

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIHORIZONTES

Programa de Pós-Graduação em Administração
Mestrado

Flávia Duarte Carvalho Tôres

**A INDÚSTRIA 4.0 NA PERSPECTIVA DO PROFISSIONAL DA
FISIOTERAPIA**

Belo Horizonte
2020

Flávia Duarte Carvalho Tôres

**A INDÚSTRIA 4.0 NA PERSPECTIVA DO PROFISSIONAL DA
FISIOTERAPIA**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico em Administração do Centro Universitário Unihorizontes, como requisito parcial para aprovação no Mestrado em Administração.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Helena Belintani Shigaki

Área de Concentração: Organização e Estratégia

Linha de Pesquisa: Estratégia, Inovação e Competitividade

Belo Horizonte
2020

T693i TORRES, Flavia Duarte Carvalho.
A indústria 4.0 na perspectiva do profissional da fisioterapia.
Belo Horizonte: Centro Universitário Unihorizontes, 2020.
106p.
Orientadora: Dr^a. Helena Belintani Shigaki
Dissertação (Mestrado). Programa de Mestrado em
Administração. Centro Universitário Unihorizontes.
1. Fisioterapia – novas tecnologias - Industria 4.0 2. COVID I.
Flavia Duarte Carvalho Torres II. Centro Universitário
Unihorizontes Programa de Mestrado em Administração. III. Título.
CDD: 616



Instituto Novos Horizontes de Ensino Superior e Pesquisa Ltda.
Centro Universitário Unihorizontes
Mestrado Acadêmico em Administração

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado Acadêmico em Administração do(a) Senhor(a) **FLAVIA DUARTE CARVALHO TORRES**, REGISTRO Nº. 682. No dia 14 de agosto de 2020, às 10:00 horas, reuniu-se no Centro Universitário Unihorizontes, a Comissão Examinadora de Dissertação, indicada pelo Colegiado do Programa de Mestrado Acadêmico em Administração do Centro Universitário Unihorizontes, para julgar o trabalho final intitulado **"A INDÚSTRIA 4.0 NA PERSPECTIVA DO PROFISSIONAL DA FISIOTERAPIA"**, requisito parcial para a obtenção do **Grau de Mestre em Administração**, linha de pesquisa: **Estratégia, Inovação e Competitividade**. Abrindo a sessão, o(a) Senhor(a) Presidente da Comissão, **Prof.ª Dr.ª Helena Belintani Shigaki** após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares da apresentação do Trabalho Final, passou a palavra ao(à) candidato(a) para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa do(a) candidato(a). Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença do(a) candidato(a) e do público, para julgamento e expedição do seguinte resultado final: **APROVADO**. O resultado final foi comunicado publicamente ao(à) candidato(a) pelo(a) Senhor(a) Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o(a) Senhor(a) Presidente encerrou a reunião e lavrou o(a) presente ATA, que foi assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, 14 de agosto de 2020

Helena Belintani Shigaki

Prof.ª Dr.ª Helena Belintani Shigaki
Centro Universitário Unihorizontes

Fernanda Versiani de Rezende

Prof.ª Dr.ª Fernanda Versiani de Rezende
Centro Universitário Unihorizontes

Luciana Alves Rodas Vera

Prof.ª Dr.ª Luciana Alves Rodas Vera
Universidade Federal da Bahia

DECLARAÇÃO DE REVISÃO DE PORTUGUÊS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Declaro ter procedido à revisão da dissertação de mestrado intitulada "**A INDÚSTRIA 4.0 NA PERSPECTIVA DO PROFISSIONAL DA FISIOTERAPIA**", apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico em Administração do Centro Universitário Unihorizontes, de autoria de Flávia Duarte Carvalho Tôrres, sob a orientação da Professora Doutora Helena Belintani Shigaki, contendo 105 páginas, assim distribuídas:

Capa: p. 1

Elementos pré-textuais: 2-16

Elementos textuais:

- Introdução: 17-22
- Ambiência da pesquisa: 23-28
- Referencial Teórico: 29-50
- Metodologia: 51-54
- Apresentação e Análise dos Resultados: p. 55-85
- Considerações Finais: 86-88
- Elementos pós-textuais: 89-105

ITENS DA REVISÃO

- Correção gramatical
- Inteligibilidade do texto
- Adequação do vocabulário

Belo Horizonte, 31 de julho de 2020.


Afonso Celso Gomes
registro LP9602853/DEMEC/MG

DEDICATÓRIA

Ao meu marido, Carlos, e aos meus filhos, Valentina e Heitor.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, por me conceder mais uma oportunidade para ampliar meus conhecimentos e me acompanhar durante este trajeto.

Ao meu marido, Carlos Antônio Suski Tôrres, companheiro e incentivador incondicional; e aos meus filhos, Valentina Duarte Carvalho Suski Tôrres e Heitor Duarte Carvalho Suski Tôrres, pela paciência e compreensão.

Aos meus pais, Antônio de Oliveira Carvalho e Maria da Anunciação Duarte Carvalho, pelo apoio.

À minha orientadora Prof.^a Dr.^a Helena Belintani Shigaki, pelo suporte a esta dissertação.

Ao Prof. Dr. José Edson Lara, por ter me inspirado a enveredar pela Indústria 4.0.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

“O que vale na vida não é o ponto de partida, e sim a caminhada.
Caminhando e semeando, no fim terás o que colher.”

Cora Coralina

RESUMO

O objetivo desta dissertação consiste em analisar a percepção dos fisioterapeutas inscritos no CREFITO-4 da região metropolitana de Belo Horizonte no que diz respeito ao uso das novas tecnologias advindas da Indústria 4.0. Por influência desse novo paradigma, a fisioterapia passa por um processo de evolução, caracterizado pela introdução de inovações e recursos tecnológicos diretamente na prática clínica, aprimorando a análise e a intervenção aos usuários/clientes/pacientes e potencializando o entendimento da condição destes e o emprego de tratamento mais assertivo. Em razão da pandemia causada pela COVID-19 (SARS-CoV-2), o estudo buscou, também, compreender a percepção dos profissionais da fisioterapia em relação à introdução de novas modalidades de atendimentos. Metodologicamente, a pesquisa é do tipo exploratória, com abordagem qualitativa. O método de pesquisa apoiou-se na entrevista em profundidade. Participaram da pesquisa 9 fisioterapeutas, selecionados após a aplicação do questionário de recrutamento sobre a inserção e o conhecimento do profissional sobre a temática “Indústria 4.0”. Os dados foram coletados por meio de entrevistas em profundidade, direcionadas com base em um roteiro previamente elaborado, contendo um conjunto de perguntas abertas, realizadas de forma *on-line*, via plataforma Zoom (<https://zoom.us/>), todas gravadas e transcritas posteriormente. A partir da análise de conteúdo realizada, chegou-se a seis códigos analíticos: a) informação, b) tecnologia e equipamentos, c) impactos econômicos, d) impactos éticos, e) pandemia causada pela COVID-19 e f) fatores que afetam a produtividade. As codificações foram definidas posteriormente ao estabelecimento das categorias. Foi possível observar no primeiro código analítico (informação) a centralidade do tema “Indústria 4.0”, abordando seus aspectos conceituais, apresentando como principais elementos de registro as categorias “acesso à informação” e “setor acadêmico”. No segundo código analítico, (tecnologia e equipamentos), foram reveladas as categorias “acesso às novas tecnologias e equipamentos”, “interesse por novas tecnologias” e “experiências exitosas”. Quanto ao terceiro código analítico (impactos econômicos), foram identificadas, a partir dos depoimentos dos fisioterapeutas, as categorias “tecnologias como fator diferenciador do profissional no mercado de trabalho”, “tecnologia como fator de fidelização dos clientes” e “tecnologias como diferenciador do profissional na conquista por melhores honorários”. No quarto código analítico, (impactos éticos), foram identificadas as categorias “divulgação profissional” e “teleconsulta, telemonitoramento e teleconsultoria”. Verificaram-se na quinta codificação (pandemia causada pela COVID-19) as categorias “uso de tecnologia” e “novos desafios”. No último código analítico, (fatores que influenciam a produtividade), destacaram as categorias “estresse” e “motivação profissional”. Como conclusão, de forma sintetizada, a fisioterapia passa por um processo de inovação tecnológica, promovida pela introdução dos novos recursos e ferramentas tecnológicas advindos da Indústria 4.0, que transformou o cotidiano do profissional fisioterapeuta. Nesta perspectiva, a avaliação do nível de conhecimento desses profissionais sobre as novas tecnologias demonstrou que eles possuem pouco conhecimento sobre o conceito e as tecnologias da Indústria 4.0. Ficou nítida a necessidade de os profissionais adquirirem novas competências para ingressar e permanecer no mercado de trabalho, diante das novas exigências do mundo virtual e dos desafios impostos pela Quarta Revolução Industrial. Quanto aos pilares da Indústria 4.0 mais utilizados pelos fisioterapeutas no cotidiano profissional, foi possível perceber a utilização de Sistemas Ciberfísicos, de manufatura aditiva através da impressão 3D de palmilhas ortopédicas personalizadas, da teleconsulta, telemonitoramento e teleconsultoria, da computação nas nuvens para o armazenamento de informação e de sua disponibilização de acesso a sistemas através da Internet e de software de gestão e de prontuários. A pandemia causada pelo COVID-19 impactou positivamente a utilização das novas tecnologias pelos profissionais da fisioterapia, uma vez que, além de ferramentas de fundamental importância para a manutenção do necessário distanciamento social, as inovações tecnológicas favoreceram a continuidade dos atendimentos de maneira não presencial. Propõe-se para a realização de pesquisas futuras dar continuidade aos estudos qualitativos, assim como sua ampliação para

o nível nacional de estudos com fisioterapeutas. Afinal, a investigação da percepção dos profissionais sobre as inovações tecnológicas advindas da Indústria 4.0 tem o condão de promover a atualização profissional com fulcro na maximização dos resultados da reabilitação e da melhoria da saúde dos pacientes. Com base no estudo apresentado, a percepção da utilização das novas tecnologias advindas da Indústria 4.0 pelos fisioterapeutas é um assunto atual e significativo, uma vez que tem gerado interesse nos setores acadêmicos e no mercado de trabalho.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Fisioterapia. COVID-19.

ABSTRACT

The aim of this dissertation is to analyze the perception of physiotherapists enrolled in CREFITO-4 in the metropolitan region of Belo Horizonte, regarding the use of Industry 4.0 new technologies. Influenced by this new paradigm, physiotherapy goes through an evolution process, characterized by the introduction of innovations and technological resources directly in clinical practice, improving the analysis and intervention to users/clients/patients, enhancing the understanding of their condition and potentiating the use of more assertive treatment. Due to the pandemic caused by COVID-19 (SARS-CoV-2), the study also sought to understand the perception of physiotherapy professionals in relation to the introduction of new types of care. Methodologically, the research is exploratory, with a qualitative approach. The in-depth interview was the research method. Nine physiotherapists participated in the research, selected after the application of the recruitment questionnaire on the professional's insertion and knowledge about the theme "Industry 4.0". Data were collected through in-depth interviews, based on a previously prepared script, containing a set of open questions, carried out online, via Zoom platform (<https://zoom.us/>), all recorded and transcribed posteriorly. Based on the analysis of the content, six analytical codes were found: a) information, b) technology and equipment, c) economic impacts, d) ethical effects e) pandemic caused by COVID-19 and f) factors that influence productivity. The codifications were defined after the establishment of the categories. It was possible to observe in the first analytical code (information) the centrality of the "Industry 4.0" theme, addressing its conceptual aspects, presenting the categories "access to information" and "academic sector" as the main elements of record. The second analytical code (technology and equipment) obtained as categories "access to new technologies and equipment", "interest in new technologies" and "successful experiences". As for the third analytical code (economic impacts), it was identified, from the testimonies of the physiotherapists, the categories "technologies as a differentiating factor for professionals in the labor market", "technology as a factor for customer loyalty" and "technologies as a differentiator for professionals in achieving better fees". In the fourth analytical code (ethical impacts), the categories "professional disclosure" and "teleconsultation, telemonitoring and teleconsulting" were identified. In the fifth codification (pandemic caused by COVID-19), the categories "use of technology" and "new challenges" were found. In the last analytical code, (factors that influence productivity), the categories "stress" and "professional motivation" were highlighted. As a conclusion, in summary, physiotherapy goes through a process of technological innovation, promoted by the introduction of new technological resources and tools from Industry 4.0, which, in turn, transformed the daily life of the physiotherapist. In this perspective, the evaluation of the knowledge levels of these professionals about new technologies demonstrated that they have little knowledge about the concept and technologies of Industry 4.0. There was a clear need for professionals to acquire new skills to enter and remain in the job market, given the new demands of the virtual world and the challenges imposed by the Fourth Industrial Revolution. Regarding the Industry 4.0 tools that are most used by physiotherapists in their daily professional lives, it's possible to highlight the use of cyber-physical systems, additive manufacturing through 3D printing of customized orthopedic insoles, teleconsultation, telemonitoring and teleconsulting, from cloud computing to storage of information and its availability of access to systems through the Internet and management software and medical records. The pandemic caused by COVID-19 positively influenced the use of new technologies by physiotherapy professionals, because, in addition to the use of tools that have fundamental importance for maintaining the necessary social distance, technological innovations supported the continuity of care in a non-face-to-face manner. It is proposed, for future research, to continue qualitative studies, as well as its expansion to the national level of studies with physiotherapists. After all, the investigation of the perception of professionals about technological innovations arising from Industry 4.0 has the ability to promote professional updating with a focus on maximizing the results of rehabilitation and improving the health of patients. Based on the study presented, the perception of the use of new technologies from

Industry 4.0 by physiotherapists is a current and significant issue, since it has generated interest in the academic sectors and in the job market.

Keywords: Industry 4.0, Physiotherapy, COVID-19.

RESUMEN

El objetivo de esta disertación es analizar la percepción de los fisioterapeutas inscritos en CREFITO-4 de la región metropolitana de Belo Horizonte con respecto al uso de las nuevas tecnologías de la Industria 4.0. Influenciada por este nuevo paradigma, la fisioterapia pasa por un proceso de evolución, caracterizado por la introducción de innovaciones y recursos tecnológicos directamente en la práctica clínica, mejorando el análisis y la intervención a usuarios/clientes/pacientes y potenciando la comprensión de su condición y empleo de tratamiento más asertivo. Debido a la pandemia causada por COVID-19 (SARS-CoV-2), el estudio también trató de comprender la percepción de los profesionales de fisioterapia en relación con la introducción de nuevos tipos de atención. Metodológicamente, la investigación es exploratoria, con un enfoque cualitativo. El método de investigación fue apoyado por la entrevista en profundidad. Un total de 9 fisioterapeutas participaron en la investigación, seleccionados después de la aplicación del cuestionario de reclutamiento sobre la inserción y el conocimiento del profesional sobre el tema "Industria 4.0". Los datos fueron recolectados a través de entrevistas en profundidad, dirigidas en base a un guión previamente preparado, que contiene un conjunto de preguntas abiertas, realizadas en línea, a través de la plataforma Zoom (<https://zoom.us/>), todas registradas y luego transcritas. Del análisis de contenido realizado, se alcanzaron seis códigos analíticos: a) información, b) tecnología y equipo, c) impactos económicos, d) impactos éticos, e) pandemia causada por COVID-19 y f) factores que influyen en la productividad. Las codificaciones se definieron después del establecimiento de las categorías. Fue posible observar en el primer código analítico (información) la centralidad del tema "Industria 4.0", abordando sus aspectos conceptuales, presentando las categorías "acceso a la información" y "sector académico" como los principales elementos de registro. En el segundo código analítico (tecnología y equipo), se revelaron las categorías "acceso a nuevas tecnologías y equipos", "interés en nuevas tecnologías" y "experiencias exitosas". En cuanto al tercer código analítico (impactos económicos), a partir de los testimonios de los fisioterapeutas se identificaron las categorías "tecnologías como factor diferenciador para profesionales en el mercado laboral", "tecnología como factor de lealtad del cliente" y "tecnologías como diferenciadoras profesional en la conquista por mejores honorarios". En el cuarto código analítico (impactos éticos), se identificaron las categorías "divulgación profesional" y "teleconsulta, telemonitorización y teleconsultoría". En la quinta codificación (pandemia causada por COVID-19), se encontraron las categorías "uso de tecnología" y "nuevos desafíos". En el último código analítico (factores que influyen en la productividad), se destacaron las categorías "estrés" y "motivación profesional". Como conclusión, de manera resumida, la fisioterapia pasa por un proceso de innovación tecnológica, promovido por la introducción de nuevos recursos tecnológicos y herramientas de la Industria 4.0, que transformó la vida cotidiana del fisioterapeuta profesional. En esta perspectiva, la evaluación del nivel de conocimiento de estos profesionales sobre las nuevas tecnologías demostró que tienen poco conocimiento sobre el concepto y las tecnologías de la Industria 4.0. Existía una clara necesidad de que los profesionales adquirieran nuevas habilidades para ingresar y permanecer en el mercado laboral ante las nuevas demandas del mundo virtual y los desafíos impuestos por la Cuarta Revolución Industrial. En cuanto a los pilares de la Industria 4.0 más utilizados por los fisioterapeutas en su vida profesional, fue posible percibir el uso de sistemas ciberfísicos, de fabricación aditiva a través de la impresión 3D de plantillas ortopédicas personalizadas, de teleconsulta, telemonitorización y teleconsultoría, de la computación en la nube hasta almacenamiento de información y su disponibilidad de acceso a sistemas a través de Internet y software de gestión y registros médicos. La pandemia causada por COVID-19 impactó positivamente el uso de nuevas tecnologías por parte de los profesionales de fisioterapia, ya que, además de las herramientas de importancia fundamental para mantener la distancia social necesaria, las innovaciones tecnológicas favorecieron la continuidad de la atención de manera no presencial. Se propone realizar investigaciones futuras para continuar estudios cualitativos, así como su expansión al nivel nacional de estudios con fisioterapeutas. Después de todo, la investigación de la

percepción de los profesionales sobre las innovaciones tecnológicas derivadas de la Industria 4.0 tiene la capacidad de promover la actualización profesional con un enfoque en maximizar los resultados de la rehabilitación y mejorar la salud de los pacientes. Según el estudio presentado, la percepción del uso de nuevas tecnologías de la Industria 4.0 por parte de los fisioterapeutas es un tema actual y significativo, ya que ha generado interés en los sectores académicos y en el mercado laboral.

Palabras clave: Industria 4.0, Fisioterapia, COVID-19.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Perfil dos fisioterapeutas entrevistados.....	55
Quadro 2 - Códigos analíticos e categorias do conteúdo das entrevistas.....	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Palavras-chave " <i>Industry 4.0</i> " AND (<i>care OR health OR physiotherapy</i>)...	22
Figura 2 - Relação da palavra-chave <i>health care</i> com os clusters.....	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Três dimensões
BCG	<i>Boston Consulting Group</i>
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
COFFITO	Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional
COVID-19	Coronavírus SARS-CoV-2
CREFITO-4	Conselho Regional de Fisioterapia e Terapia Ocupacional da 4ª Região
CPS	<i>Cyber-Physical Systems</i> (Sistemas Físicos Cibernéticos)
DCNs	Diretrizes Curriculares Nacionais
IA	Inteligência Artificial
IBAEDP	Instituto Brasileiro de Altos Estudos em Direito Público
IoT	<i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas)
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PMEs	Pequenas e Médias Empresas
QRI	Quarta Revolução Industrial
RA	Realidade Aumentada
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TI	Tecnologia da Informação
WEB	Internet

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivos da pesquisa	20
1.1.1 Objetivo geral	20
1.1.2 Objetivos específicos	20
1.2 Justificativas do estudo	20
2 AMBIÊNCIA DA PESQUISA	25
2.1 Fisioterapia 4.0	28
3 REFERENCIAL TEÓRICO	31
3.1 Contexto histórico da Revolução Industrial	31
3.2 A Indústria 4.0	35
3.3 Principais pilares da Indústria 4.0	39
3.3.1 Sistemas ciber-físicos	39
3.3.2 Análise de dados e Big Data	40
3.3.3 Internet das Coisas	41
3.3.4 Computação em nuvem	41
3.3.5 Robótica	42
3.3.6 Manufatura aditiva	42
3.3.7 Realidade aumentada	43
3.3.8 Cibersegurança	44
3.3.9 Simulação	44
3.4 Indústria 4.0 no Brasil	45
3.5 Indústria 4.0 e seus impactos econômicos, ambientais, sociais e éticos	46
3.5.1 Impactos econômicos	47
3.5.2 Impactos ambientais	47
3.5.3 Impactos sociais	48
3.5.4 Impactos éticos	49
3.6 Indústria 4.0 e o desenvolvimento de tecnologias no setor da Saúde	49
4 METODOLOGIA	53
4.1 Caracterização do tipo, abordagem e método de pesquisa	53
4.2 Unidade de Análise e Sujeitos de Pesquisa	54
4.3 Instrumentos Estratégicos para a Coleta de Dados	54
4.4 Estratégia para a Análise de Dados	55
5 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	57
5.1 Caracterização do perfil dos pesquisados	57
5.2 Descrição e análise qualitativa dos dados: codificações e categorias	59
5.2.1 Informação	59
5.2.2 Tecnologia e equipamentos	62
5.2.3 Impactos econômicos	70
5.2.4 Impactos éticos	75
5.2.5 Pandemia causada pela COVID-19	77
5.2.6 Fatores que influenciam a produtividade	82
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
REFERÊNCIAS	89
APÊNDICE A - Questionário de recrutamento	99

APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE	101
APÊNDICE C - Roteiro de entrevista com especialistas	103

1 INTRODUÇÃO

As inovações tecnológicas advindas da Indústria 4.0 chegaram à área da Saúde. Hoje, refletem no trabalho dos profissionais envolvidos em serviços de saúde, sejam estes em clínicas ou hospitais. Os novos recursos tecnológicos buscam melhorar a experiência e a qualidade dos atendimentos prestados aos usuários, revolucionando a relação entre os pacientes e os profissionais de saúde.

Rodrigues (2020) afirma que se vivencia na atualidade a Indústria 4.0, novo paradigma tecnológico, que irá realizar transformações profundas em indústrias e setores, entre os quais o da Saúde. Isso terá como consequências alterações inéditas nos padrões de processos, produtos e estruturas em saúde, como o uso de robôs em terapia de reabilitação para vítimas de acidente vascular cerebral.

A abrangência da inovação na área da Saúde está relacionada à introdução e aplicação de ideias, processos, produtos ou procedimentos que sejam ao mesmo tempo essenciais e fundamentais para a oferta de serviços de saúde, contribuindo para melhorar a efetividade de diagnósticos e tratamentos, garantindo um benefício direto ao indivíduo e à sociedade em geral (SILVA *et al.*, 2015).

Além de novos procedimentos e produtos, a Indústria 4.0 permitirá maior compreensão da dinâmica dos sistemas de saúde que buscam proporcionar melhor qualidade de vida para as populações. Também se destaca na transformação do conhecimento, no desenvolvimento de novas habilidades e na atuação como instrumento estratégico de flexibilização das organizações (CAVACO; DIAS, 2016). No mesmo sentido, esse cenário proporcionado pela automação e pela transformação digital nas empresas de saúde influencia as atribuições e ações dos prestadores de serviços nesta área (HUNG, 2013; JIANG, 2017; MOFFET, 2017; SILVA, 2014).

As contribuições das tecnologias aplicadas à saúde cresceram exponencialmente a partir de meados do século XX e se tornaram essenciais e fundamentais para a qualidade dos serviços de atendimentos clínicos de saúde para a população, além de assumirem relevante importância para o crescimento econômico e industrial (SOUZA,

2016). Da mesma forma, os modelos de assistência e atendimento à saúde refletem a tendência dos padrões tecnológicos da sociedade moderna (SILVA *et al.*, 2015).

Araújo *et al.* (2017) reforçam que as novas tecnologias são consideradas, de forma generalizada, uma condição de ação inevitável no cenário contemporâneo, passando a exigir mecanismos de adaptação dos órgãos regulamentadores e de atendimento à saúde. Os recursos tecnológicos devem atender aos princípios de segurança e equidade social, além de constituir-se em parte representativa da sociedade, preocupando-se, de forma direta e indireta, com a assistência à saúde do cidadão (SOUZA, 2016).

A Indústria 4.0 tem sido a principal responsável pelo aumento dos custos atuais dos serviços de saúde no Brasil, principalmente no setor industrial de medicamentos, de vacinas, de equipamentos, de próteses e de diagnósticos. Esta Indústria, com foco nos sistemas de saúde, tem despertado por parte dos órgãos governamentais de atuação global grande interesse e investimentos. Aliado às questões políticas e econômicas mundiais, há uma maior aproximação entre as inovações tecnológicas com a gestão nos sistemas de saúde e os investimentos em instituições e centros de pesquisas (GUIMARÃES *et al.*, 2019).

Segundo Schwab (2018), a Indústria 4.0 representa uma nova fase de desenvolvimento humano, motivada pelo crescente crescimento da industrialização, decorrente da crescente disponibilidade e interação de um conjunto de tecnologias estruturadas a partir das revoluções industriais anteriores. A Indústria 4.0 encontra-se em seu estágio inicial e representa uma forma de descrever um conjunto de aparentes e prontas transformações dos sistemas que rodeiam a sociedade (SCHWAB, 2018).

A Indústria 4.0 envolve diversas transformações que possuem capacidade de elevar a qualidade, a velocidade, a produtividade e a flexibilidade dos processos produtivos. Seus reflexos têm atributos com dimensões além do chão de fábrica, na medida em que abrangem o trabalho, as empresas, a economia, os governos e a saúde das pessoas.

Lasi *et al.* (2014) afirmam que fatores sociais, econômicos e políticos contribuíram para a emergência e importância da Indústria 4.0. Eles citam: existência de tempos de desenvolvimento mais curtos – períodos de criação e inovação devem ser reduzidos, para alimentar a competitividade; individualização em massa – ao longo dos anos, a tendência de considerar os clientes como definidores das condições das negociações tem aumentado o número de produtos individualizados que são comercializados; flexibilidade dos sistemas – devido à crescente individualização, a flexibilidade dos sistemas de desenvolvimento e de produção torna-se um aspecto crítico naquilo que é a atividade produtiva; descentralização das organizações – a tomada de decisões tem que ser feita de forma célere, com base nas necessidades das entidades, o que conduz à descentralização do poder dentro das organizações seja uma mais valia na redução do tempo de tomadas de decisão; e eficiência de recursos – por motivos sejam econômicos ou ambientais, uma melhor utilização e aproveitamento dos recursos que estão disponíveis torna-se um fator essencial à sustentabilidade.

Por influência da Indústria 4.0, a fisioterapia passa por um processo de evolução caracterizado pela introdução de inovações e recursos tecnológicos diretamente ligadas à prática clínica, aprimorando a análise e a intervenção envolvendo usuários/clientes/pacientes e potencializando o entendimento da condição do paciente e o emprego de tratamento mais assertivo.

Segundo Brasil (2020), o mundo vivencia uma pandemia causada pela COVID-19, doença infecciosa causada pelo Coronavírus (SARS-CoV-2), descoberto após o surto em Wuhan, China, em dezembro de 2019. Como se trata de uma doença nova e, até o momento, sem vacina disponível, todos são susceptíveis à infecção por ela causada, em especial profissionais dos serviços de saúde, dentre eles os fisioterapeutas, que estão na linha de frente do atendimento aos pacientes. Dados da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 2020) confirmam que é uma emergência global, que já contaminou mais de 13 milhões de pessoas no mundo, com mais de 580 mil óbitos desde o seu início, em dezembro de 2019.

Este estudo objetiva compreender a percepção dos fisioterapeutas inscritos no Conselho Regional de Fisioterapia e Terapia Ocupacional da 4ª Região (CREFITO-4)

quanto às inovações tecnológicas promovidas pela Indústria 4.0. Para atingir essa finalidade, pesquisou-se a assimilação e o envolvimento desses profissionais diante das novas tecnologias e o modo como estas são capazes de maximizar os resultados da reabilitação e da melhoria na saúde dos pacientes.

Diante do exposto, o problema de pesquisa ficou assim definido: **Qual é a percepção dos fisioterapeutas inscritos no Conselho Regional de Fisioterapia e Terapia Ocupacional da 4ª Região (CREFITO-4) quanto às inovações tecnológicas advindas da Indústria 4.0?**

1.1 Objetivos da pesquisa

Com a finalidade de responder ao problema de pesquisa, foram estabelecidos os seguintes objetivos:

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a percepção dos fisioterapeutas inscritos no CREFITO-4 da região metropolitana de Belo Horizonte quanto às novas tecnologias advindas da Indústria 4.0.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar o nível de conhecimento dos profissionais da fisioterapia sobre as novas tecnologias;
- b) Identificar os pilares da Indústria 4.0 mais utilizados pelos fisioterapeutas em seu cotidiano profissional;
- c) Apurar o impacto da pandemia causada pela COVID-19 quanto à utilização das inovações tecnológicas pelos fisioterapeutas.

1.2 Justificativas do estudo

A Indústria 4.0 é tema contemporâneo e tem gerado interesse no setor acadêmico e no mercado de trabalho. Leite *et al.* (2017) evidencia um aumento do número de

publicações relacionadas à temática, constituindo-se em um dos tópicos mais discutidos em conferências e fóruns referentes à manufatura. Rodrigues (2020) acrescenta que profundas transformações decorrentes deste novo paradigma tecnológico representam tanto a introdução de equipamentos inéditos quanto o aperfeiçoamento de equipamentos já existentes e utilizados anteriormente em indústrias e setores, entre os quais o da Saúde. É notório que o avanço tecnológico recente favorecerá o desenvolvimento de procedimentos inéditos na área da Saúde, e, portanto, na Fisioterapia.

Terrasini *et al.* (2018) reconhecem uma tendência ao comportamento do mercado pela Indústria 4.0, sugerindo que modificações importantes podem ocorrer na estrutura e na organização das atividades nas instituições, aliando indivíduo, máquinas e tecnologia.

No cenário da Indústria 4.0, a área da Saúde apresenta atuações, diretas e indiretas, que dependem dos principais avanços dos diversos equipamentos e processos tecnológicos, os quais desenvolveram e revolucionaram as formas de atendimento e capacitação dos profissionais da saúde (LASI, 2014). Rodrigues (2020) afirma que tal contexto exige uma nova postura dos profissionais da saúde diante das tecnologias e do desenvolvimento de novas habilidades e conhecimentos, além de uma relação de confiança e reciprocidade com os sistemas automatizados.

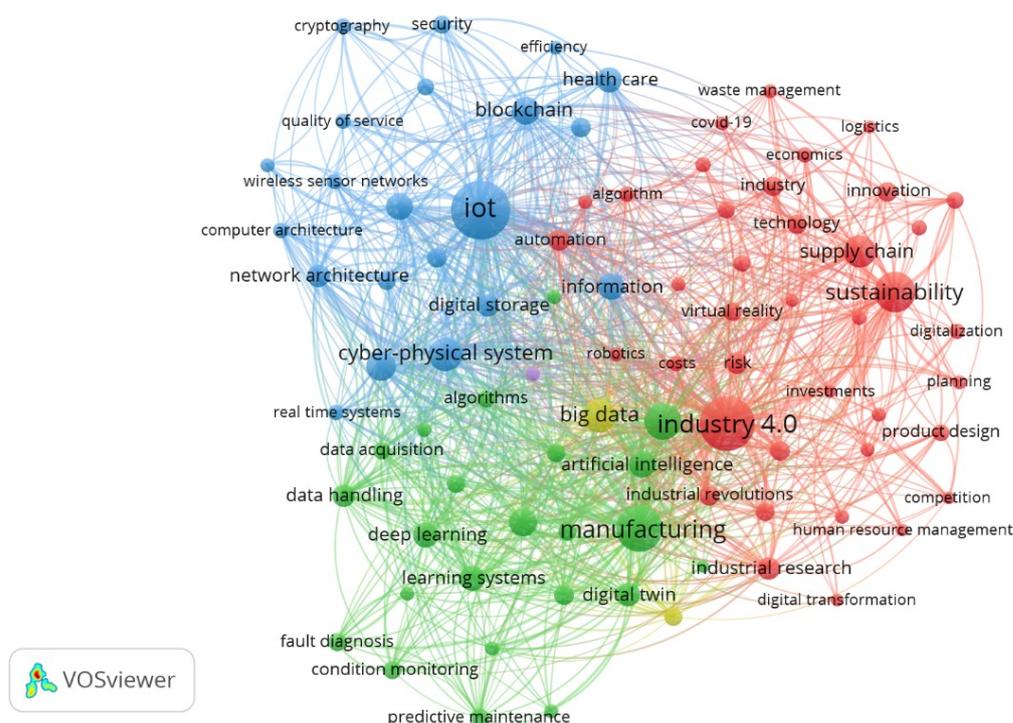
Os sistemas de saúde, tanto o público quanto o privado, têm acompanhado de forma diferenciada a tendência de inovação tecnológica nos procedimentos teóricos e práticos. Isso implica desafios adicionais para os profissionais da saúde na resolução de casos clínicos e reforça a necessidade de capacitação e atualização constantes dos métodos aplicados no sistema de saúde do Brasil (LEITE *et al.*, 2017).

Este trabalho se justifica, também, pelo estudo, análise e disseminação dos conhecimentos relacionados à Indústria 4.0 no âmbito da fisioterapia, de forma a contribuir para o aprimoramento dos fisioterapeutas no novo cenário tecnológico aliado à saúde. A escolha por este tema ocorreu por ser atual e apresentar potencial de transformação nos atendimentos aos pacientes e na qualidade dos serviços prestados. Ademais, buscou-se conhecer na prática fisioterápica a utilização das

novas tecnologias, de forma a promover o aumento da competitividade e da produtividade, assim como a redução dos custos operacionais.

Foi realizada revisão bibliométrica da literatura cuja busca eletrônica se deu na base Scopus. Primeiramente, a coleta foi executada mediante a utilização das palavras-chave "*Industry 4.0*" AND (*care OR health OR physiotherapy*), obtendo uma amostra de 2.368 artigos. O software VOSviewer® foi utilizado para a construção de redes de relacionamento dos termos provenientes da base escolhida.

Figura 1. Palavras-chave "*Industry 4.0*" AND (*care OR health OR physiotherapy*)



Foram, assim, identificadas 13.254 palavras e a nota de corte elevada à recorrência mínima de 20 repetições. Essa configuração produziu um grafo com 86 palavras-chave (Figura 1). O recurso Thesaurus® foi utilizado, para otimização da rede. Tendo em vista a amplitude da rede, mesmo com o alto valor de recorrência mínimo aqui estipulado e como o termo Fisioterapia não foi evidenciado na rede de palavras-chave relevantes, o mais próximo foi *health care*. Portanto, na Figura 2 é possível observar a relação da palavra-chave *health care* (cuidados com a saúde), com a maioria dos clusters da Figura 1, sendo: cluster 1 (identificado pela cor azul), que simboliza a área

Ocupacional, que prescreve, em seu art. 2º, o atendimento fisioterápico nas modalidades teleconsulta, teleconsultoria e telemonitoramento (COFFITO, 2020), assunto a ser tratado em tópico posterior.

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos, incluindo esta Introdução, que apresenta a contextualização do tema, o problema de pesquisa, os objetivos (geral e específicos) e a justificativa. No segundo capítulo, descreve-se a ambiência na qual foi realizado o estudo. No terceiro capítulo, desenvolve-se o referencial teórico, tratando das temáticas “Histórico da Revolução Industrial”, “Indústria 4.0”, “Principais pilares da Indústria 4.0”, “Indústria 4.0 no Brasil”, “Indústria 4.0 e seus impactos econômicos, sociais e éticos” e “Indústria 4.0 e o desenvolvimento de tecnologias na saúde”. No quarto capítulo, trata-se da metodologia aplicada na pesquisa. No quinto capítulo, procede-se à descrição e análise dos resultados. No sexto capítulo, expõem-se as considerações finais. Seguem as Referências utilizadas na pesquisa e os Apêndices, com o Questionário de Recrutamento, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Roteiro de Entrevista com Especialistas.

2 AMBIÊNCIA DA PESQUISA

A palavra *fisioterapia* pode ser conceituada como a ciência que estuda o movimento humano e que utiliza recursos físicos no tratamento e cura. Vem dos termos gregos: *Physis*, que significa "natureza", e "*Therapeia*", que quer dizer "tratamento" (RABELLO, 2019; SANCHEZ *et al.*, 1994).

Segundo Rabello (2019), na China, no ano 2698 a.C., o imperador Amarelo Hoong-Ti escreveu um dos primeiros compêndios sobre a arte de curar. Ele criou um tipo de ginástica curativa, que continha exercícios respiratórios e exercícios para evitar a obstrução de órgãos. O autor explica que remonta há vários séculos antes da era cristã o hábito de utilizar modelos de movimento como recurso terapêutico. Naquela época, acreditava-se que o uso da ginástica (palavra originada do grego *gymnázzein*, que tem por tradução aproximada "treinar" e, em sentido literal, "exercitar-se nu") era atribuição exclusiva dos sacerdotes, empregada somente com fins terapêuticos para o tratamento de disfunções orgânicas já existentes na pessoa.

O conhecimento da fisioterapia como atividade profissional dos serviços de saúde é reconhecido a partir do final do século XIX, integrando a base teórica e prática das áreas de três profissões já existentes previamente: enfermagem, medicina e educação física. A utilização dos saberes das massagens como tratamento terapêutico para alívios ortopédicos e reumatológicos foi proveniente da enfermagem. Os saberes associados aos fundamentos e princípios da fisiologia e biomecânica associados à saúde e doença possibilitaram um novo ramo científico advindos da medicina, focado na reabilitação de lesões ortopédicas e neurológicas, especialmente nos períodos pós-guerra (ESPÍNOLA; BORENSTEIN, 2011).

Segundo Sanchez *et al.* (1994), no Brasil a fisioterapia comemorou cinquenta anos de regulamentação em 13 de outubro de 2019. Sua história começou a ser escrita no início do século XX, precisamente em 1919, quando foi inaugurado o Departamento de Eletricidade Médica, pelo professor Raphael de Barros, da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Uma década após, surgiu o Serviço de Fisioterapia do Instituto Radium Arnaldo Vieira de Castro, criado pelo médico Dr. Waldo Rolim de

Moraes, profissional que também inaugurou o Serviço de Fisioterapia do Hospital das Clínicas de São Paulo, no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

O planejamento do primeiro Curso de Fisioterapia no Brasil, tendo como um de seus responsáveis o Dr. Rolim, ocorreu em 1951. Inicialmente, surgiu como curso técnico, acessível aos estudantes com segundo grau completo, embora não existisse estrutura curricular que direcionasse a formação desses profissionais (SANCHEZ *et al.*, 1994). Os autores afirmam que, quase duas décadas depois, em 13 de outubro de 1969, foi publicado o Decreto-lei 938, que representou um marco importante para a fisioterapia. Em seu art. 2º definia que os fisioterapeutas diplomados por escolas e cursos reconhecidos são profissionais de nível superior e no art. 3º, que é atividade privativa do fisioterapeuta executar métodos e técnicas fisioterápicas com a finalidade de restaurar, desenvolver e conservar a capacidade física do paciente (SANCHEZ *et al.*, 1994).

A primeira proposta curricular da história da fisioterapia foi tornada pública em 1964, quando se estabeleceu um mínimo de conteúdo, compostos de matérias comuns e matérias específicas (BRASIL, 1967). A segunda ocorreu em 1983, com o estabelecimento de um currículo com quatro ciclos (BRASIL, 1968).

O ciclo de formação geral trazia pela primeira vez a discussão do homem e da sociedade, dando ao curso um cunho mais humanístico. Em 2001, foram aprovadas as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do curso de graduação em fisioterapia, que vigoram até hoje. Seu conteúdo deve abranger

[...] o estudo do homem e de suas reações sociais, do processo saúde-doença nas múltiplas determinações, contemplando a integração dos aspectos psicossociais, culturais, filosóficos, antropológicos e epidemiológicos norteados pelos princípios éticos. Também deverá contemplar conhecimentos relativos às políticas de saúde, educação, trabalho e administração (BRASIL, 2001, p. 22).

Trata-se de uma profissão ainda muito jovem em relação às demais da área da Saúde, por exemplo, a medicina, mas tem avançado na produção de conhecimento específico e na incorporação desses resultados na prática clínica. Os fisioterapeutas possuem

formação humanista, crítica e reflexiva, e são capazes de atuar em todos os níveis de atenção à saúde, com uma visão global e os objetivos de desenvolver, preservar e restaurar a saúde (COFFITO, 2009).

O Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (2009) define fisioterapia como a ciência da saúde que estuda, previne e trata os distúrbios cinéticos funcionais intercorrentes em órgãos e sistemas do corpo humano, gerados por alterações genéticas, traumas e doenças adquiridas.

O exercício profissional ocorre em serviços públicos e privados, centros de saúde, centros comunitários, clínicas especializadas, hospitais, consultórios, centros de reabilitação, academias, clubes esportivos, escolas regulares e especiais, estabelecimentos de ensino superior e organizações não governamentais (ONGs), dentre outros (COFFITO, 2009).

As inovações na área da Saúde têm sido aprimoradas pelo incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento, em âmbito internacional, e enfatizadas, principalmente, pelos avanços nas condições de melhoria e bem-estar social (COSTA, 2016). De outro lado, reconhece-se a tendência que direciona as condições de qualidade, segurança e bem-estar, com acesso às modernas tecnologias de forma seletiva no meio social, acentuando ainda mais as desigualdades na população (BARRETO, 2017). As inovações provocaram nos acadêmicos e profissionais da saúde a percepção crescente de que tecnologia, interação e intervenção estão relacionadas com a melhoria das condições de saúde, levando a uma prática consumista dos sistemas de saúde, representada por diversos estudos e documentos contendo práticas de inovação, porém sem que certificações de resultados efetivos fossem comprovadas (COSTA, 2016).

Para a realização de suas atividades, os profissionais dos serviços de saúde ficam expostos a vários riscos, por exemplo: infecção pelo COVID-19 (Coronavírus – SARS-CoV-2) e estresse associado à prestação de assistência direta aos pacientes suspeitos ou confirmados de COVID-19 (BRASIL, 2020). Por intermédio da Resolução 516, de 20 de março de 2020, o Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional permitiu, em seu art. 2º, o atendimento fisioterápico nas modalidades de

teleconsulta, teleconsultoria e telemonitoramento (COFFITO, 2020). Por teleconsulta entende-se a consulta clínica registrada e realizada pelo fisioterapeuta ou terapeuta ocupacional a distância. O telemonitoramento se dará pelo acompanhamento a distância, por meio de dispositivos tecnológicos, de pacientes que tenham sido previamente atendidos presencialmente. Os profissionais poderão utilizar métodos síncronos e assíncronos, além de terem autonomia para decidir sobre a necessidade de encontros presenciais para reavaliação e possibilidade de encaminhamento para outro profissional. A teleconsultoria consiste na comunicação registrada e realizada entre profissionais, gestores e outros interessados da área da Saúde, fundamentada em evidências clínico-científicas e em protocolos disponibilizados pelo Ministério da Saúde e pelas secretarias estaduais e municipais de saúde, visando esclarecer dúvidas sobre procedimentos clínicos, ações de saúde e questões relativas ao processo de trabalho (COFFITO, 2020).

2.1 Fisioterapia 4.0

Considerando que constituem objetivos da fisioterapia estudar o movimento humano e utilizar recursos físicos no tratamento e cura, os novos recursos da tecnologia digital que apareceram nas últimas décadas se tornaram grandes ferramentas para transformar seu modelo tradicional em uma versão dinâmica capaz de engajar o paciente, fornecendo dados vitais para os profissionais fisioterapeutas e médicos poderem avaliar o progresso dos pacientes e as melhores condutas clínicas a serem aplicadas (RABELLO, 2019).

Muitos desafios surgiram no ramo da fisioterapia para marcar seu campo de atuação como profissão relacionada à saúde tanto no Brasil como na América e na Europa. O principal reconhecimento da fisioterapia relacionado ao recurso terapêutico refere-se à capacidade dos profissionais de promoverem a reabilitação física de pacientes (ESPÍNOLA; BORENSTEIN, 2011).

Na atualidade, é marcante a procura por uma elevada qualidade de vida física e psíquica pela população em geral, motivada pela exposição em massa do modelo de corpo saudável transmitida pelos meios de comunicação, os quais interferem na educação formal, ao mesmo tempo em que facilitam o acesso aos serviços e bens de

consumo. Estima-se que este novo modelo permite o acesso de pessoas que antes não possuíam tais recursos (GONÇALVES; DE MELO, 2017).

Segundo Gonçalves e De Melo (2017), os aplicativos para smartphones surgem como ferramenta importante para facilitar a prática diária da fisioterapia. Dispositivos móveis, os smartphones, representam uma ferramenta tecnológica que orienta a revisão de conteúdos da fisioterapia necessários na prática dos atendimentos na atenção primária à saúde, seja ambulatorial ou domiciliar.

A aplicação da inteligência artificial (IA), de acordo com Lobo (2018), está revolucionando os serviços de saúde e surge como uma aliada do profissional para a resolução da problemática da relação terapeuta-paciente. O autor destaca as seguintes medidas como transformadoras dessa relação:

- a) emprego de sistemas de processamento de linguagem natural para registrar dados em prontuários eletrônicos;
- b) uso de sistemas de interação paciente/médico por intermédio de um computador ou “*smartphone*”;
- c) adoção de tecnologias que auxiliem na obtenção de dados dos pacientes (dispositivos vestíveis – “*wearables*” e disponíveis em “*smartphones*”) e no acompanhamento de doentes crônicos;
- d) uso de tecnologias de reconhecimento de imagens (radiologia, dermatologia, oftalmologia, cardiologia etc.);
- e) emprego de sistemas de apoio à decisão clínica orientando, a partir dos sintomas e sinais apresentados pelo paciente, hipóteses de diagnóstico, exames e tratamentos a serem prescritos;
- f) trabalho em equipes multiprofissionais, delegando ações de saúde e definindo prioridades para o atendimento médico;
- g) utilização de robôs em cirurgias, exames complementares e acompanhamento de pacientes em domicílio;
- h) adoção da telemedicina no atendimento remoto, no reconhecimento de lesões e imagens e na avaliação de problemas de saúde;
- i) emprego de sistemas de interação médico-paciente pela internet, sobretudo no controle de pacientes crônicos ou tratando-os em domicílio;

- j) aumento da participação e do empoderamento dos pacientes; e
- k) participação em redes colaborativas para intercambiar experiência e discutir casos clínicos.

Welchen (2019) argumenta que as novas ferramentas tecnológicas (aplicativos, impressoras 3D e scanners, dentre outras) propõem-se a ressignificar as profissões e fortalecer o fisioterapeuta e o terapeuta ocupacional que se mantêm atualizados e sabem utilizá-las a seu favor, a fim de aumentar a segurança e precisão do diagnóstico, otimizar custos e tempo e obter o melhor resultado na intervenção terapêutica. Com o auxílio tecnológico, o profissional fica menos sobrecarregado e pode dispor de atenção em questões mais relevantes que beneficiem terapeutas e pacientes.

O uso da inteligência artificial nas profissões é uma porta que se abre a novas possibilidades. Os profissionais que buscam se atualizar quanto às tendências tecnológicas do mercado podem oferecer tratamentos com mais resolutividade a seus pacientes, inovando no atendimento e na necessidade de conhecer novas ferramentas tecnológicas que demandam capacidade de inovação no mercado profissional (LOBO, 2018; WELCHEN 2019).

Embora muitas profissões possam ser substituídas pelo advento da tecnologia, a fisioterapia não entre nesta lista (INDEED, 2016), pelo fato de existirem habilidades essencialmente humanas e inteligência emocional próprias delas, criadas por meio de conexões pessoais. A inteligência artificial substitui fazeres, mas precisa da expertise humana para colocá-la em prática (LOBO, 2018; WELCHEN 2019).

Welchen (2019) afirma que o poder de decisão será sempre do fisioterapeuta. De nada adianta acumular dados e ter facilidade para obtê-los se não existe um analista humano capaz de interpretá-los. Para saber empregar o que a tecnologia oferece de melhor, os profissionais precisam estar qualificados quanto à análise correta dessas informações.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Contexto histórico da Revolução Industrial

A indústria foi o fator mais poderoso de aceleração do crescimento econômico. O setor industrial exerceu grande impacto em diversos setores da economia e em todo o ambiente institucional e social (MARSON, 2015).

Os avanços tecnológicos sempre foram extremamente importantes para a evolução da Indústria, fator ocasionado pela busca de trabalhos mais dinâmicos, eficientes e qualificados. As revoluções industriais, somadas aos grandes avanços tecnológicos, culminaram no surgimento da Indústria 4.0 (BOETTCHER, 2015).

Almeida (2019) sustenta que a manufatura de produtos vem atravessando uma constante e significativa mudança em seus processos, métodos e máquinas e, acima de tudo, no perfil dos profissionais da área no decorrer dos séculos. Nos primórdios da vida em sociedade, as pessoas fabricavam produtos para serem comercializados e utilizados no cotidiano. Artesãos fabricavam roupas, utensílios domésticos, calçados, alimentos e até remédios. Essas pessoas, que, na maioria das vezes, herdavam o ofício de seus antepassados, eram dotadas de conhecimento técnico e prático na fabricação daquilo que faziam, porém não tinham o domínio da produção e venda em larga escala.

Antes do surgimento da indústria, tudo era produzido de forma manual. Tal fator propiciava pequenas produções, e isso era inviável diante de uma população que crescia descontroladamente. Além disso, produzir mais rápido e em maior quantidade era a essência do capitalismo, que tinha como objeto principal a obtenção de lucros (CAVALCANTE; SILVA, 2011)

Com o passar do tempo, empresários com visão de produção construíram extensos galpões e passaram a contratar artesãos para trabalharem neles em troca de uma remuneração mensal. Entretanto, eram obrigados a produzir em longos turnos, que

chegavam a 16 horas diárias, e não havia direitos trabalhistas, como, descanso semanal remunerado e férias. Iniciava-se o surgimento das fábricas (ALMEIDA, 2019).

O crescimento econômico foi fruto da industrialização, procedimento que se iniciou no século XVIII, marcado pela gradativa mecanização do processo produtivo, em substituição à produção caseira, e pela transição do trabalho manual para o de máquinas alimentadas a vapor. Como consequência desta nova realidade, os setores econômicos, assim como o ambiente institucional e social, foram impactados (MARSON, 2015; SANTOS *et al.*, 2018).

A esfera industrial é essencial para o desenvolvimento econômico dos países. A sociedade foi modificada pela modernização do ambiente fabril, o que refletiu não somente na mecanização das linhas de produção em série, como no comportamento das pessoas, que passaram a ter acesso aos produtos antes restritos às classes mais altas da sociedade (SANTOS *et al.*, 2018).

Almeida (2019, p. 18) argumenta que

[...] em paralelo a esse cenário, a ciência moderna aprimorava e, em alguns casos, revolucionava os processos fabris, com inventos que intensificavam de maneira extremamente significativa a produção de itens variados, atendendo a diversos consumidores. Como exemplo de máquina que surgiu na fase da Revolução Industrial, temos a primeira máquina a vapor criada pelo engenheiro britânico James Watt (1736-1819) em 1765.

Iniciada entre os anos de 1760 e 1840, aconteceu a primeira fase da industrialização: a Primeira Revolução Industrial, que significou a passagem dos meios de produção artesanais para os procedimentos tecnizados. Tal alteração transformou a vida cotidiana das pessoas e a economia, caracterizando-se pelo incremento da produtividade. A partir desse momento, mudanças nos sistemas de gestão e de produção foram observadas pela indústria (SANTOS *et al.*, 2018).

Segundo Schwab (2016), a partir desse momento, observam-se modificações nos sistemas de produção e de gestão dos estabelecimentos industriais. A Primeira Revolução Industrial caracterizou-se pela mudança das técnicas de produção manuais para métodos de produção mecanizados, mediante a utilização de máquinas

e ferramentas, e pela crescente utilização de energia a vapor como energia alternativa à madeira e outros biocombustíveis.

Como consequência de tais mudanças, houve uma revolução na economia, evidenciada pelo aumento da produtividade. Alterações nos ambientes social e econômico da população transformaram o modo de vida do artesão, transformando-o em empregado. Com isso, tornou-se alienado do controle de todo o processo produtivo. O empregador passou a determinar os modos de produção, as formas e localização da matéria-prima, o resultado final dos produtos e a destinação dos lucros (SCHWAB, 2016). Para Lu (2017), foi na Primeira Revolução Industrial que o método de saber fazer por parte dos profissionais que, muitas vezes, trabalhavam de modo individual deixou de ser o principal meio de trabalho, para ser substituído pela rápida produção de consumo por parte das fábricas de maquinofatura.

Conforme Almeida (2019), Lima e Pinto (2019) e Santos *et al.* (2018), a primeira fase da industrialização durou 201 anos. O segundo estágio, conhecido como “Segunda Revolução Industrial”, ocorreu no início do século XX, marcado pela introdução da eletricidade nos sistemas produtivos e caracterizado pela produção em massa e divisão do trabalho. Aconteceram a substituição do vapor por motores elétricos e a idealização da linha de produção em massa, por Henry Ford, para a fabricação do Ford Modelo T, nos Estados Unidos.

A inovação e a invenção caminharam unidas no segundo estágio da industrialização e ocasionaram aumento do volume produtivo e a diminuição de custos operacionais. O autor cita as modificações nas linhas de produção, o desenvolvimento das técnicas produtivas e a evolução dos meios de transportes, caracterizados pela evolução dos barcos, agora movidos por motores a vapor e fabricados com aço (SCHWAB, 2016).

Caracterizada pelo uso da eletrônica e da tecnologia da informação (TI) para aprimorar a automação na produção, a Terceira Revolução Industrial, também conhecida como “Revolução digital”, ou “Era da automação”, ocorreu entre 1913 a 1969 (LIMA; PINTO, 2019, SANTOS *et al.*, 2018). Qualificou-se, segundo Almeida (2019, p. 23), visto que

[...] a implantação de computadores no chão de fábrica, controles eletrônicos, sensores e dispositivos capazes de gerenciar uma grande quantidade de variáveis de produção, permitindo a tomada de decisões de controle de dispositivos de maneira autônoma. O mesmo autor aponta como consequência dessa nova realidade a elevação da produção, aumento da qualidade dos produtos, um melhor gerenciamento dos custos e maior preocupação com a segurança do trabalhador nas unidades fabris.

Schwab (2016) afirma que a introdução da automação e da digitalização favoreceu a obtenção de ganhos no processo produtivo, caracterizando-se pela proliferação do uso dos semicondutores e dos computadores, pela automação e robotização em linhas de produção, pela informação armazenada e processada de forma digital e pela evolução dos meios de comunicações, evidenciada pelo desenvolvimento dos telefones móveis e da internet.

A Quarta Revolução Industrial ficou marcada pela combinação de tecnologias avançadas e internet, transformando novamente o panorama industrial. (SANTOS *et al.*, 2018; ALMEIDA, 2019). É nesta fase que se observa a aplicação de novas tecnologias de informação e comunicação. Segundo Almeida (2019, p. 23), a internet se consolida “como um grande canal de comunicação convergente de todas as tecnologias, agora sendo colocado dentro da indústria com seus conceitos adaptados a máquinas e equipamentos”.

O progresso das TI e sua associação com os processos produtivos ocasionaram nas últimas três décadas melhorias em toda a cadeia de valor das empresas. Apontam como impactos: aumento da capacidade das tecnologias de alavancarem a produtividade industrial, a redução dos custos de produção e o incremento efetivo no fornecimento de soluções para atender os clientes com velocidade, qualidade e melhor custo/benefício (SANTOS *et al.*, 2018).

O crescimento do interesse político, empresarial, acadêmico e científico em relação à Quarta Revolução Industrial e Indústria 4.0 foi vertiginoso. Os autores apresentam estimativas de investimentos anuais da Alemanha em projetos relacionados a essa tecnologia que podem alcançar 40 bilhões de euros até 2020, 140 bilhões anuais em toda Europa e 90 bilhões de dólares anuais nos EUA (JÚNIOR; SALTARATO, 2018).

Júnior e Saltaro (2018) apontam os seguintes efeitos dessa nova realidade na organização do trabalho: transformações nas relações socioprofissionais, maior relação entre máquina e homem, necessidade de desenvolvimento de novas competências e habilidades e criação e/ou aumento de postos de trabalho qualificados em contrapartida ao aumento do desemprego tecnológico, como será apresentado na seção seguinte.

3.2 A Indústria 4.0

Os conceitos sobre Quarta Revolução Industrial e Indústria 4.0 ganharam destaque a partir da Feira Industrial de Hannover, na Alemanha, em 2011, na qual o governo alemão apresentou estratégias de investimentos para suas indústrias e as primeiras recomendações para sua implantação. Enquanto o primeiro conceito se trata de um complexo tecnológico dirigido à produção, o último se refere à reunião de três tipos de tecnologia: biológica, digital e física. O objetivo era assegurar a manutenção da indústria alemã como uma das mais competitivas do mundo (HESS *et al.*, 2016, KAGERMANN *et al.*, 2013, LIMA; PINTO, 2019, SCHWAB, 2016).

Por intermédio da modernização do ambiente produtivo, países como China, Estados Unidos e alguns europeus identificaram o potencial dessa tecnologia e passaram a denominar a Indústria 4.0 de “produção inteligente”, “fabricação inteligente”, “fabricação avançada” e “fábrica inteligente” (KAGERMANN, 2013).

O acelerado progresso tecnológico da atualidade favorece a recolocação do setor industrial, na medida em que a indústria se situa mundialmente como motor de crescimento econômico, assumindo indispensável atribuição na estabilidade social e na preservação do emprego (LIMA; PINTO, 2019). A indústria vem passando por variadas alterações e se desenvolveu pausadamente ao longo de evoluções e descobertas até a atual Indústria 4.0. Esta, segundo Hermann (2015), pode ser compreendida como um termo alemão que designa um conceito coletivo de tecnologias e fábricas inteligentes diante ao monitoramento de processos.

Para Santos (2015, 21p.), a Indústria 4.0 se apresenta como

[...] um projeto no âmbito da estratégia de alta tecnologia do governo alemão que promove a informatização da Manufatura. O objetivo é chegar à fábrica inteligente (*SmartManufacturing*) que se caracteriza pela capacidade de adaptação, a eficiência dos recursos e ergonomia, bem como a integração de clientes e parceiros de negócios em processos de negócios e de valor. Sua base tecnológica é composta por sistemas físicos/cibernéticos e a Internet das Coisas. Especialistas acreditam que a Indústria 4.0 ou a quarta revolução industrial poderia ser realizada dentro de uma década.

A Indústria 4.0 é tema de grande interesse na literatura desde que o governo alemão a apresentou, em 2011, com o objetivo de assumir a liderança em inovação tecnológica (SANTOS *et al.*, 2018). É apontada por alguns empresários e acadêmicos como a “Quarta Revolução Industrial”, “manufatura inteligente”, “indústria da internet” ou “indústria integrada” (HOFMANN *et al.*, 2017). Retrata o modelo de elevada tecnologia implantado pelo setor industrial, reconhecido como a integração da internet com alta tecnologia, com o objetivo de tornar o processo produtivo mais adaptável e cooperativo (BITKOM *et al.*, 2016). A Indústria 4.0 descreve a integração entre tecnologia de informação, comunicação e automação. Representa o maior impacto e transformação na competitividade industrial, na sociedade e na economia, com capacidade para modificar o mundo na atualidade (SCHWAB, 2016).

Os recursos de vários aspectos tecnológicos, como, inteligência artificial, sensores sofisticados e internet das coisas, são descritos pela Indústria 4.0, que, por sua vez, liga o mundo físico ao virtual, com o fim de transformar o modo de produção industrial vigente (MAGALHÃES *et al.*, 2018),

Com o intuito de diminuir custos e elevar a qualidade dos produtos e serviços, os dispositivos – máquinas e equipamentos – usam do autoaprimoramento, da auto-organização e, até mesmo, da inteligência artificial para finalizar funções complicadas (BAHRIN *et al.*, 2016). Segundo Lydon (2015), a finalidade da Indústria 4.0 é melhorar o desempenho dos processos de fabricação para diversas dimensões, que incluem eficiência e capacidade de resposta e que atendam às necessidades específicas dos clientes dentro da expectativa dos prazos definidos. Para Yamada e Martins (2018), as fábricas serão inteligentes por meio da aplicação do conceito da indústria 4.0 e suficientes para ter a capacidade e a autonomia de programar manutenções, antecipar

falhas e adequar-se às condições e oscilações não concebidas no processo de produção.

Segundo Aires *et al.* (2017), as duas características mais procuradas na perspectiva da Indústria 4.0 compreendem a criatividade e a boa comunicação. Isso acontece porque as máquinas, em sua maioria, não possuem a capacidade de inovar – ou seja, fazer algo para o qual não foram programadas. Em se tratando da Indústria 4.0, a fusão das áreas de conhecimento é um aspecto importante a ser tratado (MORAIS; MONTEIRO, 2016).

Dentre os vários benefícios propiciados pela Indústria 4.0, como, rapidez no ciclo da compra, preços mais acessíveis e produtos de alta qualidade, levanta-se uma dúvida relevante relacionada aos empregos que devem surgir ou desaparecer, pois muitas indústrias que adotam a forma de Indústria 4.0 implementam produção automatizada, com robôs industriais autônomos, os quais, certamente, ocupam o lugar de um operador humano (ALMEIDA, 2019).

As tecnologias da Indústria 4.0 foram utilizadas de forma isolada em outras atividades. No entanto, diferem em sua maior integração e capacidade para potencializar e transformar o desenvolvimento industrial com processos produtivos integrados, automatizados e otimizados. Com isso, a eficiência de operação e o desempenho organizacional trazem resultados significativos (CORTÉS *et al.*, 2017).

Modernos comportamentos organizacionais são as novas adversidades trazidas com a evolução tecnológica da Indústria 4.0. Uma nova abordagem no ambiente empresarial se faz necessária, com o fim de alcançar o desenvolvimento para a Indústria 4.0, abrangendo a adaptabilidade e a implementação de estratégias adequadas a este novo cenário (PEREZ, 2010).

Cortés *et al.* (2017) alertam que, enquanto a integração tecnológica e a produção inteligente conferem resultados importantes para empresas que já se adaptaram à estrutura organizacional da Indústria 4.0, muitas organizações e empresários têm sido cautelosos, pela falta de conhecimento e de clareza quanto a esta nova tendência de gestão. A falta de informação sobre o potencial e os fatores capazes de influenciar a

dinâmica das organizações constitui o principal obstáculo à implantação da Indústria 4.0 e suas tecnologias, apesar do crescimento apresentado a cada ano.

Transpor esses obstáculos compreenderá o cumprimento de algumas condições, como responder às questões sobre segurança e proteção digital, padronização das interfaces de comunicação, processos e organização do trabalho, disponibilidade de força de trabalho capacitada, inserção das Pequenas e Médias Empresas (PMEs), formação e desenvolvimento profissional, base tecnológica, investigação e investimentos (EUROPEAN PARLIAMENT, 2016).

Coelho (2016, p. 62) discorre que os reflexos da Indústria 4.0 vão além da simples digitalização, passando por uma condição muito mais complexa de inovação, que compelirá as empresas a reconsiderar como administram seus negócios e processos, como situaram na cadeia de valor e como idealizam o desenvolvimento de novos produtos e os apresentam no mercado, ajustando as ações de marketing e de distribuição. Neste sentido, o autor descreve que

[...] haverá algumas alterações na indústria, tais como: clientes mais exigentes, produtos inteligentes, novas formas de colaboração, transformação dentro do operacional em digital. O cliente está cada vez mais interessado nas experiências envolvidas na compra e não somente no produto. Todo processo de compra da embalagem ao serviço pós-venda, é um fator qualificador para a efetivação da venda. Essa mudança de paradigma obriga as empresas a contratarem profissionais que adaptam as alterações do mercado com maior facilidade.

Na atualidade, a humanidade vivencia o início da Indústria 4.0, caracterizada pelo uso intensivo de tecnologias digitais, com a finalidade de acelerar a fabricação de produtos, em resposta rápida às solicitações do mercado, e de aperfeiçoar a cadeia produtiva e o tempo dispendido. Essas tecnologias, apresentadas no próximo item, denominam-se “pilares da Indústria 4.0” (SCHWAB, 2016),

A Indústria 4.0 foi concebida com base na ideia de inclusão das redes sociais estabelecidas pelas organizações, por meio de sistemas físico cibernéticos (CPS, do inglês *Cyber-Physical Systems*), incorporando máquinas e sistemas de armazenamentos, e a instalação de produtos, com vista à troca de informação e à colaboração autônoma, por meio da Internet das Coisas (*IoT*, em inglês *Internet of*

Things), que permitem ações e controle independentes entre os processos (KAGERMANN *et al.*, 2013). No mesmo sentido, segundo Schwab (2016), a tecnologia digital está relacionada ao conceito de transformação digital, incluindo *big data*, internet das coisas (*IoT*) e inteligência artificial (IA).

3.3 Principais pilares da Indústria 4.0

Com o advento da Indústria 4.0, segundo Almeida (2019), os sistemas de produção tornaram-se cada vez mais inteligentes e capazes de detectar o surgimento de necessidades produtivas, de suprimentos e de matéria-prima, o que compreende a união de tecnologias físicas e digitais e a integração de todos os passos do desenvolvimento de um produto ou processo.

No mesmo contexto, a Indústria 4.0 está voltada para o aperfeiçoamento da produtividade das operações, da segurança e da eficiência e para a retribuição dos investimentos. Procura retratar a união de diversas tendências tecnológicas disponíveis no mercado, designadas como “seus pilares” pela literatura, as quais são abordadas na sequência (COELHO, 2016, LIMA; PINTO, 2019).

3.3.1 Sistemas ciber-físicos

Os sistemas ciberfísicos, do termo inglês *Cyber-Physical Systems* (CPS), segundo Coelho (2016), associam redes de computadores, computadores, computação e processos físicos, interagindo entre si e influenciando-se reciprocamente. É consequência do desenvolvimento tecnológico dos computadores, das tecnologias de comunicação e dos sensores, que tem melhorado a capacidade de processamento e sua agilidade e efetividade, além de contribuir para a diminuição dos custos.

Conforme Wang e Wang (2016) e Cardoso (2016), os CPS podem ser definidos como tecnologia de gerenciamento entre as características informatizadas e os ativos físicos de produtos e serviços. Para os autores, esse gerenciamento é realizado por meio de interligações computacionais, em que os sistemas naturais e humanos são conectados por sistemas de comunicação e controle, promovendo serviços de acesso a dados e processamento de dados por meio de tecnologias, como a internet.

3.3.2 Análise de dados e *Big Data*

O termo *Big Data*, de acordo com Lima e Pinto (2019), significa um grande conjunto de dados, em que a massa de dados é não arquitetada e carece de análise em tempo real. Galegale (2016) conceitua *Big Data* como uma enorme quantidade de dados armazenados a cada instante, resultantes da existência de milhões de sistemas atualmente ligados à rede (Internet das Coisas), em tempo real sobre quase tudo, estando disponíveis a todo o momento.

O crescente volume de dados gerados continuamente requer ferramentas de análise mais eficientes. Os dados são formados por números, palavras ou outros sinais. Representam fatos discretos sobre a realidade do objeto analisado. Podem ser verificados e validados. Contudo, não têm qualquer significado se não forem interpretados e contextualizados para se converterem em informação que possam criar base para teorias e a previsão de tendências futuras que formam o conhecimento científico (GALEGALE, 2016).

A análise e a gestão de grandes quantidades de dados têm possibilitado a otimização de processos industriais, melhorando o consumo de energia e a qualidade de produção nas fábricas (ALMEIDA, 2019).

A capacidade de armazenamento e análise de informações na produção deve priorizar o designer, os processos e os ciclos dos produtos, reduzindo o consumo de recursos. A análise de dados provocará mudança significativa na forma como a produção se relaciona com o consumidor (FORESIGHT, 2016).

O grande desafio da indústria 4.0 é colecionar todos os dados considerados relevantes e processá-los, transformando-os em conhecimento (COELHO, 2016). Esta atividade requer sistemas tecnologicamente evoluídos, providos de capacidade de processamento em tempo real e algoritmos sofisticados. Alcançar o conhecimento e a sabedoria abre horizontes para além do imaginário, sendo um grande propulsor da sociedade e do caminho para a indústria do futuro (SCHAWB, 2016).

3.3.3 Internet das Coisas

O termo *Internet das Coisas*, do inglês “*Internet of Things (IoT)*”, refere-se a objetos físicos e virtuais ligados à internet (web). Ou seja, consiste em conectar a web aos mais variados objetos como, carros, prédios, semáforos, ônibus, bueiros, ruas e muito mais, dentro do conceito de cidades inteligentes (LIMA; PINTO, 2016). Nos mesmos termos, Almeida (2019) conceitua IoT como a conexão entre rede de objetos físicos, ambientes, veículos e máquinas, por meio de dispositivos eletrônicos, permitindo a coleta e a troca de informações.

Atualmente a IoT faz parte do nosso cotidiano. Está presente sempre que se usa o celular para ligar a televisão e o forno da cozinha ou para verificar a produção do sistema de energia. Além disso, é encontrado nos carros inteligentes que se automonitorizam e tomam decisões de segurança (travar, analisar condições da estrada e se autoajustar) ou, mesmo, procuram ajuda (GALEGALE, 2016).

A IoT surgiu em 1999, no Massachusetts Institute of Technology (MIT). Desde então, tem sido impulsionada pelo aparecimento e uso generalizado de sensores cada vez menores e baratos, bem como pelo avanço dos dispositivos móveis, comunicações *wireless* e tecnologias *cloud* (COELHO, 2016).

Almeida (2019) defende que a IoT é um dos alicerces do crescimento digital. Espera-se com a aplicação da IoT à Indústria 4.0 que um maior número de dispositivos seja acrescentado e conectado por intermédio de padrões tecnológicos, permitindo que dispositivos de campo se comuniquem e interajam uns com os outros como controladores mais centralizados.

3.3.4 Computação em nuvem

O incremento da utilização da internet acarretou o aumento do volume dos dados, tornando necessário desenvolver um sistema que facilitasse para as pessoas o acesso a informações de forma descentralizada. Surgiu daí a computação em nuvens, do termo inglês *cloud computing* (LIMA; PINTO, 2019),

Trata-se de um sistema de armazenamento de dados que permite o compartilhamento destes em diferentes localidades. Cada vez mais tarefas relacionadas à produção de bens e serviços no modelo da Indústria 4.0 requerem o uso de aplicativos e dados compartilhados entre diferentes localidades e sistemas para além dos limites dos servidores de uma empresa. A computação em nuvem possibilita uma grande redução de custo, tempo e eficiência (ALMEIDA, 2019).

3.3.5 Robótica

A padronização e o controle dos movimentos necessários à fabricação do produto ao longo de sua cadeia produtiva são importantes para a Indústria 4.0. Estes procedimentos são relevantes, mesmo havendo flexibilidade no processo. O uso de robôs programados para as tarefas necessárias à fabricação de produtos customizados ou à produção de grandes lotes sem a necessidade de supervisão humana permite que se trabalhe para automatizar e coordenar uma série de tarefas logísticas e de produção (ALMEIDA, 2019)

Segundo Cardoso (2016) e Romano e Dutra (2016), o uso de robôs autônomos permite sua operação sem a supervisão direta de humanos. Além disso, esses equipamentos são capazes de aprender novas funções e de se autoprogramarem, o que permitirá seu uso em processos de produção flexível.

3.3.6 Manufatura aditiva

A manufatura aditiva, também conhecida como “impressão em 3D”, envolve a produção de peças a partir de camadas sobrepostas de material, normalmente, obtidas de cartuchos com material plástico em forma de fio de seção circular, que são aquecidas no cabeçote da impressora 3D e, então, depositadas, camada por camada, obedecendo às dimensões previamente programadas a partir de um desenho em 3D feito em um software de desenho assistido por computador (*Computer Aided Design* – CAD) e transmitido ao software de programação da impressora 3D (ALMEIDA, 2019).

A impressão 3D, segundo Lima e Pinto (2019), permite custos cada vez mais competitivos em quantidade de produção e cada vez mais reduzidos. Os autores defendem que esta tecnologia pode ser primordial no momento de determinar a entrada num mercado em que os custos são muito altos ou muito baixos.

3.3.7 Realidade aumentada

Apesar de ser um dos pilares menos desenvolvidos da Indústria 4.0 até o momento, a realidade aumentada (RA) suporta uma variedade de aplicações e serviços em diferentes campos, como, a medicina e a educação. Aplicada às necessidades das indústrias, é possível obter desde instruções de montagem enviadas via celular para desenvolver peças de protótipo até o uso de óculos de realidade aumentada para a gestão e a operação de determinadas máquinas, melhorando procedimentos de trabalho (ALMEIDA, 2019).

Os sistemas baseados em realidade aumentada podem suportar grande variedade de serviços, tais como, selecionar peças em um armazém e enviar instruções de reparação por meio de dispositivos móveis (BAHRIN *et al.*, 2016). Assim, informações de manutenção em campo, muitas vezes, de difícil interpretação e que requerem a experiência do operador podem ser simuladas nos telemóveis, ou tablets, reduzindo os custos de deslocamentos e evitando interpretações erradas e, conseqüentemente, retrabalhos nas ações de manutenção (GORECKY, 2013).

A tecnologia RA pode incorporar novas interfaces homem-máquina para a fabricação de aplicações e ativos de tecnologia da informação (TI), a fim de melhorar a tomada de decisões (GORECHY, 2013).

De acordo com Romero (2016), a RA torna-se também uma tecnologia de habilitação chave para o ambiente da Indústria 4.0, na medida em que melhora a transferência de informações entre os mundos digital e físico e auxilia na cooperação entre seres humanos e máquinas.

Embora estes sistemas estejam atualmente numa fase inicial, no futuro o uso da tecnologia RA no ambiente industrial será muito mais amplo, visto que as empresas

já constataram que sua utilização pode oferecer vantagens significativas na redução da dependência, bem como na melhoria do controle da qualidade (GORECKY, 2013).

3.3.8 Cibersegurança

Um sistema com base nos conceitos da Indústria 4.0 deve ter seus sistemas produtivos integrados em uma rede de informações, interligando insumos, matéria-prima, máquinas e demais processos que envolvam a fabricação do produto. Todas essas áreas devem estar conectadas, e por isso a cibersegurança é um elemento fundamental para proteger sistemas e informações de possíveis ameaças e falhas que possam vir a causar transtornos na produção (ALMEIDA, 2019).

Schneider (2016) defende que uma violação aos sistemas de comunicação pode acarretar perdas econômicas ou colocar vidas humanas em risco. Segundo Cardoso (2016), a cibersegurança se destina a proteger redes industriais, computadores ou sistemas de comunicação de acesso não autorizados que possam comprometer a atividade econômica de empresas. Combater invasões requer esforços constantes, devido à evolução e ao aprimoramento dos ataques cibernéticos.

3.3.9 Simulação

A indústria 4.0, segundo Almeida (2019), preconiza a monitorização remota dos processos de produção, além do conceito já existente de simulação computacional das fases de um processo produtivo ou de um produto, que, na maioria das vezes, pode ser criado em uma prototipadora, por meio da produção aditiva (impressão em 3D). Esta medida evita possíveis falhas e aumenta a confiabilidade e a eficiência do caminho produtivo. A partir da coleta de dados em tempo real, é possível aumentar a velocidade da tomada de decisões.

Em uma fábrica virtual podem ser simuladas todas as etapas do processo relacionadas a uma linha de montagem. Isso possibilita melhorias na qualidade ou criação de produtos. Este ambiente permite simular operações e movimentos dos operadores, para prevenir futuros problemas ergonômicos (FIGUEIREDO, 2012).

Ghannou e Rodrigues (2018) advertem que é preciso avaliar a técnica de virtualização e que os dados devem ser obtidos previamente, para verificar a compatibilidade do ambiente. Implementação é um processo que deve ser pensado no longo prazo, indicando os riscos e benefícios para a virtualização.

3.4 Indústria 4.0 no Brasil

No Brasil, segundo Hahn (2016), a indústria nacional se encontra em atraso com relação aos avanços tecnológicos, quadro evidenciado quando se compara com os Estados Unidos, Japão e Alemanha. Verifica-se um ritmo inferior de substituição de linhas tradicionais de produção por linhas automatizadas. Zancul (2016) afirma que o País precisa avançar em relação aos poucos setores competitivos em escala global e aos processos integrados que garantem a produção customizada e produtos inovadores da Indústria 4.0.

A indústria nacional deve aumentar sua produtividade e participação para competir mundialmente e investir em inovação e educação, grandes projetos e outras iniciativas, reunindo o governo e a iniciativa privada. É necessário que o Brasil dê um salto de desenvolvimento e entre para valer na nova era da Indústria 4.0 (SANTOS *et al.*, 2018).

Dados da Confederação Nacional das Indústrias (CNI, 2016) informam que grande parte da indústria brasileira ainda está caminhando entre a Segunda e a Terceira Revolução Industrial – ou seja, entre o uso de linhas de montagem e a aplicação da automação – e que o setor automotivo é o mais adiantado em relação à Indústria 4.0, cujos profissionais estão em constante atualização para atender às demandas.

Muitas empresas brasileiras já automatizaram seus processos, mas ainda não conseguiram alcançar a manufatura digital. O último autor defende que a Indústria 4.0 apresenta duas vertentes: processos integrados, que garantem a produção customizada; e produtos inovadores. Em relação a essas vertentes, o Brasil precisa caminhar muito, uma vez que na escala global tem poucos setores competitivos (SANTOS *et al.*, 2018; ZANCUL, 2016)

Santos *et al.* (2018) citam os principais desafios da Indústria 4.0 no Brasil:

- a) aplicar novas tecnologias de *hardware* e *software* com estrutura adequada de internet, via integração digital das empresas na cadeia produtiva;
- b) criar mecanismos para a divulgação, facilitação e adoção de novas tecnologias da Indústria 4.0 pelas empresas no Brasil, com soluções que incluam a formação de profissional habilitado em tecnologia de informação;
- c) promover a regulação e o apoio para a implementação de novas tecnologias, por intermédio de políticas industriais e ações dos setores público e privado.

O conceito de Indústria 4.0 pode ser introduzido no Brasil e adequado a sua realidade, devendo-se pular etapas e aproveitar todos os conceitos de melhoria que essa “revolução” propõe. A dificuldade de sua implantação acontece em razão da falta de conhecimento sobre o processo ou da resistência pela novidade (HAHN, 2016)

O Brasil pode utilizar as novas tecnologias da Indústria 4.0 como oportunidade para reduzir o custo e melhorar a eficiência. Os autores reforçam que os benefícios e oportunidades estão relacionados a quatro mecanismos principais: produtividade e uso de recursos; empregabilidade socio- profissional; crescimento da receita; e aquisição de novos investimentos (SANTOS *et al.*, 2018)

3.5 Indústria 4.0 e seus impactos econômicos, ambientais, sociais e éticos

A Indústria 4.0, conforme Amorim (2017), implicará transformações profundas nos âmbitos econômico, político e social. Magalhães e Vendramini (2018) reforçam que avanços tecnológicos importantes têm modificado a estrutura econômica, política e social e o meio ambiente nas sociedades, interferindo na escala, no escopo e na complexidade dos negócios. Os autores apontam alguns impactos importantes a serem discutidos: econômicos, ambientais, sociais e éticos.

3.5.1 Impactos econômicos

Com o advento da Indústria 4.0, os negócios modificarão seu processo produtivo, tornando-o mais integrado aos diversos setores. Eles reformularão os padrões atuais de oferta de produtos e serviços, de modo a conseguir atender um público consumidor mais exigente e conectado com o mundo digital (CARDOSO, 2016),

As novas tecnologias da Indústria 4.0 promoverão uma produção mais enxuta, com a diminuição dos estoques, evitando desperdício de mão de obra e de matéria-prima, para entrar em sintonia com uma forma de consumo mais consciente (CAPUTO, 2015).

Magalhães e Vendramini (2018) afirmam que as tecnologias oriundas da Indústria 4.0 auxiliarão e viabilizarão a formação de redes mercadológicas sustentadas em plataformas de empresas de pequeno porte. As produções podem ser organizadas em menor escala e cadeias de fornecedores mais curtas. Os modelos de negócios baseados na alta tecnologia contribuem para reduzir as desigualdades em regiões subdesenvolvidas. No entanto, podem gerar extensos monopólios globais em larga escala, pela redução de custos, permitindo grandes economias. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) indica que o investimento em tecnologias digitais para expandir o conhecimento é uma estratégia capaz de reduzir a concorrência entre empresas do mesmo setor.

3.5.2 Impactos ambientais

As novas tecnologias são promissoras para desenvolver uma produção industrial com maior eficiência, minimizar o consumo de recursos naturais e contribuir para a redução da geração de resíduos e consumo energético. Para eles, a Indústria 4.0 será capaz de promover a gestão de processos mais eficientes, pela conectividade. Entretanto, pode acelerar condutas consumistas, pela redução dos custos de produção e distribuição, aumentando os danos associados ao ambiente e aos recursos naturais não renováveis (MAGALHÃES; VENDRAMINI, 2018)

Com a adoção das novas tecnologias e a melhoria da eficiência da captação e geração de energia, segundo Gomes *et al.* (2018), é possível economizar o consumo energético e, mesmo assim, manter a alta produtividade. Com a economia de energia, mas garantindo a produção, a empresa auxiliará na redução dos custos. Outros impactos defendidos pelos autores dizem respeito a: otimização do uso de recursos naturais, diminuição do impacto das atividades industriais no meio ambiente e redução dos erros durante o processo produtivo.

3.5.3 Impactos sociais

Em uma fábrica inteligente e mais automatizada os funcionários passam a ter melhor qualidade de vida e tornam-se mais produtivos. Além disso, de forma geral, um país com indústria mais qualificada e produtiva gera melhor distribuição de riquezas para a sociedade (GOMES *et al.*, 2018)

Com o advento da Indústria 4.0, segundo Cardoso (2016) e Amorim (2017), ocorrerão mudanças no mercado de trabalho e, conseqüentemente, no perfil dos empregados. Exigências de novas competências e habilidades profissionais (trabalho colaborativo e em equipe, gestão de tempo, resolução de problemas complexos, raciocínio analítico e disposição para compartilhar decisões) ocasionarão transformações nos profissionais, que terão de ser multidisciplinares e ter familiaridade com as novas tecnologias, pois trabalharão em ambientes automatizados e contarão com a ajuda de robôs e outras ferramentas tecnológicas.

Outras mudanças ocorrerão em relação à oferta de empregos. Pesquisa realizada pela Boston Consulting Group (BCG, 2015) concluiu que a introdução da robótica e a informatização do processo produtivo levarão ao encerramento de 610.000 postos de trabalhos, mas que haverá demanda para a criação de 960.000 novos empregos com especialização em TI, o que leva a um aumento líquido de 350.000 novos empregos até 2025.

Pesquisa promovida pelo Instituto Brasileiro de Altos Estudos em Direito Público (IBAEDP, 2016) aponta que haverá a criação de empregos que exigirão profissionais altamente qualificados, mas que ainda haverá um saldo negativo de, pelo menos, cinco milhões de empregos até meados de 2020.

3.5.4 Impactos éticos

A utilização de tecnologia para a tomada de decisões críticas na vida social exige debates e questionamentos sobre novas questões éticas. As tecnologias para finalidades políticas e comerciais exigem regulamentações jurídicas por questões éticas na sociedade (MAGALHÃES; VENDRAMINI 2018).

É preciso perceber que as alterações serão verificadas em ambos os lados da cadeia de abastecimento, em nível das exigências tanto dos clientes como dos parceiros do negócio. São quatro as principais alterações esperadas da Indústria 4.0, em geral, de acordo com Klaus Schwab (2016), em seu Livro *The Fourth Industrial Revolution*:

- a) expectativas dos clientes;
- b) produtos mais inteligentes e mais produtivos;
- c) novas formas de colaboração e parcerias; e
- d) transformação do modelo operacional e conversão em modelo digital.

Mais do que obter produtos, o cliente busca por experiências: embalagem, marca, serviço de atendimento, serviços pós-venda, o que os outros dizem sobre o produto, o que o produto diz sobre si mesmo, como são partilhadas as experiências por outros consumidores, o que se diz nas redes sociais e que informação está disponível para que se possa fazer uma escolha conscienciosa baseada em fatos, e não apenas intuições (SCHWAB, 2016).

A sociedade evoluiu de uma produção em massa para uma customização em massa, esta entendida como a produção de bens ou serviços que atendam às aspirações específicas e individuais a custos reduzidos, próximos dos custos de produção em massa sem customização, o que só é possível se a empresa revelar grande agilidade e flexibilidade (ALMEIDA, 2019).

3.6 Indústria 4.0 e o desenvolvimento de tecnologias no setor da Saúde

As aplicações de tecnologias no setor da Saúde podem ser consideradas como a incorporação de procedimentos práticos de conhecimentos. Destaca-se a utilização

de equipamentos, procedimentos clínicos e cirúrgicos, medicamentos, programas e sistemas de assistência à saúde da população (LIMA *et al.*, 2019).

As contribuições das tecnologias aplicadas à saúde cresceram exponencialmente a partir de meados do século XX e se tornaram essenciais e fundamentais para a qualidade dos serviços de atendimentos clínicos de saúde oferecidos à população, além de sua relevante importância para o crescimento econômico e industrial (SOUZA, 2016). Da mesma forma, os modelos de assistência e atendimento à saúde refletem a tendência dos padrões tecnológicos da sociedade moderna (SILVA *et al.*, 2015).

Ainda segundo Souza (2016), as questões econômicas relacionadas às tecnologias enfatizam a desvalorização das abordagens clínicas preventivas nos tratamentos em favor do consumismo. Dessa forma, os serviços de saúde e indústria tecnológica precisam conciliar as ações capazes de garantir um atendimento efetivo, seguro, mais humanizado e economicamente viável para a população.

As acentuadas mudanças nos procedimentos e atendimentos associados à aplicação dos recursos tecnológicos nos serviços de saúde trouxeram relevantes contribuições para garantir a melhoria da qualidade de vida da população e aumentar a longevidade. No entanto, tornou-se mais frequente a necessidade de enfrentar novos desafios, conflitos e críticas sobre a eficiência de tecnologias nos serviços de saúde (VERAS; OLIVEIRA 2018).

As análises das tecnologias empregadas nos serviços de saúde não são simples. Os órgãos governamentais buscam identificar os recursos tecnológicos prioritários para atender a população, especialmente em serviços públicos (ARAÚJO *et al.*, 2017).

Araújo *et al.* (2017) salientam que as novas tecnologias são consideradas, de forma generalizada, uma condição inevitável no cenário contemporâneo. Assim, exigem mecanismos de adaptação dos órgãos regulamentadores e de atendimentos à saúde. De acordo com Souza (2016), os recursos tecnológicos devem atender aos princípios de segurança e equidade social, além do envolvimento de parte representativa da sociedade, com preocupação, direta e indireta, na assistência à saúde do cidadão.

A expressão *saúde 4.0*, reflexo das alterações tecnológicas, traz em si a ideia de colaboração. Significa a associação da tecnologia à saúde, abrangendo a ligação entre os comandos e as máquinas, a incorporação dos processos de automação de hospitais e o aumento da independência dos pacientes sobre sua saúde (HUNG, 2013).

A saúde digital poderá transformar a sociedade. Com seus reflexos tecnológicos, permitirá às pessoas maior autonomia no cuidado com a própria saúde, uma vez que seus produtos afetarão o dia a dia delas, ultrapassando os muros de clínicas e hospitais (JIANG, 2017).

A essa nova realidade, os profissionais também precisarão se adaptar, uma vez que novas demandas aparecerão enquanto outras deixarão de existir com a automatização dos processos de trabalho e produtivos. Neste sentido, explica Silveira (2018):

Os trabalhos manuais e repetitivos já estão sendo substituídos por mão de obra automatizada, e com indústria 4.0 isso tende a continuar. Por outro lado, as demandas em pesquisa e desenvolvimento oferecerão oportunidades para profissionais tecnicamente capacitados, com formação multidisciplinar para compreender e trabalhar com a variedade de tecnologia que compõe uma fábrica inteligente.

As intervenções em aprendizagem e manuseio da informática e processos de interação em uma rede social na internet podem minimizar as perdas cognitivas próprias do processo de envelhecimento. Concluíram que a Indústria 4.0 oferecerá possibilidades de uma vida mais longa, mais saudável e mais ativa, uma vez que, em relação às atividades laborativas, as pessoas trabalharão de forma mais inteligente, e não mais intensamente (PASQUALOTTI *et al.*, 2017)

Os elevados custos dos sistemas de saúde, a maior expectativa de vida da população, a ampliação do conhecimento sobre saúde-doença e o crescimento das descobertas tecnológicas exigem medidas capazes de garantir a eficácia e a segurança, apesar da importância da incorporação de inovações tecnológicas na saúde (LIMA *et al.*, 2019)

Integrar os avanços tecnológicos nos sistemas de saúde é um desafio importante para superar as adversidades, minimizar os erros, melhorar a qualidade e garantir a segurança no atendimento clínico aos pacientes. O monitoramento e o controle dos efeitos da implantação de inovações tecnológicas nos atendimentos são importantes para as organizações de saúde, assim como os investimentos para aprimorar os ambientes de trabalho e contribuir para o cuidado destinado aos atendimentos dos pacientes (CASSIANI *et al.*, 2009).

A Saúde 4.0 tem como principais objetivos: melhorar o bem-estar dos pacientes; e aprimorar a prevenção. Ademais, a multidisciplinaridade contribuirá para uma visão holística do paciente, uma vez que, além dos médicos, outros profissionais da saúde se envolverão no cuidado das pessoas (JIANG, 2017).

Silva (2014) afirma que o bem-estar e a segurança do paciente e a boa qualidade da prestação do serviço são reflexos da tecnologia e do aumento da segurança, rapidez e eficiência nos diagnósticos e procedimentos. A tecnologia está efetivamente inserida no ambiente de cuidado ao paciente, de forma que a automação dos processos e a digitalização dos dados médicos contribuem para a concentração de todas as informações médicas em um mesmo programa, garantindo maior segurança aos envolvidos, sejam eles pacientes, médicos, enfermeiros ou funcionários (HUNG, 2013).

4 METODOLOGIA

Este capítulo contempla a metodologia adotada para o estudo proposto, compondo-se dos tópicos enumerados a seguir.

4.1 Caracterização do tipo, abordagem e método de pesquisa

Esta dissertação se enquadra como de natureza exploratória, com abordagem qualitativa. O método de pesquisa contemplou a entrevista em profundidade.

De acordo com Gil (2008), o objetivo de uma pesquisa exploratória é familiarizar-se com um assunto ainda pouco conhecido ou explorado. Para Piovesan *et al.*, (1995), este tipo de pesquisa contribui para categorizar informações complexas e identificar aspectos mais relevantes para o desenvolvimento do conteúdo.

Quanto à abordagem, optou-se pela qualitativa, que, dado seu caráter subjetivo, permite que os participantes exponham suas percepções e pontos de vista de maneira mais particular e aprimorada, na medida em que o investigador se empenha em compreender o comportamento dos partícipes por meio de suas particularidades. Conseqüentemente, este modo de fazer pesquisa valoriza, dentre outros aspectos, o emocional e o social, pois leva em consideração as atitudes, os comentários e os sentimentos dos sujeitos. Também, por possuir um caráter mais exploratório, permite um entendimento detalhado das informações e maior reflexão para a análise dos dados (BOGDAN *et al.*, 1994).

As pesquisas de abordagem qualitativa podem ocorrer por meio de entrevistas, observações de campo, anotações de registros e documentos, gravações de vídeos e checklist. No entanto, o aspecto qualitativo se baseia não pelo tipo de recurso, e sim pelo referencial teórico e metodológico, para a construção da investigação e a análise dos dados (DUARTE, 2004). A realização de entrevistas em profundidade permite compreender em profundidade a percepção dos respondentes acerca do objetivo analisado. A entrevista em profundidade, com base na linha central do tema de investigação, permite ao pesquisador realizar argumentações e elaborar perguntas complementares, para oferecer em detalhes a compreensão do relato do participante.

Portanto, a flexibilidade é uma ferramenta fundamental para avaliar a postura do pesquisador nesta técnica de aplicação da entrevista, estando sujeita à imprevisibilidade, diante das características pessoais e do contexto dos participantes (OLABUÉNAGA, 2012).

A entrevista em profundidade, no âmbito da abordagem qualitativa, é um instrumento de coleta de dados. Constituem uma forma não estruturada e direta de obter informações, realizadas individualmente, em que um respondente de cada vez é sondado por um entrevistador altamente qualificado a revelar motivações, crenças, atitudes e sentimentos sobre um determinado tópico (MALHOTRA, 2019),

4.2 Unidade de Análise e Sujeitos de Pesquisa

A unidade de análise deve estar em concordância com as características propostas pela ambiência do estudo e visa responder aos objetivos de pesquisa. Nesta pesquisa, a unidade de análise foi a fisioterapia no contexto da Indústria 4.0.

Como sujeitos de pesquisa, têm-se os fisioterapeutas inscritos no CREFITO-4 da região metropolitana de Belo Horizonte, cuja escolha deveu-se à garantia de regularidade na atuação desses profissionais. O sistema COFFITO/CREFITO, criado pela Lei Federal 6.316, de 1975, tem como atribuição principal regular, orientar e fiscalizar o exercício profissional de fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais, exercendo controle ético-social da fisioterapia e da terapia ocupacional e protegendo a sociedade contra o exercício ilegal e/ou irresponsável dessas profissões (COFFITO, 2009). O Conselho de Fisioterapia e o Conselho de Terapia Ocupacional, encabeçados por um órgão de nível federal (COFFITO), atuam em todo o território nacional, por meio de representações regionais (CREFITOs).

4.3 Instrumentos Estratégicos para a Coleta de Dados

O levantamento de dados foi realizado com base em dois instrumentos que abordam o tema "Indústria 4.0 aplicada à Fisioterapia". Inicialmente, foi aplicado um questionário de recrutamento (Apêndice A), seguido da entrevista em profundidade,

em que foram utilizados o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Apêndice B) e o roteiro de entrevista propriamente dito (Apêndice C).

O questionário de recrutamento foi composto por oito questões, metade relacionada à temática deste estudo e metade às questões sociodemográficas. Foi aplicado de forma *on-line*, via plataforma *Google Forms*®, no período de 25 de maio a 10 de junho de 2020. A utilização desta ferramenta ampliou as possibilidades de envio e recebimento do questionário encaminhado aos profissionais de fisioterapia da região metropolitana de Belo Horizonte inscritos no CREFITO-4, bem como de colaboração em seu preenchimento. O envio e a publicação do *link* do questionário de recrutamento se deram na timeline do *facebook*®, por aplicativo de mensagem *WhatsApp*® e por e-mail para grupos específicos. Com isso, conseguiu-se atingir 39 respondentes em um menor espaço de tempo, devido à dinamicidade da comunicação disponibilizada pelas tecnologias digitais.

Selecionaram-se 33 respondentes para a fase de entrevistas. Os critérios de inclusão foram: familiaridade total ou parcial com o uso de tecnologias no ambiente de trabalho; e interesse e disponibilidade para participação neste estudo. Seguiu-se com o contato com os profissionais selecionados. Destes, apenas 9 aceitaram participar do estudo. As recusas se deram por indisponibilidade no período de coleta dos dados, devido à sobrecarga de trabalho propiciada pela pandemia causada pelo COVID-19, como também por outros motivos não relatados pelos entrevistados.

Após a seleção dos profissionais, a entrevista foi agendada com base na disponibilidade do entrevistado e da entrevistadora e realizada de forma *on-line*, via plataforma *Zoom* (<https://zoom.us/>). Previamente a este momento, os entrevistados tiveram acesso ao TCLE, para informação sobre os métodos e a utilização dos dados exclusivamente para esta pesquisa. As entrevistas foram gravadas, com a permissão dos participantes e, posteriormente, foram transcritas.

4.4 Estratégia para a Análise de Dados

A estratégia adotada para analisar os dados consistiu na análise de conteúdo das entrevistas, procedimento relevante para elucidar os significados expostos nas

informações dos participantes. Os conteúdos foram organizados a partir da transcrição das entrevistas.

Os dados transcritos foram analisados com base nas fases definidas por Bardin (2006). Na primeira fase, pré-análise, as respostas dos fisioterapeutas foram organizadas em uma planilha no *Microsoft Excel*®, para a sistematização das ideias e da estrutura operacional da pesquisa. Ou seja, o material foi organizado para torná-lo operacional, sistematizando as ideias iniciais.

Segundo Bardin (2006), a fase de seleção do conteúdo possibilita identificar a frequência dos eventos observados, para que, posteriormente, sejam organizados em categorias, descrição, inferência e interpretação dos dados. Esta fase auxilia na elaboração de indicadores ou no destaque de indicadores por intermédio da seleção das informações provenientes das entrevistas.

Seguiu-se a fase de codificação e categorização, que organiza os dados válidos brutos em categorias e códigos analíticos. Bardin (2006) afirma que esta fase representa o momento de exploração dos dados, para definir as unidades de registros. As informações foram codificadas posteriormente ao estabelecimento das categorias, com base nos temas do conteúdo avaliado, além de verificar a frequência de ocorrência desses eventos. As informações foram transcritas considerando os elementos chaves e obedecendo aos objetivos da pesquisa. Esta fase, realizada com base no referencial teórico sobre o tema descrito, é importante porque disponibiliza dados que enriquecem as interpretações e as possibilidades de inferências.

5 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, procede-se à descrição e análise dos dados da pesquisa, compreendendo o perfil dos fisioterapeutas pesquisados e os códigos analíticos, tendo em vista as categorias que emergiram da realização das entrevistas: informação, tecnologia e equipamentos, impactos econômicos, impactos éticos, pandemia causada pela COVID-19 e fatores que influenciam a produtividade.

5.1 Caracterização do perfil dos pesquisados

O QUADRO 1 descreve o perfil dos fisioterapeutas entrevistados, identificados pela letra “S”, de sujeito de pesquisa, seguida da numeração crescente, à medida que as entrevistas aconteceram.

Quadro 1 – Perfil dos fisioterapeutas entrevistados

Sujeito	Sexo	Tempo de formação	Unidade de negócio	Regime de trabalho
S1	Feminino	14 anos	Instrutora de Pilates clínico, atendimento domiciliar e academia para prática de atividades físicas	Empresária
S2	Feminino	12 anos	Educação de Ensino Superior / Neurológica	Vínculo empregatício - CLT
S3	Feminino	8 anos	Fisioterapia ortopédica e traumatológica	Vínculo empregatício - CLT / autônomo
S4	Masculino	12 anos	Fisioterapia hospitalar	Servidor público (efetivo)
S5	Feminino	10 anos	Fisioterapia ortopédica	Vínculo empregatício – CLT
S6	Masculino	5 anos	Fisioterapia ortopédica e traumatológica	Vínculo empregatício – CLT / servidor público (contrato administrativo temporário)
S7	Feminino	15 anos	Instrutora de Pilates clínico	Vínculo empregatício – CLT
S8	Feminino	25 anos	Fisioterapia ortopédica e traumatológica, instrutora de Pilates clínico e Reeducação Postural Global	Empresária
S9	Feminino	4 anos	Instrutora de Pilates clínico e atendimento domiciliar	Vínculo empregatício - CLT / autônomo

Fonte: dados da pesquisa.

O Quadro 1 mostra a presença de 7 mulheres e 2 homens, com tempo de formação variando entre 4 e 25 anos. Com o advento das constantes inovações tecnológicas promovidas pela Indústria 4.0, os profissionais, dentre eles os fisioterapeutas, deverão

manter-se aptos a atender às exigências do mercado de trabalho. A defasagem profissional e a obsolescência decorrente de fatores individuais, como a idade, foram apontadas como consequência da falta de atualização constante, distanciando as habilidades do profissional das exigências do mercado (ROCHA *et. al.*, 2016).

A relação de trabalho dos fisioterapeutas, seja como autônomos, empresários ou de vínculo empregatício (CLT), incluindo contratos temporários ou por tempo indeterminado, gerou uma reflexão sobre o comprometimento do profissional e o uso das novas tecnologias. De acordo com Rios (2007), relações que favoreçam a precarização do trabalho impactam negativamente os vínculos psicológicos estabelecidos, desmotivando o profissional a atualizar-se. Relações de trabalho com vínculos mais precários, como o contrato temporário, interferem negativamente na motivação dos profissionais e na utilização de tecnologias. Em contrapartida, a motivação para a evolução técnica na profissão, tal como a utilização das novas tecnologias, é maior nas relações de trabalho empresário e autônomo, visto que o maior envolvimento com as atividades desempenhadas trará consequências positivas, como a manutenção e o crescimento da carteira de clientes, além de impactar positivamente a remuneração, conforme afirmam Bastos *et al.* (2013) quando sugerem que quanto mais tempo e dinheiro o trabalhador investir na carreira maior seu comprometimento com ela.

As áreas de atuação dos entrevistados são: Fisioterapia Ortopédica e Traumatológica, Fisioterapia Hospitalar, Instrução de Pilates Clínico, Fisioterapia Neurológica, Fisioterapia em Reeducação Postural Global, Atendimento Domiciliar, Atendimento em Academia de prática de atividades físicas e Docente de Ensino Superior. Conforme relataram os entrevistados, algumas unidades de negócio favorecem a utilização de novas metodologias, sugeridas por variados ramos tecnológicos, que se mostram muito eficientes, seja na reabilitação ou no fortalecimento muscular dos pacientes acometidos por patologias e incidentes que afetam os movimentos. Gameterapia, como o *Nintendo*® *Wii*, e Realidade Virtual podem ser usadas nas áreas Ortopédica, Traumatológica e Neurológica.

5.2 Descrição e análise qualitativa dos dados: codificações e categorias

A análise de conteúdo identificou seis códigos analíticos: informação, tecnologia e equipamentos, impactos econômicos, impactos éticos, pandemia causada pela COVID-19 e fatores que influenciam a produtividade. As codificações, cuja síntese pode ser conferida no QUADRO 2, foram definidas posteriormente ao estabelecimento das categorias.

Quadro 2 – Códigos analíticos e categorias do conteúdo das entrevistas

Código analítico	Categoria
Informação	Acesso à informação
	Atualização constante
Tecnologia e equipamentos	Acesso às novas tecnologias e equipamentos
	Interesse por novas tecnologias
	Experiências exitosas
Impactos econômicos	Tecnologia como fator diferenciador do profissional no mercado de trabalho
	Tecnologia como fator de fidelização dos clientes
	Tecnologia como fator diferenciador do profissional na conquista por melhores honorários
Impactos éticos	Divulgação profissional
	Teleconsulta, telemonitoramento e teleconsultoria
Pandemia causada pela COVID-19	Uso de tecnologias
	Novos desafios
Fatores que influenciam a produtividade	Estresse
	Motivação profissional

Fonte: dados da pesquisa.

Nas seções a seguir, analisa-se o conteúdo das narrativas dos entrevistados, com base nos códigos analíticos, nas categorias apresentadas e no referencial teórico proposto para esta pesquisa.

5.2.1 Informação

Este código analítico refere-se aos aspectos que evidenciam o acesso dos fisioterapeutas aos conceitos e demais conhecimentos sobre a Indústria 4.0, trazendo à tona a abordagem da centralidade do trabalho. Os pesquisados acentuaram como principais elementos dessa codificação as categorias *acesso à informação* e *atualização constante*.

Quanto à categoria *acesso à informação*, foi perguntado aos entrevistados sobre a familiaridade deles com o conceito de Indústria 4.0. Todos responderam que possuem pouco conhecimento sobre o conceito, como revela o trecho que segue:

Eu não estou muito familiarizada, não. Eu pretendo estudar e ficar mais por dentro mesmo. O que eu vejo lá na clínica é a questão da plataforma que a gente usa. Às vezes, eu vejo lá meu chefe: tira umas fotos com uns aplicativos que têm os ângulos das articulações, mostra direitinho o antes e o depois. E aí é uma coisa que a gente vê que é interessante. Mas eu ainda estou um pouco por fora. Eu sei que preciso dar uma estudada e estar por dentro também. Eu acho importante. É uma grande evolução. (S5)

O que foi exposto acima diferencia das respostas dadas pelos fisioterapeutas na fase de aplicação do questionário de recrutamento. Naquele momento, responderam que estão, total ou parcialmente, familiarizados com o uso de tecnologias em seu ambiente de trabalho, destacando as seguintes: plataforma de envio de exercícios aos clientes, digitalização de dados, armazenamento de informação, cursos on-line, mídias sociais, programas de gestão e de evolução de pacientes e plataforma de comunicação. Portanto, apesar da utilização de tecnologias no cotidiano profissional, os entrevistados não estão familiarizados com o conceito da Indústria 4.0.

Procedeu-se à leitura do conceito de Indústria 4.0 para todos os entrevistados. Apenas um fisioterapeuta afirmou que ficou esclarecido e que estava dentro daquilo que imaginava (S9).

Em outro momento, alguns dos entrevistados reforçaram a falta de conhecimento sobre os preceitos da Indústria 4.0, como se observa abaixo:

(...) apesar de eu estar dentro de um serviço que eu sei que tem a big data e que tem várias dessas tecnologias, eu nunca senti que eu estava manejando-a. Como se fosse assim: eu até trabalho lá no setor de pesquisa e extensão, eu trabalho com documentos, e esses documentos vão sendo registrados por outros profissionais que cuidam disso. Eu nunca me senti responsável por fazer essa parte ou usar essa parte de tecnologia. É como se eu passasse esse tipo de tecnologia pra outra pessoa, a informação que eu estou gerando, digamos assim. (S2)

O advento da Indústria 4.0 tornou necessária a aquisição de novas competências pelos profissionais para ingressarem e permanecerem no mercado de trabalho. Isso implica a adaptação das ofertas formativas aos objetivos requeridos pela nova era. Segundo Schwab (2018, p. 53), “apesar do potencial impacto positivo da tecnologia

no crescimento econômico, é essencial, contudo, abordar o seu possível impacto negativo, pelo menos no curto prazo, no mercado de trabalho”. Por isso, entende-se que é incontestável que o profissional moderno necessite de determinadas competências para se adequar à evolução laboral. O fisioterapeuta necessita, portanto, de qualificação técnica para lidar com o mundo virtual e com os desafios impostos pela Indústria 4.0.

Em relação à categoria *atualização constante*, alguns entrevistados apresentaram elementos que demonstram que os fisioterapeutas que exercem a profissão de professores universitários possuem mais informações sobre as novas tecnologias advindas da Indústria 4.0, como revela a entrevista a seguir:

Acho que a realidade ali dentro da universidade é diferente. A gente tem acesso porque está testando as coisas, está querendo ver se funciona com os pacientes, e tal. Mas no dia a dia, na clínica, no campo, eu não vejo muito, a não ser alguns locais muito específicos, como umas clínicas mais de ponta, algumas coisas assim. Usam coisas de tecnologia e algumas questões mais avançadas. Mas, de uma forma geral, acho que tem pouca utilização ainda. É uma coisa que está sendo inserida agora. Essa é minha visão. (S2)

Segundo Rodrigues *et al.* (2017), o mercado de trabalho da Indústria 4.0 exigirá a capacitação dos trabalhadores, uma vez que demanda indivíduos capazes de sustentar as transformações digitais inerentes a esta “revolução”. Os autores defendem que o setor acadêmico deve avaliar e adaptar suas ofertas formativas, a fim de alinhá-las às necessidades das futuras gerações de profissionais e do mercado de trabalho. No mesmo sentido, Tadeu (2016) afirma que é necessário contratar ou formar trabalhadores habilitados na construção, operação e manutenção dos sistemas e tecnologias incorporadas pela Indústria 4.0.

A especialização contínua dos fisioterapeutas promoverá a reinvenção dos processos internos do profissional, de maneira a acompanhar a velocidade das mudanças tecnológicas. Isso, conseqüentemente, contribuirá para a construção de uma imagem de referência, tornando-se destaque no mercado de trabalho, como ilustram os relatos a seguir:

Eu acho que, pelo menos na minha área especificamente, que muita coisa a gente não tem e está se descobrindo agora. Então, assim, a tecnologia veio pra ajudar, né? Eu acredito que em matéria de inovação pode ser um

diferencial para o próprio paciente querer manter esse profissional, e não outro, se ele procura inovar em relação ao tratamento e propostas. (S2)

Assim, eu tenho conhecimento do quanto que a tecnologia é importante, principalmente no uso de jogos, para desenvolver pacientes, crianças, pacientes neurológicos, com o uso da tecnologia nesse sentido. Também, na busca de conhecimento, a gente enquanto profissional tem sempre que estar atualizando. Então, é uma ferramenta extremamente importante. A busca por novas abordagens, cursos, artigos, tudo isso, a gente precisa da tecnologia pra ter um acesso mais facilitado. E, também, o uso da vídeo-chamada. E a outra forma que a tecnologia tem ajudado é pelas redes sociais, que é um meio muito eficiente de propaganda, divulgação de trabalho... Então, é uma forma do profissional se tornar conhecido e ser acessado. (S9)

A análise dos depoimentos do código analítico informação permite perceber que os fisioterapeutas têm pouco conhecimento sobre o conceito da Indústria 4.0 e demais assuntos correlacionados. Os fisioterapeutas atribuem alta importância à tecnologia, no entanto possuem pouco conhecimento acerca do tema. No novo panorama tecnológico, modificações se fazem necessária sobre a provisão de capital humano adequado; ou seja, capacitado para as demandas que surgem a partir da inserção de novas tecnologias no mercado de trabalho.

As instituições de ensino já fazem uso de algumas novas tecnologias, como, laboratório de simulação, videoconferência e videoaula. No entanto, os resultados demonstram que os fisioterapeutas carecem de uma atualização constante para se sentirem preparados para atuar em um ambiente de Indústria 4.0. Isso está de acordo com os ensinamentos de Tadeu (2016) quando afirma que o potencial inovador da Indústria 4.0 está em seu caráter potencial inovador. Onde a escolaridade das mudanças, inovações e rupturas for alta, a capacitação além da escolaridade também será compreendida como potencial de se adaptar, de maneira continuada e ágil, às mudanças, assim como à capacidade de aprender coisas novas e de se ambientar em novos contextos.

5.2.2 Tecnologia e equipamentos

Quanto ao código analítico *tecnologia e equipamentos*, as entrevistas e análises revelaram as categorias: *acesso às novas tecnologias e equipamentos, interesse por novas tecnologias e experiências exitosas*.

Os fisioterapeutas pesquisados consideram que diversos são os fatores que impedem o acesso às novas tecnologias e equipamentos. Quatro fatores serão identificados e discutidos nesta subseção.

a) Falta de aparatos eletrônicos, como uma internet de qualidade e equipamentos adequados, conforme se observa no relato a seguir:

A complexidade que, talvez, pode existir do outro. A falta do recurso às vezes, né, porque demandam um recurso de sistema assim que funciona bem. Por exemplo, se é um profissional que não tem uma boa internet e não tem bons equipamentos, que não consegue fazer isso, pode ser dificultador. (S2)

Santos *et al.* (2018) afirmam que o investimento em inovação e em educação se faz necessário para o desenvolvimento das indústrias brasileiras nos moldes da Indústria 4.0. Herzlinger (2006) complementa que a tecnologia na área da Saúde evoluiu rapidamente e que a compreensão de como e quando adotar ou investir é criticamente importante. Muitas das tecnologias envolvem questões secundárias, com infraestrutura que suporta a tecnologia e capacitação dos profissionais.

b) custo de investimento na implantação das novas tecnologias, como relatado a seguir:

Diria investimento, primeiro ponto. Como eu disse, frente aos meus dois trabalhos, o primeiro recurso depende principalmente da prefeitura. Então, não vejo incentivo de investimento para tentar modernizar, tentar a inserção de alguns recursos para uma melhor avaliação para outras atividades nenhuma. E nem no meu outro ambiente de trabalho também eu vejo que o interesse é o mínimo, querer investir na clínica para atender melhor. Na minha vida atual, eu diria que é o mínimo nos meus dois trabalhos. (S6)

Pensando nas questões dos games, por exemplo, eu acho mais difícil identificar muitos grupos que tenham essa busca, por causa, às vezes, do valor, do retorno financeiro que esse tipo de tecnologia dá para o profissional. Mas, pensando por esse lado da divulgação de trabalho, utilizando a tecnologia, a internet, o telefone etc., eu acho que a procura de zero a dez está indo nove. (S9)

Becheikh *et al.* (2006) sustentam que um bom desempenho financeiro, fundos disponíveis e orçamento para atividades relacionadas à inovação têm um efeito positivo e significativo na implantação de novas tecnologias. Dessa forma, altos custos de implantação de inovações na fisioterapia podem desencorajar o desenvolvimento tecnológico.

c) Questões intrínsecas dos profissionais, como, interesse e curiosidade sobre o assunto. O depoimento a seguir é esclarecedor a esse respeito:

Eu acho que a limitação do serviço de fisioterapia, como é o meu caso. A gente está um pouco limitado com relação às tecnologias. Não tem tantas tecnologias assim. Agora, é buscar, ter a curiosidade de saber como atuar com o paciente no dia a dia. Acho que isso pode ser uma limitação, sim. (S4)

Constata-se, pois, o pouco interesse dos profissionais pela educação continuada em relação às novas tecnologias, visto que a formação no trabalho é considerada suficiente. Entretanto, no contexto de mudança da Indústria 4.0, a qualificação é necessária, significando ganho de experiência subjetiva (MONIZ, 2018).

d) Percepção sobre o suporte oferecido pelas empresas ou locais onde trabalham, com o intuito de utilizar as novas tecnologias. Algumas afirmações dos fisioterapeutas demonstram que há incentivo e suporte por parte dos empregadores, em sua maioria do setor privado, principalmente após o início da pandemia causada pelo COVID-19, conforme os relatos a seguir:

Antigamente, antes da COVID, existia até uma propaganda de que não se usava a tecnologia lá dentro, né [...] No trabalho, eu acredito que agora isso mudou, mais aberto à tecnologia, nesse sentido, de internet e de distância, mas sempre foram muito abertos à tecnologia no sentido de inovação de produtos, digamos assim [...] Eles são muito abertos pra novidades. (S2)

Então, lá na minha empresa, eu sei que quem toma conta dessa parte domina bem a tecnologia da fisioterapia, tanto que implantou lá um novo sistema de Zen Fisio da plataforma, que é pela internet, pela página da internet. Então, acho que ele domina bem e está começando a mostrar pra gente, né, como que implantou o sistema e mostra a importância, como é importante essa tecnologia e como é importante para a gente sair na frente no mercado. [...] Digamos que dá treinamento, né, ensina a gente a usar. Eu creio que isso seria um suporte, né, que ajuda a gente mostra, mostra como que é, como que mexe, ensina direitinho. Acho que é necessário um suporte. (S5)

Na contramão, os fisioterapeutas relataram que no setor público há pouco incentivo na utilização de tecnologia, como mostram as falas a seguir:

Eu acho que poderia existir, mas o que nos limita é o paciente. Quando não se tem muito o que se evoluir no paciente, é uma questão muito difícil, pois não tem como o paciente evoluir muito na área que eu atuo. Então, você acredita que há apoio e suporte pra isso? Não. O limite é o nosso paciente. Não nos possibilita nem como profissionais e nem pelo Poder Público de oferecer algum recurso ou tecnologia. Essa é a maior dificuldade. (S4)

Há conhecimento de que há benefícios, mas em momento algum pensam em implementá-los. É como eu disse, a questão da prefeitura. Tem que ter o recurso do prefeito. (...) Teria que ter uma implementação, uma formalização no termo de todos os centros estarem utilizando o mesmo recurso de forma igualitária. Então, eu acho que é um pouco difícil fazer esse investimento. (S6)

Todos os profissionais entrevistados afirmaram que se tivessem tempo e recursos estariam mais aptos a utilizar as novas tecnologias:

Eu gosto de conhecer coisas novas, aprender a usar outros recursos. Então, eu acredito que essas coisas estão sendo criadas pra facilitar mesmo o trabalho e o gerenciamento de informação. Então, com o treinamento eu acredito que sim. A gente fica com medo de entrar sem treinar, sem saber o que fazer, porque a impressão que eu tenho é que a gente tem uma responsabilidade com esse tipo de informação, entende, e por isso é importante ter uma pessoa treinada para mexer. (S2)

Eu acho que com a utilização de como você disse de realidade virtual, alguns aplicativos específicos para análise e compartilhamento de dados entre outras pessoas via internet poderia fazer comparação, um método de tratamento, uma averiguação de planos de tratamento melhor elaborada teria uma vantagem na questão da resolução do problema do paciente e na questão também do que funciona ou não. Eu acho que esse acompanhamento seria bem melhor. (S6)

Segundo Dziallas *et al.* (2019), a cultura organizacional é determinante do modo como a integração da inovação ocorrerá na empresa. As crenças e os valores de uma empresa influenciam diretamente a tolerância a riscos, o treinamento e desenvolvimento de equipe e a motivação dos funcionários para desenvolver e implementar novas ideias. Dessa forma, o suporte de empregadores ou de outro profissional é fator determinante para a inserção do fisioterapeuta no contexto da Indústria 4.0.

Outro fator que compõe a primeira categoria diz respeito ao nível de inserção das tecnologias no campo de atuação da fisioterapia. Alvim (1998) afirma que a Indústria 4.0, quando abrange a área da Saúde, é utilizada para representar a integração da tecnologia da informação e a comunicação para identificar, prevenir e solucionar um problema de saúde e melhorar a qualidade de vida no setor de Saúde. Nesse sentido, os entrevistados relatam que estão pouco inseridos neste ambiente, limitando o seu uso aos programas de prontuário eletrônico que compõem a avaliação e o acompanhamento dos pacientes e às novas modalidades de atendimentos possíveis

a partir da Resolução 516, de 20/03/2020, do COFFITO, a saber, teleconsulta, teleconsultoria e telemonitoramento, como mostram os relatos a seguir:

Na verdade, o que eu entendo em relação a essa fisioterapia é mais relacionada à tecnologia e à internet. Por exemplo, aplicativos que auxiliam a gente que medem a angulação do membro do paciente. E, aí, a gente consegue tirar foto e comparar, fazer vídeos e comparar o antes e o depois. Igual a um lá na clínica, o sistema on-line, onde que a gente consegue colocar a ficha do paciente, consegue colocar arquivos, fotos... O que eu entendo é mais ou menos isso da Fisioterapia 4.0 (...). (S5)

Então, a questão da avaliação, principalmente a pisada, de um curso que eu cheguei a olhar há pouco tempo, que eu iria estar fazendo, tem muita mudança de como é feita essa avaliação da pisada por meio de computadores. A questão do próprio material de palmilha, entre outras próteses que são confeccionadas, tem mudado bastante também. Entre muitas outras coisas para aferição de força, de temperatura, de amplitude de movimento, está tendo uma gama muito grande de equipamentos que vêm ajudando e simplificando nossa vida e dando uma maior confiabilidade, o que eu acho que é o mais importante. (S6)

É nítida a limitação da utilização dos recursos tecnológicos na reabilitação de pacientes. Merece destaque a telemedicina, que envolve tratamentos físicos e psicológicos a distância, incluindo a monitorização a distância da saúde dos pacientes. Tal ferramenta foi autorizada pela Resolução 516 do COFFITO, pós-início da pandemia causada pela COVID-19, a qual representa uma das grandes vantagens que a tecnologia proporcionou ao atendimento fisioterápico.

Um fator apontado por um entrevistado que interfere no acesso às novas tecnologias e equipamentos é a interface homem-máquina. Disposta de maneira simples, favorece essa interação. Sobre o tema, Cavallin (2015) afirma que, para o desenvolvimento da interface homem-máquina, é fundamental a usabilidade, que diz respeito a todas as características que permitem ao usuário interagir com o computador, destacando: facilidade de aprendizado, velocidade na execução das tarefas e preparação do sistema para evitar erros de usuários. Esse fato é evidenciado no relato a seguir:

A tecnologia vai ajudar, principalmente pensando em avaliação e contato com o paciente. Acho que isso pode otimizar a utilização. Se for muito complexa, eu acho que pode dificultar. Então, tem que ser uma coisa com manejo fácil, né, que não precise de muitas etapas, digamos assim, ou que não vai gastar muito tempo. Então, acredito que se há algumas tecnologias que é fácil de você seguir e fazer, essas vão dar muito certo. Já as que são mais complexas, talvez estejam dentro de nichos específicos. (S2)

Ainda em relação à primeira categoria, o fator grau de facilidade de uso das tecnologias foi relatado nas entrevistas pelos profissionais. Os fisioterapeutas afirmaram que os jovens profissionais possuem maior facilidade quando comparados com os profissionais com maior tempo de experiência. Eles defendem que isso se deve ao maior interesse, motivação e treinamentos realizados pelo jovem fisioterapeuta. Essas afirmações são percebidas nas falas a seguir:

(...) Eu vejo meus alunos. Eles têm facilidade de lidar com algumas tecnologias que a gente não tem, né? Então, criação de aplicativo, todos os dias criam um aplicativo novo para a gente fazer análise de fisioterapia, análise de movimento, análise de marcha, e por aí vai. Então, assim, a facilidade tem a ver com a idade. O pessoal mais novo tem mais facilidade. À medida que você vai tendo mais tempo de formação, a idade fica mais difícil. Eu vejo que os meus colegas que têm mais anos de profissão têm mais dificuldade em lidar com essa tecnologia do que os que estão começando agora na docência. Pensando em fisioterapia de uma forma geral, eu acho que funciona da mesma forma: pensando em usar as coisas mais modernas. (S2)

É como eu disse, no meu caso, do trabalho com a prefeitura, com os profissionais um pouco mais antigos e de total dificuldade, eles têm dificuldade em aceitar primeiro e uma dificuldade em aprender. Como esses outros profissionais de amigos que formaram junto comigo, se comparado aos profissionais da parte de manhã, tem uma adequação um pouco maior. Conseguem aplicar isso de forma mais satisfatória no ambiente de trabalho e também se mostram menos restritos a essa mudança. Então, eu diria que é mais fácil aceitação disso. (S6)

Tudo isso desperta a discussão a respeito das competências requeridas dos fisioterapeutas no contexto da Indústria 4.0. Exige-se dos profissionais inseridos nesta nova era o desenvolvimento de novas competências, capazes de atender às exigências das novas tecnologias. Da mesma maneira, a aprendizagem contínua precisa estar difundida na cultura da fisioterapia, estimulando o desenvolvimento de competências individuais e institucionais para o sucesso dos empreendimentos. Nesse sentido, “um dos seus grandes trunfos que contribuirão para a diferenciação das empresas no mundo dos negócios é a gestão de seus conhecimentos e a capacitação de seus trabalhadores para esta nova fase dos processos produtivos” (AIRES; MOREIRA; FREIRE, 2017, p. 227).

Quanto à categoria *interesse por novas tecnologias*, quatro entrevistados apontaram que os fisioterapeutas com maior tempo de formação possuem menos interesse por tecnologia no ambiente de trabalho, o que se confirma nas falas a seguir:

Olha, o pessoal mais novo, né, o pessoal mais recente, formado recentemente, a receptividade deles é tranquila. Agora, o pessoal mais velho, que formou das primeiras turmas de fisioterapia em Minas Gerais, que eu conversei com alguns, eles têm um pouco mais de receio da tecnologia, eles têm mais dificuldades. (S4)

Os fisioterapeutas que eu tenho contato são da minha geração. Todos são mais conservadores e têm essa dificuldade. Agora, os fisioterapeutas mais novos já veem isso com uma facilidade, já têm uma intimidade maior com essa tecnologia. Então, pra mim é bem difícil. Eu confesso que é bem difícil (...). (S8)

Conforme Rocha *et al.* (2016), fatores pessoais, que dizem respeito ao indivíduo (idade, personalidade, aptidão etc.), podem ser causa da obsolescência, que é o estado em que os profissionais já não têm o conhecimento ou habilidades necessárias para desempenhar bem suas atividades atuais ou futuras. Nesse sentido, conforme se observa nos trechos das entrevistas acima, o tempo de formação profissional poderá contribuir para a falta de interesse por educação contínua e, conseqüentemente, por inovações tecnológicas.

Ainda nesta categoria, os fisioterapeutas apontaram que o interesse em utilizar as novas tecnologias está relacionado ao regime de trabalho do profissional, de forma que o empresário ou o autônomo possuem maior interesse em se atualizar para se destacar no mercado de trabalho, ao contrário dos contratados pelo regime CLT ou estatutário. O relato a seguir confirma essa afirmação:

(...) com outros profissionais que eu conheço, que formaram junto comigo e estão em outras áreas, em outras clínicas, abriram seu próprio negócio, diria que o interesse é o máximo. Estão sempre se atualizando e tentando ver o que há de melhor no mercado. (S6)

O tipo de vínculo empregatício foi apontado pelos entrevistados como um diferenciador do interesse por inovação tecnológica. Rousseu (1995) afirma que as relações estabelecidas entre empregado e empregador, quando as expectativas do contrato são atendidas, favorecem desempenhos mais expressivos em relação às metas organizacionais. Rios (2007) sustenta que autônomos ou empresários apresentam um envolvimento afetivo em termos de futuro na organização, ao contrário dos contratos empregatícios (CLT) dos trabalhos temporários e dos vínculos indiretos, que, em função da falta de estabilidade e equilíbrio, desfavorece o comprometimento afetivo – ou seja, o grau em que o indivíduo se sente emocionalmente ligado à

organização. Dessa maneira, conforme os relatos, o tipo de vínculo poderá moldar o comportamento do empresário ou dos funcionários, influenciando, positiva ou negativamente, a inovação e a mentalidade de mudança.

Em suma, a categoria em análise demonstra a necessidade de mudança da postura profissional diante do novo paradigma da Indústria 4.0, uma vez que os fisioterapeutas irão experimentar oportunidades e ameaças que dependerão da qualificação de capital humano.

Em relação à categoria *experiência exitosa*, vinculada ao código analítico tecnologia e equipamentos, os fisioterapeutas citaram as tecnologias digitais que repercutiram positivamente no ambiente de trabalho: uso de aplicativos para testes fisioterápicos, uso de aplicativos e programas de atendimento e monitoramento de pacientes a distância através da internet, e uso de prontuários eletrônicos, conforme se observa nas falas a seguir:

Como eu trabalho com pesquisa, usei já em alguns momentos testes, testando alguns equipamentos com os meus pacientes e vendo uma boa resposta. Por exemplo, tem uma linha de pesquisa que eu e meu colega trabalhamos com o número de passos dentro de aplicativos. A gente testou se eles conseguem medir muito bem com o paciente e se o paciente pode ficar uma semana para esses aplicativos funcionando direitinho, se eles sabem usar esses aplicativos, se eles têm acesso. Então, foi uma experiência exitosa, que abriu espaço para a gente pensar no futuro para isso também, né, sobre como deixar o paciente mais autônomo e intervir a distância. Por aí vai, né. Essa experiência a gente já teve. E, agora, com COVID, essa história do grupo a distância também tem sido exitosa. A gente não está usando uma tecnologia muito moderna não, sabe, a gente está fazendo bem básico mesmo através de mensagens, monitoramento a distância com ligações, e por aí. Mas já é um protótipo. Eu tive dificuldade para fazer com que todos tivessem WhatsApp. Um dos limitadores pode ser o acesso do paciente à tecnologia, e não do fisioterapeuta. E foi o que eu achei mais difícil. Mas foi exitoso porque abraçaram, resolveram fazer tratamento a distância e usam a tecnologia. Estão me dando feedback, fazendo filmagem e me mandando os exercícios que fizeram. Então, foram duas coisas bacanas que aconteceram e coisas simples, né: filmagem e WhatsApp. (S2)

O que eu acho legal de mostrar é a evolução do paciente. As fotos que a gente tira com ângulo – às vezes, uma operação no joelho, artroscopia, aí o paciente chega com falta de ADM, falta de extensão do joelho. Aí, com o aplicativo, a gente tira foto. Aí, o aplicativo já mostra o ângulo do joelho que a pessoa chegou. E, no final, a gente tira e mostra o ângulo depois. Aí, o paciente vê o tanto de ADM que ele ganhou ali no joelho. Eu acho bacana de mostrar resultado mesmo pro paciente. Às vezes, o paciente fala que está fazendo fisioterapia e não está adiantando nada, e quando tem esse recurso que mostra os resultados é legal pra mostrar pro paciente. (S5)

Eu estou tendo hoje com a consulta, né. Eu já dei alta pra pacientes fazendo acompanhamento a distância e depois da consulta feita a distância. Então, eu tenho tido êxito. Ela funciona. Mas dentro da clínica, não. Com ela ou sem ela iria funcionar do mesmo jeito. Ela não acelerou a eficácia no tratamento, não reduziu o número de atendimento por causa da tecnologia. (S8)

Eu nunca tinha utilizado pra fazer atendimento domiciliar. Então, alguns pacientes, por receio do atendimento presencial no início da pandemia e com a contribuição e participação da família, eu consegui atender video-chamada. E eu não esperava, porque eu achei que haveria resistência etc. Então, foi quando eu vi que o meu trabalho teve um reconhecimento pela família ter se envolvido, por realmente ter conseguido uma maneira de abordar e orientar esses pacientes por vídeo. (S9)

Sintetizando o código analítico tecnologia e equipamentos, pôde-se concluir que os fisioterapeutas avaliam que o acesso, o uso e o interesse por novas tecnologias e equipamentos dependem de vários fatores, intrínsecos e extrínsecos, cabendo destacar: disponibilidade de aparatos eletrônicos, como, internet e equipamentos adequados, custo do investimento na implantação das novas tecnologias, interesse e curiosidade sobre o tema “Indústria 4.0”, suporte ofertado pelo empregador ou por outras pessoas, nível de inserção das tecnologias no campo de atuação da Fisioterapia, grau de facilidade de uso das tecnologias, tempo de formação dos profissionais, vínculo empregatício dos fisioterapeutas e interface homem-máquina. Quanto à categoria *experiências exitosas* no cotidiano profissional, foram destacados: uso de prontuários eletrônicos, aplicativos de testes fisioterápicos, teleconsulta, teleatendimento e teleconsultoria.

5.2.3 Impactos econômicos

As categorias relativas ao código analítico impactos econômicos, identificadas a partir dos depoimentos dos fisioterapeutas foram: *tecnologia como fator diferenciador do profissional no mercado de trabalho; tecnologia como fator de fidelização dos clientes; e tecnologia como fator diferenciador do profissional na conquista por melhores honorários.*

Quanto à primeira categoria *tecnologia como fator diferenciador do profissional no mercado de trabalho*, os entrevistados avaliaram os resultados que o fisioterapeuta esperaria alcançar no mercado de trabalho ao adotar as tecnologias fornecidas pela Indústria 4.0. Nesse quesito, foi unânime a afirmação de que as novas tecnologias

são um diferencial do profissional no mercado de trabalho, como se comprova no trecho da entrevista abaixo:

O profissional que faz o bom uso desta tecnologia sempre vai ser referência. Entre os pacientes sem fazer referências e, até mesmo, no meio da fisioterapia, se mantém no mercado por causa disso, que, quanto mais você usar, mais você vai se manter no foco do cliente e no foco da fisioterapia em si. (S4)

Ademais, quanto à concorrência em inovação – ou seja, provisão de novos serviços de fisioterapia, todos os profissionais afirmaram que a utilização das tecnologias advindas da Indústria 4.0 trará resultados positivos como fator competitivo. É o que se percebe nos relatos a seguir:

Você vai conseguir se aproximar mais dos clientes. No meu caso, eu tenho pacientes idosos, mas vamos colocar uma pessoa que tenha pacientes mais novos, que vai oferecer aulas... Vamos supor, hoje vai ter no meu canal uma aula de pilates pro pessoal do meu prédio em tal horário. Aí, você começa com essa tecnologia, oferecendo aula ou dando uma palestra ou fazendo alguma coisa. Você chama mais pessoas pra dentro do seu consultório. Com essa tecnologia 4.0, você vai conseguir chamar mais gente. (S8)

Com certeza! Quem mais aparece é quem mais divulga o trabalho e mais sai na frente. Então, tem sim um meio de competição, até por falta de informação por alguns profissionais. O que eu vejo é que, apesar de ter um sucesso na divulgação nas redes, a divulgação feita de forma errada não cumpre aquilo que é proposto pelo nosso órgão de fiscalização. É o que eu tenho visto muito também. (S9)

Diante da nova dinâmica competitiva por inovação, Tadeu (2016) reforça a necessidade de adequação de funcionários e organizações, de maneira que aumentem sua capacidade de aprender e mudar. Logo, a capacidade de se adaptar a mudanças, novos contextos e inovar são características-chave para a próxima geração de profissionais.

A utilização de tecnologias, além de diferencial competitivo, é uma solução que auxilia o bem-estar (físico e mental) dos usuários. Na área da Saúde, a utilização do *Nintendo® Wii* em estudos empíricos mostra a necessidade e a importância de se conhecer essa técnica de intervenção terapêutica de forma científica, acompanhando a evolução tecnológica computacional para a recuperação de quadros clínicos (KATHEN e SILVA, 2010).

Tavares *et al.* (2020) apontaram como possibilidades vantajosas a serem incluídas no cotidiano terapêutico: uso do videogame *Nintendo® Wii*, projetores, *tablets*, mesas

touchscreen, esteira suspensa, andadores e exoesqueletos. Eles apontaram como a utilização de aparatos de tecnologia *touchscreen* pode colaborar com o tratamento de acometimentos motores relacionados à paralisia cerebral (PC). Concluíram que essa tecnologia é complemento no tratamento de acometimentos relacionados à PC.

Segundo Bresciani *et al.* (2012), para sobreviver e ter sucesso nos negócios, é essencial que o fisioterapeuta se diferencie dos demais ao prestar um ótimo atendimento e com qualidade. Para os autores, a “diferenciação” é que torna uma prestadora de serviços exclusiva e única a seu modo, a qual, assim como a qualidade dos serviços, agrega valor ao que está sendo oferecido. Tal atitude cria um vínculo com o cliente, levando-o também à fidelização com o profissional, assunto a ser tratado a seguir.

A categoria *tecnologia como fator de fidelização de clientes* buscou entender como a Indústria 4.0 é capaz de conquistar a lealdade dos pacientes, levando-os a pensar duas vezes antes de experimentar outro profissional. Alguns dos entrevistados afirmaram que a tecnologia por si só não é capaz de fidelizar o cliente. Defendem que um atendimento fisioterápico efetivo, associado ao uso das novas tecnologias, levaria a uma experiência positiva do paciente. É o que se observa nos trechos a seguir:

Se for feito um bom serviço usando a tecnologia, eu acredito que fidelize o cliente, principalmente aquele cliente mais aberto a esse tipo de mudança, um paciente que quer ter profissional disponível o tempo todo, né. Acho que para esse tipo de paciente vai fidelizar, sim. Se o profissional tiver uma boa habilidade também, né, porque senão acho que pode fazê-lo sair rapidinho desse e ir para o outro que trabalha melhor com a tecnologia. (S2)

Acho que demanda muito o atendimento que a gente tem com o paciente. É o local onde eles estão fazendo a sessão de fisioterapia, a conduta que a gente está utilizando. É isso que leva o paciente a retornar mesmo a utilizar a mesma clínica que ele iniciou. (S3)

Outros profissionais já acreditam que o uso de tecnologias é capaz de fidelizar os clientes, conforme se observa nos depoimentos que seguem:

Ainda mais hoje em dia, que todo mundo consegue pesquisar sobre tipos de doenças no celular. Acho que se você tem uma tecnologia que vá deixar um atendimento mais objetivo e saber explicar melhor o cliente, com certeza, o nível de fidelização vai aumentar sim. (S4)

É esperado que contribua pra manter, por exemplo, nesse período, apesar de alguns pacientes não estarem sendo atendidos, é continuar mantendo contato. É importante a gente se fazer presente no dia a dia do cliente, pra ele perceber que ele tem sua importância, independentemente de ele estar em atendimento no momento. Então, eu acho que é esperado um resultado positivo pra ajudar nessa fidelização: mandar informação, manter os clientes informados e trazer novidades. (S9)

A melhor maneira do fisioterapeuta se tornar referência é o modo como atende o público e realiza seus serviços. Não basta atender bem; tem que ser diferente da concorrência, alcançar e ultrapassar as expectativas do cliente. Segundo Tadeu (2016), o estabelecimento de uma cultura de inovação, mediante o uso de tecnologias e atenção às expectativas dos clientes – experiência e engajamento do cliente – são fatores críticos para a sobrevivência de empresas nesta nova dinâmica competitiva.

A relação fisioterapeuta-paciente é favorecida pelo uso de tecnologias, conforme se observa nas falas que seguem:

Eu acho, assim, que a indústria 4.0 pode até facilitar isso, que você consiga atender e está mais disponível para os seus pacientes e clientes, porque ela te dá uma opção de não ser sempre presencial, e tal. O resultado seria melhorar o acesso aos pacientes e o acompanhamento. (S2)

Quanto ao atendimento, eu viria mais como uma elaboração de índices, pela questão de determinadas patologias, da efetividade de determinados tratamentos, da aplicabilidade de alguns planos de tratamento de determinadas patologias que poderia ver a quantificação nessa qualidade do atendimento. (S6)

Foram apontadas que o aumento do uso de tecnologias e a manutenção dos atendimentos à distância como algumas das vantagens da Indústria 4.0 para a profissão de fisioterapeuta que impactam o atendimento aos pacientes.

Apesar dos resultados positivos encontrados na relação fisioterapeuta-paciente com a introdução das novas tecnologias, como apontado pelos entrevistados, é importante considerar que em serviços de saúde a tecnologia é apenas um instrumento de trabalho para os profissionais, pois o produto final de seu trabalho não é um bem físico, e sim um bem “humanístico”. Esse é o entendimento de Maciel-Lima (2004), que afirma que o profissional deve priorizar a relação profissional-paciente, e não profissional-máquina.

Uma das razões, consideradas por Andreassi (2002) para a baixa eficácia da inovação em serviços é que

[...] a tecnologia, por si só, não tem um peso fundamental no desempenho corporativo e na lucratividade da empresa de serviços. Na indústria, a introdução de uma inovação permite que a empresa obtenha uma vantagem competitiva significativa, tanto por oferecer um produto diferenciado como em razão de ele apresentar um custo menor. Em serviços, as habilidades e capacitações dos funcionários desempenham um papel central. Um cliente mal atendido raramente retorna a uma loja ou restaurante, mesmo se o preço for bom.

A fidelização dos clientes envolve a satisfação deles e está relacionada à qualidade dos serviços prestados e aos componentes tecnológicos utilizados pelos profissionais de saúde, dentre eles os fisioterapeutas.

Quanto à categoria *tecnologia como fator diferenciador do profissional na conquista por melhores honorários*, oito fisioterapeutas entrevistados acreditam que a utilização de tecnologias no cotidiano profissional é um fator que contribui para a obtenção de maiores ganhos financeiros, conforme se verifica na fala a seguir:

Sim, com certeza! Principalmente se for individual dele montar um negócio próprio. E algumas coisas, alguns clubes, no caso, usando principalmente na área esportiva, que é onde eu vejo a maior evolução com a utilização de recursos mais avançados, é extremamente necessário e a qualificação é extremamente necessária e não tem como você dizer assim “concorrer com alguém” sem que você tenha se atualizado sobre os equipamentos de utilização de alguns recursos mais avançados. (S6)

Um entrevistado afirmou que a tecnologia é diferencial no mercado de trabalho em relação à concorrência, mas não é fator que contribui para o aumento da remuneração:

Eu acho que a sair melhor no mercado, mas melhores salários, não, porque o profissional não é valorizado. Eu não acho. Sair melhor no mercado, eu acho que é não em relação a melhor salário, mas em se qualificar, sim. Mas em melhores salários eu não acredito muito nisso, não. Eu acho que o fisioterapeuta não tem o valor devido. Essa pandemia ajudou muito a reconhecer a fisioterapia respiratória, mas a fisioterapia ainda é uma profissão que não é bem reconhecida. (S7)

Segundo Santos *et al.* (2018), com as novas tecnologias e a popularização da Internet os níveis de produção industrial no mundo cresceram, visando atender a uma demanda com um nível de exigência cada vez maior em um ambiente cada vez mais

competitivo. Nesse contexto, é inevitável que os fisioterapeutas precisem adaptar sua metodologia de trabalho, as quais se tornam a cada dia mais dependentes de inovações tecnológicas.

Com base nos depoimentos dos fisioterapeutas, tem-se que a utilização das novas tecnologias fruto da Indústria 4.0 demonstra resultados positivos na satisfação pessoal, na reabilitação do paciente e na qualidade do tratamento, impactando de maneira expressiva a esfera econômica dos negócios.

5.2.4 Impactos éticos

As entrevistas com os profissionais fisioterapeutas permitiram identificar as seguintes categorias ligadas ao código analítico impactos éticos: *divulgação profissional e teleconsulta, telemonitoramento e teleconsultoria*.

Nos dias atuais, em virtude do aumento da oferta de serviços, dos avanços tecnológicos dos meios de comunicação e da disputa crescente pelo mercado de trabalho, a publicidade está presente em todas as áreas profissionais. Na área da Saúde, vem alcançando proporções importantes. Neste contexto, a categoria *divulgação profissional* tratou da divulgação de serviços e publicidade do fisioterapeuta.

Os entrevistados citaram como formas de publicidade profissional a internet e o contato pessoal. Entretanto, fizeram observações quanto a práticas irregulares de autodivulgação dos profissionais, extrapolando as regras dispostas no Código de Ética e Deontologia da Fisioterapia, em seu art. 15, incisos III e V, que proíbem a divulgação e promoção de terapia infalível e secreta ou descoberta cuja eficácia não seja comprovada, como também a inserção em anúncio ou divulgação profissional de dados que possibilitem a identificação de cliente/paciente/usuário. Os relatos a seguir registram essas afirmações:

Com certeza! Quem mais aparece é quem mais divulga o trabalho e mais sai na frente. Então, tem, sim, um meio de competição, até por falta de informação por alguns profissionais. Apesar de ter um sucesso na divulgação nas redes, a divulgação é feita de forma errada e não cumpre aquilo que é

proposto pelo nosso órgão de fiscalização. É o que eu tenho visto muito também. (S6)

Eu sempre penso na questão da internet e na questão de divulgação de trabalho, que é o que mais me chama a olhar. Então, positivo é acessar pessoas que, talvez, normalmente, no dia a dia, no boca a boca, não seria alcançada. E negativo é porque a gente vê muita coisa errada de divulgação. As pessoas usam de forma errada a divulgação, usam dados enganosos, informações, às vezes, que não têm uma fundamentação científica e divulgam coisas do senso comum. Eu acho que isso diminui um pouco a credibilidade do trabalho. Acaba que essa coisa muito fantasiosa, muito milagrosa, que eu vejo algumas pessoas prometendo por aí, torna uma competição desleal, né, porque quando você trabalha com uma verdade, com conhecimento científico baseado em coisas que são realmente palpáveis, há pessoas prometendo milagres na internet. Fica difícil competir, né, até porque as pessoas, em um primeiro momento, querem aquilo que é mais rápido e mais fácil. Então, eu acho que esse é o lado negativo. E, também, pelo lado negativo, é que a fiscalização é bem superficial nessas questões de internet. O CREFITO é o responsável por essa fiscalização, mas acaba que a quantidade deve ser maior que os profissionais voltados pra desenvolver esse trabalho. Eu acho que é um dos fatores dificultadores aí é a quantidade de profissional que fiscaliza diante da quantidade de profissional que atua na profissão. (S9)

O fisioterapeuta deverá ater-se aos postulados éticos contidos no Código de Ética e Deontologia da Fisioterapia, que provê as condições e normas para que o profissional efetue sua publicidade. Destaca-se que esta deve obedecer a princípios éticos de orientação educativa e/ou informativa, não podendo ser comparada à publicidade de produtos e práticas meramente comerciais (art. 51 da Resolução 424, de 8 de julho de 2013 – Código de Ética e Deontologia da Fisioterapia).

A categoria *teleconsulta, telemonitoramento e teleconsultoria* trata das modalidades de atendimento não presencial permitidas temporariamente pela Resolução COFFITO 516, de 23/03/2020. Com o advento da pandemia causada pela COVID-19 e o risco de atendimentos presenciais, as ferramentas digitais surgem como recursos para melhorar o acesso dos pacientes, mantendo a qualidade e a segurança dos serviços de fisioterapia (WHS, 2016). Segundo os entrevistados, essas ferramentas facilitaram os atendimentos e o acompanhamento dos pacientes a distância pelos profissionais fisioterapeutas após o início da pandemia, como se pode perceber nos trechos que seguem:

Eu acho, assim, o que eu achei, até coincidência, não sei, você deve estar com esse projeto há mais tempo, mas atualmente a parte mais virtual está aumentando muito nesse campo. Então, por exemplo, fazer um videoatendimento, videoconsultoria, que era uma coisa que não existia, não existia respaldo para isso, hoje está aumentando o acesso. E tenho visto

também, pelo momento da recomendação de ter a fisioterapeuta nos locais de serviço, tem aumentado. Acho que, assim, são coisas voltadas para tecnologia, como, por exemplo, os equipamentos, né, e criar novos produtos, né. Acho que são esses aí, os mais novos. (S2)

Eu acho que o público é que demanda essa necessidade da tecnologia, porque é o atual meio de comunicação. Um outro fator é o período que estamos vivendo de agora, com essa necessidade de isolamento. E aí tem como fator tanto a pandemia, essa necessidade de isolamento, quanto também mesmo ciente dos cuidados que nós temos pra esses atendimentos, por medo dos clientes não poderem vir até nós, mesmo diante da possibilidade de serem atendidos assim. Então, eles optam por utilizar a internet, por exemplo. (S9)

As modalidades de atendimento digital não presencial mostram-se promissoras para a manutenção da funcionalidade e dos cuidados dos pacientes, minimizando o comprometimento clínico e reduzindo as idas aos consultórios, clínicas, ambulatórios ou hospitais e o risco de contaminação pelo COVID-19. Nesse sentido, segundo Simpson *et al.* (2020), os profissionais de reabilitação assumem um papel fundamental no período de isolamento, ajudando a otimizar a independência funcional e a melhorar a qualidade de vida, além de facilitarem uma posterior reintegração comunitária.

5.2.5 Pandemia causada pela COVID-19

O código analítico pandemia causada pela COVID-19 apresentou, após as entrevistas com os especialistas, duas categorias: *uso de tecnologias* e *novos desafios*.

Quanto à categoria *uso de tecnologias*, os entrevistados consideram que a utilização das tecnologias no cotidiano da fisioterapia ocorre em dois momentos distintos: antes e depois da pandemia causada pela COVID-19. Os relatos dos fisioterapeutas mostram pouca utilização das novas tecnologias no campo de atuação profissional antes da pandemia e uma mudança considerável após o início desse evento, conforme se observa nos trechos a seguir:

A pandemia, ela foi o divisor de água para a tecnologia. Principalmente, eu acho que na fisioterapia é igual, sim, em outras empresas, em outros ramos. Já estava muito mais inserido, mas pra gente, não. A gente, como fisioterapeuta, fica muito naquela de atendimento pessoal de saúde e o contato com o paciente de fazer tudo pessoalmente muito manual. Agora, a gente tem que estar mais integrado à tecnologia de todas as formas. (S1)

Esse atendimento a distância, como expliquei, tem dois trabalhos um pouco distinto, com um público diferenciado. Principalmente na prefeitura, a gente tem iniciado muito essa parte desse teletrabalho que eu mostrei. Está sendo

uma inovação pra todo o mundo, tanto para os pacientes quanto para os profissionais. A gente está se adaptando a cada dia e está vendo o que funciona e o que não funciona. (S6)

Os relatos acima reforçam o pensamento de Amorim (2020) quando afirma que nesse período de pandemia causada pela COVID-19 o avanço no uso da tecnologia é maior que o uso nos últimos cinco anos, de forma geral, no mundo. De modo semelhante, Ferreira *et. al* (2020) defende que, com a insurgência da pandemia e o isolamento social como padrão no mundo inteiro, as tecnologias e as mídias tornaram-se de fundamental importância no combate à disseminação do vírus, transformando profundamente as relações humanas, a saúde, a vida social, os relacionamentos e os hábitos, além de setores como a economia e a educação.

Ainda sobre a categoria *uso de tecnologias*, os entrevistados afirmaram que têm maior interesse pelas novas tecnologias, reconhecendo que elas facilitam a assistência fisioterápica neste período de pandemia causada pela COVID-19. Os relatos a seguir demonstram tal realidade:

Uma amiga que eu formei com ela, ela utiliza, sim. Com essa pandemia agora, ela dá aula de pilates. Então, ela disponibiliza as aulas on-line para os alunos dela. Ela faz videoaula com os alunos. Então, muitos assim têm interesse. (S3)

Essa questão da pandemia que aconteceu agora é um fator que forçou até as pessoas que não gostavam de utilizar. Forçou essas pessoas a buscarem ter conhecimento em torno dessa tecnologia, né. Então, eu acho que não é nem uma questão de gosto mais não; é uma questão de necessidade. Eu acredito que a maioria esteja se inserindo nesse mercado e utilizando essas ferramentas. (S9)

A pandemia causada pela COVID-19 e as urgências de atenção à saúde decorrentes da pandemia impulsionaram a regulamentação da tele saúde em caráter emergencial por conselhos de diversas profissões da saúde, dentre eles o da Fisioterapia. Tal situação exigiu uma mudança de postura dos fisioterapeutas no sentido de se interessarem pelas tecnologias digitais (FIORATTI *et al.*, 2020).

Fisioterapeutas encaram as novas tecnologias como aliadas ao atendimento presencial e à monitorização dos pacientes (assistência fisioterápica em relação à COVID-19). Os depoimentos a seguir são esclarecedores a esse respeito:

Eu acho que foi a saída, né. A gente lá na faculdade, que a gente não tinha muita pretensão de fazer esse tipo de interferência fora a análise mais criteriosa lá dentro, né, usando a tecnologia, eu acho que fez toda a diferença. E eu acho que muita coisa vai mudar. Por exemplo, esse formato do atendimento. Eu mesmo estou fazendo atendimento com paciente, né, na saúde da mulher na gravidez. Eu achei fantástico! Eu não sei se eu quero, no futuro, sair de casa para fazer um atendimento, sendo que eu posso ficar em casa e receber um atendimento de qualidade com um profissional que eu confio. Eu acho que vai mudar tudo, vai mudar muita coisa. Depois da pandemia, que abriu portas para esse tipo de serviço, acho que tudo vai mudar. (S2)

Se disponibilizasse para os pacientes vídeos, exercícios para fazer em casa, eu acho que seria uma boa hipótese. Só que no nosso caso nós não paramos nem um instante. Os pacientes estão indo até a clínica com todos os cuidados. As clínicas de pilates, por exemplo, muitos alunos estão fazendo em casa. (S3)

Nesse contexto, afirmam Fioratti *et al.* (2020) que as iniciativas de oferta de serviços pelos fisioterapeutas de forma remota representam um meio alternativo para a atenção à saúde capazes de superar barreiras geográficas e de acesso, garantindo a participação, a continuidade e o monitoramento de pacientes.

No contexto da categoria em questão, os fisioterapeutas entrevistados afirmaram que após o início da pandemia vislumbraram uma diminuição do número de atendimentos fisioterápicos presenciais. Isso em parte porque os pacientes estão deixando de fazer o acompanhamento ou retardando a busca por atendimento e em parte pelas recomendações de higiene adotadas para evitar o contágio do COVID-19, o que restringiu o número de atendimentos por profissional, como confirmam as falas a seguir:

É, no caso, teve uma mudança, sim, porque teve uma queda do atendimento dos pacientes. A maioria, pelo menos os que eu atendia, eram considerados grupos de risco. Então, decidiram cancelar o atendimento, cancelaram a fisioterapia. Mas agora já estão retornando os novos pacientes que estão entrando. Já está tudo, vamos dizer, começando a normalizar. (S3)

Na minha área hospitalar não mudou muita coisa, mas a gente tá dando mais importância para a higienização das mãos para a prevenção. Em contatos com alguns pacientes, a gente está com mais precaução, na verdade, nas outras áreas. Eu acho que também vai evoluir para isso também. Acho que o atendimento lavar a mão e, depois, higienizar alguma maca que o paciente vai sentar, higienizar o equipamento que ele vai utilizar. Acho que isso aí vai ser uma rotina agora do geral. (S4)

A telemedicina e o acompanhamento a distância já fazem parte dos paradigmas tecnológicos contemporâneos na área da Saúde. Entretanto, seu uso foi “obrigatório”

nesta época para mitigar a transmissão do vírus. Considerando-se o fato de que, a cada década, há uma epidemia viral, seria interessante usar a situação como um trampolim para desenvolver as formas de telemedicina, de forma a serem mais adaptadas em uma possível situação futura (DORSEY *et al.*, 2020).

Foi possível também identificar a categoria *novos desafios*. Os fisioterapeutas entrevistados enumeraram três desafios pós-pandemia causado pela COVID-19.

- Primeiro, a dificuldade de utilização das novas tecnologias por parte tanto dos profissionais quanto dos clientes/usuários/pacientes, como abaixo relatado:

A gente vai ter que usar mais tecnologia, informação e gerenciamento de informação, porque é uma profissão nova, que precisa, de certa forma, gerar um banco de dados, digamos assim, de coisas e de informações, e a tecnologia vai ajudar nisso, né? E que faz parte da evolução da maioria das profissões, também né, poder contar com novo recurso com essa nova utilização de tecnologia, e tal. Acho que vai fazer bem para a profissão [...] Anteriormente, existia um certo embate entre a necessidade, porque é uma profissão muito de mão e de grande contato pessoal. Então, eu acho que existia um certo embate entre quem pensava muito em tecnologia e quem queria manter a visão do que a gente não usa, claro, né, de como fazer fisioterapia. Mas eu acho que as últimas coisas, nos últimos semestres e nos últimos anos, evoluíram muito em matéria de equipamento, de como ter o contato com um paciente. Acho que tudo está mudando, como monitorar o paciente. Tem muito artigo falando sobre monitoramento a distância através de aplicativo, através de um sistema de computador. Acho que isso tudo está mudando muito. Eu estou falando de Brasil. Em matéria de exterior, isso já tem mais tempo. (S2)

Os meus pacientes, por serem idosos, há dificuldade de acessar a tecnologia. Apesar de ser um meio que facilita, quando você trabalha com idosos que não tem tanto contato com isso e tem até mesmo uma certa resistência, dificulta o acesso deles. Muito das vezes, têm os filhos, têm os netos, mas nem sempre têm boa vontade pra ensinar. Às vezes, por telefone, a gente tenta ensinar, mas eles acabam perdendo a paciência. Então, pra mim, o fato do público que eu atendo é um fator dificultador, assim, por eles terem dificuldade. Mas, a partir do momento que eles conseguem ter esse acesso, utilizar e ver que é possível, eles passam a gostar. Então, a dificuldade é o meu público mesmo. (...) Eu acho que era a mesma coisa. Só não se percebia por que não se utilizava e não tinha tanta necessidade de utilizar, por exemplo, pra fazer um atendimento. Ai, quando é uma coisa que você não utiliza, você não sente falta, né. Então, o que tornou isso perceptível é que passou ser mesmo a necessidade. (S9)

Smith (2020) explica que o uso de tecnologias de comunicação pode não ser apropriado para clientes/usuários/pacientes que possuem pouca capacidade de usar as inovações, por exemplo, em casos de Alzheimer ou de sequela de acidente vascular encefálico. Além disso, algumas modalidades de atendimento fisioterápico

requerem exames físicos, como ausculta, que podem ser difíceis de executar remotamente.

- Segundo, o reduzido retorno financeiro após a implantação de tecnologias. Os depoimentos a seguir são esclarecedores a esse respeito:

Eu acho que a maioria das clínicas no momento do atendimento são todas por convênio e particular. E a maioria, pelo convênio, infelizmente, não tem um bom retorno financeiro, que não paga um valor ideal para a clínica. Então, às vezes, seria o lado financeiro, que nem todo mundo tem o lado financeiro que gostaria de ter, e acaba dificultando pra ter esse avanço na tecnologia, que acaba limitando. Você acha que antes era assim também? Como era? Na verdade, sempre existiu essa dificuldade com convênio. Só que, conforme os anos vão passando, vai ocorrendo uma melhora pequena. Pequena, mas tem. E como era antes? Eu diria que os próprios convênios, essa questão exige mais uma melhora do atendimento, uma melhora da evolução, uma melhora na estrutura da clínica, e vai tendo essas mudanças. (S3)

Diria que, de certo ponto, não sei se é só a minha realidade, mas a remuneração. Não sei se é uma profissão que é valorizada, no qual, lógico, tem vários profissionais bem-sucedidos e outros não. Mas é uma profissão que é muito difícil você crescer nela. Não dá para você começar do nada, sem ter um diferencial. No caso, é que a gente pode aplicar isso que estão na utilização desses novos recursos. A essa remuneração, até mesmo para fazer esse investimento, acho que é bem difícil. Então, seria um fator importante que eu tenho visto por muitos na minha área. Eu tenho uma experiência muito pouca nisso. Diria que cinco anos. Apesar de ter mudado bastante coisa, ter muita coisa muito a ver com um curso mais avançado e utilização de novas tecnologias dentro desses cinco anos desde formado, desde 2015 pra cá. Mas, pelo que eu escuto, pelo que eu vi da realidade, eu fiz estágio durante toda graduação, e tudo, eu acho que os desafios antes era simplesmente tratar. Acho que hoje, realmente, com essa inserção de novas modernidade, tentará utilizá-las para fazer o diferencial no mercado, eu acho. Tô vendo que há extrema necessidade de usar algum desses recursos, sim. (S6)

O uso imediato e a aplicação bem-sucedida das tecnologias originada pela Indústria 4.0 implicam investimentos em infraestrutura que não se limitam ou são resolvidos apenas com recursos financeiros, acarretam tempo para a sua constituição, particularmente em contextos tão diversos como o brasileiro, o que pode ser um limite para o atendimento do seu pleno potencial (SMITH, 2020).

- Terceiro, a falta de união da classe de fisioterapeutas quanto ao compartilhamento de informações. É o que mostram os relatos a seguir:

Compartilhamento de informação. O fisioterapeuta não compartilha informação, não compartilha experiência. Eu acho que a questão toda do fisioterapeuta é essa. Às vezes, tem um artigo científico aqui, tem um artigo

científico ali, mas o compartilhamento e a discussão desses artigos são feitos em grupos muito fechados. Então, eu acho que tudo isso, dessa tecnologia e tal, o que falta muito é que essa tecnologia junte os fisioterapeutas para poderem discutir em grupos maiores, em regiões diferentes. Essa união mesmo, igual os médicos têm. Os fisioterapeutas teriam essa discussão e dividiriam essas experiências. Os fisioterapeutas não dividem experiências; só disputam pacientes. Então, isso que falta, pra mim na fisioterapia. Desde que eu me formei era assim. Tem uma disputa muito grande. Antes de eu me formar, eu acho, bem antes, os profissionais que formaram bem antes, o mercado não estava tão competitivo quanto é hoje. [...] Eles trocavam muito mais experiências do que hoje. Desde que eu me formei... Então, eu acho que não era tranquilo, mas se trocavam mais experiências, conversavam muito mais, sobre o mercado, sobre o que estava acontecendo com os pacientes, sobre histórias de pacientes, sobre casos... Hoje, não se discute isso, não. Antigamente era um pouco mais tranquilo. Hoje é mais difícil. (S7)

O conhecimento é reconhecido na atualidade como um fator de produção que possibilita a obtenção e o aprimoramento de outros, o que proporciona uma vantagem competitiva para as organizações (ALVARES *et al.*, 2010). Neste contexto, os entrevistados apontaram que a pouca colaboração de outros fisioterapeutas no compartilhamento de informações implica tempo dispensado em retrabalhos ou recriação de informações.

5.2.6 Fatores que influenciam a produtividade

Este código analítico refere-se aos fatores que influenciam a produtividade advindos da Indústria 4.0 no ambiente de trabalho do profissional fisioterapeuta, destacando-se as seguintes categorias: *estresse e motivação profissional*.

Na categoria *estresse*, foi possível identificar que a falta de suporte por parte das instituições empregadoras na utilização das novas tecnologias é ponto de desgaste mental, conforme se observa no trecho a seguir:

Nada! Nada! Nada! Nem na fisioterapia e nem em nada. Eles têm por que eles querem oferecer alguma coisa, mas abaixo custo. Eles não querem ter gastos dentro da área da Saúde. Eles não conhecem nada dentro da área e não querem conhecer ou nem procuram conhecer. Por exemplo, eu apresento coisas novas, tecnologias e tal, e eles não têm interesse, não. Em investimento, não. (S7)

A interação com sistemas tecnológicos complexos e cada vez mais autônomos apresenta desafios para os trabalhadores. Somam-se a esta condição uma maior exigência e múltiplas demandas das organizações, o que pode resultar em uma

condição de esgotamento mental, que ocorre por meio de sentimentos, como, pressão no trabalho, trabalho prescrito diferente da realidade, desprazer, tensão, fadiga, alienação, medo, insegurança, ansiedade, solidão e ineficácia (MENDES, 2007).

A atividade intensa do fisioterapeuta, muitas vezes, pode se estender por longas jornadas de trabalho, o que causa exaustão profissional e a consequente redução da qualidade de vida no trabalho. Noriega (1993) afirma que a sobrecarga de trabalho aparece frequentemente associada ao estresse. O excesso de horas trabalhadas reduz a oportunidade de apoio ao indivíduo, causando insatisfação, tensão e outros problemas de saúde, podendo levar a agravos, como, transtornos psíquicos, enfermidades psicossomáticas e fadiga, que estão estreitamente vinculados ao trabalho e que, muitas vezes, não têm sido reconhecidos em sua origem no âmbito da atividade profissional.

Quanto à categoria *motivação profissional*, uma postura desmotivada é impeditiva para a inserção do fisioterapeuta na Indústria 4.0 como se verifica pela afirmação de um dos entrevistados (S9) que afirmou que “má vontade e falta de interesse, por estar preso demais ao tradicionalismo e não querer expandir”.

Com ampla área de atuação, os fisioterapeutas estão inseridos no mercado de trabalho de forma que coexistem as situações de trabalho, público ou privado, com vínculos empregatícios regidos pela Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) ou como autônomos, em consultório particular ou em domicílio (TRELHA *et al.*, 2002; FORMIGHIERI, 2003).

Um dilema enfrentado pelos gestores refere-se aos valores estabelecidos nas tabelas dos planos de saúde para cada atendimento da fisioterapia. Isso porque a remuneração disponibilizada pelo convênio para cada atendimento não segue o referencial nacional de horários fisioterapêuticos (RNHF) e, em geral, não são compatíveis com os custos do trabalho. Essa discrepância induz ao atendimento de vários pacientes ao mesmo tempo por um único profissional, conferindo sobrecarga de trabalho ao fisioterapeuta e atenção precária aos usuários (RAMALHO, 2010).

Pamplona (2005) destaca que, ao atuar na função gerencial, o fisioterapeuta necessita de conhecimentos muito diferentes daqueles adquiridos em sua formação. Precisa adquirir habilidades que lhe são, se não completamente desconhecidas, absolutamente novas e distintas do seu contexto de trabalho, passando a ter novas tarefas em sua rotina diária. Esse fato pode ser evidenciado pela fala a seguir:

(...) se eu fosse só particular eu estaria usando muito mais a tecnologia. Mas, atendendo a convênio, não vejo viável ainda. É mais pela parte financeira. Se eu tivesse um retorno financeiro, eu poderia me dedicar mais para atender isso aí e aplicar. Mas, sem o retorno financeiro eu não vislumbro através de convênio. Então, eu não tenho esse interesse. E as outras donas de clínica que eu conheço, ou fisioterapeutas que são mais antigas, acima de 35 anos principalmente, que não atendem só particular, são mais desanimadas com essa questão da tecnologia por custo e benefício. (S8)

Segundo Ramalho (2010), algumas vezes, essa autonomia profissional fica prejudicada pela dinâmica de atendimento das clínicas em que o proprietário fisioterapeuta realiza a avaliação, por ser uma atividade que exige pouco desgaste físico. Em geral, é demorada, enquanto os funcionários realizam os procedimentos terapêuticos. Não obstante, o autor argumenta que essa dinâmica de atendimentos priorizando a rapidez e eficiência na quantidade de atendimentos pode repercutir no atendimento ao paciente, que deixa de ser acompanhado por um único profissional para ser atendido por aquele que estiver disponível, tomando-se uma rotina conveniente, porém não compatível com as premissas da prática fisioterapêutica.

Pode-se inferir que alguns dos entrevistados vivenciam estresse e falta de motivação profissional, o que tira o incentivo para sua inserção na esfera tecnológica da Indústria 4.0. Esses sentimentos devem ser afastados, pois é inevitável a necessária inclusão do fisioterapeuta no mundo tecnológico, na medida em que o uso de tais avanços na reabilitação vem possibilitando a melhoria da qualidade de vida dos pacientes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fisioterapia passa hoje por um processo de inovação tecnológica, promovido pela introdução de novos recursos e ferramentas tecnológicas advindos da Indústria 4.0, que vem transformando o cotidiano do profissional fisioterapeuta. A necessidade de enfrentar e ganhar posicionamento em um mercado cada vez mais competitivo e exigente, obriga os profissionais a uma busca constante pela melhoria. No entanto, a implementação das novas tecnologias enfrenta desafios técnicos. É preciso ser sensível à questão do investimento e correspondente retorno, necessário, portanto, uma análise do custo-benefício da aplicação da nova tecnologia.

A pesquisa realizada nesta dissertação teve por objetivo geral analisar a percepção atual dos fisioterapeutas inscritos no CREFITO-4 da região metropolitana de Belo Horizonte quanto às novas tecnologias advindas da Indústria 4.0. Foi de natureza exploratória, com abordagem qualitativa, por meio de entrevistas realizadas com os fisioterapeutas, e o método usado contemplou a entrevista em profundidade.

A avaliação do nível de conhecimento dos profissionais da fisioterapia em relação às novas tecnologias permitiu concluir que eles possuem pouco conhecimento sobre o conceito e as tecnologias da Indústria 4.0. Percebe-se que as mídias sociais são utilizadas pelos fisioterapeutas como meio de divulgação e aproximação com seus clientes. De fato, as redes sociais têm se tornando imprescindíveis para os negócios, apesar de não fazerem parte dos pilares da Indústria 4.0. Dessa forma, ficou claro a necessidade de aquisição de novas competências pelos profissionais para ingressarem e permanecerem no mercado de trabalho, diante das novas exigências do mundo virtual e dos desafios impostos pela Quarta Revolução Industrial, não só em termos de revolução tecnológica na área, como também de conceituação.

Quanto aos pilares da Indústria 4.0 mais utilizados pelos fisioterapeutas em seu cotidiano profissional, foi possível perceber a utilização de sistemas ciberfísicos, mediante a implementação de prontuários eletrônicos. A manufatura aditiva por intermédio da impressão 3D de palmilhas ortopédicas personalizadas já é realidade de alguns serviços de fisioterapia.

A teleconsulta, o telemonitoramento e a teleconsultoria constituíram uma nova realidade experimentada pelos profissionais a partir do início da pandemia causada pela COVID-19, com o advento da Resolução COFFITO 516, de 23/03/2020. O risco dos atendimentos presenciais transformou a relação terapeuta-paciente e as ferramentas digitais de comunicação, possibilitando o acesso aos tratamentos e mantendo a qualidade e a segurança dos serviços de fisioterapia. A presente dissertação demonstrou uma ligação existente entre algumas demandas permanentes da Fisioterapia trazidas pela Indústria 4.0 e a regulamentação temporária do teleatendimento neste momento de pandemia, a qual pode funcionar como um norte para o novo amanhã da atuação dos fisioterapeutas.

A computação nas nuvens na fisioterapia tem possibilitado o armazenamento de informação e sua disponibilização de acesso a sistemas através da Internet. No dia a dia do fisioterapeuta, a utilização de softwares de gestão e de prontuários eletrônicos já é realidade para alguns profissionais entrevistados.

A pandemia causada pelo COVID-19 impactou positivamente a utilização das novas tecnologias pelos profissionais da fisioterapia, uma vez que, além de ferramentas de fundamental importância para a manutenção do necessário distanciamento social, favoreceram a continuidade dos atendimentos de maneira não presencial.

O fisioterapeuta deve repensar a forma de sua atuação para além da pandemia. Durante a pandemia, os profissionais têm se engajando em serviços de teleatendimentos para fornecer tratamento aos pacientes. Ao passo que o tratamento presencial não é substituível, o aumento do uso de tecnologia representa um grande potencial para aumentar a acessibilidade e a equidade do tratamento fisioterápico para todos, evitando que intervenções desnecessárias, sem efetividade ou que signifiquem risco sejam descontinuadas. Os maiores efeitos em consultórios e clínicas de fisioterapia, provavelmente, ocorrerão na adequação às normas dos conselhos, prefeituras e estados. Novos padrões de higiene, distanciamento social e uso de EPIs, certamente, serão prontamente solicitados.

Com base no estudo apresentado, a percepção quanto à utilização das novas tecnologias advindas da Indústria 4.0 pelos fisioterapeutas é um assunto atual e

significativo, uma vez que tem gerado interesse nos setores acadêmicos e do mercado de trabalho. Capacitações e atualizações constantes sobre o tema no âmbito da fisioterapia poderão contribuir para o aprimoramento profissional no novo cenário tecnológico, aliado à saúde, transformando a qualidade dos serviços prestados aos pacientes.

A transformação digital proveniente da Indústria 4.0 trouxe novas tecnologias e principalmente mudanças no cotidiano de diferentes profissões, promovendo uma ruptura dos modelos tradicionais de trabalho. Dessa forma, aqueles profissionais que não se adaptarem, correm o risco de se tornarem obsoletos ou mesmo não sobreviverem na próxima década. Os desafios consistem na adoção de inovações que estão relacionadas a habilidades e conhecimentos internos, resistências à mudanças e falta de visão e apoio de lideranças.

Barbosa (2020) afirma que, embora a Indústria 4.0 esteja em estudo e em estágio inicial de implantação, já é possível ver na prática seus efeitos positivos, pois a pandemia causada pelo COVID-19 acelerou sua disseminação. Tal situação proporcionou aos setores de serviços, como o da Fisioterapia, a oportunidade única para ampliar sua base virtual. Exemplo desta realidade é o teleatendimento que, embora medida temporária de enfrentamento à pandemia, traz consigo, em maior ou menor grau, semente do que pode vir a ser uma legislação permanente demandada por diversos segmentos de profissionais de saúde.

Esta pesquisa contribui com a Academia, que passa a contar com um instrumento capaz de consubstanciar um tema atualmente em debate. Conforme identificado na introdução, o tema Fisioterapia 4.0, mais especificadamente *health care*, dialoga com muitas outras áreas de conhecimento e este trabalho pode ser considerado inédito porque correlaciona, diretamente, a Fisioterapia com a Indústria 4.0 e tecnologia, principalmente, o que não foi encontrado na pesquisa realizada na base Scopus.

Como possibilidades de pesquisas futuras a partir da dissertação apresentada, primeiramente, propõe-se dar continuidade aos estudos qualitativos sobre o tema, ampliando-os para o nível nacional de estudos com fisioterapeutas. Afinal, a investigação da percepção dos profissionais sobre as inovações tecnológicas

advindas da Indústria 4.0 tem o condão de promover a atualização profissional, com o fim de maximizar os resultados da reabilitação e da melhoria da saúde dos pacientes.

Outra possibilidade é aprofundar estudos quanto à resistência pessoal dos profissionais quanto ao uso das novas tecnologias da informação. À luz destes resultados, poderão ser discutidas oportunidades e ações que cumpre sejam tomadas para melhor capacitar os fisioterapeutas para a transformação digital inerente à Indústria 4.0.

REFERÊNCIAS

- AIRES, R. W. A.; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. S. Indústria 4.0: Competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. *In: VII Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação (CIKI)*. 2017.
- ALMEIDA, P. S. de. **Indústria 4.0: princípios básicos, aplicabilidade e implantação na área industrial**. São Paulo: Érica, 2019.
- ALVARES, L.; BAPTISTA, S.G.; JÚNIOR, R. H. A. Gestão do Conhecimento: categorização conceitual. *Rev. Em Questão*, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 235 – 252, jul/dez. 2010.
- ALVIM, P. C. R. de C. O papel da informação no processo de capacitação tecnológica das micro e pequenas empresas. *Ci. Inf.*, Brasília, v. 27, n. 1, 1998. <<https://doi.org/10.1590/S0100-19651998000100004>>. Acesso em 05 de jul. 2020.
- AMORIM, J. E. B. de. A Indústria 4.0 e a sustentabilidade do modelo de financiamento do Regime Geral da Segurança Social. *Cadernos de Direito Actual*, Santiago de Compostela, v. 5, p.243-254, 2017.
- AMORIM, R. **Tendências 2020**. Página Inicial. Disponível em: <<http://news.bizmeet.com.br>>. Acesso em: 12 de jul. 2020.
- ANDREASSI, T. Inovação em serviços: desafios e oportunidades. *Jornal da Ciência*, 2002; 25 jan.
- ARAÚJO, I. C.; DRUMOND, M. C.; MAIA, P. L. O.; GRANJA, D. M. L.; JOVARINI, N. V. Indústria 4.0 e seus impactos para o mercado de trabalho. *Brazilian Journal of Development*. Vol 6, Nº 4, 2020.
- ARAÚJO, D. V.; DISTRUTTI, M. S. C.; ELIAS, F. T. S. Priorização de tecnologias em saúde: o caso brasileiro. *J Bras Econ Saúde* v. 9, Suppl.1, p. 4-40, 2017.
- BAHRIN, M.; OTHMAN, F.; AZLI, N.; TALIB, M. Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic. *Journal Teknologi*, [s.l.], v. 78, n.6-13, p.137–143, 2016.
- BARBOSA, J. A. A aplicabilidade da tecnolofi na pandemia no Novo coronavírus (Covid-19). *Revista da FAESF*, vol. 4. Número especial COVID 19. Jun. 2020, p. 48-52
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução: PINHEIRO, L. A. R. A. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2006. 223 p.
- BARRETO, M. L. Desigualdades em Saúde: uma perspectiva global. *Ciência & Saúde Coletiva*. v. 22, n. 7, p. 2097-2108, 2017.
- BASTOS, A. V. B., RODRIGUES, A. C. A., MOSCON, D. C. B., SILVA, E. E. C., & PINHO, A. P. M. Comprometimento no trabalho: fundamentos para a gestão de

peças. In L. O. Borges & L. Mourão (Eds.), *As pessoas, o trabalho e as organizações: intervenções a partir da Psicologia*. Porto Alegre: Artmed. 2013.

BCG. **Man and Machine in Industry 4.0**. 2015. Disponível em: <
<https://www.bcg.com/featured-insights/thought-leadership-ideas.aspx>>. Acesso em:
06 de abr. 2020.

BECHEIKH, N., LANDRY, R., AMARA, N. Lesson from innovation empirical studies in the manufacturing sector: A systematic review of the literature from 1993-2003. **Technovation**, 26 (5-6), 644-664

BITKOM; V. D. M. A.; ZVI. **Implementation strategy industrie 4.0**: report on the results of the industrie 4.0 platform. Frankfurt, Alemanha, 2016.

BOETTCHER, M. **Revolução Industrial -Um pouco de história da Indústria 1.0 até a Indústria 4.0**. LinkedIn. 26 nov. 2015. Disponível em: <
<https://pt.linkedin.com/pulse/revolu%C3%A7%C3%A3o-industrial-um-pouco-de-hist%C3%B3ria-da-10-at%C3%A9-boettcher>>. Acesso em: 07 de mai. 2020.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Ed., 1994.

BRASIL. **Portaria do GR n. 347, de 7 de abril de 1967**. Regulamenta os cursos de fisioterapia, terapia ocupacional e sua organização didática. Diário Oficial da União (DF); 13 abr. 1967; Seção1:13.

BRASIL. Presidência da República. **Lei n. 5540, de 28 de novembro de 1968**. Fixa normas de organização e funcionamento do ensino superior e sua articulação com a escola média, e dá outras providências [Internet]. Diário Oficial da União (DF); 23 nov. 1968. [citado 20 nov 2013]. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5540.htm. Acesso em: 11 de mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Superior. **Resolução n.1210, de 7 de dezembro de 2001**. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional. Diário Oficial da União, Brasília (DF); 10 dez 2001; Seção 1:22. Acesso em: 11 de mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde e Anvisa. **Nota técnica GVIMS/GGTES/ANVISA Nº 07/2020**. Orientações para a prevenção da transmissão de covid-19 dentro dos serviços de saúde (complementar à nota técnica GVIMS/GGTES/ANVISA Nº 04/2020). 2020. Disponível em:
<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33852/271858/NOTA+T%C3%89CNICA+-GIMS-GGTES-ANVISA+N%C2%BA+07-2020/f487f506-1eba-451f-bccd-06b8f1b0fed6>. Acesso em: 02 de abr. 2020.

BRESCIANI, T. A.; CONTO, S. M. de. O impacto da tecnologia Nintendo® WII no tratamento fisioterapêutico e na satisfação de pacientes em uma clínica do Vale do Taquari. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 4, n. 1, abr. 2012. ISSN 2176-3070.

CAPUTO, V. **Como a indústria 4.0 mudará a sociedade e o consumo**. 2015. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/industria-4-0-tera-consumo-e-producao-conscientes>. Acesso em: 26 de mai. 2020.

CASSIANI, S. H. B.; GIMENES, F. R. E.; MONZANI, A. A. S. O uso da tecnologia para a segurança do paciente. **Rev. Eletr. Enf.** [Internet]. v. 11, n. 2, p. 413-417, 2009.

CARDOSO, Marcelo de Oliveira. **Indústria 4.0: a quarta revolução industrial**. 2016. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Automação Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

CAVACO-DIAS, C. O valor da inovação em saúde. **Physis Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 1073-1076, 2016

CAVALCANTE, Z. V.; SILVA, M. L. S. da. A importância da Revolução Industrial no mundo da Tecnologia. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 7. 2011. Maringá. **Anais eletrônico**. Maringá. 2011. Disponível em: <https://www.unicesumar.edu.br/epcc-2011/wp-content/uploads/sites/86/2016/07/zedequias_vieira_cavalcante2.pdf>. Acesso em: 22 de mai. 2020.

CAVALLIN, Rejane Vera. Análise e identificação de formas de acesso de diferentes conexões, e aplicação de IHM (Interface Homem-Máquina) utilizando o projeto piloto UTFPR-MD. 2015. **Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira**, 2015.

CNI. CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil**. 2016. Disponível em: <<http://www.pedbrasil.org.br/ped/artigos/079F8BA3E7E5281B.0%20no%20Brasil.pdf>> Acesso em: 19 de mar. de 2020.

COELHO, P. M. N. **Rumo à Indústria 4.0**. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016. 2016. 62 p. Acesso em: 22 de mar. de 2020.

COFFITO. Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional. **Fisioterapia**. Brasília: COFFITO, 2009. Disponível em: <<http://www.coffito.org.br>>. Acesso em: 23 mar. 2020. Acesso em: 21 de mar. de 2020.

COFFITO. Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional. **Resoluções**. Disponível em: <http://www.coffito.org.br/site/index.php/resolucoes/2014-04-14-21-04-54.html>. Acesso em: 21 de mar. 2020.

COFFITO. Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional. **Resolução nº 424, de 08 de julho de 2013 – Código de Ética e Deontologia da Fisioterapia**. Brasília: COFFITO, 2020. Disponível em: <<http://www.coffito.org.br>>. Acesso em: 27 mai. 2020.

COFFITO. Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional. **Resolução nº 516, de 20 de março de 2020 – Teleconsulta, Telemonitoramento e Teleconsultoria**. Brasília: COFFITO, 2020. Disponível em: <<http://www.coffito.org.br>>. Acesso em: 26 mai. 2020.

CORTÉS, C. B. Y.; LANDETA, J. M. I.; CHACÓN, J. G. B.; PEREYRA, F. O. A.; OSORIO, M. L. El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras. **Consciência Tecnológica**, n. 54, 2017.

COSTA, L. S. Inovação nos serviços de saúde: apontamentos sobre os limites do conhecimento. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 32 Sup 2: e00151915, 2016.

DUARTE, R. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 24, p. 213-225, 2004.

DZIALLAS, M., BLIND, K. Innovation indicators throughout the innovation process: An extensive literature analysis. **Technovation**, 80, p. 3-29. 2019.

DORSEY, E. R., TOPOL, E. J. Telemedicine 2020 and the next decade. **Em The Lancet**, v. 395, n. 10227, p. 859. 2020.

IBAEDP. **Indústria 4.0: Pesquisa sobre os impactos**. 2016. Disponível em:<<http://www.altosestudios.com.br/?p=54908>>. Acesso em: 03 de mar. 2020.

ESPÍNDOLA, D. S.; BORENSTEIN, S. Evolução histórica da fisioterapia: da massagem ao reconhecimento profissional (1894-2010). **Fisioterapia Brasil**. v. 12, n. 5, set-out, 2011.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Industry 4.0**. European Union, 2016. Disponível em: <[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU\(2016\)570007_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf)>. Acesso em: 15 de fev. 2020.

FERREIRA, C. A. A., PENA, F. G. O uso da tecnologia no combate ao covid-19: uma pesquisa documental. Em **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 27315-27326. 2020.

FIGUEREDO, M. **Ford cria fábrica virtual na Europa**. 2012. Disponível em:<<http://motordream.bol.uol.com.br/noticias/ver/2012/08/03/ford-cria-fabricavirtual-na-europa>>. Acesso em: 11 de mai. 2020.

FIORATTI, I. *et al.* A pandemia de COVID-19 e a regulamentação do atendimento remoto no Brasil: novas oportunidades às pessoas com dor crônica. **BrJP**, São Paulo, v. 3, n. 2, p.193-194, Mar. 2020. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2595-31922020000200193&Ing=en&nrm=iso>. access on 02 Sept. 2020. Epub June 19, 2020. <https://doi.org/10.5935/2595-0118.20200039>.

FORESIGHT. **The Future of Manufacturing: a new era of opportunity and challenge for the UK**. Summary Report. The Government Office for Science, London, 2013. Disponível em: <<http://arquivos>>.

portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2016/06/21/11146/ A q u a r t a r e v o l u o i n d u s t r i a l d o s e t o r t x t i l e d e c o n f e c o . p d f ? r = 0 . 7 0 8 6 7 0 8 3 9 7 8 1 > .
Acesso em: 25 out. 2019.

FORMIGHIERI, V. J. **Bournout em fisioterapeutas**: influência sobre a atividade de trabalho e bem estar-físico e psicológico. 2003. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003).

GALEGALE, G. P.; SIQUEIRA, E.; HILÁRIO, C. B.; SOUZA, C. A. Internet das Coisas Aplicada a Negócios – Um Estudo Bibliométrico. **Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação**. v. 13, n. 3, p. 423-438, Set-Dez., 2016 pp. 423-438 Gustavo Perri.

GHANNOUM, R. G.; RODRIGUES, F. B. Virtualização de Servidores: Vantagens e Desvantagens. **Revista Mirante**, Anápolis (GO), v. 11, n. 6 (edição especial), p. 104-113, abr. 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5ª ed. – São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, G. P., PEREIRA, W., PEREIRA, G., CAMPOS, P. Industria 4.0: um novo conceito de gerenciamento nas indústrias. **Revista Científica Semana Acadêmica**. Fortaleza, ano MMXVIII, Nº. 000140, 12/11/2018. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/industria-40-unovoconceitodegerenciamentonas-industrias>. Acesso em: 17 de jan. 2020.

GONÇALVES, G. C., DE MELO, A. M. Avaliação de um aplicativo tecnológico por fisioterapeutas da atenção primária em saúde. **Revista de Saúde Digital e Tecnologias Educacionais**. Fortaleza, CE, v. 2, n. 1, p. 03-20, jan./ago. 2017.

GOECKY, D.; CAMPOS, R.; CHAKRAVARTHY, H.; DABELOW, R.; SCHLICK, J.; ZÜHLKE, D. Mastering mass customization - a concept for advanced, human-centered assembly. **Academic Journal of Manufacturing Engineering**, [s.l.], v.2, n.11, p.62-67, 2013.

GUIMARÃES, R.; NORONHA, J.; ELIAS, F. T. S.; GADELHA, C. A. G.; CARVALHEIRO; RIBEIRO, A. Política de Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**. v. 24, n. 3, p. 881-886, 2019.

HAHN, J. R. A Era da Internet Industrial e a Indústria 4.0. Produção em Foco. Joinville, p. 1-4. dez. 2016.

HERZLINGER, R. E. Why innovation in health care is so hard. **Harvard business review**, 84 (5), 58. 2006.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. **Design principles for industrie 4.0 scenarios**. In: System Sciences (HICSS), 2016 49th Hawaii International Conference on. IEEE, 2015. p. 3928-3937.

HESS, T.; BENLIAN, A.; MATT, C.; WIESBÖCK, F. Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. **MIS QuarterlyExecutive**, 15(2), 123–139.2016.

HOFMANN, E.; RÜSCH, M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. **Computers in Industry**, v. 89, p. 23-34, 2017.

HUNG, M.; CONRAD, J.; HON, S. D.; CHENG, C.; FRANKLIN, J. D.; TANG, P. Uncovering patterns of technology use in consumer health informatics. **Wiley Interdisciplinary Reviews**. Computational Statistics, v. 5, n. 6, p. 432-447, 2013.

INDEED. 2016. **The State of Opportunity: Overcoming the wage crisis in today's labor market**. Disponível em: < http://blog.indeed.com/wp-content/uploads/2016/07/State_of_Opportunity-Indeed_Hiring_Lab.pdf>. Acesso em: 12 de fev.2020.

JIANG, F., JIANG, Y., ZHI, H., DONG, Y., LI, H., MA, S., WANG, Y., DONG, Q., SHEN, H., WANG, Y. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. **Stroke Vasc Neurol**. v. 2, n.4, p. 230-243, 2017.

JÚNIOR, G. T.; SALTORATO, P. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**. Florianópolis, SC, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018.

KAGERMANN, H., WAHLSSLER, W., HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0**, Frankfurt, 2013.

KATHEN, T. T.; SILVA, M. P. e. **Análise de desempenho de tarefa funcional de membros superiores em pacientes hemiplégicos após treinamento a curto prazo com software Nintendo Wii®**. Santa Maria, RS, 2010.

LASI, H.; FETTKE, P.; KEMPER, H.-G.; FELD, T.; HOFFMANN, M. Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, v. 6, n. 4, p. 239-242, 2014.

LEITE, C. R. M.; ROSA, S. S. R. F. **Novas tecnologias aplicadas à saúde: integração de áreas transformando a Saúde**. Mossoró – RN, EDUERN, 2017. 284 p.

LIMA, A. G.; PINTO, G. S. Indústria 4.0. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 2, p. 299-311, 21 dez. 2019.

LIMA, S. G. G.; BRITO, C.; ANDRADE, C. J. C. O processo de incorporação de tecnologias em saúde no Brasil em uma perspectiva internacional. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 5, p. 1709-1722, 2019.

LOBO, L. C. Inteligência artificial, o Futuro da Medicina e a Educação Médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**. v. 42, n. 3, p. 3–8, 2018.

LU, Y. Industry 4.0: a survey on technologies, applications and open research issues. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 6, p. 1-10, 2017.

LYDON, B. **Industry 4.0: Should you bet on it?** Automation.com, 2015. Disponível em: https://www.google.com/search?newwindow=1&biw=1366&bih=625&sxsrf=ALeKk02_swGnilR9iRAyA26jBq_NIOGLew%3A1585241821223&ei=3d58XoemDYC15OUP9OK-yA0&q=lydon+industria+4.0&oq=lydon+industria+4.0&gs_l=psy-ab.3...230700.235535..235925...0.0..1.869.4126.0j10j5j1j6-1.....0....1..gws-wiz.....0i7i30.wSo5shthIQ&ved=0ahUKEwjHilz9zbjoAhWAGrkGHXSxD9kQ4dUDCA&uact=5. Acesso em: 10 de dez. 2019.

MACIEL-LIMA, S. M. Acolhimento solidário ou atropelamento? A qualidade na relação profissional de saúde e paciente face à tecnologia informacional. **Cad Saúde Pública**, 2004; 20(2):502-511.

MAGALHÃES, R.; VENDRAMINI, A. Os Impactos da Quarta Revolução Industrial. **GVExecutivo**, v. 17, n. 1, p. 40-43, jan-fev, 2018.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 7. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2019.

MARSON, M. D. A industrialização brasileira antes de 1930: uma contribuição sobre a evolução da indústria de máquinas e equipamentos no estado de São Paulo, 1900-1920. **Estud. Econ.**, São Paulo, v.45, n.4, p.753-785, out-dez. 2015

MENDES, A. M. (Org.). **Psicodinâmica do trabalho: teoria, método e pesquisa**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2007.

MOFFET, H.; TOUSIGNANT, M.; NADEAU, S.; MÉRETTE, C; BOISSY, P.; CORRIVEAU, H.; MARQUIS, F.; CABANA, F.; BELZILE, É. L.; RANGER, P.; DIMENTBERG, R. Patient Satisfaction with In-Home Telerehabilitation After Total Knee Arthroplasty: Results from a Randomized Controlled Trial. **Telemed J E Health**. v. 23, n. 2, p. 80-87, 2017.

MONIZ, A. B., KRINGS, B., FREY, P. Indústria 4.0 implicações de um conceito para o trabalho. Comunicação ao X Encontro Nacional do Trabalho “As mudanças no chão da fábrica”. Lisboa, 5 mai. 2018.

MORAIS, R. R.; MONTEIRO, R. **A indústria 4.0 e o impacto na área de operações: um ensaio**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 5., 2016, São Paulo. Anais... São Paulo, 2016.

NORIEGA, M. Organización laboral, exigencias y enfermedad. In: Para La investigación sobre la salud de los trabajadores. Organización Panamericana de la Salud, 1993. p.167-187.

OLABUÉNAGA, J. I. R. **Metología de la Investigación Cualitativa**. Espanha: Universidad de Deusto, 5ª. Ed., 341p, 2012.

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde. **Folha informativa – COVID-19** (doença causada pelo novo coronavírus). Brasília (DF); 2020. Disponível em <

https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875>. Acesso em: 08 mai. 2020.

PAMPLONA, C. M. A. **Propriocepção**: uma explicação das ações dos fisioterapeutas-gerentes por meio da Grounded Theory. 2005. 139 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade do Vale do Itajaí, Biguaçu, 2005.

PASQUALOTTI, A.; KIELING, L.; GIL, H. **Oportunidades e desafios da gerontecnologia em relação à quarta revolução industrial**. In Congresso Brasileiro de Gerontecnologia, 2, Ribeirão Preto, 16-18 de novembro: atas. Ribeirão Preto: FMRP-USP. p. 57-60. 2017.

PEREZ, C. Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, [s.l.], v. 34, n.1, p.185-202, 2010.

RABELLO, G. **Como a saúde digital transformará a fisioterapia**. Fisioterapia Brasil, V. 20, 2019. Disponível em <<https://portalatlanticaeditora.com.br/index.php/fisioterapiabrasil/article/view/3275>>. Acesso em: 22 de abr. 2020.

RAMALHO, S. F. **Fatores de influência na motivação dos fisioterapeutas da cidade de João Pessoa**. 2010. 195 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Paraíba, João Pessoa, 2010.

RIOS, M.C. (2007). **Atribuições iguais, vínculos organizacionais desiguais**: Investigando os Contratos Psicológicos de terceirizados e não-terceirizados. Dissertação de mestrado em Administração não-publicada. UFBA -PPGP, Salvador.

ROCHA, B. S., & FRANÇA, C. (2016). Obsolescência profissional em engenheiros de software: uma revisão sistemática da literatura. In **IX Fórum de Educação em Engenharia de Software**. Maringá, setembro. Disponível em: <<http://cbsoft.org/cbsoft2016/anais-dos-eventos/cbsoft2016-fees.pdf>>. Acesso em: 15 de mai. 2020.

RODRIGUES, C. L. **O trabalho na saúde no Brasil no século XXI**. 1 recurso online (190 p.) tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas, SP. 2020.

RODRIGUES, G. *et al.* Formação no instituto politécnico de tomar: alinhamento de competências para responder aos desafios da indústria 4.0. **Superavit: revista de gestão e ideias**, Tomar, v. 2, n. 2, p.65-75, out. 2017.

ROMANO, V. F.; DUTRA, M. S. **Introdução à robótica industrial**. 2016. Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~hermini/Robotica/livro/cap.1.pdf>>. Acesso em: 26 de set. 2019.

ROUSSEAU, D.M. *Psychological contracts*: understanding written and unwritten agreements. **Thousand Oaks**, CA: Sage, 1995.

SANCHEZ, E; MARQUES A. Origem e evolução da fisioterapia: aspectos históricos e legais. **Revista Brasileira da USP**. São Paulo. Vol 1, jul/dez. 1994.

SANTOS, P. **Tecnologia Você está preparado para viver a revolução da indústria 4.0?** 2015.

SANTOS, B., ALBERTO, A., LIMA, T., SANTOS, B. Indústria 4.0: desafios e oportunidades. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 4, n. 1, p. 111-124, 31 Mar. 2018.

SCHNEIDER. **Como proteger sistemas de controle industrial contra-ataques cibernéticos**. 2016. Disponível em: <<http://www.schneiderelectric.com.br/pt/work/insights/how-to-protect-industrialcontrol-systems-from-cyberattacks.jsp>>. Acesso em: 28 de jun. 2020.

SCHWAB, K. **“Historical context,”** The Fourth Industrial Revolution, WEF, 2016, p. 7.

SCHWAB, K. **Aplicando a quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2018.

SILVA, A. B.; MOREL, C. M.; MORAES, I. H. S. Proposta conceitual de telessaúde no modelo da pesquisa translacional. **Revista de Saúde Pública**, v. 48, n. 2, p. 347-356, 2014.

SILVA, R. M.; JORGE, M. S. B.; SILVA JÚNIOR, A. G. **Planejamento, gestão e avaliação nas práticas de saúde**. Fortaleza: EdUECE, 2015. 548 p.

SILVEIRA, C. B. **“O que é Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo”**. Disponível em: < <https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>, Acesso: 20 de nov. de 2019.

SIMPSON, R.; ROBINSON L. Rehabilitation following critical illness in people with COVID-19 infection. **Am J Phys Med Rehabil**. 2020.

SMITH A. C. *et al.* Telehealth for global emergencies: implications for coronavirus disease 2019 (COVID-19). **J Telemed Telecare**, 2020.

SOUZA, L. E. P. F. Saúde, desenvolvimento e inovação: uma contribuição da teoria crítica da tecnologia ao debate. **Cad. Saúde Pública. Rio de Janeiro**, v.32 Sup 2: e00029615, 2016.

TADEU, H. F. B. **Impactos da Indústria 4.0**. 2016.

TAVARES, C. S. M., MACHADO, B. R., BISCHOFF, B, SCOZ, M. Possibilidades da Tecnologia *Touchscreen* para desenvolvimento motor e inclusão digital de pessoas com Paralisia Cerebral. **Centro de Estudios em Diseño y Comunicación**. Creatividad solidaria e Innovación social em América Latina, ano 21, pp. 193-204, nº 83, nov. 2020.

TESSARINI, G.; SALTORATO, P. Impactos da Indústria 4.0 na Organização do Trabalho: Uma Revisão Sistemática da Literatura. **Revista Produção Online**. Florianópolis, SC, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018.

TRELHA, G. M. **Fisioterapia e Sociedade: ações do Sistema Único de Saúde no Rio Grande do Norte**. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

VERAS, R. P.; OLIVEIRA, M. Envelhecer no Brasil: a construção de um modelo de cuidado. **Ciênc. saúde coletiva [online]**. v.23, n.6, p.1929-1936, 2018.

YAMADA, V. Y.; MARTINS, L. M. Indústria 4.0: um comparativo da indústria brasileira perante o mundo. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, [S.l.], v. 34, n. esp., p. 95-109, abr. 2019.

WANG, L.; WANG, G. Big data in cyber-physical systems, digital manufacturing and Industry 4.0. **International Journal of Engineering and Manufacturing (IJEM)**, v. 6, n. 4, p. 1-8, 2016.

WELCHEN, V. **Uso de inteligência artificial em apoio à decisão clínica: o caso do Hospital de Câncer Mãe de Deus com a ferramenta cognitiva Watson for oncology**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade de Caxias do Sul 218p. 2019.

World Health Organization. Global diffusion of eHealth: making universal health coverage achievable. **Report of the third global survey on eHealth**. Geneva; 2016. Licence: CC BYNC-SA 3.0 IGO. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/252529/9789241511780-eng.pdf?sequence=1>

ZANCUL, E. S. **O Brasil está pronto para a Indústria 4.0?** Exame. São Paulo, maio. 2016. Disponível em: < <https://exame.abril.com.br/tecnologia/o-brasil-esta-pronto-para-a-industria4-0/> >. Acesso em: 30 de nov. 2019.

APÊNDICE A - Questionário de recrutamento

Termo de Esclarecimento Sobre a Pesquisa

Prezado(a) Fisioterapeuta,

Meu nome é Flávia Duarte Carvalho Tôrres e sou aluna do Mestrado Acadêmico do Unihorizontes. Venho solicitar a gentileza de sua colaboração para responder a este questionário de recrutamento que servirá de insumo para minha pesquisa da dissertação de mestrado, sob a orientação da Professora Dr.^a Helena Belintani Shigaki.

Vale esclarecer que não existe resposta certa ou errada para este questionário. Todas as suas considerações são importantes. Esclareço que você não será identificado em nenhuma publicação desta pesquisa, ou seja, manteremos total sigilo.

Pedimos a gentileza de compartilhar este questionário com seus colegas fisioterapeutas, para que tenhamos uma amostra significativa de respondentes.

Agradecemos a sua valiosa contribuição para o aprofundamento dos estudos científicos na área pesquisada.

Flávia Duarte Carvalho Tôrres
Mestranda do Curso de Mestrado Acadêmico em Administração pelo Centro
Universitário Unihorizontes / Belo Horizonte – MG.

Prof.^a Dr.^a Helena Belintani Shigaki
Professora e Pesquisadora do Programa de Mestrado Acadêmico
Centro Universitário Unihorizontes / Belo Horizonte – MG.

1) Você está familiarizado com o uso de tecnologias no seu ambiente de trabalho?

Marcar apenas uma opção

- Sim
 Parcialmente

Se sim ou se parcialmente, qual(is):

- Não

2) Você utiliza ou pretende utilizar alguma dessas seguintes tecnologias na Fisioterapia:

Tecnologias	Utilizo	Não utilizo	Não utilizo, mas pretendo utilizá-la nos próximos 5 anos
Digitalização de dados			
Computação em nuvem			
Internet das Coisas			
Integração dos processos			
Big Data			
Computação 3D para análise de movimentos			
Realidade Virtual para tratamento fisioterápico			
Aplicativos de exercícios fisioterápicos			
Wearables de rastreamento físico para análise de dados e avaliação clínica			
Tecnologia de gerenciamento de dados			
Impressão 3D			
Cibersegurança			
Robótica			

3) Para as tecnologias que você marcou como “não utilizo”: por gentileza, especifique abaixo os motivos para a não utilização.

4) Caso tenha alguma tecnologia que você utiliza e que não foi mencionada neste quadro, você poderá mencioná-la aqui:

A nossa pesquisa possui uma segunda etapa, que será uma entrevista com os profissionais selecionados a partir deste questionário de recrutamento. Como informado no início desta pesquisa, todos os dados são sigilosos. Portanto, gostaríamos de saber algumas informações:

Primeiro nome:

Sexo (masculino/ feminino):

Telefone para contato:

E-mail para contato:

APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

O senhor(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “**A Indústria 4.0 na Perspectiva do Profissional da Fisioterapia**” que tem como objetivo analisar o atual estágio de inserção dos Fisioterapeutas da região metropolitana de Belo Horizonte no processo da Indústria 4.0.

O motivo que nos leva a estudar o tema supracitado é compreender o atual entendimento do fisioterapeuta inscrito no Conselho Regional de Fisioterapia e Terapia Ocupacional da 4ª Região (CREFITO-4) sobre as inovações tecnológicas promovidas pela Indústria 4.0 e como a assimilação e envolvimento desse profissional nas novas tecnologias são capazes de maximizar os resultados da reabilitação e da melhoria na saúde dos pacientes.

Para este estudo adotaremos o seguinte procedimento: levantamento de dados por meio de entrevistas direcionadas por um roteiro, elaborado por um conjunto de perguntas abertas. As entrevistas serão gravadas para posterior transcrição.

O motivo deste convite é que o senhor (a) foi selecionado mediante análise do questionário de recrutamento previamente respondido.

Para participar deste estudo, o senhor (a) deverá assinar um termo de consentimento. Não haverá nenhum custo para participar deste estudo, nem receberá qualquer vantagem financeira. O senhor (a) será esclarecido (a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se.

A participação do senhor (a) é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador responsável.

O pesquisador responsável irá tratar a sua identidade com sigilo e privacidade. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

Os resultados da pesquisa estarão à disposição quando finalizada.

Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIHORIZONTES e a outra será fornecida ao senhor (a).

Eu, _____, portador do CPF _____, nascido (a) em ____/____/_____, residente no endereço _____, na cidade de _____, estado _____, podendo ser contatado (a) pelo número telefônico (____) _____ fui informado (a) dos objetivos do estudo “**A Indústria 4.0 na Perspectiva do Profissional da Fisioterapia**”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas.

Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Portanto, declaro que concordo em participar desse estudo e que recebi uma via deste Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.

Belo Horizonte/MG, _____ de _____ de _____.

Entrevistador

Entrevistado

Em caso de dúvidas quanto aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o:

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Unihorizontes R. Alvarenga Peixoto, 1270 - Santo Agostinho, Belo Horizonte - MG, 30180-121.

Tel.: (31) 3349-2917

APÊNDICE C - Roteiro de entrevista com especialistas

Prezado(a) Fisioterapeuta,

Meu nome é Flávia Duarte Carvalho Tôrres e sou aluna do Mestrado Acadêmico do Unihorizontes. Venho solicitar a gentileza de sua colaboração para responder a esta entrevista, que servirá de insumo para minha pesquisa da dissertação de mestrado, com o tema “**O Profissional da Fisioterapia na Perspectiva da Indústria 4.0**”, sob a orientação da Professora Dr.^a Helena Belintani Shigaki.

O objetivo desta entrevista é **analisar o atual estágio de inserção dos Fisioterapeutas no processo da Indústria 4.0.**

Vale esclarecer que não existe resposta certa ou errada para esta entrevista. Todas as suas considerações são importantes para esta pesquisa. Fique à vontade para responder as perguntas.

Esclareço que você não será identificado em nenhuma publicação desta pesquisa, ou seja, manteremos total sigilo. Assim, peço também que você não compartilhe ou comente nada do que for tratado durante a entrevista.

Neste sentido, gostaria de sua autorização para permitir que esta entrevista seja gravada.

-----SE AUTORIZADO-----

Dados da entrevista: Vamos registrar agora os dados da entrevista:

Dia da entrevista:

Horário da entrevista:

Dados do entrevistado: Inicialmente, gostaria que o você informasse os seguintes dados (agora preciso anotar seus dados):

Nome:

Tempo de formação:

Área / unidade de negócio:

Regime de trabalho (autônomo; empresário, CLT; concursado):

Se empresário, quantos funcionários:

Localização:

1. Na sua opinião e diante do novo cenário, quais são as novas possibilidades de atuação do profissional da Fisioterapia?
2. Agora, fale-me sobre a sua atuação do como Fisioterapeuta: Qual a sua área de atuação dentro da Fisioterapia? Algo mudou com a Pandemia? (o que?)
3. Como você avalia o nível de inserção das tecnologias no campo de atuação da Fisioterapia?
4. Na sua opinião qual o grau de interesse dos fisioterapeutas por tecnologia no ambiente de trabalho?
5. Como avalia o grau de facilidade dos profissionais frente ao uso dessas tecnologias?
6. Você está familiarizado com o conceito de Indústria 4.0? (espere pela resposta)
 - a) Se sim, você poderia compartilhar comigo o que acredita que seja?
 - b) Se não, gostaria de ler o conceito para você:

A Indústria 4.0 é apontada por alguns empresários e acadêmicos como a Quarta Revolução Industrial, manufatura inteligente, indústria da internet ou indústria integrada (HOFMANN et al., 2017). O termo foi usado pelo governo alemão para retratar o modelo de elevada tecnologia implantado pelo setor industrial, reconhecido como a integração da internet com alta tecnologia com o objetivo de transformar o processo produtivo mais adaptável e cooperativo (BITKOM et al., 2016).

7. Com base na sua experiência, como você avalia o nível de inserção dos profissionais da Fisioterapia com as novas tecnologias?
8. E o interesse deles com as novas tecnologias, acredita que há?
9. Quais os fatores que você acredita contribuir para essa condição?
10. Poderia compartilhar comigo alguns exemplos dos principais procedimentos na Fisioterapia que dependem da indústria 4.0?
11. Vou falar agora sobre algumas variáveis e gostaria de saber a sua opinião sobre os resultados que a Fisioterapia esperaria alcançar ao adotar as tecnologias fornecidas pela Indústria 4.0?
 - I. para conseguir atender a todos os clientes...
 - II. para se manter no mercado...
 - III. para a fidelização dos clientes...
 - IV. como fator competitivo...
 - V. como inovação...
 - VI. assistência fisioterápica frente à pandemia do COVID-19

12. Acredita que a inserção e uso de tecnologia pelo profissional de fisioterapia o ajudaria a se sair melhor no mercado e até conquistar melhores salários?
13. O que você acredita que impede esses profissionais de usar a tecnologia?
14. Poderia dizer que seus colegas estão mais inseridos neste ambiente da Indústria 4.0 que você?
15. Como você acha que eles encaram essa nova realidade, de usar a tecnologia a seu favor?
16. Você tem alguma referência na área que poderia estimular os profissionais da fisioterapia a usarem a tecnologia? (alguém que você admira)
17. O que a parte estratégica e executiva da sua empresa ou do local onde trabalha acha sobre o uso de tecnologias na Fisioterapia? Você acredita que há um apoio e suporte para isso?
18. Da lista de tecnologias contida no questionário de recrutamento, observei que você marcou algumas (pegue a lista do questionário de recrutamento da pessoa e leia o que ela marcou). As demais você não marcou por quais motivos (leia as que ele não marcou)? Ou seja, o que, na sua opinião, dificulta o uso: recursos, conhecimento, tempo, assistência (só leia as opções quando a pessoa responder)
19. Acredita que se alguém te desse um suporte, disponibilizasse tempo e recursos, estaria mais apto a utilizar outras tecnologias também? Por quê? (aqui você vai tentar identificar se ele sente ansiedade, se fica apreensivo, com medo, etc...)
20. Frente a este contexto que me explicou, quais são os atuais desafios que a Fisioterapia e os Fisioterapeutas estão enfrentando neste atual contexto? Antes também estava assim? Como era?
21. Fale-me sobre alguma experiência que tenha sido exitosa, quanto ao uso dos recursos tecnológicos no seu trabalho.
22. Agora me fale sobre as não exitosas. Qual foi o aprendizado diante dessas experiências não exitosas?
23. Na sua opinião, quais são as vantagens e desvantagens da Indústria 4.0 para a profissão de Fisioterapeuta?
24. Finalizando, você tem intenção em utilizar mais tecnologia nos próximos meses? Que tipo de tecnologia você estaria mais sujeito (se ele não responder, mencione: aquelas voltadas para aumentar sua produtividade, organização do tempo e das tarefas, as voltadas para melhorar o contato com o paciente, antes e depois do seu atendimento, ou mesmo as mais voltadas para o atendimento do cliente)?