



**Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP**

**Escola de Minas - EM**

**Departamento de Engenharia de Produção,  
Administração e Economia - DEPRO**



Indústria 4.0: Impactos disruptivos causados na indústria, economia e sociedade durante o Período Pandêmico da COVID-19.

Maria Cecília Martins Santos

Ouro Preto – MG

Janeiro/2022

**Maria Cecília Martins Santos**

**Indústria 4.0: Impactos disruptivos causados na indústria, economia e sociedade durante o Período Pandêmico da COVID-19.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos necessários para a obtenção de Grau de Engenheiro de Produção.

**Orientadora: Profa. Dra. Irce Fernandes Gomes Guimarães**

Ouro Preto – MG

Janeiro/2022



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
REITORIA  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, ADMINISTRAÇÃO E ECON

**FOLHA DE APROVAÇÃO****Maria Cecília Martins Santos****Indústria 4.0: Impactos disruptivos causados na indústria, economia e sociedade durante o Período Pandêmico da COVID-19**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção

Aprovada em 12 de janeiro de 2022

## Membros da banca

Dra. Irce Fernandes Gomes Guimarães Orientadora (Universidade Federal de Ouro Preto- UFOP)  
Dr. Aloisio de Castro Gomes Júnior (Universidade Federal de Ouro Preto- UFOP)  
Dr. Helton Cristiano Gomes (Universidade Federal de Ouro Preto- UFOP )

Irce Fernandes Gomes Guimarães, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 17/01/2022



Documento assinado eletronicamente por **Irce Fernandes Gomes Guimaraes, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 14/01/2022, às 19:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0267861** e o código CRC **049AEC89**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.000460/2022-49

SEI nº 0267861

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35400-000  
Telefone: 3135591540 - www.ufop.br

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe por todo afeto ao longo da vida, por ser meu maior exemplo e sempre me apoiar.

À minha avó Cecília por todo cuidado e confiança.

À minha orientadora Irce pela dedicação, tempo e paciência durante todo o processo e principalmente por compartilhar seu vasto conhecimento ao longo dessa jornada.

A todos os meus professores da Universidade Federal de Ouro Preto, que contribuíram para minha formação profissional e pessoal.

Às amigas que Ouro Preto me deu, Larissa, Luciana e Úrsula, pela amizade e companheirismo durante todo o processo.

## RESUMO

A pandemia causada pelo vírus Sars COV2 da COVID-19 alterou em escala global a dinâmica do mercado de trabalho e da sociedade, fazendo com que medidas fossem implementadas e que se pudesse atenuar os impactos causados. Mediante este fator, delineou-se, como objetivo desse estudo, analisar os efeitos da catalização da implementação da Indústria 4.0 durante período pandêmico e quais os efeitos no mercado de trabalho e na sociedade. Para isso, foi realizado uma análise bibliométrica que compreendeu o período de 2019 e 2021. Com base nos resultados, verificou-se que a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 foi primordial para planejar e executar soluções que amenizaram grandes transtornos gerados no âmbito da saúde, educação, industrial, econômico e social. Os efeitos disruptivos das transformações alteraram de forma profunda, e irreversível, a dinâmica do mercado de trabalho e a forma em que os trabalhadores se relacionam com seu ofício, a relação homem e máquina deixa de causar apreensão e passa a ser benéfica e necessária, garantindo a sobrevivência de empresas, mantendo empregos durante a pandemia, otimizando sistemas de produção e suprimindo necessidades da cadeia de valor.

**Palavras-chave:** COVID-19, Indústria 4.0, pandemia, mercado de trabalho, digitalização, tecnologias disruptivas, IoT, CPS.

## **ABSTRACT**

The pandemic caused by the COVID-19 virus changed the dynamics of the labor market and society on a global scale, leading to the implementation of measures to mitigate the impacts. Through this factor, this study aimed to analyze the effects of the catalyzed implementation of Industry 4.0 during the pandemic period and how this affects the labor market and society as it is known. For this purpose, a bibliometric analysis was performed addressing the period between 2019 and 2021. Based on the results, it was possible to highlight that the adoption of Industry 4.0 technologies was essential to plan and execute solutions that alleviated major disorders generated in the health, education, industrial, economic and social spheres. The disruptive effects of the transformations profoundly and irreversibly changed the dynamics of the labor market and the way in which workers relate to their occupation, the man-machine relationship no longer causes apprehension and becomes beneficial and necessary, ensuring the survival of companies, maintaining jobs during the pandemic, optimizing production systems and meeting value chain needs.

**Key-words:** COVID-19, Industry 4.0, pandemic, labour market, digitalizing, disruptive technologies, IoT, CPS.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Estágios das Revoluções Industriais .....  | 18 |
| Figura 2: Pilares da Indústria 4.0.....  | 21 |
| Figura 3: Série histórica de desemprego em uma seleção de países e regiões.....  | 29 |
| Figura 4: A adoção da automação pode ser acelerada para tecnologias selecionadas.....  | 32 |
| Figura 5: Transformação de análises e inteligência artificial em operações responsivas e flexíveis com a adoção da Indústria 4.0 ..... | 33 |
| Figura 6: Utilização da automação para melhorar a qualidade, segurança e produtividade.  | 34 |
| Figura 7: Em recessões anteriores, trabalhos de rotina (ou repetitivos) foram deslocados e nunca totalmente recuperados.....           | 36 |
| Figura 8: Instalações de robôs industriais mostraram forte recuperação e crescimento após recessões anteriores.....                    | 37 |
| Figura 9: Variação estimada na parcela do emprego total, cenário pós-COVID-19, pontos percentuais, 2018-2030.....                      | 38 |
| Figura 10: O futuro do trabalho na era pós pandêmica.....  | 39 |
| Figura 11: Estratégias adotadas pelas empresas brasileiras.....  | 43 |
| Figura 12: Tecnologias adotadas pelas empresas brasileiras.....  | 43 |
| Figura 13: Estratégias adotadas pelas empresas francesas.....  | 46 |
| Figura 14: Tecnologias adotadas pelas empresas francesas.....  | 46 |
| Figura 15: Estratégias adotadas pelas empresas dos Estados Unidos.....   | 49 |
| Figura 16: Tecnologias adotadas pelas empresas dos Estados Unidos.....   | 49 |
| Figura 17: Metodologia da análise bibliométrica.....   | 53 |
| Figura 18: Impacto global da pandemia.....   | 70 |

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| Quadro 1 : Alteração na força de trabalho em 2025 (Aumento da demanda).....                            | 40 |
| Quadro 2: Alteração na força de trabalho em 2025 (Diminuição da demanda).....                          | 41 |
| Quadro 3: Competências em alta na nova dinâmica do mercado de trabalho.....                            | 42 |
| Quadro 4: Funções com alta demanda dentro das empresas brasileiras.....                                | 44 |
| Quadro 5: Funções que estão se tornando obsoletas dentro das empresas no Brasil.....                   | 44 |
| Quadro 6: Habilidades identificadas como sendo de alta demanda dentro de sua organização.....          | 45 |
| Quadro 7: Funções com alta demanda dentro das empresas na França.....                                  | 47 |
| Quadro 8: Funções que estão se tornando obsoletas dentro das empresas na França.....                   | 47 |
| Quadro 9: Habilidades com alta demanda dentro das organizações.....                                    | 48 |
| Quadro 10: Funções com alta demanda dentro das empresas nos Estados Unidos.....                        | 50 |
| Quadro 11: Funções que estão se tornando obsoletas dentro das empresas nos Estados Unidos.....         | 50 |
| Quadro 12: Habilidades identificadas como sendo de alta demanda dentro das organizações para 2025..... | 51 |
| Quadro 13: Materiais selecionados para o Estudo bibliométrico.....                                     | 55 |
| Quadro 14: Metodologia utilizada nos materiais acadêmicos analisados.....                              | 64 |
| Quadro 15: Competências em alta citadas pelos artigos.....   | 72 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1: Tecnologias citadas por artigo..... | 66 |
| Tabela 2: Tecnologias citadas por artigo..... | 68 |
| Tabela 3: Tecnologias citadas por artigo..... | 69 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1: Ano de publicação dos materiais acadêmicos.....             | 62 |
| Gráfico 2: Origem das publicações.....                                 | 62 |
| Gráfico 3: Área de aplicação dos artigos.....                          | 63 |
| Gráfico 4: Primeiro bloco de tecnologias mais citadas nos artigos..... | 65 |
| Gráfico 5: Segundo bloco de tecnologias citadas por artigo.....        | 67 |
| Gráfico 6: Tecnologias citadas por artigo.....                         | 69 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

3D - Três dimensões

AR - Augmented Reality

BCG - Boston Consulting Group

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

COVID-19 - Coronavírus disease - 19

CPS - Cyber-physical System

I.4.0 - Indústria 4.0

IoT - Internet of things

IoS - Internet of Services

OMS - Organização Mundial da Saúde

PHEIC - Emergência de Saúde Pública de Interesse Internacional

PWC - PricewaterhouseCoopers PWHC

RFID - Radio-Frequency Identification

RA - Realidade Aumentada

TI - Tecnologia de Informação

VR - Virtual Reality

WHOI - World Health Organization

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....  | 14 |
| 1.1 Considerações Iniciais.....                                     | 14 |
| 1.2 Relevância do Estudo.....                                       | 15 |
| 1.3 Objetivos.....  | 16 |
| 1.3.1 Objetivo Geral.....   | 16 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos.....                                    | 16 |
| 1.4 Organização da apresentação dos resultados desta Pesquisa ..... | 16 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO.....   | 18 |
| 2.1 Contexto Histórico.....   | 18 |
| 2.2 Indústria 4.0.....  | 19 |
| 2.3 Pilares da Indústria 4.0.....                                   | 21 |
| 2.3.1 Sistemas Cyber-Físicos (CPS) e Segurança Cibernética.....     | 21 |
| 2.3.2 Internet das Coisas (IoT) e Serviços (IoS).....               | 23 |
| 2.3.3 Análise de Big Data.....                                      | 23 |
| 2.3.4 Realidade Aumentada (RA).....                                 | 24 |
| 2.3.5 Computação em Nuvem .....                                     | 25 |
| 2.3.6 Manufatura Aditiva (3D).....                                  | 25 |
| 2.3.7 Robôs Autônomos.....  | 25 |
| 2.3.8 Simulação.....  | 26 |
| 2.3.9 Gêmeo Digital.....  | 26 |
| 2.3.10 Blockchain.....  | 27 |
| 3. PERÍODO PANDÊMICO E O MERCADO DE TRABALHO.....                   | 28 |
| 3.1 Oferta de Trabalho.....   | 28 |
| 3.2 O Impacto do Covid na transição para a Indústria 4.0.....       | 29 |
| 3.3 Alteração na força de trabalho.....                             | 35 |
| 3.4 Adequação a nova dinâmica de trabalho pós Covid-19.....         | 39 |
| 3.5 Análise do perfil de trabalho por país.....                     | 42 |
| 3.5.1 Brasil.....   | 43 |
| 3.5.2 França.....   | 46 |
| 3.5.3 Estados Unidos.....   | 49 |
| 4. METODOLOGIA.....   | 52 |
| 4.1 Natureza.....   | 52 |
| 4.2 Abordagem.....  | 52 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.3   | Objetivos.....   | 52 |
| 4.4   | Procedimentos técnicos.....                                  | 52 |
| 4.4.1 | a) Definição de palavras-chave.....                          | 53 |
| 4.4.2 | b) Definição da base de dados.....                           | 54 |
| 4.4.3 | c) Busca de artigos nos bancos de dados.....                 | 54 |
| 4.4.4 | d) Realização de testes de aderência das palavras-chave..... | 54 |
| 4.4.5 | e) Filtragem do banco de artigos brutos.....                 | 54 |
| 5.    | ANÁLISE DOS RESULTADOS.....                                  | 55 |
| 5.1.  | Análise dos materiais acadêmicos.....                        | 61 |
| 5.2   | Característica dos artigos.....                              | 63 |
| 5.3   | Visão geral do período disruptivo.....                       | 70 |
| 5.4   | Competências para o mercado.....                             | 72 |
| 5.5   | Mudanças estruturais para o futuro.....                      | 73 |
| 6.    | CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                                    | 74 |
|       | REFERÊNCIAS.....   | 75 |

## 1. INTRODUÇÃO

Este capítulo introduz um estudo que avalia como o período pandêmico causado pela infecção do vírus da COVID-19 acelerou as tendências de adoção de tecnologias da Indústria 4.0 e quais os impactos observados na dinâmica do mercado de trabalho mundial.

### 1.1 Considerações Iniciais

O primeiro caso de *Corona Vírus Disease 2019* (COVID-19) foi reportado em dezembro de 2019 na cidade de Wuhan na China e rapidamente se espalhou para outras regiões chinesas e vários outros países em todo o mundo. Em 31 de janeiro de 2020 a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou o surto de COVID-19 como uma Emergência de Saúde Pública de Preocupação Internacional (PHEIC) que mais tarde, em 11 de março de 2020, foi caracterizada como uma pandemia global (WHO, 2020).

A pandemia se alastrou de forma rápida em nível global e evidenciou sistemas de saúde desprevenidos e a beira do colapso.

Portanto, a adesão a quarentena e o distanciamento social tornou-se essencial para desacelerar a transmissão. Países impuseram bloqueios e restringiram a entrada e saída de pessoas. Essas medidas causaram perturbações a cadeia de abastecimento, fazendo que alguns itens se tornassem de difícil acesso (KUMAR et al., 2020).

Essas medidas levaram a uma crise financeira, uma vez que os governos precisam de recursos extras para auxiliar no combate a pandemia. Em contrapartida a essa necessidade, observou-se o isolamento social levando diversas empresas a falência e milhões de empregos sendo perdidos, reduzindo assim, a arrecadação de impostos do governo. Assim, se deu início a crise econômica global (ALLAM; JONES, 2020).

Desta forma a Indústria 4.0, pertencente a quarta revolução industrial, apresenta um papel crucial para minimizar os impactos causados pela pandemia, seja no auxílio às medidas de isolamento social, no combate a doença ou na adaptação da forma tradicional de trabalho.

O termo Indústria 4.0 foi utilizado a primeira vez pelo governo alemão para descrever uma estratégia de alta tecnologia. Este termo vem sendo difundido para se referir ao desenvolvimento dos “Sistemas Ciber-Físicos” (CPS) e processos de dados

dinâmicos que usam grandes quantidades de dados para conduzir máquinas inteligentes (BCG, 2015).

A Quarta Revolução Industrial motivada pelas perturbações geradas pelo período pandêmico está mudando a natureza do trabalho à medida que tecnologias são inseridas, alterando o papel do homem de executor para planejador. O sistema emergente desta revolução será impulsionado por novas competências, como criatividade, flexibilidade, gestão e adaptação.

Baseados nestes fundamentos, esta pesquisa visa identificar os impactos da COVID-19 na transição para a Quarta Revolução Industrial, analisar como as tecnologias da I.4.0 foram utilizadas para sobressair as adversidades geradas pelo COVID-19 e quais as mudanças foram geradas a partir dessa nova sistemática, seja na indústria, economia ou sociedade. A nova dinâmica dos locais de trabalho não é o que se conhece hoje, pois ainda está passando por um período de transformação, tampouco o que poderia ter sido sem a influência do COVID-19, as modificações geradas foram profundas e o mercado jamais voltará a ser o mesmo. A tendência é que seja inclusivo, maduro e inovador, considerando não só as necessidades da empresa, mas também dos funcionários, criando um equilíbrio entre eles (DE LUCAS ANCILLO et. al, 2021).

## 1.2 Relevância do Estudo

A crise do COVID-19 fez com que a sociedade se reinventasse para que pudessem superar as adversidades causadas pelo vírus. Embora a adoção da Indústria 4.0 já fosse uma tendência para os próximos anos, sua implementação foi catalisada como uma das principais formas de adaptação à nova realidade. A utilização dos pilares da I.4.0 se mostraram essenciais para auxiliar no controle a pandemia e criar soluções para as adversidades geradas por ela.

É notório que a configuração social e econômica que se conhecia no período conhecido como “Pré-COVID” não será restabelecido, portanto, entender quais as implicações estas mudanças trarão se faz de suma importância.

O comportamento do mercado de trabalho e suas novas exigências no período “Pós-COVID” sofreram transformações relevante e continuarão estimulando a sociedade a romper com o passado, redesenhar o local de trabalho e criar relações cada vez mais benéficas entre a tecnologia e estratégia digital e o homem.

### 1.3 Objetivos

Os objetivos que regem esta pesquisa são:

#### 1.3.1 Objetivo geral

Analisar por meio de uma análise bibliométrica, que abrange os períodos de 2019 a 2021, os efeitos das transformações geradas pelo COVID-19 nas indústrias e no mercado de trabalho mundial.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar uma pesquisa bibliográfica para apresentar as principais tecnologias da Indústria 4.0 durante a pandemia do COVID-19;
- Verificar como estas tecnologias foram utilizadas e quais seus benefícios;
- Analisar os impactos das mudanças organizacionais advindas da adoção da Indústria 4.0 no mercado de trabalho e sociedade;
- Evidenciar as mudanças nas competências essenciais para o mercado de trabalho pós-COVID.

### 1.4 Organização da apresentação dos resultados desta Pesquisa

Este trabalho de conclusão de curso está estruturado como se segue:

Capítulo 1: Consiste em uma apresentação introdutória sobre o desdobramento da pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2 (COVID-19) e a importância da Indústria 4.0 para mitigar os impactos sofridos, juntamente com os objetivos específicos, o objetivo geral da pesquisa e a relevância do estudo.

Capítulo 2: Neste capítulo, por meio de uma revisão bibliográfica, são descritos os conceitos da Indústria 4.0 e seus principais pilares.

Capítulo 3: Este capítulo analisa o comportamento do mercado de trabalho durante a pandemia e destaca a atuação da Indústria 4.0 neste segmento, salientando a alteração nas qualificações e os perfis dos profissionais demandados pelo mercado em escala mundial.

Capítulo 4: Descreve a metodologia utilizada, percorrendo todas as suas etapas até a obtenção do material necessário e relevante para o estudo.

Capítulo 5: Este capítulo apresenta a análise bibliométrica realizada em 28 artigos acadêmicos, detalhando os resultados acerca do tema.

Capitulo 6: Este capítulo sumariza as contatações mais relevantes obtidas através dos conteúdos anteriores e propõe temas para estudos futuros.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

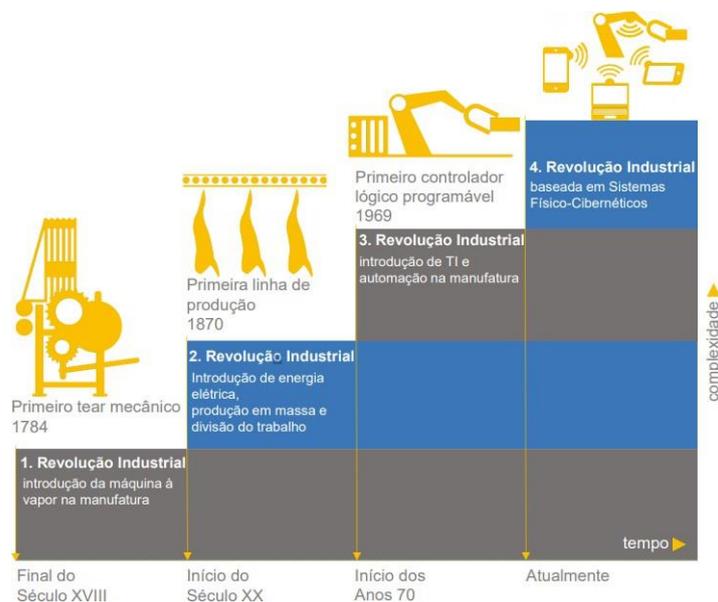
O processo de evolução da humanidade vem precedido de revoluções industriais, que em sua maioria, foram impulsionadas por desastres naturais ou surtos de doenças infecciosas que ameaçam a segurança e saúde pública (SARFRAZ et al., 2021).

Este capítulo contextualiza o processo das Revoluções que ditaram as características do mundo moderno.

### 2.1 Contexto Histórico

O desenvolvimento de novas tecnologias de produção levou muitos setores produtivos a mudança de paradigmas. Desde a Primeira Revolução Industrial, a forma de trabalho e a dinâmica da economia e mercado vêm se alterando. A Inglaterra foi palco da Primeira Revolução entre os anos de 1760 e 1840 tendo como marco a substituição do trabalho manual, que atendia todas as etapas de produção, pela utilização da fabricação por máquinas movidas a vapor. Na Figura 1, sinaliza-se os marcos das revoluções identificadas até os dias de hoje.

Figura 1 – Estágios das Revoluções Industriais



Fonte: Adaptado de Kagermann, Wahlster e Helbig (2013)

A Segunda Revolução Industrial iniciou-se entre 1850 - 1870 e foi marcada pela utilização da eletricidade, produção em massa e divisão do trabalho, que culminou

significativas evoluções nas áreas de transporte, agricultura, elétrica, química, engenharia de produção, materiais, biológica, entre outras. Essa forma de produção em massa possibilitou a acessibilidade da população a produtos que neste momento eram produzidos a custos relativamente menores para a época e traziam as novas características da inserção tecnológica nos contextos industriais, despertando no mundo o interesse pela liderança tecnológica.

Por volta de 1970 iniciou-se mais uma mudança no comportamento fabril com a Terceira Revolução Industrial conhecida também como Revolução Digital, destacando-se como os principais marcos o uso de semicondutores, computadores, telefonia móvel e internet. Neste momento inicia-se o processo de globalização, aumento da competitividade, mudança nos processos de trabalho, flexibilidade de produção, entre outros fatores. Com o desenvolvimento da internet e a evolução das tecnologias utilizadas, no século XXI, viu-se a oportunidade de encontro com os objetivos requeridos pela nova metodologia de produção. Diante desses recentes desenvolvimentos tecnológicos e de um cenário em que há uma procura cada vez maior por produtos personalizados, maior complexidade, qualidade e custos reduzidos; a ascensão de um novo modelo de indústria está sendo discutido em todo o mundo sob o tópico de Indústria 4.0 (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016).

## 2.2 Indústria 4.0

A Quarta Revolução Industrial é descrita por diversas terminologias, como “indústria 4.0”, “Fábricas Inteligentes”, “Indústria da Internet”, “Indústria Integrada” e “Internet das coisas” (HOFFMAN et al., 2017). Esses termos passaram a representar a mistura do físico com o digital.

As primeiras recomendações para implementação do projeto Plataforma Indústria 4.0 (*Plattform Industrie 4.0*) ocorreu em 2011 na Alemanha, durante a Feira Industrial de Hannover. Essa nova configuração foi lançada como parte integrante do planejamento estratégico governamental para consolidar o país como líder na área de tecnologia e fortalecer sua competitividade global para se tornar o principal fornecedor, integrador e gerador de tecnologias inteligentes (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

Sacomano et al. (2018) definem Indústria 4.0 como um sistema produtivo, integrado por dispositivos móveis interligados a internet ou intranet que possibilita remotamente de qualquer lugar a programação, gerenciamento, controle, cooperação e interação com o

sistema de produção, englobando toda a cadeia de valor, empresas, fornecedores e demais partes envolvidas.

Para Mrugalska e Wyrwicka (2017) as máquinas mais modernas e sofisticadas em conjunto com ferramentas dotadas de *softwares* avançados e sensores em rede podem ser usados para planejar, prever, ajustar e controlar resultados e modelos para criar outra fase na organização da cadeia de valor, possibilitando o gerenciamento durante todo o ciclo do produto. Assim, a indústria 4.0 é uma vantagem para se manter competitiva em qualquer indústria. Para criar um fluxo de produção dinâmico, a otimização da cadeia de valor deve ser controlada de forma autônoma.

Corroborando com essa ideia, Wang et al. (2016) descreve a Indústria 4.0 como um sistema que faz uso de tecnologias emergentes e conta com o rápido desenvolvimento de máquinas e ferramentas para lidar com desafios globais, a fim de melhorar os níveis na indústria. O conceito principal deve ser a utilização de tecnologia de informação avançada para implantar serviços de IoT. A produção deve ser rápida e uniforme com o mínimo de ociosidade, resultando em produtos que apresentam mais qualidade, sistemas mais eficientes e custos menores.

No formato da Indústria 4.0, os processos são digitalizados e integrados verticalmente em toda organização, desde o planejamento até a distribuição e serviços. Todos os dados gerados durante o processo, como eficiência, gestão da qualidade e planejamento de operações são disponibilizados em tempo real, em uma rede integrada (PWC, 2016).

Dessa forma, melhorias na gestão das empresas serão observadas, uma vez que cada sistema será independente, capaz de identificar suas necessidades e se comunicar com outros sistemas transferindo informações. Isso permitirá rápidas tomadas de decisão e respostas autônomas dos sistemas de produção (BLANCHET et al., 2014).

As primeiras recomendações para a implementação da Indústria 4.0 foram publicadas no documento “Industrie 4.0 Working Group” como:

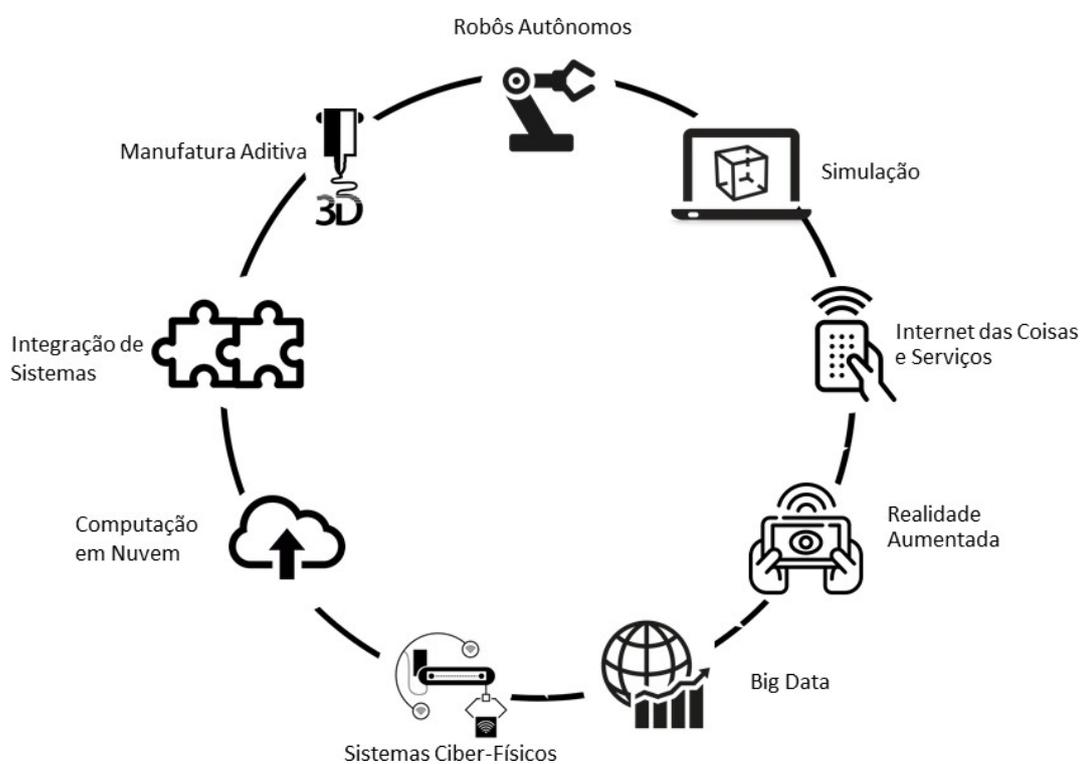
“(…)No futuro, as empresas estabelecerão redes globais que incorporam suas máquinas, sistemas de armazenamento e instalações de produção na forma de Cyber Physical Systems (CPS). No ambiente de fabricação, esses sistemas compreendem máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento e instalações de produção capazes de trocar informações de forma autônoma, desencadear ações e controlar uns aos

outros de forma independente (...)” (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013) (p.5).

### 2.3 Pilares da Indústria 4.0

A Indústria 4.0 se baseia em nove pilares principais, que transformaram as células de produção isoladas e otimizadas em um fluxo de produção totalmente integrado, automatizado e otimizado. Esse novo formato gera uma mudança nas relações não só entre homem e máquina, mas também nas relações entre fornecedores, produtos e clientes (BCG, 2015). A Figura 2 representa a composição atual dos pilares que serão apresentados a seguir.

Figura 2 – Pilares da Indústria 4.0



Fonte: Adaptado de BCG (2015)

#### 2.3.1 Sistemas Cyber-Físicos (CPS) e Segurança Cibernética

De forma geral, os Sistemas Físico-Cibernéticos (*Cyber-Physical Systems*) também conhecido como CPS, podem ser definidos como sistemas em que ocorre uma forte integração entre computação, comunicação e tecnologias de controle para alcançar estabilidade, desempenho, confiabilidade, robustez e eficiência (RAJKUMAR et al., 2010).

Para Bonilla et al. (2018) Sistemas Físico-Cibernéticos são por definição sistemas mecatrônicos compostos por sensores e atuadores, controlados por *softwares*, que utilizam a análise de dados para supervisionar e controlar processos industriais no campo físico, sejam eles mecânicos, químicos, térmicos ou elétricos. Os dados gerados são disponibilizados em tempo real ao ambiente virtual por meio de interfaces gráficas amigáveis ao ser humano.

Cada sistema de produção do CPS é constituído de sensores que abrangem todos os aspectos físicos para que estes possam ser conectados aos modelos virtuais. Este sistema é comum na sociedade e interage constantemente com humanos, justificando a necessidade de que se comporte de forma estável e tenha o comportamento esperado quando utilizado para fins de Inteligência Artificial (MOSTERMAN; ZANDER, 2016).

Poovendran (2010) difere o CPS de um sistema regular ou integrado devido ao uso de tecnologias de comunicação, com a utilização em grande escala de sensores e atuadores, a nova ferramenta apresenta um poder mais de lidar com situações complexas e com menos reduções de desempenho.

Schuh et al. (2014) complementam que para se beneficiar de toda eficiência gerada pela utilização de um CPS, este deve ser implementado em toda a cadeia de valor, do planejamento a distribuição para o cliente final. E, como desafio, o CPS deve ser projetável e controlável para o gerente de produção, que precisa estar hábil a interagir de forma intuitiva com o sistema.

A Segurança Cibernética (Cyber Security) tornou-se um elemento chave na composição da Indústria 4.0, como uma forma de conter as intenções nocivas de ataques realizadas por *hackers*, que podem ter um impacto destrutivo no ambiente de negócios. Existem algumas soluções que auxiliam na proteção contra os ataques cibernéticos, dentre elas a análise de ocorrências anteriores por meio do controle de radiação para se preparar e evitar que novos ocorram. Além disso é necessário criar um Sistema de defesa nacional e treinar os funcionários contra este tipo de ataque (CHO; WOO, 2017).

WASLO et al. (2017) ressaltam que quando as cadeias de suprimentos, fábricas, clientes e operações estão conectadas os riscos gerados pelas ameaças cibernéticas se tornam cada vez maiores, portanto, a segurança deve estar intrínseca da estratégia, desenvolvimento e operações, sendo levado em consideração desde o início de qualquer iniciativa relacionada a Indústria 4.0.

### 2.3.2 Internet das Coisas (IoT) e Serviços (IoS)

A Internet das Coisas (Internet of Things (IoT)) é vista como uma extensão da internet atual que permite que objetos se conectem à rede, ou seja, cadeia que articula a comunicação virtual com o físico por meio de uma rede mundial.

A IoT funciona através da identificação por radiofrequência, sensores infravermelhos e sistemas de posicionamento global além de se dispor da utilização de tecnologias modernas de comunicação que permitem que objetos desconhecidos conectados à *Internet* percebam os itens de identificação inteligente, a localização, rastreamento, monitoramento e gerenciamento de uma rede (LIU; MIN-HUA; YU, 2016).

Com a utilização da IoT o produto é habilitado para emitir uma comunicação relativa à quando está sendo produzido e solicitar que seja recolhido para entrega, como exemplo, enviar um e-mail para o sistema de pedidos informando que está finalizado e pronto para ser entregue. As fábricas, nesse contexto, também necessitam se conectar para adaptar os cronogramas de produção entre elas e otimizar sua capacidade (BLANCHET et al., 2014).

Um estudo realizado pela BCG (2015) complementa que a *Internet* das coisas estão geralmente organizadas em uma pirâmide de automação vertical, em que sensores e dispositivos de campo com inteligência limitada alinhados a controladores de automação alimentam um sistema de controle de processo de fabricação abrangente. Permitindo que os dispositivos de campo se comuniquem e interajam entre si e com controladores mais centralizados, conforme necessário. A IoT também descentraliza análises e tomadas de decisão, permitindo respostas em tempo real.

Complementando a *Internet* das Coisas, a *Internet* de Serviços (*Internet of Services-IoS*) tem como objetivo possibilitar que os fornecedores de serviços ofereçam seu produto pela *internet*, chegando a alcançar uma escala mundial. Os serviços são oferecidos e combinados em serviços e valor agregado e comunicado aos usuários e consumidores, podendo ser acessados em vários canais. Esses serviços podem oferecer suporte a recursos funcionais e técnicos (BUXMANN; HESS; RUGGABER, 2009, p.341–342).

### 2.3.3 Análise de Big Data

O desenvolvimento da *internet* ao longo dos anos culminou em uma elevada quantidade de informações advindas das mais diversas fontes, fazendo com que o

processamento e análise se tornassem complexos. Para a ferramenta capaz de compilar, analisar e gerenciar esse grande grupo de dados atribui-se o nome Big Data (DUMBILL, 2011).

De acordo com os estudos apresentados por MANYIKA et al. (2011, p.1) para Mc-Kinsey Global Institute

“O Big Data pode ser definido como conjuntos de dados cujo tamanho é além da capacidade típica de banco de dados de ferramentas de *software* para capturar, armazenar, gerenciar e analisar (...) Presumimos que, enquanto a tecnologia avança ao longo do tempo, o tamanho dos conjuntos de dados que se qualifica como grande volume de dados também aumentará. O Big Data em muitos setores hoje varia de algumas dezenas de terabytes a vários petabytes (milhares de terabytes)”

Em um contexto como o da Indústria 4.0, a coleta e avaliação abrangente de dados de muitas fontes diferentes, equipamentos e sistemas de produção, bem como sistemas de gerenciamento corporativo e de clientes, se tornarão padrão para apoiar a tomada de decisões em tempo real (BCG, 2015).

Os geradores de Big Data são baseados em cinco pilares essenciais conhecidos como 5Vs: Velocidade, volume, variedade, veracidade e valor. Devem-se criar dados escalonáveis (Volume) de fontes e tipos diversos (Variedade) sob ágeis taxas de geração (Velocidade) mantendo as características importantes dos dados brutos (Veracidade) e ainda garantir que essas informações obtidas sejam úteis para o processo pretendido, atividade ou análise (MACHADO, 2018).

#### 2.3.4 Realidade Aumentada (RA)

A Realidade Aumentada (*Augmented Reality*) pode ser definida como um sistema dotado de inteligência artificial que são capazes de aprender a partir das instruções dadas e respostas obtidas anteriormente no processo. Com isto, possibilita a tomada de decisão automática (SCHWAB, 2016).

Essa tecnologia pode criar um grande impacto em trabalhos de manutenção propiciando uma redução significativa do tempo necessário para execução e a diminuição dos potenciais erros envolvidos na atividade. A RA pode prever as falhas com alta precisão, permitindo que a frequência de manutenção seja mantida em números baixos, utilizando a preditiva para evitar qualquer falha indesejada. Reduzindo o custo da realização de manutenções preventivas desnecessárias (MASONI et al., 2017).

### 2.3.5 Computação em Nuvem

A nuvem é representada como um conjunto de *hardwares*, redes de armazenamento e interfaces que entregam serviços de computação como produto final, podendo ser representada como a internet. Esse novo sistema *Cloud Computing* elimina muitas restrições do ambiente computacional tradicional, reduzindo significativamente as variáveis espaço, tempo, energia e custo (HURWITZ et al., 2010).

Os sistemas em nuvem permitem que as empresas disponham de uma comunicação em tempo real com o sistema de produção, já que estarão gerenciando um grande volume de dados em sistemas abertos, tornando a atualização e *backup* fáceis e contínuos (HENG; NEITZEL, 2012).

### 2.3.6 Manufatura Aditiva (3D)

A manufatura aditiva *Additive Manufacturing* apresenta um crescimento exponencial no modelo de Indústria 4.0, sendo apresentada como técnicas capazes de fabricar objetos tridimensionais adicionando camadas uma sobre as outras. Essas tecnologias são consideradas o futuro da manufatura, por possibilitarem a produção de peças de uma vasta gama de materiais, incluindo plásticos, cerâmicas e metais (BUTT; MEBRAHTU; SHIRVANI, 2016).

Esse método de manufatura apresenta diversas vantagens em relação a outros, mas destaca-se pela capacidade de fabricar formas geométricas extremamente desafiadoras ou, em alguns casos, impossíveis de serem fabricadas de outra forma (BUTT; MEBRAHTU; SHIRVANI, 2017).

NGO et al. (2018) complementam que a customização e personalização são outras vantagens que colocam a Manufatura Aditiva como tecnologia chave para a indústria. Esse método vem sendo bastante utilizado no campo aeroespacial, automotivo e na indústria médica. As indústrias tem utilizado essa forma de produção para gerar vantagem competitiva através da redução do tempo de ciclo de produto, maior valor agregado e viabilizar um alto nível de personalização (GIBSON et al., 2021).

### 2.3.7 Robôs Autônomos

Os robôs autônomos (*Autonomous Robot*) já vêm sendo utilizados na produção industrial há algum tempo, para realização de atividades complexas em um curto prazo.

No contexto da Indústria 4.0, os robôs autônomos ou robôs colaborativos apresentam maior flexibilidade, funções mais avançadas e são de fácil operação em vários campos. Esta evolução caminha para o modelo onde os robôs interagirão entre si e com humanos de forma ativa, através do uso de manipuladores. Esses robôs serão mais baratos e sofisticados, a fim de alcançar melhores habilidades em comparação com os usados atualmente na área de manufatura. Além disso, eles custam menos e têm uma gama maior de recursos do que os usados na fabricação hoje (TAY et al., 2018).

### 2.3.8 Simulação

Nas últimas décadas a simulação se consolidou como uma ferramenta indispensável para compreender a dinâmica dos sistemas de negócios, sendo fortemente utilizada como um instrumento para o planejamento operacional e estratégico das empresas. Contudo, com a crescente integração dos sistemas de simulação no gerenciamento do ciclo de vida do produto, os requisitos tem mudado consideravelmente. O aumento das variáveis e dos níveis de customização do produto tem requerido sistemas de produção mais flexíveis, assim como nos modelos de simulação.

O paradigma da Indústria 4.0 requer a modelagem de manufatura e outros sistemas por meio do conceito da fábrica virtual e o uso de inteligência artificial avançada (cognitiva) para controle de processo, que inclui ajuste autônomo aos sistemas de operação (auto-organização) (RODIC, 2017).

Para Asadollahi-Yazdi et al. (2020) e Rodic (2017) este conceito estende o uso da modelagem de simulação a todas as fases do ciclo de vida do produto, onde os produtos são primeiro desenvolvidos e testados em detalhes completos em um ambiente virtual, incluindo máquinas, produtos e humanos, assim, utiliza-se as informações geradas e coletadas no processo anterior, para configurar a produção física. Combinar os dados da vida real com os modelos de simulação do projeto permite previsões precisas de produtividade e manutenção com base nos dados realistas, além de reduzir significativamente o tempo de *setup* das máquinas e ocasionar o aumento da qualidade da produção.

### 2.3.9 Gêmeo Digital

Com a utilização de dados em tempo real, a simulação computacional aproxima o mundo físico e virtual. O resultado obtido com captura dessas informações é chamado

*Digital Twin* (Gêmeo Digital). A aplicação dessa tecnologia na Indústria 4.0 faz com que em todo processo de criação de um objeto no mundo real também crie um no mundo virtual, o que permitirá a realizações de testes e aperfeiçoamentos no mundo virtual antes de qualquer produção real (ABREU et al., 2017).

IBM (2021) exemplifica o uso do *Digital Twin* através da utilização de uma turbina eólica como objeto. Esta turbina é equipada com vários sensores que provêm informações sobre diversos aspectos do objeto, como sua produção de energia, temperatura, condições climáticas entre outros. Esses dados serão transmitidos ao sistema e aplicados à cópia digital. Uma vez informado com esses dados, o modelo virtual passa a ser utilizado para realização de testes, verificar problemas de desempenhos e realizar melhorias que serão replicadas de volta ao objeto físico original.

#### 2.3.10 Blockchain

*Blockchain* é uma tecnologia que está ganhando espaço oferecendo assistência segura e confiável para realização entre participantes que não necessariamente têm credibilidade entre si e que estão em uma rede P2P (*Peer-to-Peer Computing*)

O P2P (computação de ponto a ponto) é uma tecnologia que possibilita a independência de uma organização central ou hierárquica, além de dispor aos seus integrantes as mesmas capacidades e responsabilidades, permitindo que qualquer dispositivo possa acessar diretamente os recursos de outro, sem a centralização do controle (PARAMESWARAN et al., 2001).

O *blockchain*, pois cria digitalmente uma entidade de confiança descentralizada, eliminando a necessidade da utilização de entidades certificadoras e centralizadoras de transações como bancos, cartórios e até mesmo o próprio governo. Esta tecnologia tem sido aplicada em setores como finanças, saúde, artes, governo, além da própria computação, através de protocolos de redes, nuvem e névoa, IoT entre outras (GREVE et al., 2018).

Um exemplo do funcionamento desde sistema é a *bitcoin* que utiliza a tecnologia *blockchain* para ser transferido, comprado e vendido, sem necessidade de autenticação e verificação de uma terceira parte, utilizando o *blockchain* como um sistema de pagamento e registro de transações inovador, descentralizado e privado que apresenta alto nível de segurança, porém não é resguardado pelo Estado (CARVALHO et al., 2017).

### 3. PERÍODO PANDÊMICO E O MERCADO DE TRABALHO

Em dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) anunciou o surto de uma doença infecciosa emergente devido a uma cepa específica do vírus corona chamada SARS-CoV-2 mais conhecido como COVID-19.

A disseminação desse vírus em todo o mundo ocasionou um choque econômico que abalou o mercado de trabalho, impactando a oferta de bens e serviços, a demanda em consumos e investimentos e desafiou o comércio global (ILO, 2020).

Ao longo dos séculos transformações tecnológicas, sociais e políticas impactaram profundamente economias e a forma trabalho. Neste caso tanto a Indústria 4.0 quanto a pandemia se apresentam como dois fenômenos revolucionários que direcionarão a grandes mudanças.

Para minimizar os impactos, as instituições estão sendo desafiadas a não apenas buscarem soluções a curto prazo para administrar a crise, e sim, desenvolver opções estratégicas para o futuro. É evidente que o COVID-19 funcionará como um catalisador para a adoção das tecnologias que compõem a Quarta Revolução Industrial, mudando fundamentalmente a economia.

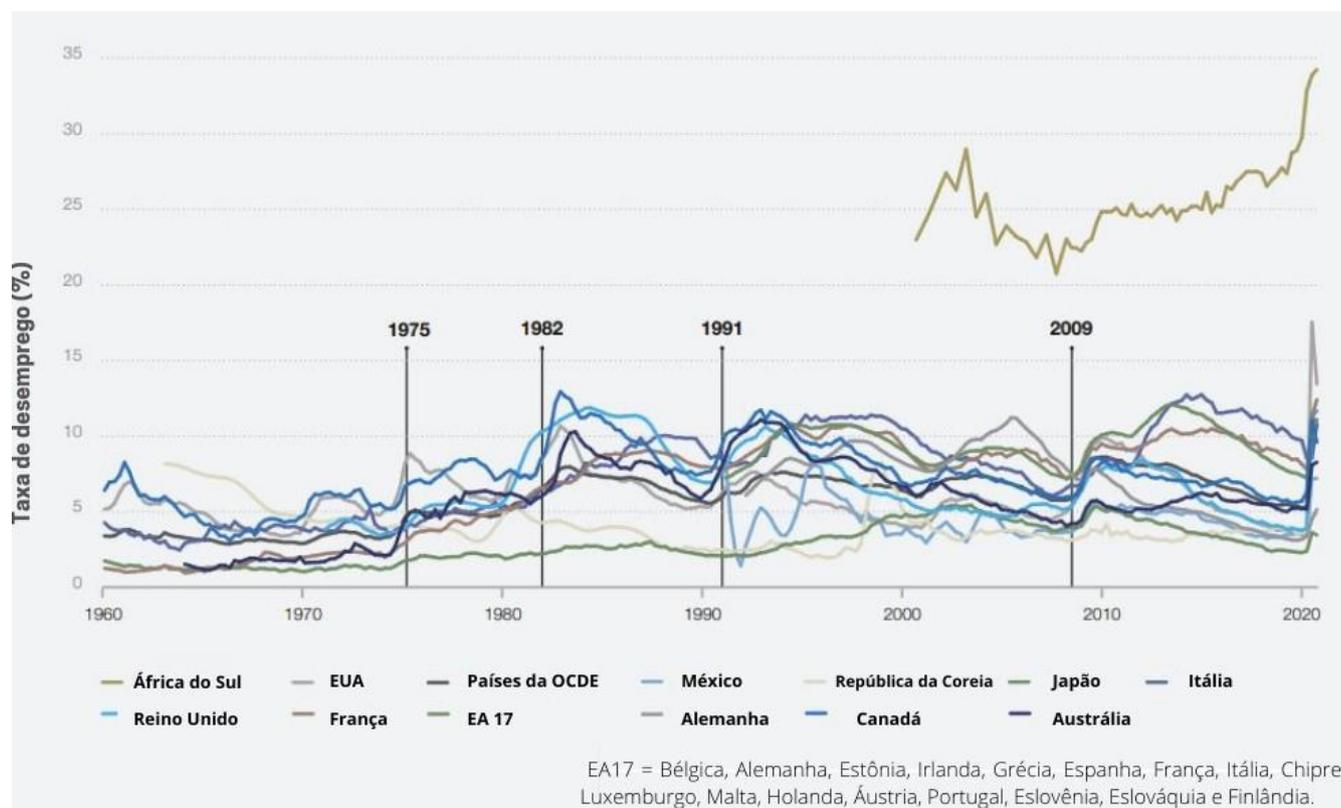
#### 3.1 Oferta de trabalho

Com o objetivo de conter a propagação do vírus, governos anunciaram medidas preventivas, como o *lockdown*, termo que se refere ao fechamento total ou parcial de escolas, escritórios, fábricas, parques, estações ferroviárias e até mesmo o espaço aéreo, impactando as relações comerciais e sociais.

Como a mudança na forma de trabalho aconteceu de forma abrupta, organizações enfrentaram dificuldades relacionadas a qualificação de seus empregados quanto ao uso das tecnologias ou até mesmo na viabilização do trabalho remoto (BACKES et al., 2020).

A Figura 3 representa as taxas de desemprego durante as maiores crises econômicas mundiais.

Figura 3 – Série histórica de desemprego em uma seleção de países e regiões



Fonte: Traduzido de WEF (2020)

Durante os períodos de estabilidade relativa do mercado de trabalho, o desemprego fica próximo ou em torno de 5% e durante os períodos de crise excede 10%.

Na crise financeira de 2010, o desemprego atingiu um pico de 8,5% chegando a uma média de 5% apenas no final de 2019. De acordo com a Organização Internacional do Trabalho (OIT), no primeiro semestre de 2020, os números reais do desemprego saltaram para uma média de 6,6% no segundo trimestre de 2020, com previsão de alcance de um pico de 12,6% (WEF, 2020).

Seguindo a tendência mundial, a taxa de desemprego do Brasil no quarto trimestre de 2021 apresentou um índice de desemprego de 11,1% (IBGE, 2021).

### 3.2 O impacto do COVID na transição para a Indústria 4.0

A pandemia forçou as empresas a cumprirem uma variedade de regras e políticas de segurança obrigatórias para manter o chão de fábrica em funcionamento ou reabrir suas instalações após o fechamento. De acordo com os dados divulgados pela Falk et al.

(2020) alguns pontos-chave podem ser observados em relação ao comportamento de adaptação a economia e ao mercado pós COVID-19 como os apresentados a seguir:

1. Adoção da tecnologia: Devido ao *lockdown* a procura pelos modelos de negócios digitais tem atingido grandes níveis. Tem-se observado a importância de estruturas digitais de alta performance e redes de comunicação, não só para a indústria, mas também para o sistema de saúde, administração pública e educação. A crise também evidenciou *déficits* e diferenças relacionadas ao nível de maturidade industrial e outros setores quando se fala de dados em tempo real, maturidade digital, velocidade e capacidade de adaptação.

2. Flexibilidade e agilidade se tornaram a base da competitividade: Um dos principais pontos na transição para a Indústria 4.0 será variedade e flexibilidade de volume. Empresas flexíveis que podem rapidamente se adaptar a novos mercados e produtos quando há necessidade de reagir a grandes impactos exógenos.

3. Resiliência: A Resiliência está se tornando um dos principais motivadores para a adoção dos sistemas inteligentes (AI). Cadeias de valor serão encurtadas e mais parceiros serão adicionados, para proteger componentes críticos e aumentar a flexibilidade na produção e prestação de serviços.

4. Localização das demandas de manufatura e adaptação de produto e processo: Fábricas locais flexíveis funcionarão através de uma produção por contrato para vários fornecedores de produtos (marcas) para um mercado limitado, requerendo novos negócios de manufatura (*Manufacturing - as - a Service*) e também produtos com menos complexidade, maior flexibilidade e o uso de produtos locais e materiais reciclados.

5. Surgimento de novos ecossistemas e mercados: Interrupções nos sistemas de abastecimento globais e fortes flutuações na demanda interromperam o equilíbrio nas cadeias de suprimentos em diversos setores, para combinar necessidades e recursos, novos mercados e plataformas de colaboração estão surgindo nas indústrias e fora dos relacionamentos já estabelecidos, como por exemplo, na produção de equipamentos, capacidade *freelance*, materiais, ou peças do fornecedor.

6. Modelos de faturamento inovadores: Precificação inovadora e novas formas de entrega como serviços (*as-a-service*), pagamento por uso ou assinatura estão se tornando cada vez mais atraentes. Modelos de negócios que oferecem baixo

investimento inicial e termos flexíveis para seus clientes serão beneficiados. Por outro lado, também exigem novas habilidades de engenharia para projetar e desenvolver esses ativos inteligentes e habilidades de inovação dedicadas aos modelos de negócios correspondentes de forma sistemática.

7. Competências requeridas estão mudando radicalmente: Para obter lucros com os modelos digitais de negócios na Indústria 4.0, algumas competências em engenharia e produção devem ser complementadas por uma prestação de serviço de qualidade e orientação ao usuário, além do *marketing digital* e *know how* de recursos financeiros. Acima de todas as competências o desenvolvimento de colaboração e interação nas redes virtuais está se tornando um fator decisivo.

8. Aumento da importância dos serviços remotos: No âmbito industrial, digitalização e automação estão crescendo. A possibilidade de trabalhar em casa está se expandindo também para a produção Industrial. Gerenciar remotamente uma planta ou mesmo operando uma estação de trabalho de casa se tornará possível. Fornecedores e provedores de soluções com as ofertas de serviços digitais correspondentes terão, portanto, um aumento significativo na demanda. Em particular, ofertas de serviço remotos. Realidade virtual e aumentada (VR/AR) tecnologias, robótica colaborativa e inteligência artificial industrial irão se destacar.

9. Flexibilização do trabalho promove novas formas de organização e aprendizagem: A flexibilidade ganha durante os meses da pandemia continuará avançando, principalmente no que diz respeito às formas de trabalho e aprendizagem. O *home office* continuará a fazer parte integrante da organização do trabalho. Na indústria, estes processos serão radicalmente alterados por serviços remotos, com base em dados tomada de decisão (por exemplo, manutenção preditiva) e o aumento do uso de recursos digitais gêmeos e ferramentas de realidade virtual. Educação e o treinamento seguirão esses desenvolvimentos e usarão cada vez mais formatos de entrega digital.

10. Indústria 4.0 como facilitador para sustentabilidade: A pandemia reforçou a importância da gestão com forte foco na sustentabilidade ecológica e social. A digitalização e novas configurações da cadeia de valor podem levar a melhorias significativas relacionadas ao consumo de materiais e energia em todo ciclo de vida do produto, da engenharia e produção a manutenção e descarte.

As tecnologias da Indústria 4.0 estão sendo peças chaves para manter as instalações funcionando de forma segura tanto no curto prazo quanto ao longo prazo.

A Figura 4 apresenta uma breve explicação de como essas ferramentas vem sendo aplicadas tanto na indústria quanto no combate ao COVID-19.

Figura 4 – A adoção da automação pode ser acelerada para tecnologias selecionadas

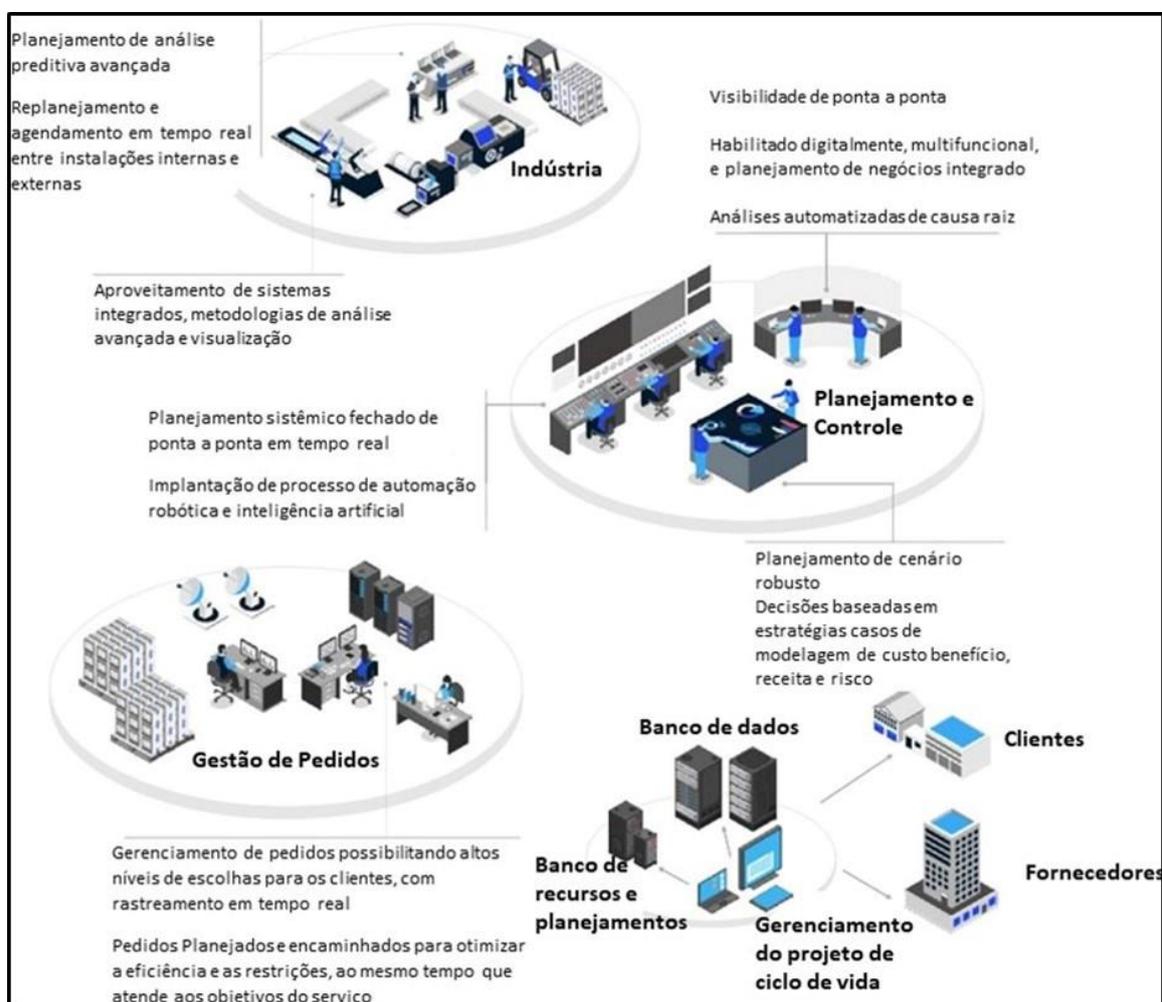
| Mudança potencial na automação<br>adoção devido à Covid-19:  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|    |  |   |  |
| Tecnologia de Automação  | Descrição  | Potencial mudança para<br>adoção devido a COVID-19                                  | Exemplos de casos acelerados pela COVID-19   |
| Inteligência Artificial/Máquina Inteligente<br> | Algoritmos capazes de imitar a inteligência humana, aprendendo, adaptando, e melhorando                              |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Complementar os agentes de atendimento ao cliente com assistentes de conversação e chatbots</li> <li>Combinar IA com sensores remotos para habilitar a gestão remota de operações</li> </ul>  |
| Serviços Robóticos<br>                          | Robôs que executam tarefas e pode trabalhar em torno de humanos em outros locais além de indústrias e armazéns       |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Implantando robôs autônomos para entregar refeições em hotéis e suprimentos em hospitais</li> <li>Apresentando COVID-19 swab cobot* que leva os cotonetes nasais, reduzindo o risco para o trabalhador de saúde durante os testes de COVID</li> <li>Uso de robôs móveis para serviços de limpeza e desinfecção em lojas, hospitais e escritórios</li> </ul> |
| Automação de Processos Robóticos<br>            | Software que replica as atividades de um humano interagindo com outro sistemas de software                           |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Eliminar a documentação burocrática e processamento de pedidos de empréstimo</li> <li>Lidar com o processamento de pedidos de reembolso para agências de viagens</li> </ul>   |
| Robôs Industriais<br>                         | Dispositivo programável utilizado para realizar tarefas manuais, incluindo robôs autônomos, colaborativos* e móveis. |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Processamento robótico de testes COVID-19</li> <li>Implantação de cobot nas linhas de montagem para reduzir densidade do chão de fábrica e promoção do distanciamento social</li> <li>Uso de robôs móveis autônomos nos centros de distribuição para acelerar o atendimento de pedidos</li> </ul>   |
| Virtual/Realidade Aumentada<br>               | Tecnologia que cria ambientes virtuais ou sobreposições virtuais de objetos no mundo real                            |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Usar realidade aumentada para consertar máquinas ou realizar manutenção remotamente</li> <li>Aproveitando a realidade aumentada em operações médicas para reduzir a proximidade humana</li> </ul>   |
| Veículos não tripulados (Antena)<br>          | Drones e outros veículos capazes de operarem sem um humano a bordo   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de drones para fazer entregas na área de saúde</li> <li>Implantação de drones para vigilância de lockdowns e toques de recolher durante a pandemia</li> </ul>   |
| Veículos Autônomos<br>                        | Veículos com rodas capaz de operar sem um motorista humano   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Atingindo entrega sem contato com veículos de entrega autônomos</li> <li>Acelerar as operações em sites industriais com veículos não tripulados</li> </ul>  |

\* O "cobot" é um robô colaborativo, ou seja, pode trabalhar em conjunto com humanos e em alguns casos aprender com eles.

Fonte: Traduzido de Lund et al. (2021)

A Figura 5, Figura 6 e Figura 7 ilustram como o sistema híbrido vem sendo adotado de diferentes formas em vários setores e como sua dinâmica vem gerando robustez e qualidade.

Figura 5 – Transformação de análises e inteligência artificial em operações responsivas e flexíveis com a adoção da Indústria 4.0



Fonte: Adaptado de McKinsey (2020)

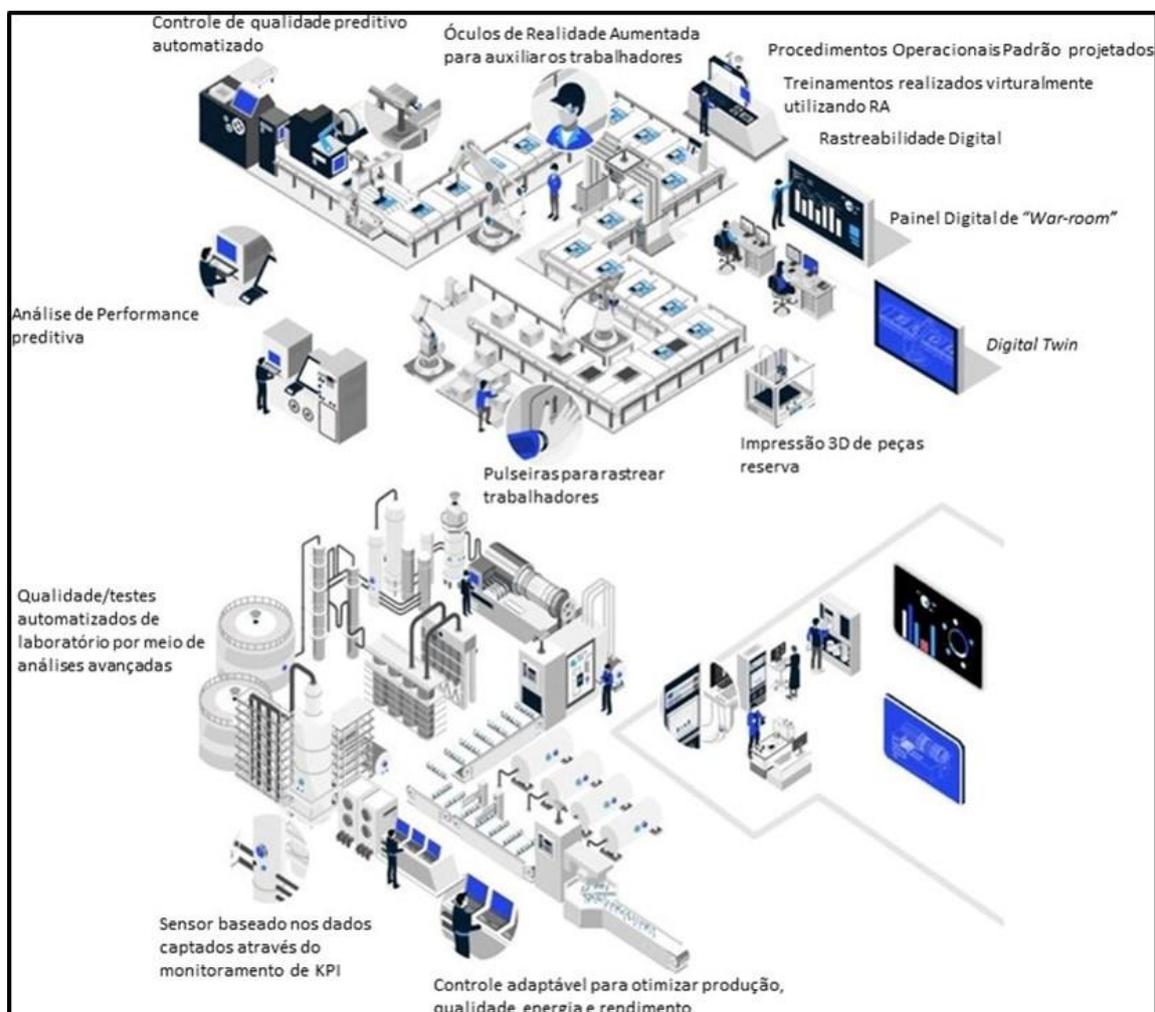
Para exemplificar como este formato industrial foi adotado pelas empresas para se adaptar as necessidades geradas durante o período pandêmico a McKinsey (2020) lista alguns casos em diferentes áreas industriais, como:

Os fabricantes de bens automotivos e industriais se conectaram aos dados do fornecedor por meio de intercâmbio eletrônico de dados (EDI) para um melhor planejamento de resposta a crises.

Um fabricante global de bens de consumo usou análises avançadas e dados de tendências desde o abrupto aumento dos casos COVID-19 para gerar um modelo detalhado de suas operações em localidades mais afetadas pela pandemia. Ao criar um *Digital Twin* de sua rede de abastecimento, o fabricante passou a prever o comportamento

do cliente e do mercado com cerca de 10 dias de antecedência, tendo assim, tempo hábil para realizar ajustes nos planos de produção e outras contra medidas necessárias.

Figura 6 – Utilização da automação para melhorar a qualidade, segurança e produtividade.



Fonte: Adaptado de McKinsey (2020)

McKinsey (2020) exemplifica este modelo através dos seguintes casos:

Um fabricante de equipamentos de proteção individual conseguiu expandir a capacidade de produção durante o COVID-19 com a utilização de óculos de Realidade Aumentada, assegurando sua força de trabalho e superando os imprevistos gerados devido às restrições de viagens.

Uma empresa global de bens de consumo possibilitou o gerenciamento remoto completo de seus sites por meio da integração de ponta a ponta dos painéis de desempenho.

Dispositivos de Realidade Virtual tem sido utilizado para que um especialista possa treinar técnicos menos especializados localizados em outro local.

Enel, a empresa italiana de energia, para continuar suas operações durante o período de *lockdown*, inseriu óculos de realidade aumentada para conduzir inspeções de controle de qualidade remotamente.

O uso de auto *checkout* em supermercados, pedidos em aplicativos ou utilização de *QRcode* são ferramentas que foram adotadas para manter o distanciamento recomendado durante a pandemia.

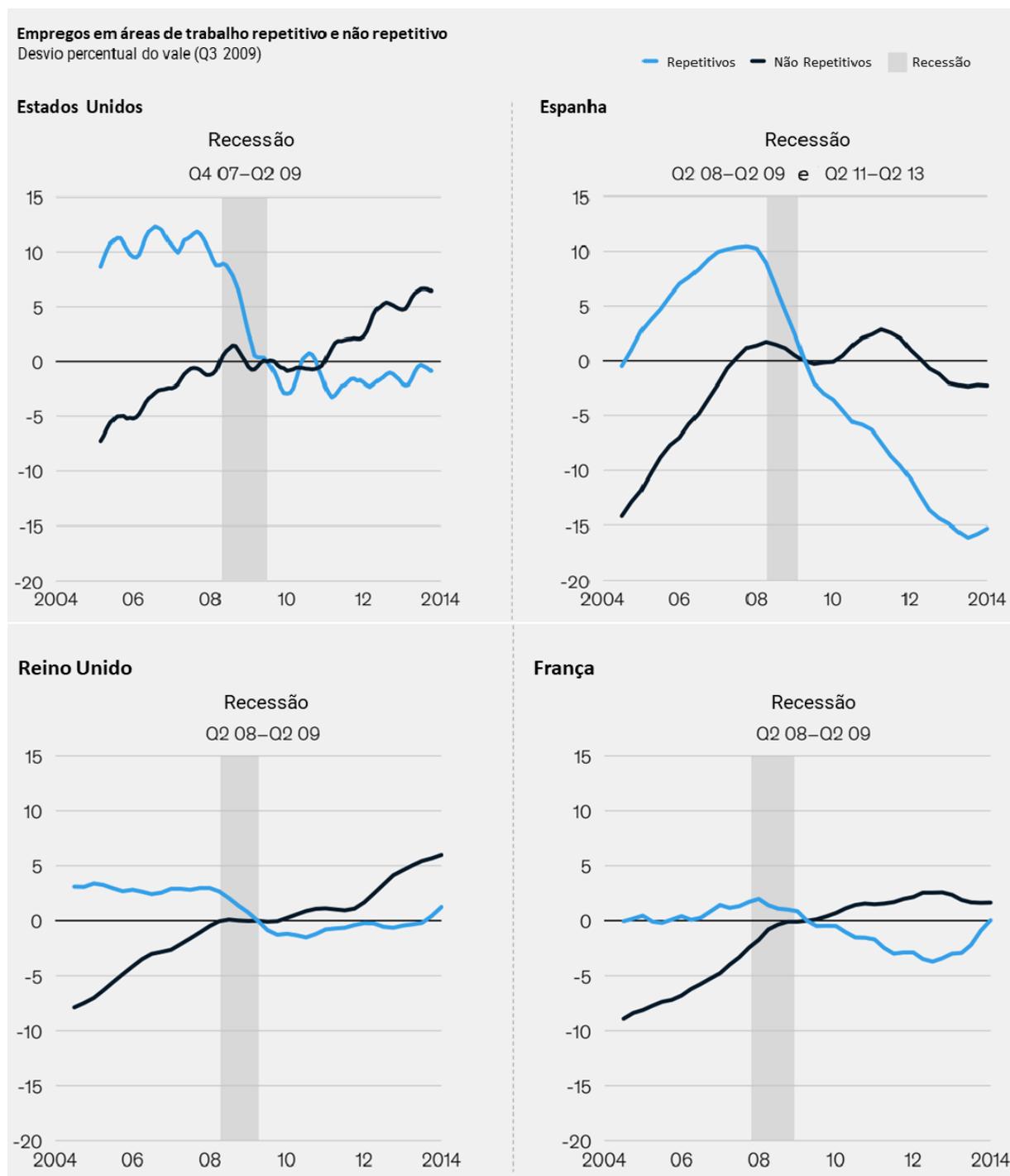
A utilização dessas ferramentas está mudando a dinâmica do mercado à medida que as empresas reinventam a força de trabalho e buscam eficiência por meio da automação, acarretando um maior deslocamento de trabalhadores em algumas ocupações, ao mesmo tempo em que aumenta o emprego e o crescimento em outros (LUND et al., 2021).

### 3.3 Alteração na força de trabalho

A história mostra que recessões levaram as empresas a redefinir sua forma de trabalho para superar grandes crises econômicas, as Figuras 7 e 8 evidenciam a correlação direta entre a eliminação de trabalhos manuais repetitivos e o aumento de investimentos em tecnologias de automação, gerando a substituição da mão de obra Lund et al. (2021).

Na Figura 7 observa-se que a maior porcentagem de perdas de empregos em ocupações com atividades repetitivas (rotina) e que não requerem habilidades refinadas pode ser atribuída a períodos de recessão. Esta tendência se repete em estudos realizados nos Estados Unidos, Espanha, França e Reino Unido.

Figura 7 – Em recessões anteriores, trabalhos de rotina (ou repetitivos) foram deslocados e nunca totalmente recuperados

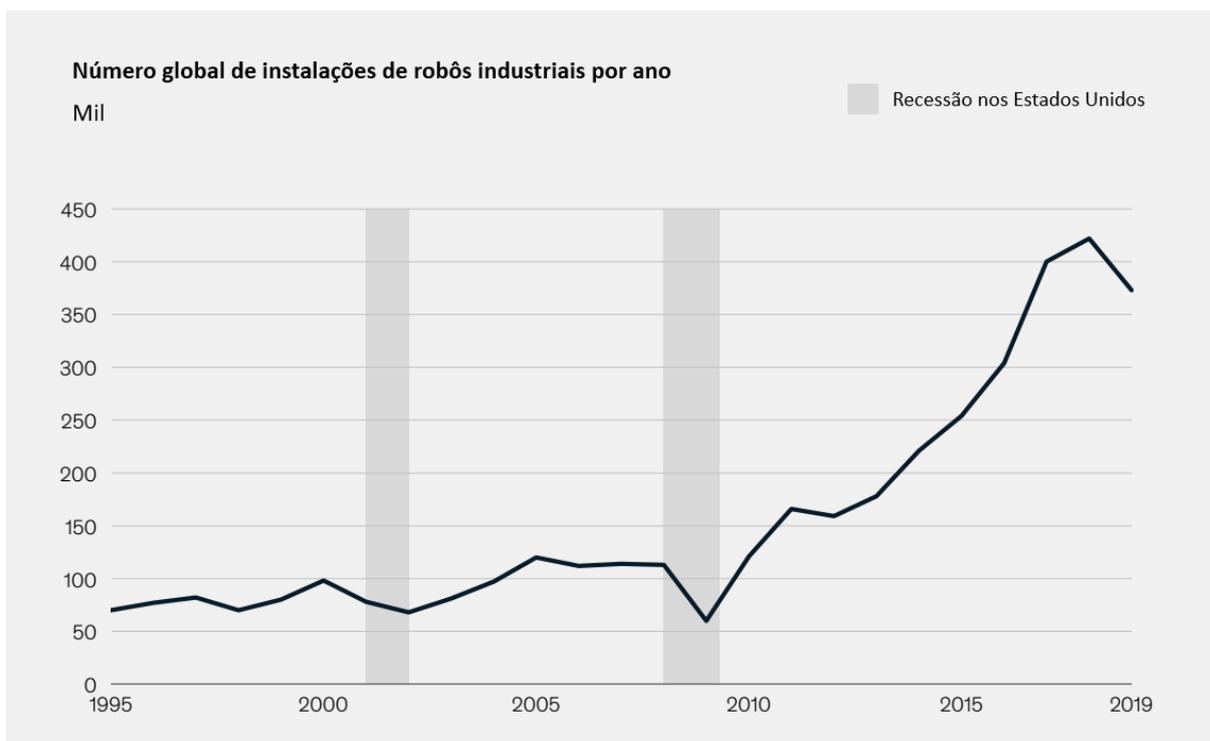


Fonte: Adaptado de Lund et al. (2021)

Durante as principais crises americanas ocorre a queda das instalações robóticas no meio industrial, porém, se recupera logo após o período de recessão. Este fenômeno é

destacado durante a crise de 2009, onde observa-se a queda do número global de instalações de robôs industriais. No entanto, no período de recuperação pós crise este número passa a subir de forma acelerada, gerando uma mudança na forma de operação das empresas.

Figura 8 – Instalações de robôs industriais mostraram forte recuperação e crescimento após recessões anteriores



Fonte: Adaptado de Lund et al. (2021)

Mesmo antes da pandemia a automatização dos ambientes de trabalho já estava sendo realizada, porém, com as necessidades geradas pelo COVID-19, como por exemplo, o trabalho remoto, distanciamento social, crise na distribuição de suprimentos entre outras, aceleraram essa mudança de forma exponencial Gartner (2020).

Embora a retração causada pela pandemia apresente características diferentes das outras recessões acredita-se, baseada nas ações tomadas pelas empresas até o momento, que o comportamento em relação a adoção da tecnologia não ser diferente. O uso da automação pode ser considerado o principal aliado para que as empresas e a sociedade se sobressaiam tanto durante quando no pós período pandêmico.

Esta mudança na dinâmica do mercado é exemplificada pela Figura 9 que ilustra a previsão do comportamento do mercado de trabalho até 2030.

Figura 9 – Variação estimada na parcela do emprego total, cenário pós-COVID-19, pontos percentuais, 2018-2030

**Aumento da demanda** ■ ■ ■ ■ ■ **Diminuição da demanda**

| Categoria Ocupacional            | Avançado |          |       |         | Emergente   |                |       |       |
|----------------------------------|----------|----------|-------|---------|-------------|----------------|-------|-------|
|                                  | França   | Alemanha | Japão | Espanha | Reino Unido | Estados Unidos | China | India |
| Auxiliares da saúde              | 1.6      | 1.9      | 1.4   | 1.5     | 1.4         | 2.2            | 2.7   | 1.0   |
| Profissionais da saúde           | 0.8      | 0.7      | 0.9   | 1.0     | 0.7         | 1.2            | 1.3   | 0.5   |
| Gestão de marketing              | 0.5      | 0.4      | 0.4   | 0.5     | 0.4         | 0.2            | 0.4   | 0.5   |
| Profissionais de STEM            | 1.0      | 1.2      | 1.0   | 0.9     | 1.0         | 1.0            | 1.2   | 0.8   |
| Gerentes                         | 0.7      | 0.6      | 0.4   | 0.7     | 0.9         | 0.6            | 0.5   | 0.6   |
| Serviços de transporte           | 0.3      | 0.6      | 0.1   | 0.3     | 0.1         | 0.3            | 0.9   | 0.4   |
| Profissionais jurídicos/comércio | 0.3      | 0.3      | 1.1   | 0.5     | 0.3         | 0.2            | 1.1   | 0.8   |
| Serviços comunitários            | -0.3     | -0.1     | 0.1   | -0.1    | -0.3        | -0.2           | 0.8   | 0.2   |
| Construtores                     | -0.3     | 0.0      | -0.2  | -0.3    | -0.3        | -0.1           | 0.1   | 1.0   |
| Educadores e Instrutores         | 0.0      | 0.4      | -0.1  | 0.0     | 0.2         | -0.1           | 0.4   | 0.7   |
| Manutenção de Propriedade        | 0.4      | -0.2     | -0.2  | 0.0     | -0.2        | 0.1            | 0.5   | -0.4  |
| Serviços alimentícios            | -0.6     | -0.3     | -1.1  | -1.6    | -0.7        | -0.7           | 0.5   | 0.7   |
| Atendimento ao cliente e vendas  | -0.9     | -1.9     | 0.2   | -0.5    | -0.8        | -1.1           | 1.3   | 0.3   |
| Reparos/Serviços mecânicos       | -0.2     | -0.2     | 0.0   | -0.2    | -0.1        | -0.2           | -0.1  | 0.5   |
| Auxiliares de escritório         | -2.1     | -2.3     | -2.2  | -1.4    | -2.2        | -2.6           | 0.3   | 0.3   |
| Produção e Armazenamento         | -1.0     | -1.0     | -1.7  | -0.9    | -0.3        | -0.7           | -3.8  | 1.0   |
| Agricultura                      | -0.2     | -0.3     | -0.3  | -0.4    | 0.0         | -0.1           | -8.0  | -8.9  |

Fonte: Adaptado de Lund et al. (2021)

Embora os resultados variem em cada país devido a diversos fatores econômicos, sociais, sanitários e políticos é possível perceber uma tendência para que os maiores crescimentos na demanda de profissionais serão nas áreas da saúde, ciência, tecnologia, engenharia, matemática e transporte. Em contrapartida, os empregos de atendimento ao cliente em varejo e hospitalidade, serviços de alimentação, produção e chão de fábrica e funções de suporte em escritórios apresentarão as maiores quedas.

### 3.4 Adequação a nova dinâmica de trabalho pós COVID-19

A abertura para mudanças e a mudança de mentalidade foi essencial no momento de crise. A revolução digital até então vista apenas como causa de destruição de empregos, nesta situação, passa a ser vista como um apoio a economia e a sociedade. A revolução passa a ser a principal oportunidade para mitigar a crise sanitária gerada pelo vírus e também minimizar os problemas causados pelas medidas preventivas, como a distância dos trabalhadores nos postos de trabalho, *lockdown* e crises na cadeia de suprimentos. (MELLUSO et al. 2020).

O futuro do trabalho vem sofrendo alterações no período pandêmico e sua consolidação pós COVID-19 mudará completamente a dinâmica do mercado, conforme ilustra a Figura 10.

Figura 10 – O futuro do trabalho na era pós pandêmica



Fonte: Adaptado de Lund et al. (2021)

Lund et al. (2021) destacam como o período pós pandêmico tende a afetar algumas profissões, como aquelas que suas atividades possuem um maior número de proximidade física. Categorias relacionadas ao atendimento médico, cuidados pessoais, lazer, viagens e atendimento ao cliente presencial, além da proximidade física lidam com a adoção de tecnologia que vem substituindo de forma abrupta grande número desses profissionais.

A categoria de interação com clientes, por exemplo, inclui profissionais como trabalhadores do varejo, bancos e correios, entre outros. O e-commerce ganhou grande espaço nessas áreas e provavelmente será cada vez mais frequentes no período pós pandemia, fazendo que estas profissões se tornem cada vez mais escassas.

Já no caso da produção e manutenção em áreas externas, a COVID-19 não impactou de forma expressiva esta atividade, já que o trabalho não exige proximidade física e as interações com outras pessoas são poucas, além de ser executado em um ambiente ao ar livre.

Uma nova realidade de trabalho leva à consolidação de novas competências e ao surgimento de novos perfis profissionais. Como abordado anteriormente, as profissões voltadas para atividades rotineiras repetitivas serão extinguidas e estas passarão a ser exercidas por robôs. O homem não mais será apenas executor, seu papel principal será estratégico.

Neste novo formato, acredita-se que a previsão para o mercado de trabalho se configure de acordo com o Quadro 1 e 2.

Quadro 1– Alteração na força de trabalho em 2025 (Aumento da demanda)

### Aumento da demanda

|    |   |
|----|---|
| 1  | Analistas e cientistas de dados                   |
| 2  | Especialistas em Inteligência Artificial          |
| 3  | Especialista em Big Data                          |
| 4  | Especialista em Estratégia e Marketing Digital    |
| 5  | Especialista em Automação de Processos            |
| 6  | Profissionais de Desenvolvimento de Negócios      |
| 7  | Especialista em Transformação Digital             |
| 8  | Analistas de Segurança da Informação              |
| 9  | Desenvolvedores de <i>Softwares</i> e Aplicativos |
| 10 | Especialistas em Internet das Coisas              |
| 11 | Gerente de projetos                               |
| 12 | Gerentes Administrativos e de Serviços Comerciais |
| 13 | Profissionais de Banco de Dados e Rede            |
| 14 | Engenheiros Robóticos                             |
| 15 | Conselheiros Estratégicos                         |
| 16 | Analista de Gestão e Organização                  |
| 17 | Engenheiros <i>FinTech</i>                        |
| 18 | Mecânicos e Reparos de Máquinas                   |
| 19 | Especialista em Desenvolvimento Organizacional    |
| 20 | Especialista em Gerenciamento de Riscos           |

Fonte: Traduzido de WEF (2020)

Quadro 2 – Alteração na força de trabalho em 2025 (Diminuição da demanda)

### Diminuição da demanda

|    |  |
|----|--|
| 1  | Escriturário de Entrada de Dados                         |
| 2  | Secretárias Administrativas e Executivas                 |
| 3  | Assistentes de contabilidade e folha de pagamento        |
| 4  | Contadores e Auditores                                   |
| 5  | Trabalhadores de Montagem e Fábrica                      |
| 6  | Gerentes Administrativos e de Serviços Comerciais        |
| 7  | Gerentes de Informação do Cliente e Administração        |
| 8  | Gerente Geral e de Operações                             |
| 9  | Mecânica e Reparo de Máquinas                            |
| 10 | Auxiliar de Registro de Material e Manutenção de Estoque |
| 11 | Analista Financeiro                                      |
| 12 | Trabalhadores de Serviços Postais                        |
| 13 | Representantes de vendas                                 |
| 14 | Gerentes de Relacionamento                               |
| 15 | Caixa de Banco e atividades relacionadas                 |
| 16 | Vendedores de Rua e Porta-a-porta                        |
| 17 | Instaladores e Técnicos de Eletrônicos e Comunicações    |
| 18 | Especialista em Recursos Humanos                         |
| 19 | Especialistas em Treinamento e Desenvolvimento           |
| 20 | Trabalhadores na área de Construção                      |

Fonte: Traduzido de WEF (2020)

Ter habilidades digitais na empresa não é mais uma questão de vantagem competitiva, mas sim de sobrevivência. Em segundo lugar, veremos o surgimento de perfis relacionados à gestão de riscos, garantindo o cumprimento das normas de segurança e, especificamente, ao monitoramento de risco biológico. Em particular, será o foco em habilidades sociais, como gerenciamento de tempo, criatividade e resiliência (MELLUSO et al. (2020) e FALK et al. (2020).

Quadro 3 – Competências em alta na nova dinâmica do mercado de trabalho

| Competências em alta |   |
|----------------------|---|
| 1                    | Pensamento analítico e inovação                     |
| 2                    | Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem    |
| 3                    | Resolução de problemas complexos                    |
| 4                    | Pensamento e análise crítica                        |
| 5                    | Criatividade, originalidade e iniciativa            |
| 6                    | Liderança e influência social                       |
| 7                    | Uso, monitoramento e controle de tecnologia         |
| 8                    | Projeto e programação de tecnologia                 |
| 9                    | Resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade |
| 10                   | Raciocínio, resolução de problemas e ideação        |
| 11                   | Inteligência emocional                              |
| 12                   | Solução de problemas e experiência do usuário       |
| 13                   | Orientação para o serviço                           |
| 14                   | Análise e avaliação de sistemas                     |
| 15                   | Persuasão e negociação                              |

Fonte: Traduzido de WEF (2020)

O processo de recrutamento e seleção pós pandemia trará as *soft skills* (competências sociais) como competências tão importantes como as *hard skills* (competências técnicas). Os profissionais deverão ser mais colaborativos, resilientes e mais assertivos em sua atuação diária. Tanto líderes quanto equipes deverão ser flexíveis, entender sobre os processos e demandas da organização, sendo a empatia imprescindível. Um novo perfil de profissionais, portanto, está surgindo.

### 3.5 Análise do perfil de trabalho por país

Esta seção apresenta a análise do perfil de empresas localizadas no Brasil, França e Estados Unidos. O estudo publicado no Fórum Econômico Mundial mostra como as novas tendências abordadas anteriormente estão mudando a dinâmica do mercado e as habilidades essenciais dos trabalhadores.

### 3.5.1 Brasil

A Figura 11 e a Figura 12 mostram como as empresas brasileiras estão buscando superar as adversidades do período de crise e quais tecnologias da I.4.0 estão sendo essências para esta transformação.

Figura 11: Estratégias adotadas pelas empresas brasileiras

#### Impacto do COVID-19 na estratégia das empresas

Parcela das empresas pesquisadas que procuram adotar essa estratégia como resultado do COVID-19



Fonte: Traduzido de WEF (2020)

Figura 12: Tecnologias adotadas pelas empresas brasileiras

#### Adoção de tecnologia



Fonte: Traduzido de WEF (2020)

A mudança na dinâmica de trabalho afeta diretamente os profissionais inseridos no sistema, os Quadros 4, 5 e 6 apontam quais as profissões mais promissoras, as que tendem a se tornar obsoletas e as competências que serão essenciais para este novo formato de trabalho.

Quadro 4 – Funções com alta demanda dentro das empresas brasileiras

| Trabalhos com alta demanda |  |
|----------------------------|--|
| 1                          | Especialistas em IA e aprendizado de máquina     |
| 2                          | Analistas e cientistas de dados                  |
| 3                          | Especialistas em Internet das Coisas             |
| 4                          | Especialistas em transformação digital           |
| 5                          | Especialistas em Big Data                        |
| 6                          | Analistas de gestão e organização                |
| 7                          | Especialistas em marketing digital e estratégia  |
| 8                          | Gerentes de Projeto                              |
| 9                          | Especialistas em automação de processos          |
| 10                         | Serviços de negócios e gerentes de administração |

Fonte: Traduzido de WEF (2020)

Quadro 5 – Funções que estão se tornando obsoletas dentro das empresas no Brasil  
(Continua)

| Trabalhos com baixa demanda |   |
|-----------------------------|---|
| 1                           | Escriturários de contabilidade, escrituração e folha de pagamento |
| 2                           | Escriturários de entrada de dados                                 |
| 3                           | Trabalhadores de montagem e fábrica                               |
| 4                           | Secretários Administrativos e Executivos                          |
| 5                           | Reparadores mecânicos e de máquinas                               |
| 6                           | Escriturários de registro de materiais e manutenção de estoque    |
| 7                           | Informações do cliente e funcionários de atendimento ao cliente   |
| 8                           | Caixa de banco e funcionários relacionados                        |

Quadro 5 – Funções que estão se tornando obsoletas dentro das empresas no Brasil  
(Continuação)

| Trabalhos com baixa demanda |  |
|-----------------------------|--|
| 9                           | Contadores e auditores                           |
| 10                          | Serviços de negócios e gerentes de administração |

Fonte: Traduzido de WEF (2020)

Quadro 6 – Habilidades identificadas como sendo de alta demanda dentro de sua organização

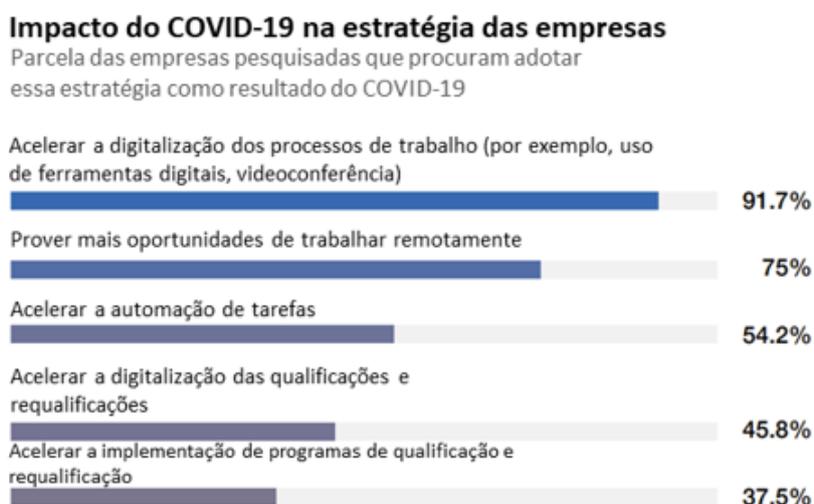
| Principais competências |   |
|-------------------------|---|
| 1                       | Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem    |
| 2                       | Pensamento crítico e análise                        |
| 3                       | Criatividade, originalidade e iniciativa            |
| 4                       | Liderança e influência social                       |
| 5                       | Inteligência emocional                              |
| 6                       | Pensamento análise crítica                          |
| 7                       | Resolução de problemas complexos                    |
| 8                       | Resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade |
| 9                       | Projeto e programação de tecnologia                 |
| 10                      | Orientação de serviço                               |
| 11                      | Raciocínio, resolução de problemas e ideação        |
| 12                      | Solução de problemas e experiência do usuário       |
| 13                      | Uso, monitoramento e controle de tecnologia         |
| 14                      | Análise e avaliação de sistemas                     |
| 15                      | Persuasão e negociação                              |

Fonte: Traduzido de WEF (2020)

### 3.5.2 França

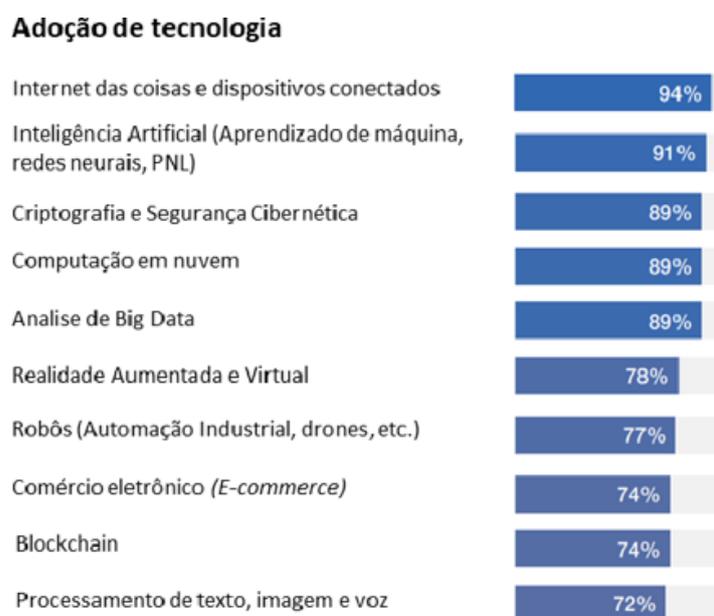
A Figura 13 e a Figura 14 mostram como as empresas francesas estão buscando superar as adversidades do período de crise e quais tecnologias da I.4.0 estão sendo essências para esta transformação.

Figura 13- Estratégias adotadas pelas empresas francesas



Fonte: Traduzido de WEF (2020)

Figura 14 - Tecnologias adotadas pelas empresas francesas



Fonte: Traduzido de WEF (2020)

A mudança na dinâmica de trabalho afeta diretamente os profissionais inseridos no sistema, os Quadros 7, 8 e 9 apontam quais as profissões mais promissoras, as que tendem a se tornar obsoletas e as competências que serão essenciais para este novo formato de trabalho.

Quadro 7 - Funções com alta demanda dentro das empresas na França

| Trabalhos com alta demanda |  |
|----------------------------|--|
| 1                          | Analistas e cientistas de dados                  |
| 2                          | Especialistas em IA e aprendizado de máquina     |
| 3                          | Especialistas em Big Data                        |
| 4                          | Especialistas em Internet das Coisas             |
| 5                          | Desenvolvedores de software e aplicativos        |
| 6                          | Trabalhadores de montadoras e fábricas           |
| 7                          | Gerentes Gerais e de Operações                   |
| 8                          | Engenheiros <i>FinTech</i>                       |
| 9                          | Especialistas em transformação digital           |
| 10                         | Serviços de negócios e gerentes de administração |

Fonte: Traduzido de WEF (2020)

Quadro 8 – Funções que estão se tornando obsoletas dentro das empresas na França  
(Continua)

| Trabalhos com baixa demanda |   |
|-----------------------------|---|
| 1                           | Escriturários de entrada de dados                                 |
| 2                           | Secretários Administrativos e Executivos                          |
| 3                           | Contadores e auditores  |
| 4                           | Escriturários de contabilidade, escrituração e folha de pagamento |
| 5                           | Trabalhadores de montagem e fábrica                               |

Fonte: Traduzido de WEF (2020)

Quadro 8 – Funções que estão se tornando obsoletas dentro das empresas na França  
(Continuação)

| Trabalhos com baixa demanda |   |
|-----------------------------|---|
| 6                           | Analistas Financeiros   |
| 7                           | Especialistas em Recursos Humanos                               |
| 8                           | Gerentes Gerais e de Operações                                  |
| 9                           | Informações do cliente e funcionários de atendimento ao cliente |
| 10                          | Ajustadores, examinadores e investigadores de reivindicações    |

Fonte: Traduzido de WEF (2020)

Quadro 9 - Habilidades com alta demanda dentro das organizações

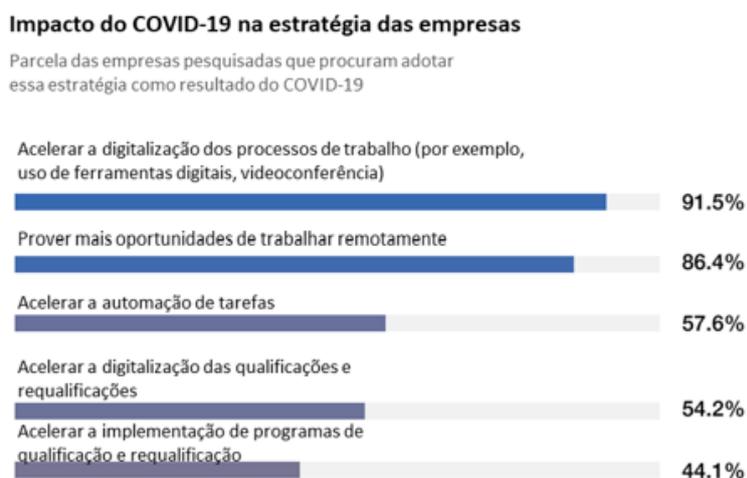
| Principais competências |   |
|-------------------------|---|
| 1                       | Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem    |
| 2                       | Pensamento crítico e análise                        |
| 3                       | Pensamento analítico e inovação                     |
| 4                       | Projeto e programação de tecnologia                 |
| 5                       | Resolução de problemas complexos                    |
| 6                       | Criatividade, originalidade e iniciativa            |
| 7                       | Resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade |
| 8                       | Inteligência emocional                              |
| 9                       | Orientação de serviço                               |
| 10                      | Liderança e influência social                       |
| 11                      | Análise e avaliação de sistemas do usuário          |
| 12                      | Análise e avaliação de sistemas                     |
| 13                      | Uso, monitoramento e controle de tecnologia         |
| 14                      | Persuasão e negociação                              |
| 15                      | Solução de problemas e experiência do usuário       |

Fonte: Traduzido de WEF (2020)

### 3.5.3 Estados Unidos

A Figura 15 e Figura 16 mostram como as empresas francesas estão buscando superar as adversidades do período de crise e quais tecnologias da I.4.0 estão sendo essenciais para esta transformação.

Figura 15 - Estratégias adotadas pelas empresas dos Estados Unidos



Fonte: Traduzido de WEF (2020)

Figura 16- Tecnologias adotadas pelas empresas dos Estados Unidos



Fonte: Traduzido de WEF (2020)

A mudança na dinâmica de trabalho afeta diretamente os profissionais inseridos no sistema, os Quadros 10, 11 e 12 apontam quais as profissões mais promissoras, as que tendem a se tornar obsoletas e as competências que serão essenciais para este novo formato de trabalho.

Quadro 10 - Funções com alta demanda dentro das empresas nos Estados Unidos

| Trabalhos com alta demanda |   |
|----------------------------|---|
| 1                          | Especialistas em IA e aprendizado de máquina    |
| 2                          | Analistas e cientistas de dados                 |
| 3                          | Especialistas em Big Data                       |
| 4                          | Especialistas em Internet das Coisas            |
| 5                          | Especialistas em transformação digital          |
| 6                          | Especialistas em automação de processos         |
| 7                          | Gerentes de Projeto                             |
| 8                          | Analistas de segurança da informação            |
| 9                          | Especialistas em marketing digital e estratégia |
| 10                         | Profissionais de desenvolvimento de negócios    |

Fonte: Traduzido de WEF (2020)

Quadro 11 – Funções que estão se tornando obsoletas dentro das empresas nos Estados Unidos (Continua)

| Trabalhos com baixa demanda |   |
|-----------------------------|---|
| 1                           | Escriturários de entrada de dados                                 |
| 2                           | Escriturários de contabilidade, escrituração e folha de pagamento |
| 3                           | Secretários Administrativos e Executivos                          |
| 4                           | Trabalhadores de montagem e fábrica                               |
| 5                           | Contadores e auditores  |
| 6                           | Informações do cliente e funcionários de atendimento ao cliente   |
| 7                           | Gerentes administrativos e de serviços comerciais                 |

Fonte: Traduzido de WEF (2020)

Quadro 11 – Funções que estão se tornando obsoletas dentro das empresas nos Estados Unidos (continuação)

| Trabalhos com baixa demanda |                                     |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 8                           | Gerentes Gerais e de Operações      |
| 9                           | Reparadores mecânicos e de máquinas |
| 10                          | Especialistas em Recursos Humanos   |

Fonte: Traduzido de WEF (2020)

Quadro 12 – Habilidades identificadas como sendo de alta demanda dentro das organizações para 2025

| Competências essenciais |   |
|-------------------------|---|
| 1                       | Pensamento analítico e inovação                     |
| 2                       | Aprendizagem ativa e estratégias de aprendizagem    |
| 3                       | Resolução de problemas complexos                    |
| 4                       | Pensamento e análise crítica                        |
| 5                       | Resiliência, tolerância ao estresse e flexibilidade |
| 6                       | Criatividade, originalidade e iniciativa            |
| 7                       | Liderança e influência social                       |
| 8                       | Raciocínio, resolução de problemas e ideação        |
| 9                       | Inteligência emocional                              |
| 10                      | Projeto e programação de tecnologia                 |
| 11                      | Uso, monitoramento e controle de tecnologia         |
| 12                      | Análise e avaliação de sistemas                     |
| 13                      | Solução de problemas e experiência do usuário       |
| 14                      | Orientação de serviço                               |
| 15                      | Persuasão e negociação                              |

Fonte: Traduzido de WEF (2020)

## 4. METODOLOGIA

O objetivo deste capítulo é apresentar a pesquisa realizada para identificação dos impactos do período pandêmico na transição para a Indústria 4.0 e seu efeito na economia e sociedade.

### 4.1 Natureza

Do ponto de vista da natureza da pesquisa, este estudo é caracterizado como uma pesquisa aplicada.

Segundo Gil (2010, p.27), Pesquisa Aplicada é voltado à aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação numa situação específica.

Este trabalho de conclusão de curso tem a finalidade de avaliar os impactos causados pelo período pandêmico gerado pelo COVID-19 no desenvolvimento da Indústria 4.0 e quais os impactos gerados nas empresas e no mercado de trabalho.

### 4.2 Abordagem

A abordagem utilizada é a Quali-quantitativa, onde a avaliação das respostas encontradas nos artigos acerca do tema é de caráter qualitativo e a análise em forma de gráficos e tabelas das informações tem caráter quantitativo.

Desta forma, a interpretação das informações quantitativas é feita de forma numérica e os dados qualitativos são tratados a partir da observação, interação participativa e interpretação das informações com base no discurso dos sujeitos. (KNECHTEL, 2014).

### 4.3 Objetivos

No que se refere aos seus objetivos é exploratório-descritivo. Segundo Gil (2008), a pesquisa exploratória tem como objetivo a busca de maior familiaridade com o problema, normalmente por meio de uma pesquisa bibliográfica. Através das pesquisas descritivas, procura-se descobrir com que frequência um fenômeno ocorre, sua natureza, suas características, causas, relações e conexões com outros fenômenos.

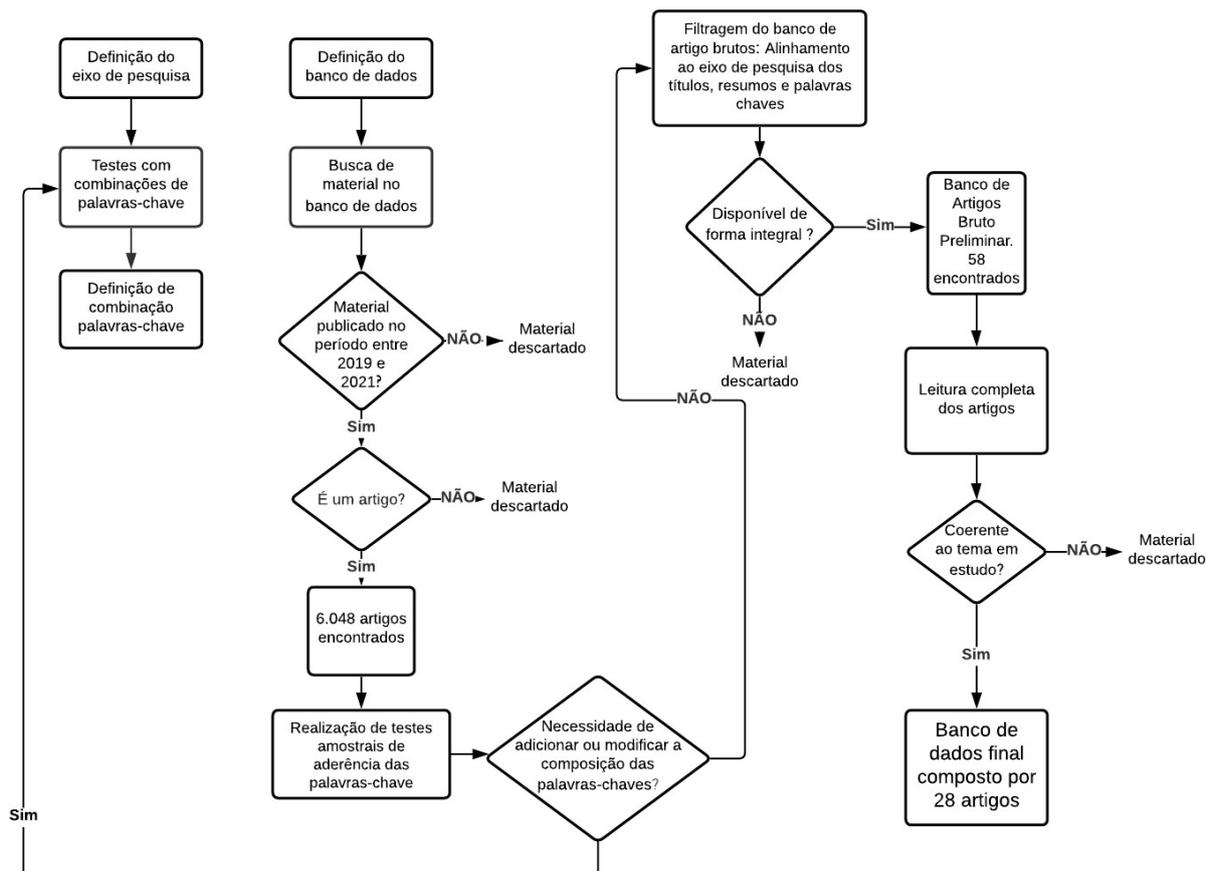
### 4.4 Procedimentos técnicos

Com o intuito de satisfazer os objetivos propostos, os dados foram coletados utilizando-se de técnicas de revisão sistemática da literatura, um método que tenta coletar todas as evidências empíricas de acordo com critérios de elegibilidade estabelecidos, com o objetivo de responder a uma pergunta de pesquisa específica. Conjuntamente, foi feita

uma análise bibliométrica para explorar e avaliar os dados coletados na revisão sistemática.

Nesse estudo a construção do enquadramento metodológico foi composto por quatro etapas: (a) Seleção de um portfólio de artigos sobre o tema da pesquisa; (b) Análise bibliométrica do portfólio; (c) análise sistêmica; e (d) definição de perguntas de pesquisa e a análise bibliométrica do portfólio.

Figura 17 – Metodologia da análise bibliométrica



Fonte: Elaborado pela autora (2021)

#### 4.4.1 a) Definição de palavras-chave

O presente estudo busca identificar os impactos do período pandêmico, causado pelo vírus SARS-CoV-2, na adoção de tecnologias oriundas da Indústria 4.0 e como essa mudança está afetando as formas de trabalho, no processo de educação e nas atividades sociais. Como primeira etapa, iniciou-se o processo da definição das palavras-chaves, a fim de garantir que os resultados obtidos estariam em consonância com o eixo de pesquisa em questão. Alguns testes foram realizados no Gerenciador *Mendeley* e na Plataforma

Capex, com as seguintes combinações foram “COVID 19”; “*Technology*” and “*Work Perspective*”, “*Industry 4.0*”; “COVID 19”; “*Technologies Impact*” “*Industry 4.0*”; “*Disruptive Technologies*”; “COVID 19” “*Technologies*”; “*Labor perspective*”; “COVID 19”.

Após a seleção e leitura de um grupo amostral de artigos gerados a partir destas palavras chaves, definiu-se a combinação “*Industry 4.0*”; “COVID 19”; “*Technologies Impact*” como a base para o início da construção do banco de dados. Esta escolha se deu pelo cumprimento de alguns critérios como número de publicações, acesso aos artigos e foco em tecnologia e impacto ao mercado de trabalho.

#### 4.4.2 b) Definição da base de dados

Com a primeira etapa definida, testes foram feitos em plataformas como *Web of Science*, *Mendley*, *Scopus*, Google Acadêmico e Portal CAPES. Considerando a disponibilidade de acesso tanto a plataforma quanto aos artigos de forma integral, as bases de dados selecionadas foram Google Acadêmico, *Mendley* e Portal CAPES.

A busca foi limitada ao período de 2019, quando o primeiro caso de COVID-19 foi reportado, até o presente momento, 2021. O tipo de material selecionado foi em formato de artigo, abrangendo publicações em português, inglês e espanhol.

#### 4.4.3 c) Busca de artigos nos bancos de dados

Com a utilização das palavras chaves e restrições, chegou-se ao total de 792 artigos no Portal CAPES, 246 no *Mendley* e 5.010 no Google Acadêmico.

#### 4.4.4 d) Realização de testes de aderência das palavras-chave

Artigos foram escolhidos aleatoriamente em cada portal para verificar se os resultados estavam alinhados com o tema da pesquisa, atestando que não havia necessidade de adicionar ou modificar a composição das palavras-chaves.

#### 4.4.5 e) Filtragem do banco de artigos brutos

Nesta etapa iniciou-se a filtragem dos artigos identificados na base de dados através da eliminação de artigos repetidos, alinhamento dos títulos, resumos e palavras chave com o tema e a disponibilidade dos artigos de forma integral gratuitamente. Feito isso, obteve-se o total de 58 para a leitura completa. Destes, 28 foram coerentes e relevantes ao tema em estudo encerrando-se o processo de filtragem dos artigos.

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção, serão desenvolvidos e apresentados os resultados obtidos a partir da análise bibliométrica das bases de dados.

No Quadro 13 apresenta-se estudos selecionados para compor a análise bibliométrica, com seus respectivos autores e as referências dada a estes materiais científicos para identificação ao longo deste estudo. Observa-se que foi utilizado o banco de dados onde o material foi retirado para referenciar, sendo assim, artigos retirados do gerenciador de artigos científicos *Mendeley* aparecerão precedidos da sigla MD, CAPES por CA e por fim, Google Acadêmico por GA. Para a realização da pesquisa foram selecionados 28 artigos publicados nas bases citadas anteriormente sendo 10 da base MD 11 da base CA e 7 da base GA. Os artigos foram coletados de 03 de março de 2020 a 15 de novembro de 2020.

Quadro 13 – Materiais selecionados para o Estudo bibliométrico (Continua)

| <b>Autores</b>  | <b>Título</b>   | <b>Referência</b> |
|---|---|-------------------|
| Rohit Sharma,<br>Anjali Shishodia,<br>Sachin Kamble,<br>Angappa Gunasekaran<br>&<br>Amine Belhadi | Agriculture supply chain risks and COVID-19: mitigation strategies and implications for the practitioners | MD1               |

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Quadro 13 – Materiais selecionados para o Estudo bibliométrico (Continuação)

| Autores   | Título   | Referência |
|---|--|------------|
| Ishnoor Kaur,<br>Tapan Behl,<br>Lotfi Aleya,<br>Habibur Rahman,<br>Arun Kumar<br>Sandeep Arora,<br>Israt Jahan Bulbul | Artificial intelligence as a fundamental tool in management of infectious diseases and its current implementation in COVID-19 pandemic         | MD2        |
| Belen Suarez Lopez,<br>Antonio Vargas<br>Alcaide  | Blockchain, Artificial Intelligence, Internet of Things to Improve Governance, Financial Management and Control of Crisis: Case Study COVID-19 | MD3        |
| Mohd Javaid,<br>Abid Haleem,<br>Raju Vaishya,<br>Shashi Bahl,<br>Rajiv Suman,<br>Abhishek Vaish                       | Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic   | MD4        |
| Zoran Minovski,<br>Bojan Malchev,<br>Todor Tocev  | New paradigm in accounting information systems –the role of the latest information technology trends   | MD5        |

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Quadro 13 – Materiais selecionados para o Estudo bibliométrico (Continuação)

| Autores  | Título   | Referência |
|--|--|------------|
| Silvia Ivaldi,<br>Giuseppe Scaratti,<br>Ezio Fregnan   | Dwelling within the fourth industrial revolution: organizational learning for new competences, processes and work cultures | MD6        |
| Hunko Bohdana  | The impact of the covid-19 pandemic on industry 4.0 in the context of global economic development                          | MD7        |
| Dio Caisar Darma,<br>Zainal Ilmi,<br>Surya Darma,<br>Y. Syaharuddin                                      | COVID-19 and its Impact on Education: Challenges from Industry 4.0   | MD8        |
| Sidhi Laksono,<br>Ede Surya Darmawan   | The new leadership paradigm in digital health and its relations to hospital services                                       | MD9        |
| Vaibhav Bhardwaj,<br>Pankaj Agarwal,<br>Soumya Ranjan Nayak,<br>Mangal Singh Sisodiya,<br>Vijander Singh | Usance of industrial 4.0 technique to overcome the pandemic situation of COVID-19  | MD10       |
| Robert G. Cooper   | Accelerating innovation: Some lessons from the pandemic  | CA1        |

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Quadro 13 – Materiais selecionados para o Estudo bibliométrico (Continuação)

| Autores   | Título   | Referência |
|---|--|------------|
| Weiming Shen,<br>Chen Yang,<br>Liang Gao  | Address business crisis caused by COVID-19 with collaborative intelligent manufacturing technologies                                   | CA2        |
| Saeed Hamood Alsamhi,<br>Brian Lee,<br>Mohsen Guizani,<br>Neeraj Kumar,<br>Yuansong Qiao,<br>Xuan Liu | Blockchain for decentralized multi-drone to combat COVID-19 and future pandemics: Framework and proposed solutions                     | CA3        |
| Jennifer Castañeda-Navarrete,<br>Jostein Hauge,<br>Carlos López-Gómez                                 | COVID-19's impacts on global value chains, as seen in the apparel industry   | CA4        |
| Vinícius Barreto Klein,<br>José Leomar Todesco  | COVID-19 crisis and SMEs responses: The role of digital transformation   | CA5        |
| Dominique Lepore,<br>Alessandra Micozzi,<br>Francesca Spigarelli                                      | Industry 4.0 Accelerating Sustainable Manufacturing in the COVID-19 Era: Assessing the Readiness and Responsiveness of Italian Regions | CA6        |

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Quadro 13 – Materiais selecionados para o Estudo bibliométrico (Continuação)

| Autores   | Título   | Referência |
|---|--|------------|
| Ana De Las Heras,<br>Amalia Luque-Sendra,<br>Francisco Zamora-Polo  | Machine Learning Technologies for Sustainability in Smart Cities in the Post-COVID Era   | CA7        |
| Stepan Zemtsov  | New technologies, potential unemployment and ‘nescience economy’ during and after the 2020 economic crisis   | CA8        |
| Remko van Hoek,<br>Brian Gibson,<br>Mark Johnson  | Talent Management For a Post-COVID-19 Supply Chain—The Critical Role for Managers  | CA9        |
| Adriana Grecíková,<br>Marcel Kordoš,<br>Vladislav Berkovic  | The Impact of Industry 4.0 on Jobs Creation within the Small and Medium-Sized Enterprises and Family Businesses in Slovakia                            | CA10       |
| Leo Aldianto,<br>Grisna Anggadwita,<br>Anggraeni Permatasari,<br>Isti Raafaldini Mirzanti,<br>Ian O. Williamson | Toward a Business Resilience Framework for Startups  | CA11       |
| Valéria Batigalia,<br>Claudia Parra   | Comunicação colaborativa e recursos tecnológicos: dois pilares para a inovação e sustentação da comunicação empresarial em meio à pandemia da Covid-19 | GA1        |
| Piero Gayozzo   | Cuarta Revolución Industrial y Pandemia  | GA2        |

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Quadro 13 – Materiais selecionados para o Estudo bibliométrico (Continuação)

| Autores  | Título  | Referência |
|--|---|------------|
| Guerra Rodríguez,<br>Pablo;<br>Ortiz Guzmán,<br>Armando;<br>Barragán Codina José<br>Nicolás.   | La Industria 4.0. La Revolución que viene y su Impacto en el Empleo en Relación con la Pandemia del Covid-19  | GA3        |
| Edwin Barrientos-Avendaño, Yesenia Areniz-Arevalo,<br>Luis Anderson Coronel-Rojas,<br>Fabian Cuesta-Quintero,<br>Dewar Rico-Bautista | Modelo de incursión en la industria 4.0 aplicado a la compañía alimenticia tu pan gourmet SAS: Estrategia para el renacer en la pandemia ocasionada por COVID-19 (SARS-CoV-2) | GA4        |
| Gabriela Dutrénit<br>José Miguel Natera<br>Arturo Torres<br>José Luis Sampedro<br>Diana Suárez<br>Marcelo Mattos<br>Carlos Bianchi   | Perspectivas para pensar las consecuencias del COVID-19 desde las coordenadas de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sociedad. America Latina y el escenario post-pandemia      | GA5        |

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Quadro 13 – Materiais selecionados para o Estudo bibliométrico (Continuação)

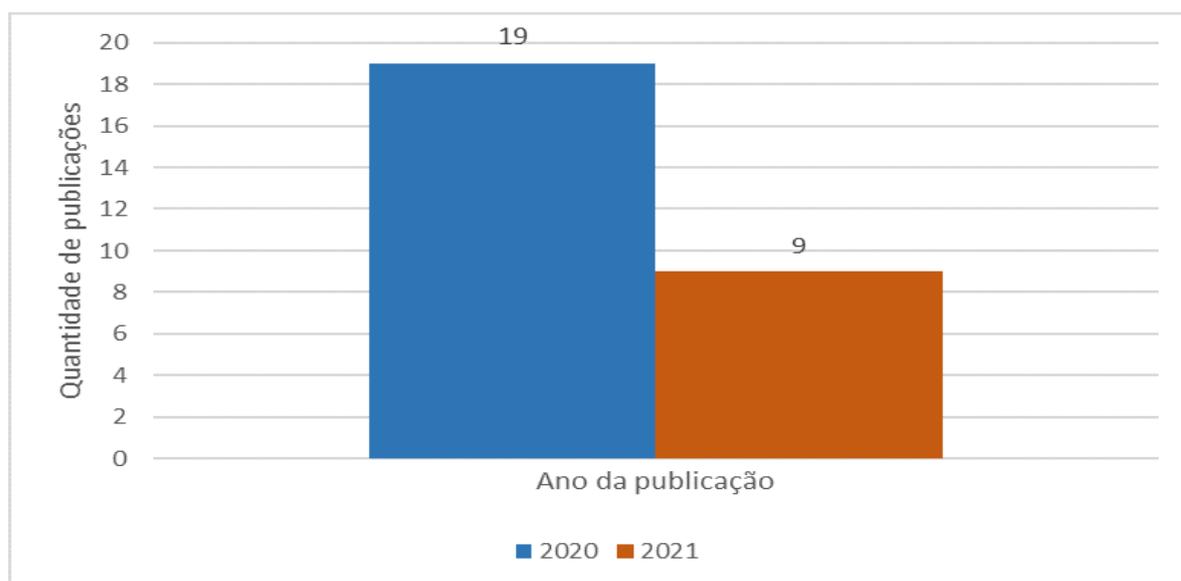
| Autores   | Título  | Referência |
|---|---|------------|
| Carlos Marcelo Pereira,<br>Thiago Milanez<br>Cypreste,<br>Natan Augusto Costa<br>Fassarella,<br>Emows Matias Lemos,<br>Tiago Antonio de<br>Araujo | A utilização da manufatura aditiva contra a<br>pandemia do Covid-19 | GA6        |
| Dr. Alessandro Aveni  | Estratégias pelo trabalho no futuro devidos à<br>pandemia covid-19  | GA7        |

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

### 5.1. Análise dos materiais acadêmicos

Em dezembro de 2019, uma série de doenças respiratórias atípicas agudas ocorreram em Wuhan, na China. Isso rapidamente se espalhou de Wuhan para todo o globo, registrando em 7 de abril de 2020 1.400.000 casos, de acordo com a universidade John Hopkins (YUKI; FUJIOGI; KOUTSOGIANNAKI, 2020). A pandemia e seus impactos até então desconhecidos tornaram-se motivo de interesse dos pesquisadores para que se pudesse compreender este fenômeno. A busca pelos artigos foi finalizada em outubro de 2020, justificando-se a grande quantidade de artigos publicados no ano de 2020 já que as publicações de 2020 serão disponibilizadas ao final do ano presente.

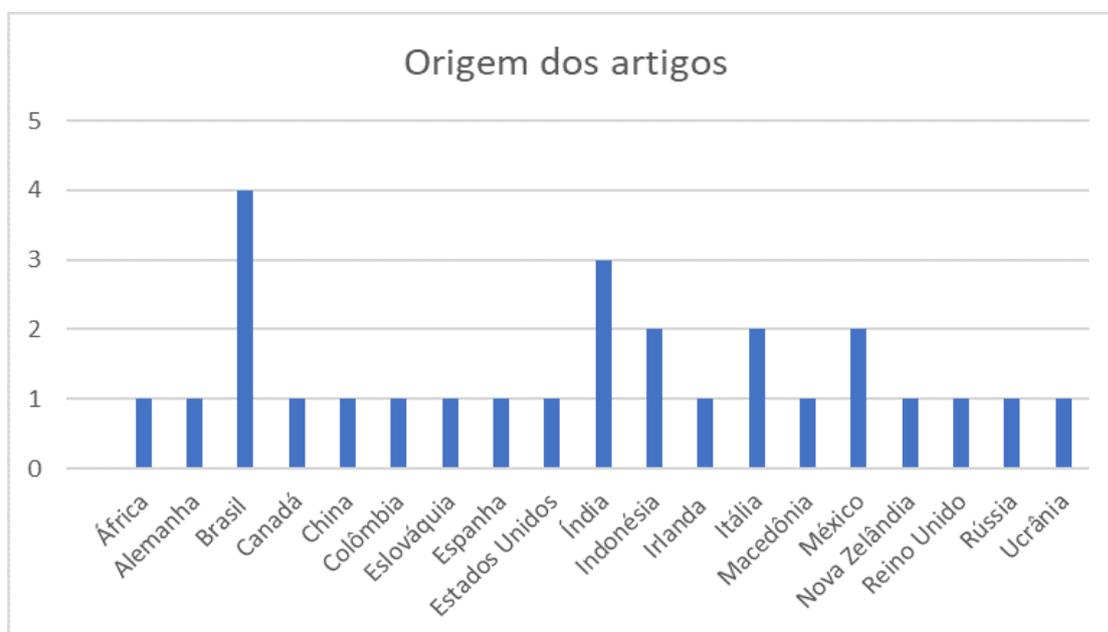
Gráfico 1- Ano de publicação dos materiais acadêmicos.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Observa-se que os artigos analisados são oriundos de 19 países, tendo Brasil, Índia, Indonésia, Itália e México como as localidades com maior número de publicações presentes no estudo em questão.

Gráfico 2- Origem das publicações



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Acredita-se que este resultado foi obtido devido ao fato destes países utilizarem as plataformas Mendeley, Google Acadêmico e Portal Capes para publicação de artigos.

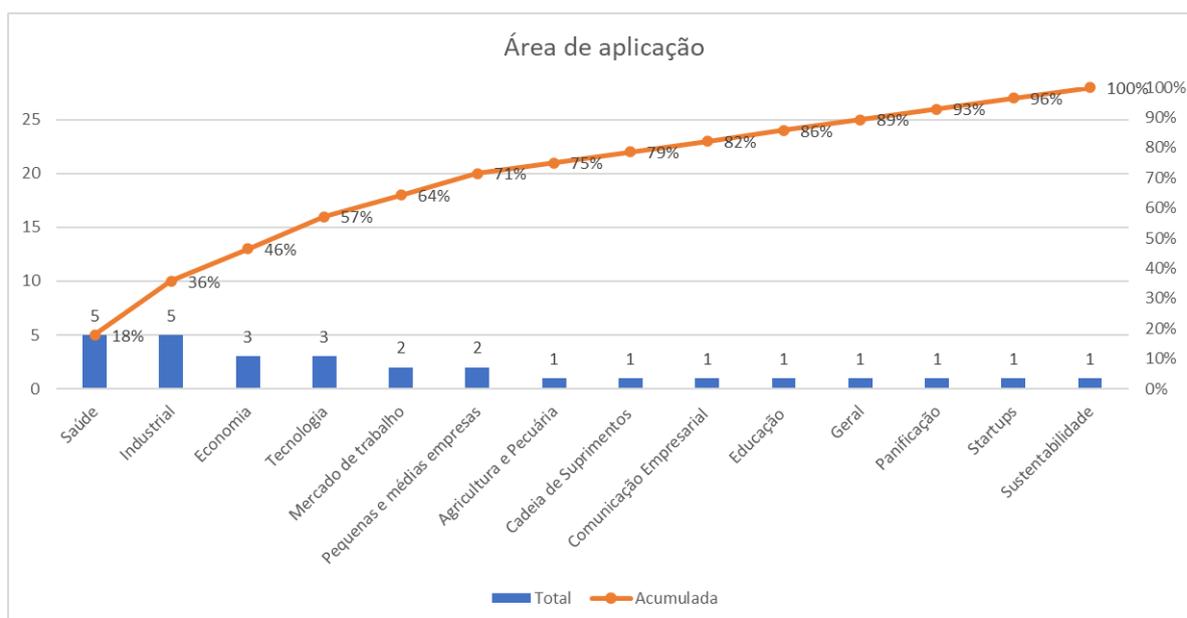
Os artigos foram agrupados de acordo com a aplicação a que se referem. Após a análise destes, verificou-se uma maior concentração em temas voltados para a área da saúde, indústria, economia e tecnologia.

Já se esperava que a maior parte dos estudos focassem na saúde, já que a epidemia colapsou os sistemas de saúde e está sendo considerada a maior crise sanitária da atualidade.

Como tratado ao longo deste trabalho, a indústria tem sido primordial para mitigar os impactos causados pela pandemia, seja na saúde, economia ou sociedade.

Consequente, temos a economia, que vem sentindo de forma negativa as influências do COVID-19, que tem gerado grandes falhas na cadeia de suprimentos, crise em diversos segmentos, aumento do desemprego entre outros.

Gráfico 3- Área de aplicação dos artigos



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

## 5.2 Característica dos artigos

Observa-se que as publicações em sua maioria utilizaram do levantamento bibliográfico como base para os estudos. Isso se deve ao fato do COVID-19 ser um tema recente, com surgimento em dezembro de 2019, e até pouco tempo atrás desconhecido. O levantamento bibliográfico embasa a pesquisa acerca do tema, sendo possível reunir

obras, pesquisas e estudos relacionados ao tema, além de permitir a identificação dos pontos que ainda não foram abordados ou necessitam mais relevância.

Quadro 14 - Metodologia utilizada nos materiais acadêmicos analisados

| Metodologia                | Quantidade de publicações |
|----------------------------|---------------------------|
| Estudo de caso             | 6                         |
| Levantamento Bibliográfico | 15                        |
| Pesquisa Aplicada          | 3                         |
| Pesquisa Descritiva        | 2                         |
| Survey                     | 1                         |

Fonte: Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Com a adoção de um novo formato industrial, social e econômico observa-se que a resistência anterior a entrada de tecnologias nos processos industriais acabou sendo quebrada de forma rápida e necessária. A pandemia está redesenhando a nova revolução tecnológica. (MELLUSO et al., 2020).

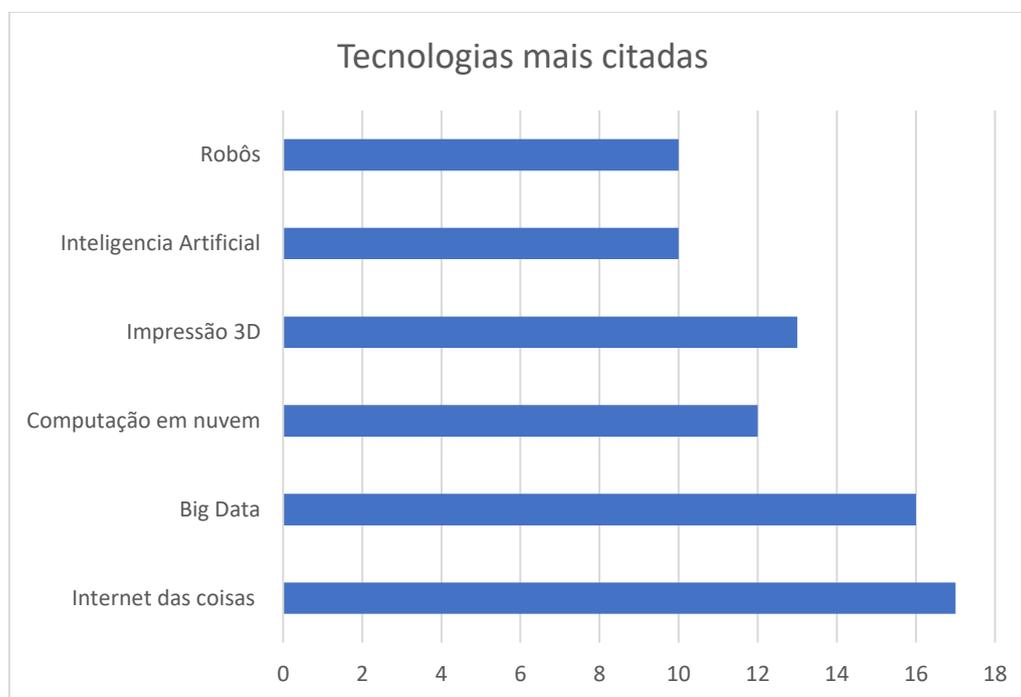
A forma como cada área foi impactada e quais as consequências geradas são as mais diversas, o Gráfico 4, Gráfico 5 e Tabela 6 facilitam a identificação das tecnologias mais utilizadas para auxiliar na superação do período pandêmico. A Tabela 1, Tabela 2, Tabela 3 foram agrupadas em blocos, na ordem das mais para as menos citadas.

Com as modificações nas formas de trabalho e o crescimento cada vez maior da forma híbrida do trabalho, é possível justificar a razão de tecnologias como Internet das coisas, *Big Data* e Computação em nuvem serem alvos principais dos estudos. A IoT encarrega da conectividade, ou seja, ela interliga todos os objetos de um sistema, fazendo com que estes trabalhem em conjunto gerando grande volume de dados de diversas fontes e formatos diferentes. Estes dados são impossíveis de serem analisados de forma manual, problema que é solucionado pelo *Big Data*. Para armazenar toda esta informação, além de permitir o acesso a estas de qualquer dispositivo móvel, seja no computador, celular, *tablets* ou qualquer outro conectado à *internet* seja qual for a localidade, a computação em nuvem se faz primordial. Essa breve descrição de como estas tecnologias estão interligadas não são utilizadas apenas no setor industrial, o rastreamento em tempo real, estudo de casos de infecção por COVID-19, mortes, recuperações, casos críticos e análise de tendências estão sendo feitas em virtude da disponibilidade destes recursos.

A impressão 3D, Inteligência Artificial e os Robôs Autônomos também têm dividido entre auxiliar na crise sanitária e na recuperação Indústria, seja atendendo as necessidades

da cadeia de suprimentos, no cumprimento das medidas preventivas de segurança e na realização mais eficiente de tarefas.

Gráfico 4 - Primeiro bloco de tecnologias mais citadas nos artigos



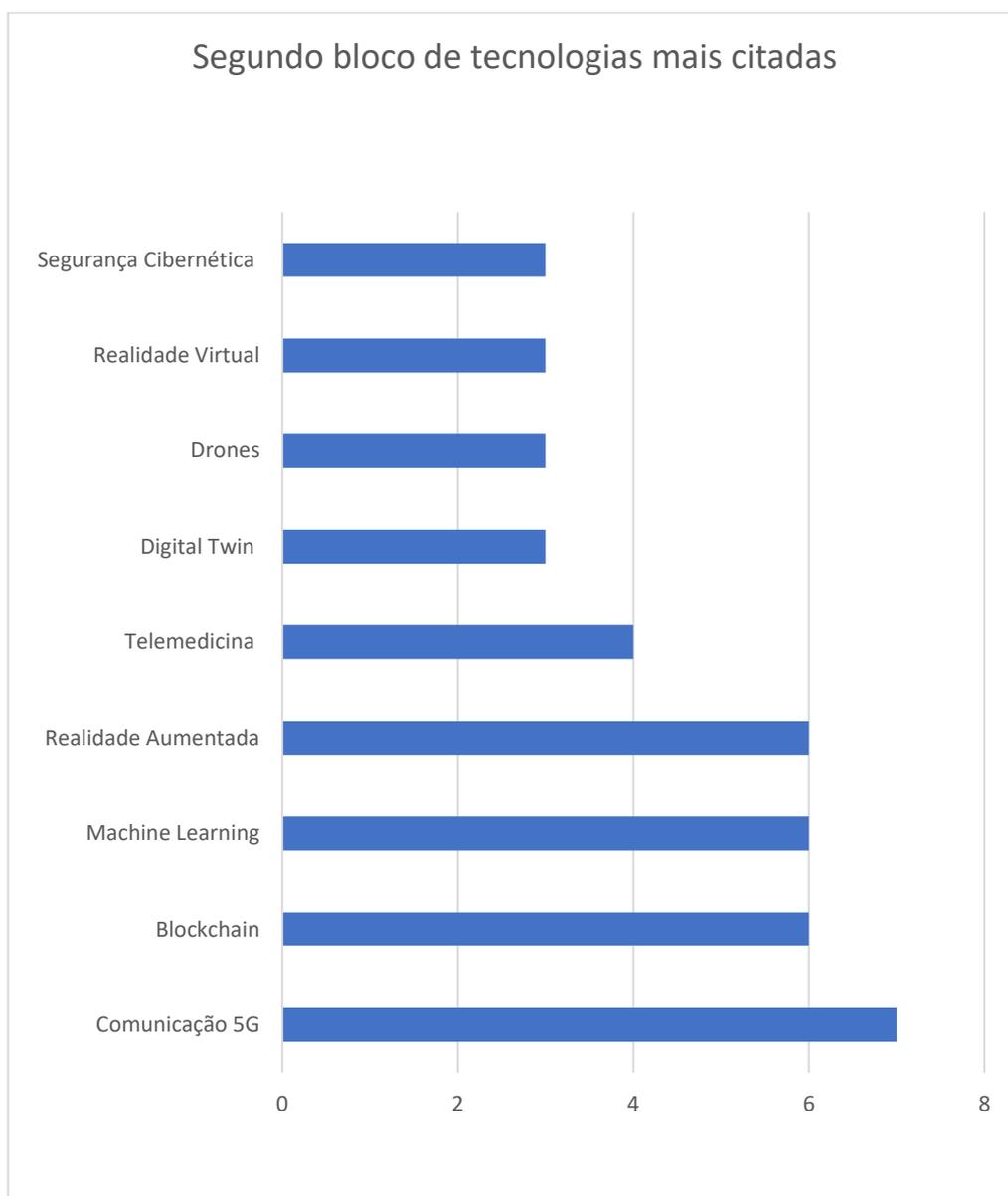
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Tabela 1 - Tecnologias citadas por artigo

| Tecnologias citadas |      | Internet das Coisas | Big Data | Impressão 3D | Inteligência Artificial | Robôs - Robôs Autônomos |
|---------------------|------|---------------------|----------|--------------|-------------------------|-------------------------|
| Publicações         | MD1  | X                   | X        |              |                         |                         |
|                     | MD2  | X                   | X        | X            |                         | X                       |
|                     | MD3  | X                   |          |              | X                       |                         |
|                     | MD4  | X                   | X        | X            | X                       | X                       |
|                     | MD5  |                     | X        |              | X                       |                         |
|                     | MD6  | X                   | X        |              | X                       | X                       |
|                     | MD7  | X                   |          |              | X                       |                         |
|                     | MD8  | X                   |          |              |                         |                         |
|                     | MD9  |                     |          | X            | X                       | X                       |
|                     | MD10 | X                   | X        |              |                         | X                       |
|                     | CA1  |                     |          | X            |                         |                         |
|                     | CA2  | X                   | X        |              |                         |                         |
|                     | CA4  |                     | X        |              |                         | X                       |
|                     | CA5  |                     | X        | X            |                         |                         |
|                     | CA6  | X                   | X        | X            |                         | X                       |
|                     | CA7  | X                   | X        |              | X                       |                         |
|                     | CA8  | X                   |          | X            |                         |                         |
|                     | CA9  |                     |          |              |                         |                         |
|                     | CA10 | X                   | X        | X            |                         |                         |
|                     | CA11 |                     |          |              |                         |                         |
|                     | GA1  |                     |          |              |                         |                         |
|                     | GA2  |                     |          | X            | X                       | X                       |
|                     | GA3  | X                   | X        | X            |                         | X                       |
|                     | GA4  | X                   | X        |              |                         |                         |
|                     | GA5  |                     | X        |              | X                       |                         |
|                     | GA6  |                     |          | X            |                         |                         |
|                     | GA7  | X                   | X        | X            |                         |                         |

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Gráfico 5 - Segundo bloco de tecnologias citadas por artigo



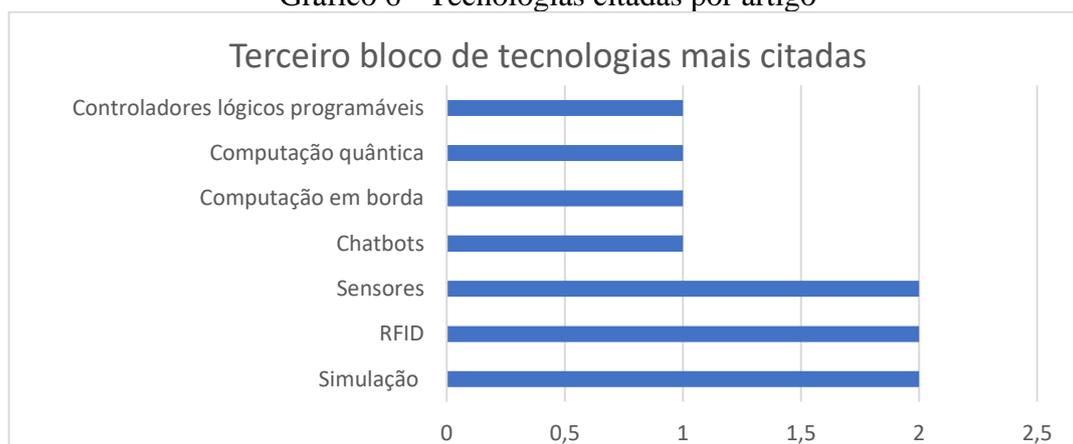
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Tabela 2 - Tecnologias citadas por artigo

| Tecnologias citadas |      | Segurança Cibernética | Realidade e Virtual | Drones | <i>Digital twin</i> | Realidade Aumentada | <i>Machine learning</i> | <i>Blockchain</i> | Comunicação 5G |
|---------------------|------|-----------------------|---------------------|--------|---------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|----------------|
| Publicações         | MD1  |                       |                     |        | X                   |                     |                         | X                 |                |
|                     | MD2  |                       |                     | X      |                     |                     | X                       |                   | X              |
|                     | MD3  |                       |                     |        |                     | X                   |                         | X                 |                |
|                     | MD4  |                       | X                   |        |                     |                     |                         |                   |                |
|                     | MD5  |                       |                     |        |                     |                     |                         | X                 |                |
|                     | MD6  |                       |                     |        |                     |                     |                         |                   |                |
|                     | MD7  |                       |                     |        | X                   | X                   |                         | X                 |                |
|                     | MD8  |                       |                     |        |                     |                     |                         |                   |                |
|                     | MD9  |                       |                     |        |                     |                     |                         |                   |                |
|                     | MD10 |                       |                     |        |                     |                     |                         |                   |                |
|                     | CA1  |                       | X                   |        |                     | X                   | X                       |                   |                |
|                     | CA2  |                       |                     |        | X                   |                     |                         | X                 | X              |
|                     | CA4  |                       |                     |        |                     |                     |                         | X                 |                |
|                     | CA5  |                       |                     |        |                     | X                   |                         |                   |                |
|                     | CA6  | X                     | X                   |        |                     | X                   |                         |                   |                |
|                     | CA7  |                       |                     |        |                     |                     | X                       |                   |                |
|                     | CA8  |                       |                     |        |                     |                     |                         |                   | X              |
|                     | CA9  |                       |                     |        |                     |                     |                         |                   |                |
|                     | CA10 |                       |                     |        |                     |                     |                         |                   |                |
|                     | CA11 |                       |                     |        |                     |                     |                         |                   |                |
|                     | GA1  |                       |                     |        |                     |                     |                         |                   | X              |
|                     | GA2  |                       |                     | X      |                     |                     | X                       |                   |                |
|                     | GA3  | X                     |                     |        |                     | X                   | X                       |                   |                |
|                     | GA4  | X                     |                     |        |                     |                     |                         |                   | X              |
|                     | GA5  |                       |                     |        |                     |                     | X                       |                   |                |
|                     | GA6  |                       |                     |        |                     |                     |                         |                   |                |
|                     | GA7  |                       |                     |        |                     |                     |                         |                   |                |

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Gráfico 6 - Tecnologias citadas por artigo



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Tabela 3 - Tecnologias citadas por artigo

| Tecnologias citadas | Simulação | RFID | Chatbots | Computação em borda | Computação Quântica | Controladores lógicos programáveis |   |
|---------------------|-----------|------|----------|---------------------|---------------------|------------------------------------|---|
| Publicações         | MD1       |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | MD2       |      | X        |                     |                     |                                    |   |
|                     | MD3       |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | MD4       |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | MD5       |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | MD6       |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | MD7       |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | MD8       |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | MD9       |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | MD10      |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | CA1       | X    |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | CA2       |      |          |                     | X                   |                                    |   |
|                     | CA4       |      | X        |                     |                     |                                    |   |
|                     | CA5       |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | CA6       | X    |          | X                   |                     |                                    |   |
|                     | CA7       |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | CA8       |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | CA9       |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | CA10      |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | CA11      |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | GA1       |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | GA2       |      |          |                     |                     | X                                  |   |
|                     | GA3       |      |          |                     |                     |                                    | X |
|                     | GA4       |      | X        |                     |                     |                                    |   |
|                     | GA5       |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | GA6       |      |          |                     |                     |                                    |   |
|                     | GA7       |      |          |                     |                     |                                    |   |

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

### 5.3 Visão geral do período disruptivo

Figura 18 - Impacto global da pandemia



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A partir da leitura e análise dos artigos foi possível observar em um contexto global as dificuldades enfrentadas durante a crise do COVID-19 e seus impactos no âmbito da saúde, economia e sociedade.

Cada estrutura impactada foi reconfigurada de forma a se adaptar a uma nova realidade.

O número crescente de infectados pelo COVID-19 fez com que a saúde demandasse um grande número de equipamentos como máscaras, respiradores entre diversos outros além do apoio de mais profissionais para compor a força de trabalho. Por outro lado, medidas preventivas para evitar o aumento da contaminação foram adotadas, distanciamento social, uso de máscaras, fechamento do comércio, de fronteiras e uma série de outras recomendações. Estes coeficientes, aliados ao despreparo das entidades envolvidas, viram-se em uma situação onde consideráveis mudanças deveriam ser realizadas para adaptar-se a uma nova forma de trabalho, contudo o recurso de capital estava limitado.

Neste novo cenário a forma de trabalho começou a ser repensada, a produtividade e o lucro não mais poderiam ser as principais variáveis do processo, a segurança dos trabalhadores resguardada pelas medidas preventivas passou a ser peça fundamental.

O *home office*, prática que antes era adotada em sua maioria apenas por profissionais de Tecnologia da informação, passou a ser utilizado em ocupações onde o trabalho manual não fosse requerido. A adoção desta forma de trabalho explicitou a dificuldade de gerenciamento das empresas neste novo modelo, por exemplo, estabelecimento de métricas relacionadas a produtividade, desempenho alinhados a flexibilidade no trabalho de casa. Foi necessário criar um olhar mais humano e entender como a pandemia alterou a dinâmica familiar de cada indivíduo.

Com o fechamento de escolas e creches, muitos profissionais se viram obrigados a tentar conciliar o trabalho com o auxílio nas questões do lar, seja assistindo seus dependentes nos cuidados básicos do dia-a-dia até mesmo com as aulas *online*.

O trabalho híbrido, ou seja, a interação entre homem e máquina passou a ser fonte de grandes investimentos como forma de diminuir os efeitos causados. Estes fatores contribuíram para uma crise no sistema de produção e distribuição, a demanda por itens passou a ser maior que a capacidade de produção, o fechamento de fronteiras gerou falta de matéria prima e dificultou a distribuição.

O modelo de produção associado as tecnologias da Indústria 4.0 com implementação prevista para 2030 foi acelerado de forma que pouco podia-se prever antes da pandemia. A utilização da impressão 3D para suprir necessidades da cadeia de suprimentos, drones para entregas, transações bancárias e compras feitas por aplicativos de celulares, utilização de Realidade aumentada e virtual para treinamentos e reuniões, sensores para monitoramento da temperatura dos funcionários e distanciamento social, plataformas como *Zoom*, *Google Meeting*, *Skype* entre outras para o trabalho remoto, Armazenamento em nuvem, *Internet das Coisas*, *blockchain* e uma vasta gama de outras tecnologias foram adotadas e constituem o novo modelo de trabalho híbrido, onde o homem não mais tem seu papel principal em executar tarefas e sim para a elaboração de estratégias para a melhoria do processo. A qualificação de pessoal atinge um patamar diferente do que se era esperado, o conhecimento nessas tecnologias, habilidade de inserir dados e de interpretá-los é algo que já vem se falando há mais de uma década, o resultado inesperado foi a grande procura pelas chamadas Habilidades Sociais (*Soft Skills*). Os artigos destacaram o imenso papel no desenvolvimento dessas habilidades para potencializar a

sustentabilidade no sistema de produção híbrido. Flexibilidade, Resiliência, Liderança, Criatividade e inovação e Inteligência emocional tem-se destacado como as principais necessidades do mercado atual, precedidas da Inteligência de negócios, Pensamento crítico e habilidade de resolução de problemas.

A constante atualização será a chave para a manutenção da nova dinâmica dos sistemas de saúde, econômicos, industriais e sociais.

#### 5.4 Competências para o mercado

Com as mudanças disruptivas que ocorrerão nos locais de trabalho, já se esperava que as habilidades necessárias para se adaptar este novo modelo também fossem modificadas. A aceleração da adoção de iniciativas digitais, *home office*, isolamento social entre outras medidas fez que com as habilidades digitais sozinhas não fossem o suficiente para suprir as exigências do mercado de trabalho. Este novo momento mostra que ainda mais importante que os conhecimentos técnicos, as habilidades comportamentais como flexibilidade, criatividade, gerenciamento de projetos, comunicação, liderança entre as demais citadas nos artigos se fazem essencial para que as empresas possam superar momentos de incerteza como os gerados pelo COVID-19.

Um fator que difere este período de crise dos demais vividos até então é a incerteza, o mundo tem intensificado cada vez mais seus esforços para entender o vírus e suas variantes e minimizar seus impactos, porém o que se sabe ainda é muito pouco para criar uma estimativa de longo prazo sobre o futuro da sociedade e economia. Portanto, as transformações geradas no mercado tendem a demandar cada vez mais a junção entre as habilidades técnicas e as sociais.

Quadro 15 - Competências em alta citadas pelos artigos (Continua)

| Competências em alta |  |
|----------------------|--|
| 1                    | Especialização em Inteligência Artificial  |
| 2                    | Soft Skills (Habilidades sociais)          |
| 3                    | Especialização em tecnologias sofisticadas |
| 4                    | Resolução de problemas                     |
| 5                    | Gerenciamento de projetos                  |
| 6                    | Trabalho em equipe                         |
| 7                    | Flexibilidade                              |

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Quadro 15 - Competências em alta citadas pelos artigos (Continuação)

| Competências em alta |                                  |
|----------------------|----------------------------------|
| 8                    | Pensamento crítico               |
| 9                    | Criatividade e inovação          |
| 10                   | Resiliência                      |
| 11                   | Liderança                        |
| 12                   | Inteligência de negócio          |
| 13                   | Alfabetização digital            |
| 14                   | Inteligência emocional           |
| 15                   | Habilidades técnicas atualizadas |
| 16                   | Habilidades gerenciais           |

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

### 5.5 Mudanças estruturais para o futuro

As transformações geradas nesse período, embora ocorridas de forma abrupta, apenas aceleraram tendências que já eram esperadas em um prazo médio de 10 anos. O formato de trabalho híbrido entre homem e máquina não necessariamente significa a substituição do trabalho humano, e sim, o deslocamento de sua atuação. As vantagens desse trabalho e conjunto para as empresas é irrefutável, a diminuição de tempo de processamento, aumento da qualidade, flexibilidade, menos gastos com mão de obra entre outros faz com que os planejamentos a longo prazo continuem orientados a esta direção. Além desses benefícios, os artigos analisados ressaltaram efeitos de extrema importância, relacionados a sustentabilidade, que pouco se tem ouvido falar. Ao aderir ao trabalho e educação remota, comércio digital, sistemas de *delivery* e outros serviços oferecidos de forma *online*, conseqüentemente o número de pessoas que se deslocam todos os dias utilizando meios de transportes, ou a quantidade de salas de aulas e escritórios diminuem significativamente. Conseqüentemente, diminui-se também o consumo de combustíveis fósseis e a utilização de energia elétrica, reduzindo os gases de efeito estufa e a poluição do ar.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou, por meio de uma análise bibliográfica, avaliar como a pandemia gerada pela COVID-19 acelerou as tendências de adoção de tecnologias da Indústria 4.0 para superação da crise gerada no âmbito da saúde, indústria, educação, economia e sociedade em escala mundial. Além disso, permitiu a compreensão de como este fenômeno alterou a dinâmica de funcionamento dessas instituições e quais as previsões para o futuro.

As tecnologias digitais foram peças fundamentais para auxiliar na mitigação dos impactos do período em estudo, atuando como agente vital de diversas formas. Seja para suprir as necessidades de equipamentos, mão de obra, análise do avanço da pandemia e suas consequências em escalas regionais, nacionais e mundiais na área da saúde.

Permitiram que empresas continuassem funcionando mantendo a empregabilidade de seus funcionários seja possibilitando trabalho remoto ou garantindo que as medidas preventivas e a segurança fossem mantidas. Outro setor que também sofreu modificação foi o de educação, onde o ensino a distância que já era adotado por poucas instituições foi aprimorado e utilizado em larga escala.

Todas essas mudanças, como esperado, redesenharam o mercado de trabalho ocasionando uma alteração nos cargos e funções, ou seja, os trabalhos repetitivos e de rotina se tornarão obsoletos e sua realização ficará a cargo de robôs e tecnologias de automação, enquanto o papel do homem será voltado para estratégias e melhorias do processo.

Conseqüentemente, as empresas passam a procurar por um perfil profissional diferente, voltado para a qualificação especializada em tecnologias digitais e em atualização constante alinhado principalmente às competências sociais, que permitirão que os trabalhadores funcionem como peças chaves para sobressair às incertezas causadas pela pandemia e ao futuro.

Para estudos futuros propõe-se outras análises tais como, as mudanças necessárias nas grades curriculares dos cursos superiores para preparação dos alunos para o novo mercado de trabalho e uma análise mais profunda de como gerenciar o trabalho híbrido para que ele seja benéfico para todas as partes envolvidas.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Cleyde Evangelista Maia et al. Indústria 4.0: Como as empresas estão utilizando a simulação para se preparar para o futuro. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, v. 12, n. 12, p. 49-53, 2017.

ALDIANTO, Leo et al. Toward a Business Resilience Framework for Startups. **Sustainability**, v. 13, n. 6, p. 3132, 2021.

ALLAM, Zaheer; JONES, David S. Pandemic stricken cities on lockdown. Where are our planning and design professionals [now, then and into the future]?. **Land Use Policy**, v. 97, p. 104805, 2020.

ALSAMHI, Saeed Hamood et al. Blockchain for decentralized multi-drone to combat COVID-19 and future pandemics: Framework and proposed solutions. **Transactions on Emerging Telecommunications Technologies**, p. e4255, 2021.

ASADOLLAHI-YAZDI, Elnaz et al. Industry 4.0: Revolution or Evolution?. **American Journal of Operations Research**, v. 10, n. 06, p. 241, 2020.

AVENI, Alessandro. Estratégias Pelo Trabalho No Futuro Devidos A Pandemia Covid-19. **Revista Processus de Políticas Públicas e Desenvolvimento Social**, v. 2, n. 3, p. 04-14, 2020.

BACKES, Danieli Artuzi Pes et al. Os efeitos da pandemia de covid-19 sobre as organizações: um olhar para o futuro. 2020.

BARRIENTOS-AVENDAÑO, Edwin et al. Modelo de incursión en la industria 4.0 aplicado a la compañía alimenticia tu pan gourmet SAS: Estrategia para el renacer en la pandemia ocasionada por COVID-19 (SARS-CoV-2). **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, n. E34, p. 436-449, 2020.

BATIGALIA, Valéria; PARRA, Claudia. Comunicação colaborativa e recursos tecnológicos: dois pilares para a inovação e sustentação da comunicação empresarial em meio à pandemia da Covid-19.2020.

BCG, B. C. G. Industry 4.0 - the future of productivity and growth in manufacturing industries. v. 1, p. 1–20, 04 2015.

BCG, B. C. G. Why advanced manufacturing will boost productivity. v. 97, 2015. Disponível em: <[https://image-src.bcg.com/Images/Why\\_Advanced\\_Manufacturing\\_Will\\_Boost\\_Productivity\\_tcm78-79861.pdf](https://image-src.bcg.com/Images/Why_Advanced_Manufacturing_Will_Boost_Productivity_tcm78-79861.pdf)>.

BHARDWAJ, Vaibhav et al. Usance of industrial 4.0 technique to overcome the pandemic situation of COVID-19. In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. IOP Publishing, 2021. p. 012029.

BLANCHET, Max et al. Industry 4.0: the new industrial revolution. **How Europe will succeed. Munich: Roland Berger Strategy Consultants GmbH**, 2014.

BONILLA, Silvia H. et al. Industry 4.0 and sustainability implications: A scenario-based analysis of the impacts and challenges. **Sustainability**, v. 10, n. 10, p. 3740, 2018.

BUTT, Javaid; MEBRAHTU, Habtom; SHIRVANI, Hassan. Rapid prototyping by heat diffusion of metal foil and related mechanical testing. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 84, n. 9, p. 2357-2366, 2016.

BUXMANN, Peter; HESS, Thomas; RUGGABER, Rainer. Internet of services. **Business & Information Systems Engineering**, v. 1, n. 5, p. 341, 2009.

CARVALHO, Carlos Eduardo et al. Bitcoin, criptomoedas, Blockchain: desafios analíticos, reação dos bancos, implicações regulatórias1. **Anais... Fórum Liberdade Econômica, São Paulo, SP, Brasil**, 2017.

CASTAÑEDA-NAVARRETE, Jennifer; HAUGE, Jostein; LÓPEZ-GÓMEZ, Carlos. COVID-19's impacts on global value chains, as seen in the apparel industry. **Development Policy Review**, v. 39, n. 6, p. 953-970, 2021.

CHO, Hyo Sung; WOO, Tae Ho. Cyber security in nuclear industry—Analytic study from the terror incident in nuclear power plants (NPPs). **Annals of Nuclear Energy**, v. 99, p. 47-53, 2017.

COOPER, Robert G. Accelerating innovation: Some lessons from the pandemic. **Journal of Product Innovation Management**, v. 38, n. 2, p. 221-232, 2021.

DARMA, D. C. et al. COVID-19 and its Impact on Education: Challenges from Industry 4.0. 2020.

DE LAS HERAS, Ana; LUQUE-SENDRA, Amalia; ZAMORA-POLO, Francisco. Machine learning technologies for sustainability in smart cities in the post-covid era. **Sustainability**, v. 12, n. 22, p. 9320, 2020.

DE LUCAS ANCILLO, Antonio; DEL VAL NÚÑEZ, María Teresa; GAVRILA, Sorin Gavrila. Workplace change within the COVID-19 context: a grounded theory approach. **Economic Research-Ekonomska Istraživanja**, v. 34, n. 1, p. 2297-2316, 2021.

DUMBILL, E. What is big data? **McKinsey Global Institute**., California, v. 1, p. 1–20, 2011. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/big-data-the-next-frontier-for-innovation>>. Acesso em: 03/03/2021.

DUTRÉNIT, Gabriela et al. Perspectivas para pensar las consecuencias del COVID-19 desde las coordenadas de Ciencia, Tecnología, Innovación y Sociedad. America Latina y el escenario post-pandemia. **Perspectivas**, 2020.

ENSSLIN, Leonardo; ENSSLIN, Sandra Rolim; PINTO, Hugo de Moraes. Processo de investigação e Análise bibliométrica: Avaliação da Qualidade dos Serviços Bancários. **Revista de administração contemporânea**, v. 17, p. 325-349, 2013.

FALK, S. et al. Corona and the consequences. **Journal Plattform Industrie 4.0**. 2020.

GARTNER. Build vthe workforce you need post-covid-19. Smarter With Gartner, v. 1, 2020. Disponível em: <<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/build-the-workforce-you-need-post-covid-19/>>. Acesso em: 05/09/2021.

GAYOZZO, Piero. CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL Y PANDEMIA. 2020.

GIBSON, Ian et al. **Additive manufacturing technologies**. Cham, Switzerland: Springer, 2021.

GIL, Antonio Carlos et al. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. Atlas, 2008.

GREŇČÍKOVÁ, Adriana; KORDOŠ, Marcel; BERKOVIČ, Vladislav. The impact of Industry 4.0 on jobs creation within the small and medium-sized enterprises and family businesses in Slovakia. **Administrative sciences**, v. 10, n. 3, p. 71, 2020.

GREVE, Fabíola Greve et al. Blockchain e a Revolução do Consenso sob Demanda. **Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC)-Minicursos**, 2018.

GUERRA RODRÍGUEZ, Pablo; ORTIZ GUZMÁN, Armando; BARRAGÁN CODINA, José Nicolás. La Industria 4.0. La Revolución que viene y su Impacto en el Empleo en Relación con la Pandemia del Covid-19. **Revista Daena (International Journal of Good Conscience)**, v. 16, n. 1, 2021.

HENG, Stefan et al. Cloud computing. **Freundliche Aussichten für die Wolke, Deutsche Bank DB Research, Economics. Digitale Ökonomie und struktureller Wandel, Frankfurt am Main**, 2012.

HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: **2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)**. IEEE, 2016. p. 3928-3937.

HUNKO, Bohdana. THE IMPACT OF THE COVID-19 PANDEMIC ON INDUSTRY 4.0 IN THE CONTEXT OF GLOBAL ECONOMIC DEVELOPMENT. **InterConf**, p. 54-59, 2021.

HURWITZ, J. et al. Cloud Computing for Dummies. 1. ed. Wiley Publishing, 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Desemprego. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/desemprego.php>. Acesso em: 02/02/2021.

IBM. How does a digital twin work/? [S.l.: s.n.], 2021.

ILO. COVID-19 and the world of work: Impact and policy responses. **ILO Monitor 1st Edition**, v. 137, p. 241-248, 2020.

IVALDI, Silvia; SCARATTI, Giuseppe; FREGNAN, Ezio. Dwelling within the fourth industrial revolution: organizational learning for new competences, processes and work cultures. **Journal of Workplace Learning**, 2021.

JAVAID, Mohd et al. Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, v. 14, n. 4, p. 419-422, 2020.

KAGERMANN, Henning et al. **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group**. Forschungsunion, 2013.

KAUR, Ishnoor et al. Artificial intelligence as a fundamental tool in management of infectious diseases and its current implementation in COVID-19 pandemic. **Environmental Science and Pollution Research**, p. 1-18, 2021.

KLEIN, Vinícius Barreto; TODESCO, José Leomar. COVID-19 crisis and SMEs responses: The role of digital transformation. **Knowledge and Process Management**, v. 28, n. 2, p. 117-133, 2021.

KNECHTEL, Maria do Rosário. Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada. **Curitiba: Intersaberes**, 2014.

KUMAR, Mr Shashank et al. Applications of industry 4.0 to overcome the COVID-19 operational challenges. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, v. 14, n. 5, p. 1283-1289, 2020.

LAKSONO, Sidhi; DARMAWAN, Ede Surya. The new leadership paradigm in digital health and its relations to hospital services. **Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat**, v. 12, n. 2, p. 89-103, 2021.

LEPORE, Dominique; MICOZZI, Alessandra; SPIGARELLI, Francesca. Industry 4.0 Accelerating Sustainable Manufacturing in the COVID-19 Era: Assessing the Readiness and Responsiveness of Italian Regions. **Sustainability**, v. 13, n. 5, p. 2670, 2021.

LIU, Xiao-guo; XU, Min-hua; YU, Chen. Food Cold Chain Logistics Based on Internet of Things Technology. In: **Proceedings of the 6th International Conference on Applied Science, Engineering and Technology (ICASET 2016), Qingdao, China, ISSN**. 2016. p. 2352-5401.

LOPEZ, B.S., ALCAIDE, A.V. Blockchain, AI and IoT to Improve Governance, Financial Management and Control of Crisis: Case Study COVID-19. **SocioEconomic Challenges**, 4(2), p 78-89, 2020.

LUND, Susan et al. The future of work after COVID-19. **McKinsey Global Institute**, v. 18, 2021.

MACHADO, Felipe Nery Rodrigues. **Big Data O Futuro dos Dados e Aplicações**. Saraiva Educação SA, 2018.

MANYIKA, James et al. **Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity**. McKinsey Global Institute, 2011.

MASONI, Riccardo et al. Supporting remote maintenance in industry 4.0 through augmented reality. **Procedia manufacturing**, v. 11, p. 1296-1302, 2017.

MCKINSEY. Industry 4.0: Reimagining manufacturing operations after covid-19. McKinsey Global Institute., v. 1, p. 1–11, 2020.

MELLUSO, Nicola et al. Lights and shadows of COVID-19, Technology and Industry 4.0. **arXiv preprint arXiv:2004.13457**, 2020.

MINOVSKI, Zoran; MALCHEV, Bojan; TOCEV, Todor. NEW PARADIGM IN ACCOUNTING INFORMATION SYSTEMS–THE ROLE OF THE LATEST INFORMATION TECHNOLOGY TRENDS. 2020.

MOSTERMAN, Pieter J.; ZANDER, Justyna. Industry 4.0 as a cyber-physical system study. **Software & Systems Modeling**, v. 15, n. 1, p. 17-29, 2016.

MRUGALSKA, Beata; WYRWICKA, Magdalena K. Towards lean production in industry 4.0. **Procedia engineering**, v. 182, p. 466-473, 2017.

NGO, Tuan D. et al. Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. **Composites Part B: Engineering**, v. 143, p. 172-196, 2018.

PARAMESWARAN, Manoj; SUSARLA, Anjana; WHINSTON, Andrew B. P2P networking: an information sharing alternative. *Computer*, v. 34, n. 7, p. 31-38, 2001.

PEREIRA, Carlos Marcelo et al. A UTILIZAÇÃO DA MANUFATURA ADITIVA CONTRA A PANDEMIA DO COVID-19. **Unesc em Revista**, v. 4, n. 2, p. 130-142, 2020.

POOVENDRAN, RADHA. Cyber–physical systems: Close encounters between two parallel worlds [point of view]. **Proceedings of the IEEE**, v. 98, n. 8, p. 1363-1366, 2010.

PWC. Indústria 4.0: Digitização como vantagem competitiva no brasil. 2016. p. 1–36.

RAJKUMAR, Ragnathan et al. Cyber-physical systems: the next computing revolution. In: **Design automation conference**. IEEE, 2010. p. 731-736.

RODIČ, Blaž. Industry 4.0 and the new simulation modelling paradigm. **Organizacija**, v. 50, n. 3, 2017.

SARFRAZ, Zouina et al. Is covid-19 pushing us to the fifth industrial revolution (Society 5.0)? **Pakistan journal of medical sciences**, v. 37, n. 2, p. 591, 2021.

SHARMA, Rohit et al. Agriculture supply chain risks and COVID-19: mitigation strategies and implications for the practitioners. **International Journal of Logistics Research and Applications**, p. 1-27, 2020.

SHEN, Weiming; YANG, Chen; GAO, Liang. Address business crisis caused by COVID-19 with collaborative intelligent manufacturing technologies. **IET Collaborative Intelligent Manufacturing**, v. 2, n. 2, p. 96-99, 2020.

SCHUH, Günther et al. Short-term cyber-physical Production Management. **Procedia Cirp**, v. 25, p. 154-160, 2014.

SCHWAB, K. A Quarta Revolução Industrial. 1. ed. [S.l.]: Edipro, 2016.

TAY, Shu Ing et al. An overview of industry 4.0: Definition, components, and government initiatives. **Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems**, v. 10, n. 14, p. 1379-1387, 2018.

VAN HOEK, Remko; GIBSON, Brian; JOHNSON, Mark. Talent Management For a Post-COVID-19 Supply Chain—The Critical Role for Managers. **Journal of Business Logistics**, 2020.

WANG, Shiyong et al. Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. **International journal of distributed sensor networks**, v. 12, n. 1, p. 3159805, 2016.

WASLO, René et al. Industry 4.0 and cybersecurity: Managing risk in an age of connected production. **Erişim tarihi**, v. 15, 2017.

WEF, W. E. F. The future of jobs report. [S.l.: s.n.], 2020.

WHO. Novel Coronavirus (2019-nCoV): situation report, 22. [S.l.], 2020. 7 p.

WHY advanced manufacturing will boost productivity. Boston Consulting Group, v. 97, p. 104805, 2015. Disponível em: <[https://image-src.bcg.com/Images/Why Advanced Manufacturing Will Boost Productivity tcm78-79861.pdf](https://image-src.bcg.com/Images/Why_Advanced_Manufacturing_Will_Boost_Productivity_tcm78-79861.pdf)>.

YUKI, K.; FUJIOGI, M.; KOUTSOGIANNAKI, S. Covid-19 pathophysiology: A review. Elsevier Public Health Emergency Collection, v. 1. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7169933/>>. Acesso em: 28/11/2021.

ZEMTSOV, Stepan. New technologies, potential unemployment and 'nescience economy' during and after the 2020 economic crisis. **Regional Science Policy & Practice**, v. 12, n. 4, p. 723-743, 2020.