



Universidade de Brasília - UnB

Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Pol. Públicas - FACE

Departamento de Administração - ADM

INTERNET DAS COISAS NA GESTÃO DE PANDEMIAS:
UMA REVISÃO DA LITERATURA

JABES DE LIMA RICARDO

Brasília

2021

INTERNET DAS COISAS NA GESTÃO DE PANDEMIAS:
UMA REVISÃO DA LITERATURA

Monografia apresentada ao Departamento de Administração - ADM como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Vinicius Amorim Sobreiro.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

RR488i Ricardo, Jabes de Lima
Internet das Coisas na Gestão de Pandemias:
Uma Revisão da Literatura / Jabes de Lima Ricardo; orienta-
dor Vinicius Amorim Sobreiro. -- Brasília, 2021.
94 p.

Monografia (Graduação - Administração) -- Universidade de
Brasília, 2021.

1. Internet das Coisas. 2. IoT. 3. COVID19. 4. Pandemia.
I. Sobreiro, Vinicius Amorim, orient. II. Título.

DEDICATÓRIA

Eu dedico este trabalho à minha esposa Fabíola e aos meus filhos Ricardo e Rodrigo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Vinicius Amorim Sobreiro, por seu empenho, colaboração, disponibilidade e paciência durante todo o processo de elaboração desse trabalho.

JABES DE LIMA RICARDO

EPÍGRAFE

CTRL+ALT+DEL

David Bradley

Engenheiro Eletricista

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão da literatura, tendo como fonte artigos científicos disponíveis na base *Science Direct*[®], da Elsevier[®], considerando uma janela temporal de 5 anos, sobre *Internet das Coisas (IoT)* aplicada a gestão de pandemias. Essa tecnologia, em conjunto com as demais habilitadoras da revolução digital, se apresenta como solução emergente e promissora ao enfrentamento de problemas com grandes incertezas, de alta complexidade, de abrangência global, de demanda de monitoramento individual e coletivo em grande escala, de rápida propagação/evolução e com potencial de causar sérios impactos econômicos, sociais e políticos. Ainda é válido destacar como pontos fortes da *IoT* a capacidade de capturar e transmitir grandes quantidades de dados de alta dispersão geográfica, extrair informações e interagir com o meio ambiente, além de possibilitar o acesso a dados em tempo real para tomada de decisões. O *framework* utilizado na revisão sistemática da literatura possibilitou uma visão descritiva dos textos, o destaque dos principais avanços da aplicação da *IoT* em situações de pandemia e na assistência à saúde de forma mais ampla, como também, identificar lacunas da literatura para direcionamento a temas de agenda futura de pesquisa e melhor contribuição no avanço da área.

Palavras-chave: *Internet das Coisas. IoT. COVID19. Pandemia.*

ABSTRACT

The present work aims to present a literature review, from scientific articles available in Elsevier® Science Direct® database, considering a time window of 5 years, on Internet of Things (IoT) applied to pandemic management tackling. This technology, together with others digital revolution enabling ones, presents as an emerging and promising solution for problems with great uncertainties, of high complexity, of global scope, demanding for large scale individual and collective monitoring, of fast spread/evolution, with the potential to cause serious economic, social and political impacts. It is still worth highlighting as IoT the ability to collect and transmit enormous amounts of geographically dispersed data, extract information and interact with the environment, in addition to enabling access to real-time data for decision making. The framework used in the systematic literature review allowed a descriptive view of the papers, highlighting the main advances in the application of IoT in pandemic scenarios and in healthcare, as well as identifying literature gaps to address issues of a future research agenda and better contribution to the advancement of the area.

Keywords: Internet of Things. IoT. COVID19. Pandemics.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo presentar una revisión de la literatura, teniendo como fuente los artículos científicos disponibles en la base de datos Science Direct[®], de Elsevier[®], considerando una ventana de tiempo de 5 años, sobre el Internet de las Cosas (*IoT*) aplicado a la gestión de pandemias. Esta tecnología, junto con los demás habilitadores de la revolución digital, se presenta como una solución emergente y prometedora para enfrentar problemas con grandes incertidumbres, de alta complejidad, de alcance global, de demanda de monitoreo individual y colectivo a gran escala, de rápida propagación / evolución y con el potencial de causar graves impactos económicos, sociales y políticos. Todavía vale la pena destacar como *IoT* fortalece la capacidad de capturar y transmitir grandes cantidades de datos altamente dispersos, extraer información e interactuar con el entorno, además de permitir el acceso a datos en tiempo real para la toma de decisiones. El marco utilizado en la revisión sistemática de la literatura permitió una visión descriptiva de los artículos, destacando los principales avances en la aplicación de *IoT* en situaciones de pandemia y en la atención de la salud de manera más amplia, así como identificar brechas en la literatura para abordar temas de la agenda de investigación futura y mejor contribución al desarrollo del área.

Palabras clave: *Internet* de las Cosas. *IoT*. COVID19. Pandemia.

LISTA DE FIGURAS

2.1	<i>Framework</i> proposto para mitigar efeitos adversos de pandemia	9
2.2	Redefinição de fronteiras industriais	17
2.3	Sensores e dispositivos <i>wearables</i>	18
2.4	Diagrama de realidade aumentada	28
3.1	Publicações de artigos relacionados a <i>IoT</i> e <i>pandemic</i> nos últimos anos	46
4.1	Presença das tecnologias da revolução digital no cotidiano	55
4.2	Fluxograma dos procedimentos desenvolvidos no trabalho	56
4.3	Percentual de publicações por contexto econômico	60
4.4	Foco das publicações	61
4.5	Classificação dos artigos segundo objetivos estratégicos (Grupos)	63
4.6	Classificação dos artigos segundo objetivos estratégicos (Códigos)	64
4.7	Classificação por nível de inserção na rede de <i>IoT</i> (Grupos)	65
4.8	Classificação por nível de inserção na rede de <i>IoT</i> (Códigos)	65
4.9	Classificação por nível de inserção na rede de informação (Grupos)	66
4.10	Classificação por nível de inserção na rede de informação (Códigos)	67
4.11	Classificação por método de pesquisa quanto à abordagem	67
4.12	Classificação por método de pesquisa quanto ao objetivo	68
4.13	Classificação por área do periódico	69
4.14	Classificação por região de vínculo do autor (Grupos)	71
4.15	Classificação por região de vínculo do autor (Códigos)	71
4.16	Classificação por região de aplicação da pesquisa (Grupos)	72
4.17	Classificação por região de aplicação da pesquisa (Códigos)	72
4.18	Classificação por tipo de inovação proposta (Grupos)	73
4.19	Classificação por tipo de inovação proposta (Códigos)	73
4.20	Identificação de <i>gaps</i>	74
4.21	Distribuição percentual da codificação dos temas	75

LISTA DE TABELAS

2.1	Visão geral das pandemias ao longo da história	8
2.2	Algumas definições de Inteligência Artificial	11
2.3	Categorias de processos de manufatura aditiva	21
3.1	Artigos da revisão da literatura	45
3.2	<i>Framework</i> de classificação e codificação	48
4.1	Resultado da classificação dos artigos	59

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	v
AGRADECIMENTOS	vii
EPÍGRAFE	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
RESUMEN	xv
LISTA DE FIGURAS	xvii
LISTA DE TABELAS	xix
SUMÁRIO	xxi
I INTRODUÇÃO	I
1.1 Contextualização	2
1.2 Formulação do Problema	3
1.3 Objetivo	4
1.4 Justificativa	4
1.5 Estrutura do Trabalho	5
2 REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1 Contexto Histórico Para Surgimentos das Tecnologias Atuais	9
2.2 Inteligência Artificial	11
2.3 <i>Big Data</i>	13
2.4 Computação em Nuvem	14
2.5 <i>Internet das Coisas</i>	16
2.5.1 <i>Internet das Coisas Médicas</i>	17
2.6 Tecnologias Habilitadoras	19
2.6.1 Robotização e Automação	20
2.6.2 Manufatura Aditiva	20
2.6.3 Simulação Digital	23
2.6.4 Sistemas Ciberfísicos	24
2.6.5 Segurança Cibernética	25
2.6.6 Realidade Aumentada	27
3 MÉTODO	31
3.1 Procedimentos Adotados	31
3.2 Coleta de Dados	32

3.3	Classificação e Codificação	46
3.3.1	Contexto Econômico	48
3.3.2	Foco	48
3.3.3	Objetivos Estratégicos da OMS	49
3.3.4	Nível de Inserção da Tecnologia ou Solução na Rede de <i>Internet</i> das Coisas (<i>IoT</i>)	49
3.3.5	Nível de Inserção na Rede de Informação	50
3.3.6	Método de Pesquisa Quanto à Abordagem	50
3.3.7	Método de Pesquisa Quanto ao Objetivo	51
3.3.8	Área do Periódico	51
3.3.9	Região de Vínculo do Autor Principal	51
3.3.10	Região de Aplicação da Pesquisa	52
3.3.11	Tipo de Inovação Proposta	52
3.4	<i>Hardware e Software</i>	53
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1	Contexto Econômico	60
4.2	Foco	61
4.3	Objetivos Estratégicos da OMS	62
4.4	Nível de Inserção da Tecnologia ou Solução na Rede de <i>Internet</i> das Coisas (<i>IoT</i>)	64
4.5	Nível de Inserção na Rede de Informação	66
4.6	Método de Pesquisa Quanto à Abordagem	66
4.7	Método de Pesquisa Quanto ao Objetivo	68
4.8	Área do Periódico	69
4.9	Região de Vínculo do Autor Principal	69
4.10	Região de Aplicação da Pesquisa	70
4.11	Tipo de Inovação Proposta	70
4.12	Distribuição das Classificações, Codificações e Agenda de Pesquisa	74
5	CONCLUSÃO	77
	REFERÊNCIAS	82

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

“Je pense, donc je suis.”

—René Descartes.

O termo **pan·de·mi·a**, ou do grego *pandēmia*, tem origem nas palavras *pan* e *demos* que significam, respectivamente, todo e povo, sendo utilizado comumente para designar doença contagiosa que atinge rápida e simultaneamente populações de países e continentes (Honigsbaum, 2009, p. 1939). Conforme Last (2001, p. 131), complementando essa definição, pandemia corresponde a “*epidemia de escala global ou de extensa área, cruzando fronteiras internacionais e afetando muitas pessoas*”¹.

Imunidade da população, virologia ou severidade da doença não são citadas nessa definição clássica, possibilitando a inclusão de epidemias sazonais, mas não consideradas pandemias. Cita ainda Qiu, Rutherford, Mao, e Chu (2017, p. 2) que a Organização Mundial da Saúde (OMS) tem como definição para a pandemia de influenza a *situação na qual um subtipo viral altamente patogênico para o qual nenhum ou poucos na população humana apresentam resistência imunológica e de fácil transmissão entre humanos, estabelecendo uma base forte nas populações, a ponto de ser rapidamente disseminada mundialmente*.

Apesar das várias definições, as pandemias apresentam características chaves: doença nova, severa, infecciosa, contagiosa, que atinge amplas extensões geográficas, altas taxas de ocorrência e disseminação e para a qual a população apresenta baixa imunidade (Qiu et al., 2017, p. 3).

Ao longo da história da humanidade, várias pandemias foram registradas², incluindo sarampo, cólera, peste negra, dengue, AIDS, influenza, síndrome respiratória aguda grave, peste do Nilo e tuberculose. Destacando que a influenza teve, aproximadamente, três ocorrências a cada cem anos desde 1500.

No Século XX foram a gripe Espanhola (1918–1919), a gripe Asiática (1957–1958) e a gripe de Hong Kong (1968–1969) devastando vidas humanas e o desenvolvimento econômico. Neste século já ocorreram ao menos seis doenças com grande contaminação: hantavírus, SARS,

¹Tradução livre.

²Cf. Tabela 2.1.

H5N1, H1N1, MERS e Ebola. Observando esse contexto, a influenza H1N1 de 2009 foi a primeira pandemia do século XXI. Além dos problemas de saúde pública com grande número de mortes, as pandemias trazem impactos negativos para a estabilidade econômica, social e política, inclusive riscos relacionados a segurança pública e biossegurança (Qiu et al., 2017, pp. 3–8).

Respostas emergenciais efetivas e eficientes devem ser adotadas para se conseguir a redução da mortalidade e da morbidade decorrente dos surtos de doença, e mitigar os impactos nos campos econômicos e sociais (Qiu et al., 2017, p. 9). A possibilidade de repetição de tragédias como a da gripe espanhola de 1918 deve ser uma preocupação constante principalmente para cientistas e governos, mas também para gestores privados que queiram garantir a sustentabilidade de seus negócios.

A OMS, face a atual pandemia do coronavírus 2019, COVID19, tem emitido diversas recomendações temporárias para minimizar a disseminação da doença e de seus efeitos, fazendo com que diversos governos adotem medidas com vistas a evitar aglomerações e o colapso dos sistemas de saúde. Essas medidas, no âmbito social, incluem desde recomendações de isolamento à proibição de circulação em locais públicos, ao uso obrigatório de equipamentos de proteção individual, ao atendimento médico inicial remoto quando possível, entre outras ações.

Uma pandemia nos moldes da COVID19 se traduz em diversos impactos negativos para a sociedade e de duração considerável, principalmente em termos de vidas humanas, mas também de relações sociais, econômicas e políticas, razão pela qual gestores públicos e privados, cientes da previsibilidade desses surtos epidêmicos, deveriam fazer constar dos planejamentos os possíveis riscos e tratamentos mitigadores aplicáveis, não negligenciando o monitoramento de doenças e a manutenção de estrutura de enfrentamento.

Grande parte dos problemas decorrentes da atual pandemia está relacionada diretamente ao não acompanhamento efetivo do número de pessoas infectadas, o qual, após o desenvolvimento de uma vacina para a doença, é a maior preocupação na gestão e no enfrentamento da COVID19. A tecnologia da *Internet das Coisas (IoT)*³, baseada na interconexão de redes de sensores biométricos de medição de pressão sanguínea, de frequência cardíaca e de nível de glicose, por exemplo, aliada à transmissão e ao intercâmbio colaborativo desses dados, em tempo real, inclusive com uso de aplicativos para *smartphones*, possibilita a implementação de uma rede inteligente para o sistema de gestão de saúde capaz de identificar, acompanhar e orientar infectados e possíveis infectados, informar a população sobre a dinâmica da pandemia e sobre medidas mitigadoras, além de propiciar um ecossistema de trabalho aos profissionais da área de saúde, do governo e da academia para encontrar soluções a abrandar impactos na estrutura de saúde, otimizar período de quarentena e reduzir número de vítimas (Singh, Javaid, Haleem, & Suman, 2020, pp. 522–523).

I.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A *Internet das Coisas (IoT)* é descrita como um sistema interconectado de objetos e dispositivos com capacidade de transferir dados por meio da *Internet* e integrá-los a plataformas de análise, de monitoramento e de tomada de decisões em tempo real, dos quais são exemplos os sensores, os *smartphones*, os dispositivos *wearables* e os carros autônomos (Estevadeordal, Chatruc, & Martincus, 2020, p. 2).

Inúmeras são as aplicações da *IoT* nos mais diversos campos, desde a indústria, a educação, a agricultura, a medicina, a automação residencial e predial, até o setor de serviços, o lazer, o bem-estar e a inclusão social e tecnológica. Está ela intrinsecamente associada à revolução digital e aos conceitos de 4ª Revolução Industrial, Indústria 4.0 e Sociedade 5.0. A *IoT* se junta a

³Do inglês: *Internet of Things*.

computação em nuvem, ao *Big Data*, à Inteligência Artificial, à segurança digital, à *Internet* rápida e acessível, à integração de sistemas e processos, à automação, à realidade aumentada, entre outras para compor o conjunto de tecnologias consideradas habilitadoras da revolução digital⁴.

Ao possibilitar o acesso permanente, inclusivo e interativo a uma grande variedade de dispositivos e sensores conectados à *Internet*, a *IoT* viabiliza o desenvolvimento de inúmeros aplicativos com capacidade de extrair, a partir da grande quantidade de dados gerados e armazenados, informações úteis para prover novos serviços às pessoas, empresas e administração pública (Gómez et al., 2017, p. 68).

Importante destacar que essas tecnologias, *IoT* e demais habilitadoras da inovação digital, devem ser conhecidas dos gestores de pequenos ou grandes negócios, da iniciativa pública e da privada, para serem consideradas em todos os planejamentos, não só os de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), pois, de fato, já se fazem presentes no cotidiano das pessoas e das organizações.

Quanto ao uso na área de saúde pública, é oportuno destacar que, inclusive em casos de pandemias como a COVID19, a tecnologia da *IoT* pode prover sistemas de acompanhamento adequado de infectados por meio de sensores biométricos e também assegurar o isolamento das pessoas (Singh et al., 2020, p. 522).

I.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

As recomendações da OMS para o enfrentamento de pandemias, em específico a COVID19, citam a necessidade de plataforma com processos padronizados, protocolos e ferramentas que facilitem a pesquisa multidisciplinar e colaborativa integrada ao combate à doença, além da importância de identificar, monitorar e tratar pessoas doentes de forma rápida e otimizada, coletar e processar amostras relacionadas ao evento, gerir recursos e estoques, entre outras ações (WHO, 2020a, pp. 4–16).

Quanto à gestão de pandemias, o Plano Brasileiro de Preparação para Enfrentamento de uma Pandemia de Influenza, cujos objetivos são a redução do impacto em termos de morbidade e mortalidade, otimização de recursos, redução dos impactos sócio-econômico e manutenção de serviços essenciais (MS, 2010, p. 6), foca no “estabelecimento de compromissos, cadeia de comando, estruturas, organização de serviços para execução e acompanhamento das ações planejadas” na identificação precoce, tratamento, isolamento, monitoramento, priorização de assistência pelos diversos órgãos públicos (MS, 2010, p. 13)^{5,6}.

Dispõe ainda, a lei de enfrentamento da COVID19 (Brasil, 2020, p. 8)⁷, a colaboração de todos para a comunicação imediata de possíveis contatos com agentes infecciosos do coronavírus, a obrigatoriedade de compartilhamento de dados pelos órgãos públicos essenciais a identificação de pessoas infectadas ou com suspeita de infecção para fins de evitar a propagação da doença, cabendo ao Ministério da Saúde (MS) manter os dados públicos e atualizados dos casos confirmados, suspeitos e em investigação.

Considerando esse contexto previamente apresentado e segundo Visconti e Morea (2020, pp. I–II), as tecnologias e/ou plataformas digitais são úteis para dar suporte a ações massivas de saúde pública, como o enfrentamento da COVID19, evitar o congestionamento de hospitais

⁴As tecnologias habilitadoras da revolução digital são descritas no Capítulo 2.

⁵O documento cita os Ministérios da Saúde (MS), do Desenvolvimento Agrário (MDA), da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), dos Transportes (MT) e Secretaria Especial de Portos (SEP/PR), do Desenvolvimento Indústria e Comércio (MDIC) e da Defesa (MD).

⁶Nota do autor: A estrutura e atribuições dos ministérios foram alteradas em 2019.

⁷Neste trabalho, a indicação de páginas em citações a legislação tem como referência a visualização do texto compilado disponibilizado em sítio oficial, em formato *PDF* e tamanho A4.

e disponibilizar com eficiência informações extraídas com tecnologias de *BD* e de *IoT*.

I.3 OBJETIVO

Tendo como cenário a pandemia do coronavírus de 2019, **o presente trabalho visa apresentar uma revisão de literatura, dos últimos cinco anos, sobre *Internet das Coisas (IoT)* aplicada à gestão de pandemias.** Essa tecnologia, em conjunto com as demais habilitadoras da revolução digital, se apresenta como solução emergente e promissora ao enfrentamento de problemas com grandes incertezas, de alta complexidade, de abrangência global, de demanda de monitoramento individual e coletivo em grande escala, de rápida propagação/evolução e com potencial de causar sérios impactos econômicos, sociais e políticos. Ainda é válido destacar como pontos fortes da *IoT* a capacidade de capturar e transmitir grandes quantidades de dados de alta dispersão geográfica, extrair informações e interagir com o meio ambiente, além de possibilitar o acesso a dados em tempo real para tomada de decisões. Também, como desdobramento desse objetivo, será possível identificar as tendências de pesquisa e da aplicação da tecnologia da *IoT* em pandemias e assistência à saúde, o que será realizado por meio da aplicação de *framework* de classificação e codificação para análise dos artigos, o qual permite, inclusive, a identificação de *gaps* da literatura úteis para uma agenda de pesquisa com vistas ao aprimoramento da área.

I.4 JUSTIFICATIVA

A *IoT* apresenta constante e rápida evolução, dois aspectos intrínsecos das tecnologias da revolução digital, portanto, não há pretensão de se esgotar o tema neste trabalho, mas apresentar um instantâneo das características dessa área do conhecimento aplicáveis na solução de problemas de gestão da saúde, em específico, em estratégia de enfrentamento e mitigação de consequências de uma pandemia global como a COVID19⁸.

A revisão de literatura proposta neste trabalho busca apresentar e classificar as pesquisas realizadas para o enfrentamento da COVID19 com soluções envolvendo os conceitos de *IoT*, seguindo o método ou os passos proposto por Lage Junior e Godinho Filho (2010, p. 14) e resumidamente apresentado a seguir:

- Passo 1: Identificação de literatura relacionada ao tema;
- Passo 2: Desenvolvimento de *framework* de classificação (matriz de relevância);
- Passo 3: Utilização do *framework* de classificação para resumir as pesquisas desenvolvidas sobre o tema;
- Passo 4: Apresentar a revisão de literatura organizada com base no método de classificação;
- Passo 5: Analisar a revisão e apresentar sugestões para trabalhos futuros.

O método de revisão de literatura tem como fonte artigos disponíveis na base *Science Direct*[®], da Elsevier[®], que são classificados em uma matriz de relevância com codificação lógica estruturada, a qual é aplicada para evidenciar e estruturar o conhecimento, provendo assim

⁸Por questões de delimitação e escopo, aspectos relacionados à privacidade, direito a assegurar garantias fundamentais da pessoa humana, não serão objeto deste trabalho. Caso o leitor se interesse pela temática, recomenda-se a leitura do trabalho de Leme e Blank (2020).

retrato da produção científica e seus resultados, bem como possibilita a análise de lacunas, oportunidades e desafios para estudos futuros como indicado por C. J. C. Jabbour (2013, p. 145). A base *Science Direct*[®] possibilita o acesso a mais de 18 milhões de artigos e capítulos de livros em mais de 1750 periódicos ativos e 39.000 livros⁹. É importante destacar que os termos *IoT* e *pandemic* foram utilizados na pesquisa de artigos nessa base, tendo sido apresentados 70 resultados relacionados a palavras chaves *IoT* e COVID19.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Considerando os apontamentos anteriormente apresentados, além deste Capítulo de Introdução, o presente trabalho é dividido da seguinte forma:

- Capítulo 2: Revisão de literatura relacionada ao desenvolvimento tecnológico e seus impactos econômicos e sociais ao longo das revoluções industriais; a revolução digital e suas tecnologias habilitadoras; o uso da tecnologia digital na saúde; dispositivos *IoT* aplicáveis ao meio ambiente da saúde; dispositivos *IoT* aplicáveis ao meio ambiente de uma pandemia;
- Capítulo 3: Descrição dos métodos e procedimentos utilizados na pesquisa da revisão de literatura com base na estruturação de *framework* proposto por Lage Junior e Godinho Filho (2010, p. 14) e disseminado por C. J. C. Jabbour (2013, pp. 144–147);
- Capítulo 4: Apresentação dos resultados, análise e discussão dos dados;
- Capítulo 5: Conclusão abordando as vantagens e desvantagens da aplicação da *IoT* na área da saúde e, mais especificamente, no enfrentamento de pandemias, algumas de suas limitações atuais, suas potencialidades e recomendações acerca da tecnologia para futuras pesquisas.

⁹Dados de janeiro de 2021.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

“Tudo deve ser tão simples quanto possível, mas não mais simples.”
—Albert Einstein.

Neste capítulo, considerando uma perspectiva focada na área de saúde ou mais precisamente nas pandemias, é apresentado um breve contexto histórico desde as grandes revoluções industriais até o surgimento das tecnologias atuais. Na sequência, os principais constituintes das tecnologias habilitadoras da revolução digital, ou seja, Inteligência Artificial, *Big Data* e Computação em Nuvem são definidos e delimitados, incluindo-se, também, *IoT* e destaque para *Internet das Coisas Médicas (IoMT)*. Por último e de maneira relacionada a temática principal deste trabalho, as demais tecnologias comumente encontradas na literatura especializada são rapidamente listadas.

Huremović (2019, p. 7) cita que poucos fenômenos ao longo da história conseguem moldar as sociedades e as culturas como os surtos pandêmicos. Estes podem dizimar sociedades, determinar resultados de guerras e varrer populações inteiras do mapa, ao mesmo tempo que, ironicamente, abrem caminho para inovações e avanços nas ciências, economia e sistemas políticos. As pandemias ou pragas aparecem em diversos contextos religiosos, como nos contextos bíblicos nos livros do Êxodo, parte das dez pragas do Egito, e do Apocalipse, algumas das taças da ira, bem como ao longo da história da humanidade, conforme resumido na Tabela 2.1, elaborada a partir do trabalho de Huremović (2019, pp. 10–36). Entretanto, ao longo do tempo, a sociedade vem desenvolvendo tecnologias para fazer frente às pandemias.

Um exemplo interessante para ilustrar a aplicação dessas tecnologias no enfrentamento da COVID-19 é o trabalho apresentado por Rahman et al. (2020, p. 1) que consideram haver três estratégias possíveis de serem adotadas para o enfrentamento da pandemia: vacinação, desenvolvimento de imunidade de rebanho e isolamento (*lockdown*). A primeira estratégia não é aplicável de imediato face ao tempo necessário para desenvolver e disponibilizar vacinas, o desenvolvimento da imunidade de rebanho pode ter como consequência um número muito elevado de fatalidades, restando a opção do isolamento cujos efeitos colaterais inclui impactos negativos para a economia, mas está tem sido a opção adotada por diversas autoridades. Rahman et al. (2020, p. 1) propõem um *framework* de agrupamentos dinâmicos de isolamento baseado na

Data	Designação	Abrangência	Causa	Impacto na População
430 a.C. ¹	Praga de Atenas.	Etiópia, Egito e Grécia.	Não definida: bactéria <i>Yersinia pestes</i> (peste bubônica), bactéria <i>Salmonella typhi</i> (febre tifóide) ou vírus Ebola.	Mais de 25% da população de Atenas morta.
165–180	Peste Antonina.	Império Romano (Ásia Menor, Egito, Grécia e Itália).	Vírus da varíola.	Até um terço das populações de algumas áreas mortas e exército romano dizimado.
541–750	Praga de Justiniano.	Etiópia, Egito, Ásia Central, Ásia Menor, África, Itália e Europa Ocidental.	Bactéria <i>Yersinia pestes</i> (peste bubônica).	Redução de 40% da população do Império Bizantino.
1334–1353	A Morte Negra.	Global.	Bactéria <i>Yersinia pestes</i> (peste bubônica).	Redução de quase um terço da população, tendo atingido até 60% da população de algumas regiões.
1918–1920	Gripe Espanhola.	Global.	Vírus H1N1.	Mais de 50 milhões de mortos.
1981 ²	HIV/AIDS.	Global.	Vírus HIV.	Aproximadamente 40 milhões de mortos.
2002–2003	Síndrome respiratória aguda grave (SARS).	Global.	Coronavírus SARS.	Menos de 10.000 pessoas afetadas.
2009	Gripe Suína.	Global.	Vírus H1N1.	De 20.000 a 500.000 mortos.
2014–2016	Surto de Ebola	África.	Vírus Ebola.	11.000 mortos.
2015–2016	Zika.	Continente Americano.	Vírus Zika.	Não disponível.

¹ Antes de Cristo. ² Até os dias atuais.

Tabela 2.1: Visão geral das pandemias ao longo da história.

Fonte: Adaptado de Huremović (2019, pp. 10–36).

integração de dados, inclusive os georreferenciados, provenientes do sistema de saúde e de mobilidade da população a partir da interação com redes de telefonia móvel. As tecnologias de *Big Data* e Aprendizagem de Máquina (modelos preditivos baseados em IA) são então utilizadas na determinação dinâmica de agrupamentos de isolamento mais efetivos. Nesse modelo está implícito vantagens da utilização de tecnologias de Computação em Nuvem para a infraestrutura de TIC¹ e de *IoT*² e *IoMT*³ na aquisição de dados em tempo real. O *framework* tem como resultado a melhoria da gestão do isolamento e a redução de impactos econômicos. A Figura 2.1 ilustra o *framework* proposto.

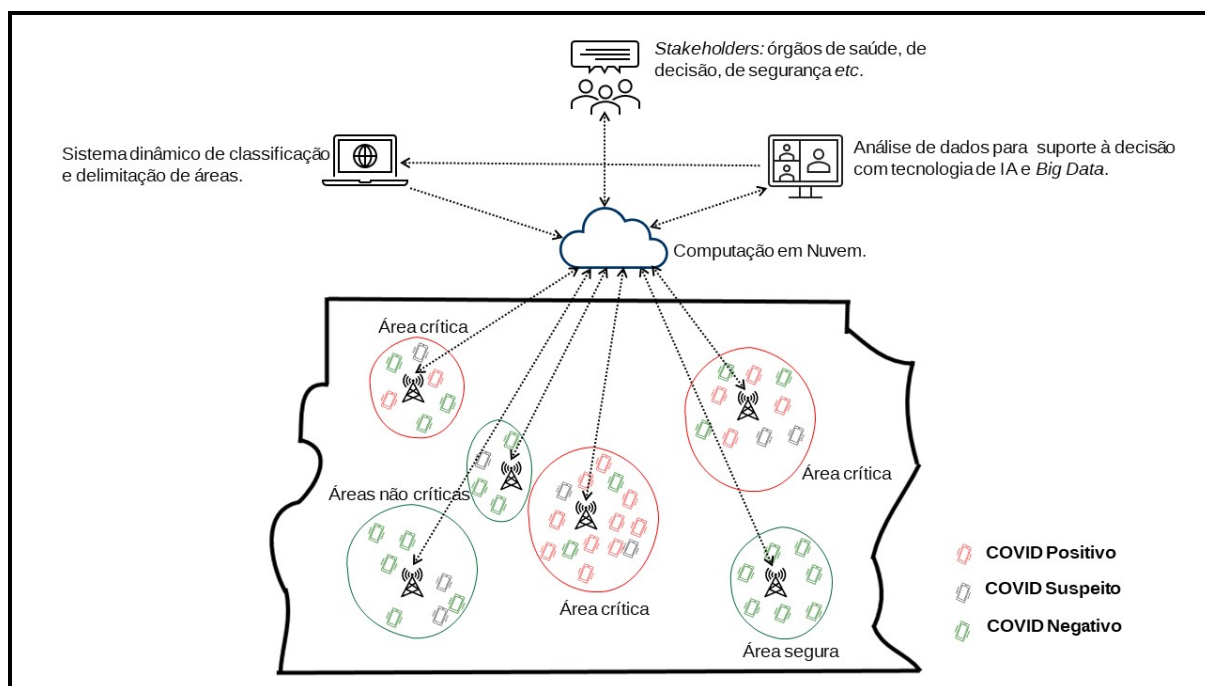


Figura 2.1: *Framework* proposto para mitigar efeitos adversos de pandemia.

Fonte: Adaptado de Rahman et al. (2020, p. 4).

Relembrando a referência no início deste capítulo sobre a abertura de caminhos para inovações propiciadas por surtos pandêmicos, fica fácil inferir que tanto a pandemia de COVID-19 é catalizadora para a implantação das tecnologias da revolução digital bem como essas são fundamentais para a mitigação de seus impactos na saúde, na economia, na sociedade e na política.

2.1 CONTEXTO HISTÓRICO PARA SURGIMENTOS DAS TECNOLOGIAS ATUAIS

Após o abandono dos processos manuais de produção de bens e a adoção da máquina a vapor como principal ferramenta, a indústria do século XIX se revoluciona e provoca grandes mudanças, não só nos meios de produção, mas também nas relações trabalhistas, sociais e econômicas. Na continuidade do desenvolvimento da indústria e da sociedade, vieram o uso da

¹ A ABNT (2009, p. 4) define Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) como “os recursos necessários para adquirir, processar, armazenar e disseminar informações”, sendo equivalentes os termos Tecnologia da Informação (TI) e Tecnologia da Comunicação (TC). Já Oliveira, Ribeiro, e Martins (2015, p. 2015) descrevem TIC como a associação da tecnologia computacional ou de informática à tecnologia de telecomunicações interligada, principalmente, por meio da *Internet*.

² Cf. 2.5 *Internet* das Coisas.

³ Cf. 2.5.1 *Internet* das Coisas Médicas.

energia elétrica, a produção em massa e as linhas de montagem. Seguiu-se o desenvolvimento da eletrônica e os computadores trazendo a automação dos processos industriais com máquinas executando tarefas mecânicas e repetitivas, outrora realizadas pelo homem. As tecnologias da informação e da comunicação desenvolvidas desde então têm sido incorporadas aos processos de produção em busca de maior produtividade, eficiência e lucratividade, até o ponto em que se encontra hoje com a indústria, e a sociedade, na nova fase chamada de Indústria 4.0 (Sakurai e Zuchi, 2018, pp. 482–484; Melicio e Costa Neto, 2020, pp. 1–3).

Segundo Oztemel e Gursev (2018, pp. 127–128), a Indústria 4.0, termo cunhado na Alemanha, deve ser compreendida pela mudança da manufatura baseada em máquinas para a manufatura digital cujas implementações e aplicações de teoremas a ela relacionados ainda não foram amadurecidos. A Indústria 4.0 também trará transformações sociais, sendo que os processos de produção serão dominados, cada vez mais, por robôs e máquinas, sistemas de auto decisão, máquinas inteligentes, etc. Dispositivos *wearables* conectados à *Internet*, *Big Data*, vida baseada em sensores, cidades inteligentes, entre outros, serão as principais questões dessa transformação industrial e social.

Ainda nessa linha de raciocínio, Oztemel e Gursev (2018, pp. 128–130) afirmam que nessa transição para a Indústria 4.0, ou seja, na estratégia de transformação digital, a *IoT* figura como uma das mudanças irreversíveis com impactos também sociais por possibilitar a comunicação direta entre máquina (*M2M*). É o ambiente se tornando cada vez mais independente de humanos, com sistemas cada vez mais autônomos. Sensores e sistemas ciberfísicos assumindo como elementos centrais da transformação. Citam ainda que as universidades bem reconhecidas já tomaram ciência do potencial dessa transformação para o aprimoramento de aplicações na construção, saúde, manufatura, transporte, segurança e uma infinidade de outras aplicações, concentrando esforços de pesquisa em tecnologias emergentes como Computação em Nuvem, aprendizagem, *Big Data*, *IoT*, cidades e fábricas inteligentes.

As empresas japonesas, em resposta a iniciativa alemã de transformação digital (Indústria 4.0), lançaram o programa “Iniciativa Industrial de Cadeia de Valor”⁴ com objetivos de reagir às mudanças de fábricas conectadas, ao crescimento do uso de *IoT*, às plataformas de desenvolvimento e manufatura para um mundo conectado e, como quarto foco, à nova era de manufatura centrada no humano e baseada em *IoT*. Ao avançar mais um passo, os japoneses ainda acrescentaram a preocupação com uma sociedade centrada no humano pautada pelo equilíbrio entre avanços econômicos com a resolução de problemas sociais por meio da integração dos espaços físicos e cibernéticos, introduzindo o conceito de Sociedade 5.0 (Oztemel & Gursev, 2018, p. 131).

O conceito de Sociedade 5.0, conforme a Keidanren (2016, p. 8)⁵, compreende a sociedade super inteligente, tendo ela sido precedida pela Sociedade da Caça (o homem coexistindo com a natureza), a Sociedade Agrária (técnicas de irrigação e assentamento), a Sociedade Industrial (máquina a vapor e produção em massa) e a Sociedade da Informação (computador e disseminação da informação).

Verifica-se, como afirma Tigre (2006, p. 15), que “as grandes mudanças tecnológicas são acompanhadas de transformações econômicas, sociais e institucionais”, assim como as pandemias. A COVID19 não só provocou mudanças radicais na vida humana e na sociedade global, como também acelerou a digitalização e implementações por tempos discutidas na área da gestão da informação, afirma Barnes (2020, p. 1), destacando impactos em áreas de pesquisa em emprego e trabalho, educação e ensino a distância, tele-saúde e seguridade, comércio eletrônico e consumo, empresas e economia, entretenimento e bem-estar, ambiente e igualdade.

A Indústria 4.0 e as tecnologias a ela associadas também têm potencial para alavancar práticas de fabricação ambientalmente sustentáveis (produtos, processos e cadeias de suprime-

⁴*Industrial Value Chain Initiative (IVI)*.

⁵Corresponde à Federação das Indústrias do Japão.

tos verdes), que em sinergia podem resultar na reformulação dos padrões atuais de produção e consumo (A. B. L. d. S. Jabbour, Jabbour, Foropon, & Godinho Filho, 2018, p. 23).

2.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

“J.A.R.V.I.S. - Just A Very Intelligent
System.”
—Homem de Ferro.

O conceito de Inteligência Artificial foi cunhado em 1956 como um campo do conhecimento que engloba ciência e engenharia e ao qual, ao longo do tempo, tem sido acrescida uma grande variedade de subcampos de estudo tanto genéricos, como a aprendizagem e a percepção, como específicos relativos a jogar xadrez, provar teoremas, escrever poesia, dirigir um carro e até diagnosticar doenças. O termo apresenta várias definições, algumas com base em processos de pensamento e raciocínio, outras com base em comportamento, o sucesso de implementações dessas abordagens pode ser medido em termos de fidelidade em relação ao desempenho humano ou à racionalidade, conforme definições apresentadas na Tabela 2.2 (Russell & Norvig, 2010, pp. 1 e 2).

Pensar Humano:	Pensar Racional:
O extraordinário esforço para fazer computadores pensarem, máquinas com mentes, no sentido amplo e literal.	O estudo das faculdades mentais por meio do uso de modelos computacionais.
Automação de atividades que associadas com o pensamento humano como tomada de decisão, resolução de problemas, aprendizagem.	O estudo de cálculos que possibilitam perceber, raciocinar e agir.
Agir Humano:	Agir Racional:
A arte de criar máquinas capazes de executar funções que requerem inteligência quando realizadas por pessoas.	Inteligência Computacional é o estudo do desenvolvimento de agentes inteligentes.
O estudo de como fazer com que computadores façam coisas as quais, no momento, são melhor realizadas por pessoas.	IA está relacionada com comportamento inteligente em artefatos.

Tabela 2.2: Algumas definições de Inteligência Artificial, organizadas em quatro categorias.

Fonte: Adaptado de Russell e Norvig (2010, p. 2).

Alan Turing propôs em 1950 um teste para verificar se um computador age ou não de forma humana, ou seja, se é ou não inteligente. O teste de Turing consiste conforme, simplificada-mente, descrito por Russell e Norvig (2010, p. 2), em uma pessoa apresentar várias perguntas ao computador e com base nas respostas, se não conseguir afirmar se foram respondidas por uma máquina ou por uma pessoa, o computador (ou programa de computador) é considerado inteligente. Nos dias de hoje, para um computador, ou programa de computador, ser aprovado

em um teste rigoroso de Turing, ele deveria apresentar os seguintes recursos:

- Capacidade de se comunicação com o interlocutor em algum idioma (inglês, português etc.): Processamento de Linguagem Natural;
- Capacidade de armazenar o que sabe e escuta: Representação do Conhecimento;
- Capacidade de utilizar a informação armazenada para responder, perguntar e apresentar novas conclusões: Raciocínio Automatizado;
- Capacidade de se adaptar a novas situações, detectar e extrapolar padrões: Aprendizagem de Máquina;
- Capacidade de perceber objetos: Visão Computacional;
- Capacidade de manipular objetos: Robótica.

Historicamente, exemplificam Russell e Norvig (2010, pp. 5–16) que várias disciplinas, conforme listado a seguir, contribuem para o desenvolvimento da IA com ideias, perspectivas e técnicas:

- Filosofia: Regras formais a serem usadas para obter conclusões válidas, como a mente surge a partir de um cérebro físico, como o conhecimento se origina e como o conhecimento leva à ação;
- Matemática: Estruturação científica da IA por meio da lógica, da computação e da probabilidade, inclusive para formulação de raciocínios com base em incertezas;
- Economia: Estudo de como os indivíduos realizam escolhas ou tomam decisões para maximizar seu bem estar (econômico);
- Neurociência: Explicações sobre o processamento de informações pelo sistema nervoso humano;
- Psicologia: Entendimento de como pensam e agem os seres humanos;
- Engenharia: Desenvolvimento de *hardwares* e *softwares* mais eficientes;
- Teoria do Controle e a Cibernética: Implementação de artefatos com capacidade de operar de forma autônoma e otimizada;
- Linguística: Compreensão da relação entre linguagem e pensamento.

Kaplan e Haenlein (2019, p. 17 *apud* Kaplan e Haenlein, 2020, p. 40) definem IA como um sistema com habilidade de interpretar dados externos, aprender com esse dados e utilizar o aprendizado, de forma flexível e adaptativa, na execução de tarefas ou alcance de objetivos. Sendo, atualmente, uma tecnologia com ampla utilização em diversos campos e, por isso, dificultando uma resposta concisa ou completa sobre suas possíveis aplicações, uma listagem exemplificativa inclui veículos autônomos, reconhecimento de fala, logística, robótica, tradução automática e muito mais (Russell & Norvig, 2010, pp. 28–29).

A IA também é uma das tecnologias, conforme Vaishya, Javaid, Khan, e Haleem (2020, pp. 337–339), capazes de auxiliar no planejamento, tratamento e geração de informações e relatórios úteis ao enfrentamento da COVID19, por viabilizar aplicações capazes de rastrear a disseminação do coronavírus, identificar pacientes de alto risco, predizer risco de mortalidade

a partir de informações dos pacientes, rastrear a população, servir com ferramenta de evidência médica sobre a doença.

Segundo Javaid et al. (2020, p. 421), no contexto de pandemias, a IA possibilita a construção de modelos computacionais, baseados em *Big Data*, capazes de reconhecer, explicar e prever padrões, assim no combate à COVID19, podendo ser utilizada na avaliação de riscos, no rastreamento da população, na identificação e exclusão de informações não confiáveis de plataformas (sociais), na otimização de estudos clínicos de drogas e vacinas, no desenvolvimento de equipamentos de diagnóstico (tomografia computadorizada capaz de identificar pneumonia decorrente de COVID19).

Ainda nesse ponto, a IA, segundo Kaplan e Haenlein (2020, p. 40), é bem diferente da formalização ou representação da inteligência humana, pois se baseia em reconhecimento de padrões ou ajustes a curvas, carecendo da criatividade, atributo humano que, provavelmente, nunca desenvolverá. Os autores fazem, ainda, referência a Albert Einstein para quem ***a criatividade é a inteligência se divertindo***, sendo ela o atributo inerente a todos os aspectos da arte, quer seja na pintura, na literatura, na música ou na culinária.

2.3 *BIG DATA*

“640 kbytes é mais memória do que qualquer pessoa vai precisar.”
—frase atribuída a Bill Gates.

Big Data (BD) não possui uma definição precisa e muitas das definições que lhe são dadas são baseadas em limitações tecnológicas tradicionais (atuais). Douglas Laney⁶ apresentou o modelo dos 3 Vs para caracterizar *BD*: Volume, Variedade e Velocidade. Assim, as definições de *BD* devem considerar a grande quantidade de dados a serem processados (*terabytes* ou *petabytes*), os seus diferentes tipos e suas respectivas técnicas e tecnologias aplicáveis (dados estruturados, semi estruturados e não estruturados, sendo exemplos planilhas ou banco de dados relacionais, registros de servidores de rede e postagens em mídias sociais ou imagens, respectivamente), bem como uma estrutura de processamento veloz de alta capacidade e desempenho (possibilitando o processamento de dados gerados em diferentes velocidades, inclusive de forma contínua⁷ e em tempo real⁸), conforme afirmam Costa e Santos (2017, pp. 2–3).

Os autores citam que duas outras importantes características foram adicionadas ao modelo apresentado por Laney: Valor dos resultados esperados a partir do processamento de dados com baixo valor quando “crus”; e Veracidade de resultados obtidos a partir de dados com diferentes graus de precisão, autenticidade e confiança.

A *IoT*, por meio do crescimento exponencial de dispositivos interconectando o mundo real ao digital, é um impulsionador do *BD* pelo imenso volume de dados gerados e com alta expectativa de geração de valor se adequadamente tratados e analisados (Taurion, 2013, pp. 30–32).

Taurion (2013, p. 46) ainda apresenta, entre exemplos bem sucedidos de aplicação de *BD*, o setor da saúde em razão do envolvimento de diversos atores - de pacientes e profissionais da

⁶Douglas Laney é analista e consultor da empresa global de pesquisa e consultoria Gartner® (www.gartner.com), sendo o modelo dos 3Vs de caracterização de *BD* apresentado no relatório “*3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety*”, Meta Group Inc, publicado em junho de 2001.

⁷Streaming.

⁸Online.

saúde, hospitais, clínicas, fabricantes de medicamentos e produtos hospitalares, até planos de saúde e governos - e imensos conjuntos de dados gerados e armazenados, inclusive a partir de sensores e dispositivos de monitoração local e remota de pacientes. A integração desses dados a outros conjuntos de dados relacionáveis, como os de mídias sociais, geolocalização e hábitos das pessoas, ao serem adequadamente analisados geram informações preditivas úteis a tomadas de decisões e ações de prevenção a doenças e promoção da saúde.

Javaid et al. (2020, p. 421) destaca que *BD* é uma técnica analítica baseada em grande quantidade de dados, que no caso de pandemias como a COVID19, se mostra adequada para o rastreamento e controle da doença, disponibilizando, quase em tempo real, informações úteis para a tomada de decisões.

2.4 COMPUTAÇÃO EM NUVEM

“Há mais coisas entre o céu e a terra do
que sonha a nossa vã filosofia.”
—William Shakespeare.

K.C., Garg, Hilton, Aryal, e Forbes-Smith (2019, pp. 1–4) afirmam que a aplicação de tecnologias da informação e comunicação tradicionais para a implementação de sistemas de modelagem de desastres naturais em tempo real não é viável em razão da complexidade dos modelos e da alta demanda de recursos computacionais, sendo a Computação em Nuvem apresentada como uma solução viável em razão de sua quase ilimitada capacidade de processamento, armazenamento, conectividade e, ainda, disponibilização do próprio sistema como serviço. No artigo, os autores apresentam a definição dada pelo Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST⁹) para a Computação em Nuvem, a saber:

...modelo que permite o acesso conveniente e em rede sob demanda a conjunto compartilhado de recursos computacionais configuráveis (e.g. redes, servidores, armazenagem e serviços), rapidamente provisionáveis e liberados com o mínimo de esforço de gerenciamento ou interação do provedor do serviço¹⁰.

Segundo Javaid et al. (2020, p. 421), a Computação em Nuvem, por disponibilizar recursos computacionais (capacidade processamento, armazenagem, compartilhamento, *softwares*, etc) via *Internet* reduz o custo operacional e aumenta a eficiência da gestão da infraestrutura de TIC. Os autores citam aplicações e serviços como *Zoom*[®], *Slack*[®], *Netflix*[®], *Amazon Web Services*[®], *Azure*[®] e *Google Cloud*[®] que já estão ajudando as pessoas em tempos de isolamento.

A Computação em Nuvem pode ser dividida em modelos de serviços e de utilização, conforme explicam K.C. et al. (2019, pp. 4–5). Os modelos de serviços em nuvem são compostos das seguintes categorias, a saber:

- Infraestrutura como serviço¹¹: Conjunto de serviços na área de *hardware* que compõem o ecossistema da Computação em Nuvem, incluindo serviços de rede, de armazenagem, manutenção de sistema operacional, bases de dados e segurança, entre outros;

⁹Em poucas palavras, o *National Institute of Standards and Technology* é uma agência não regulatória da administração de tecnologia vinculada ao Departamento de Comércio dos Estados Unidos.

¹⁰Tradução livre.

¹¹Sigla em inglês *IaaS*.

- Plataforma como serviço¹²: Gerenciam as funcionalidades orientadas ao *hardware* como atualização de sistemas operacionais, interfaces de programação de aplicativos, ferramentas de monitoração de serviços, etc;
- *Softwares* como serviço¹³: Conjunto de serviços voltados para a interface *web* pelo qual os usuários interagem com o serviços sem ter que se preocuparem com atualizações, desenvolvimento, *backup*, suporte e toda a gama de recursos disponibilizados (K.C. et al., 2019, p. 4).

Já os modelos de utilização, de acordo com (K.C. et al., 2019, pp. 4–5), compreendem as categorias de nuvens privadas, públicas, comunitárias e híbridas, a saber:

- Nuvens privadas: Nesse modelo, os respectivos serviços disponibilizados tem acesso restrito aos profissionais de uma organização, não havendo compartilhamento de recursos com outras organizações;
- Nuvens públicas: São caracterizadas pelo compartilhamento do ecossistema (infraestrutura) por diferentes organizações, mas sendo garantida a proteção contra acessos não autorizados;
- Nuvens comunitárias: Nesse modelo, as comunidades de organizações compartilhem o ecossistema, mas dentro de espaço privado individualizado conforme configurações estabelecidas pela comunidade;
- Nuvens híbridas: Nesse modelo, dados críticos são armazenados em nuvens privadas, associadas a redução de custos, e as demais aplicações fazem utilização de nuvens públicas.

É oportuno destacar que apesar das vantagens da Computação em Nuvem, principalmente em termos de custos e provisionamento rápido de recursos computacionais, é alta a dependência da velocidade das redes de interconectividade e do fornecimento ininterrupto de energia em razão da localização remota de seus servidores, fatores que podem resultar em gargalos ao fluxo de dados e disponibilidade dos recursos (K.C. et al., 2019, p. 5 e p. 21).

K.C. et al. (2019, p. 1 e p. 12) abordam a utilização da Computação em Nuvem no contexto de um *framework* voltado para a modelagem e gestão de sistemas mais efetivos aplicáveis à desastres naturais cuja complexidade não possibilita a implementação, com disponibilidade temporal adequada, se utilizados fundamentos tradicionais da tecnologia da informação e comunicação. Ainda, os mesmos autores fazem referência a utilização da infraestrutura em Nuvem associada a outras tecnologias como *IoT* e citam simulação baseada em Arquitetura de Nuvem, desenvolvida por Eriksson et al. (2011), aplicada ao estudo de ambiente caótico de uma pandemia, no caso, de influenza H1N1.

¹²Sigla em inglês *PaaS*.

¹³Sigla em inglês *SaaS*.

“IoT, em breve, numa coisa perto de
você.”

—Syed Sharukh

As indústrias, por muitos anos, fabricaram basicamente produtos físicos, compostos de partes mecânicas e elétricas, ao mesmo tempo em que atividades da cadeia de valor eram executadas de forma manual, por processos descritos e registrados em papel e com predominância da comunicação verbal (Porter 2015, p. 1 e 2014, p. 4). A tecnologia da informação (TI) veio para modificar, em suas diversas ondas, esse cenário.

A primeira onda de TI, anos 1960 e 1970, possibilitou imensos incrementos na produtividade por meio da automação de atividades individuais de coleta e tratamento de informações dentro da cadeia de valor (processamento de pedidos, sistema de pagamento, desenho por computador, planejamento de recursos) e resultaram na padronização de processos das empresas (2015, p. 1 e 2014, p. 4).

A *Internet*, anos 1980 e 1990, desencadeou a segunda onda com conectividade de baixo custo e disponível (praticamente) em todos os lugares a possibilitar que as atividades individuais dentro da cadeia de valor fossem coordenadas e integradas, incluindo fornecedores externos, canais e clientes, espalhados globalmente, resultando em imenso ganho em produtividade e crescimento econômico, entretanto, os produtos em si, na grande maioria, mantiveram a mesma concepção (componentes físicos compostos de partes mecânicas e elétricas) (Porter & Heppelmann, 2014, pp. 4–5).

A terceira onda chega com a tecnologia da informação sendo embutida nos produtos que passam a ser “inteligentes” ao incorporar sensores, e “conectados” quando podem ser comunicar com outros dispositivos, e, graças a miniaturização e ampla rede de conectividade, qualquer produto pode ser inteligente e conectado (Porter, 2015, p. 2). Surge a “*Internet das Coisas*” (*IoT*): dispositivos inteligentes, conectados e integrados a sistemas ou plataformas controlados por *software* (Porter, 2015, pp. 1 e 2).

A terceira onda de TI traz mais inovações, ganhos de produtividade e crescimento econômico que as suas antecessoras, reformulando a cadeia de valor, alterando os processos de criação, de *marketing*, fabricação e pós-venda, inclusive tornando necessária a criação de novas atividades como *Big Data Analytics* e segurança cibernética (Porter & Heppelmann, 2014, pp. 5 e 6).

As fronteiras das indústrias são ampliadas, passando de produtos discretos para sistemas, de sistemas para redes de sistemas integrados de produtos e serviços conforme ilustrado na Figura 2.2 adaptada de Porter e Heppelmann (2014, pp. 12 e 13).

A *Internet das Coisas* (*IoT*) possibilita a interação via *Internet* de uma grande variedade de dispositivos físicos, incluindo sistemas de vigilância, monitoramento por sensores, acionamento de atuadores, entre outros, tornando o meio ambiente mais inteligente e interativo. Com os dados obtidos, é possível aprimorar sistemas de tomada de decisão e controle, por exemplo, programar em tempo real os semáforos de uma cidade para tornar o fluxo de veículos mais eficiente com base em variáveis do momento (chuva, acidente de trânsito em algum trajeto, por exemplo). A *IoT* tem grande potencial de desenvolvimento em diversas áreas, desde a automação residencial até sistemas médicos complexos e implantação de cidades inteligentes, sendo que a cada dia está mais integrada ao nosso cotidiano (Gómez et al., 2017, pp. 67–73).

Segundo Javaid et al. (2020, p. 421), a *IoT* é uma solução de automação que compreende

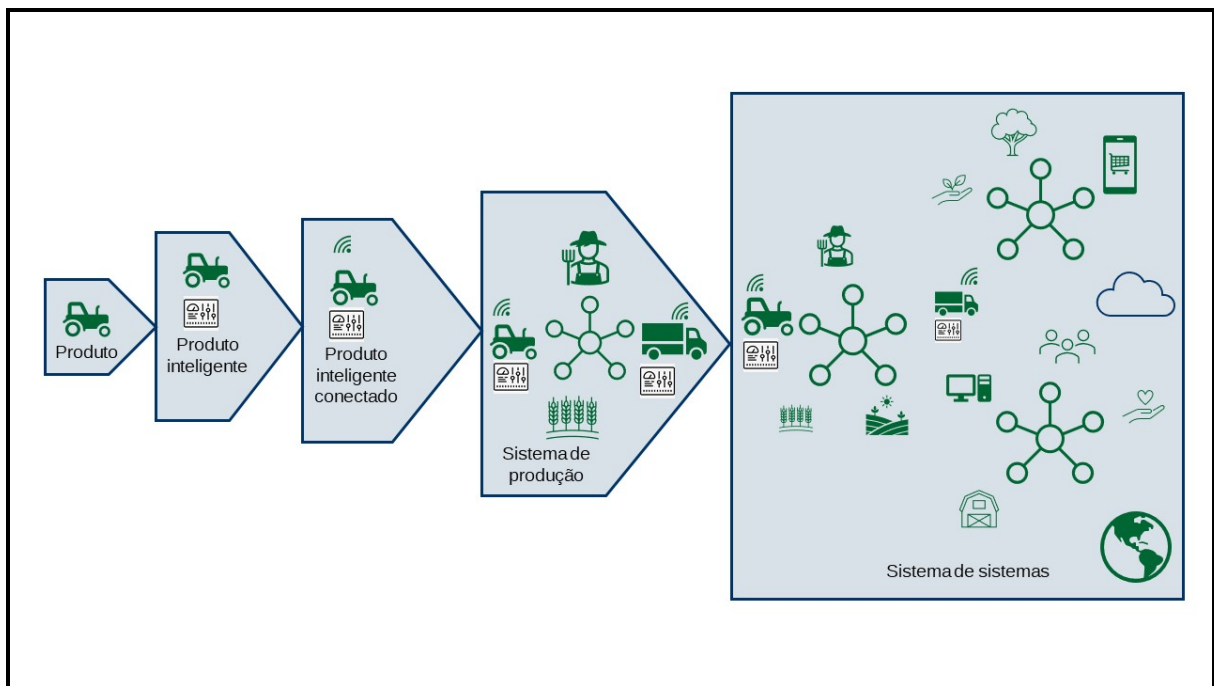


Figura 2.2: Redefinição de fronteiras industriais.

Fonte: Adaptado de Porter e Heppelmann (2014, pp. 12 e 13).

a coleta de dados por meio de sensores incorporados a equipamentos ou dispositivos (celulares, robôs, etc), o envio desses dados para um servidor de nuvem, no qual são processados por programas analíticos e de tomada de decisão. Ainda, segundo os autores, a tecnologia é responsável pelo crescimento da automação da manufatura e da gestão de ativos, além de se apresentar aplicações pra o enfrentamento da COVID19, como no uso de *drones* para fiscalizar o cumprimento de isolamento e do uso de máscaras, rastrear focos da doença e identificar o “paciente zero”¹⁴ e pessoas que com ela tiveram contato, bem como auxiliar equipes médicas no monitoramento remoto de pacientes.

Ainda nessa linha, os biossensores utilizados na conversão de sinais biológicos em elétricos tem ampla aplicação em diversos campos, no enfrentamento da COVID19 podem ser utilizados na medição de glicose, medição da temperatura corpórea, realização de eletrocardiogramas, taxa de respiração e outros sintomas/indicadores de saúde a custo adequado e com precisão (Javaid et al., 2020, p. 422).

2.5.1 INTERNET DAS COISAS MÉDICAS

“Coisa médica indecifrável, a letra do médico.”

—Moacyr Scliar (adaptado).

Internet das Coisas Médicas (IoMT - Internet of Medical Things) é a referência específica da *IoT* na área da médica e possibilita a implementação de plataformas inteligentes para

¹⁴Segundo MS (2018, p. 28), o conceito de paciente zero pode ser entendido como “*paciente inicial em uma população que está sob investigação epidemiológica. O paciente zero pode indicar a fonte de uma nova doença, uma eventual propagação e o que detém o reservatório da doença entre os surtos. É o primeiro paciente que indica a existência de um surto*”.

o tratamento remoto de pacientes ao mesmo tempo em que disponibiliza dados e informações úteis às organizações públicas e privadas de saúde (Yang, Gentile, Shen, & Cheng, 2020, pp. 2).

Yang et al. (2020, pp. 1–3), considerando a pandemia de COVID19 como exemplo, citam que uma plataforma baseada em *IoMT* possibilita que pacientes com sintomas menos graves de saúde sejam monitorados via *Internet* e recebam tratamento e insumos de saúde (medicamentos, kits de tratamento e de monitoramento, por exemplo) no local em que se encontram, mantendo o isolamento e evitando sua exposição ao vírus e, conseqüentemente, a disseminação da doença. Os dados dos pacientes sendo transferidos para bases acessíveis por hospitais e centros de controle de doenças, permite tanto avaliar a melhor indicação de tratamento para paciente específico (se por telemedicina, visita de equipe médica ou atendimento hospitalar), como também fornece informações mais abrangentes sobre casos da doença, distribuição georreferenciada, sintomas etc.

As aplicações da tecnologia *IoT* em dispositivos *wearables* têm grande importância na medicina possibilitando por meio de sensores acopláveis ou implantáveis ao corpo o monitoramento contínuo de parâmetros relacionados como a saúde de pacientes, como temperatura, frequência cardíaca, pressão, nível de oxigênio no sangue e muitos outros, como ilustra a Figura 2.3 (Behmanesh, Sayfour, & Sadoughi, 2020, pp. 5 e 18).

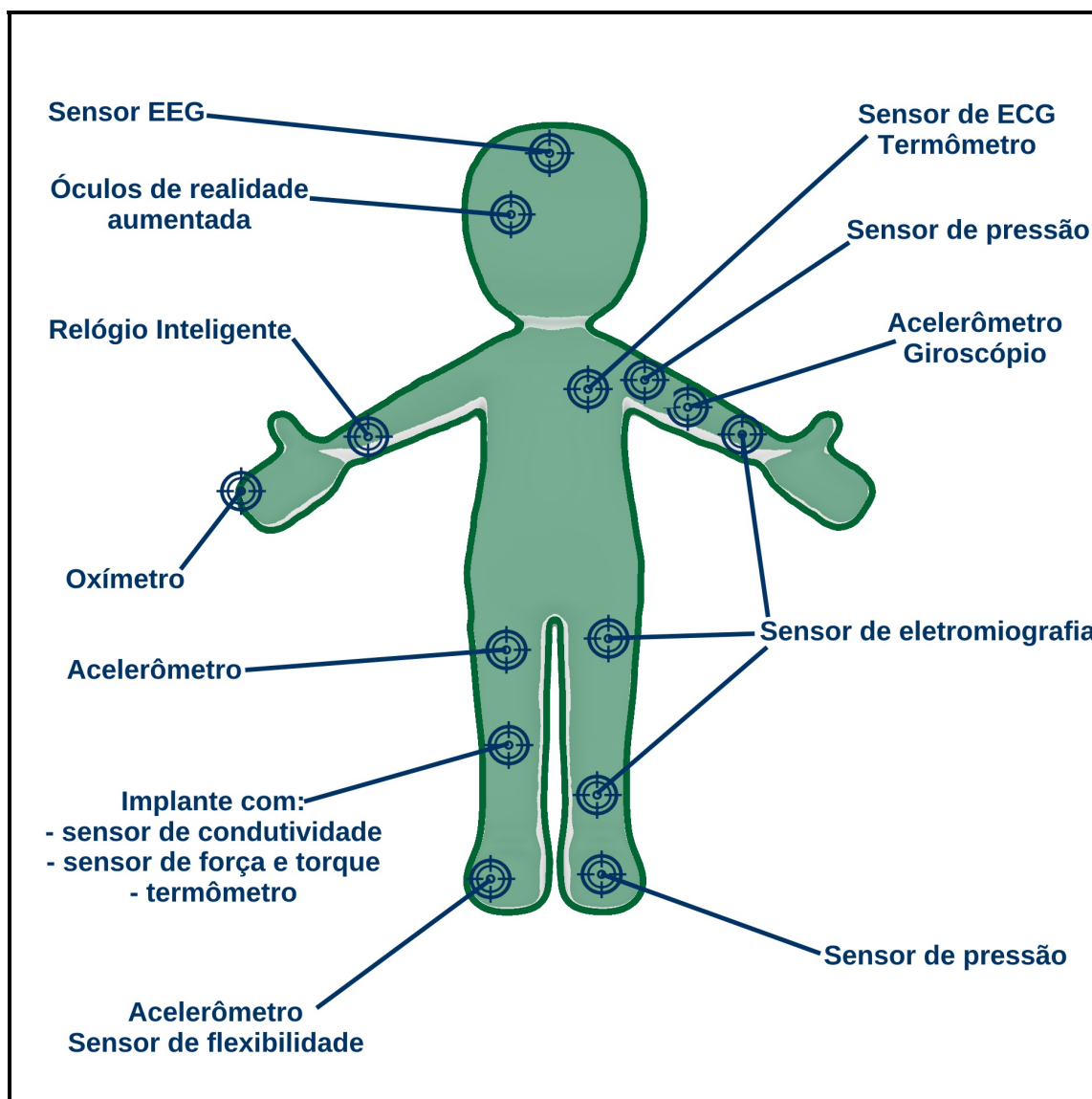


Figura 2.3: Sensores e dispositivos *wearables*.
Fonte: Adaptado de Behmanesh et al. (2020, p. 18).

Considerando aplicações de *IoT* em saúde, em que pese os grandes avanços obtidos, há ainda muitos desafios a serem enfrentados como a precisão e o custo-benefício de sensores, falta de padronização para integração de dispositivos, heterogeneidade de dados na área médica e, principalmente, os aspectos relacionados à privacidade e segurança dos dados (Chatterjee, Armentano, Palombi, & Kun, 2019, p. 1).

2.6 TECNOLOGIAS HABILITADORAS

“Só porque algo funciona, não significa
que não pode ser melhorada.”
—Pantera Negra (filme).

A Revolução Digital, bem como a Indústria 4.0, busca a união do mundo físico ao mundo virtual por meio das tecnologias habilitadoras que compreendem a *IoT*, *BD*, a Computação em Nuvem, a Robótica, a Inteligência Artificial, além de novos materiais e novas tecnologias de manufatura, criando um novo modelo de negócios e contribuindo para expansão da economia em um ambiente (de comércio) global mais dinâmico (Passos, 2020, pp. 1–4).

A Indústria 4.0 vem acompanhada de grandes impactos na atividade produtiva, segundo Passos (2020, p. 9), levantamento da Agência Brasileira para a Indústria 4.0 (ABDI¹⁵) apontam, no Brasil, para as seguintes cifras anuais:

- 73 bilhões de reais de redução de custos industriais;
- 34 bilhões de ganhos na eficiência produtiva;
- 31 bilhões em economia na manutenção de máquinas;
- 7 bilhões em economia de energia.

A crescente incorporação de tecnologias digitais é fonte de melhorias também na saúde, tanto na organização do trabalho como na assistência ao paciente citam Reis, Pimentel, Machado, e de Lima Horta Barbosa (2018, p. 297–305), a exemplo do histórico do paciente em meio eletrônicos disponibilizando acesso a dados de exames a distância e o apoio a diagnósticos por telemedicina. Quanto a equipamentos e materiais médicos e hospitalares, citam os mesmos autores, que a indústria da saúde deve ser alavancada pelas novas tecnologias da Indústria 4.0: tecnologia de manufatura aditiva sendo aplicada ao segmento de próteses e implantes; *IoT* na monitoração de pacientes, apoio ao diagnóstico e referência a distância.

¹⁵Serviço Social Autônomo Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI: instituído pelo Decreto nº 5.352, de 24 de janeiro de 2005, com competência para a promoção da execução de políticas de desenvolvimento industrial em consonância com políticas de comércio exterior e de ciência e tecnologia.

“Hasta la vista, baby!”
—O Exterminador do Futuro.

Russell e Norvig (2010, p. 971) definem robôs como agentes físicos capazes de executar tarefas pela manipulação do mundo físico através de seus efetores¹⁶: pernas, rodas, juntas e pinças, se equipados com sensores como câmeras, lasers, giroscópios e acelerômetros conseguem perceber o meio ambiente ao qual estão inseridos. Os autores afirmam que os robôs podem ser agrupados em três categorias básicas:

- manipuladores ou braços robóticos, quando estão fixos a uma base tal qual robôs de uma linha de produção;
- móveis quando possuem mecanismos que permitem o deslocamento, sendo exemplos os que movem contêineres, veículos autônomos não tripulados;
- móveis manipulados, estes apresentando característica mais humanóides.

Ressaltam Russell e Norvig (2010, p. 973) que o campo da robótica ainda compreende próteses (membros, orelhas e olhos artificiais), ambientes inteligentes (*e.g.* edificações inteligentes com efetores e sensores), além de sistemas multicorpos¹⁷.

Inovações em sensores, dispositivos, veículos aéreos não tripulados (*Drones*), redes de informação e aprendizado de máquina tem trazido rápido progresso da robotização e da automação, conforme cita Oztemel e Gursev (2018, p. 129).

Lanza, Seidita, e Chella (2020, pp. 3–5) propõem um modelo de assistência virtual à saúde de pessoas idosas morando sozinhas composto de uma arquitetura que compreende um robô cuidador, proativo e autônomo, capaz de monitorar e assistir o idoso *in loco* em cooperação com um médico posicionado remota mas não permanentemente. A arquitetura é parte de um sistema cognitivo baseado em IA. Entre as vantagens da arquitetura proposta, estão o uso de um robô como um avatar do médico, demanda de menor número de médicos (um médico atuar com vários robôs), redução de riscos de infecção como no caso da COVID-19 em razão da imunidade inerente aos robôs e rapidez na assistência em casos de intercorrências (Lanza et al., 2020, p. 10).

“Adamantium, Vibranium, Eternium,
Mithril, Uru...”
—

A manufatura aditiva, também conhecida como impressão 3D, é um processo de fabrica-

¹⁶Em medicina, define-se efetor como “órgão terminal de um nervo que distribui impulsos ativadores da contração muscular e secreção glandular” (Michaelis, 2021b).

¹⁷Flores, Ambrósio, Claro, e Lankarani (2008, p. 1) definem sistema multicorpos como um conjunto de corpos atuando sobre a ação de forças de diferentes fontes e interconectados por diferentes tipos de juntas que restringem seus movimentos, sendo exemplos robôs, ferramentas de maquinaria, suspensões e sistemas de direção de automóveis, corpos de animais ou satélites.

ção totalmente automatizado que produz peças a partir de um modelo geométrico de um sistema CAD¹⁸ por adição de camadas sucessivas de material, tendo sido desenvolvido pela integração de diversas tecnologias, entre as quais as tradicionais de manufatura (metalurgia do pó, extrusão, soldagem, usinagem por comando numérico computadorizado etc.), laser, feixes de elétrons e impressão a jato de tinta, associada ao uso de materiais específicos (Volpato & Carvalho, 2018, pp. 17 e 18).

A ABNT (2018, pp. 2 e 3) descreve 7 categorias de processos de manufatura aditiva que estão apresentadas na Tabela 2.3 (ABNT, 2018, pp. 2 e 3). Ainda nesse contexto, Volpato e Carvalho (2018, pp. 24 –26) elencam diversas vantagens da manufatura aditiva, destacando-se:

- fabricação de peças com complexidade geométrica impossíveis de serem feitas por outros processos;
- baixo desperdício de material e uso eficiente de energia;
- cálculos complexos para a trajetória de ferramentas não são necessários;
- rapidez para produção em baixa escala;
- ideal para aplicações altamente customizadas e de baixa produção como áreas médicas e aeroespacial.

Processo	Descrição
Jateamento de aglutinante.	Adesivo líquido é depositado seletivamente para unir materiais em pó.
Deposição por energia dirigida.	Energia térmica (laser, feixe de elétrons, arco de plasma) é utilizada para fundir e soldar os materiais depositados.
Extrusão de material.	Material é extrudado através de um bico ou orifício.
Jateamento de material.	Deposição seletiva de material em gotas.
Fusão de leito de pó.	Fusão seletiva por energia térmica de regiões de um leito de pó.
Adição de lâminas.	Lâminas de material são coladas para formar o objeto.
Fotopolimerização em cuba.	Polímero líquido é seletivamente curado por polimerização ativada por luz.

Tabela 2.3: Categorias de processos de manufatura aditiva.

Fonte: Adaptado de ABNT (2018, pp. 2 e 3).

A manufatura aditiva tem ampla aplicação médica e odontológica, conforme exemplificam (Volpato, Silva, & Munhoz, 2018, pp. 347 e 354–365):

- produção de implantes ortopédicos não maciços (corpos porosos), com diferentes geometrias, de propriedades mais semelhantes aos ossos e com maior capacidade de osteointegração em razão de superfícies com textura controlada a partir de titânio, cromo-cobalto e aço inox, por meio do processo de fusão em leito de pó metálico¹⁹;

¹⁸ *Computer-Aided Design*.

¹⁹ Processo de manufatura aditiva de peças complexas a partir da varredura de superfície (leito) de pó metálico por *laser* ou feixe de elétrons provocando a fusão ou sinterização das partículas e consolidando finas camadas fundidas umas às outras até a formação das peças (Munhoz et al., 2018, p. 249 e 250).

- reconstrução de modelos físicos tridimensionais por meio da integração com as tecnologias de imagens médicas (tomografia computadorizada, ressonância magnética e ultrassom) para auxiliar o diagnóstico de doenças ou utilização em ensino e treinamento;
- produção de biomodelos e guias cirúrgicas personalizadas para aplicação de medicamentos ou para posicionamento de implantes.

A adoção da manufatura aditivada para a produção de peças customizadas tem tido amplo sucesso não só em áreas como medicina e odontologia, mas também na indústria da moda e de acessórios cuja “hiperflexibilidade” possibilita personalização de peças, interação digital com consumidores, fabricação direta, menor complexidade da cadeia de fornecimento com impacto na redução de prazos etc (Bogers, Hadar, & Bilberg, 2016, p. 225).

Entre algumas das limitações atuais da manufatura aditiva, Volpato e Carvalho (2018, pp. 26 e 27) citam:

- custo elevado da tecnologia;
- restrição de materiais empregáveis;
- lentidão para produção em escala;
- peças produzidas com propriedades anisotrópicas²⁰;
- precisão e acabamento inferiores aos métodos convencionais;
- problemas de distorções e empenamento decorrentes de fatores térmicos/químicos dos processo.

A falta de equipamentos médicos e de proteção individual observada no transcorrer da COVID19 tem impacto negativo com o aumento de mortes durante a pandemia, tendo ocorrido em consequência da grande e abrupta demanda aliada a restrições de transporte e comércio, quarentenas e interrupções de produção, forçando fornecedores a inovar e adotar novas estratégias de manufatura (Belhouideg, 2020, pp. 1014 e 1015).

Belhouideg (2020, p. 1020) cita que uma cadeia de suprimentos formada por cidadãos, trabalhando remotamente, para a produção de equipamentos de proteção contra COVID19 a partir de manufatura aditiva (impressão 3D) e de sistemas de código-fonte abertos é uma solução poderosa para o enfrentamento de escassez decorrente da alta demanda durante a pandemia. O autor cita exemplo de falta de equipamentos médicos na Itália durante a atual pandemia, como máscaras e válvulas de equipamentos de suporte a respiração, se as válvulas não fossem protegidas pelo direito da propriedade intelectual, em situações particulares de desastres com escolhas entre a vida e a morte, esta carência de oferta poderia ser suprida por uma comunidade de impressão em 3D.

²⁰Anisotropia: propriedades físicas diferentes para diferentes direções (Michaelis, 2021a).

“A primeira regra de qualquer tecnologia utilizada nos negócios é que a automação aplicada a uma operação eficiente aumentará a eficiência. A segunda é que a automação aplicada a uma operação ineficiente aumentará a ineficiência.”
—Bill Gates.

A simulação digital é uma das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 com capacidade de reproduzir em ambiente computacional cenários e características de modelos de sistemas fabris, com vistas a extrair informações que possibilitem a melhoria dos processos, da produtividade, dos tempos, dos produtos e *lay-outs*, por exemplo, sendo que as áreas de engenharia e manufatura têm se destacado nas pesquisas sobre o tema (Randon & Cecconello, 2019, pp. 117, 118 e 123).

A visão sistêmica destaca a importância, a interdependência e o impacto de todos os processos, funções e tarefas que compõem a organização (produtiva) e contribuem para a consecução de seus objetivos, sendo a modelagem, ou seja, a construção de uma representação simplificada do sistema real, uma forma de realizar experimentos e avaliações sem interferir no sistema real ao mesmo tempo que auxilia no processo de tomada de decisões (Gregório, 2019, p. 62).

Segundo Gregório (2019, pp. 64 e 65), a simulação do sistema é realizada aplicando diversos cenários (variáveis) ao modelo e analisando o seu comportamento (resposta), tendo essa tecnologia diversas vantagens, tais como:

- simplificação da realidade;
- visualização sistêmica das operações;
- baixo custo;
- possibilidade de testes de hipóteses;
- projeção de capacidade produtiva, tempos, estoques e utilização de recursos;
- representação de fluxos (materiais, pessoas, etc).

Alkher et al. (2019, p. 1), por exemplo, apresentam benefícios relevantes da implementação do conceito enxuto apoiado pela simulação (digital) em processos de laboratórios clínicos de instituições de saúde com resultados positivos significativos para aperfeiçoamento do negócio e aumento da receita, tendo eles utilizados, para atingir os propósitos do trabalho, os seguintes recursos:

- pacote de *software* SPSS^{®21} para análise estatística dos dados;
- uma ferramenta de mapeamento de fluxo de valor para mapear processo;

²¹IBM SPSS[®], segundo a própria IBM[®], é “uma plataforma de *software* de análise estatística avançada, que oferece uma vasta biblioteca de algoritmos de *Machine Learning*, análise de texto, *data science*, extensibilidade de *software* livre, integração com *Big Data* e implementação contínua em aplicativos” (IBM Brasil, 2020).

- o pacote de *software* FlexSim HC® para simulação do sistema.

Os autores destacam (2019, p. 5) que o pacote de *software* FlexSim HC® é específico para aplicações de simulação (digital) de processos em instituições de saúde, possibilitando, inclusive, a visualização tridimensional do processo e da movimentação de pacientes e servidores pelas instalações.

Entre as conclusões de Alkher et al. (2019, p. 6), a simulação digital do sistema, com diferentes parâmetros, resultou em novo processo otimizado com fluxo de trabalho mais rápido, eliminação de tempos que não acresciam valor ao processo, fornecimento mínimo de suprimentos, diminuição do tempo de análise de resultados laboratoriais, diminuição do tempo de espera de pacientes, etc.

Segundo os mesmos autores (2019, p. 1), o mundo contemporâneo dos negócios tem se tornado cada vez mais desafiador em razão de constantes turbulências de mercado, do meio ambiente dinâmico, de condições de negócios imprevisíveis, entre outros fatores, os quais forçam os gestores a terem disponíveis processos capazes de responder rápida e adequadamente às demandas que surgem, sugerindo, entre as abordagens estratégicas possíveis, a implantação de sistemas baseados no conceito enxuto de forma a ter flexibilidade, eficiência e efetividade em produtos e serviços.

2.6.4 SISTEMAS CIBERFÍSICOS

“Já tiveste algum sonho do qual
estivesses certo que fosse real? E se fosses
incapaz de acordar desse sonho? Como
conseguirias distinguir a diferença entre
o mundo do sonho e o mundo real?”

—Matrix.

Sistemas ciberfísicos, segundo Oztemel e Gursev (2018, p. 141), são compostos pela integração de processos computacionais e físicos, utilizando as tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, com funcionalidades de imagem e controle, com capacidade de resposta a *feedbacks*, inclusive de confirmação, e controle instantâneo dentro de resultados desejados.

Ainda segundo os mesmos autores, um sistema ciberfísico é capaz de realizar as seguintes funções em um sistema de manufatura:

- monitorar processos;
- contribuir na geração de um sistema de larga escala por sua aplicabilidade em diversos domínios;
- integrar diferentes disciplinas em diferentes domínios;
- manter confiabilidade efetiva;
- interagir com usuários de forma substancial;
- ter monitoramento de desempenho em tempo real;
- ser configurável, implantável e desativável em tempo real;
- ter comportamento autônomo e ser capaz de tomar decisões;

- ter comunicação distribuída e interconectada.

Herrmann, Juraschek, Burggräf, e Kara (2020, p. 9) citam a implantação de sistemas de produção ciberfísicos como um dos principais avanços na engenharia de produção, descrevendo-os como sistemas de produção físicos conectados a sistemas cibernéticos equivalentes virtuais por meio da aquisição e do processamento de dados. O sistema cibernético é responsável por modelar, simular e analisar os dados, sendo os resultados transferidos ao mundo real por meio de recomendações ou processos de controle direto, ficando o ser humano responsável pela supervisão.

Iqbal, Doctor, More, Mahmud, e Yousuf (2020a, pp. 767–768) são explícitos ao incluir a Computação em Nuvem como uma característica dos sistemas ciberfísicos, considerando os sistemas ciberfísicos em nuvem o estado da arte das arquiteturas baseadas em nuvem. Os autores definem sistema ciberfísico em nuvem como uma arquitetura hierárquica na qual os dispositivos, localizados na camada física, se comunicam e transacionam, de forma segura, com os recursos computacionais e de comunicação localizados na camada cibernética por meio de interações complexas, operações de sensoriamento, armazenamento e processamento de grande quantidade de dados, ou seja, *BD*.

Os autores ainda citam que os sistemas ciberfísicos também estão sendo utilizados na área de serviços à saúde e na predição de choques²² de saúde, com capacidade de aperfeiçoar os serviços e práticas tradicionais em benefício de pacientes e médicos por meio de informações e recomendações baseadas tanto em dados individuais do paciente bem como em dados populacionais, cujo alcance extrapola seus resultados para a preparação física, estilo de vida, cuidados sociais e monitoração do bem estar.

2.6.5 SEGURANÇA CIBERNÉTICA

“Eles têm mais informações sobre nós do que jamais se imaginou na história da humanidade. É algo sem precedentes.”

—O Dilema das Redes.

O Glossário de Segurança da Informação do Gabinete de Segurança Institucional (Brasil, 2019) define segurança cibernética como sendo:

ações voltadas para a segurança de operações, de forma a garantir que os sistemas de informação sejam capazes de resistir a eventos no espaço cibernético capazes de comprometer a disponibilidade, a integridade, a confidencialidade e a autenticidade dos dados armazenados, processados ou transmitidos e dos serviços que esses sistemas ofereçam ou tornem acessíveis.

A segurança cibernética ao ser tratada pelo governo brasileiro no nível de segurança institucional, mostra a relevância do tema. A segurança cibernética é uma das principais prioridades tanto para os governos como para o mundo dos negócios, sendo parte elementar, atualmente, da

²²Choque é um evento adverso que leva a perda de renda familiar, redução no consumo ou perda de ativo produtivo (Clarke e Dercon, 2009 *apud* Pradhan e Mukherjee, 2016, p. 6) que, a depender da natureza, pode ser decomposto em categorias (choque climático, choque econômico, choque político, choque de criminalidade, choque de saúde etc) e apresenta-se em dois tipos, covariável, quando impacta uma comunidade, uma região ou um país (e.g. desastre natural, crise econômica, crise política) ou idiossincrático, quando impacta uma pessoa ou número reduzido de pessoas (e.g. doença ou perda do emprego do arrimo de família) (Pradhan & Mukherjee, 2016, pp. 1, 2 e 4).

economia e da sociedade global, bem como ponto de conflitos de interesses estatais domésticos e internacionais, tornando-se desafio proeminente na liderança estratégica, como citam Lehto e Limnéll (2020, p. 139). Os autores, também, destacam que a sociedade moderna e seus cidadãos têm, essencialmente, sua segurança garantida, nos dias atuais, somente se os sistemas de comunicação e informação forem confiáveis e funcionarem (praticamente) sem interrupção face a ameaças e incidentes cibernéticos.

Viabilizar a segurança das comunicações e das informações é essencial para a gestão e salvaguarda dos usuários (individuais e corporativos) e processos, devendo-se implantar ações contra ataques de *hackers* e outros riscos cibernéticos, inclusive o terrorismo cibernético (Kalakuntla, Vanamala, & Kolipyaka, 2019, p. 116). Considerando que a *Internet* é o principal canal de transações e o seu constante e rápido crescimento associado a novas tecnologias, como serviços em nuvem, aplicativos móveis, comércio eletrônico, *Internet banking* e muitos outros, mudando a humanidade, maior é a demanda por processos com altos padrões e elevados níveis de segurança para proteção de dados e processos ou como uma forma de torná-los menos susceptíveis a crimes cibernéticos, que também crescem ao ritmo da tecnologia (Kalakuntla et al., 2019, p. 117).

Em um ecossistema *IoT*, a segurança visa não só a preservação da privacidade e confidencialidade, mas também a segurança dos usuários, das estruturas, dos dados, dos dispositivos *IoT* e da disponibilidade de serviços oferecidos (Noor & Hassan, 2019, p. 283). Citam as autoras que a integração entre os domínios físicos e cibernéticos de sistemas *IoT* aumentam a exposição a riscos, lembrando que são exemplos desses sistemas os carros autônomos, as redes de distribuição de energia, os *drones* de sistemas de vigilância em cidades inteligentes. Ressaltam ainda o acelerado ritmo de crescimento e de expansão dessas e de novas aplicações, fazendo instituições e pessoas dependerem cada vez mais dessas tecnologias.

Schunter e Wespi (2019, p. 280), considerando aspectos de segurança e privacidade, citam que a *IoT* é a área da tecnologia que tem sido o maior alvo de novos ataques, fascinante, por um lado, a variedade de ataques desenvolvidos por criminosos e pesquisadores, mas aterrorizante por outro lado, pois são ataques que se situam na fronteira dos domínios lógicos e físicos, não se restringindo os impactos à segurança e privacidade de dados, mas também da segurança em diversos domínios físicos, incluindo indústrias e hospitais, como foram os ataques de *Stuxnet*²³ e *botnet*²⁴ *Mirai*²⁵.

A *IoT* tem como característica intrínseca a transação de grandes volumes de informação entre diversos objetos, servidores de armazenamento e de processamento dados, espalhados geograficamente e interconectados por diversos canais de comunicação, em tempo real, sendo estas informações compostas dos mais diversos tipos de dados (pessoais, de configurações de dispositivos, de controle de processos, de transações financeiras etc) e diferentes níveis de sensibilidade, portanto, susceptíveis a ataques e falhas que impõem desafios tecnológicos não convencionais em soluções de segurança (Awad, Furnell, Hassan, & Tryfonas, 2019, p. 1).

Noor e Hassan (2019, pp. 282–292) citam que a arquitetura *IoT* é baseada em um sistema de três camadas, a camada de percepção/*hardware*, a camada de rede/comunicação e a camada de interfaces/serviços. A essas camadas estão associados os elementos que compõem um sistema *IoT*: *hardware*/dispositivos, protocolos de comunicação/mensagens e interfaces/serviços, respectivamente, havendo assim uma diversidade de dispositivos, de protocolos de comunica-

²³*Software* malicioso e autorreplicável que infectou diversas indústrias no Irã, inclusive uma de enriquecimento de urânio, tem como principal característica se alojar em programa industrial de controle de sistemas podendo controlar equipamentos ou espionar (Kushner, 2013, p. 1).

²⁴Rede de vários computadores infectados e comandados por um computador principal para cumprir um objetivo (Regan, 2018, p. 1).

²⁵*Botnet* específico para atacar sistemas *Linux* e que tem como alvo dispositivos *IoT*, o nome *Mirai* é referência a um anime sobre crianças que usam um diário de viagens no tempo para assassinar outras e se tornarem deuses (Regan, 2018, p. 1).

ção, de interfaces e de serviços oferecidos que impossibilitam a implementação de soluções (suficientes) de segurança com base em soluções de redes tradicionais.

As autoras concluem que tecnologias de segurança cibernética como autenticação, encriptação e *firewalls* devem ser implementadas em sistemas *IoT*, mas não são suficientes em razão das suas características de interação e integração de sistemas físicos e cibernéticos, devendo a mitigação da segurança abranger todas as camadas, sendo necessária uma modelagem de ameaça apropriada para *IoT*.

2.6.6 REALIDADE AUMENTADA

“A realidade é a única coisa que é real.”

—Jogador Nº 1.

A realidade aumentada é uma das tecnologias da revolução digital que visa a expansão da percepção do mundo real, físico, por meio da integração com informações digitais, sons e imagens, de forma a criar um novo ambiente de interação “natural” entre as partes integradas, cujas recentes aplicações possibilitam soluções de contextualização de informações, como anotações e destaques visuais em partes físicas de objetos e posicionamento de artefatos virtuais, tornando-se também uma eficiente ferramenta de aprendizagem (Nguyen, Jung, & Dang, 2020, p. 2).

Fraga-Lamas, Fernandez-Carames, Blanco-Novoa, e Vilar-Montesinos (2018, p. 13359 e 13360) descrevem realidade aumentada como um conjunto de tecnologias que utilizam de dispositivos eletrônicos para visualizar, direta e indiretamente, o mundo real em combinação com elementos virtuais, sendo os sistemas representados pelo diagrama de blocos da Figura 2.4 e compostos, basicamente, de:

- elemento de captura de imagem (câmera);
- elemento de projeção de imagens capturadas e inserção de elementos virtuais (*smartphone*, *tablet*, projetor digital, óculos ou capacete inteligente com visor acoplado etc.);
- unidade de processamento;
- elementos de ativação de informações digitais (imagens, posicionamento por *GPS*, compasso, altímetro, sensor térmico etc).

A realidade aumentada significa uma mudança de paradigma no modo dos profissionais realizar suas tarefas, servindo como uma interface homem-máquina de comunicação e cooperação a prover ferramentas poderosas em diversas atividades, desde montagem, manutenção, controle de qualidade até a gestão de materiais (Fraga-Lamas et al., 2018, p. 13358).

Javaid et al. (2020, p. 421) citam ainda que recursos como a holografia ou fotografia em três dimensões (3D), pela capacidade de reconstrução precisa de objetos²⁶ possibilita uma nova forma de interação entre as pessoas sem a necessidade de contato físico, sendo aplicável em reuniões, conferências e no convívio social à distância.

Outra vantagem da aplicação da tecnologia está na elaboração de documentação técnica de sistemas e equipamentos que pode entrar em uma nova geração de digitalização ao deixar

²⁶Nota do autor: O termo objeto pode ser interpretado em sentido mais amplo e incluir pessoas, cenários e até a visualização de exames de partes do corpo.

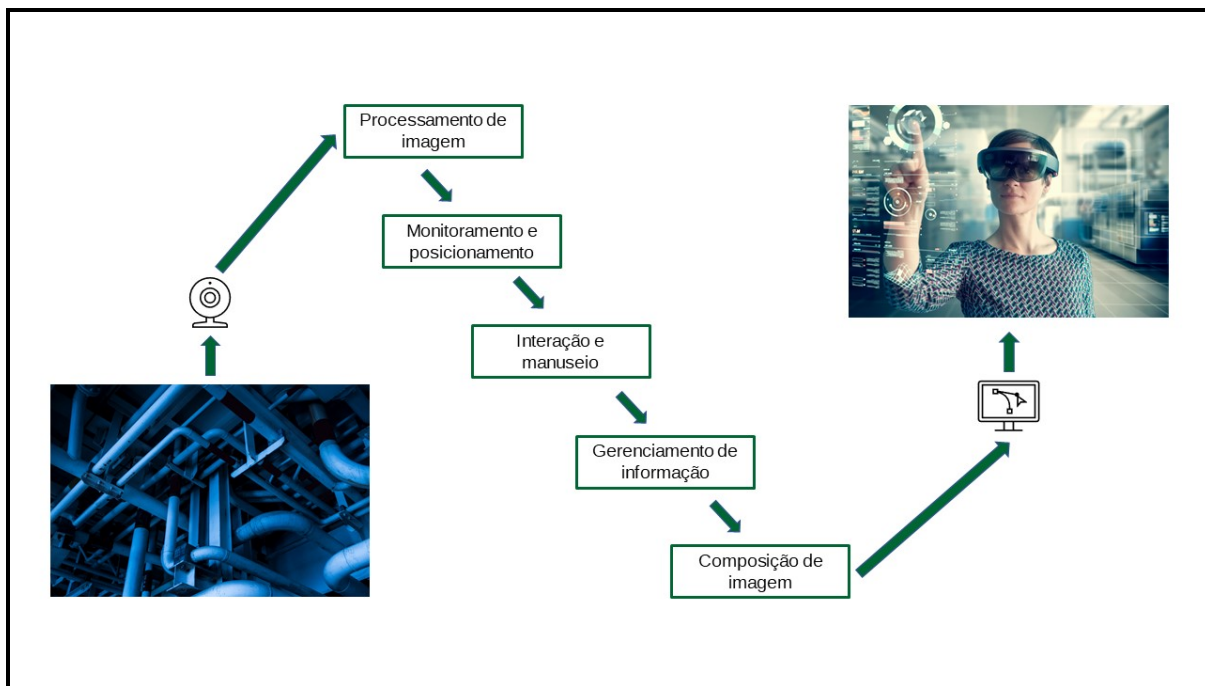


Figura 2.4: Diagrama de realidade aumentada.
Fonte: Adaptado de Fraga-Lamas et al. (2018, p. 13360).

de ser baseada em texto, como os tradicionais manuais em versões impressas ou digitais em *PDF*, por exemplo, e passar a incorporar recursos gráficos e multimídia com o uso de realidade aumentada e realidade virtual²⁷ (Scurati et al., 2018, p. 68).

Scurati et al. (2018, pp. 68–69) descrevem que a documentação técnica em realidade aumentada passaria a incluir o ambiente real associado à superposição de conteúdos gráficos animados, como modelos 3D geo-localizados, indicando o passo a passo de cada atividade, inclusive com pouco texto de forma a contribuir para a superação de barreiras linguísticas e culturais do mundo globalizado.

A realidade aumentada também pode ser utilizada associada à tecnologia de aparelhos celulares para auxiliar trabalhadores a executar tarefas de forma mais fácil e rápida, complementando/compensando habilidades para as quais não foram treinados, além de ampliar as possibilidades de trabalho remoto e virtual, assim, reparos em instalações industriais podem ser feitos pelo trabalhador a partir da sua casa (Czifra & Molnár, 2020, pp. 40 e 41).

Trabalhadores da área de saúde também podem usufruir da tecnologia de realidade aumentada que associada a robôs colaborativos possibilita o treinamento e simulação de várias atividades médicas como acontece em procedimentos altamente dinâmicos ou protocolos técnicos relacionados a COVID19 (Khan et al., 2021, p. 6).

A tecnologia de realidade aumentada, assim com a realidade virtual também é propícia para a criação de *serious games*. Machado, Moraes, Nunes, e Costa (2011, pp. 254 e 255) definem *serious games* como jogos nos quais o jogador aplica seus conhecimentos na resolução de problemas, tomada de decisões, aquisição de conhecimento e treinamento profissional, contribuindo a realidade virtual com o seu potencial de motivação do processo de aprendizagem pela inclusão de suas características de interação, imersão e envolvimento.

Segundo Javaid et al. (2020, p. 421), a realidade virtual, por simular experiências mais próximas às do mundo real e cujas aplicações vão de videogames a treinamento, como já dito no texto, também se mostra como uma excelente forma de comunicação e colaboração em tempos de pandemia por possibilitar a sensação de proximidade entre pessoas e tarefas, evitando

²⁷Nota do autor: A realidade virtual se diferencia da realidade aumentada, basicamente, pelo seu potencial de imersão.

deslocamentos e perda de foco.

Considerando tempos de pandemia, Ellis et al. (2020, p. 1, 2 e 11) concluíram que jogos de realidade aumentada baseados em localização, como o *Pokémon GO*[®] e o *Harry Potter: Wizards Unite*[®], têm se mostrados benéficos para promoção da saúde física e mental durante a COVID19, pois estimulam atividades físicas e interação social.

Empresas como *Google*[®] e *Apple*[®] disponibilizam diversas ferramentas e bibliotecas para o desenvolvimento de aplicações de realidade aumentada que se utilizam de sensores de dispositivos portáteis (aparelhos de celular) para monitorar movimentos, estimar luminosidade e perceber o ambientes (Nguyen et al., 2020, pp. 2 e 3).

CAPÍTULO 3

MÉTODO

“Ciência é conhecimento organizado.

Sabedoria é vida organizada.”

—Immanuel Kant.

As informações apresentadas nos capítulos anteriores permitem inferir que pandemia é um evento de ocorrência certa, mas de previsibilidade talvez impossível. Quando, onde e como se iniciará, não se sabe, mas mesmo antes de iniciada, o uso da tecnologia e de políticas de saúde são úteis e necessárias para monitorar, para identificar local ou região de primeiras ocorrências, para estimar a taxa de contaminação entre pessoas, a taxa de expansão geográfica, os sintomas e os males na saúde dos infectados, os meios de transmissão, entre outras tantas informações a basilar ações mitigadoras efetivas de seus impactos negativos, tanto de contenção às áreas afetadas e de prestação de assistência adequada à saúde de pessoas atingidas, como, também, pela adoção de medidas profiláticas, sendo bons exemplos a produção de vacinas e a implantação de logística de imunização de populações.

Neste capítulo, o trabalho de revisão de literatura sobre *Internet das Coisas (IoT)* aplicada à gestão de pandemias é detalhado, incluindo critérios de seleção de artigos, de classificação e de codificação até a consolidação de dados para discussão e conclusão. Adota-se uma abordagem de pesquisa mista ao optar por um processo de coleta, análise e vinculação de dados tanto quantitativos como qualitativos, conforme descrevem Sampieri, Collado, e Lucio (2013, p. 548).

3.1 PROCEDIMENTOS ADOTADOS

O método de revisão da literatura adotado neste trabalho, como já citado, segue os passos propostos por Lage Junior e Godinho Filho (2010, pp. 14–15) e também utilizado por outros pesquisadores como Seuring (2013, pp. 1514–1516) e C. J. C. Jabbour (2013, pp. 144–147):

- Passo 1: Identificação de literatura relacionada a *IoT* e pandemia;

- Passo 2: Desenvolvimento do *framework* de classificação e codificação lógica (matriz de relevância) tendo como base a literatura identificada no Passo 1;
- Passo 3: Apresentação do resumo da literatura identificada no Passo 1 de forma estruturada seguindo classificação desenvolvido no Passo 2;
- Passo 4: Organização da revisão de literatura a partir do *framework* de classificação e codificação;
- Passo 5: Análise da revisão da literatura organizada segundo o *framework* de classificação e de codificação desenvolvidos com vistas a identificar lacunas, oportunidades e apresentar sugestões para trabalhos futuros.

É oportuno destacar que nos próximos tópicos deste capítulo serão apresentados os Passos 1 e 2, no Capítulo 4 serão desenvolvidos os Passos 3, 4 e 5 de organização e de análise da revisão da literatura com vistas a identificação de lacunas e de oportunidades, assim como a apresentação de sugestões de trabalhos futuros.

3.2 COLETA DE DADOS

Os artigos da revisão da literatura foram coletados no dia 15 de julho de 2020, tendo como fonte a base *Science Direct*[®], da Elsevier[®], a partir de acesso por meio do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Ministério da Educação (MEC), cujo conteúdo assinado é disponibilizado gratuitamente para instituições participantes, categoria a qual a Universidade de Brasília (UnB) integra.

Os termos *IoT* e *pandemic* foram utilizados na pesquisa de artigos, considerando os anos de 2015 a 2020, tendo sido apresentados 70 resultados relacionados às palavras-chave. Em primeira leitura dos artigos, verificou-se que os artigos dos autores Ballesteros Sanz et al. (2020), Cinesi Gómez et al. (2020), Fraile Gutiérrez et al. (2020), Gracia, Rius, e Carmona (2020) Jorge-Pérez et al. (2020) e Rubio et al. (2020) abordam recomendações médicas para tratamento de pacientes de COVID19 e o termo “IOT” apresentado no texto refere-se a intubação orotraqueal e não a *Internet of Things*, razão pela qual os trabalhos foram removidos da presente pesquisa. O artigo dos autores Montibeler e de Oliveira (2018) também foi retirado por “IOT” fazer referência a *Input-Output Tables* que são dados utilizados em análises de impactos econômicos. Assim, os 63 textos restantes são listados na Tabela 3.1 e a distribuição das publicações por ano no período considerado é apresentada na Figura 3.1.

O artigo dos autores Sakhnini, Karimipour, Dehghantanha, Parizi, e Srivastava (2019, pp. 2 e 7) aborda pandemia de forma diferente dos demais por apresentar redes inteligentes de *IoT* como alvos de ataques cibernéticos por *software* malicioso pandêmico com potencial para infectar todos os dispositivos em curto espaço de tempo utilizando estratégia de varredura topológica. Em uma situação dessas, os potenciais benefícios econômicos e sociais das redes inteligentes se revertem em malefícios para a população e prejuízos para as instituições.

Cabe ressaltar que a pesquisa foi realizada no cenário da COVID19, declarada pandemia em 11 de março de 2020, tendo o escritório da OMS, na China, tido ciência dos primeiros casos dessa “pneumonia viral” por meio de informações publicadas no *site* da Comissão Municipal de Saúde de Wuhan e na sua plataforma “Inteligência de Epidemia de Fontes Abertas”, em 31 de dezembro de 2019 (WHO, 2021a, p. 1).

Tendência de crescimento constante e tímida é observada na Figura 3.1 para o período de 2015 a 2019, mas em 2020 ocorre um *boom* de publicação de artigos a respeito da temática

Artigo	Resumo	Contribuição ao Tema
Aceto, Botta, Marchetta, Persico, e Persicopé (2018).	Os autores destacam a importância de estudo amplo sobre as causas das interrupções da <i>Internet</i> em razão de sua relevância na comunicação global buscando identificar <i>gaps</i> não abordados na literatura.	O termo <i>IoT</i> é abordado no contexto de vulnerabilidade a ataques cibernéticos e o termo <i>pandemic (pandemics)</i> como exemplo de categoria de evento (desastres de larga escala) que pode resultar em interrupção da rede. O artigo aborda a importância da <i>Internet</i> para as novas aplicações relacionadas ao mundo físico como os sistemas ciberfísicos e <i>IoT</i> .
Ahmadi-Javid, Seyedi, e Syam (2017).	Abordam o problema de locação de estabelecimento de assistência à saúde (EAS) e apresenta <i>framework</i> para classificação de tipos de EASs, a partir do qual, é realizada uma revisão da literatura.	Inclui <i>IoT</i> e outras tecnologias da revolução digital em sugestão de trabalho futuro sobre estudo de locação de EAS baseado em <i>TI</i> e <i>online</i> como dispositivos médicos de acesso remoto interativos, EAS móvel ou estações temporárias de ambulâncias. Na descrição de EAS do tipo “ponto de distribuição”, pandemia é citada como exemplo que exige esse tipo de estrutura para distribuição de vacinas e medicamentos em massa.
Angurula, Bala, Bamber, Kaur, e Singh (2020).	Proposta de sistema de serviço médico baseado em <i>drone</i> (coleta de material para exames laboratoriais e entrega de medicamentos).	O uso de serviço de <i>drone</i> para redução de risco de infecção durante pandemia.
Asghari, Sierra-Sosa, e Elmaghraby (2020).	Apresentam <i>framework</i> para extração de informações de <i>sites</i> de redes sociais como o <i>Twitter</i> ® para identificação de desastres, prevenção de epidemias etc.	Utiliza técnicas de <i>deep learning</i> e <i>transfer learning</i> para extrair informações de redes sociais úteis para estudos e pesquisas em saúde pública.
Astill, Dara, Fraser, Roberts, e Sharif (2020).	Apresenta a gestão inteligente de aves para possibilitar o aumento e monitoração da produção na avicultura.	<i>IoT</i> e <i>BD</i> são apresentadas como tecnologias para a automação na avicultura. Exemplifica a utilização de sensores <i>wearables</i> que monitoram alterações da fisiologia do movimento das aves e de bio-sensores para a identificação de contaminação da criação pelo vírus da gripe aviária.
Bakalis et al. (2020).	Reflexão sobre a importância de sistemas alimentares resilientes e a atual pandemia COVID19.	Destaca a relevância da segurança alimentar em tempos de choques e crises, considerando que pandemias podem ser mais frequentes e o impacto da COVID19 no sistema de cadeia alimentar (produção e logística para disponibilizar alimentos para todos). <i>IoT</i> é citado como exemplo de tecnologia disruptiva para distribuição de alimentos.

Continua na próxima página.

Artigo	Resumo	Contribuição ao Tema
Barnes (2020).	Reflexão sobre as mudanças na vida das pessoas e nas sociedades em decorrência da COVID19, inclusive seu efeito catalisador na transformação digital e oportunidades para a pesquisa na área da gestão da informação.	As tecnologias da informação e comunicação passaram a ocupar posição de primeiro plano no cotidiano das pessoas. <i>IoT</i> é utilizada como exemplo de tecnologia aplicável ao desenvolvimento de <i>frameworks</i> e soluções para controle, monitoramento e rastreamento de infectados.
Barthe-Delanoë, Montarnal, Truptil, Bénaben, e Pingaud (2018).	Descrevem uma plataforma de apoio a decisões para processos colaborativos entre partes apresentando como exemplos contextos de gestão de resposta a crises.	Pandemia está inserida no contexto de crise e <i>IoT</i> é citada como tendência de conectividade geradora de dados para processamento de eventos complexos e como objeto de estudos relacionados a segurança de compartilhamento de dados e informações.
Camacho, Ángel Panizo-LLedot, Bello-Orgaz, Gonzalez-Pardo, e Cambria (2020).	Apresentam uma revisão de literatura sobre análise de redes sociais (SNA), propõe conjunto de métrica baseada em características de redes sociais e realiza análise quantitativa de ferramentas e <i>frameworks</i> de SNA.	Pandemia é citada no contexto de uso de redes sociais para disseminação de informação com impacto no comportamento social. <i>IoT</i> aparece como um dos domínios emergentes de aplicação de redes sociais <i>online</i> prevendo para os próximos anos o surgimento do conceito de “Internet social das Coisas” relacionado a serviços inteligentes obtidos por meio da combinação de tecnologias de IA e de <i>Machine Learning</i> . Cita que há trabalhos que buscam a extração de informações úteis nas redes sociais para o combate da COVID19.
Campos et al. (2020).	Apresentam a percepção de executivos brasileiros quanto aos efeitos da colaboração e aplicação de TI para aprimorar a logística reversa como estratégia.	COVID19 é citada no contexto da importância da reflexão quanto à gestão de resíduos e logística reversa em cenário de pandemia. <i>IoT</i> juntamente com <i>RFID</i> ^a são consideradas no texto ferramentas de TI apropriadas à logística reversa e que podem elevar a eficiência do nível de serviço percebido pelos consumidores.
Ceder e Jiang (2020).	Abordam a personalização e automação do serviço de transporte público com base na experiência do usuário e dados do operador. Cita que a utilização de aplicativos para <i>smartphones</i> tem se firmado como um comportamento instintivo no planejamento de viagens. Apresenta <i>framework</i> para serviço personalizado de transporte público.	A preferência de personalização de viagens pelos usuários deve incluir a redução de riscos de infecção ou de contato contagioso em razão da pandemia de COVID19. Cita que dados provenientes de fontes emergentes como a tecnologia de <i>IoT</i> e redes sociais devem ser incorporados ao sistema de operação em tempo real do transporte público, aprimorando a experiência de mobilidade.

Continua na próxima página.

^aNota do autor: *RFID*, do inglês *Radio Frequency Identification*, é uma tecnologia baseada em radiofrequência para rastreamento e localização de objetos.

Artigo	Resumo	Contribuição ao Tema
Chapman (2020).	Aborda o aumento do risco de crimes cibernéticos durante a COVID19 em razão do aumento do trabalho remoto e a capacitação de profissionais de segurança cibernética para evitá-los.	<i>IoT</i> é citada em razão de aumento de redes <i>wi-fi</i> que podem tornar mais vulnerável a estrutura de TI.
Chen e Han (2016).	Apresentam uma revisão sobre <i>Big Data</i> e pontua sua relevância para a área da hidroinformática. Hidroinformática é definida com a aplicação de tecnologias da informação e comunicação (TIC) na gestão de águas.	<i>IoT</i> é citada como uma das tecnologias geradoras de dados para <i>BD</i> e com grande aplicação em medições mais inteligentes. Já o termo <i>pandemia</i> é citado em exemplo de sistema de <i>BD</i> desenvolvido pela <i>Google</i> ® para monitoramento da influenza.
Chesbrough (2020).	Destaca o papel da inovação como parte do processo de recuperação pós coronavírus, sobre as lições de resposta à COVID19 e a importância da abertura das inovações, ou seja, abrir mão do direito da propriedade intelectual, face a crises como a atual pandemia.	<i>IoT</i> é citada como um dos exemplos de novas e poderosas tecnologias que ainda carecem de uma forma óbvia de criação de valor. Quanto a <i>pandemia</i> , o texto apresenta vários exemplos, razões e vantagens para a abertura de inovações no combate à COVID19.
Culot, Orzes, Sartor, e Nassimbeni (2020).	Revisão da literatura relacionada à Indústria 4.0 e os impactos esperados nas empresas de manufatura.	<i>IoT</i> é apresentada como uma das tecnologias relacionadas a inovação do modelo de negócio e <i>pandemia</i> de COVID19 como evento inesperado com impacto significativo nas previsões do estudo realizado, ou seja, nas perspectivas para a Indústria 4.0.
De', Pandey, e Pal (2020).	Perspectiva dos impactos do surto de digitalização durante a <i>pandemia</i> de COVID19 no trabalho e na vida: monitoramento do ambiente de trabalho, "tecnostresse", trabalho em casa, trabalhador autônomo, <i>Internet</i> , fraudes <i>online</i> , dinheiro digital etc.	<i>IoT</i> é citada juntamente com Computação em Nuvem, <i>Blockchain</i> , Inteligência Artificial e Aprendizagem de Máquina como exemplos de tecnologias da transformação digital. A <i>pandemia</i> é referenciada como elemento catalizador do surto de uso de tecnologias digitais face as normas de distanciamento social e <i>lockdowns</i> .
Dhagarra, Goswami, e Kumar (2020).	Investigação empírica sobre a aceitação da tecnologia na atenção à saúde.	Na revisão da literatura é citada a recomendação de sistemas de assistência à saúde orientados para <i>IoT</i> e <i>IA</i> , com garantia de proteção aos dados e à privacidade. A COVID19 é citada para sugerir trabalhos futuros de aceitação de tecnologia considerando construtos comportamentais e psicológicos frente às ameaças inerentes a uma <i>pandemia</i> .

Continua na próxima página.

Artigo	Resumo	Contribuição ao Tema
Eguilaz, Cumba, e Forster (2020).	Revisão sobre avanços no uso de sensores eletroquímicos para detecção de vírus e anticorpos de forma rápida, precisa e seletiva.	Discorre sobre o desenvolvimento de sensores eletroquímico sofisticados para detecção, identificação e quantificação de vírus como o da pandemia de COVID19, inclusive associado a dispositivo de diagnóstico rápido do tipo <i>POC (Point Of Care)</i> integrado às tecnologias <i>IoT</i> e Computação em Nuvem.
Elavarasan e Pugazhendhi (2020).	Destacam as tecnologias que podem auxiliar no combate à COVID19 em seus diversos aspectos de assistência à saúde, aos governos e ao público.	<i>IoT</i> é citada como uma das tecnologias que podem aprimorar vários processos em estabelecimentos de assistência à saúde, em vigilância e na prevenção de contato com pessoas infectadas, além de ser crucial para a automação de cadeias de suprimentos, facilitando e tornando mais eficiente o combate à pandemia.
Feijóo et al. (2020).	Os autores discorrem sobre os muitos benefícios resultantes da aplicação da IA, seus impactos sociais e econômicos, além dos efeitos indesejáveis do uso mal intencionado, enviesado e abusivo. Citam a “nova diplomacia tecnológica” como necessária para viabilizar a realização de todos os benefícios que podem ser produzidos pela IA.	<i>IoT</i> é referenciada como uma das tecnologias cujo custo tem diminuído e sua disponibilidade ampliada de forma a contribuir para o avanço do uso da IA. A pandemia de COVID19 é citada para contextualizar onda de protecionismo entre governos que ocorreu com a tentativa de proibição do aplicativo de comunicação <i>Zoom®</i> e, também, para exemplificar que sistemas muito integrados e globalmente interdependentes são, geralmente, altamente vulneráveis.
Forge e Vu (2020).	Abordam aspectos relevantes a serem considerados por países de baixa e média renda na formulação de políticas de implantação da tecnologia de telefonia móvel 5G.	Quanto a <i>IoT</i> , a tecnologia 5G pode propiciar a antecipação massiva de sua implementação, sendo também citada sua importância empresarial e o seu valor social atual no cotidiano por propiciar comunicação entre as pessoas e o teletrabalho, principalmente em tempos de <i>lockdown</i> face a pandemia de COVID19.
Galbusera e Giannopoulos (2018).	Apresentam revisão e discussão da incorporação de aspectos da modelagem de desastres naturais ou provocados pelo homem a modelos econômicos de entradas e saídas ⁴ , além da análise da resiliência econômica. Citam que uma das principais áreas de pesquisa em desastres é a análise dos seus efeitos sobre sistemas estruturados em redes e sobre as sociedades.	<i>IoT</i> é citada na conclusão no contexto de disponibilização de grandes volumes de dados para os modelos de entradas e saída. Pandemia é citada no corpo do trabalho como tipo de desastre, exemplificado pela pandemia de H1N1 de 2009.

Continua na próxima página.

⁴Nota do autor: a sigla *IOT* é utilizada no artigo para referenciar tabelas de entradas e saídas (*input-output tables*), *Internet of Things* é citada por extenso.

Artigo	Resumo	Contribuição ao Tema
Gárate-Escamila, Hajjam El Hassani, e Andrés (2020).	Proposição de um método de redução dimensional e identificação de características para predição de doenças cardíacas por meio de aprendizagem de máquina.	<i>IoT</i> é citada no contexto do grande conjunto de dados relacionados a aprendizagem de máquina, justificando a redução por meio de identificação e seleção de parâmetros para remoção de dados inúteis. Citam os autores que técnicas de aprendizado de máquina tem aplicações em processamento complexos e difíceis de dados relacionado à saúde, como a conversão de registros médicos em conhecimento, predição de pandemias e análise de dados genômicos.
Hentati e Fourati (2020).	Discorrem sobre protocolos de comunicação, sistemas de redes, arquiteturas e aplicações com vistas a soluções tecnológicas com uso de múltiplos veículos aéreos não tripulados (VANTs) ^a forma colaborativa.	Arquiteturas de redes baseadas em VANTs são utilizadas em conjunto com as tecnologias de <i>IoT</i> e de sensores, agregando valor aos sistemas, inclusive com aplicações humanitárias voltadas para a saúde. Em situações de pandemia, sistemas de VANTs podem ser utilizados para monitorar prováveis pessoas com COVID19 pela análise térmica de imagens ou transporte de bens com menor contato entre pessoas e, conseqüente, redução de disseminação do vírus.
Herrmann et al. (2020).	Discorrem sobre sistemas de produção baseados em fábricas urbanas ^b e as tecnologias e métodos para implantação.	A digitalização e a <i>IoT</i> são citadas no contexto de personalização da produção por meio da integração ou auxílio dos serviços digitais. Já as fábricas urbanas apresentam-se com cadeias de suprimentos de bens essenciais mais resilientes e robustas em comparação a cadeias globais, que se mostraram vulneráveis na pandemia de COVID19.
Iqbal, Doctor, More, Mahmud, e Yusuf (2020b).	Ressaltam a importância do <i>Big Data (BD)</i> na economia e na vida moderna, apresenta estudo de caso relacionado a transporte em cidade inteligente, além de discorrer sobre aplicações e implementações de <i>BD</i> .	<i>IoT</i> é citada dentro do contexto de <i>BD</i> em aplicações relacionadas a casas inteligentes, combinações de dispositivos <i>wearables</i> de monitoramento da saúde e cidades inteligentes como fator de contribuição para desenvolvimento social e econômico. Citam os autores a importância do <i>BD</i> para identificação de sintomas e padrões de doenças, pandemias e fatores relacionados à saúde.

Continua na próxima página.

^aNota do autor: veículos aéreos não tripulados são popularmente mais conhecidos como *drones*, tendo aplicações tanto em lazer, monitoramento, levantamentos e fotografias aéreas, transporte, até ações militares de guerra.

^bFábricas urbanas são definidas como sistemas de produção localizados em meio ambiente urbano, valendo-se de recursos locais em seus processos e com elevado nível de envolvimento de seus consumidores (Herrmann et al., 2020, p. 1).

Artigo	Resumo	Contribuição ao Tema
Iqbal et al. (2020a).	Discorrem sobre <i>Big Data</i> , análise de dados e inteligência computacional e suas aplicações em saúde, transporte e redes sociais. Apresenta metodologia de modelagem de dados denominada HSTSM (<i>Hierarchical Spatial-Temporal State Machine</i>).	<i>IoT</i> é citada dentro do contexto de tecnologia de aquisição de dados em geral e em específico de parâmetros relacionados à saúde de pessoas. Citam os autores a importância da <i>BD</i> para identificação de sintomas e padrões de doenças, pandemias e fatores relacionados à saúde.
Javaid et al. (2020).	Revisão de literatura sobre as tecnologias da Indústria 4.0 e suas aplicações na pandemia de COVID19.	As tecnologias da Indústria 4.0 apresentam os requisitos necessários para prover recursos customizados, monitoramento e tratamento no enfrentamento da pandemia, além de auxiliar na detecção e diagnóstico da COVID19. A <i>IoT</i> é citada como uma das tecnologias capazes de disponibilizar dados em tempo real, além de auxiliar no controle do isolamento e do uso de máscara por meio de <i>drones</i> , contribuir para o rastreamento da doença e o monitoramento remoto de pacientes.
K.C. et al. (2019).	Discorrem sobre a capacitada da Computação em Nuvem para processar modelagens de desastres naturais destacando um <i>framework</i> de solução conceitual baseado em Computação em Nuvem em conjunto com tecnologias de <i>IoT</i> , computação em névoa ^a e computação de borda ^b .	Citam um modelo baseado em Computação em Nuvem utilizado para simular pandemia de <i>influenza</i> e a importância da <i>IoT</i> como fonte de dados importantes para a gestão de desastres.
Kaplan e Haenlein (2020).	Abordam dilemas da Inteligência Artificial e seus potenciais riscos e uso.	<i>IoT</i> é citada como uma das formas de obtenção de dados externos a serem utilizados em inteligências artificiais. Pandemia é citada como um dos muitos riscos que a humanidade teme.
Khan, Gupta, e Gupta (2020).	Análise crítica de métodos e tecnologias relevantes a cenários de desastres.	<i>IoT</i> é citada como uma tecnologia que desempenha papel crucial durante catástrofe por possibilitar, por meio da conectividade em rede, a avaliação das regiões atingidas, coletando informações sobre suprimentos, auxiliando na gestão de resgate e de equipes de socorro.

Continua na próxima página.

^aModelo de computação distribuída.

^bOutro modelo de computação distribuída.

Artigo	Resumo	Contribuição ao Tema
Kummitha (2020).	Discorre sobre estratégias adotadas em cidades inteligentes para enfrentamento da COVID19, comparando as abordagens direcionada pela tecnologia, opção do governo chinês, e direcionada ao homem, opção dos países europeus e Estados Unidos.	<i>IoT</i> é citada como uma das tecnologias que integram o conceito de cidades inteligentes, tornando as mais resilientes. Alguns recursos dessas tecnologias, como reconhecimento facial, podem ser impostas pelos governos ou não são implementadas para garantia da liberdade e privacidade dos cidadãos, com impacto na eficiência de medidas adotadas no enfrentamento de pandemias.
Lamnabhi-Lagarigue et al. (2017).	Destacam o papel da disciplina Sistemas e Controle nas tecnologias da informação e comunicação e sua relevância para os desafios sociais e de pesquisa.	Citam que a disciplina de Sistemas e Controle terá avanços em razão da <i>IoT</i> e das tecnologias da Indústria 4.0, mas que há desafios a serem superados por meio de pesquisas para garantir que dispositivos e sistemas, incluindo os relacionados com a medicina, funcionem tão bem como os atuais. Cita a aviação, sistema complexo de controle, por sua relevância, inclusive na gestão de pandemias globais.
Lanza et al. (2020).	Monitoramento domiciliar inteligente de pacientes (idosos) por meio de sistema com arquitetura multi-agente (Inteligência Artificial e robótica).	<i>IoT</i> é citada como tecnologia que possibilita a conexão de dispositivos na casa do paciente para monitoramento de sua saúde, além de aquisição e transmissão de dados. O monitoramento remoto de pacientes, também, é citado como forma de redução de risco de contágio de pacientes durante pandemias, além de possibilitar diagnósticos e definição de terapias.
Last (2017).	Argumenta que as mudanças tecnológicas (robótica, aprendizagem de máquina, IA, e <i>IoT</i>) e seus impactos sócio-econômicos sinalizam para o surgimento de um meta sistema global. Apresenta um <i>framework</i> para uma transição política internacional rumo a um mundo globalizado “pós-capitalista” e “pós nação estado” fundamentada em teoria sócio-tecnológica do “Cérebro Global”.	<i>IoT</i> é citada no contexto de uma das tecnologias interconectadas que possibilitam a formação de uma estrutural global de sistemas inteligentes automatizados e de redes sociais distribuídas. Pandemia é citada como uma “lacuna global biológica”, ou seja, um problema global que não apresenta ações e coordenações conjuntas (dos países) para o seu enfrentamento.

Continua na próxima página.

Artigo	Resumo	Contribuição ao Tema
Milenkovic, Jankovic, e Rajkovic (2020).	<p>Descrevem a utilização e adaptações de Sistemas de Informações Médicas para resposta eficiente à COVID19 pela redução de contato social e identificação de possíveis infectados: redução de contatos pacientes-pacientes e pacientes-trabalhadores da saúde.</p>	<p>Citam a importância do desenvolvimento de sistemas inteligentes de saúde, enfatizando o uso das novas tecnologias da informações, entre as quais a <i>IoT</i>, com capacidade para identificar e controlar no tempo e no espaço a disseminação de doenças entre populações.</p>
Mok, Tan, e Chen (2020).	<p>Abordam tecnologias utilizadas em Singapura para aprimorar a segurança alimentar quanto a possibilidade de escassez e flutuações de preços em razão de suas limitações de recursos naturais (terras para agricultura).</p>	<p>90% da alimentação de Singapura é proveniente de outros países, tornando a vulnerável a escassez de alimentos e aumentos de preços em razão de rupturas de cadeias de suprimentos que podem ocorrer como no caso da pandemia de COVID19, tornando-se um problema de segurança alimentar. <i>IoT</i>, com destaque para o sensoriamento remoto sem fio, tem sido adotada na agricultura de precisão como meio de automação da produção, elevação da produtividade e redução de perdas por propiciar uma visão holística e detalhada da área cultivada.</p>
Mujawar et al. (2020).	<p>Considerando que os biossensores vêm se tornando eficientes e acessíveis para o diagnóstico de doenças, o artigo descreve ferramentas inteligentes que podem proporcionar melhores tratamentos de saúde a todos, inclusive na gestão da pandemia de COVID19.</p>	<p>Citam a <i>internet</i> das coisas bio-nano (<i>IoBNT - Internet of Bio-Nano Things</i>), dispositivos fabricados a partir substratos de sensoriamento inteligente que possibilitam a otimização de diagnósticos e o monitoramento de terapias, a <i>IoMT (Internet of Medical Things)</i>, a <i>IoT</i> e a Inteligência Artificial como tecnologias para possibilitar sistemas otimizados de diagnósticos e terapias personalizadas, inclusive no diagnóstico e tratamento precoce de pacientes com COVID19.</p>
Nawaz et al. (2019).	<p>Apresentam um <i>framework</i> de identificação ativa de violação de acordos de nível de serviço (<i>SLA: Service Level Agreement</i>) para prestação de serviços de nuvem das coisas considerando eventos externos que afetam a prestação do serviço mas estão fora do controle de prestadores e usuários.</p>	<p>Nuvem das coisas consiste na combinação de computação em nuvem com <i>IoT</i> para disponibilização por demanda de recursos computacionais por meio de dispositivos distribuídos por diferentes localidades, mas com conexões dinâmicas. Pandemia é um exemplo de evento de risco externo, fora do controle do provedor de serviço, com impacto nos termos de garantia.</p>

Continua na próxima página.

Artigo	Resumo	Contribuição ao Tema
<p>Özköse, An, e Gencer (2015).</p>	<p>Foca a tecnologia de <i>Big Data (BD)</i> para geração de conhecimento a partir de dados. Apresentam a teoria da <i>BD</i>, vantagens da tecnologia, revisão da literatura, estudos atuais e principais áreas de interesse, seu futuro e possíveis problemas.</p> <p>A pandemia de COVID19 pode ser vista como uma oportunidade para atingir as metas das Nações Unidas para o desenvolvimento sustentável e sistemas de informação responsáveis podem em muito contribuir para um mundo melhor, tanto pela expansão da segurança digital, enfrentamento à “infodemia”, coordenação de ecossistemas de dados, adequação de comportamentos de informação, desenvolvimento de ambiente de trabalho digital e manutenção do distanciamento social.</p> <p>Análise das razões de médias e grandes empresas do setor exportador metal-mecânico brasileiro terem maior nível de “Habilidade de Desenvolver Novos Produtos” e, conseqüente, melhor desempenho em mercados turbulentos considerando os determinantes: capacidade de aprendizagem, criatividade organizacional, orientação voltada para empreendedorismo internacional, capacidade tecnológica, capacidade de reconfiguração e habilidade de desenvolvimento de novos produtos.</p>	<p><i>IoT</i> é citada como fonte de dados para <i>BD</i>. Citam o controle de doenças como um de vários campos de aplicação da <i>BD</i>.</p>
<p>Pan e Zhang (2020).</p>	<p>No contexto da pandemia de COVID19, uma imensa variedade de entidades distribuídas e descentralizadas está envolvida na produção e aquisição de dados, aos quais se somam outra quantidade massiva de dados georreferenciados como os provenientes de plataformas <i>IoT</i>, dispositivos móveis e aplicativos de redes sociais que podem auxiliar para uma visão holística dos ecossistemas de dados e na tomada de decisões de combate à COVID19.</p>	<p>No contexto da pandemia de COVID19, uma imensa variedade de entidades distribuídas e descentralizadas está envolvida na produção e aquisição de dados, aos quais se somam outra quantidade massiva de dados georreferenciados como os provenientes de plataformas <i>IoT</i>, dispositivos móveis e aplicativos de redes sociais que podem auxiliar para uma visão holística dos ecossistemas de dados e na tomada de decisões de combate à COVID19.</p>
<p>Panizzon, Milan, Dorion, e Coallier (2020).</p>	<p>Com base no modelo proposto, organizações com maior capacidade de aprendizagem, ou seja, que se mantêm abertas para inovação, experimentação, falhas e aprendizagem, como exemplo a incorporação de novas tecnologias como as da Indústria 4.0 (<i>IoT</i>, <i>BD</i>, computação em nuvem etc.), têm impacto positivo na criatividade organizacional e capacidade tecnológica. Pandemia é citada como um contexto de mercado turbulento.</p>	<p>Com base no modelo proposto, organizações com maior capacidade de aprendizagem, ou seja, que se mantêm abertas para inovação, experimentação, falhas e aprendizagem, como exemplo a incorporação de novas tecnologias como as da Indústria 4.0 (<i>IoT</i>, <i>BD</i>, computação em nuvem etc.), têm impacto positivo na criatividade organizacional e capacidade tecnológica. Pandemia é citada como um contexto de mercado turbulento.</p>

Continua na próxima página.

Artigo	Resumo	Contribuição ao Tema
Park et al. (2017).	Proposta de método de consultas considerando contextos espaço-temporais de microtextos provenientes de serviços de redes sociais (<i>Facebook</i> [®] e <i>Twitter</i> [®]).	<i>Smartphones</i> e <i>wearables</i> compõem bases de sensores de <i>IoT</i> cujos usuários são fontes dos microtextos (postagens nas redes sociais) com metadados de localização e tempo. Pandemia é citada em exemplo de contextualização a ser considerada em formulação de consultas iniciais, onde a abreviatura “IA” pode significar Inteligência Artificial ou Influenza Aviária, a depender não só do local, mas também de quando (tempo) ocorre.
Pretorius (2019).	Discorre sobre o papel das plaquetas no desenvolvimento e propagação de inflamação e sua relação com a <i>diabetes mellitus</i> tipo 2.	O crescimento do número de pessoas obesas e com <i>diabetes mellitus</i> do tipo 2 é descrito como uma situação de pandemia global. Tratamentos personalizados e com medicina de alta precisão devem ser considerados para pacientes com <i>diabetes mellitus</i> tipo 2, tais como tecnologias disruptivas, novos biomarcadores, novos biossensores e pesquisas focadas em Aprendizagem de Máquina e de <i>IoT</i> com dados de biomarcadores e de plaquetas.
Rahman et al. (2020).	Apresentam um <i>framework</i> por agrupamento dinâmico baseado em dados para mitigar impactos econômicos do isolamento social como forma de enfrentamento da COVID19.	<i>IoT</i> consta nas referências bibliográficas e no nome da instituição de um dos autores do artigo. Pandemia é citada diversas vezes no texto, seus impactos e complexidade.
Sakhnini et al. (2019).	Apresentam análise biométrica sobre aspectos de segurança relacionados a redes inteligentes de <i>IoT</i> .	Abordam pandemia no ambiente digital, citando o tipo <i>malware</i> pandêmico como software malicioso agressivo que afeta dispositivos de rede inteligente rapidamente por estratégia de varredura topológica.
Sandhu, Gill, e Sood (2016).	Propõem arquitetura baseada em Computação em Nuvem na qual análise de redes sociais é utilizada para predição em tempo real de pacientes infectados com H1N1 e controle da taxa de infecção da pandemia.	Citam na revisão da literatura o uso de dados provenientes da <i>IoT</i> em modelos de sistemas de cuidados à saúde.
Seetharaman (2020).	Reflexão sobre a importância da digitalização, inovação e agilidade das empresas para superar e se adaptar à realidade da COVID19.	Cita que enquanto várias locadoras de veículos ficam com os pátios lotados durante a pandemia, a indiana <i>Bounce</i> [®] implementa em seu modelo de locação de <i>scooters</i> o uso de dispositivos <i>IoT</i> para diagnóstico remoto da frota.

Continua na próxima página.

Artigo	Resumo	Contribuição ao Tema
Sharma e Kaur (2017).	Análise da eficácia das mídias sociais para disseminação de informações sobre saúde e uso de modelo heurístico de abordagem “ontológica” para extração fatos e relações de domínio relacionado à saúde.	Descrevem a tendência crescente do uso da <i>IoT</i> nos cuidados à saúde e seu uso como fonte de informações para sistemas espalhados pelo mundo. Cita que o monitoramento de discussões <i>online</i> podem auxiliar na detecção de surtos de doenças (pandemias).
Sharma, Adhikary, e Borah (2020).	Descrevem, com base em dados do <i>Twitter</i> [®] , os principais problemas que as empresas estão enfrentando em suas cadeias de suprimentos durante a pandemia da COVID19, estratégias que estão sendo adotadas e busca apresentar possíveis soluções.	Citam que muitas empresas têm focado em soluções baseadas em <i>IoT</i> para mitigar problemas relacionados a cadeia de suprimentos em tempos de pandemia.
Shi et al. (2020).	Aplicação de <i>blockchain</i> para garantir a qualidade e a segurança de registros eletrônicos de saúde.	<i>IoT</i> e <i>wearables</i> são citados como dispositivos de coleta e transmissão de dados importantes para sistemas de registros eletrônicos de saúde, podendo, assim, viabilizar monitoramento da saúde de pacientes e ofertas tratamentos personalizados. A importância dos sistemas de registros eletrônicos de saúde tem sido destacada recentemente na pandemia de COVID19 pela necessidade de monitoramento remoto de pacientes e de entregas de serviços de saúde.
Singh et al. (2020).	Levantamento de artigos e aplicações com <i>IoT</i> para tratamento e monitoramento da COVID19.	<i>IoT</i> , no contexto da COVID19, viabiliza a integração de diversas redes de cuidados a saúde contribuindo para ações efetivas no combate a pandemia, como o rastreamento de contato, a identificação de agrupamento, tratamento remoto e cumprimento de quarentena.
Singh, Javaid, Haleem, Vaishya, e Ali (2020a).	Proposta de tratamento remoto para pacientes de ortopedia durante pandemia de COVID19 por meio da tecnologia da “Internet das Coisas Médicas” (<i>IoMT</i>).	<i>IoMT</i> possibilita a médicos e ao sistema de saúde oferecer tratamento remoto a pacientes por meio de rede interconectada de serviços e recursos, tanto em períodos de pandemia como de não pandemia, promove a cultura de qualidade de “saúde inteligente” e da “clínica móvel”, prevendo um novo paradigma para tratamento da saúde no futuro próximo em razão da transformação digital.
Sufian, Ghosh, Sadiq, e Smarandache (2020).	Abordam a utilização de tecnologias de <i>Deep Learning</i> e <i>Edge Computer</i> para identificar pandemias e mitigar seus efeitos.	<i>IoT</i> , <i>webcams</i> , equipamentos médicos inteligentes, robôs e outras inovações tecnológicas viabilizam infraestrutura sofisticada e automatizada para combate eficiente de surtos pandêmicos.

Continua na próxima página.

Artigo	Resumo	Contribuição ao Tema
Swayamsiddha e Mohanty (2020).	Abordam uso da <i>IoT</i> na área médica com comunicação por rádio cognitivo ^a , sendo designado como <i>CIoMT</i> ^b .	A tecnologia <i>CIoMT</i> pode ser aplicada em várias áreas de enfrentamento à COVID19: acompanhamento de casos em tempo real; monitoramento de pacientes; diagnóstico rápido; rastreamento de casos e agrupamentos; triagem e vigilância; redução da carga de trabalho de profissionais da saúde; prevenção e controle.
Vaishya et al. (2020).	Revisão de literatura sobre IA, ML, BD e <i>IoT</i> aplicáveis ao combate de pandemia.	Identificam aplicações da IA para enfrentamento da pandemia de COVID19. Citam a <i>IoT</i> e outras tecnologias da inovação digital como necessárias aos sistemas/serviços de assistência à saúde.
Verma e Gustafsson (2020).	Análise bibliométrica de publicações relacionadas a COVID19, gestão e negócios, sendo os artigos agrupados em quatro grupos: impacto nos negócios, tecnologia, gestão de cadeia de suprimentos e indústria de serviços.	As tecnologias digitais são consideradas essenciais para a economia e a sociedade em tempos de COVID19, citando explicitamente a <i>IoT</i> , IA e <i>blockchain</i> .
Vijayakumar, Malathi, Subramanian, Saravanan, e Logesh (2019).	Proposta de sistema de saúde inteligente baseado em computação em névoa para a detecção e prevenção de doenças transmitidas por mosquitos.	Discorrem sobre a utilização dispositivos <i>IoT</i> e <i>wearables</i> para coleta de dados e o uso de computação em névoa ^c para análise, categorização e compartilhamento de informações médicas sobre as doenças cujos vetores são os mosquitos. Citam a análise de redes sociais para identificação de surtos da doença e modelos já utilizados para identificar outras doenças, inclusive pandemia de influenza.
Vocke, Constantinescu, e Popescu (2019).	Potenciais aplicações da IA no desenvolvimento de processos inovadores.	Citam o crescimento do uso da IA em diversas possibilidades de transformações para empresas e consumidores e, especificamente, na área de assistência à saúde, para suporte a diagnóstico e detecção de pandemias. Enquanto modelos de negócios com uso de <i>IoT</i> estão mais comuns em aplicações de assistentes de voz para casas inteligentes.
Waleed Salehi, Baglat, e Gupta (2020).	Avaliação do uso de Aprendizagem de Máquina e de Aprendizado Profundo ^d para a classificação de imagens de rai-X e de tomografia computadorizada para diagnóstico de COVID19.	Discorrem sobre o uso das tecnologias digitais, entre elas a <i>IoT</i> , na medicina, assistência à saúde e no enfrentamento de doenças.

Continua na próxima página.

^aTecnologia de comunicação sem fio (rádio), com seleção dinâmica de melhores canais do espectro de frequência.

^b*Cognitive Internet of Medical Things*, em tradução livre “Internet das Coisas Médicas Cognitiva”.

^cCf. Nota de rodapé a na página 36.

^d*Deep learning* é uma tecnologia de IA, sub-área da Aprendizagem de Máquina.

Artigo	Resumo	Contribuição ao Tema
Zhang e Watson IV (2020).	<p>Propõem que as estratégias empresariais devem considerar o ecossistema de marketing e as mega-tendências, inclusive suas características inter-relacionais e dinâmicas. O ma- peamento de mega-tendências, por meio de analíticos de marketing, podem possibilitar previsões precisas de alterações de consumo/mercado que resultem em formulação de estratégias de rápida adaptação às mudanças com impactos na capacidade de competitividade presente e futura.</p>	<p>Citam os autores que pandemia de COVID19 deixou evidente a inter-relação de diversos aspectos de organizações, de mercados, de tecnologia, de meio ambiente, de cultura e de geopolítica que afetam as empresas e as pessoas em todo o mundo. Questionam por quê empresas modernas e com recursos de analíticos poderosos são surpreendidas com perdas de mercados e eventos inesperados. No texto, a tecnologia de <i>IoT</i> é citada como fonte massiva de dados a terem informações de comportamento importante a serem extraídas. Depreende-se do texto que um evento inesperado de mercado, como é uma pandemia, seria mais rapidamente identificado e tratado com a visão de ecossistema e o uso de analíticos com base em dados massivos disponíveis.</p>
Zhu, Podesva, et al. (2020).	<p>Apresentam um dispositivo de <i>IoT</i> para diagnóstico remoto do vírus da Dengue por reação em cadeia de polimerase (PCR).</p>	<p>O dispositivo <i>IoT</i> permite a realização local do teste para vírus da Dengue e transmite, com o auxílio de um <i>smartphone</i>, o resultado agregando informações sobre local e data. Dessa forma, realiza o diagnóstico rápido e <i>in loco</i> da doença e auxilia no controle e tratamento de pandemias. O mesmo equipamento pode ser adaptado para identificar outras doenças como Ebola e síndrome respiratória aguda grave. O dispositivo ainda precisa ser reprojetoado para poder ser esterilizado em autoclave.</p>
Zhu, Fohlerová, Pekárek, Basova, e Neužil (2020).	<p>Apresentam revisão sobre tecnologias <i>lab-on-a-chip (LOC)</i>^a para diagnóstico viral, inclui desde tecnologias convencionais até as baseadas em impressão 3D e “microfluidos em papel”. Descrevem dispositivos comerciais para diagnósticos virais rápidos.</p>	<p>Dispositivos com tecnologia <i>LOC</i> são úteis no enfrentamento de pandemias por possibilitar o diagnóstico de doenças virais rapidamente e no local de ocorrência que associados a plataformas <i>smartphones</i> possibilitam a transmissão de informações para equipes remotas de assistência à saúde e centros de controle e monitoramento de doenças.</p>

Tabela 3.1: Artigos da revisão da literatura.

^aTambém citados no artigo como sistemas micro-analíticos totais ou dispositivos de microfluidos.

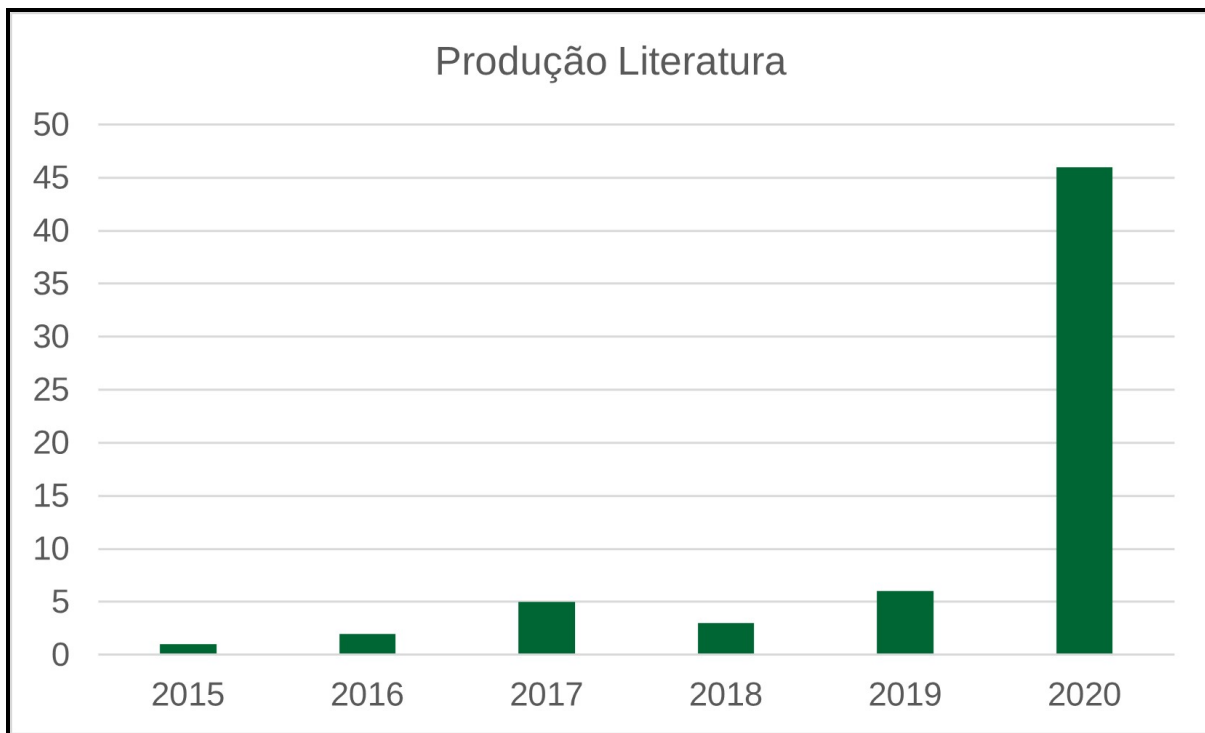


Figura 3.1: Publicações de artigos relacionados a *IoT* e *pandemic* nos últimos anos.

Fonte: Pesquisa na base *Science Direct*[®], em 15 de julho de 2020.

abordada neste trabalho. Esse fato reflete como a pandemia da COVID19 também afetou as atividades de pesquisa e de publicação acadêmica. Os esforços de pesquisas foram significativamente direcionados para a compreensão do vírus e da doença, e o modelo de publicação acadêmica, baseado em investigação de longa data, em razão da necessidade de disponibilização de acesso rápido à informação, incorporou a suspensão temporária de taxas de acesso a publicações relacionadas a pandemia, promoveu a contratação de grupos de cientistas para realizar revisões mais rápidas e, inclusive, disponibilizou publicações a serem revisadas por pares, conforme citam Sohrabi et al. (2021, pp. 57–60), destacando que o impacto ainda deve perdurar por muito tempo na produtividade dos cientistas mundo afora.

3.3 CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO

O *framework* de classificação e codificação proposto para a revisão da literatura do presente trabalho, Tabela 3.2, tem como base as propostas de classificação e codificação apresentados por C. J. C. Jabbour (2013, pp. 145 e 147), Lage Junior e Godinho Filho (2010, pp. 14 e 15), Seuring (2013, pp. 1514–1517) e Souza (2019, pp. 22–25). A classificação é composta de II temas numerados de I a II, com significado e codificação específicos representados por letras (letras de “A” a “I”), podendo um artigo receber mais de uma codificação por tema.

Algumas classificações utilizadas são de aplicação mais genérica e foram baseadas nos trabalhos dos autores citados, outras são mais específicas e se basearam nos artigos coletados na revisão da literatura ou foram levantados a partir de demais fontes consultadas no transcorrer da pesquisa. Logo, os subitens 3.3.I a 3.3.II descrevem os temas classificados e suas respectivas codificações.

Classificação	Significado	Codificação
1	Contexto econômico.	1A - Economia madura. 1B - Economia não madura. 1C - Economia mista.
2	Foco.	2A - Saúde (monitoramento, tratamento, prevenção, informação, pesquisa, telemedicina). 2B - Educação (treinamento, capacitação, informação, continuação de estudos, EAD, educação 4.0). 2C - Manutenção (continuidade) da atividade econômica. 2D - Manutenção (continuidade) da atividade social. 2E - Outros. 2F - Não se aplica.
3	Objetivos estratégicos OMS.	3A - Limitação da transmissão de humanos para humanos (isolamento, quarentena, restrições de deslocamento, aglomerações). 3B - Identificação, isolamento e tratamento de infectados, considerando rapidez e otimização do tratamento. 3C - Identificação e redução da transmissão de fonte animal. 3D - Enfrentamento de incertezas relacionadas a pandemia (severidade, extensão, infecciosidade, opções de tratamento, diagnósticos, terapias, vacinas). 3E - Comunicação e intercâmbio de informações (população, gestores, pesquisadores, equipes médicas, etc.). 3F - Mitigação de impactos sociais e econômicos. 3G - Cadeia de suprimentos e logística. 3H - Outros. 3I - Não se aplica.
4	Nível de inserção da tecnologia/solução na rede de <i>IoT</i> .	4A - Topologia. 4B - Arquitetura. 4C - Plataforma. 4D - Outros. 4E - Não se aplica.
5	Nível da inserção na rede de informação.	5A - Coleta de dados. 5B - Acesso a dados. 5C - Inferência a partir dos dados coletados. 5D - Resposta a uma situação, ação face a determinadas condições. 5E - Outros.
6	Método de pesquisa quanto à abordagem.	6A - Qualitativa. 6B - Quantitativa. 6C - Misto (Quali-Quanti).
7	Método de pesquisa quanto ao objetivo.	7A - Exploratória. 7B - Descritiva. 7C - Explicativa.

Continua na próxima página.

Classificação	Significado	Codificação
8	Área do periódico.	8A - Ciências físicas e engenharia. 8B - Ciências da vida. 8C - Ciências da saúde. 8D - Ciências sociais e humanas.
9	Região de vínculo do autor principal.	9A - África. 9B - América. 9C - Sudeste asiático. 9D - Europa. 9E - Mediterrâneo oriental. 9F - Pacífico ocidental.
10	Região de aplicação da pesquisa.	10A - África. 10B - América. 10C - Sudeste asiático. 10D - Europa. 10E - Mediterrâneo oriental. 10F - Pacífico ocidental. 10G - Diversas regiões.
II	Tipo de inovação proposta.	IIA - Produção de bens e serviços. IIB - Sistemas de informação e comunicação. IIC - Administração e gestão. IID - Desenvolvimento de produtos e processos. IIE - Outros.

Tabela 3.2: *Framework* de classificação e codificação da revisão da literatura.

Fonte: Adaptado de C. J. C. Jabbour (2013, pp. 145 e 147), Lage Junior e Godinho Filho (2010, pp. 14 e 15) e Seuring (2013, pp. 1514–1517).

Os temas utilizados nas classificações e nas codificações apresentadas na Tabela 3.2 são melhor explicados e definidos nas seções seguintes.

3.3.1 CONTEXTO ECONÔMICO

O tema 1 aborda classificação em função do nível de maturidade econômica do país ou países onde se localiza(m) a(s) instituição(ões) de pesquisa à(s) qual(is) o autor ou os autores do artigo está(ão) vinculado(s), tendo se utilizado a classificação proposta por C. J. C. Jabbour et al. (2017, pp. 3–4). Considera-se uma nação com economia madura quando a população é estável, a inflação é baixa e o crescimento econômico apresenta diminuição. São exemplos de países com economia madura Estados Unidos, Canada, Austrália, Japão e vários países da Europa (Ocidental).

Uma nação que não apresenta as características anteriores é considerada não madura, entretanto, se nesta nação alguns bens e serviços são providos por empresas privadas e bens e serviços típicos de infraestrutura como eletricidade, água e energia elétrica, são providos pelo estado, esta nação é considerada de economia mista (ou de economia emergente). São exemplos de países considerados com economia mista Brasil, China, Rússia, Índia e África do Sul.

3.3.2 FOCO

O tema 2 busca classificar os artigos em função do foco dado pelos autores a aspectos considerados relevantes durante uma pandemia como a saúde, educação, manutenção da ativi-

dade econômica, manutenção da atividade social ou outros.

É oportuno destacar que a codificação “2F - Não se aplica” é utilizada quando o texto aborda temas que podem ser impactados pela pandemia, mas os artigos não foca em pandemia, geralmente, há apenas uma breve citação em contexto de exemplificação.

3.3.3 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DA OMS

A OMS, em fevereiro de 2020, disponibilizou aos países membros o plano estratégico de preparação e resposta à COVID19. O documento, contendo todas as informações conhecidas à época de sua publicação sobre o vírus, apresenta medidas de saúde na forma de objetivos estratégicos de ação para o combate à doença e orientação para elaboração de planos nacionais e regionais específicos (WHO, 2020a, pp. 2 e 5). O tema 3 classifica os artigos com base nesses objetivos estratégicos, sendo eles:

- Limitar transmissão humano-para-humano, inclusive com adoção de medidas de redução de infecções secundárias de pessoas em contato próximo e profissionais da saúde, de proibição de eventos capazes de amplificar a transmissão e de limitação de maior propagação internacional a partir da China;
- Identificar, isolar e tratar precocemente os doente, inclusive com com prestação de cuidados otimizados aos infectados;
- Identificar e reduzir transmissões de origem animal;
- Analisar incertezas críticas relativas a gravidade clínica, extensão da transmissão, extensão da infecção, opções de tratamento e acelerar o desenvolvimento de diagnósticos, terapias e vacinas;
- Comunicar informações sobre riscos e eventos críticos para a coletividade e combater a desinformação;
- Mitigar impactos sociais e econômicos por meio de parcerias multisetoriais.

O documento da OMS não inclui nos objetivos estratégicos de ação cadeia de suprimentos e logística, mas trata dos dois tópicos com destaque, citando que os países membros quantifiquem as necessidades globais para vários cenários em coordenação com mecanismos de compras e fornecimento para assegurar que países e populações mais necessitados tenham suprimentos garantidos. Na prática, uma rede de cadeia de suprimentos para enfrentar a pandemia é estabelecida, inclusive com a participação de pessoal da área de logística sanitária (WHO, 2020a, p. 8).

O código “3H - Outros” é utilizado quando o artigo aborda algum tema de ação e/ou combate à pandemia, mas que não está relacionado aos objetivos estratégicos descritos no documento da OMS, podendo ocorrer conjuntamente com os outros objetivos estratégicos. Já o código “3I - Não se aplica” é utilizado para artigos que não abordam temas de ação, tampouco de combate à pandemia.

3.3.4 NÍVEL DE INSERÇÃO DA TECNOLOGIA OU SOLUÇÃO NA REDE DE *INTERNET* DAS COISAS (*IoT*)

O tema 4 considera a classificação com base no nível de inserção da tecnologia ou solução abordada no artigo em uma rede de *Internet* das Coisas (*IoT*), conforme apresentada no trabalho de Islam, Kwak, Kabir, Hossain, e Kwak (2015, pp. 2–4):

- Topologia: configurações e arranjos físicos de diversos elementos (dispositivos) de *Internet das Coisas (IoT)* em cenários, atividades e casos de aplicação;
- Arquitetura: estruturação lógica do sistema, especificidades dos elementos físicos, suas organizações funcionais, seus princípios e técnicas de funcionamento, inclusive refletindo a estruturação hierárquica;
- Plataforma: refere-se ao conjunto composto pela biblioteca, *framework* e ambiente da solução.

A codificação “4D - Outros” está sendo utilizada quando o nível de inserção da tecnologia ou solução não corresponde às classificações propostas por Islam et al. (2015, pp. 2–4) e a codificação “4E - Não se aplica” é utilizada, por exemplo, quando *IoT* é referenciada sem apresentação clara de aplicações.

3.3.5 NÍVEL DE INSERÇÃO NA REDE DE INFORMAÇÃO

Este tema busca classificar o artigo com base no nível de inserção de dados em uma rede de informação, podendo ser desde de uma aplicação voltada para a coleta de dados, por meio de sensores, por exemplo, acesso a dados já disponíveis em algum ponto da rede, até aplicações mais abrangentes que a partir de dados coletados ou acessados fazem inferências e podem dar respostas ou tomar decisões.

3.3.6 MÉTODO DE PESQUISA QUANTO À ABORDAGEM

Sampieri et al. (2013, p. 30) definem pesquisa como *conjunto de processos sistemáticos e críticos aplicados no estudo de um fenômeno* que ao longo da história tiveram vários enfoques conforme as diferentes correntes de pensamento e diversos marcos interpretativos, mas que convergiram para as abordagens de enfoque qualitativo e quantitativo, ambas com cinco fases similares e inter-relacionadas:

- Observar e avaliar os fenômenos;
- Criar suposições ou ideias a partir da observação e avaliação;
- Demonstrar a fundamentação das suposições e ideias;
- Revisar as suposições e ideias com base em provas ou análise;
- Propor novas observações e avaliações para esclarecer, modificar e fundamentar as suposições e ideias ou gerar novas.

Os métodos de pesquisa quanto à abordagem são classificados em qualitativo, quantitativo e misto. Considera pesquisa de abordagem qualitativa quando não há números, sendo a argumentação por meio de análises ou percepções como uma pesquisa bibliográfica ou estudo de caso. A pesquisa de abordagem quantitativa pode ser uma pesquisa experimental, a partir de levantamento ou de modelagem, baseada em dados disponíveis ou gerados, inclusive por observações, questionários e entrevistas. Já a abordagem mista é uma composição das duas anteriores e pode resultar na junção de seus pontos fortes.

Quanto aos objetivos gerais das pesquisas, a classificação adotada engloba três categorias: a exploratória, a descritiva e a explicativa. As quais, segundo Gil (2018, pp. 25 e 26), são definidas como:

- Pesquisa exploratória: o objetivo é proporcionar maior familiaridade com o problema em estudo, tornando-o mais explícito ou criando hipóteses;
- Pesquisa descritiva: o objetivo é descrever as características de determinada população ou fenômeno ou identificar relações entre variáveis;
- Pesquisa explicativa: o objetivo é a identificação dos fatores determinantes ou contribuintes do fenômeno em estudo, buscam explicar as razões e os por quês do fenômeno.

Sampieri et al. (2013, pp. 99–106), quanto ao alcance desses processos de pesquisa, citam que os estudos exploratórios focam em problemas pouco estudados, com perspectiva inovadora e buscando identificar conceitos promissores que irão contribuir para novos estudos, geralmente, estudos descritivos ou explicativos. Os estudos descritivos focam no fenômeno estudado e buscam especificar suas propriedades, características e traços importantes, subsidiando com informações úteis os estudos explicativos. Já os estudos explicativos são extremamente estruturados e buscam determinar as causas dos fenômenos físicos ou sociais, por que ocorrem e em quais condições, ou seja, buscam gerar um sentido de entendimento do objeto de estudo. Os autores destacam que esses alcances dos processos de pesquisa são mais que uma classificação e constituem um contínuo de “causalidade” que, na prática, podem ter seus elementos presentes simultaneamente em qualquer pesquisa.

O tema 8, face a multidisciplinaridade do assunto, classifica os artigos segundo os periódicos em que foram publicados, adotando-se os quatro agrupamentos principais da base *Science Direct*[®]:

- Ciências físicas e engenharia: engenharia química, química, ciência da computação, ciências da terra e planetária, energia, engenharia, ciência dos materiais, matemática, física e astronomia;
- Ciências da vida: ciências agrárias e biológicas, bioquímica, genética, biologia molecular, ciências do ambiente, imunologia, microbiologia e neurociência;
- Ciências da saúde: medicina, odontologia, enfermagem, profissões da saúde, farmacologia, toxicologia, ciências farmacêuticas, ciências veterinárias e medicina veterinária;
- Ciências sociais e humanas: artes, humanidades, administração, gestão, contabilidade, ciências da decisão, economia, econometria, finanças, psicologia e ciências sociais.

A classificação por região considera a localização geográfica da instituição a qual o autor principal do artigo está vinculado, tendo sido adotada o agrupamento apresentado pela OMS (WHO, 2020b, p. 77):

- África: África do Sul, Argélia, Angola, Benin, Botsuana, Burkina Faso, Burundi, Cabo Verde, Camarões, Chade, Comores, Congo, Costa do Marfim, Guiné Equatorial, Eritreia, Eswatini, Etiópia, Gabão, Gâmbia, Gana, Guiné, Guiné-Bissau, Ilhas Maurício, Lesoto, Libéria, Madagascar, Malawi, Mali, Mauritânia, Moçambique, Namíbia, Níger, Nigéria, Quênia, República da África Central, República Democrática do Congo, República Unida da Tanzânia, Ruanda, São Tomé e Príncipe, Senegal, Serra Leoa, Seychelles, Sudão do Sul, Togo, Uganda, Zâmbia e Zimbabué;
- Américas: Antígua e Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Belize, Bolívia, Brasil, Canadá, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Dominica, Equador, El Salvador, Estados Unidos da América, Granada, Guatemala, Guiana, Haiti, Honduras, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, Santa Lúcia, São Cristóvão e Neves, São Vicente e Granadinas, Suriname, Trindade e Tobago, Uruguai e Venezuela;
- Sudeste asiático: Bangladesh, Butão, Índia, Indonésia, Maldivas, Mianmar, Nepal, República Popular Democrática da Coreia, Sri Lanka, Tailândia e Timor-Leste;
- Europa: Albânia, Alemanha, Andorra, Armênia, Áustria, Azerbaijão, Bélgica, Bielorrússia, Bósnia e Herzegovina, Bulgária, Cazaquistão, Croácia, Chipre, Dinamarca, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Estônia, Finlândia, França, Geórgia, Grécia, Hungria, Islândia, Irlanda, Israel¹, Itália, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, Macedônia do Norte, Malta, Mônaco, Montenegro, Noruega, Países Baixos, Polónia, Portugal, Quirguistão, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte, República Checa, República da Moldávia, Romênia, Rússia, São Marino, Sérvia, Suécia, Suíça, Tadjiquistão, Turquia, Turquemenistão, Ucrânia e Uzbequistão;
- Mediterrâneo oriental: Afeganistão, Arábia Saudita, Barein, Catar, Djibuti, Egito, Emirados Árabes Unidos, Iêmen, Irã, Iraque, Jordânia, Kuwait, Líbano, Líbia, Marrocos, Omã, Paquistão, Síria, Somália, Sudão e Tunísia;
- Pacífico ocidental: Austrália, Brunei, Camboja, China, Fiji, Japão, Kiribati, Malásia, Ilhas Cook, Ilhas Marshall, Micronésia, Mongólia, Nauru, Nova Zelândia, Niue, Palau, Papua Nova Guiné, Filipinas, República da Coreia, República Democrática Popular do Laos, Samoa, Singapura, Ilhas Salomão, Tonga, Tuvalu, Vanuatu e Vietnã.

3.3.IO REGIÃO DE APLICAÇÃO DA PESQUISA

Artigos podem tratar de pesquisas que têm aplicação ou foco em regiões específicas, outros já podem ter aplicação ou focos mais globais, assim o tema região de aplicação da pesquisa classifica o artigo segundo esse critério e utiliza a mesma codificação de regiões do item anterior, como base na divisão geográfica proposta pela OMS (WHO, 2020b, p. 77) com a inclusão da codificação “10G - Diversas regiões”.

3.3.II TIPO DE INOVAÇÃO PROPOSTA

O tema tipo de inovação proposta teve como base classificação apresentada no “Manual de Oslo 2018” publicado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD & Eurostat, 2018, p. 75), a saber:

- Produção de bens e serviços: transformação de recursos em bens e serviços;

¹Nota do autor: O documento utilizado nessa classificação agrupa Israel aos demais países da Europa.

- Sistemas de informação e comunicação: manutenção ou disponibilização de sistemas de informação e comunicação;
- Administração e gestão: gestão de negócios, governança, documentação de ações, gestão recursos, compras, gestão de relações externas e parcerias;
- Desenvolvimento de produtos e processos: identificar, desenvolver ou adaptar produtos ou processos.

A codificação “IIE - Outros” é utilizada quando o artigo não se enquadra a uma das codificações acima.

3.4 *HARDWARE E SOFTWARE*

Na elaboração do presente trabalho, os seguintes recursos de *hardware* e *software* foram utilizados:

- Notebook, Intel® i7-7500U CPU @2.70GHz, 8 GB RAM, *Windows 10 Home Single Language*®;
- Programa de diagramação de texto usando *engine* Lua \LaTeX , versão 1.12.0 (MiK \TeX 2.9.7380 64-bit);
- Programa gerenciador de referências JabRef 5.3;
- Planilha eletrônica Microsoft® 365 Excel®;
- *Script* em linguagem *Python* no qual a função *COUNT* é utilizada para separação e contagem de itens de codificação dos artigos (grupos e códigos) apresentados nas formas gráficas das Figuras 4.3 à 4.20 do Capítulo 4. *Script* implementado pelo Professor Doutor Vinicius Amorim Sobreiro;
- Ambiente de desenvolvimento científico de linguagem *Python Spyder*®, versão 4.2.5, distribuído por Anaconda®.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

“A ciência nunca resolve um problema
sem criar mais 10.”
—George Bernard Shaw.

A *Internet* da Coisas (*IoT*) conjuntamente com Inteligência Artificial, *Big Data*, Computação em Nuvem, robotização e automação, manufatura aditiva, simulação digital, sistemas ciberfísicos, segurança cibernética, realidade aumentada, novos materiais e novas tecnologias, bem como suas subdivisões e ramificações têm sido os propulsores habilitadores da digitalização que está resultando na 4ª Revolução Industrial e suas demais designações ou concepções com nuances ampliadas como Indústria 4.0 e Sociedade 5.0. Os impactos nos meios de produção, de comunicação, de estruturação da economia e da política, de interação social e laboral, além de estabelecimento de fronteiras (físicas e virtuais) são grandes e com uma rapidez jamais vista conforme esquematizado, de forma simplificada, na Figura 4.1.

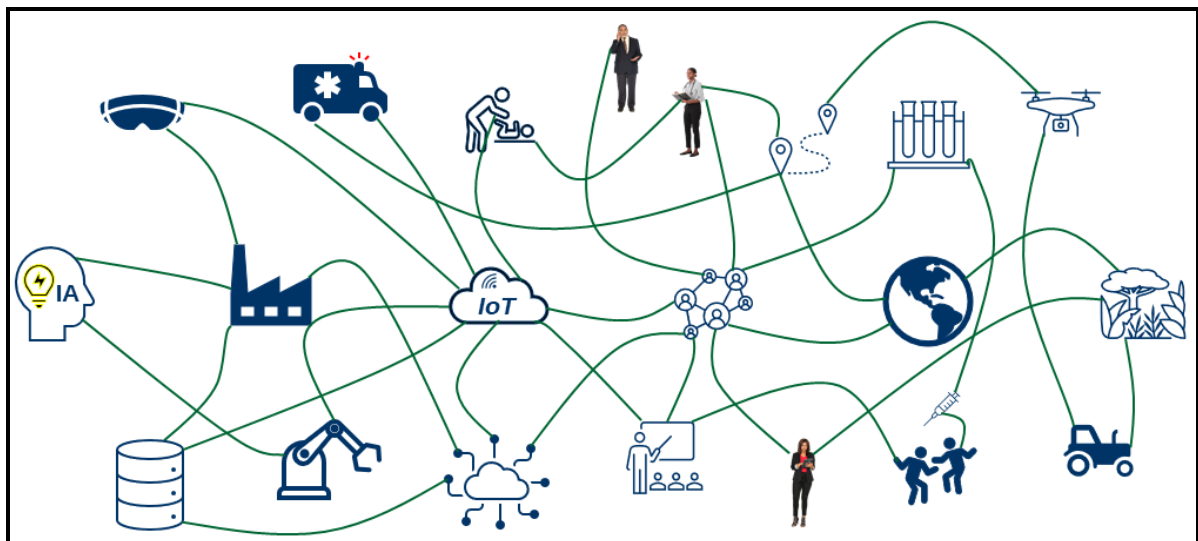


Figura 4.1: Presença das tecnologias da revolução digital no cotidiano.

A pandemia de COVID19, ocorrendo neste contexto de evolução digital, tem atuado como catalizador para acelerar a implantação de muitas das possíveis soluções e inovações tecnológicas previstas por pesquisadores e cientistas e, também, para o surgimento de novas soluções em serviços, produtos e materiais, que se valem das tecnologias habilitadoras da revolução digital para, em curtíssimo espaço de tempo e com alcance global, viabilizar tanto soluções mitigadoras da doença, de manutenção das atividades sociais e de não paralisação da economia, como também para a criação de novas oportunidades que surgem em momentos de crise.

Nesse contexto de pandemia e de revolução digital, procedeu-se revisão da literatura a partir de levantamento de artigos contendo os termos *IoT* e *pandemic* na base *Science Direct*[®], da Elsevier[®], estruturação e aplicação de *framework* de classificação por temas, numerados de I a II, cada tema com codificações específicas representadas pelas letras do alfabeto, tendo como base o método proposto por Lage Junior e Godinho Filho (2010, p. 14), seguindo à apresentação da literatura conforme o método e sua análise. A Figura 4.2 apresenta o fluxograma de elaboração do trabalho e a Tabela 4.1 os artigos classificados conforme o *framework* proposto segundo a classificação de temas e respectivas codificações da Tabela 3.2.

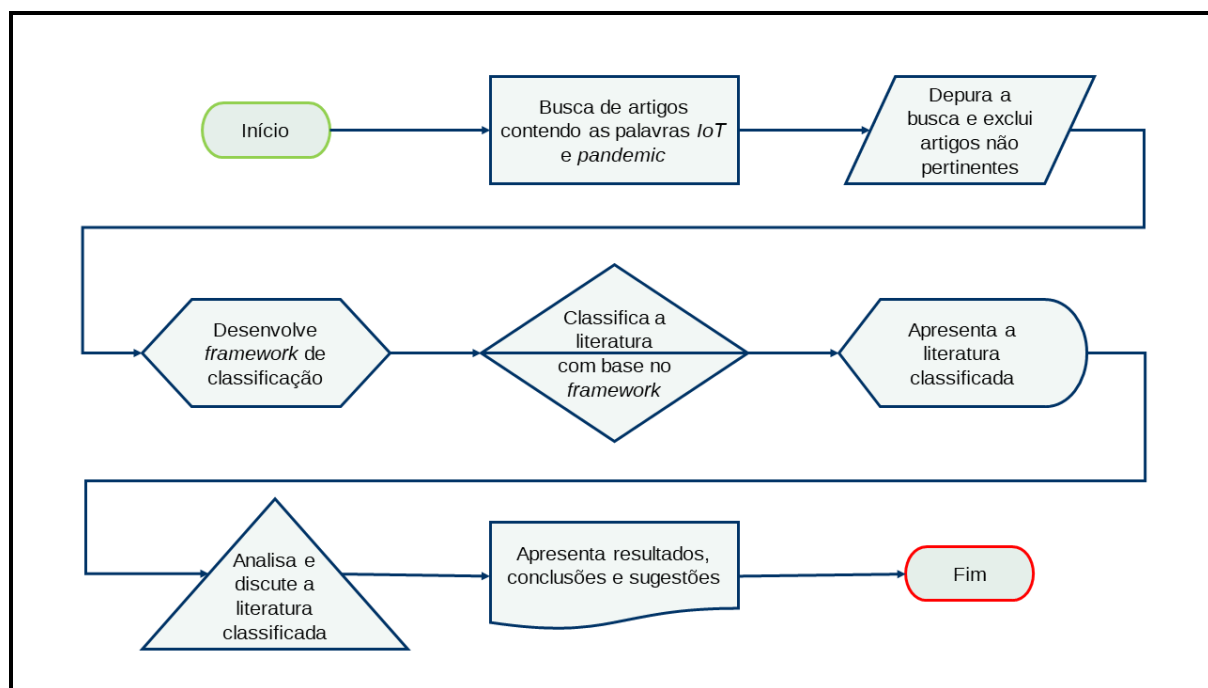


Figura 4.2: Fluxograma dos procedimentos desenvolvidos no trabalho.

Mantendo a mesma estrutura e sequência de classificação e codificação para o *framework* apresentada no Capítulo 3, detalhada na Tabela 3.2 e, após a análise dos artigos, que resultaram nos dados sobre a revisão da literatura lançados na Tabela 4.1, nas subseções seguintes são apresentados os resultados obtidos, iniciando pela classificação do contexto econômico e prosseguindo até o tipo de inovação proposta.

A apresentação dos resultados por grupos¹ e códigos visa dar destaque a aspectos dos temas que podem ou não ocorrer concomitantemente, ampliando a visão a ser extraída sobre esses aspectos.

¹Nota do autor: Optou-se por mostrar prioritariamente os gráficos com agrupamentos por serem mais representativos aos *gaps* e focos dos artigos.

Artigo	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aceto et al. (2018).	IA	2F	3F	4A	5A/5B/5C 5D/5E	6C	7C	8A	9D	10G	11B
Ahmadi-Javid et al. (2017).	IA/IB	2A	3G	4A	5A	6B	7A	8A	9E	10G	11C
Angurála et al. (2020).	IC	2A	3A/3B	4A	5D	6C	7B	8D	9C	10G	11A
Ashghari et al. (2020).	IA	2A	3E	4C	5A/5B/5C	6B	7B	8A	9B	10B	11B
Astill et al. (2020).	IA	2F	3I	4A/4B	5A/5C	6A	7A	8A	9B	10B	11C
Bakalis et al. (2020).	IA	2E	3F/3G	4A	5D	6A	7B	8B	9D	10G	11D
Barnes (2020).	IA	2A/2B/2C 2D/2E	3A/3B/3D 3E/3F/3G 3H	4A/4C	5A/5C/5D	6A	7A	8D	9D	10G	11A/11B/11C 11D/11E
Barthe-Delanoë et al. (2018).	IA	2E	3E	4A	5A	6C	7C	8A	9A	10G	11B/11C
Camacho et al. (2020).	IA	2E	3E	4D	5A	6C	7C	8A	9D	10G	11B
Campos et al. (2020).	IC	2E	3G	4A	5A	6B	7A	8A	9B	10B	11C
Ceder e Jiang (2020).	IA	2E	3A	4A/4C	5A/5C/5D	6B	7B	8A	9D ^a	10G	11A
Chapman (2020).	IA	2E	3F	4B	5B/5E	6A	7A	8A	9D	10G	11B
Chen e Han (2016).	IA	2E	3I	4A	5A	6A	7A	8A	9D	10G	11B
Chesbrough (2020).	IA	2A	3E	4D	5B	6A	7B	8D	9B/9D	10G	11B
Culot et al. (2020).	IA	2F	3I	4A/4B/4C	5A/5B/5C 5D	6A	7A	8D	9D	10G	11A
De' et al. (2020).	IC	2C/2D	3F	4A/4B/4C	5E	6A	7B	8D	9C	10G	11E
Dhagarra et al. (2020).	IC	2A	3I	4C	5D	6B	7B	8C	9C	10C	11E
Eguilaz et al. (2020).	IA	2A	3B/3E	4A/4B/4C	5A/5B/5C	6C	7A	8A	9D	10G	11D
Elavarasan e Pugazhendhi (2020).	IC	2A/2B/2C 2D/2E	3A/3B/3D 3E/3F/3G 3H	4A/4B/4C	5A/5B/5C	6A	7A	8B	9C	10G	11A/11B/11C 11D/11E
Feijóo et al. (2020).	IA	2E	3I	4D	5E	6A	7A	8D	9D	10G	11E
Forge e Vu (2020).	IA	2E	3F	4A	5E	6C	7C	8A	9D	10G	11C
Galbusera e Giannopoulos (2018).	IA	2C	3H	4D	5C	6C	7C	8A	9D	10G	11E

Continua na próxima página.

^aWHO (2020b, p. 77) considera Israel na região Europa.

Artigo	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Gárate-Escamila et al. (2020).	IA	2A	3B	4A	5A	6B	7B	8C	9D	10G	11B
Hentati e Fourati (2020).	1B	2A	3A/3B	4A/4B	5A/5B	6A	7A	8A	9A	10G	11A/11B
Herrmann et al. (2020).	IA	2C	3F	4C	5A	6A	7A/7B	8A	9D	10G	11A
Iqbal et al. (2020b).	IA	2A	3B	4A/4B	5A/5B	6A	7A	8D	9D	10G	11A/11B/11C 11D/11E
Iqbal et al. (2020a).	IA	2A	3B	4A/4B	5A/5B	6A	7A/7B	8A	9D	10G	11A/11B/11C 11D/11E
Javaid et al. (2020).	IC	2A	3A/3B/3D 3E/3F/3G 3H	4A/4B/4C	5A/5B/5D	6A	7A	8C	9C	10G	11A/11B/11C 11D/11E
K.C. et al. (2019).	IA	2E	3I	4A	5A/5B	6A	7A/7B	8A	9F	10G	11B
Kaplan e Haenlein (2020).	IA	2F	3I	4A	5A	6A	7B	8D	9D	10G	11E
Khan et al. (2020).	IC	2E	3I	4A/4B	5A	6A	7A/7B	8A	9C	10G	11B/11C
Kummitha (2020).	IA	2A	3A/3B/3C	4A/4B/4C	5A/5B/5C	6A	7A/7B	8D	9D	10B/10D	11C
Lamnabhi-Lagarrigue et al. (2017).	IA	2F	3I	4A/4B/4C	5A/5B/5C 5D	6A	7B	8A	9D	10G	11A/11B/11D
Lanza et al. (2020).	IA	2A	3B	4C	5A/5B/5C 5D	6A	7B	8C	9D	10G	11A/11B
Last (2017).	IA	2E	3H	4A/4B/4C	5A/5B/5C 5D	6A	7C	8D	9D	10G	11E
Milenkovic et al. (2020).	1B	2A	3A	4C	5A	6B	7B	8C	9D	10D	11B
Mok et al. (2020).	IA	2E	3G	4A	5A/5B	6A	7B	8B	9F	10F	11A
Mujawar et al. (2020).	IA	2A	3B	4A/4B/4C	5A/5C/5D	6A	7A/7B	8A	9B	10G	11A/11D
Nawaz et al. (2019).	IA	2F	3I	4A/4B/4C	5A/5C	6B	7B	8A	9F	10G	11C
Özköse et al. (2015).	1B	2F	3I	4A	5A	6A	7A	8A	9D	10G	11A/11B/11C 11D/11E
Pan e Zhang (2020).	IA	2A	3B/3E	4C	5A	6A	7B	8D	9F	10G	11B
Panizzon et al. (2020).	IC	2F	3I	4C	5E	6B	7C	8D	9B	10B	11C

Continua na próxima página.

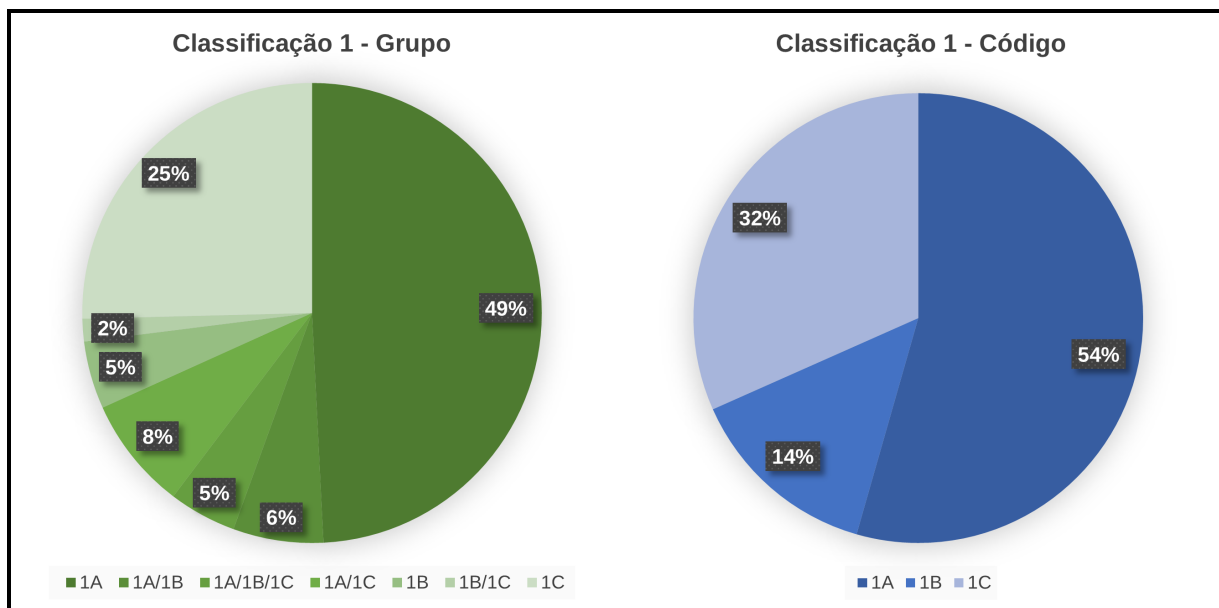
Artigo	I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Park et al. (2017).	IB	2F	3I	4A	5A	6B	7B	8A	9F	10G	11B
Pretorius (2019).	IB	2A	3I	4A	5A	6A	7A/7B	8C	9A	10G	11D
Rahman et al. (2020).	IB	2C	3A/3F	4E	5D	6B	7B	8D	9F	10G	11C
Sakhnini et al. (2019)	IA	2F	3I	4A/4C	5A/5B/5C 5D	6C	7A	8A	9B	10G	11E
Sandhu et al. (2016).	IC	2A	3B/3E	4C	5A/5B	6B	7B	8A	9C	10G	11B
Seetharaman (2020).	IC	2C	3F	4D	5E	6A	7B	8D	9C	10G	11C
Sharma e Kaur (2017).	IC	2A	3B/3E	4A/4B/4C	5A/5B	6C	7A	8A	9C	10G	11B
Sharma et al. (2020).	IA	2C	3G	4A/4C	5D	6C	7A/7B	8D	9B	10G	11D
Shi et al. (2020).	IC	2E	3E	4A/4B	5A/5B	6A	7A	8A	9F	10G	11B
Singh et al. (2020).	IC	2A	3A/3B/3D 3E	4A/4B/4C	5A/5B/5C 5D	6A	7A	8C	9C	10G	11A/11B/11C 11D
Singh et al. (2020a).	IC	2A	3A/3F	4C	5A	6A	7B	8C	9C	10G	11A
Sufian et al. (2020).	IC	2A	3A/3B/3D 3E/3F	4A/4B	5A/5B	6A	7A/7B	8A	9C	10G	11A/11B/11C 11D
Swayamsiddha e Mohanty (2020).	IC	2A	3A/3B/3E	4A/4B/4C	5A/5B	6A	7A	8C	9C	10G	11B
Vaishya et al. (2020).	IC	2A	3A/3B/3D 3E	4C	5D	6A	7A	8C	9C	10G	11B/11C
Verma e Gustafsson (2020).	IA	2C	3F	4C	5D	6A	7A	8D	9D	10G	11C
Vijayakumar et al. (2019).	IC	2A	3B/3C/3E	4A	5A	6B	7B	8A	9C	10G	11B
Vocke et al. (2019).	IA	2F	3I	4A/4B	5A/5B	6A	7A	8A	9D	10G	11A/11B/11C 11D/11E
Waleed Salehi et al. (2020).	IC	2A	3B	4E	5C	6A	7A	8A	9C	10G	11D
Zhang e Watson IV (2020).	IA	2C	3I	4A	5A	6C	7B	8D	9B	10G	11B/11C
Zhu, Podesva, et al. (2020).	IC	2A	3B	4A/4B	5A	6C	7C	8A	9C	10G	11D
Zhu, Fohlerová, et al. (2020).	IC	2A	3B/3C	4A/4B/4C	5A/5B	6C	7B	8A	9C	10G	11D

Tabela 4.1: Resultado da classificação dos artigos.

I - Contexto econômico; 2 - Foco; 3 - Objetivos estratégicos OMS; 4 - Nível de inserção da tecnologia/solução na rede de IoT; 5 - Nível de inserção na rede de informação; 6 - Método de pesquisa quanto à abordagem; 7 - Método de pesquisa quanto ao objetivo; 8 - Área do periódico; 9 - Região de vínculo do autor principal (Regiões segundo OMS); 10 - Região de aplicação da pesquisa (Regiões segundo OMS); e, 11 - Tipo de inovação proposta.

Os gráficos da Figura 4.3 apresentam os resultados da classificação dos artigos da revisão da literatura considerando o nível de maturidade econômica do país ou países onde estão localizadas às instituições de vínculo do(s) autor(es) dos artigos, conforme a classificação nas categorias 1A (Economia Madura), 1B (Economia Não Madura) e 1C (Economia Mista). Na classificação por grupo, observa-se a ocorrência de artigos publicados tanto com autores vinculados a cada uma das codificações isoladas, como também pela combinação dessas codificações, não havendo exclusão de qualquer combinação de agrupamento. Nitidamente há prevalência de publicações vinculadas a instituições localizadas em países de economia madura, quase metade, seguida daquelas provenientes de economia mista, cerca de um terço, cabendo às instituições localizadas em países de economia não madura apenas participação em, aproximadamente, um sexto das publicações.

Estes valores obtidos são coerentes com os dados apresentados no *Relatório de Ciências da UNESCO*: quase 90% dos investimentos em pesquisa, pesquisadores, **publicações** (grifo nosso) e patentes são vinculados ao G20² (UNESCO, 2021, p. 6). O mesmo relatório, cujo subtítulo é *A corrida contra o tempo por um desenvolvimento inteligente* faz alusão à 4ª Revolução Industrial impulsionada pelas tecnologias digitais habilitadoras (IA, robotização, *BD*, *IoT*, *Blockchain* etc.) que têm impulsionado a digitalização dos governos e o estímulo a políticas focadas na economia digital por países de todos os níveis de renda.



Nota: 1A - Economia madura; 1B - Economia não madura; 1C - Economia mista.

Figura 4.3: Publicações de artigos relacionados a *IoT* e *pandemic* nos últimos anos segundo classificação por contexto econômico.

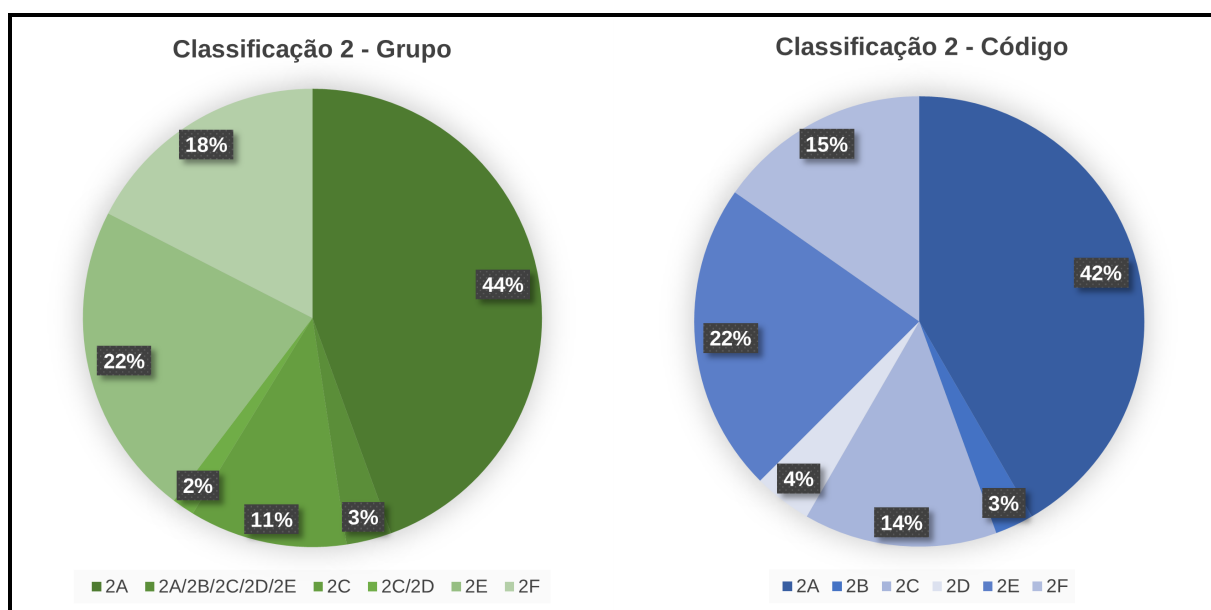
Um *gap*, a ser analisado com dados mais detalhados, seria a verificação de existência de relação do contexto econômico e da produção acadêmica quanto ao nível de enfrentamento de pandemias nessas economias e com a utilização de quais recursos (tecnologias). Estariam os países de economias com mais recursos e maior produção acadêmica sendo proporcionalmente mais efetivos no enfrentamento de pandemias e no uso de tecnologias? Os países de economias com menos recursos e baixa produção acadêmica estariam, proporcionalmente, limitados aos

²Nota do autor: No presente momento o grupo é formado por Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão, Reino Unido, África do Sul, Arábia Saudita, Argentina, Austrália, Brasil, China, Coreia do Sul, Índia, Indonésia, México, Rússia, Turquia e União Europeia.

seus recursos para o enfrentamento de pandemias e uso de tecnologias ou contariam com auxílio externo?

4.2 FOCO

A Figura 4.4 apresenta, em termos percentuais, os focos abordados nos artigos da revisão da literatura. O tema saúde aparece com mais de 40%, sendo o principal foco isolado dos artigos e quando aparece agrupado a outros aspectos (3%), ocorre conjuntamente com todos os outros focos considerados no *framework* adotado, ou seja, os artigos que têm foco em saúde, quando agrupados, também tratam (ou focam) em educação, manutenção da atividade econômica, manutenção da atividade atividade social, além de outras preocupações relativas ao tema.



Nota: 2A - Saúde; 2B - Educação; 2C - Manutenção da atividade econômica; 2D - Manutenção da atividade social; 2E - Outros; 2F - Não se aplica.

Figura 4.4: Foco das publicações.

A manutenção da atividade econômica aparece como o segundo foco isolado dos artigos, pois a codificação “2E - Outros” e “2F - Não se aplica” englobam diversos aspectos que não foram significativos para uma codificação isolada. Educação (3%) e manutenção da atividade social (2%) aparecem com percentuais focais bem mais reduzidos quando comparados a saúde e manutenção da atividade econômica. Uma possível explicação para esses resultados podem estar relacionados não a relevância considerada a essas codificações, mas sim a prioridades face a eventos de grande impacto na população como é uma pandemia.

A educação, por exemplo é muito relevante, pois, por se tratar de uma nova doença e/ou uma doença com rápida e abrangente disseminação, assim que informações/novos conhecimentos sobre todos os aspectos da doença são descobertos, pessoas devem ser informadas e capacitadas para que adotem as melhores ações a mitigar seus efeitos prejudiciais. Devem ser capacitados rapidamente: profissionais de assistência à saúde, pesquisadores, cientistas, profissionais de logística, gestores, profissionais de segurança e muitos outros, inclusive a população em geral. Importante também ressaltar que as informações e os conhecimentos a serem transmitidos devem ser os mais assertivos possíveis e com base em dados de qualidade, disponíveis a cada momento enquanto durar a pandemia, evitando-se informações sem a mínima base científica e com potencial de agravar uma situação que por si já é muito complexa.

A manutenção da atividade social, obviamente, também é relevante, pois o homem na atual condição de desenvolvimento é um ser social que ao ser privado do convívio com outros de sua espécie pode lhe trazer consequências sérias a médio e longo prazos tão danosas como a COVID-19, principalmente, quando forem considerados aspectos psicológicos.

Talvez seja razoável também considerar que os baixos percentuais de foco para educação e manutenção da atividade social, na revisão da literatura, ocorram por dependência desses fatores a fatores relacionados a saúde e economia: pessoas com saúde debilitada e/ou poucos recursos econômicos tendem a não diminuir atividades de educação e de convívio social?

Razoável, talvez seria considerar que a educação e a manutenção da atividade social se adaptaram melhor ao contexto de pandemia, por isso não foram objeto de foco dos artigos. Assim, seria possível pensar que as tecnologias habilitadoras da 4ª Revolução Industrial e da transformação digital, tenha antecipado novas formas de educação e de atividade social (Redes sociais, conectividade, plataformas de comunicação *online* etc).

A saúde, durante uma pandemia, evidentemente é a principal preocupação de todos, mas diversos outros aspectos também devem receber a atenção das autoridades, dos profissionais diretamente envolvidos no combate ao evento e a população de forma geral.

4.3 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DA OMS

Os resultados obtidos segundo a classificação dos artigos da revisão da literatura tendo como tema os objetivos estratégicos estabelecidos pela OMS para enfrentamento de pandemias, em específico, da COVID-19, são representados pelos gráficos das Figura 4.5 e 4.6.

Dos 63 artigos levantados na revisão da literatura, menos de 1/3 (19 artigos classificados como 3H e 3I, exclusivamente) não abordam temas relacionados a ação e combate de pandemia, havendo, entretanto, a prevalência da maioria dos autores abordando temática relacionável aos objetivos estratégicos de ação e combate propostos pela OMS (Classificações 3A a 3G, conjuntamente).

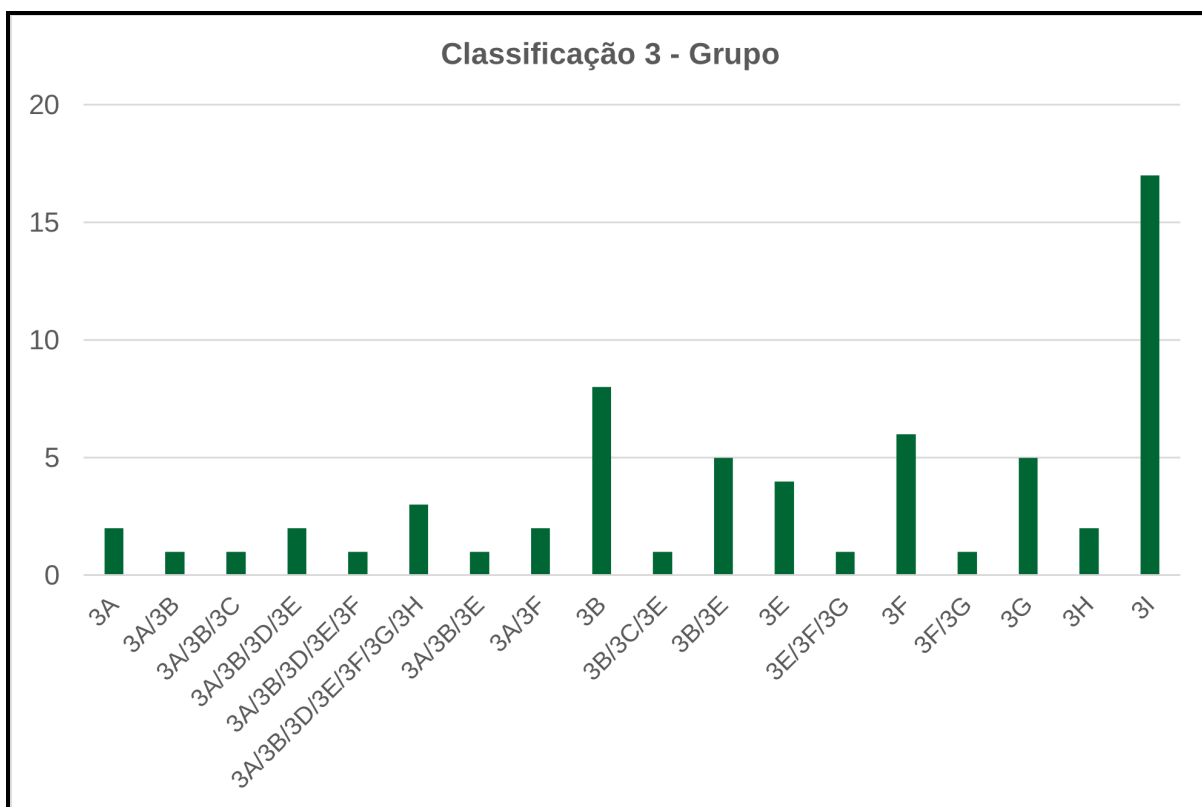
A identificação, o isolamento e o tratamento de pessoas infectadas (Classificação 3B) é o tema relacionado aos objetivos estratégicos que predomina na maioria dos artigos e se opõe a identificação e redução da transmissão de fonte animal (3C), que tem menor incidência nos artigos.

Em que pese não haver vinculação de publicação dos artigos científicos aos objetivos estratégicos definidos pela OMS (WHO, 2020a, p. 5), classificá-los segundo esse critério é um indicativo de como podem trazer contribuições para lidar com a pandemia.

A prevalência da maioria dos autores abordando temática relacionável aos objetivos estratégicos de ação e combate propostos pela OMS sugere, ao menos, duas possíveis hipóteses. Primeira, os objetivos estratégicos da OMS apresentam grande correlação com o pensamento e as pesquisas da comunidade acadêmica. Segunda hipótese, a maior parte dos pesquisadores que publicaram artigos têm, pelo menos no contexto abordado neste trabalho, preocupação com temas aplicáveis à prática da realidade vivida e propositura de possíveis soluções/contribuições.

A identificação, isolamento e tratamento de pessoas infectadas (3B) pode estar relacionada a uma lógica humanitária de prestação de assistência a saúde dos doentes, como também da importância de identificar o impacto sobre a população (dimensão da pandemia) e por segurança o afastamento de pessoas saudáveis, até melhor compreensão da doença. Duas possíveis hipóteses para a outra extremidade dos resultados (Identificação e redução da transmissão de fonte animal - 3C) podem ser em razão de características inerentes ao tipo de pesquisa que podem ser mais demoradas para produzir resultados significativos ou por características geopolíticas relacionadas principalmente às regiões dos primeiros focos de COVID-19 que podem ter dificultado

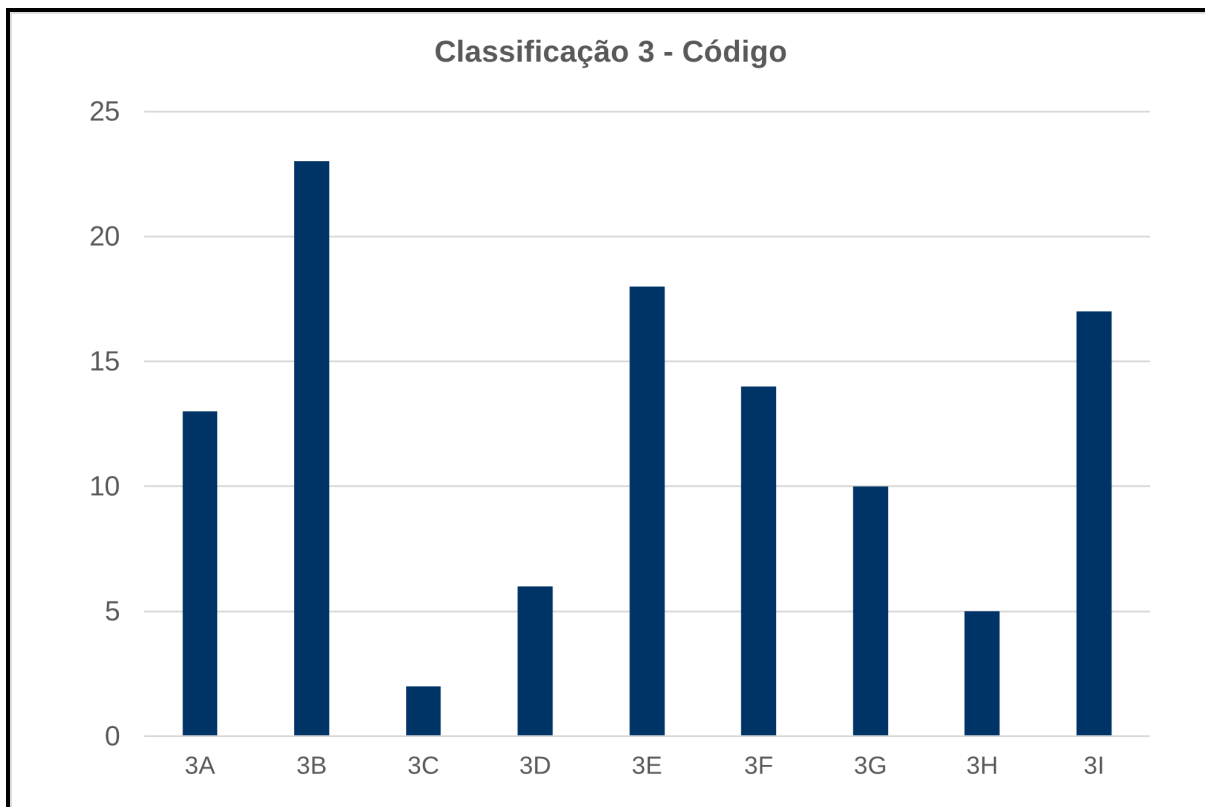
este tipo de enfoque.



Nota 1: 3A - Limitação da transmissão de humanos para humanos; 3B - Identificação, isolamento e tratamento de infectados; 3C - Identificação e redução da transmissão de fonte animal; 3D - Enfrentamento de incertezas relacionadas à pandemia; 3E - Comunicação e intercâmbio de informações; 3F - Mitigação de impactos sociais e econômicos; 3G - Cadeia de suprimentos e logística; 3H - Outros; 3I - Não se aplica.

Nota 2: No eixo vertical são apresentados valores absolutos.

Figura 4.5: Classificação dos artigos segundo objetivos estratégicos definidos pela OMS (Grupos).



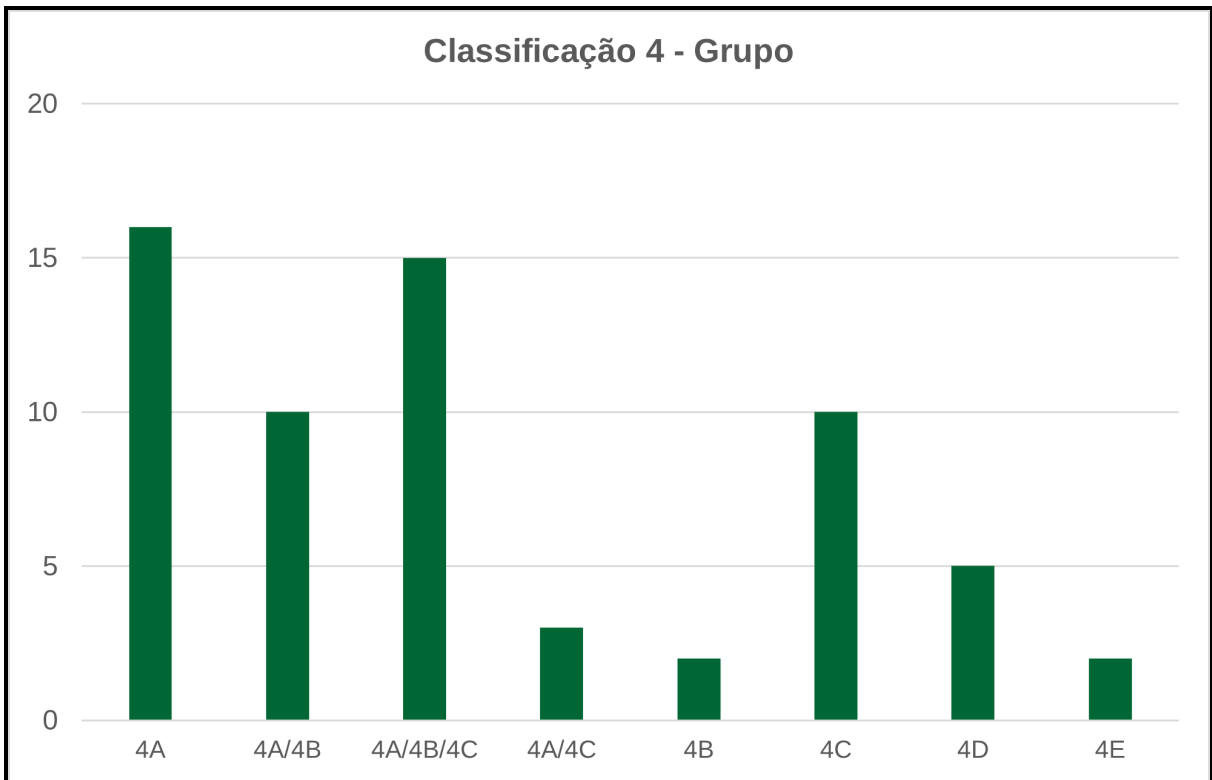
Nota: 3A - Limitação da transmissão de humanos para humanos; 3B - Identificação, isolamento e tratamento de infectados; 3C - Identificação e redução da transmissão de fonte animal; 3D - Enfrentamento de incertezas relacionadas à pandemia; 3E - Comunicação e intercâmbio de informações; 3F - Mitigação de impactos sociais e econômicos; 3G - Cadeia de suprimentos e logística; 3H - Outros; 3I - Não se aplica.

Figura 4.6: Classificação dos artigos segundo objetivos estratégicos definidos pela OMS (Códigos).

4.4 NÍVEL DE INSERÇÃO DA TECNOLOGIA OU SOLUÇÃO NA REDE DE *INTERNET DAS COISAS (IoT)*

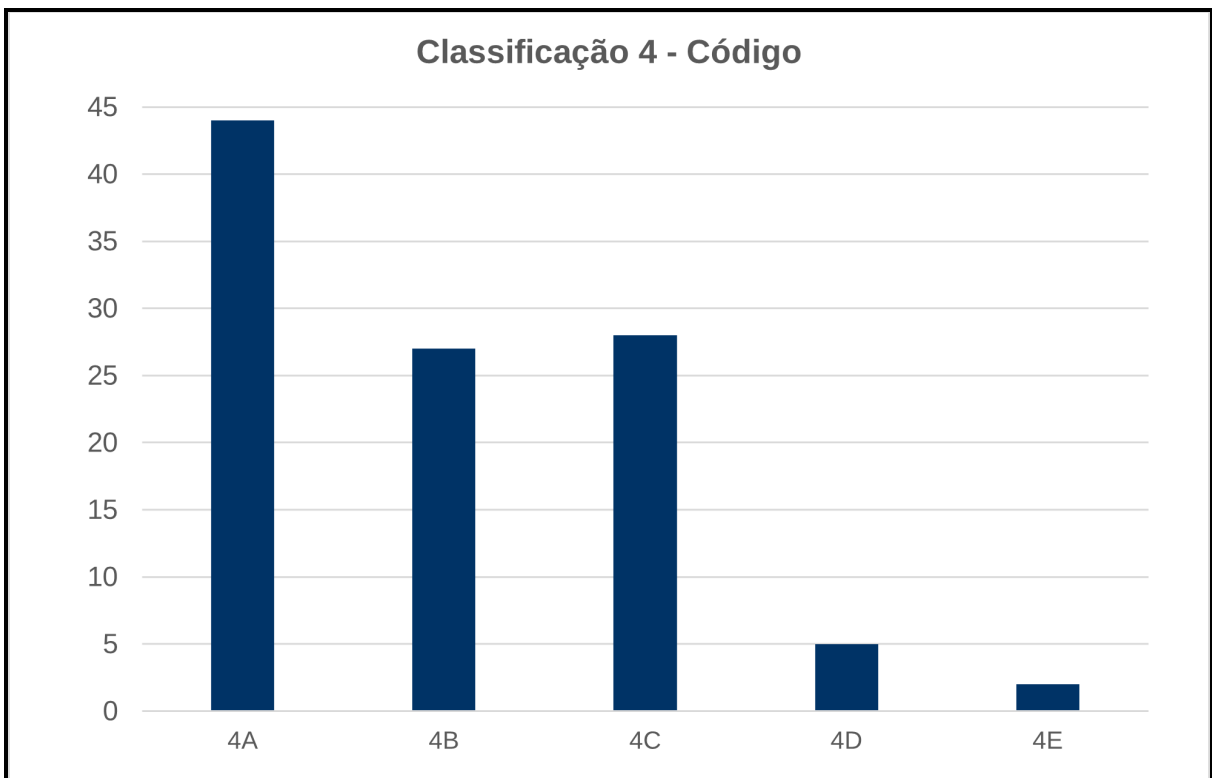
Os resultados da análise da literatura com base no nível de inserção da tecnologia ou solução indicam a predominância da tecnologia de *IoT* em configurações e arranjos físicos dos dispositivos, ou seja, topologia (4A), sendo que em metade dessas ocorrências a tecnologia de *IoT* está inserida em contexto mais amplo, incluindo inserções da tecnologia ou soluções que também incluem estruturação lógica de sistemas, especificidades de seus elementos físicos e organizações funcionais com reflexos na estruturação hierárquica (Arquiteturas - 4B) além de composição de bibliotecas, *framework* ou ambiente da solução (Plataformas - 4C), conforme apresentado nas Figuras 4.7 e 4.8.

Em cinco dos artigos, o nível de inserção da tecnologia ou da solução na rede de *IoT* não correspondem às classificações propostas por Islam et al. (2015, pp. 2–4), por isso foram classificadas como “4D - Outros”. Já em dois artigos, a tecnologia de *IoT* é citada, mas sem contextualização de seu nível de inserção tecnológica.



Nota: 4A - Topologia; 4B - Arquitetura; 4C - Plataforma; 4D - Outros; 4E - Não se aplica.

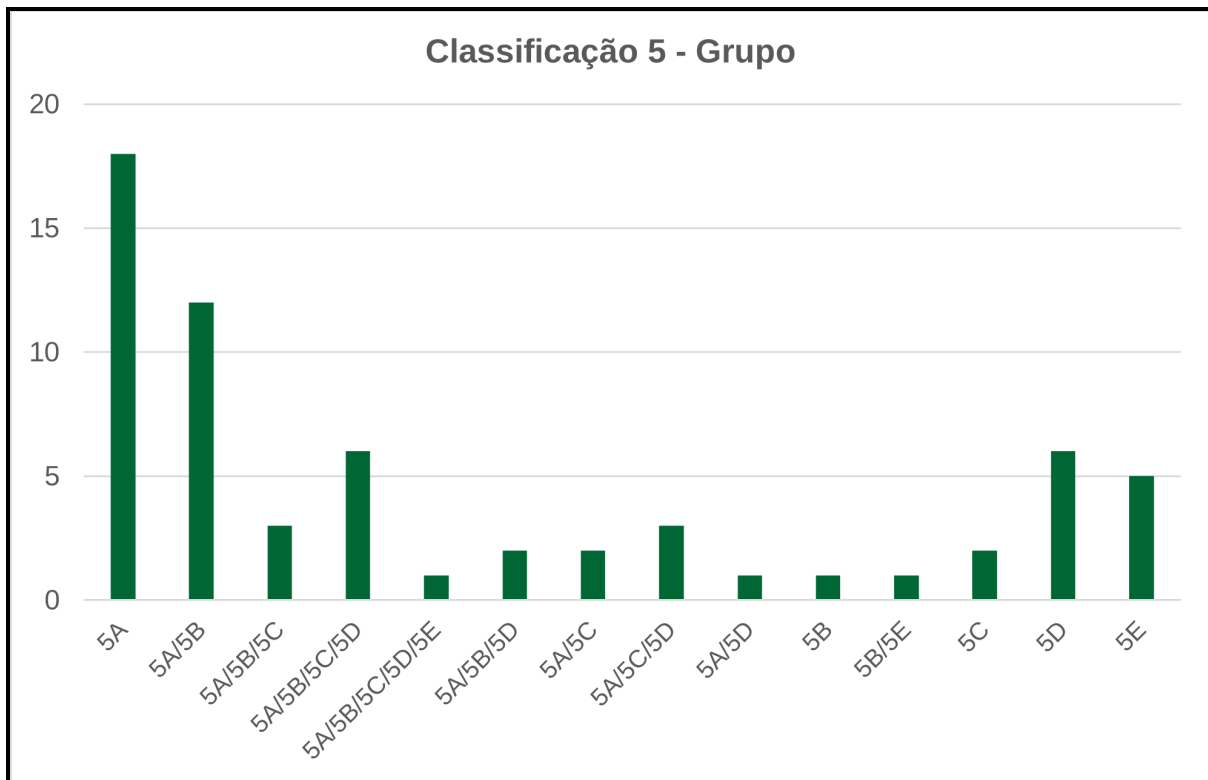
Figura 4.7: Classificação dos artigos segundo o nível de inserção da tecnologia ou solução na rede de Internet das Coisas (Grupos).



Nota: 4A - Topologia; 4B - Arquitetura; 4C - Plataforma; 4D - Outros; 4E - Não se aplica.

Figura 4.8: Classificação dos artigos segundo o nível de inserção da tecnologia ou solução na rede de Internet das Coisas (Códigos).

Os resultados da classificação das abordagens observados nos artigos quando ao nível de inserção da tecnologia de *IoT* na rede de informação são ilustrados pelos gráficos das Figuras 4.9 e 4.10. Há prevalência da coleta de dados (5A) seguida de soluções com acesso de dados (5B). Níveis de inserção referentes a inferência a partir de dados (5C) e resposta a uma situação ou ação em determinadas condições (5D) englobam implementações mais complexas da tecnologia, aparecendo com menor incidência.

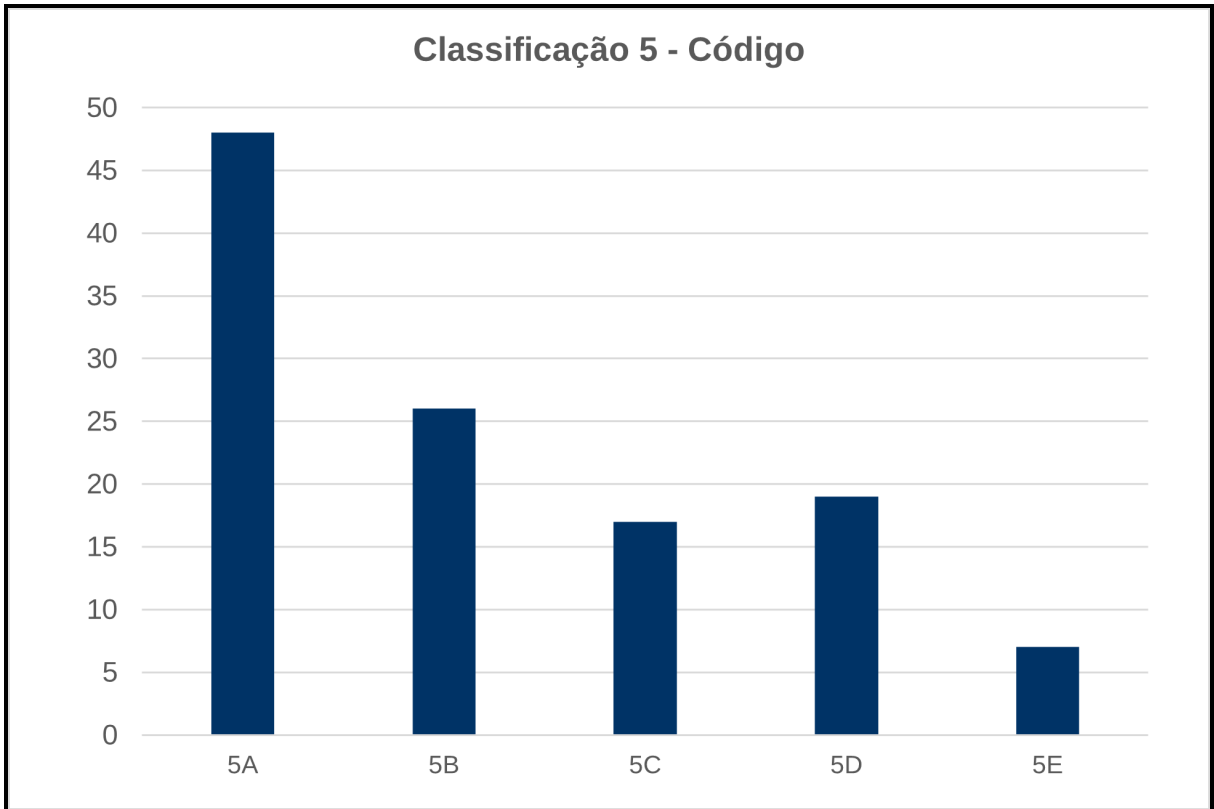


Nota: 5A - Coleta de dados; 5B - Acesso a dados; 5C - Inferência a partir dos dados coletados; 5D - Resposta a uma situação, ação face a determinadas condições; 5E - Outros.

Figura 4.9: Classificação dos artigos segundo o nível de inserção na rede de informação (Grupos).

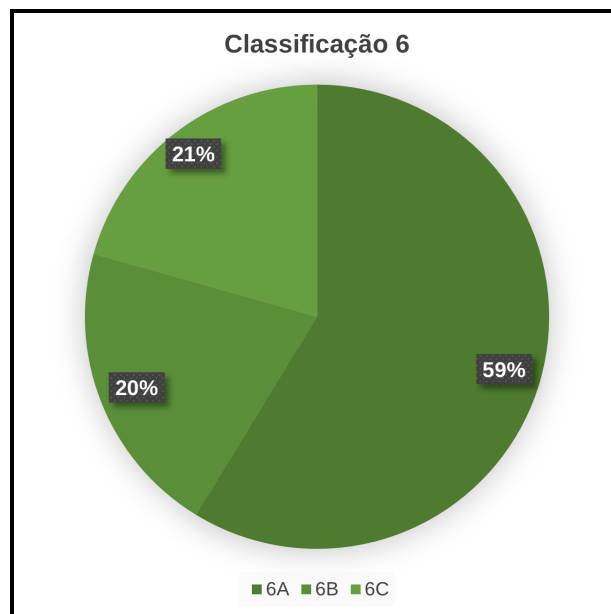
Os resultados obtidos nesse item podem indicar que a disponibilidade de dispositivos de *IoT* ainda não está diretamente vinculada a conectividade (ou aparente conectividade) com soluções tecnológicas mais complexas envolvendo, por exemplo, *Big Data (BD)*, Inteligência Artificial, automação ou ambientes/sistemas ciberfísicos.

Os artigos que compõem a revisão da literatura neste trabalho, quanto à classificação do método de pesquisa pelo critério da abordagem, são na maioria de pesquisas qualitativa (6A) que apresentam incidência de aproximadamente 60%, três vezes superior as demais classificações que tem incidências equivalentes, quantitativa (6B) 20% e mista (Quali-quantitativa - 6C) 21%, conforme ilustra o gráfico da Figura 4.11. Nesse sentido, pesquisas qualitativas ou *surveys*, para identificar a visão do usuário quanto à *IoT*, se fazem necessárias.



Nota: 5A - Coleta de dados; 5B - Acesso a dados; 5C - Inferência a partir dos dados coletados; 5D - Resposta a uma situação, ação face a determinadas condições; 5E - Outros.

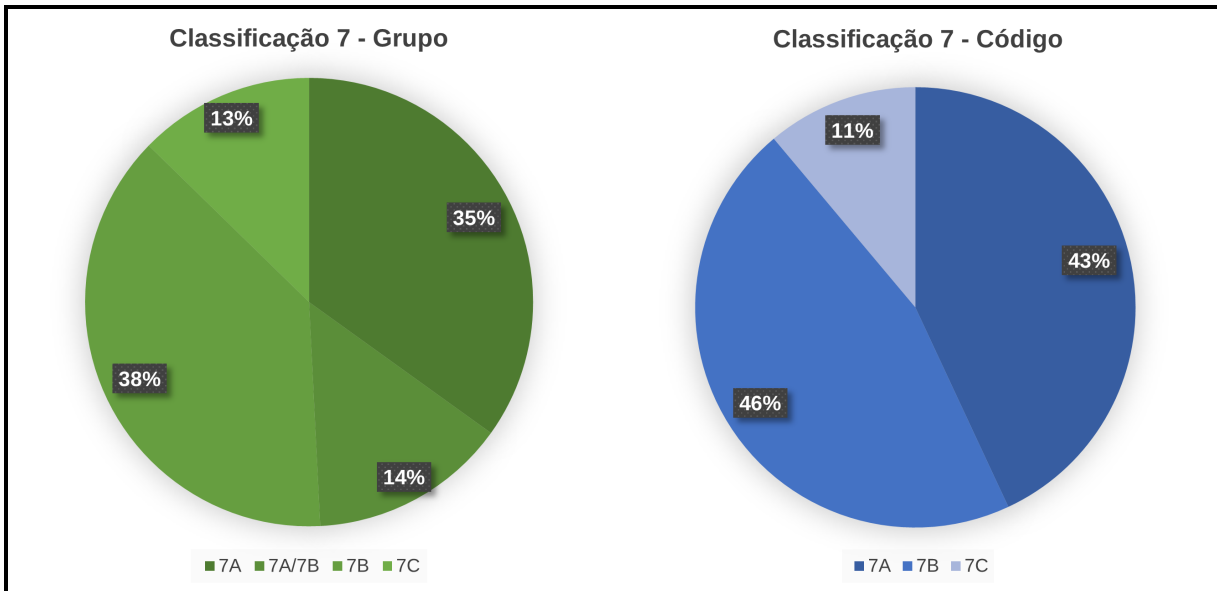
Figura 4.10: Classificação dos artigos segundo o nível de inserção na rede de informação (Códigos).



Nota: 6A - Qualitativa; 6B - Quantitativo; 6C - Misto (Quali-Quanti).

Figura 4.11: Classificação dos artigos segundo o método de pesquisa quanto à abordagem.

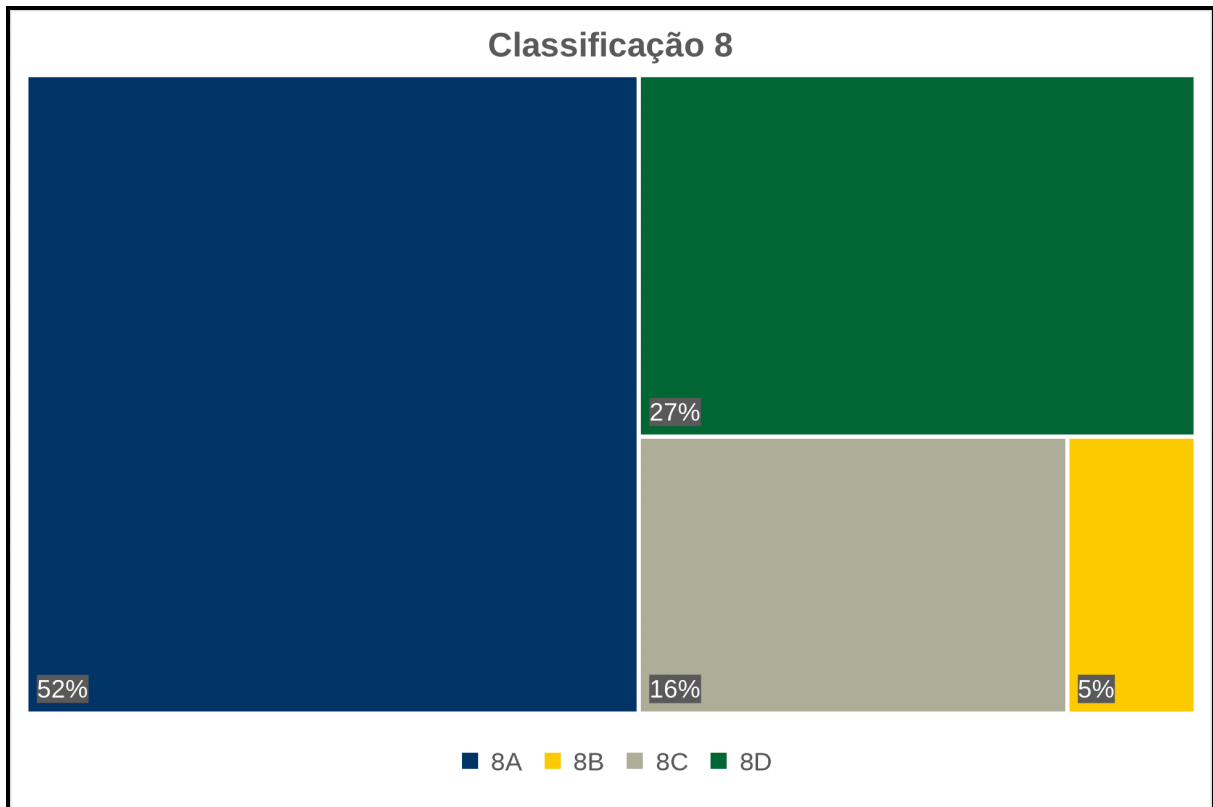
A classificação dos artigos da revisão da literatura quanto ao objetivo do método de pesquisa apresentam predominância de pesquisas de cunho exploratório (7A) e descritivo (7B) com prevalências equivalentes, inclusive com 14% dos artigos sendo classificados com ambas codificações (Agrupamento de codificação 7A/7B). A incidência de artigos de cunho explicativo é bem menor que as outras classificações, representando 11% dos artigos analisados, conforme ilustram os gráficos da Figura 4.12.



Nota: 7A - Exploratória; 7B - Descritiva; 7C - Explicativa.

Figura 4.12: Classificação dos artigos segundo o método de pesquisa quanto ao objetivo.

Quando à classificação dos artigos por área do periódico no qual foi publicado, os resultados são apresentados na Figura 4.13, prevalecendo *journals* das áreas de ciências físicas e engenharia (8A), comportando quase metade dos artigos. Artigos em periódicos da área de ciências da vida (8B) representam 27% do levantamento, seguidos daqueles publicados em periódicos da área de ciências da saúde (8C) com 16% e da área de ciências sociais e humanas (8D) com 8%. Interessante observar que o tema foi abordado em periódicos de todas as áreas da base *Science Direct*[®], da Elsevier[®], o que indica a relevância do tema e o empenho de pesquisadores de todas as áreas quanto ao seu estudo.



Nota: 8A - Ciências físicas e engenharia; 8B - Ciências da vida; 8C - Ciências da saúde; 8D - Ciências sociais e humanas.

Figura 4.13: Classificação dos artigos segundo a área do periódico em que foi publicado.

4.9 REGIÃO DE VÍNCULO DO AUTOR PRINCIPAL

A classificação dos artigos com base na região onde está localizada a instituição de vínculo do autor principal, considerando-se que como autor principal aquele cujo nome aparece primeiro na citação de autores do artigo, apresenta prevalência da região europeia (9D) seguida da região do sudeste asiático (9C), sendo que o continente americano (9B) figura com aproximadamente 1/3 em relação ao números da Europa e 1/2 em relação ao sudeste asiático, conforme ilustram os gráficos das Figuras 4.14 e 4.15.

A figuração da região do sudeste asiático posicionada entre a região da Europa e do continente americano, pode ser indicativo de vinculação de crescimento econômico a crescimento

em produção acadêmica. Nessa região estão inseridas a Índia, a Indonésia e a Coreia do Sul.

Conforme apresentada na Figura 4.15, a associação da região da África e da região do mediterrâneo oriental a menores quantidades de publicações pode indicar correlação a fatores econômicos ou de instabilidade política associados a essas regiões.

4.10 REGIÃO DE APLICAÇÃO DA PESQUISA

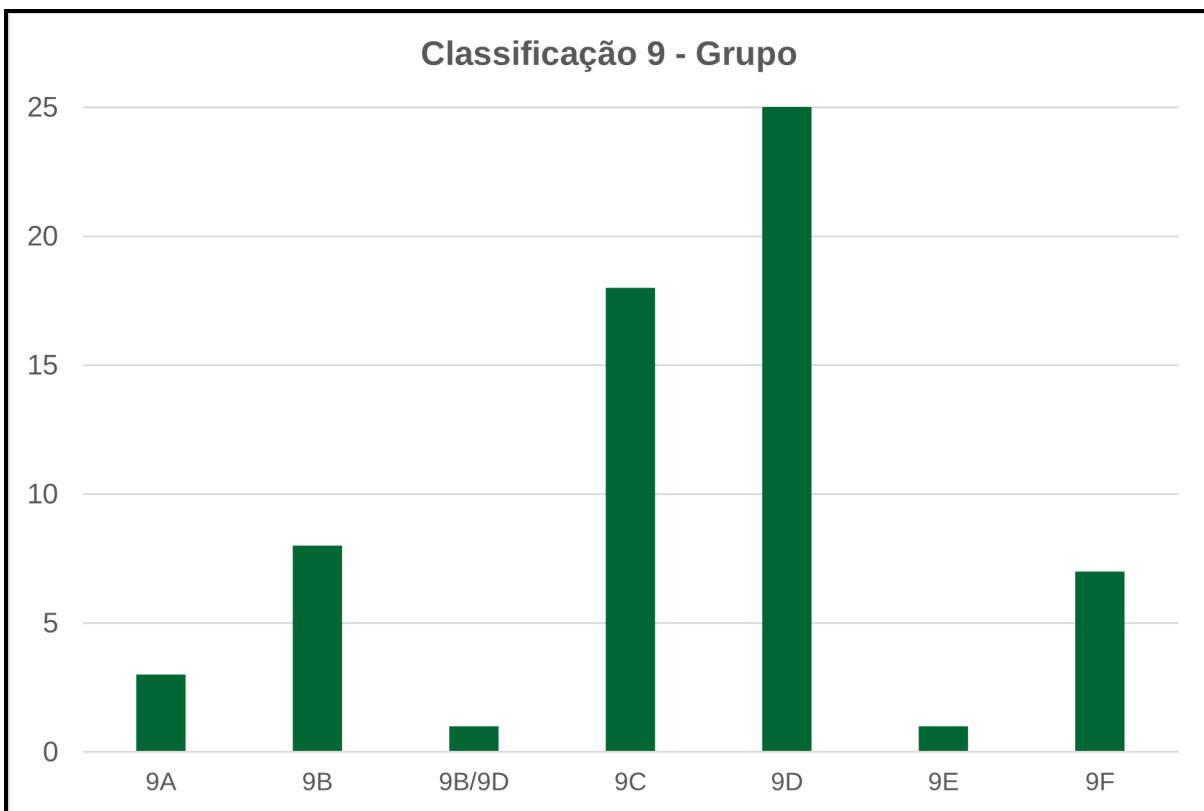
A classificação dos artigos quanto a aplicação de pesquisas, apresentada nos gráficos das Figuras 4.16 e 4.17, mostram que praticamente todas as pesquisas têm aplicação global (Diversas Regiões - 10G).

Considerando que os temas estão relacionados a *IoT* e demais tecnologias relacionadas a revolução digital, o panorama global pode não ser reproduzível em todas as regiões ou países, pois aqueles com acesso restrito ou de qualidade precária à *Internet*, por exemplo, podem ter pouco proveito das soluções abordadas nos artigos, ficando a margem (ou a sorte) no enfrentamento de pandemias se países com mais recursos não prestarem apoio financeiro e tecnológico.

4.11 TIPO DE INOVAÇÃO PROPOSTA

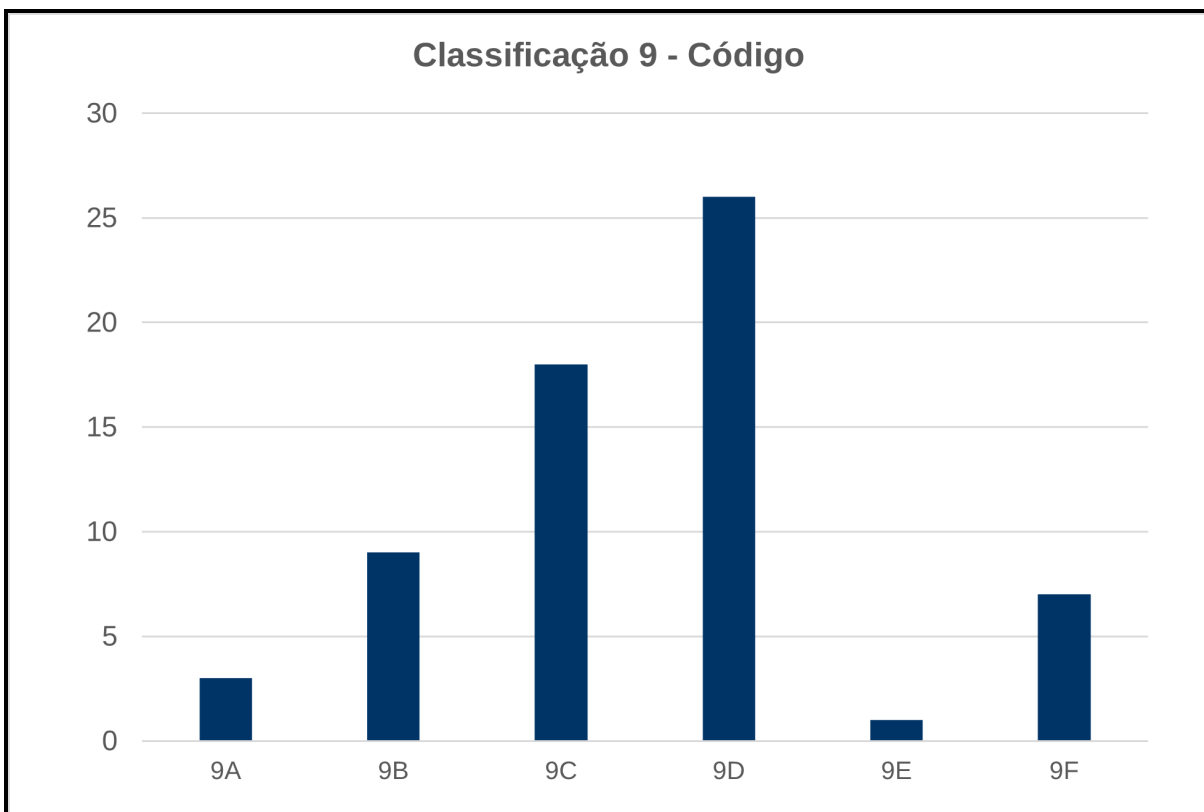
Quando ao tipo de inovação proposta em relação aos termos pesquisados na revisão da literatura (*IoT* e pandemia) destaca-se, tanto por agrupamentos como por códigos, sistemas de informação e comunicação (I1B) com 30% seguidos da codificação relacionada a administração e gestão (Negócios, governança, gestão de recursos etc. - I1C) com 22%. A produção de bens e serviços (I1A) e o desenvolvimento de produtos e processos (I1D) figuram de forma quase que equivalente correspondendo 18% e 17%, respectivamente, como mostrado nos gráficos da Figuras 4.18 e 4.19, destacando-se a relevância da informação para a compreensão do problema e sua extensão, a permitir análises mais assertivas e implementação de ações mais eficientes.

A prevalência de inovação em sistemas de informação e comunicação talvez possa ser vista com um indicativo do aumento da importância da *Internet* no contexto global de conectividade.



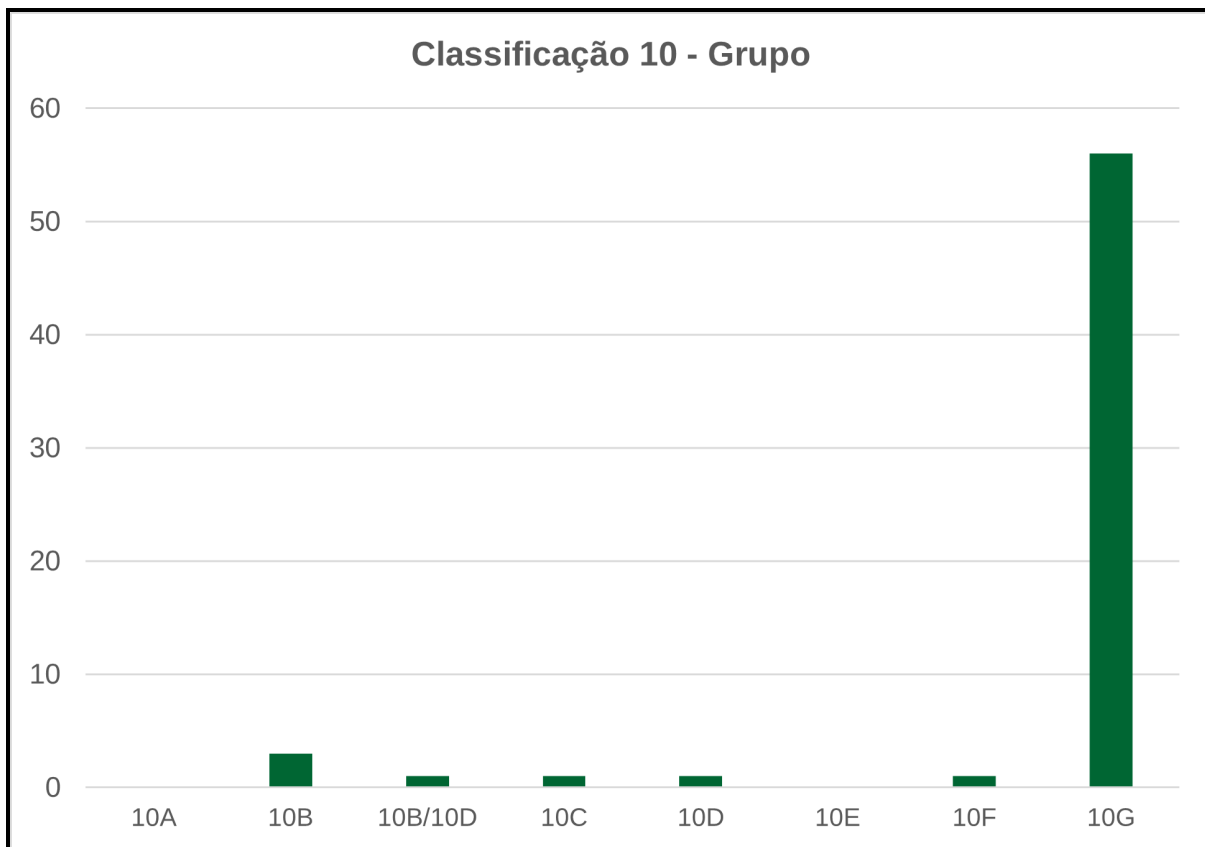
Nota: 9A - África; 9B - América; 9C - Sudeste asiático; 9D - Europa; 9E - Mediterrâneo oriental; 9F - Pacífico ocidental.

Figura 4.14: Classificação dos artigos segundo a região de vínculo do autor principal (Grupos).



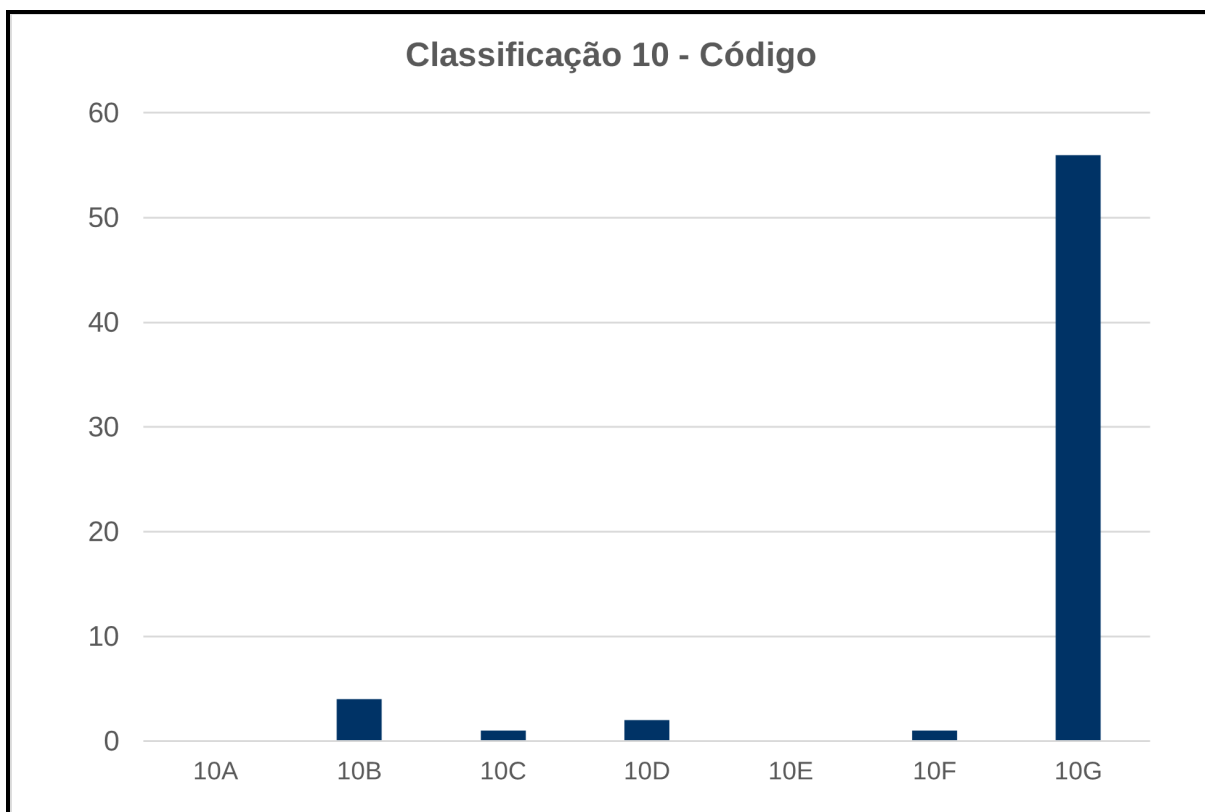
Nota: 9A - África; 9B - América; 9C - Sudeste asiático; 9D - Europa; 9E - Mediterrâneo oriental; 9F - Pacífico ocidental.

Figura 4.15: Classificação dos artigos segundo a região de vínculo do autor principal (Códigos).



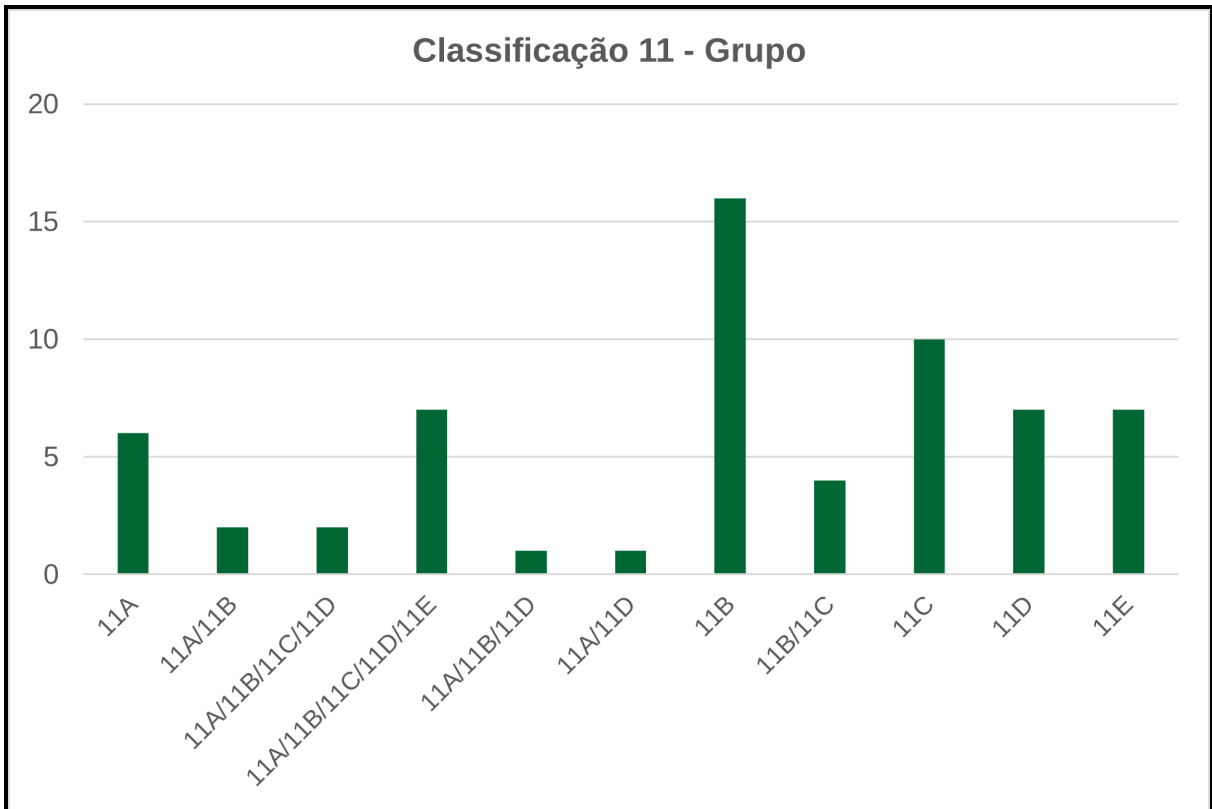
Nota: 10A - África; 10B - América; 10C - Sudeste asiático; 10D - Europa; 10E - Mediterrâneo oriental; 10F - Pacífico ocidental; 10G - Diversas regiões.

Figura 4.16: Classificação dos artigos segundo a região de aplicação da pesquisa (Grupos).



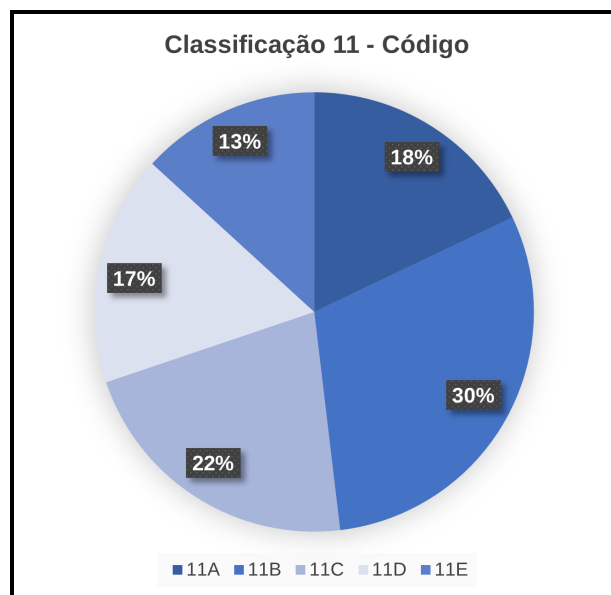
Nota: 10A - África; 10B - América; 10C - Sudeste asiático; 10D - Europa; 10E - Mediterrâneo oriental; 10F - Pacífico ocidental; 10G - Diversas regiões.

Figura 4.17: Classificação dos artigos segundo a região de aplicação da pesquisa (Códigos).



Nota: 11A - Produção de bens e serviços; 11B - Sistemas de informação e comunicação; 11C - Administração e gestão; 11D - Desenvolvimento de produtos e processos; 11E - Outros.

Figura 4.18: Classificação dos artigos segundo o tipo de inovação proposta (Grupos).



Nota: 11A - Produção de bens e serviços; 11B - Sistemas de informação e comunicação; 11C - Administração e gestão; 11D - Desenvolvimento de produtos e processos; 11E - Outros.

Figura 4.19: Classificação dos artigos segundo o tipo de inovação proposta (Códigos).

As distribuições percentuais de ocorrência dos grupamentos formados com base na codificação de cada tema, a partir do *framework* de classificação descrito na Tabela 3.2, são apresentadas na Figura 4.20. Os grupamentos com maior percentual de ocorrência são temas mais estudados e abordados pela literatura, podendo-se considerar, *a priori*, como os mais consolidados e explorados na academia, já os com menores incidências percentuais, geralmente, estão relacionados com *gaps* na literatura, por isso, precisam ser melhor estudados e explicados, portanto, temas mais prováveis para a composição de agenda de pesquisas futuras. Os *gaps* estão indicados por setas na figura.

Distribuição semelhante é apresentada na Figura 4.21, mas considerando somente a ocorrência percentual das codificações por tema, sem agrupamentos, ou seja, o percentual de artigos que abordam cada codificação por tema proposto no *framework* de classificação.

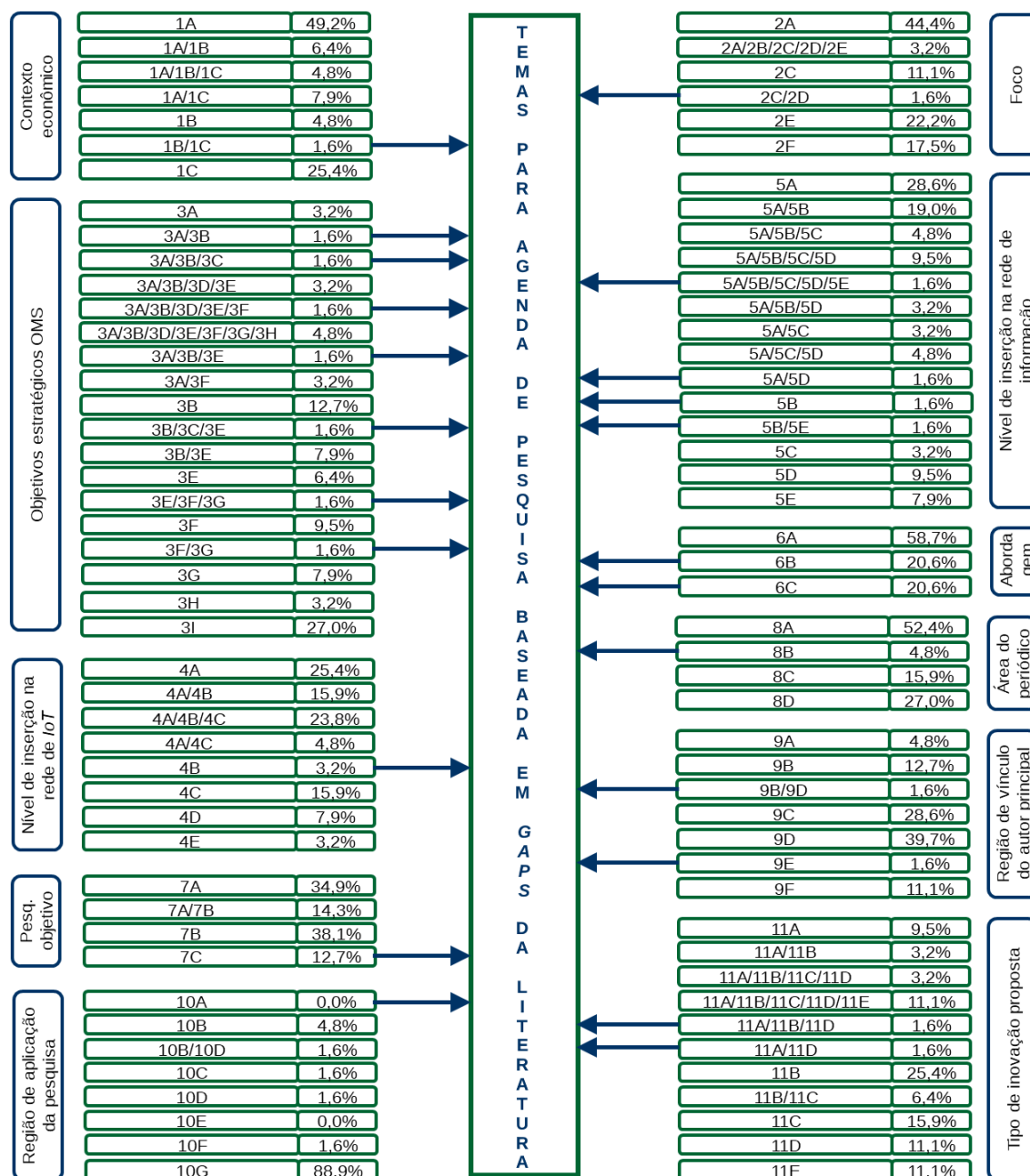


Figura 4.20: Distribuição das classificações em categorias com indicação de agenda de pesquisa. Fonte: Adaptado de C. J. C. Jabbour (2013, p. 153).

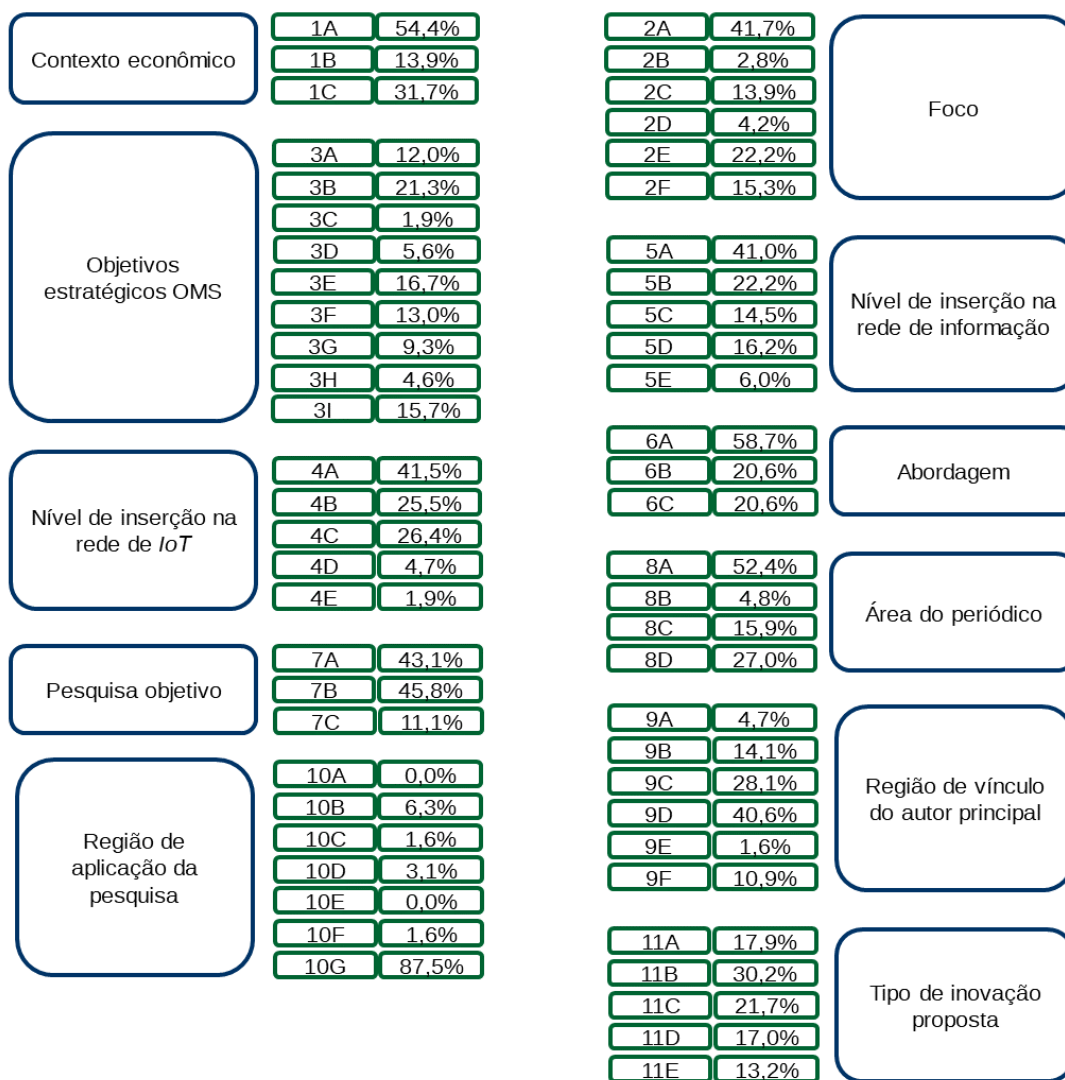


Figura 4.21: Distribuição das classificações em categorias por percentuais de ocorrência das codificações.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÃO

“Perdemos. Todos nós. Perdemos
amigos, perdemos família. Hoje temos a
chance de pegar tudo de volta. E iremos,
custe o que custar.”

—Vingadores: Ultimato.

A História da Medicina remonta o Paleolítico, documentada por meio do estudo de restos humanos primitivos, evoluindo para a Medicina arcaica, cuja base era a magia e o empirismo, até surgir como ciência no século V a.C através de Hipócrates, quando não mais é atribuída aos deuses, mas aos homens, passando a base da Medicina ser fundamentada na interpretação natural da doença, na observação, em fatos e no estudo do corpo humano em relação ao meio ambiente. No século XIX, as teorias médicas passam a ser vistas de forma crítica, dinâmica e dependentes do conhecimento do período, da estrutura material e cultural, influenciada pela concepção filosófica predominante (Gusmão, 2004, pp. 5–6).

Gusmão (2004, pp. 7–9) cita que a arte de curar, nos diferentes períodos da História, refletem doutrinas médicas, ideologias, concepções filosóficas e religiosas de época, possibilitando a compreensão da interpretação da doença como fenômeno mítico-religioso, de causas naturais ou por meio de abordagem racional. Acrescenta que a teoria e a prática da Medicina também estão contextualizadas a problemas geográficos, históricos, econômicos e culturais (Sigerist *apud* Gusmão, 2004, p. 8), destacando que a “*História da Medicina nos ensina de onde viemos, a situação médica presente e em qual direção caminhamos*”, assim, recomenda que uma questão (relacionada à Medicina e também à saúde) deve ser abordada a partir do momento em que surge pela busca da compreensão das circunstâncias que lhe deram origem, da sua evolução, dos fatos e das razões que apoiam ou contradizem as diversas teorias que vão se formando.

A Medicina, ao longo de sua evolução histórica, também se apropria de descobertas de outras áreas do conhecimento, tornando diagnósticos mais ágeis e precisos, além de induzir e difundir o progresso tecnológico na área. Do sonar, desenvolvido para localizar submarinos alemães durante a guerra, nasceram a ultra-sonografia e a ecocardiografia; a física nuclear para a construção da bomba atômica, concebeu os conhecimentos que ajudaram na identificação e

produção de radioisótopos utilizados na medicina nuclear (Lopes, 2008, p. 109; Reis et al., 2018, p. 291).

Neste contexto evolutivo e de uso de tecnologia, a Medicina e a assistência à saúde, assim como diversos segmentos da sociedade, estão sendo rapidamente remodeladas pelas tecnologias habilitadoras da 4ª Revolução Industrial (Indústria 4.0) a ponto de, no domínio médico e por analogia, serem designadas como Saúde 4.0 (*Healthcare 4.0*) (Pang, Yang, Khedri, & Zhang, 2018, pp. 249 e 250). Pang et al. (2018, pp. 251–253), inclusive, ao comparar marcos das revoluções industriais com a saúde, identificaram interessantes correlações temporais:

- Primeira Revolução (Indústria 1.0 e Saúde 1.0): invenção dos modernos instrumentais médicos básicos como o estetoscópio de tubo flexível (1840s), seringa de pistão (1850s) e termômetro portátil (1860s).
- Segunda Revolução (Indústria 2.0 e Saúde 2.0): invenção de equipamentos elétricos, eletrônicos e mecânicos mais complexos como imagem de raio-X (1890s), esfigmomanômetro (1890s) e eletrocardiógrafo (1900s).
- Terceira Revolução (Indústria 3.0 e Saúde 3.0): invenção de equipamentos com tecnologias avançadas de microeletrônica, ciência da computação, automação e engenharia biomédica como o aparelho de ultrassonografia (1960s), marcapasso implantável (1970s), tomografia computadorizada (1970s), imagem por ressonância magnética (1980s), coração artificial (1980s) e tomografia por emissão de pósitrons (1980s).

Passadas duas décadas do século XXI, o mundo com globalização avançada e impulsionado pela Indústria 4.0, segue em um processo de digitalização de praticamente todos os seus setores, inclusive o setor médico-hospitalar, pela aplicação de tecnologias como a Inteligência Artificial, *Big Data*, Computação em Nuvem, *Internet* das Coisas, robotização, automação, manufatura aditiva, simulação digital, sistemas ciberfísicos, segurança cibernética e realidade aumentada, mas no caminho é exposto a mais uma pandemia em sua História.

A partir do conhecimento dos primeiros casos de COVID19, a Organização Mundial da Saúde e seus parceiros, juntamente com autoridades chinesas e especialistas de todo o mundo começam a trabalhar junto para melhor compreender a doença e seus impactos (WHO, 2020a, p. 1). As principais recomendações iniciais da OMS, para minimizar a disseminação da doença e seus efeitos, estão relacionados ao isolamento de pessoas, proibições de circulação e aglomeração e uso de equipamentos de proteção individual, ao mesmo tempo em que busca levantar dados sobre sintomas da doença e da quantidade e da localização de pessoas infectadas para poder traçar planos de combate à COVID19. A tecnologia da *IoT*, baseada na interconexão via *Internet* de diversos sensores, incluindo os populares *smartphones*, se apresenta como uma ferramenta útil e efetiva para auxiliar na gestão da crise sanitária que se instala. Assim, a partir desse cenário, o presente trabalho busca por meio de uma revisão da literatura, de janela temporal de 5 anos, apresentar e classificar pesquisas em publicações científicas que abordam *IoT* e suas aplicações na gestão de pandemia segundo método e passos propostos por Lage Junior e Godinho Filho (2010, p. 14), com o objetivo, também, de identificar lacunas da literatura que podem indicar temas de pesquisa a serem desenvolvidos para fortalecimento do conhecimento na área e na gestão de eventos de grande impacto com o uso da tecnologia digital.

A tecnologia da *IoT* tem como pontos fortes a capacidade de capturar por meio de sensores grande quantidade de dados com alta dispersão geográfica, interagir com meio ambiente, extrair informações e transmiti-las através da *Internet*, tudo em tempo real (*online*), possibilitando o aprimoramento de sistemas inteligentes de controle, de automação e de tomada de decisões, que em momentos de pandemia podem auxiliar na fiscalização ao cumprimento de medidas de uso de máscaras protetoras, de distanciamento e isolamento social por meio de *drones* e câmeras de vigilância, identificar possíveis pessoas infectadas (por meio de termocâmeras), além de

auxiliar no tratamento e monitoramento de condições de saúde de pacientes, tanto para pessoas hospitalizadas como para pessoas que estão em isolamento em suas residências, por meio de biossensores e dispositivos médicos, portáteis ou não, interligados à *Internet*.

Quanto à revisão da literatura, o método proposto por Lage Junior e Godinho Filho (2010, p. 4) é composto de 5 passos, o primeiro passo foi identificar na base *Science Direct*[®], da Elsevier[®], artigos que contivessem os termos *IoT* e *pandemic*, considerando o período de 2015 a 2020¹, submetê-los a uma filtragem prévia que resultou na exclusão de 7 artigos em razão do termo *IoT* não fazer referência a *Internet* das Coisas², resultando nos 63 artigos descritos na Tabela 3.1. O segundo passo foi a estruturação do *framework* de classificação composto de 11 temas, cada um com codificação específica, conforme apresentado na Tabela 3.2. O terceiro passo consistiu na aplicação do *framework* de classificação para resumir cada um dos artigos da revisão da literatura, havendo a possibilidade de cada artigo ter mais de uma codificação por tema. Seguindo-se ao quarto passo que é a representação da revisão da literatura com base no método de classificação, estando o resultado apresentado na Tabela 4.1. E, finalmente, o quinto passo que consiste na análise da revisão da literatura que é apresentada no Capítulo 4, Itens 4.1 a 4.11 e mais adiante, neste Capítulo 5 juntamente com sugestões de trabalhos futuros.

Recapitulando que a Organização Mundial da Saúde foi informada dos primeiros casos de pessoas infectadas pelo vírus da COVID19 em 31 de dezembro de 2019, passaram-se 21 meses e os resultados da pandemia, até o momento³, são 232 milhões de pessoas infectadas, quase 5 milhões de mortos, 3,5 bilhões de pessoas vacinadas com uma dose e 2,5 bilhões de pessoas com duas doses (WHO, 2021b)⁴. A humanidade já vivenciou pandemias piores, a da gripe Espanhola (1918–1920) contabilizou 50 milhões de mortos e a de HIV/AIDS (1981–2020), aproximadamente, 40 milhões de vítimas fatais.

Os impactos da COVID19 ainda estão sendo sentidos e avaliados, havendo ainda diversas incertezas, quanto a economia mundial, por exemplo, os indicadores da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2021, pp. 3–4) apontam, após queda de 3,4%⁵ em 2020, projeção de crescimento do Produto Interno Bruto Global de 5,7%⁶ em 2021 e de 4,5%⁷ para 2022. Os principais fatores responsáveis pela retomada do crescimento, segundo a OECD, são políticas adotadas pelos países, disponibilidade de vacinas eficientes contra a COVID19 e a retomada de diversas atividades econômicas. A OECD destaca ainda que, apesar do PIB Global ter ultrapassado o nível pré-pandêmico, ainda persistem hiatos de produção e de emprego principalmente nos mercados emergentes e em desenvolvimento com baixas taxas de vacinação da população.

A aceleração dos processos de digitalização provocado pela COVID19 em razão das pessoas estarem utilizando cada vez mais de canais *online* para manutenção de suas atividades laborais, acadêmicas, sociais e comerciais, destaca uma das principais características das várias transformações digitais que é o aumento exponencial de dados, os quais são o núcleo de tecnologias emergentes como *data analytics* (incluindo *Big Data*), Inteligência Artificial, *Blockchain*, Computação em Nuvem, serviços baseados na *Internet* e, também, *Internet* das Coisas (*IoT*), segundo as Nações Unidas (UN, 2021, p. 3).

No futuro próximo, a *IoT* deve ser o principal meio de coleta de dados, fazendo-o por meio de sensores, medidores, identificadores de radiofrequência e diversos outros dispositivos

¹Pesquisa dos artigos realizada em 15 de julho de 2020.

²Nota do autor: Em alguns artigos o termo *IoT* era abreviatura para intubação orotraqueal (procedimento médico) e em outro a *Input-Output Tables* (dados utilizados em análises econômicas).

³Dados de 28 de setembro de 2021.

⁴Segundo os dados da OMS, o Brasil contabiliza 21.352.972 pessoas infectadas e 594.443 de mortos no período considerado.

⁵No Brasil, segundo o mesmo documento, a queda do PIB foi de 4,4% em 2020.

⁶A projeção do PIB para o Brasil em 2021 é de crescimento de 5,2%.

⁷A projeção do PIB para o Brasil em 2022 é de crescimento de 2,3%.

conectados à *Internet*, sendo que, durante a COVID19, desempenhou papel chave por prover dados críticos para a luta contra a pandemia a partir de dispositivos de câmeras térmicas, de monitoramento de contatos, *wearables* de monitoramento da saúde e muitos outros (UN, 2021, p. 33). O mercado global de *IoT* em 2020 equivale a 309 bilhões de dólares, sendo a projeção para 2021 de 381 bilhões e para 2028 de quase 2 trilhões, o que equivale a uma taxa de crescimento anual médio de 25,4%, apesar deste mercado ter sofrido impacto negativo nas previsões de 2020–2024 em razão da pandemia (*Fortune Business Insights*, 2021 e *IDC*, 2020 *apud* UN, 2021, pp. 33 e 34).

Quanto aos resultados obtidos no trabalho, a revisão da literatura por meio do *framework* de classificação apresentada, considerando o tema contexto econômico do país de localização da instituição de vínculo dos autores dos artigos, a prevalência de maior número de publicações científicas, ao menos em referência a *IoT* e a pandemia, serem produzidas por autores vinculados a instituições localizadas em países de contexto econômico classificado como economia madura, parece ser reflexo de hiato semelhante aos de produção (de bens e de serviços) e de emprego persistentes de mercados emergentes e de desenvolvimento destacados pela OECD, cabendo, como sugestão de trabalho futuro, acompanhamento e análise da produção científica e do PIB desses agrupamentos de países pré, durante e pós pandemia, inclusive considerando a taxa de vacinação dessas populações para possível relacionamento de impactos das pandemias e de políticas públicas de saúde, não só em produção (bens e serviços) e emprego, mas também em pesquisa.

Quanto à classificação dos artigos pelo tema foco, a prevalência nítida de saúde, ficando manutenção da atividade econômica em segunda posição, se contrastados com as projeções de PIB da OCDE, parecem indicar que nações que promoveram políticas públicas priorizando o controle da doença, a redução de pessoas infectadas e a promoção da vacinação, ou seja, que tiveram foco na saúde, fındaram também por apresentar melhores projeções de desempenho econômico. Um interessante trabalho futuro relacionando a esse tema seria o impacto de políticas públicas não focadas na saúde ou no controle estratégico de pandemias e seus efeitos na economia, a redução de atividade econômica em razão de adoção de medidas sanitárias durante uma pandemia seria uma boa política pública de saúde? E uma boa política pública também para a obtenção de melhor desempenho econômico?

Os focos em saúde primeiro e economia segundo, figurando educação e manutenção da atividade social com menor prioridade, parece ser evidentes nesses momentos, mas um interessante tema de pesquisa seria analisar se com alguns anos e finda a pandemia e os problemas econômicos dela resultante, não seriam estas duas codificações mais predominantes nas pesquisas acadêmicas?

Quanto à classificação segundo os objetivos estratégicos da OMS, os resultados mostram que há significativa sintonia entre a produção acadêmica e os objetivos propostos pela Organização Mundial de Saúde, este fato colabora para a importância da relação do conhecimento estruturado e sua aplicação para análise e apresentação de soluções para problemas de forma geral e, em específico, de políticas públicas. Considerando que as pandemias têm impacto potencial global, um sugestão de trabalho futuro é estudo sobre acordos internacionais referentes a saúde pública, incluindo vigilância sanitária, e o cumprimento de diretrizes estabelecidas pelos países signatários.

Os resultados obtidos no trabalho, também, apontam a prevalência da inserção da tecnologia de *IoT* na coleta de dados e com destaque para o desenvolvimento de inovações de sistemas de informação e comunicação, destacando a importância da informação (dados) para a compreensão, monitoramento e tomada de decisões em situações de pandemias. Outros aspectos interessantes são:

- Periódicos: há publicações sobre o tema em todas as áreas da base de dados utilizada como fonte, sendo a prevalência de publicações de artigos em *journals* das áreas de

ciências físicas e engenharia;

- Regiões: a maioria dos artigos pesquisados são de autores (primeiro autor) cujas instituições estão localizadas na Europa, seguida de autores da região do sudeste asiático.
- Aplicação das pesquisas: as pesquisas apresentadas nos artigos tem aplicação, na grande maioria, global.

A distribuição das classificações e codificações apresentada na Figura 4.20 é útil para direcionamento de agenda futura de pesquisa por destacar *gaps* identificados na revisão da literatura e que podem resultar em contribuições significativas para o desenvolvimento do tema.

Por fim, uma sugestão adicional para trabalhos futuros é a implementação de critério(s) de classificação ou relevância dos artigos, visando a identificação do estado da arte por tema abordado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. (2009). *Governança corporativa de tecnologia da informação* (NBR ISO/IEC 38500:2009). Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro-RJ.
(Citado 1 vez na página 9.)
- ABNT. (2018). *Manufatura aditiva - princípios gerais - terminologia* (NBR ISO/ASTM 52900:2018). Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro-RJ.
(Citado 1 vez na página 21.)
- Aceto, G., Botta, A., Marchetta, P., Persico, V., & Pescapé, A. (2018). [A comprehensive survey on internet outages](#). *Journal of Network and Computer Applications*, 113(1), 36–63.
(Citado 2 vezes nas páginas 33 e 57.)
- Ahmadi-Javid, A., Seyedi, P., & Syam, S. S. (2017). [A survey of healthcare facility location](#). *Computers & Operations Research*, 79(1), 223–263.
(Citado 2 vezes nas páginas 33 e 57.)
- Alkher, M., Radoadošević, M., Beker, I., Čabarkapa, V., Toljaga-Nikolić, D., Carić, M., & Morača, S. (2019, June). [Case Study of Healthcare Organization Improvement with Lean Concept](#). *Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette*, 26(3), 845–851.
(Citado 2 vezes nas páginas 23 e 24.)
- Angurala, M., Bala, M., Bamber, S. S., Kaur, R., & Singh, P. (2020). [An internet of things assisted drone based approach to reduce rapid spread of COVID-19](#). *Journal of Safety Science and Resilience*, 1(1), 31–35.
(Citado 2 vezes nas páginas 33 e 57.)
- Asghari, M., Sierra-Sosa, D., & Elmaghraby, A. S. (2020). [A topic modeling framework for spatio-temporal information management](#). *Information Processing & Management*, 7(6), 102340. (Online first)
(Citado 2 vezes nas páginas 33 e 57.)
- Astill, J., Dara, R. A., Fraser, E. D., Roberts, B., & Sharif, S. (2020). [Smart poultry management: Smart sensors, big data, and the internet of things](#). *Computers and Electronics in Agriculture*, 170(1), 105291. (Online first)
(Citado 2 vezes nas páginas 33 e 57.)
- Awad, A. I., Furnell, S., Hassan, A. M., & Tryfonas, T. (2019, September). [Special Issue on Security of IoT-Enabled Infrastructures in Smart Cities](#). *Ad Hoc Networks*, 92(1), 101850. (Online first)
(Citado 1 vez na página 26.)
- Bakalis, S., Valdramidis, V. P., Argyropoulos, D., Ahrne, L., Chen, J., Cullen, P., ... Van Impe, J. F. (2020). [Perspectives from CO+RE: How COVID-19 changed our food systems and food security paradigms](#). *Current Research in Food Science*, 3(1), 166–172.
(Citado 2 vezes nas páginas 33 e 57.)
- Ballesteros Sanz, M., Hernández-Tejedor, A., Estella, ., Jiménez Rivera, J., González de Molina Ortiz, F., Sandiumenge Camps, A., ... Martín Delgado, M. C. (2020). [Recomendaciones de «hacer» y «no hacer» en el tratamiento de los pacientes críticos ante la pandemia por coronavirus causante de COVID-19 de los Grupos](#)

de Trabajo de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC). *Medicina Intensiva*, 44(6), 371–388.

(Citado 1 vez na página 32.)

Barnes, S. J. (2020, December). **Information management research and practice in the post-COVID-19 world**. *International Journal of Information Management*, 55(1), 102175. (Online first)

(Citado 3 vezes nas páginas 10, 34, e 57.)

Barthe-Delanoë, A.-M., Montarnal, A., Truptil, S., Bénaben, F., & Pingaud, H. (2018). **Towards the agility of collaborative workflows through an event driven approach – Application to crisis management**. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28(1), 214–224.

(Citado 2 vezes nas páginas 34 e 57.)

Behmanesh, A., Sayfour, N., & Sadoughi, F. (2020, July). **Technological Features of Internet of Things in Medicine: A Systematic Mapping Study**. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2020(1), 1–27.

(Citado 1 vez na página 18.)

Belhouideg, S. (2020, June). **Impact of 3D printed medical equipment on the management of the Covid19 pandemic**. *The International Journal of Health Planning and Management*, 35(5), 1014–1022.

(Citado 1 vez na página 22.)

Bogers, M., Hadar, R., & Bilberg, A. (2016, January). **Additive manufacturing for consumer-centric business models: Implications for supply chains in consumer goods manufacturing**. *Technological Forecasting and Social Change*, 102(1), 225–239.

(Citado 1 vez na página 22.)

Brasil. (2019). *Portaria nº 93, de 26 de setembro de 2019: Aprova o Glossário de Segurança da Informação*. Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República. Diário Oficial da União. Brasil. Retrieved 2021-03-01, from <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-93-de-26-de-setembro-de-2019-219115663>

(Citado 1 vez na página 25.)

Brasil. (2020). *Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020: Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus responsável pelo surto de 2019*. Diário Oficial da União. Brasil. Retrieved 2020-06-17, from https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L13979compilado.htm

(Citado 1 vez na página 3.)

Camacho, D., Ángel Panizo-Lledot, Bello-Organ, G., Gonzalez-Pardo, A., & Cambria, E. (2020). **The four dimensions of social network analysis: An overview of research methods, applications, and software tools**. *Information Fusion*, 63(1), 88–120.

(Citado 2 vezes nas páginas 34 e 57.)

Campos, E. A. R., Paula, I. C., ten Caten, C. S., Maçada, A. C. G., ao Marôco, J., & Ziegelmann, P. K. (2020). **The effect of collaboration and IT competency on reverse logistics competency - Evidence from Brazilian supply chain executives**. *Environmental Impact Assessment Review*, 84(1), 106433. (Online first)

(Citado 2 vezes nas páginas 34 e 57.)

Ceder, A. A., & Jiang, Y. (2020). **Route guidance ranking procedures with human perception consideration for personalized public transport service**. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 118(1), 102667. (Online first)

(Citado 2 vezes nas páginas 34 e 57.)

Chapman, P. (2020). **Are your IT staff ready for the pandemic-driven insider threat?** *Network Security*, 2020(4), 8–11.

(Citado 2 vezes nas páginas 35 e 57.)

Chatterjee, P., Armentano, R., Palombi, L., & Kun, L. (2019, September). **Editorial Preface: Special Issue on IoT for eHealth, Elderly and Aging**. *Internet of Things*(1), 100115. (Online first)

(Citado 1 vez na página 19.)

Chen, Y., & Han, D. (2016). **On Big Data and Hydroinformatics**. *Procedia Engineering*, 154(1), 184–191. (12th International Conference on Hydroinformatics (HIC 2016) - Smart Water for the Future)

(Citado 2 vezes nas páginas 35 e 57.)

- Chesbrough, H. (2020). [To recover faster from Covid-19, open up: Managerial implications from an open innovation perspective](#). *Industrial Marketing Management*(1), 1–4. (Online first)
(Citado 2 vezes nas páginas 35 e 57.)
- Cinesi Gómez, C., Óscar Peñuelas Rodríguez, Luján Torné, M., Egea Santaolalla, C., Masa Jiménez, J. F., García Fernández, J., ... Ferrando Ortola, C. (2020). [Recomendaciones de consenso respecto al soporte respiratorio no invasivo en el paciente adulto con insuficiencia respiratoria aguda secundaria a infección por SARS-CoV-2](#). *Medicina Intensiva*, 44(7), 429–438.
(Citado 1 vez na página 32.)
- Costa, C., & Santos, M. (2017, August). Big Data: State-of-the-art concepts, techniques, technologies, modeling approaches and research challenges. *IAENG International Journal of Computer Science*, 44(1), 285–301.
(Citado 1 vez na página 13.)
- Culot, G., Orzes, G., Sartor, M., & Nassimbeni, G. (2020). [The future of manufacturing: A Delphi-based scenario analysis on Industry 4.0](#). *Technological Forecasting and Social Change*, 157(1), 120092. (Online first)
(Citado 2 vezes nas páginas 35 e 57.)
- Czifra, G., & Molnár, Z. (2020, June). [Covid-19 and Industry 4.0](#). *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology*, 28(46), 36–45.
(Citado 1 vez na página 28.)
- De', R., Pandey, N., & Pal, A. (2020, December). [Impact of digital surge during Covid-19 pandemic: A viewpoint on research and practice](#). *International Journal of Information Management*, 55(1), 102171. (Online first)
(Citado 2 vezes nas páginas 35 e 57.)
- Dhagarra, D., Goswami, M., & Kumar, G. (2020). [Impact of Trust and Privacy Concerns on Technology Acceptance in Healthcare: An Indian Perspective](#). *International Journal of Medical Informatics*, 141(1), 104164. (Online first)
(Citado 2 vezes nas páginas 35 e 57.)
- Eguilaz, M. R., Cumba, L. R., & Forster, R. J. (2020). [Electrochemical detection of viruses and antibodies: A mini review](#). *Electrochemistry Communications*, 116(1), 106762. (Online first)
(Citado 2 vezes nas páginas 36 e 57.)
- Elavarasan, R. M., & Pugazhendhi, R. (2020). [Restructured society and environment: A review on potential technological strategies to control the COVID-19 pandemic](#). *Science of The Total Environment*, 725(1), 138858. (Online first)
(Citado 2 vezes nas páginas 36 e 57.)
- Ellis, L. A., Lee, M. D., Ijaz, K., Smith, J., Braithwaite, J., & Yin, K. (2020, December). [COVID-19 as 'Game Changer' for the Physical Activity and Mental Well-Being of Augmented Reality Game Players During the Pandemic: Mixed Methods Survey Study](#). *Journal of Medical Internet Research*, 22(12), e25117. (Online first)
(Citado 1 vez na página 29.)
- Eriksson, H., Raciti, M., Basile, M., Cunsolo, A., Fröberg, A., Leifler, O., ... Timpka, T. (2011). A cloud-based simulation architecture for pandemic influenza simulation. *AMIA ... Annual Symposium proceedings. AMIA Symposium, 2011*(1), 364–373.
(Citado 1 vez na página 15.)
- Estevadeordal, A., Chatruc, M. R., & Martincus, C. V. (2020, February). [New Technologies and Trade: New Determinants, Modalities, and Varieties](#) (Tech. Rep.). Washington D.C.: Inter-American Development Bank. (Discussion paper)
(Citado 1 vez na página 2.)
- Feijóo, C., Kwon, Y., Bauer, J. M., Bohlin, E., Howell, B., Jain, R., ... Xia, J. (2020). [Harnessing Artificial Intelligence \(AI\) to increase wellbeing for all: The case for a new technology diplomacy](#). *Telecommunications Policy*, 44(6), 101988. (Online first)
(Citado 2 vezes nas páginas 36 e 57.)
- Flores, P., Ambrósio, J., Claro, J. C. P., & Lankarani, H. M. (2008). *Kinematics and Dynamics of Multibody Systems with Imperfect Joints*. Springer Berlin Heidelberg. (Disponível online)
(Citado 1 vez na página 20.)
- Forge, S., & Vu, K. (2020). [Forming a 5G strategy for developing countries: A note for policy makers](#). *Telecom-*

munications Policy, 44(7), 101975. (Online first)

(Citado 2 vezes nas páginas 36 e 57.)

Fraga-Lamas, P., Fernandez-Carames, T. M., Blanco-Novoa, O., & Vilar-Montesinos, M. A. (2018). [A Review on Industrial Augmented Reality Systems for the Industry 4.0 Shipyard](#). *IEEE Access*, 6(1), 13358–13375.

(Citado 2 vezes nas páginas 27 e 28.)

Fraile Gutiérrez, V., Ayuela Azcárate, J., Pérez-Torres, D., Zapata, L., Rodríguez Yakushev, A., & Ochagavía, A. (2020). [Ecografía en el manejo del paciente crítico con infección por SARS-CoV-2 \(COVID-19\): Una revisión narrativa](#). *Medicina Intensiva*, 44(9), 551–565.

(Citado 1 vez na página 32.)

Galbusera, L., & Giannopoulos, G. (2018). [On input-output economic models in disaster impact assessment](#). *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 30(1), 186–198.

(Citado 2 vezes nas páginas 36 e 57.)

Gil, A. C. (2018). *Como elaborar projetos de pesquisa* (6th ed.). São Paulo: Atlas.

(Citado 1 vez na página 51.)

Gómez, J. E., Marcillo, F. R., Triana, F. L., Gallo, V. T., Oviedo, B. W., & Hernández, V. L. (2017). [IoT for Environmental Variables in Urban Areas](#). *Procedia Computer Science*, 109(1), 67–74.

(Citado 2 vezes nas páginas 3 e 16.)

Gracia, M., Rius, M., & Carmona, F. (2020). [Cirugía laparoscópica en tiempos de COVID-19](#). *Clínica e Investigación en Ginecología y Obstetricia*, 47(3), 106–110.

(Citado 1 vez na página 32.)

Gárate-Escamila, A. K., Hajjam El Hassani, A., & Andrés, E. (2020). [Classification models for heart disease prediction using feature selection and PCA](#). *Informatics in Medicine Unlocked*, 19(1), 100330. (Online first)

(Citado 2 vezes nas páginas 37 e 58.)

Gregório, G. F. P. (2019). *Simulação de sistemas produtivos*. Porto Alegre: SAGAH.

(Citado 1 vez na página 23.)

Gusmão, S. (2004). História da medicina: Evolução e importância. *Jornal Brasileiro de Neurocirurgia*, 15(1), 5–10.

(Citado 1 vez na página 77.)

Hentati, A. I., & Fourati, L. C. (2020). [Comprehensive survey of UAVs communication networks](#). *Computer Standards & Interfaces*, 72(1), 103451. (Online first)

(Citado 2 vezes nas páginas 37 e 58.)

Herrmann, C., Juraschek, M., Burggräf, P., & Kara, S. (2020). [Urban production: State of the art and future trends for urban factories](#). *CIRP Annals*, 69(2), 764–787.

(Citado 3 vezes nas páginas 25, 37, e 58.)

Honigsbaum, M. (2009, June). [Pandemic](#). *The Lancet*, 373(9679), 1939.

(Citado 1 vez na página 1.)

Huremović, D. (Ed.). (2019). *Psychiatry of Pandemics*. Manhasset, NY: Springer International Publishing.

(Citado 2 vezes nas páginas 7 e 8.)

IBM Brasil. (2020, julho). *Análise Estatística de Dados com o Software SPSS*. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/analytics/spss-statistics-software>. (Acesso em: 22 de fevereiro de 2021)

(Citado 1 vez na página 23.)

Iqbal, R., Doctor, F., More, B., Mahmud, S., & Yousuf, U. (2020a). [Big Data analytics and Computational Intelligence for Cyber-Physical Systems: Recent trends and state of the art applications](#). *Future Generation Computer Systems*, 105(1), 766–778.

(Citado 3 vezes nas páginas 25, 38, e 58.)

Iqbal, R., Doctor, F., More, B., Mahmud, S., & Yousuf, U. (2020b). [Big Data analytics: Computational intelligence techniques and application areas](#). *Technological Forecasting and Social Change*, 153(1), 119253. (Online first)

(Citado 2 vezes nas páginas 37 e 58.)

Islam, S. M. R., Kwak, D., Kabir, M. H., Hossain, M., & Kwak, K.-S. (2015). [The Internet of Things for Health Care: A Comprehensive Survey](#). *IEEE Access*, 3(1), 678–708.

(Citado 3 vezes nas páginas 49, 50, e 64.)

Jabbour, A. B. L. d. S., Jabbour, C. J. C., Foropon, C., & Godinho Filho, M. (2018, July). [When titans meet – Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors](#). *Technological Forecasting and Social Change*, 132(1), 18–25.

(Citado 1 vez na página 11.)

Jabbour, C. J. C. (2013, May). [Environmental training in organisations: From a literature review to a framework for future research](#). *Resources, Conservation and Recycling*, 74(1), 144–155.

(Citado 5 vezes nas páginas 5, 31, 46, 48, e 74.)

Jabbour, C. J. C., Sobreiro, V. A., de Sousa Jabbour, A. B. L., de Souza Campos, L. M., Mariano, E. B., & Renwick, D. W. S. (2017, June). [An analysis of the literature on humanitarian logistics and supply chain management: paving the way for future studies](#). *Annals of Operations Research*, 283(1-2), 289–307.

(Citado 1 vez na página 48.)

Javaid, M., Haleem, A., Vaishya, R., Bahl, S., Suman, R., & Vaish, A. (2020). [Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic](#). *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(4), 419–422.

(Citado 8 vezes nas páginas 13, 14, 16, 17, 27, 28, 38, e 58.)

Jorge-Pérez, P., Loma-Osorio Rincón, P., Martín-Cabeza, M. M., Corbí-Pascual, M., Dárias-Delbey, B., Durante-López, A., ... López de Sá y Areses, E. (2020). [Recomendaciones en reanimación cardiopulmonar en pacientes con COVID-19](#). *REC: CardioClinics*, 55(3), 165–169.

(Citado 1 vez na página 32.)

Kalakuntla, R., Vanamala, A. B., & Kolipyaka, R. R. (2019, agosto). [Cyber Security](#). *HOLISTICA – Journal of Business and Public Administration*, 10(2), 115–128.

(Citado 1 vez na página 26.)

Kaplan, A., & Haenlein, M. (2020). [Rulers of the world, unite! The challenges and opportunities of artificial intelligence](#). *Business Horizons*, 63(1), 37–50.

(Citado 4 vezes nas páginas 12, 13, 38, e 58.)

K.C., U., Garg, S., Hilton, J., Aryal, J., & Forbes-Smith, N. (2019). [Cloud Computing in natural hazard modeling systems: Current research trends and future directions](#). *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 38(1), 101188. (Online first)

(Citado 4 vezes nas páginas 14, 15, 38, e 58.)

Keidanren. (2016). [Toward realization of the new economy society](#). Disponível em: http://www.keidanren.or.jp/en/policy/2016/029_outline.pdf. Japan. (Acesso em: 11 de novembro de 2020)

(Citado 1 vez na página 10.)

Khan, A., Gupta, S., & Gupta, S. K. (2020). [Multi-hazard disaster studies: Monitoring, detection, recovery, and management, based on emerging technologies and optimal techniques](#). *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 47(1), 101642. (Online first)

(Citado 2 vezes nas páginas 38 e 58.)

Khan, H., Kushwah, K. K., Singh, S., Urkude, H., Maurya, M. R., & Sadasivuni, K. K. (2021, January). [Smart technologies driven approaches to tackle COVID-19 pandemic: A review](#). *3 Biotech*, 11(2), 50. (Online first)

(Citado 1 vez na página 28.)

Kummitha, R. K. R. (2020). [Smart technologies for fighting pandemics: The techno- and human- driven approaches in controlling the virus transmission](#). *Government Information Quarterly*, 37(3), 101481. (Online first)

(Citado 2 vezes nas páginas 39 e 58.)

Kushner, D. (2013, February). [The Real Story of Stuxnet](#). Retrieved 2021-02-28, from <https://spectrum.ieee.org/telecom/security/the-real-story-of-stuxnet>

(Citado 1 vez na página 26.)

Lage Junior, M., & Godinho Filho, M. (2010, May). [Variations of the Kanban System: Literature review and classification](#). *International Journal of Production Economics*, 125(1), 13–21.

(Citado 8 vezes nas páginas 4, 5, 31, 46, 48, 56, 78, e 79.)

Lamnabhi-Lagarrigue, F., Annaswamy, A., Engell, S., Isaksson, A., Khargonekar, P., Murray, R. M., ... Van den

- Hof, P. (2017). *Systems & Control for the future of humanity, research agenda: Current and future roles, impact and grand challenges*. *Annual Reviews in Control*, 43(1), 1–64.
(Citado 2 vezes nas páginas 39 e 58.)
- Lanza, F., Seidita, V., & Chella, A. (2020). *Agents and robots for collaborating and supporting physicians in healthcare scenarios*. *Journal of Biomedical Informatics*, 108(1), 103483. (Online first)
(Citado 3 vezes nas páginas 20, 39, e 58.)
- Last, C. (2017). *Global Commons in the Global Brain*. *Technological Forecasting and Social Change*, 114(1), 48–64.
(Citado 2 vezes nas páginas 39 e 58.)
- Last, J. M. (2001). *A Dictionary of Epidemiology* (4th ed.; R. A. Spasoff, S. S. Harris, & M. C. Thuriaux, Eds.). New York: Oxford University Press.
(Citado 1 vez na página 1.)
- Lehto, M., & Linnéll, J. (2020, September). *Strategic leadership in cyber security, case Finland*. *Information Security Journal: A Global Perspective*, 30(3), 139–148.
(Citado 1 vez na página 26.)
- Leme, R. S., & Blank, M. (2020, setembro). *Lei Geral de Proteção de Dados e segurança da informação na área da saúde*. *Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário*, 9(3), 210–224.
(Citado 1 vez na página 4.)
- Lopes, J. A. (2008). O médico e a tecnologia: reflexões com enfoque em cardiologia. *Revista Médica de Minas Gerais*, 18(2), 108–115.
(Citado 1 vez na página 78.)
- Machado, L. S., Moraes, R. M., Nunes, F. L. S., & Costa, R. M. E. M. (2011). *Serious games baseados em realidade virtual para educação médica*. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 35(2), 254–262.
(Citado 1 vez na página 28.)
- Melicio, R. K. I. S. C., & Costa Neto, P. L. O. (2020, nov). Os pilares da tecnologia 4.0 no cenário do covid19. *Research, Society and Development*, 9(11), e66791110436. doi: 10.33448/rsd-v9i11.10436
(Citado 1 vez na página 10.)
- Michaelis, D. (2021a). *Anisotropia*. Online. Retrieved 2021-03-06, from <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/anisotropia/>
(Citado 1 vez na página 22.)
- Michaelis, D. (2021b). *Efeto*. Online. Retrieved from <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/efeto>
(Citado 1 vez na página 20.)
- Milenkovic, A., Jankovic, D., & Rajkovic, P. (2020). *Extensions and adaptations of existing medical information system in order to reduce social contacts during COVID-19 pandemic*. *International Journal of Medical Informatics*, 141(1), 104224. (Online first)
(Citado 2 vezes nas páginas 40 e 58.)
- Mok, W. K., Tan, Y. X., & Chen, W. N. (2020). *Technology innovations for food security in Singapore: A case study of future food systems for an increasingly natural resource-scarce world*. *Trends in Food Science & Technology*, 102(1), 155–168.
(Citado 2 vezes nas páginas 40 e 58.)
- Montibeler, E. E., & de Oliveira, D. R. (2018). *Dengue endemic and its impact on the gross national product of Brazilian's economy*. *Acta Tropica*, 178(1), 318–326.
(Citado 1 vez na página 32.)
- MS. (2010). *Plano brasileiro de preparação para enfrentamento de uma pandemia de influenza* (1ª ed.). Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária, Departamento de Vigilância Epidemiológica. Brasília-DF, Brasil.
(Citado 1 vez na página 3.)
- MS. (2018). *Guia para investigação de surtos ou epidemias*. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Doenças Transmissíveis. Brasília-DF, Brasil.
(Citado 1 vez na página 17.)

- Mujawar, M., Gohel, H., Bhardwaj, S., Srinivasan, S., Hickman, N., & Kaushik, A. (2020). [Nano-enabled biosensing systems for intelligent healthcare: Towards COVID-19 management](#). *Materials Today Chemistry*, 17(1), 100306. (Online first)
- (Citado 2 vezes nas páginas 40 e 58.)
- Munhoz, A. L. J., Larosa, M. A., Longhitano, G. A., ao Bineli, A. R. R., Zavaglia, C. A. C., Silva, J. V. L., & Volpato, N. (org.). (2018). *Manufatura aditiva: Tecnologias e aplicações da impressão 3D*. In (p. 22). São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda.
- (Citado 1 vez na página 21.)
- Nawaz, F., Hussain, O., Hussain, F. K., Janjua, N. K., Saberi, M., & Chang, E. (2019). [Proactive management of SLA violations by capturing relevant external events in a Cloud of Things environment](#). *Future Generation Computer Systems*, 95(1), 26–44.
- (Citado 2 vezes nas páginas 40 e 58.)
- Nguyen, V. T., Jung, K., & Dang, T. (2020, July). [BlocklyAR: A Visual Programming Interface for Creating Augmented Reality Experiences](#). *Electronics*, 9(8), 1205. (Online first)
- (Citado 2 vezes nas páginas 27 e 29.)
- Noor, M. b. M., & Hassan, W. H. (2019, January). [Current research on Internet of Things \(IoT\) security: A survey](#). *Computer Networks*, 148(1), 283–294.
- (Citado 1 vez na página 26.)
- OECD. (2021). [Economic Outlook, Interim Report September 2021: Keeping the Recovery on Track](#). Paris.
- (Citado 1 vez na página 79.)
- OECD, & Eurostat. (2018). [Oslo Manual 2018](#) (4th ed.). *Organisation for Economic Co-operation and Development e European Statistical Office*. Paris, Luxembourg: OECD Publishing, Paris and Eurostat, Luxembourg.
- (Citado 1 vez na página 52.)
- Oliveira, S., Ribeiro, C., & Martins, C. (2015, janeiro). [As tecnologias de informação e comunicação no contexto de paralisia cerebral: A sua pertinência para o desenvolvimento da comunicação e da aprendizagem](#). *Gestão e Desenvolvimento*(23), 213–239.
- (Citado 1 vez na página 9.)
- Oztemel, E., & Gursev, S. (2018, July). [Literature Review of Industry 4.0 and Related Technologies](#). *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127–182.
- (Citado 3 vezes nas páginas 10, 20, e 24.)
- Pan, S. L., & Zhang, S. (2020). [From fighting COVID-19 pandemic to tackling sustainable development goals: An opportunity for responsible information systems research](#). *International Journal of Information Management*(1), 102196. (Online first)
- (Citado 2 vezes nas páginas 41 e 58.)
- Pang, Z., Yang, G., Khedri, R., & Zhang, Y.-T. (2018). [Introduction to the Special Section: Convergence of Automation Technology, Biomedical Engineering, and Health Informatics Toward the Healthcare 4.0](#). *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 11, 249–259.
- (Citado 1 vez na página 78.)
- Panizzon, M., Milan, G. S., Dorion, E. C. H., & Coallier, F. (2020). [The main determinants of new product development ability for international markets: An empirical study on Brazilian manufacturing export companies](#). *Journal of Engineering and Technology Management*, 57(1), 101569. (Online first)
- (Citado 2 vezes nas páginas 41 e 58.)
- Park, J.-H., Lee, O.-J., Han, J.-M., Lee, E.-J., Jung, J. J., Carratore, L., & Piccialli, F. (2017). [Spatio-Temporal Contextualization of Queries for Microtexts in Social Media: Mathematical Modeling](#). *Procedia Computer Science*, 113(1), 525–530.
- (Citado 2 vezes nas páginas 42 e 59.)
- Passos, L. H. S. (2020, setembro). [A Indústria 4.0: Fundamentos e principais impactos na economia brasileira](#). *Revista de Administração e Negócios da Amazônia*, 12(2), 53.
- (Citado 1 vez na página 19.)
- Porter, M. E. (2015, January). [How smart, connected products are transforming competition](#). In *Annual meeting of the world economic forum* (p. 10). Davos: Harvard Business Review.

Retrieved from <https://pensacolabroadband.files.wordpress.com/2015/08/1-2015-how-smart-connected-products-are-transforming-competition.pdf>

(Citado 1 vez na página 16.)

Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2014, November). How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, 92(11), 64. Retrieved from <https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>

(Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.)

Pradhan, K. C., & Mukherjee, S. (2016, February). *Covariate and idiosyncratic shocks and coping strategies for poor and non-poor rural households in India* (Tech. Rep.). India: Madras School of Economics. Retrieved from <https://www.mse.ac.in/wp-content/uploads/2016/09/Working-Paper-139.pdf>

(Citado 1 vez na página 25.)

Pretorius, E. (2019). Platelets as Potent Signaling Entities in Type 2 Diabetes Mellitus. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 30(8), 532–545.

(Citado 2 vezes nas páginas 42 e 59.)

Qiu, W., Rutherford, S., Mao, A., & Chu, C. (2017, December). The Pandemic and its Impacts. *Health, Culture and Society*, 9(1), I–II.

(Citado 2 vezes nas páginas 1 e 2.)

Rahman, M. A., Zaman, N., Asyhari, A. T., Al-Turjman, F., Alam Bhuiyan, M. Z., & Zolkipli, M. (2020). Data-driven dynamic clustering framework for mitigating the adverse economic impact of Covid-19 lockdown practices. *Sustainable Cities and Society*, 62(1), 102372. (Online first)

(Citado 4 vezes nas páginas 7, 9, 42, e 59.)

Randon, G., & Ceconello, I. (2019, novembro). Simulação como tecnologia habilitadora da Indústria 4.0: Uma revisão da literatura. *Scientia cum Industria*, 7(2), 117–125.

(Citado 1 vez na página 23.)

Regan, J. (2018, maio). *O que é uma botnet e como você pode proteger seu computador?* Retrieved 2021-02-28, from <https://www.avg.com/pt/signal/what-is-botnet>

(Citado 1 vez na página 26.)

Reis, C., Pimentel, V. P., Machado, L., & de Lima Horta Barbosa, L. M. (2018). Saúde (*Healthcare*). In F. P. Puga & L. B. Castro (Eds.), *Visão 2035: Brasil, país desenvolvido. Agendas setoriais para alcance de metas* (1st ed., pp. 289–312). Rio de Janeiro-RJ: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES.

(Citado 2 vezes nas páginas 19 e 78.)

Rubio, O., Estella, A., Cabre, L., Saralegui-Reta, I., Martin, M., Zapata, L., ... Amblas, J. (2020). Recomendaciones éticas para la toma de decisiones difíciles en las unidades de cuidados intensivos ante la situación excepcional de crisis por la pandemia por COVID-19: Revisión rápida y consenso de expertos. *Medicina Intensiva*, 44(7), 439–445.

(Citado 1 vez na página 32.)

Russell, S. J., & Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence: A modern approach*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.

(Citado 3 vezes nas páginas 11, 12, e 20.)

Sakhnini, J., Karimipour, H., Dehghantanha, A., Parizi, R. M., & Srivastava, G. (2019). Security aspects of Internet of Things aided smart grids: A bibliometric survey. *Internet of Things*, 14(1), 100111. (Online first)

(Citado 3 vezes nas páginas 32, 42, e 59.)

Sakurai, R., & Zuchi, J. D. (2018, December). As Revoluções Industriais até a Indústria 4.0. *Revista Interface Tecnológica*, 15(2), 480–491.

(Citado 1 vez na página 10.)

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. d. P. B. (2013). *Metodologia de pesquisa* (5th ed.). Porto Alegre, Brasil: Penso.

(Citado 3 vezes nas páginas 31, 50, e 51.)

Sandhu, R., Gill, H. K., & Sood, S. K. (2016). Smart monitoring and controlling of Pandemic Influenza A (HiNi) using Social Network Analysis and cloud computing. *Journal of Computational Science*, 12(1), 11–22.

(Citado 2 vezes nas páginas 42 e 59.)

- Schunter, M., & Wespi, A. (2019, January). [Editorial: Special issue on IoT security and privacy](#). *Computer Networks*, 148(1), 280–282.
(Citado 1 vez na página 26.)
- Scurati, G. W., Gattullo, M., Fiorentino, M., Ferrise, F., Bordegoni, M., & Uva, A. E. (2018, June). [Converting maintenance actions into standard symbols for Augmented Reality applications in Industry 4.0](#). *Computers in Industry*, 98(1), 68–79.
(Citado 1 vez na página 28.)
- Seetharaman, P. (2020). [Business models shifts: Impact of Covid-19](#). *International Journal of Information Management*, 54(1), 102173. (Online first)
(Citado 2 vezes nas páginas 42 e 59.)
- Seuring, S. (2013, March). [A Review of modeling approaches for sustainable supply chain management](#). *Decision Support Systems*, 54(4), 1513–1520.
(Citado 3 vezes nas páginas 31, 46, e 48.)
- Sharma, A., Adhikary, A., & Borah, S. B. (2020). [Covid-19's impact on supply chain decisions: Strategic insights from NASDAQ 100 firms using Twitter data](#). *Journal of Business Research*, 117(1), 443–449.
(Citado 2 vezes nas páginas 43 e 59.)
- Sharma, P., & Kaur, P. D. (2017). [Effectiveness of web-based social sensing in health information dissemination - A review](#). *Telematics and Informatics*, 34(1), 194–219.
(Citado 2 vezes nas páginas 43 e 59.)
- Shi, S., He, D., Li, L., Kumar, N., Khan, M. K., & Choo, K.-K. R. (2020). [Applications of Blockchain in Ensuring the Security and Privacy of Electronic Health Record Systems: A Survey](#). *Computers & Security*, 97(1), 101966. (Online first)
(Citado 2 vezes nas páginas 43 e 59.)
- Singh, R. P., Javaid, M., Haleem, A., & Suman, R. (2020, July). [Internet of Things \(IoT\) Applications to Fight Against COVID-19 Pandemic](#). *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(4), 521–524.
(Citado 4 vezes nas páginas 2, 3, 43, e 59.)
- Singh, R. P., Javaid, M., Haleem, A., Vaishya, R., & Ali, S. (2020a). [Internet of Medical Things \(IoMT\) for orthopaedic in COVID-19 pandemic: Roles, challenges, and applications](#). *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 11(4), 713–717.
(Citado 2 vezes nas páginas 43 e 59.)
- Sohrabi, C., Mathew, G., Franchi, T., Kerwan, A., Griffin, M., Mundo, J. S. C. D., ... Agha, R. (2021, February). [Impact of the coronavirus \(COVID-19\) pandemic on scientific research and implications for clinical academic training - A review](#). *International Journal of Surgery*, 86(1), 57–63.
(Citado 1 vez na página 46.)
- Souza, M. C. B. (2019). *Aplicações da blockchain: Uma revisão sistemática da literatura* [Trabalho de conclusão de curso]. Departamento de Administração - ADM, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas - FACE, Universidade de Brasília - UnB, Brasília-DF, Brasil.
(Citado 1 vez na página 46.)
- Sufian, A., Ghosh, A., Sadiq, A. S., & Smarandache, F. (2020). [A Survey on Deep Transfer Learning to Edge Computing for Mitigating the COVID-19 Pandemic](#). *Journal of Systems Architecture*, 108(1), 101830. (Online first)
(Citado 2 vezes nas páginas 43 e 59.)
- Swayamsiddha, S., & Mohanty, C. (2020). [Application of cognitive Internet of Medical Things for COVID-19 pandemic](#). *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(5), 911–915.
(Citado 2 vezes nas páginas 44 e 59.)
- Taurion, C. (2013). *Big Data*. Rio de Janeiro: Brasport.
(Citado 1 vez na página 13.)
- UN. (2021, September). *Digital economy report 2021*. Organização das Nações Unidas. New York: United Nations Publications.
(Citado 2 vezes nas páginas 79 e 80.)

- Tigre, P. (2006). *Gestão da inovação: A economia da tecnologia no Brasil*. Rio de Janeiro, Brasil: Elsevier.
(Citado 1 vez na página 10.)
- UNESCO. (2021). *Relatório de ciências da UNESCO: A corrida contra o tempo por um desenvolvimento mais inteligente - Resumo executivo e cenário brasileiro*. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. França.
(Citado 1 vez na página 60.)
- Vaishya, R., Javaid, M., Khan, I. H., & Haleem, A. (2020). **Artificial Intelligence (AI) applications for COVID-19 pandemic**. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(4), 337–339.
(Citado 3 vezes nas páginas 12, 44, e 59.)
- Verma, S., & Gustafsson, A. (2020). **Investigating the emerging COVID-19 research trends in the field of business and management: A bibliometric analysis approach**. *Journal of Business Research*, 118(1), 253–261.
(Citado 2 vezes nas páginas 44 e 59.)
- Vijayakumar, V., Malathi, D., Subramaniaswamy, V., Saravanan, P., & Logesh, R. (2019). **Fog computing-based intelligent healthcare system for the detection and prevention of mosquito-borne diseases**. *Computers in Human Behavior*, 100(1), 275–285.
(Citado 2 vezes nas páginas 44 e 59.)
- Visconti, R. M., & Morea, D. (2020, March). **Healthcare Digitalization and Pay-For-Performance Incentives in Smart Hospital Project Financing**. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2318. (Online first)
(Citado 1 vez na página 3.)
- Vocke, C., Constantinescu, C., & Popescu, D. (2019). **Application potentials of Artificial Intelligence for the design of innovation processes**. *Procedia CIRP*, 84(1), 810–813.
(Citado 2 vezes nas páginas 44 e 59.)
- Volpato, N., & Carvalho, J. (2018). *Manufatura aditiva: Tecnologias e aplicações da impressão 3D*. In (chap. 10: Introdução à manufatura aditiva ou impressão 3D). São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda.
(Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.)
- Volpato, N., Silva, J. V. L., & Munhoz, A. L. J. (2018). *Manufatura aditiva: Tecnologias e aplicações da impressão 3D*. In (chap. 14: Aplicações da AM na área da saúde). São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda.
(Citado 1 vez na página 21.)
- Waleed Salehi, A., Baglat, P., & Gupta, G. (2020). **Review on machine and deep learning models for the detection and prediction of Coronavirus**. *Materials Today: Proceedings*, 33(1), 3896–3901.
(Citado 2 vezes nas páginas 44 e 59.)
- WHO. (2020a, February). *2019 novel coronavirus (2019-ncov): Strategic preparedness and response plan*. World Health Organization. Geneva, Suíça.
(Citado 4 vezes nas páginas 3, 49, 62, e 78.)
- WHO. (2020b). *World health statistics 2020: Monitoring health for the SDGs, sustainable development goals*. World Health Organization. Geneva, Suíça.
(Citado 3 vezes nas páginas 51, 52, e 57.)
- WHO. (2021a, March). *Timeline: WHO's COVID-19 response*. World Health Organization. WHO. Retrieved 2021-03-10, from <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/interactive-timeline> (Online)
(Citado 1 vez na página 32.)
- WHO. (2021b, September). *WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard*. World Health Organization. WHO. Retrieved from <https://covid19.who.int/> (Online)
(Citado 1 vez na página 79.)
- Yang, T., Gentile, M., Shen, C.-F., & Cheng, C.-M. (2020, April). **Combining Point-of-Care Diagnostics and Internet of Medical Things (IoMT) to Combat the COVID-19 Pandemic**. *Diagnostics*, 10(4), 224. (Online first)
(Citado 1 vez na página 18.)
- Zhang, J. Z., & Watson IV, G. F. (2020). **Marketing ecosystem: An outside-in view for sustainable advantage**. *Industrial Marketing Management*, 88(1), 287–304.

(Citado 2 vezes nas páginas 45 e 59.)

Zhu, H., Fohlerová, Z., Pekárek, J., Basova, E., & Neuzil, P. (2020). [Recent advances in lab-on-a-chip technologies for viral diagnosis](#). *Biosensors and Bioelectronics*, 153(1), 112041. (Online first)

(Citado 2 vezes nas páginas 45 e 59.)

Zhu, H., Podesva, P., Liu, X., Zhang, H., Teply, T., Xu, Y., ... Neuzil, P. (2020). [IoT PCR for pandemic disease detection and its spread monitoring](#). *Sensors and Actuators B: Chemical*, 303(1), 127098. (Online first)

(Citado 2 vezes nas páginas 45 e 59.)

Özköse, H., Arı, E. S., & Gencer, C. (2015). [Yesterday, Today and Tomorrow of Big Data](#). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195(1), 1042–1050.

(Citado 2 vezes nas páginas 41 e 58.)

