



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Tecnologia



ALINE ROMANINI DA SILVA

**REVISÃO SISTEMÁTICA DA COVID-19 E SEUS IMPACTOS NO SETOR
DE TELECOMUNICAÇÕES E AS PRINCIPAIS SOLUÇÕES
TECNOLÓGICAS**

LIMEIRA – SP 2020

ALINE ROMANINI DA SILVA

**REVISÃO SISTEMÁTICA DA COVID-19 E SEUS IMPACTOS NO SETOR
DE TELECOMUNICAÇÕES E AS PRINCIPAIS SOLUÇÕES
TECNOLÓGICAS**

Monografia apresentada à Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Telecomunicações, sob orientação da Prof^a Dr^a Talía Simões dos Santos Ximenes.

Este exemplar corresponde à versão final da monografia defendida por Aline Romanini da Silva e orientada pela Prof^a Dr^a Talía Simões dos Santos Ximenes.

LIMEIRA – SP 2020



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Tecnologia



**REVISÃO SISTEMÁTICA DA COVID-19 E SEUS IMPACTOS NO SETOR
DE TELECOMUNICAÇÕES E AS PRINCIPAIS SOLUÇÕES
TECNOLÓGICAS**

Banca Examinadora:

- Prof^a Dr^a Talía Simões dos Santos Ximenes - FT/UNICAMP
- Prof. Dr. Cristiano de Mello Gallep - FT/UNICAMP
- Prof. Dr. Rafael Costa Freiria - FT/UNICAMP

LIMEIRA – SP 2020

Dedicado à todas as vítimas da Covid-19.

“A ship in port is safe, but that’s not what ships are built for.”

-Grace Hopper

DEDICO

Aos meus pais, Vilma e Benício pelo amor e carinho durante toda a jornada.
Ao meu irmão Leandro por todo o apoio e paciência.

Ao meu companheiro Cícero e à Cristal, melhor companheira de quatro patas. Aos colegas e amigos que sempre estiveram ao meu lado confiando e apoiando, em especial ao Bruno que nos deixou este ano, minha eterna gratidão por todos os momentos compartilhados.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e à Faculdade de Tecnologia (FT), pela oportunidade concedida para a realização do curso de Engenharia de Telecomunicações. Aos professores, técnicos e funcionários da Faculdade de Tecnologia, pelos ensinamentos transferidos e harmoniosa convivência. À professora Dr^a. Talía Simões dos Santos Ximenes pela orientação, paciência, dedicação e seus ensinamentos que foram de grande relevância para a realização deste trabalho e meu crescimento acadêmico e profissional. Também agradeço à professora Dr^a. Laís Silveira Fraga que me mostrou que há outras alternativas e que a engenharia popular é uma delas. Aos professores Dr(s). Cristiano de Mello Gallep e Rafael Costa Freiria por todo o aprendizado e pela disposição em participarem como membros da banca examinadora.

RESUMO

As diversas soluções tecnológicas que incluem desde o Sistema de Posicionamento Global (GPS) para possibilitar o rastreamento dos infectados, passando pela Internet das Coisas (IoT), dispositivos móveis até os biossensores, estão sendo tecnologias extremamente úteis no combate à propagação do vírus. Essas soluções tecnológicas são utilizadas nas diversas fases da pandemia como a contenção, mitigação ou supressão, e permitem compreender melhor o funcionamento epidemiológico do vírus Sars-CoV-2. Algumas tecnologias já eram utilizadas anteriormente para outros fins, mas algumas são recentes e foram desenvolvidas para atuarem no setor epidemiológico. Neste trabalho, foi realizada uma revisão sistemática sobre essas soluções tecnológicas e também os impactos causados pela pandemia no setor das telecomunicações. As diferentes tecnologias, se bem aplicadas e desenvolvidas, oferecem uma enorme vantagem na redução de mortes e na mitigação das consequências geradas pela pandemia, além de nos preparar para futuros cenários. O presente trabalho permitiu analisar as principais soluções tecnológicas utilizadas atualmente em contexto de pandemia e descrevê-las, mostrando o atual cenário no setor de telecomunicações e os impactos causados pela pandemia.

Palavras-chave: Covid-19; Pandemia; Telecomunicações; Soluções Tecnológicas; Biossensores.

ABSTRACT

Various technological solutions - that include everything from Global Positioning System (GPS) to enable the tracking of infected people, through the Internet of Things (IoT), or mobile devices and even biosensors - are being extremely useful technologies in combating the spread of the virus. These technological solutions are used in the various phases of the pandemic, such as containment, mitigation or suppression, and allow a better understanding of the epidemiological functioning of the Sars-CoV-2 virus. Some technologies were previously used for other purposes, but some are recent and were developed to work in the epidemiological field. In this work, a systematic review was carried out on these technological solutions, and also on the impacts caused by the pandemic incident on the telecommunications sector. These different technologies, if well applied and developed, offer an enormous advantage in reducing deaths and mitigating the harmful consequences generated by a pandemic, in addition to preparing us for future scenarios. The present work analyzed the main technological devices and technological solutions currently used in the context of a pandemic and described them, showing the current scenario in the telecommunications sector and the impacts caused by the pandemic.

Keywords: Covid-19; Pandemic; Telecommunications; Technologic solutions; Biosensors.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Processo de classificação dos estudos de uma RSL - Etapa de seleção.....	22
Figura 2 - Tipos de Pesquisa.....	23
Figura 3 - Desenvolvimento da RSL e análise dos resultados	25
Figura 4 - Características de um biossensor ideal para ser efetivo durante pandemias	33
Figura 5 - Detecção do Sars-CoV-2 utilizando FET	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Aplicações de tecnologias emergentes durante a pandemia.....	20
Tabela 2 Estudos Identificados e resultado da seleção primária da RSL.....	26
Tabela 3 Resultado da seleção secundária e estudos incluídos na RSL.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

ESPII – Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional

FET – *Field Effect Transistor*

Fiocruz - Fundação Oswaldo Cruz

GPS – *Global Positioning System*

IA – Inteligência Artificial

IoT – *Internet of Things*

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

MCS – *Mobile Crowdsensing*

MERS-CoV – *Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus*

OMS – Organização Mundial da Saúde

RA/ RV – Realidade aumentada/Realidade Virtual

RGB – *Red Green Blue*

RNA – *Ribonucleic Acid*

RPA – *Robotic Process Automation*

RSL – Revisão Sistemática de Literatura

RT-PCR – *Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction*

SDRA – Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo

SPR – *Surface Plasmon Resonance*

SRAG – Síndrome Respiratória Aguda Grave

TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação

WBE – *Wastewater-Based Epidemiology*

5G – *Fifth Generation*

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
1.1.	Objetivo Geral.....	15
1.2.	Objetivos Específicos	15
1.3.	Estrutura do Documento.....	15
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1.	Covid-19.....	16
2.2.	Principais tecnologias utilizadas na pandemia	18
2.3.	Biossensores.....	21
3.	METODOLOGIA.....	21
3.1.	Classificação da pesquisa.....	21
3.2.	Método.....	25
3.2.1.	Pré-desenvolvimento	25
4.	DESENVOLVIMENTO DA REVISÃO SISTEMÁTICA.....	26
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5.1.	Covid-19 e seus impactos nas telecomunicações.....	27
5.2.	Soluções tecnológicas na pandemia.....	30
5.3.	Internet e rede social.....	30
5.4.	Rastreamento por GPS.....	31
5.5.	Biossensores.....	31
5.6.	O impacto dos biossensores na pandemia.....	32
6.	CONCLUSÃO.....	40
7.	REFERÊNCIAS.....	52

1. INTRODUÇÃO

1.1. Pandemia no Brasil e no mundo

Em 30 de janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou que a epidemia da Covid-19 constituía uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) e em 12 de março declarou que o surto do novo coronavírus se tratava de uma nova pandemia, baseado no rápido aumento do contágio. O primeiro caso ocorreu em Wuhan, na China, no dia 1º de dezembro de 2019, uma cidade com mais de 11 milhões de habitantes e, após ser identificado na Ásia e se espalhar pela Europa, o coronavírus já havia matado mais de 1,3 milhão de pessoas em todo o mundo até o dia 20 de novembro de 2020, segundo a Universidade *Johns Hopkins*, dos Estados Unidos.

No Brasil, tivemos a primeira confirmação da doença em 26 de fevereiro, ultrapassando 160 mil mortos no mês de novembro e quase 6 milhões de infectados pelo vírus no país, no total, ficando em segundo lugar no ranking de país com mais casos, atrás apenas dos Estados Unidos. Atrelado a diversos acontecimentos, a pandemia no Brasil vem se desdobrando de forma cada vez mais preocupante. Seja por se tratar de um fenômeno absolutamente novo numa perspectiva histórica, seja pelo contexto de grande desigualdade e vulnerabilidade social onde o agravamento da doença se torna mais suscetível ou ainda, porque há inúmeros casos de subnotificações de casos confirmados ou óbitos.

Como dito, o quadro é preocupante, mesmo que a nova vacina já esteja sendo preparada e ministrada em algumas partes do mundo, no Brasil estamos em marcha lenta para a superação completa da pandemia. Isso porque é necessário um esforço conjunto, principalmente em ciência e tecnologia, que deve ser realizado em busca de se identificar precocemente outras enfermidades que possam agravar a Covid-19, assim como informar corretamente e tratar também as complicações causadas pelo novo coronavírus. De tal forma que há instituições brasileiras trabalhando para desenvolver a vacina como a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), o Instituto Butantan, em São Paulo e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) que doará recursos e abrirá editais para pesquisas científicas sobre a Covid-19 e, ainda que haja ações díspares, o que gera um

percalço no combate à pandemia, é notável o esforço da comunidade científica empregado para combater o novo coronavírus. De qualquer forma, é imprescindível que se haja a testagem em massa da população para que casos confirmados possam ser detectados e tratados precocemente, reduzindo a taxa de mortalidade pela doença.

A pandemia do novo coronavírus já causou impactos significativos e seus efeitos na sociedade ainda não foram completamente dimensionados. Aqui, neste trabalho, é apontado o quão notável é a importância das telecomunicações para o funcionamento da economia e sociedade nesse contexto, seja para continuar garantindo que diversos setores continuem operando, seja para a possibilidade de se poder trabalhar remotamente, para informar, educar, oferecer atendimento a pacientes, entre outras inúmeras funções. Ademais, o que se verifica é que durante e após o período de pandemia da Covid-19, o avanço no uso da tecnologia seja cada vez maior, o que facilitará a transformação digital em vários países e conseqüentemente, possibilite mais e melhores contribuições tecnológicas que atuem na contenção da propagação do vírus.

1.2. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é realizar uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) sobre o impacto da pandemia no setor de telecomunicações e, também levantar principais dispositivos tecnológicos utilizados atualmente em contexto de pandemia, seja na prevenção e/ou tratamento da doença.

1.3. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Realizar uma Revisão Bibliográfica sobre Covid-19 e seus impactos nas telecomunicações e RSL;
- Realizar uma Revisão bibliográfica sobre RSL em Covid-19 e seus impactos nas telecomunicações;
- Levantar as principais soluções tecnológicas utilizadas na pandemia através dos resultados obtidos na RSL. Descrever e fazer uma breve

análise das diferentes tecnologias encontradas.

1.4. Estrutura do Documento

No Capítulo 2 deste trabalho, são apresentados os principais tópicos relacionados à Covid-19 e seus principais impactos no setor de telecomunicações. Além disto, também são apresentados os fundamentos de uma RSL, definições, conceitos e os procedimentos que devem ser seguidos durante sua elaboração. No Capítulo 3, é descrita a metodologia utilizada na execução deste trabalho, desde as etapas iniciais até sua conclusão. No Capítulo 4 são apresentados os procedimentos executados no desenvolvimento da RSL sobre soluções tecnológicas utilizadas na pandemia. O Capítulo 5 apresenta uma discussão dos resultados obtidos na RSL. As conclusões do trabalho são apresentadas no Capítulo 6 e ao final, as referências bibliográficas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Desde que a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou a pandemia, uma corrida se iniciou com o intuito de ajudar a mitigar os impactos da Covid-19 e também pela descoberta da vacina. Muitos estudos têm sido realizados nesta área, desde então, e neste capítulo, será abordada a conceituação dos temas desta pesquisa.

2.1. Covid-19

Durante o século XXI, houve várias epidemias que puderam ser contidas em algum nível temporal ou geográfico, como as duas epidemias de coronavírus (Coronavírus causada pelo SARS-CoV e a Síndrome Respiratória do Oriente Médio causada pelo MERS-CoV), as epidemias do ebola na África e a epidemia de gripe aviária (H5N1). Em conjunto, elas provocaram menos mortes do que a Covid-19 (WERNECK *et al.*, 2020); isso denota o impacto que a atual pandemia traz além de também haver outros fatores como o fato de haver uma nova escala de globalização, o foco durante as outras epidemias não era a China, um importante

país em nível comercial e político, globalmente, e medidas tomadas à época já não são suficientes para conter o avanço da doença fazendo com que novas estratégias precisem ser criadas para conter o avanço do contágio pelo vírus (TING *et al.*, 2020).

Para entendermos melhor como se dá a doença, primeiramente trataremos do comportamento epidemiológico e as principais características acerca da doença. Dito isto, a doença da Covid-19 é causada pelo vírus Sars-CoV-2 e possui sintomas semelhantes à gripe, o que dificulta na detecção da doença. A intensidade dos sintomas pode variar e inclui febre alta, dispneia, diarreia, dor de garganta, dor de cabeça, fadiga, perda e/ou diminuição de sentidos como paladar e olfato (NAG, 2020 *apud* MENNI *et al.*, 2020). Além desses, tontura e sintomas gastrointestinais também foram relatados e, embora os autores apontem que a maioria dos indivíduos seja assintomática, as apresentações clínicas variam de sintomas leves à graves e pode levar à morte. As mais severas entre as complicações incluem síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA), arritmia e choque, com internação em terapia intensiva, com taxas de aproximadamente 25 a 30%.

O alto contágio da doença se dá pelo fato de que o vírus pode permanecer no ambiente por até setenta e duas horas e uma gota respiratória infectada pode espalhar cargas virais no ambiente podendo alcançar até dois metros, por tosse, espirro ou fala, fazendo com que o vírus se propague pelo ambiente e, após infectar uma pessoa, esta pode transmitir a doença por um período médio de sete dias após o início dos sintomas. No entanto, dados do estudo de Vilela *et al.* (2020), mostram que a transmissão pode ocorrer mesmo sem o aparecimento de qualquer sintoma e que mesmo sendo considerado raríssimo, pode ocorrer episódios de reinfecção à uma taxa de 0,000041%, segundo o infectologista Julio Croda, da Fundação Oswaldo Cruz em reportagem para o jornal BBC (BIERNATH, 2020).

Embora todos sejam suscetíveis ao Covid-19, alguns pacientes podem ter um risco maior de desenvolver as formas mais graves da doença, podendo também haver diversas manifestações da doença, com sintomas de leves à graves. Casos graves estão associados a uma maior taxa de hospitalização, pior prognóstico e maior taxa de mortalidade. Pessoas com maior risco incluem idosos, fumantes e aqueles com comorbidades subjacentes, como doença cardiovascular (EGIDIO *et al.*, 2020) e cerebrovascular, hipertensão, diabetes, doença pulmonar obstrutiva

crônica, malignidade e doença renal crônica e diabetes *mellitus* conforme aponta Pinto *et al.*, (2020). No Brasil, França *et al.* (2020) ainda destaca que há inúmeros casos de subnotificações de casos confirmados ou óbitos por pneumonia, síndrome respiratória aguda grave, insuficiência respiratória, septicemia e causas mal definidas que podem ser também pelo novo coronavírus.

De forma bastante esquemática e simples, a resposta à pandemia da Covid-19 poderia ser subdividida em quatro fases: contenção, mitigação, supressão e recuperação, sendo a primeira iniciada antes do registro de casos, seguida da mitigação que tem início quando já há uma transmissão sustentada da infecção instalada na região. A terceira fase de supressão se dá quando as medidas anteriores não conseguem ser efetivas, havendo necessidade de serem implantadas medidas mais radicais de distanciamento social com o objetivo de adiar ao máximo a explosão do número de casos, por tempo suficiente, para evitar o colapso na área da saúde e para que procedimentos de testagem possam ser ampliados e, eventualmente, alguma nova ferramenta terapêutica ou preventiva eficaz esteja disponível, como a vacina por exemplo. Por último, na fase de recuperação, quando há sinal consistente de involução da epidemia e o número de casos se torna residual, há a necessidade de reestruturação social e econômica do país (WERNECK *et al.*, 2020).

A análise comparativa de outras cepas virais epidêmicas é importante e fornece informações básicas para os pesquisadores poderem projetar tecnologias potenciais para o controle de doenças no caso de uma pandemia. O artigo de Werneck *et al.* (2020), relata a importância de se conhecer as semelhanças e diferenças entre esses vírus que possam auxiliar os pesquisadores a trabalhar na área de biossensores para uma detecção precisa e análise morfológica de Sars-CoV-2.

Para mitigar os danos e minimizar o crescimento exponencial de casos, Vilela *et al.* (2020) conclui que estratégias como educação de higiene básica, isolamento social e equipamentos de proteção individual como as máscaras são eficientes enquanto que estratégias que utilizam modelagem matemática, por exemplo, são necessárias para prevenção e podem se tornar estratégias profiláticas.

Para o autor Teles *et al.* (2020), estão entre as formas de detecção da doença técnicas como raio-X do tórax, tomografia computadorizada, RT-PCR (em inglês: *Reverse-Transcriptase Polymerase Chain Reaction*) e por detecção de

alguns biomarcadores no sangue, sendo as duas últimas constituídas por biossensores. O teste RT-PCR utiliza hastes nasofaríngeas, e é o principal teste de detecção do novo coronavírus, todavia devido a alguns fatores limitantes que possuem como a necessidade de preparação de amostra para análise e o tempo dos resultados que chegam a três dias, outras alternativas estão sendo estudadas e uma delas é mostrada no artigo de Teles *et al.* (2020) através de uma RSL. Trata-se do uso da saliva como uma forma alternativa para diagnóstico da Covid-19, o qual representa uma opção promissora, além de ser fácil coleta e não invasiva. Além dessa, discutiremos mais adiante a utilização de outras tecnologias como formas de detecção do Sars-CoV-2, com destaque para os biossensores.

2.2. Principais tecnologias utilizadas na pandemia

Com o desenrolar da pandemia, o objetivo se tornou criar técnicas de contenção à propagação do vírus em menor tempo possível. Isso inclui desde tomar medidas de segurança como isolamento social e uso de máscara para interromper a sua propagação até acelerar a detecção dos portadores de vírus para enfim desenvolver uma nova vacina, com respaldo da ciência e tecnologia (SHYY *apud* MARANHÃO, 2020).

As diversas soluções tecnológicas podem ser utilizadas nas diferentes fases da doença como, por exemplo, o rastreamento ativo dos passageiros vindos do exterior e seus contatantes, na fase de contenção. Na tabela 1 abaixo, vemos exemplos de algumas tecnologias digitais que agem diretamente na contenção, monitoramento ou prevenção da doença, seja de forma mais indireta como na mitigação dos impactos causados. A experiência prévia com a primeira grande epidemia de síndrome respiratória aguda grave (SRAG) causada pelo coronavírus em 2003 pode pelo menos parcialmente, explicar a bem sucedida fase de contenção em Taiwan, Cingapura e Hong Kong, conforme mostra Werneck *et al.* (2020).

Outro exemplo que abrangem diversas tecnologias está o hospital de campanha em Wuhan, por exemplo, projetado pelos chineses para acomodar cerca de 20.000 pacientes que são examinados por termômetros de quinta geração (5G) conectados para alertar a equipe sobre seu estado febril e recebem pulseiras e anéis inteligentes sincronizados com a plataforma de inteligência artificial para que seus sinais vitais, incluindo temperatura, frequência cardíaca e níveis de oxigênio no

sangue, possam ser monitorados; médicos e enfermeiros também usam os dispositivos para detectar quaisquer sinais precoces de infecção. Todos os serviços médicos são realizados por robôs e outros dispositivos de IoT (em inglês: *Internet of Things*) e ainda, um terceiro grupo de robôs pulveriza desinfetantes e limpa o piso do hospital. Estima-se que o governo chinês tenha investido 71,5 bilhões de dólares em infraestrutura e tecnologia para combater os impactos da Covid-19 (CNBC, 2020; FORBES, 2020; XINHUANET, 2020 *apud* Maranhão, 2020).

Outros países como a China e a Espanha usaram drones para monitorar a população durante os períodos de isolamento social, enquanto a Coreia do Sul utilizou os drones para ajudar a desinfecção de áreas da cidade de Daegu, uma das mais afetadas pela epidemia (BBC, 2020; CNBC, 2020 *apud* Maranhão, 2020). Há também o caso da Nigéria que utilizou GPS (em inglês: *Global Positioning System*) para rastrear e monitorar os casos confirmados (EKONG *et al.*, 2020) ou a utilização de dados da pandemia do H1N1 que foram utilizados para auxiliar a compreensão do nível de transmissão e estimar os impactos da Covid-19, conforme é mostrado por Phaswana *et al.* (2020).

Panigutti *et al.* (2020), também revelaram a adequação dos dados do telefone móvel para rastreamento de doenças infecciosas, particularmente em regiões densamente povoadas e comunidades altamente interconectadas (EKONG *et al.*, 2020). Ainda sobre o uso de dados para rastreamento de infectados, o autor aponta que apesar do potencial tecnológico para controlar a pandemia, acaba entrando em conflito com as normas de privacidade de dados do paciente (NAG *et al.*, 2020).

Outra tecnologia utilizada foram os miniórgãos (ou organoides) criados pelos cientistas nos últimos dez anos e que contribuiu para a descoberta de que o novo coronavírus provoca danos em diferentes partes do corpo e não somente no sistema respiratório, conforme antes se tinha conhecimento. A primeira vez que o modelo dos organoides foi utilizado para entender uma doença viral, foi quando se descobriu que a infecção por zika vírus ao longo da gravidez poderia estar relacionado à microcefalia (BIERNATH, 2020).

Atualmente, os médicos tentam entender outras mutações do Covid-19, bem como novas formas de se propagar e também como o vírus permanece no organismo, fazendo com que os sintomas possam persistir por meses. Isso ocorre por conta das variações da cepa do vírus e reforça ainda mais a necessidade de se

fazer testes em larga escala para tentar compreender o comportamento viral e suas diferentes linhagens.

Tabela 1 - Tecnologias digitais e seu impacto nas estratégias de saúde pública

Public-health measures	Digital technology			
	IoT	Big data	AI	Blockchain
1. Monitoring, surveillance, detection and prevention of COVID-19 (directly related to COVID-19)	+++	+++	++	+
Examples	1. Real-time tracking and live updates in various online databases in the USA, UK and China 2. Live tracking of the at-risk vicinity in Korea (Coronamap.live; Wuhanvirus.kr)	1. Modeling of disease activity, potential growth and areas of spread 2. Modeling of the preparedness and vulnerability of countries in fighting a disease outbreak	1. Detection of COVID-19 from chest imaging (X-ray) (Beijing Hospital) 2. Prognostication of disease progression via clinical data, imaging and AI	1. Manufacturing and distribution of COVID-19 vaccines once they are available 2. Insurance claims from COVID-related illness and death
2. Mitigation of impact (indirectly related to COVID-19)	+++	++	+++	++
Examples	1. Virtual clinics (PingAn, China) 2. Public information dissemination via WhatsApp in Singapore*	1. Business modeling on pharmaceutical supplies for various medications 2. Modeling of the utility of operating theaters and clinics with manpower projections	1. AI to automatically diagnose medical conditions unrelated to COVID-19 (Zhongshan Ophthalmic Eye Center, China) 2. Medical 'chat bots' to address public inquiries on COVID-19	1. Distribution of patients' regular medication to the local pharmacy or patients' doorstep
<small>The likely impact of digital technologies on (1) disease monitoring, surveillance, detection and diagnosis, and (2) mitigation of impact: +, low (no clear example yet in either official government website); ++, moderate (one clear example); +++, high (two or more examples). Gray shading indicates potential applications that are not described in the literature thus far but should be considered by technology companies or research groups worldwide to help battle against COVID-19. Additional examples beyond those mentioned in the text are included in this table. *https://www.form.gov.sg/#/5e33fa3709f80b00113b6891.</small>				

Fonte: TING *et al.*, (2020).

2.3. Biossensores

Os biossensores podem ser definidos como sensores químicos cujo reconhecedor é um componente biológico ativo, o que significa que um processo bioquímico é a fonte do sinal analítico. Assim, uma das características dos biossensores é a sua alta seletividade com relação a um determinado analito.

A construção de um biossensor baseia-se na comunicação de duas partes: o componente biológico ativo (o reconhecedor) e um transdutor. A primeira faz o reconhecimento de uma determinada substância por meio de uma reação bioquímica específica, gerando uma variação na concentração de prótons, liberação de gases, emissão ou a absorção de luz, a emissão de calor, uma variação de massa, uma mudança no estado de oxidação do analito, etc. e a segunda, converte a energia destes eventos numa forma mensurável, como uma variação de corrente, potencial,

temperatura e outros possibilitando que haja o processamento do sinal. Diferentes componentes biológicos podem ser utilizados na construção de biossensores, tais como organismos, tecidos, células, organelas, membranas, enzimas, receptores, anticorpos, ácidos nucleicos (caso do coronavírus) e macromoléculas orgânicas (HULANICKI *et al.*, 1991 *apud* ALFAYA & KUBOTA, 2020).

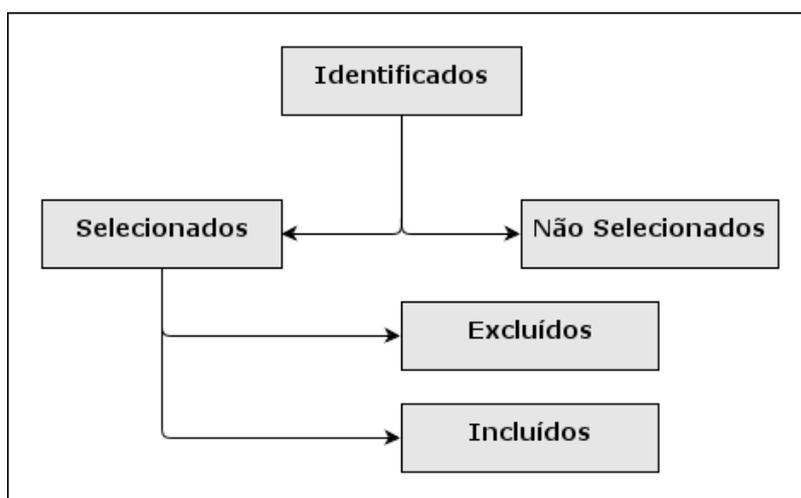
O biossensor é a principal tecnologia por trás dos testes RT-PCR de detecção da Covid-19 e seu desenvolvimento envolve a integração de três componentes principais: o receptor, interação analito-receptor interface e plataforma de transdução (NARVÁEZ & DINCER, 2020).

3. METODOLOGIA

3.1. Classificação da pesquisa

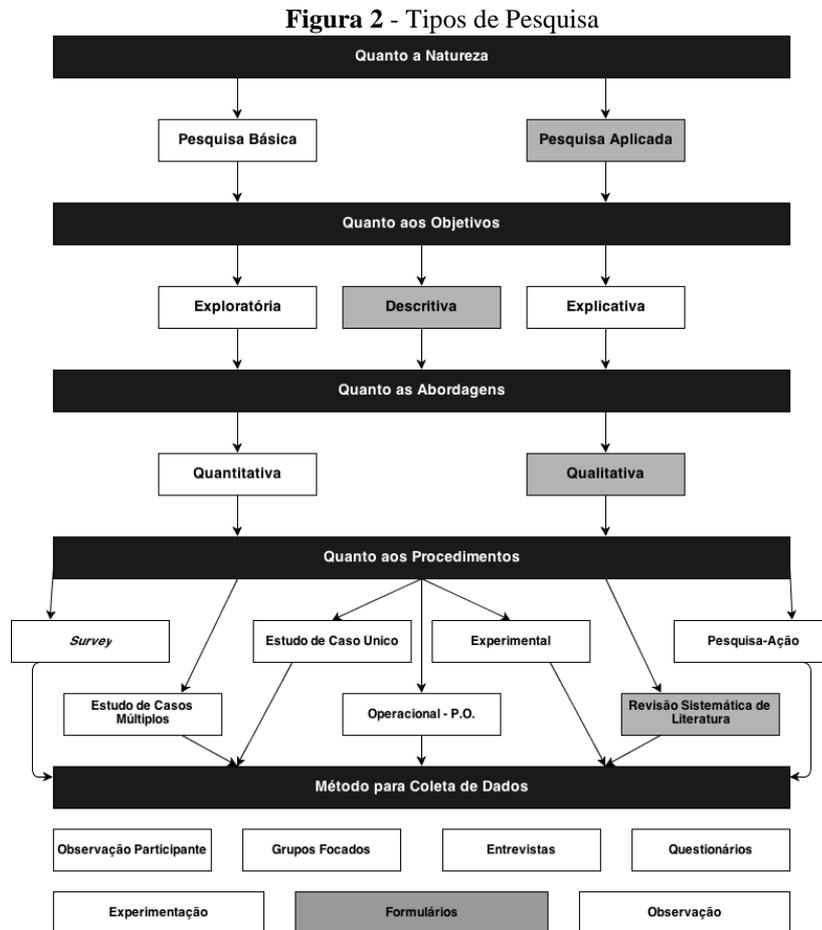
O desenvolvimento deste trabalho foi realizado através de uma revisão sistemática, apoiado nos preceitos da leitura exploratória. Segundo Gil (2008, p50), a pesquisa bibliográfica “é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído de livros e artigos científicos”, além de também utilizarmos referências oriundas de *websites*. Segue o processo inicial da etapa de seleção de artigos conforme mostra a figura 1.

Figura 1- Processo de classificação dos estudos de uma RSL – Etapa de Seleção



Fonte: Adaptado de Castro *et al.*, (2002).

De tal maneira que a partir da figura 2, adaptada de Jung (2004), podemos analisar a forma como a metodologia adotada se relaciona com as premissas de uma pesquisa acadêmica, tendo como parâmetros sua natureza, objetivo, abordagem, procedimento e forma de coleta de dados.



Fonte: Adaptado de Jung (2004).

Com base nisso, os temas abordados foram estudados e analisados por ordem das etapas:

1ª etapa - Levantamento do referencial teórico:

As fontes utilizadas para fornecer as bases para análises, estudos e a revisão propriamente em si, se deram a partir de 27 artigos científicos, retirados de diferentes bases de pesquisa científica, mostradas abaixo nas Tabelas 2 e 3.

2ª etapa - Coleta de dados:

A coleta de dados foi obtida utilizando as seguintes premissas:

a) Leitura exploratória dos trabalhos selecionados para checar se eles são de interesse para o presente trabalho;

b) Leitura seletiva e mais aprofundada sobre os temas e partes que realmente foram importantes;

c) Nota das informações obtidas com a leitura seletiva, com alguns breves resultados e conclusões. Além disso, aqui já incluímos o registro dos autores, anos e métodos utilizados.

3ª etapa - Análise e Interpretação dos Resultados

Com o objetivo de ordenar e sumarizar as informações resultantes, nesta etapa foi realizada a leitura analítica dos trabalhos utilizados e selecionados nas etapas anteriores.

4ª etapa - Discussão dos resultados

A partir das análises detalhadas dos trabalhos de referência, foi feita uma comparação e discussão de dos temas e autores abordados.

Observando-se as definições apresentadas, este trabalho pode ser classificado da seguinte forma:

- 3.1.1. Quanto à natureza: aplicada, pois o objetivo do trabalho é investigar os principais impactos, além das tecnológicas utilizadas atualmente durante a pandemia;
- 3.1.2. Quanto aos objetivos: descritivos, uma vez que se deseja pesquisar impactos da pandemia no setor de telecomunicações e soluções tecnológicas, sejam elas novas ou já existentes, em artigos e documentos científicos e descrevê-las;
- 3.1.3. Quanto à abordagem: qualitativa, pelo fato de envolver a pesquisa, identificação e descrição dos impactos causados pela pandemia no setor de telecomunicações e das soluções tecnológicas;
- 3.1.4. Quanto aos procedimentos: RSL, pois esta foi a técnica utilizada neste trabalho para obter os resultados;
- 3.1.5. Quanto aos métodos para coleta de dados: formulário, para coletar os dados resultantes dos artigos e documentos encontrados, cujo preenchimento é

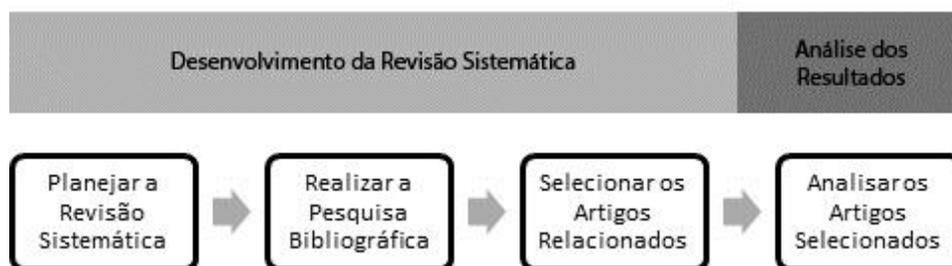
feito pelo próprio investigador.

3.2. Método

Este trabalho foi organizado em duas fases principais, sendo a segunda dividida em quatro etapas. As fases são definidas a seguir:

- 3.2.1. Pré-desenvolvimento: Leitura de artigos e estudos sobre Covid-19, impactos no setor de tecnologia e telecomunicações, principais soluções tecnológicas que contribuam na detecção e/ou tratamento da infecção e RSL. Esta fase é descrita na seção 3.2.1;
- 3.2.2. Desenvolvimento da RSL e análise dos resultados (Figura 3): elaborar o planejamento da RSL, onde são detalhados os procedimentos a serem realizados durante a revisão, realizar a pesquisa bibliográfica sobre o tema envolvido na revisão sistemática, selecionar os artigos encontrados, analisar dos artigos selecionados. Esta fase é descrita na seção 3.2.2;

Figura 3 - Desenvolvimento da RSL e análise dos resultados



Fonte: CASTRO *et al.* (2002).

3.3. Pré-desenvolvimento

A primeira fase do projeto é a procura e leitura de trabalhos, artigos e estudos relacionados à Covid-19 e os impactos nas telecomunicações, e a RSL para melhor embasamento da pesquisa no tema.

Antes de se iniciar uma RSL é necessário observar a existência de outras RSL sobre o assunto a ser tratado, para evitar estudos duplicados. Foram feitas pesquisas nas bases de dados sobre RSL em Covid-19 e seus impactos nas telecomunicações e não foi encontrada uma RSL que abordasse este tema especificamente.

Tendo os conhecimentos necessários para a elaboração de uma RSL sobre Covid-19 e seus impactos nas telecomunicações, além das principais soluções tecnológicas e não tendo encontrado outras revisões sistemáticas sobre o assunto, deu-se início a segunda fase do trabalho, descrita na seção seguinte.

3.4. Desenvolvimento da revisão sistemática

O desenvolvimento desta RSL permitiu que fossem reunidos estudos na área da tecnologia, ciência e saúde sobre Covid-19, seus impactos nas telecomunicações e descrever as principais soluções tecnológicas utilizadas durante a pandemia.

A técnica de RSL utilizada neste trabalho foi adaptada do modelo proposto por Castro *et al.*, (2002). Conforme os autores dizem, as etapas de uma RSL poderão variar de acordo com a necessidade, desde que não percam o caráter e a rigorosidade da RSL.

Tabela 2: Estudos Identificados e resultado da seleção primária da RSL

Base	Estudos Identificados	Seleção Primária
<i>IEEE Xplore</i>	12	9
<i>Scopus</i>	6	4
<i>Elsevier ScienceDirect</i>	12	9
<i>SciHub</i>	7	6
<i>Web of Science</i>	9	7
TOTAL	46	35

Fonte: Própria.

Tabela 3: Resultado da seleção secundária e estudos incluídos na RSL

Base	Seleção Secundária			Estudos Incluídos
	Irrelevante	Repetido	Incompleto	
<i>IEEE Xplore</i>	1	0	0	8
<i>Scopus</i>	1	0	0	3
<i>Elsevier ScienceDirect</i>	2	1	0	6
<i>SciHub</i>	1	0	0	5

<i>Web of Science</i>	1	1	0	5
TOTAL	6	2	0	27

Fonte: Própria.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os artigos e estudos selecionados foram publicados no ano de 2020, fato este que possui relação direta com o momento temporal, no qual a patologia em questão foi denominada como uma pandemia, o que colaborou para evidenciar a importância desse estudo e a urgência no seu enfrentamento. Entre os critérios observados estão o tipo de estudo, quais as tecnologias encontradas, local do estudo, impactos da pandemia em determinados setores.

4.1. Covid-19 e seus impactos nas telecomunicações

Para muitos setores de negócios (por exemplo, turismo, serviços de restaurante, varejo e comércio, transporte e logística, mídia e indústria de entretenimento), o período de medidas anti-pandêmicas impostas à força tem um impacto negativo, o que resulta em cessação definitiva ou temporária da atividade, licenças e dispensas de funcionários, perdas financeiras, reorganização das cadeias de abastecimento e distribuição, pedidos de falência entre outros.

Por outro lado, a crise sanitária também exigiu que estratégias fossem tomadas, principalmente com o uso de tecnologias e ferramentas para auxiliar nas diversas fases da doença. É esperado então, que este fenômeno impacte diretamente sobre as chamadas TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação), sobretudo as telecomunicações, e até impulse um período de difusão acelerada de algumas tecnologias, sejam elas disruptivas ou não. Essas tecnologias são recursos que têm possibilitado à população maior informação acerca da doença (SANTOS *et al.*, 2020).

Num período onde a migração para a transformação digital, processo em que empresas utilizam tecnologias digitais para solucionar problemas tradicionais, é cada vez mais veloz, é esperado que alguns setores como o das telecomunicações sejam altamente valorizados perante esse cenário e tenham um impacto oposto ao de

muitos outros setores, especialmente neste momento, onde a situação atual nos mostra que alguns serviços foram extremamente essenciais durante a quarentena e permitiu que as pessoas pudessem realizar suas tarefas de suas casas, possibilitando o isolamento social, é relevante notar que a demanda por esses serviços cresceram e novas tecnologias surgissem para suportar ou substituir as já existentes e também fazer frente ao combate da doença.

De acordo com Miteva (2020), a situação de pandemia traz maiores receitas às operadoras de rede, um aumento no consumo de serviços digitais e a oportunidade de convencer o público de sua crescente responsabilidade corporativa e social. Em relação aos impactos positivos, a crise da Covid-19 entrega às empresas de telecomunicações a responsabilidade de manter as suas redes e operações num ambiente de sobrecarga sem precedentes, bem como gerir e mitigar os danos na sociedade causados pelas profundas e repentinas mudanças impostas.

Não há dúvida de que iniciativas têm sido promovidas para garantir os serviços, incluindo esforços para flexibilização da implantação de infraestrutura, criação de alternativas de serviço mais baratas e até mesmo atribuição temporária de espectro radioelétrico adicional para evitar possíveis casos e congestionamento de rede. Novos serviços e adequações foram feitas na área para suportar os impactos causados pela pandemia como a crescente demanda por uma rede de telecomunicações mais robusta, requerida em tempos de trabalho remoto, atraso da adoção de novas tecnologias como 5G por causa das *fake news* que correlacionam o vírus com a nova tecnologia e que não possui nenhuma evidência conforme mostra o autor Lin (2020), ou na implantação de novas leis como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) que poderia trazer benefícios aos usuários, principalmente em contexto de pandemia com o isolamento social.

Ao olhar para o cenário atual, é possível visualizar a Covid-19 como um dos grandes responsáveis pela transformação digital dos últimos meses em diversas companhias, especialmente nos hospitais e instituições de saúde. Quando juntamos a LGPD e a Covid-19, não dá para ignorar a necessidade cada vez mais emergente de revisão dos processos e sistemas de segurança.

No Brasil, a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), dispôs de portarias e iniciativas que facilitassem a utilização de serviços de operadoras, como flexibilidade e moratórias no pagamento, por exemplo. Além disso, entende-se que

o novo marco legal das telecomunicações (ANATEL, 2020) e traz modificações importantes para o setor e podem contribuir para a expansão da transformação digital no país, especialmente para o mercado de internet das coisas, segundo Chacur (2020).

Em relação à internet das coisas (IoT), pode-se entender de forma bastante simplificada como uma revolução tecnológica que tem como objetivo conectar os itens utilizados no dia a dia à rede mundial de computadores. No Brasil, foi sancionada em dezembro a Lei da Internet das Coisas que entrará em vigor no dia 1º de janeiro de 2021 e irá acelerar a transformação digital no país (ABES, 2020).

No momento atual pelo qual o Brasil passa, em que medidas governamentais buscam fomentar a transformação digital, de uma forma geral, e a infraestrutura de telecomunicações, para permitir, dentre outras coisas, a adoção da internet 5G e seus reflexos no campo da internet das coisas, a pandemia acaba surtindo um efeito positivo no sentido de impulsionar a implementação dessas e outras tecnologias (CHACUR, 2020).

Também foram lançados alguns aplicativos com o intuito de informar sobre sintomas da doença, como se prevenir, o que fazer em caso de suspeita e infecção e mapa indicativo de unidades de saúde próximas à sua localidade. Já o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) tem enviado esforços, junto à comunidade científica, a fim de lutar contra os efeitos da pandemia do novo coronavírus.

Com todas as complexidades que a Covid-19 trouxe para as operadoras de serviços de telecomunicações, a urgência por serviços mais ágeis e uma boa conectividade é um dos aspectos mais difíceis enfrentados pelo setor. Visto que uma das estratégias a serem utilizadas durante a pandemia é o isolamento social para evitar o contágio entre as pessoas, esse fenômeno sobrecarrega a capacidade das concessionárias, fazendo com que as operadoras de rede móvel e os provedores de internet, enfrentem picos de consumo, causando oscilações nas redes de transmissão e unidades de serviço. Neste sentido, a capacidade do setor de resistir a esta situação é crucial não apenas para fornecer bons serviços a todos os seus assinantes, mas para garantir o funcionamento adequado do sistema educacional, da administração estadual, de todos os serviços digitais, do trabalho remoto entre outras atividades.

Como consequência deste isolamento social, as empresas ao redor do mundo optaram pelo trabalho remoto, fazendo com que a necessidade por

colaborações e soluções de comunicações seja continuamente testada e atualizada. Especialistas em telecomunicações prevêm que isso está se tornando a nova norma, mesmo após o período de pandemia, e que isso estimulará a demanda por infraestrutura de rede e conectividade, como nunca antes visto. No entanto, a demanda pode sobrecarregar adicionalmente as redes e causar problemas na hora de garantir uma boa eficiência na conectividade aos clientes. Dito isto, o setor de telecomunicações, provedores de serviços de internet e aplicativos produzirão maior valor para seus clientes do que nunca. Ao mesmo tempo, seus serviços principais exigirão se acostumar e inovar para melhor desempenho, confiabilidade e atendimento ao cliente.

De forma mais geral, a demanda por automação por meio de serviços IoT inovadores, automação de processos robóticos (RPA do inglês *Robotic Process Automation*) e soluções baseadas em drones também verá crescimento. O cenário atual de estudo em casa, principalmente com o aumento do aprendizado à distância, também contou com tecnologias inovadoras como realidade aumentada ou virtual (RA/RV), as quais têm imenso potencial na educação, no trabalho à distância e principalmente no lazer.

Essa demanda crescente é necessária não somente para aumentar a largura da rede, mas também para melhorar a estabilidade e a cibersegurança. Empresas de telecomunicações têm se preparado para suportar a alta demanda e são consideravelmente focadas em garantir que há capacidade de rede durante o dia todo, não somente durante os horários de pico, porque o progresso no tráfego estático tem aumentado exponencialmente, até mesmo porque há essa transição contínua para o trabalho remoto.

Tecnologias como as já citadas IoT, RPA, *Big Data*, Inteligência Artificial (IA), que por sua vez utilizam aprendizado profundo (*deep learning*) e tecnologia *blockchain*, são extremamente importantes para se traçar novas estratégias para conter o avanço da doença e, portanto, estarão evoluindo, aprimorando e se tornando mais cruciais do que nunca.

Estas são algumas das melhorias que os provedores de telecomunicações devem realizar para atender às demandas atuais de largura de banda da rede doméstica e resiliência do uso da internet, além de garantir segurança com a implantação de tecnologias que sejam eficientes e prontas para serem adotadas, como as hospedadas na nuvem.

Para além de todas as aplicações anteriormente mencionadas, não podemos esquecer a revolução digital que tem sido feita na área da saúde com o emprego de diversas tecnologias, possibilitando assim que muitas instituições de saúde façam uso da telemedicina utilizando também serviços das telecomunicações.

5.2. Soluções tecnológicas na pandemia

Neste trabalho foram estudadas tecnologias e aplicações vinculadas a detectar sintomas e/ou na mitigação de contágio do coronavírus.

5.2.1. Internet e redes sociais

A internet e as redes sociais possuem amplo impacto também sobre a população no contexto atual e atuam como principais canais de comunicação, e embora o uso das TICs pareça estar imbricado à cultura da população brasileira, as mídias tradicionais, tais como, televisão e rádio, ainda, revelaram-se no estudo de Santos *et al.* (2020), como as principais canais de recebimento de informações desta epidemia no Brasil. Todavia, o uso dessas mídias sociais (*Facebook, Instagram*) realizados de forma passiva e não reflexiva, contribui para provocar um estado de medo e estagnação do conhecimento popular, e por sua vez, a dificuldade no cumprimento das orientações sanitárias necessárias para o controle da Covid-19 (SANTOS *apud* ZANIN *et al.*, 2020).

Gamba (2020) também apresenta em seu artigo, impactos sociais advindos da utilização da tecnologia, sobretudo em relação às transformações causadas pela expansão da internet e o arsenal tecnológico presente na vida das pessoas e diz que a pandemia apenas amplifica a importância de tais tecnologias, cuja imprescindibilidade no contexto pandêmico torna ainda mais grave a situação de vulnerabilidade de grupos que possuem acesso nulo ou restrito à internet, além de evidenciar ainda mais as desigualdades sociais.

5.2.2. Rastreamento por GPS

O emprego de tecnologias digitais, especialmente baseadas em aplicativos de *smartphones* que utilizam o GPS para identificar a presença de casos positivos, tanto ativos quanto recuperados, também foram implementados com sucesso para

gerenciar a disseminação de Covid-19 (BHALLA *et al.*, 2020) conforme aponta o exemplo já relatado anteriormente da Nigéria que utilizou GPS para rastrear e monitorar os casos confirmados (EKONG *et al.*, 2020).

Uma das vantagens desse tipo de tecnologia é que ela pode ser facilmente manuseada por ser informativa e colocar em quarentena apartamentos famílias ou realizar o rastreamento do segundo e terceiro grau de contato se o número de casos aumentar, por exemplo. Outra vantagem do rastreamento de contatos é a acessibilidade da tecnologia entre as pessoas que vivem numa região próxima.

5.2.3. Biossensores

Os biossensores são dispositivos analíticos, implantáveis ou não, que utilizam reações bioquímicas para detecção de um determinado alvo e possui qualidade no diagnóstico devido a aspectos como sensibilidade e especificidade. Sua composição se dá pela integração de três componentes: o receptor; interação analito-receptor e um transdutor, sendo este último responsável por converter a energia das reações ocorridas numa forma mensurável, possibilitando a interpretação do resultado.

Os sensores e biossensores apresentados nesta seção foram ou estão sendo utilizados e estudados em diversas partes do mundo e são dispositivos tecnológicos fundamentais utilizados durante a pandemia. Também há os sensores químicos que podem ser utilizados na epidemiologia baseada em águas residuais (WBE, do inglês *Water Based Epidemiology*), implementada para a determinação de vários biomarcadores, incluindo drogas ilícitas e lícitas, produtos farmacêuticos entre outros, e também utilizado em águas residuais para aviso antecipado de surto, pois tem grande potencial na determinação precoce de surtos virais por monitorar rotineiramente a concentração e diversidade de vírus em águas residuais (BHALLA *et al.*, 2020).

Recentemente, Narváez *et al.* (2020), sugeriu sete principais recomendações para a comunidade de biossensores, incluindo as agências de financiamento, respectivamente: investimento; colaboração; massa fabricação; os dispositivos devem cumprir o regulamento de órgãos; satisfazer rigorosamente recursos como testes de descartabilidade e baixo volume de amostra; integrar com Internet das Coisas e facilidade de uso para membros da comunidade. Com o rápido

avanço da nanotecnologia, acreditamos que o mecanismo de detecção irá emergir como uma abordagem multidisciplinar, para permitir de forma rápida e no local de detecção para diagnóstico de pronto atendimento e prevenção de epidemias em um estágio inicial.

5.3. O impacto dos biossensores na pandemia

Desde o início da pandemia, a Organização Mundial da Saúde (OMS) tem alertado para a necessidade de se realizar testes diagnósticos em massa a fim de se combater a transmissão do vírus e diminuir o número de casos não detectados. O teste mais conhecido, chamado de RT-PCR basicamente envolve a amplificação de vestígios minúsculos de material genético; ou seja, identifica o ácido ribonucleico (RNA do inglês *Ribonucleic Acid*) do vírus obtendo uma detecção sensível e altamente específica. No entanto, ocorre que a maioria dos países tem uma escassez de dados obtidos de testes massivos seja por problemas no fornecimento (THOMAS, 2020) ou uma disparidade em termos de política e medidas de saúde públicas (APUZZO & GEBREKIDAN *et al.*, 2020). Por isto, a importância de se identificar as necessidades urgentes e abordagens diagnósticas inovadoras para identificar as tecnologias no combate à Covid-19.

Para Narváez & Dincer (2020) dentre as tecnologias utilizadas na pandemia, os testes realizados em massa sob uma aplicação oportuna, são de grande importância, isto porque possibilita aos pesquisadores conhecerem melhor o comportamento epidemiológico da doença, além de auxiliar na detecção precoce da doença desacelerando o contágio. Também são fundamentais na avaliação do progresso clínico dos pacientes e para fornecer alerta sobre a gravidade ou tendências críticas de infecção.

Desde que a China publicou o código genético do novo coronavírus no início de janeiro, o padrão ouro atual para detectar o RNA de SARS-CoV-2 é por meio de hastes nasofaríngeas (TELES *et al.*, 2020). Os testes conhecidos popularmente como PCR se tornaram cruciais na detecção e isolamento dos infectados e por esse motivo, a demanda pelas hastes aumentou significativamente e o material se tornou escasso em muitos países, surgindo a necessidade de se buscar novas formas de detecção.

No entanto, os testes de PCR possuem alguns fatores limitantes que acabam

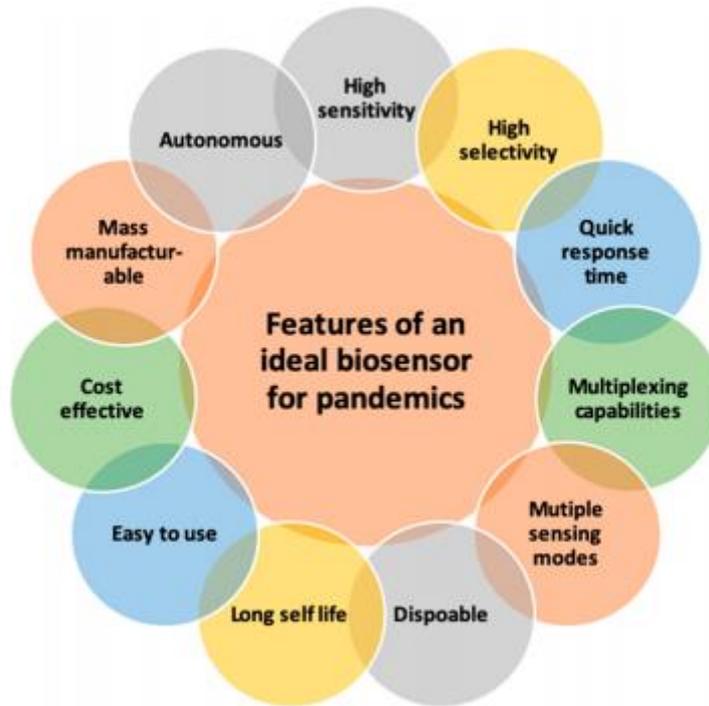
resultando em desvantagens significativas como a necessidade de preparação de amostra para análise; tempo dos resultados que podem levar de quatro horas a três dias; é desconfortável e invasivo e as taxas de falso negativo obtidas em alguns testes de RT-PCR chegam a até 15%; tempo de amostragem ideal ainda é ambíguo (NARVÁEZ *et al.*, *apud* BO-GYUNG, 2020).

Consequentemente, outras tecnologias contendo biossensores oferecem uma abordagem complementar para testes padrão baseados em PCR, não apenas em termos de sensibilidade, mas também em termos de diagnósticos e decisões terapêuticas. Ademais, a comunidade científica que estuda os biossensores está trabalhando ativamente para melhorar a portabilidade, o tempo e o custo dos testes de detecção do SARS-CoV-2 baseados em RT-PCR (NUNEZ-BAJO *et al.*, 2020).

Através da RSL realizada por Bhalla *et al.* (2020) sobre este tema, demonstra-se que os biossensores e ferramentas analíticas em nanoescala, no geral, têm mostrado um grande crescimento na literatura nos últimos vinte anos, com um grande número de estudos em relação a aspectos como 'ultrassensibilidade', 'economia' e de 'detecção precoce' com potencial de 'produção em massa' por exemplo.

Devido a Nag *et al.* (2020), os biossensores têm perspectivas imensas particularmente em países em desenvolvimento que trabalham com infraestrutura e recursos limitados. No entanto, para Bhalla *et al.* (2020), nenhuma dessas ferramentas ainda estão disponíveis comercialmente no mercado ou é praticamente viável para produção em massa e uso em doenças pandêmicas, como a doença do novo coronavírus. As características de um biossensor ideal devem ser desenvolvidas para se ter eficácia no uso em pandemias, inclusive, e inclui alta seletividade, alta sensibilidade, resposta de detecção rápida, fáceis de utilizar, baixo custo, entre outras, conforme mostra a figura 4.

Figura 4 - Características de um biossensor ideal para ser efetivo durante pandemias



Fonte: Bhalla *et al.*, Opportunities and Challenges for Biosensors and Nanoscale Analytical Tools for Pandemics: COVID-19 (2020).

É importante que, para um rápido desenvolvimento de tecnologias, como para o desenvolvimento de biossensores para Covid-19, é essencial se debruçar sobre as evidências científicas para o uso de tecnologia em aplicações semelhantes como as utilizadas em outras epidemias, por exemplo. Portanto, é importante começar destacando as semelhanças e diferenças entre outras infecções virais de RNA para que se haja uma ampla perspectiva de compreensão da doença Covid-19 e o desenvolvimento de tecnologia subsequente.

Bhalla *et al.* (2020), relata que atualmente as detecções da Covid-19 são baseadas principalmente na combinação de duas ou mais técnicas que incluem RT-PCR, radiografia de tórax, tomografia computadorizada e a detecção de alguns biomarcadores comuns no sangue. Descreve também que a maioria dos sensores mais recentes atualmente disponíveis na academia e na indústria são baseados em métodos de transdução elétrica ou ótica e incluem sensores de molécula única, dispositivos vestíveis, cápsulas ingeríveis, eletrodos impressos em telas descartáveis e instrumentos portáteis que poderiam detectar ativamente o patógeno causador de doenças infecciosas em um estágio inicial da infecção.

Os gargalos que impedem as tecnologias de sensoriamento evoluírem giram em torno de questões éticas como compartilhamento de dados e Seshadri *et al.* e Bhalla *et al.*, (2020) concordam que um dos maiores impedimentos para a adoção em massa de sensores vestíveis (e tecnologias digitais de saúde em geral) nos Estados Unidos para o monitoramento remoto de pacientes é a questão da privacidade de dados, compartilhamento de dados e subnotificação.

Bhalla *et al.* (2020), relata que entre as dificuldades encontradas no emprego dessas tecnologias é em relação a confidencialidade, propriedade e privacidade de dados os quais são extremamente difíceis de abordar em um curto período de tempo, levando a uma diminuição na adesão da tecnologia pelas pessoas. Além disso, o autor menciona que os riscos e benefícios dos aplicativos de saúde móvel e biossensores de uso próprio não são explícitos, pois na maioria das vezes os usuários estão menos dispostos a ler os termos e condições que geralmente aparecem durante o uso de um aplicativo, por exemplo.

Para Joeng *et al.* (2020), o sensoriamento corporal contínuo apresenta também alguns desafios na análise de dados e no gerenciamento de dados, dados os volumes excepcionalmente altos e a ampla diversidade de informações de saúde geradas por cada dispositivo. Mas salienta que o sensoriamento corporal contínuo apresenta benefício se tecnologias medirem parâmetros diretamente relevantes para a infecção, com precisão de grau clínico.

Os tipos de (bio)sensores analisados e que foram utilizados não só durante a pandemia, mas que tiveram aplicações voltadas nesse contexto são:

- **Sensores virtuais (*Soft Sensors*)**

Sensor virtual é um modelo matemático que calcula, com base nos dados disponíveis nos sistemas de automação, uma variável importante para o monitoramento do processo. O uso de sensores virtuais poderia levar a uma solução rápida necessária em pandemias.

Por exemplo, software artificialmente inteligente pode ser instalado em termômetros portáteis que estão sendo amplamente usados na triagem de pacientes candidatos a Covid-19. Bhalla *et al.* e Jeong *et al.* (2020) mencionam também o fato de que os pacientes idosos muitas vezes são menos propensos a reportar seus sintomas, e as equipes de atendimentos em hospitais estão

frequentemente sobrecarregadas demais para possibilitar o rastreamento confiável desses pacientes.

- **Sensores embarcados em *smarthphones***

Maghdid *et al.* (2020) apresenta uma solução de baixo custo, uma vez que a maioria dos radiologistas já possui *smartphones* para diversas finalidades do dia a dia. Não só isso, mas qualquer pessoa também pode utilizar a estrutura em seus *smartphones* para fins de detecção de vírus. Os *smartphones* de hoje são robustos com processadores com bom espaço de memória e grande número de sensores, incluindo câmeras, microfone, sensor de temperatura, sensores de proximidade, sensor de cor, sensor de umidade e chipsets/sensores sem fio. A estrutura habilitada para Inteligência Artificial (IA) projetada lê as medições de sinal dos sensores do *smartphone* para prever o grau de gravidade da pneumonia, bem como prever o resultado da doença.

- **Dispositivos vestíveis (*Wearables*)**

De acordo com Seshadri *et al.* (2020), a pandemia da Covid-19 trouxe à tona a necessidade de se aproveitar a infraestrutura digital existente para monitoramento remoto de pacientes. Como os atuais testes virais e vacinas demoram a surgir, a necessidade de detecção e monitoramento contínuo de doenças de saúde individual, o que poderia ser auxiliado por sensores vestíveis.

Seshadri e Jeong *et al.* (2020), concluem que dados identificáveis, obtidos de monitoramento remoto associados à indivíduos diagnosticados com Covid-19, podem fornecer dados valiosos, como se há aceleração da transmissão e início dos sintomas. A demanda por sistemas para diagnosticar e rastrear a infecção pelo vírus de forma não invasiva e contínua, não apenas no hospital, mas também em ambientes residenciais, motiva um maior interesse nesses dispositivos vestíveis.

Para Jeong (2020), a premissa subjacente é que mudanças sutis nos sinais vitais básicos, não imediatamente aparentes para o indivíduo, oferecerão sinais precoces de infecção em comparação com aqueles associados a sintomas relatados pelo próprio indivíduo. Além do diagnóstico precoce, a capacidade de se rastrear o estado fisiológico após o diagnóstico molecular confirmatório também pode fornecer

indícios do processo de recuperação ou alertar sobre deterioração iminente. Embora os *wearables* ofereçam aos consumidores a vantagem de ampla disponibilidade, interoperabilidade com *smartphones* amplamente disponíveis e sistemas para gerenciamento remoto de dados, eles são altamente limitados nas modalidades de medição e precisão.

Segundo Islam *et al.* (2020), mais do que nunca, é preciso da ajuda com o uso associado de dispositivos vestíveis, telemedicina, sistemas robóticos médicos, diagnóstico e IA na guerra contra o coronavírus.

Como *smartphones* e *smartwatches* são dispositivos muito comuns hoje em dia, eles podem ser usados como sensores e *gateways* de IoT para monitoramento de saúde em massa.

Um desastre sem precedentes, como a pandemia de coronavírus nos força a repensar o papel da tecnologia na operação dos serviços de saúde. A pandemia Covid-19 serve como um catalisador para estimular discussões sobre a importância de pesquisa com financiamento público ou privado bem antes de uma pandemia inesperada que pode acontecer no futuro e o uso inovador da tecnologia existente para superar as limitações da atual gestão de sistemas de saúde.

Embora as tecnologias vestíveis demonstrem bastante potencial para lidar com doenças infecciosas como o novo coronavírus, as limitações mencionadas impedem a adoção generalizada e questões de privacidade requerem atenção imediata, não há dúvida de que tecnologias vestíveis não podem funcionar apenas como um sistema de alerta precoce, mas também como dispositivos que podem salvar vidas conforme aponta Islam *et al.* (2020).

- **Biossensores infravermelhos ou RGB**

Jiang *et al.* (2020), demonstra que os sensores infravermelhos RGB (do inglês *Red, Green, Blue*) propostos em dispositivo portátil podem ser usados como um método de pré-varredura para infecções respiratórias, o que fornece uma base teórica para encorajar ensaios clínicos controlados e, assim, ajuda a combater a atual pandemia de Covid-19.

- **Biossensores eletrônicos**

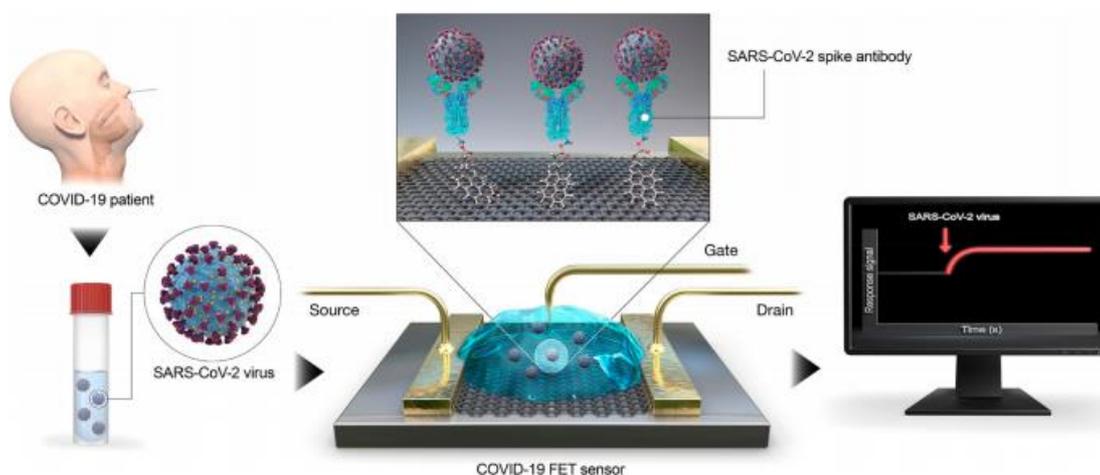
Segundo Bhalla *et al.* (2020), os sensores que utilizam transistores de efeito de campo (FET) são construídos em grafeno e sistemas potenciométricos e amperométricos de três eletrodos e são os principais biossensores eletrônicos amplamente aplicáveis na detecção de biomoléculas e patógenos. As principais vantagens de um biossensor eletrônico são a miniaturização, baixo custo e fabricação em massa (BHALLA *et al.*, 2020).

No passado, um grande número de sensores eletroquímicos foi desenvolvido para detectar cepas virais pandêmicas. Por exemplo, Han *et al.*, *apud* Seo *et al.*, (2020) desenvolveu um único sensor eletroquímico microfluídico para a detecção de H1N1, H5N1 e H7N9; Iskhikawa *apud* Seo *et al.* criou a detecção de SARS sendo alguns destes trabalhos fundamentais para os pesquisadores atuais a desenvolverem estratégias de detecção para a Covid-19.

Seo *et al.* (2020), menciona que este dispositivo possui várias vantagens, incluindo a capacidade de fazer medições altamente sensíveis e instantâneas usando pequenas quantidades de analitos. Provou ser um material útil para várias plataformas de detecção devido às suas propriedades extraordinárias, incluindo alta condutividade eletrônica, alta mobilidade de portadora e grande área específica. Além disso, podem detectar as mudanças em sua superfície e fornecer uma detecção ultrasensível e de baixo ruído.

Na figura 5 podemos ver melhor como funciona a detecção do Sars-CoV-2 através desses biossensores.

Figura 5 - Detecção do Sars-CoV-2 utilizando FET



Fonte: Bhalla *et al.* Opportunities and Challenges for Biosensors and Nanoscale Analytical Tools for Pandemics: COVID-19 (2020).

- **Biosensores ópticos**

Bhalla *et al.* (2020) relata que a maioria dos biosensores ópticos possuem funcionamento com base principalmente no princípio da plasmônica, essencialmente onde os princípios de transdução usam componentes ópticos, como guias de ondas, fibra óptica, cristais fotônicos e *lasers* são chamados de biosensores ópticos. Alguns desses como os biosensores de plasma de superfície (SPR) (em inglês: *Surface Plasmonic Resonance*) estão disponíveis comercialmente desde o início de 1990. Entre as desvantagens estão o grande tamanho e custo dos materiais envolvidos no desenvolvimento.

- **Sensoriamento móvel populacional**

Cecilia *et al.* (2020), relata a técnica de sensoriamento móvel populacional (MCS, do inglês *Mobile crowdsensing*) como sendo a técnica em que pessoas com dispositivos com sensores, como *smartphones*, compartilham coletivamente dados que são de interesse potencial para o resto da sociedade. MCS inclui duas tendências diferentes; a primeira é o sensoriamento móvel, que compartilha dados brutos gerados a partir dos sensores que estão incorporados em dispositivos móveis, e a segunda é o sensoriamento social, que utiliza informações compartilhadas por pessoas em redes sociais. De acordo com o autor, ainda, as ferramentas de engenharia

podem ajudar a garantir que tais medidas de redução da escalada não resultem em um novo crescimento de Covid-19.

Em particular, as tecnologias que mais podem contribuir, além das biotecnológicas, são as ferramentas para a análise de *big data* de dados sociais e, em particular, aquelas que modelam a dinâmica das pessoas. As ferramentas MCS estão, na verdade, dentro desse guarda-chuva, pois permitem que as pessoas compartilhem informações em tempo real a partir de seus dispositivos de detecção, como *smartphones*, ou suas opiniões em redes sociais.

Em relação ao distanciamento social, há projetos que utilizaram informações de grandes empresas de telecomunicações para detectar a geolocalização de usuários, padrões de mobilidade, e evitar contatos entre pessoas potencialmente afetadas. Em particular, avaliando como a tecnologia de rastreamento de contatos de *smartphones* e a mobilidade das pessoas pode impactar no controle e disseminação de doenças infecciosas torna-se uma questão fundamental para o planejamento de medidas futuras para controlar a doença. Por exemplo, para se avaliar o rastreamento de contatos, é necessário considerar os contatos individualmente e em uma base temporal e haver combinação de ciência das redes com modelos matemáticos estocásticos e determinísticos sendo ferramentas úteis para se considerar os efeitos do rastreamento de contato e medidas de quarentena. Os primeiros estudos baseados nesses modelos mostrou que, para ser eficaz contra a doença Covid-19, a tecnologia de rastreamento de contatos deve ser precisa, os contatos devem ser rastreados rapidamente, e uma grande porcentagem da população deveria utilizar a proposta de aplicativo de rastreamento de contatos para *smartphones*.

6. CONCLUSÃO

Com os estudos obtidos na revisão sistemática, foi possível identificar os principais impactos, assim como as principais tecnologias, com destaque para os biossensores, bastante utilizados atualmente na pandemia. Ainda, as medidas restritivas que a acompanham, convencem o público de que a atividade e o funcionamento das empresas de telecomunicações são extremamente importantes para o normal funcionamento da economia e da sociedade em geral.

No sentido de informar e causar uma influência massiva positiva, as operadoras de rede móvel utilizaram o slogan *#Stayhome* (*#FicaemCasa*) para

estimular a população a tentar novas maneiras de realizar atividades cotidianas, as quais provavelmente não recorreriam em circunstâncias normais, por exemplo. Sem dúvida, a pandemia traz receita para as telecomunicações, mas também serve à alfabetização digital do consumidor individual, à informação e ao desenvolvimento da sociedade digital como um todo.

Além de poder evidenciar o impacto causado nas telecomunicações em todo o mundo, pode-se também constatar a relevância das tecnologias no enfrentamento à Covid-19. Isso porque podem ser consideradas ferramentas inovadoras e promissoras que podem levar a uma melhor compreensão do efeito epidemiológico da doença à decisões que podem salvar vidas.

Embora a ciência tenha feito um enorme progresso no campo dos biossensores, um grande desafio permanece em superar as dificuldades associadas à tradução da pesquisa de laboratório rapidamente em protótipos comercialmente viáveis pela indústria e abordar as questões regulatórias complexas necessárias para configurações e estabelecimentos dessas tecnologias. Felizmente, o que se vê é que aos poucos, os investimentos em tecnologia advindos do governo e indústria estão em ascensão. Além disso, as políticas regulatórias de governos em muitos países estão se tornando factível entre universidades e institutos de fomento em pesquisa. Isso fica evidente pelo fato de que muitas organizações estão, agora, identificando e preenchendo as lacunas existentes entre a pesquisa acadêmica e as necessidades industriais por meio de incentivos vindos das próprias universidades.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (Brasil). **Consulta Pública** nº **39/2019**. Brasília, DF. Disponível em: <<https://sistemas.anatel.gov.br/SACP/Contribuicoes/ListaConsultasContribuicoes.asp?Tipo=1&Opcao=andamento&SISQSmodulo=1442>>. Acesso em: 11 set. de 2020.

ANTONIO, A. S.; ALFAYA & LAURO T. KUBOTA; A utilização de materiais obtidos pelo processo de sol-gel na construção de biossensores; **Quim. Nova**, Vol. 25, No. 5, 835-841, 2002; Disponível em <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/23501>>. Acesso em: 31 dez. de 2020.

BHALLA, N.; PAN, Y.; YANG, Z. & PAYAM, A. F. Opportunities and Challenges for Biosensors and Nanoscale Analytical Tools for Pandemics: COVID-19. **ACS Nano**, v. 14, n. 7, p. 7783-7807, 2020. <https://DOI.org/10.1021/acsnano.0c04421>.

BIERNATH, A. Reinfecção por Covid-19 pode influenciar a segunda onda e a eficácia das vacinas? Disponibilizado em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-55139559>>. Acesso em: 02 dez. de 2020.

BIERNATH, A. Cientistas criam miniórgãos e revolucionam o conhecimento sobre a Covid-19. Disponível em <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-55052560>>. Acesso em: 22 nov. de 2020.

CASTRO, A. A. *et al.* Curso de revisão sistemática e metanálise [Online]. São Paulo: LED-DIS/UNIFESP, São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.virtual.epm.br/cursos/metanalise>>. Acesso em: 29 jun. de 2020.

CECILIA, J. M.; CANO, J. C.; HERNÁNDEZ-ORALLO, E.; CALAFATE, C. T. & MANZONI, P. Mobile crowdsensing approaches to address the COVID-19 pandemic in Spain. **IET Smart Cities**, v.2, n. 2, p. 58-63, 2020.

<https://DOI.org/10.1049/iet-smc.2020.0037>.

CHACUR, D. F. Lei N° 13.879, de 03 de outubro de 2019: desafios tecnológicos e inovativos paraas empresas brasileiras de telecomuni cações e a internet das coisas. **Revista Juris UniToledo**, v. 05, n. 04, p. 185-205, 2020.

CUILIAN, L.; JIA, C. L.; XUEYU, C.; MINGZHI, Z.; PUI, P. C. & HAOYU, C. Retrospective analysis of the possibility of predicting the COVID-19 outbreak from Internet searches and social media data, China, 2020. **Euro Surveill**, v. 25, n. 10, 2020. <https://DOI.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.10.2000199>

EKONG, I; CHUKWU, E. & CHUKWU, M. COVID-19 mobile positioning data contact tracing and patient privacy regulations: exploratory search of global response strategies and the use of digital tools in Nigeria. **JMIR Mhealth Uhealth**, v. 8, n. 4, 2020. ID: mdl-32310817.

ELKBUULI, H. EHRLICH & M. MCKENNEY, The effective use of telemedicine to save lives and maintain structure in a healthcare system: Current American Journal of Emergency Medicine, <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.04.003>

FRANÇA, E. B.; ISHITANI, L. H.; TEIXEIRA, R. A.; ABREU, D. M. X.; CORRÊA, P. R. L.; MARINHO, F. & VASCONCELOS, A. M. N. Óbitos por COVID-19 no Brasil: quantos e quais estamos identificando?. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 23, 2020. <https://dx.DOI.org/10.1590/1980-549720200053>

GAMBA, J. R. G. A importância social da tecnologia e o direito fundamental de acesso à internet: aprendizados a partir da pandemia de COVID-19. **Revista Eletrônica Sapere Aude**, São Paulo, v. único, p. 45-57, 2020.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

ISLAM, M.; MAHMUD, S.; MUHAMMAD, L.; ISLAM, R; NOORUDDIN, S. & AYON, S. F. Wearable Technology to Assist the Patients Infected with Novel

Coronavirus (COVID-19). **SN Computer Science**, v. 1, p. 320, 2020. <https://DOI.org/10.1007/s42979-020-00335-4>

JEONG, H.; ROGERS, J. A. & XU, S. Continuous on-body sensing for the COVID-19 pandemic: Gaps and opportunities. **Science Advances**. v. 6, n. 36, 2020. <https://DOI.org/10.1126/sciadv.abd4794>.

JIANG, Z.; HU, M.; GAO, Z.; FAN, L.; DAI, R.; PAN, Y.; TANG, W.; ZHAI, G. & LU, Y. Detection of Respiratory Infections Using RGB-Infrared Sensors on Portable Device. **IEEE Sensors Journal**, v. 20, n. 22, p. 13.674-13.681, 2020. <https://DOI.org/10.1109/JSEN.2020.3004568>.

JUNG, C. F. Metodologia para pesquisa e desenvolvimento: aplicada a novas tecnologias, produtos e processos. ISBN 8573232331, 9788573232332. Axcel Books, 2004.

LIN, J. C. The Covid-19 Pandemic and 5G Cellular Telecommunication Systems. *The Radio Science Bulletin*, v. 2020, n. 372, p. 56-59, 2020. <https://doi.org/10.23919/URSIRSB.2020.9240107>

MAGHDED, H. S.; GHAFOOR, K. Z.; SADIQ, A. S.; CURRAN, K.; RAWAT, D. B. & RABIE, K. A Novel AI-enabled Framework to Diagnose Coronavirus using Smartphone Embedded Sensors: Design Study. **2020 IEEE 21st International Conference on Information Reuse and Integration for Data Science (IRI)**, p. 180-187, 2020. <https://DOI.org/10.1109/IRI49571.2020.00033>.

MARANHÃO, R. A. As ações do ministério da ciência, tecnologia, inovações e telecomunicações no combate ao novo coronavírus. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v.1, n. 3, Boa Vista, 2020. <https://DOI.org/10.5281/zenodo.3834296>.

MORALES-NARVÁEZ, E. & DINCER, C. The impact of biosensing in a pandemic outbreak: COVID-19. **Biosensors and Bioelectronics**, v. 163, 112274, 2020. <https://DOI.org/10.1016/j.bios.2020.112274>.

MULROW, C. D. Rationale for systematic reviews. **BMJ Journals**, p. 597-599, 1994. <https://DOI.org/10.1136/bmj.309.6954.597>

NAG, P.; SADANI, K. & MUKHERJI, S. Optical Fiber Sensors for Rapid Screening of COVID-19. **Transactions of the Indian National Academy of Engineering**, v. 5, p. 233–236, 2020. <https://DOI.org/10.1007/s41403-020-00128-4>.

OMS afirma que COVID-19 é agora caracterizada como pandemia. **World Health Organization**, 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6120:oms-afirma-que-Covid-19-e-agora-caracterizada-como-pandemia&Itemid=812>. Acesso em: 15 dez. de 2020.

PRABHU NAVIS, J.; LEELARATHNA, L.; MUBITA, W.; URWIN, A.; RUTTER, M. K.; SCHOFIELD, J. & THABITET, H. Impact of COVID-19 lockdown on flash and real-time glucose sensor users with type 1 diabetes in England. **Acta Diabetologica**, 2020. <https://DOI.org/10.1007/s00592-020-01614-5>.

SANTOS, A. K. S.; MONIZ, M. A.; LOURO, T. Q.; RIBEIRO, Y. C.; CARMO, C. N.; DAHER, D. V.; SABÓIA, V. M.; SOARES, L. S., DIAS, R. M.; VOLLMER, R. B. O. & MAGALHÃES, R. G. C. Tecnologias da Informação e Comunicação em tempos de COVID-19. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, e79891110493, 2020. <http://dx.DOI.org/10.33448/rsd-v9i11.10493>

SEO, G.; LEE, G.; KIM, M. J.; BAEK, S.; CHOI, M.; KU, K. B.; LEE, C.; JUN, S.; PARK, D., KIM, H. G.; KIM, S.; LEE, J.; KIM, B. T.; PARK, E. C. & KIM, S. I. Rapid Detection of COVID-19 Causative Virus (SARS-CoV-2) in Human Nasopharyngeal Swab Specimens Using Field-Effect Transistor-Based Biosensor. **ACSNano**, v.14, n. 4, p. 5135-5142, 2020. <https://DOI.org/10.1021/acsnano.0c02823>

SESHADRI, D. R.; DAVIES, E. V.; HARLOW, E. R.; HSU, J. J.; KNIGHTON, S. C.; WALKER, T. A.; VOOS J. E. & DRUMMOND C. K. Wearable Sensors for

COVID-19: A Call to Action to Harness Our Digital Infrastructure for Remote Patient Monitoring and Virtual Assessments. **Frontiers in Digital Health**, v. 2, p. 1-8, 2020. <https://DOI.org/10.3389/fdgth.2020.00008>.

TARIK *et al.* Statement on the second meeting of the International Health Regulations (2005) Emergency Committee regarding the outbreak of novel coronavirus (2019-nCoV). Disponível em: <[https://www.who.int/news/item/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-\(2005\)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)](https://www.who.int/news/item/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-(2005)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-(2019-ncov))>. Acesso em: 30 nov. de 2020.

TELES, S. G. S; CASTRO, M. C. S. R; DUTRA, S. N. & SANTOS, L. M. S. Uso da saliva como um espécime alternativo para diagnóstico de COVID-19: uma revisão sistemática. **Archives of Health Investigation**, v. 9, n. 4, p. 320-324, 2020. <http://dx.DOI.org/10.21270/archi.v9i4.5114>

TING, D. S. W.; CARIN, L.; DZAU, V. & WONG, T. Y. Digital technology and COVID-19. *Nature Medicine*, v. 26, n. 4, p. 459–461, 2020.

VAISHYA, R.; HALEEM, A.; VAISH, A. & JAVAID, M. Emerging Technologies to Combat the COVID-19 Pandemic. **Journal of Clinical and Experimental Hepatology**, v. 10, n. 4, p. 409-411, 2020. <https://DOI.org/10.1016/j.jceh.2020.04.019>.

WERNECK, G.L. & CARVALHO, M.S. A pandemia de COVID-19 no Brasil: crônica de uma crise sanitária anunciada. **Caderno de saúde pública**, v. 36, n.5, p. 1-4, 2020. <https://DOI.org/10.1590/0102-311X00068820>.