciar respostas em tempo real (FURTADO et al., 2017).

2.4. Pilares Fundamentais da Indústria 4ª

De acordo com Coelho (2016), a indústria 4.0 está fortemente focada na melhoria contínua em termos de eficiência, segurança, produtividade das operações e especialmente em retorno de investimentos. Essa revolução se baseia em pilares fundamentais e tecnologias mais relevantes para a sua implementação:

- a) Internet das coisas: É um conceito onde objetos, dados estão conectados de qualquer equipamento ligado a Internet, o termo é mais representativo de como, na sociedade atual, as pessoas podem interagir com seus *smartphones*, carros inteligentes, ligar/desligar os equipamentos de casa, é a troca de informações em tempo real (COELHO, 2016; BORLIDO, 2017);
- b) Computação em nuvem: Com a dificuldade em armazenar dados e informações, surgiu a ideia de deixar esses dados armazenados em um local, por isso surgiu a utilização de *Cloud* que nada mais é, ter gigabytes de espaço para armazenagem e segurança de dados, sincronização automática, podendo ser acessado desde um computador ou um smartphone, serve para deixar toda a informação em nuvem (BORLIDO, 2017);
- c) Realidade aumentada: Uma tecnologia que permite a inserção/imersão de elementos virtuais no ambiente real, uma combinação que coloca o usuário dentro de um

ambiente totalmente virtual, permitindo uma interação do mundo real com objetos e elementos digitais (ALBERTIN et al., 2017);

- d) Big data and analytics: Refere-se à quantidade de informações reunidas para a tomada de decisão, é um conjunto de informações, armazenadas pela empresa que são produzidos em tempo real e servem para melhor tomada de decisão (BORLIDO, 2017);
- e) Robôs autônomos: São um tipo de robô que realiza atividades e cumprem objetivos sem a navegação ou intervenção humana, também conhecidos como robôs inteligentes ou colaborativos, dentro da indústria eles são capazes de realizar tarefas complexas e ganham habilidades e estão se tornando mais autônomos, flexíveis e cooperativos (ALBERTIN et al., 2017);
- f) Simulação virtual: É a reprodução virtual de ambientes e processos de desenvolvimentos e manufatura nas fábricas, e essas tecnologias de virtualização estão se mostrando ferramentas importantes para o chão de fábrica ao permitirem a criação de cópias fieis das linhas de produção, possibilitando testar configurações de maquinário e medir os resultados antes de implementar qualquer alteração no ambiente real (CARDOSO, 2016);
- g) Cibersegurança: São os procedimentos práticos e tecnologias que visam à segurança digital de dados contra as práticas ilícitas e danos que acarretam a computadores e programas. O foco é ter sistemas de integração para todos os dados e em qualquer local da planta da empresa, com conexão na nuvem e com *IoT* (LONGO, 2018);
- h) Manufatura aditiva: Refere-se aos processos produtivos que difere aos métodos convencionais de fabricação é a inovação em impressão 3D, configura-se como a confecção em objeto físico de geometria a partir de um desenho elaborado pelo computador. Informa ainda que esse método vem sendo aplicado à fabricação rápida em algumas indústrias específicas, como a aeronáutica, na manufatura de componentes complexos (FURTADO et al., 2017);
- i) Integração horizontal e vertical: Está relacionada com a conexão entre as fábricas e toda a cadeia de valor, é sobre sistemas de TI e fluxos na cadeia de fornecimento/valor, incluindo os vários processos que passam por ela. Já a integração vertical possui um componente de nível hierárquico internamente à fábrica, permitindo que todos os níveis da fábrica estejam conectados desde o chão de fábrica até Auto Gerência (ROMANO, 2017);

- j) Inteligência artificial: É definida pela capacidade de máquinas realizarem tarefas tipicamente associadas exclusivamente a seres dotados de inteligência. Um elemento que exiba inteligência artificial será capaz de avaliar seu ambiente, processar informações de forma flexível, aprender com novas experiências e maximizar suas chances de sucesso em seus objetivos (FURTADO et al., 2017).

2.5. Impactos da indústria 4.0

A indústria 4.0 além de levar para as empresas inovação e ganhos significativos, o seu impacto passa por uma forma muito mais complexa de inovação baseada na combinação de múltiplas tecnologias, que fará as empresas repensarem a forma como administram os seus negócios e processos, como os mesmo estão posicionados na cadeia de valor, como pensam no desenvolvimento de novos produtos e os colocam disponíveis no mercado para os clientes, ajustando as ações de marketing e de distribuição (COELHO, 2016).

A tecnologia das coisas possibilitou o avanço tecnológico de máquinas, meios de comunicação, melhorias nos sistemas de segurança (INOUE et al., 2019). Segundo Silva (2018) existe impactos proporcionados pela Indústria 4.0 nas organizações, são macro áreas que identificam esses impactos que podem ser observados na Figura 2.

Figura 2: Macro áreas dos impactos da Indústria 4.0



Fonte: Silva (2018)

A revolução tecnológica irá mudar a forma dos setores econômicos, sociais e culturais, a forma como os governos se relaciona com os seus cidadãos; como as empresas se relacionam com seus empregados e clientes; ou como as superpotências se relacionam com os países menores. A ruptura que a quarta revolução industrial causará aos atuais modelos políticos, econômicos e sociais, exigirá que esses setores estejam capacitados que fazem parte de um sistema de poderes distribuídos que requer formas mais colaborativas de interação para que possam prosperar (SCHWAB, 2016).

2.6. Barreiras na aplicação da indústria 4.0

Conforme Maestri (2018) existem algumas barreiras na implantação da Indústria 4.0, são fatores limitantes que configuram perdas e oportunidades que são: interrupções de emprego, elevado custo de implementação, mudanças organizacionais e processuais, necessidades de habilidades aprimoradas, carência de sistemas de gerenciamento de conhecimento, reduzido esclarecimento sobre os benefícios da IoT, carência de padrões em *layouts* de referência, cobertura de internet e instalações de TI (Técnico de informática), segurança e privacidade.

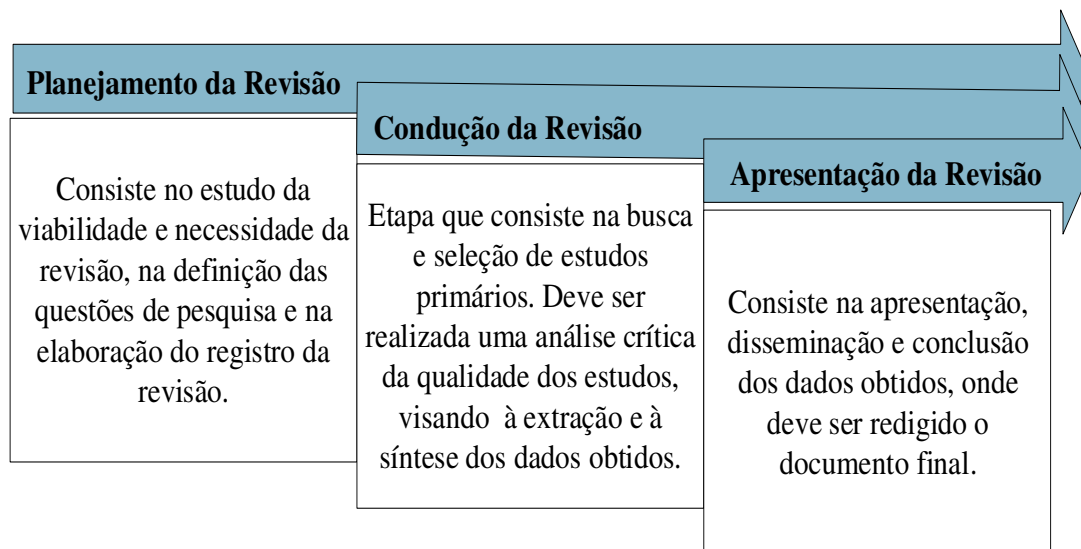
Essas transformações apresentam impactos progressivos na produção e substituição de novos produtos e serviços e como são ofertados, substituindo a forma de trabalhar, fazem setores da economia mudarem e também nas novas formas de fabricação, da logística e do consumo. As principais barreiras internas enfrentadas pelas indústrias para a adoção dessas tecnologias, são os altos custos de implantação, a falta de clareza na definição do conhecimento sobre o retorno do investimento aplicado nas digitalizações, e as dificuldades de implantações devido às estruturas das indústrias e da sua cultura (GIMENEZ; SANTOS, 2019; OLIVEIRA; SIMÕES, 2017).

3. Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste artigo foi o estudo bibliográfico realizado através de uma revisão de literatura com uma abordagem qualitativa e descritiva sobre os impactos e os avanços em processos produtivos relacionados à Indústria 4.0, cujos tópicos importantes sobre o tema foram analisados e discutidos de forma contextual. A pesquisa foi realizada através de artigos científicos, dissertações, teses, livros e periódicos mais recentes, coletados em base de dados, nas principais plataformas digitais com temas

atuais. Para tal, com o objetivo de realizar essa pesquisa o trabalho envolveu as etapas de planejamento, condução e apresentação da revisão de literatura, conforme Figura 3.

Figura 3: Etapas da pesquisa



Fonte: Autora (2020), adaptado de Tessarini e Saltorato (2018) de Kietchenham e Charters (2007)

4. Apresentação dos Resultados

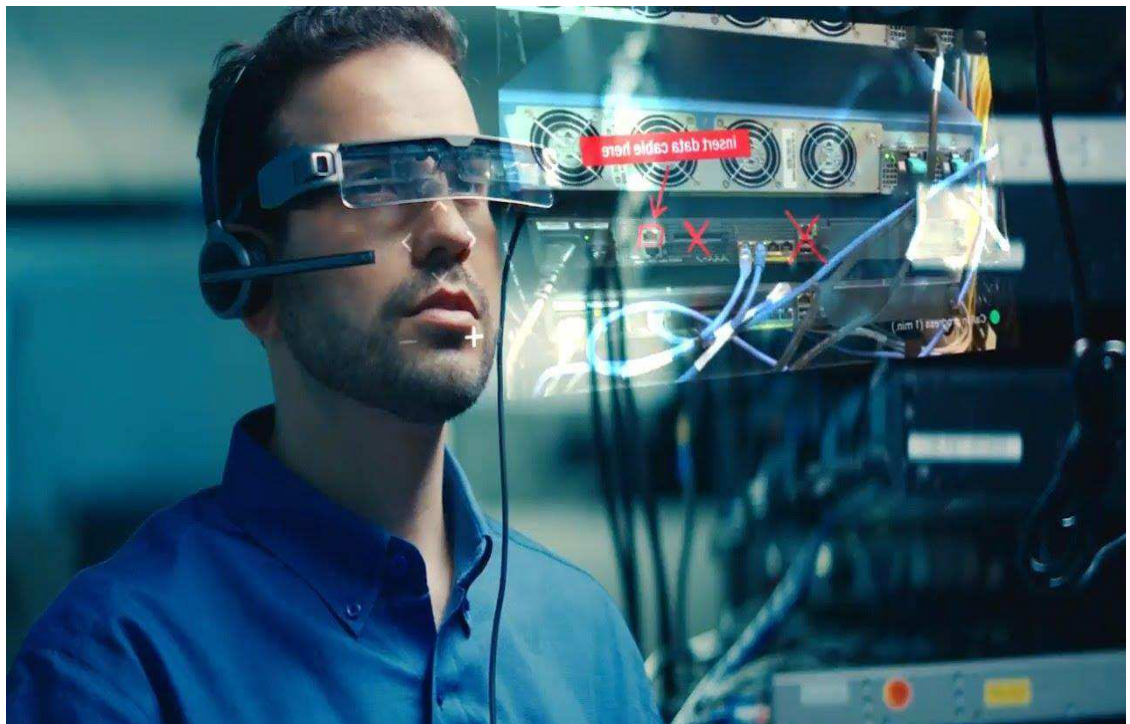
Até pouco tempo atrás a produção dentro das Indústrias era feito de forma manual, onde isso acarretava ociosidade e desperdício, com a Indústria 4.0 e a capacidade de um sistema de se comunicar com outro de forma transparente, análise de dados em tempo real; fazendo com que os reparos sejam executados mais rápidos dentro das indústrias, o auxílio de robôs autônomos nas linhas de produção, foram fundamentais para o acesso maciço da indústria ao mundo digital, que passou a influenciar todos os mercados de maneira personalizada.

Algumas habilidades são fundamentais para essa nova era como: resolução de problemas complexos, pensamento crítico, criatividade, gerenciamento de pessoas, inteligência emocional, tomada de decisão, negociação e flexibilidade. Reforça que com as fábricas mais modernas, novas demandas surgirão, e outras deixarão de existir. Por isso os trabalhos manuais e repetitivos serão substituídos por mão-de-obra automatizada, ou seja, com a Indústria 4.0 novos modelos e estruturas de negócios serão construídos, por outro lado as demandas em pesquisa e desenvolvimento vão oferecer oportunidades para profissionais tecnicamente capacitados (PAMPLONA, 2018).

Com o surgimento dessas novas tecnologias de modernização de máquinas e utilização de conectividade têm feito diferença tanto na indústria como em diversos setores, temos o

exemplo da Epson que vem desenvolvendo equipamentos com Moverio Assist, que são óculos inteligentes capazes de fazer inspeção e assistência conduzidas pelos os óculos em máquinas de forma rápida, aumentar a produtividade e reduzir custos, através deste equipamento é possível o usuário receber em tempo real informações e diagramas (EPSON, 2019). Conforme a Figura 4, os especialistas fornecem todas as informações por áudio ou textos em tempo real aos técnicos em campo.

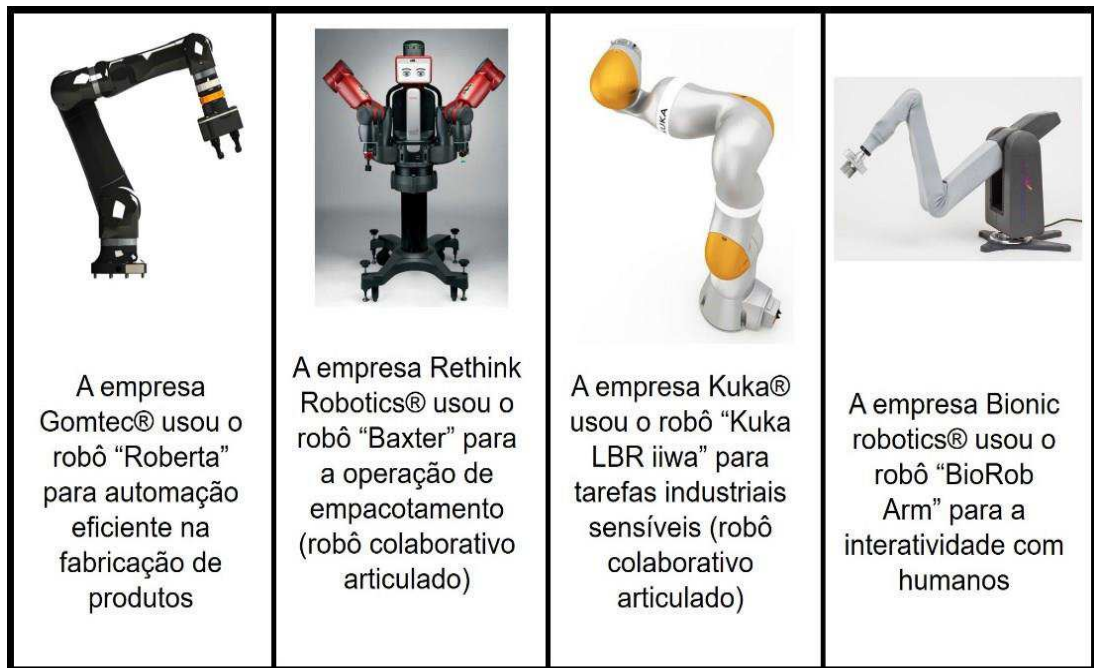
Figura 4: Assistência Remota Moverio Assist



Fonte: EPSON (2019)

Muitas empresas já vêm adotando essas tecnologias, e a indústria 4.0 se comporta como sendo a solução e garantia de sucesso das fábricas do futuro. A simulação virtual traz vantagens significantes para produção como a redução de custos, aumento de eficiência, mitigar riscos, maior motivação, logística de treinamento, efetividade de aprendizado. Esta forma de interação tem como exemplo o emprego da robótica dentro das indústrias, pois a implantação de soluções robotizadas com menor necessidade de mão-de-obra humana, vão possibilitar chegar a soluções de forma mais eficiente e com menor custo em todo o processo produtivo e podem contribuir na execução de tarefas, essa empregabilidade do robô aumenta a velocidade e a eficiência da produção e ajuda a otimizar o trabalho de funcionários. O exemplo de utilização de robôs pode ser verificado na Figura 5.

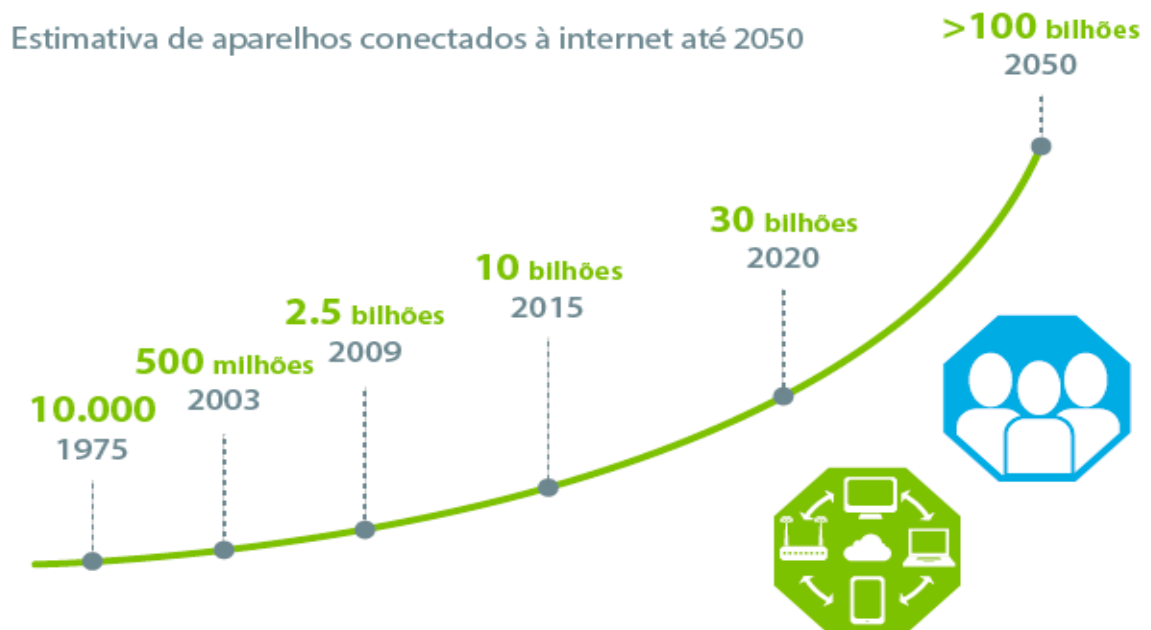
Figura 5: Exemplos de Robôs Industriais



Fonte: Maestri (2018)

Pesquisas apontam que a interação humana com a internet vem crescendo progressivamente, hoje a aplicação da tecnologia está sendo personalizada, ou seja, vai desde a utilização de produtos como ao atendimento aos clientes. Observe na figura 6 a previsão mais recente do aumento de dispositivos conectados.

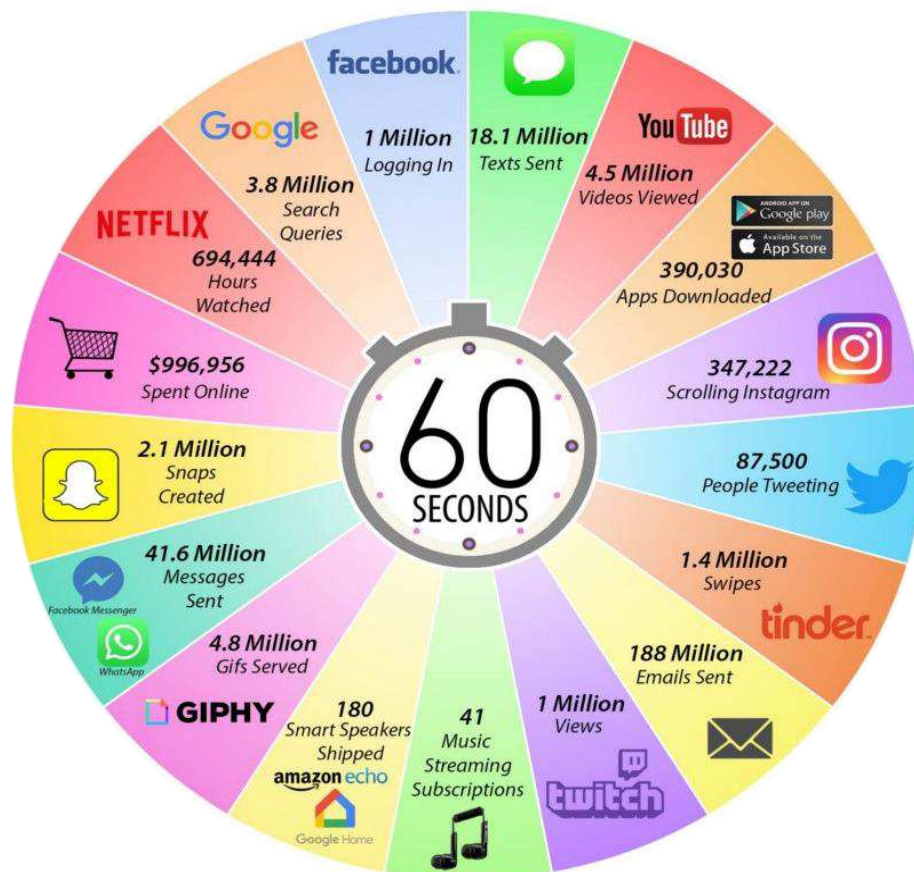
Figura 6: Dispositivos conectados entre população e aparelhos



Fonte: IoT One Community (2017)

São inúmeras as transformações na indústria, com a nova era tecnológica a produção é feita de forma automática e customizável de acordo com a demanda estabelecida pelo cliente. Com o crescimento dessas tecnologias estamos mais conectados à internet. Segundo dados, a interação por minuto mais significativa na internet é a troca de mensagens, em 60 segundos são milhões de e-mails trocados e milhões de mensagens de textos enviados na web. Dados relacionados informam sobre o uso da internet mundial, foi identificado que, o planeta tem 7.476 bilhões de pessoas e 3.773 bilhões delas usam a internet, 2.789 bilhões são usuários de redes sociais, 4.917 bilhões é o número de acessos únicos via smartphones e 2.549 bilhões é o número de pessoas que usam regularmente smartphones (EXAME, 2017). A Figura 7 apresenta algumas aplicações de utilização de dados em um minuto na internet.

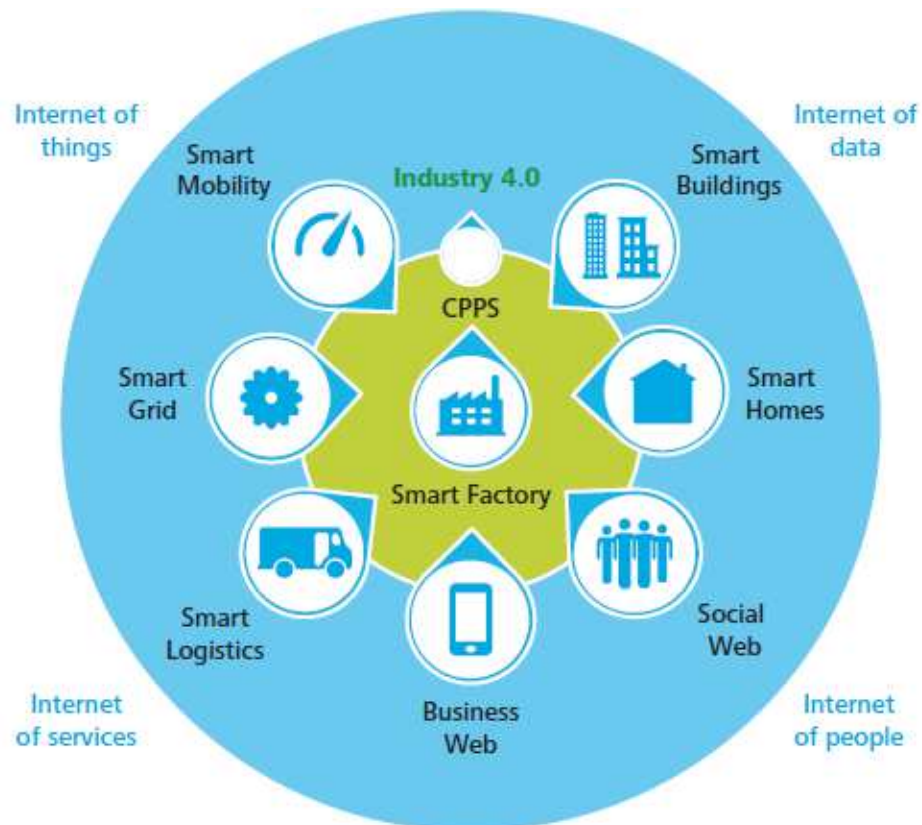
Figura 7: É isso que acontece em um minuto na internet



Fonte: EXAME (2017)

Com implementação de novas tecnologias, o processo de produção será mais flexível, eficiente e inteligente à medida que for controlado por equipamentos que comunicam entre si. Nota-se que a comunicação será mais eficaz dentro das indústrias, serão fábricas inteligentes conectadas a processos inteligentes como pode ser observado na figura 8.

Figura 8: Conectividade na Indústria 4.0



Fonte: Deloitte (2017)

O mundo será muito diferente em pouco tempo, esses são alguns exemplos de utilização dessas novas tecnologias da Indústria 4.0, ainda há muito a se implementar dentro das indústrias para que sejam produtivas, e assim produzir serviços e produtos customizáveis, mas logo conseguem se adaptar de forma proativa às mais recentes tecnologias. Por isso, há necessidade de inovar e urgência para as corporações elaborarem e executarem novas ideias de negócios e implementar essas novas tecnologias no chão de fábricas e na oferta de seus serviços e produtos.

5. Considerações finais

Este estudo teve como objetivo através de um levantamento bibliográfico, mencionar como os impactos da Indústria 4.0 sobre os processos produtivos estão proporcionando profundas transformações para a indústria, como as forças de trabalho estão evoluindo e como essa nova era está interferindo na forma como a sociedade vive, trabalha e se relaciona. São mudanças

que crescem exponencialmente e frequentemente novas tecnologias e novos modelos de negócios serão substituídos.

Não só a forma de trabalho que mudou com a implantação da Indústria 4.0, mas a utilização de produtos e serviços foram substituídos por outros, fábricas foram sendo devoradas por formas mais eficientes de trabalho. A mudança impactou setores inteiros e revolucionam para mudanças mais profundas. São smartphones, computação em nuvem, internet das coisas, big data e várias outras inovações que estão sendo impostíssimas para esse novo modo de vida.

A implementação da Indústria 4.0 mostrou-se bastante eficiente de como a produção está sendo automatizada, processos e sistemas conectados à internet, capacidade de tomar decisões e realizar correções de forma autônoma e customizáveis, empresas se tornando inteligentes, flexíveis e eficientes. Dessa forma, este estudo constitui uma base de dados que serão fundamentais para a construção de novos estudos exploratórios sobre os novos processos e tecnologias aplicadas à Indústria 4.0, onde essas novas ferramentas tecnológicas tornaram as empresas mais autônomas, ágeis, produtivas focadas em otimização e melhorias de seus processos.

REFERENCIAS

AIRES, Matheus De Oliveira et al. Indústria 4.0: a manufatura aditiva como ferramenta de inovação e otimização/Industry 4.0: additive manufacture as an innovation and optimization tool. **Brazilian Journal of Business**, v. 1, n. 4, p. 1821-1833, 2019.

ALBERTIN, MARCOS RONALDO et al. Principais inovações tecnológicas da Indústria 4.0 e suas Aplicações e Implicações na Manufatura. **Simpósio de Engenharia de Produção–Universidade Federal do Ceará, Ceará, Brasil**, 2017.

BORLIDO, David José Araújo. **Indústria 4.0: Aplicação a Sistemas de Manutenção**. 2017.

CARDOSO, Marcelo de Oliveira. **Indústria 4.0: a quarta revolução industrial**. 2016.

CAVALCANTI, Vladyr Yuri Soares de Lima et al. INDÚSTRIA 4.0: DESAFIOS E PERSPECTIVAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Revista Campo do Saber**, v. 4, n. 4, 2018.

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. **Rumo à indústria 4.0**. 2016. Dissertação de Mestrado.

DELOITTE. **Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies**. Disponível

em:<<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>>Acesso em 14.05.2020.

EPSON. **Assistência Remota Moverio Assist**, 2019. Disponível em: < https://epson.com/moverio-assist-virtual-remote-assistance-inspections?utm_source=&utm_medium=van&utm_term=&utm_content=&utm_campaign=us-moverio-assist#>. Acesso em 15/02/2020.

EXAME. **O que acontece em um minuto na internet em 2017**. 2017. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/tecnologia/o-que-acontece-em-um-minuto-na-internet-em-2017/>>. Acesso em: 03/05/2020.

FURTADO, João et al. **Indústria 4.0: a quarta revolução industrial e os desafios para a indústria e para o desenvolvimento brasileiro**. 2017. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/17621>>. Acesso em: 16/11/2019.

GIMENEZ, Denis Maracci; SANTOS, Anselmo Luís. **Indústria 4.0, manufatura avançada e seus impactos sobre o trabalho**. 2019.

INOUE, et al. Jessica S.P. **Indústria 4.0: impactos da tecnologia da informação na nova indústria**, Pesquisa e Ação, v. 5, n. 1. 2019.

IOT ONE COMMUNITY. **5 Things you should know about MQTT**. Disponível em: <<https://community.iotone.com/t/5-things-you-should-know-about-mqtt/55>>. Acesso em 04.05.2020.

LONGO, Carlos Augusto. **3º Pilar da Indústria 4.0 – Simulação**. 2018. Disponível em:<<https://www.linkedin.com/pulse/3-pilar-da-ind%C3%BAstria-40-simula%C3%A7%C3%A3o-carlos-augusto-longo/?originalSubdomain=pt>>. Acessado em: 10/02/2020.

MAESTRI, Gabriela et al. **Indústria 4.0 no Setor Têxtil: Diagnóstico Atual, Desafios e Oportunidades para o Futuro Digital**. 2018.

MELO, Matheus Ribeiro et al. **INDÚSTRIA 4.0 INOVANDO COM QUALIDADE. CIPEEX**, v. 2, p. 2060-2064, 2018. Disponível em: <<http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/CIPEEX/article/view/2177>>. Acesso em: 03/09/2019.

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

PAMPLONA, Yuri Logatto. **Indústria 4.0: Análise e simulação de uma nova era industrial**. 2018.

ROMANO, Matheus. **Entenda tudo sobre a integração na indústria 4.0 e conheça as integrações horizontal e vertical**. 2017. Disponível em: <<https://www.logiquesistemas.com.br/blog/integracao-na-industria-40/>>. Acesso em: 10/02/2020.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. Edipro, 2016.

SILVA, Guilherme Policarpio da. **Identificação dos impactos da indústria 4.0 nas organizações: uma revisão sistemática de literatura**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

TESSARINI, Geraldo; SALTORATO, Patrícia. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018.