



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG) /
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CATALÃO (UFCAT) em implantação
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DÉBORA CRISTINA DE SOUZA RODRIGUES

UM *FRAMEWORK* PARA A MELHORIA DE SERVIÇOS DE SAÚDE: INTEGRAÇÃO DA
LEAN HEALTHCARE COM A *HEALTH 4.0*

CATALÃO
2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE ENGENHARIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese

2. Nome completo do autor

DÉBORA CRISTINA DE SOUZA RODRIGUES

3. Título do trabalho

UM FRAMEWORK PARA A MELHORIA DE SERVIÇOS DE SAÚDE: INTEGRAÇÃO DA LEAN HEALTHCARE COM A HEALTH 4.0

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Stella Jacyszyn Bachega, Professora do Magistério Superior**, em 11/01/2022, às 00:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **DEBORA CRISTINA DE SOUZA RODRIGUES, Discente**, em 11/01/2022, às 13:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2619196** e o código CRC **21DC06AB**.

DÉBORA CRISTINA DE SOUZA RODRIGUES

UM *FRAMEWORK* PARA A MELHORIA DE SERVIÇOS DE SAÚDE: INTEGRAÇÃO DA
LEAN HEALTHCARE COM A *HEALTH 4.0*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Unidade Acadêmica Especial de Engenharia, da Universidade Federal de Goiás (UFG) / Universidade Federal de Catalão (UFCAT) em implantação, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de Concentração: Engenharia de Operações e Processos Industriais. Linha de Pesquisa: Engenharia e Desenvolvimento de Produtos e Processos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Stella Jacyszyn Bachega. Coorientador: Prof. Dr. Dalton Matsuo Tavares.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Rodrigues, Débora Cristina de Souza
Um Framework para a Melhoria de Serviços de Saúde
[manuscrito] : Integração da Lean Healthcare com a Health 4.0 /
Débora Cristina de Souza Rodrigues. - 2022.
158 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Stella Jacyszyn Bacheaga; co-orientadora Dra.
Dalton Matsuo Tavares.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade
Acadêmica Especial de Engenharia e Administração, Programa de Pós
graduação em Engenharia de Produção, Catalão, 2022.

Bibliografia. Apêndice.

Inclui siglas, abreviaturas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista
de tabelas.

1. Lean Healthcare. 2. Health 4.0. 3. Healthcare 4.0. 4. Framework
conceitual. 5. COVID-19. I. Bacheaga, Stella Jacyszyn, orient. II. Título.

CDU 658.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE ENGENHARIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 25 da sessão de Defesa de Dissertação de **DÉBORA CRISTINA DE SOUZA RODRIGUES**, que confere o título de Mestre em Engenharia de Produção, na área de concentração em Engenharia de Operações e Processos Industriais.

"Banca Examinadora de Qualificação/Defesa Pública de Dissertação/Tese realizada em conformidade com a Portaria da CAPES n. 36, de 19 de março de 2020, de acordo com seu segundo artigo: Art. 2º A suspensão de que trata esta Portaria não afasta a possibilidade de defesas de tese utilizando tecnologias de comunicação à distância, quando admissíveis pelo programa de pós-graduação stricto sensu, nos termos da regulamentação do Ministério da Educação."

Aos **quatorze dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte um**, a partir das **15 horas**, na Sala Virtual <<https://meet.google.com/bcq-whxy-qci?hs=224>>, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **“UM FRAMEWORK PARA A MELHORIA DE SERVIÇOS DE SAÚDE: INTEGRAÇÃO DA LEAN HEALTHCARE COM A HEALTH 4.0”**. Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, **Professora Doutora STELLA JACYSZYN BACHEGA (PPGEP/UFCAT)**, com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Professor Doutor NILSON JOSÉ FERNANDES (PPGEP/UFCAT)**, membro titular interno, cuja participação ocorreu através de videoconferência, da **Professora Doutora KARINE ARAUJO FERREIRA (UFOP)**, membro titular externo, cuja participação ocorreu através de videoconferência e do Coorientador, **Professor Doutor DALTON MATSUO TAVARES (UFCAT)**, cuja participação ocorreu através de videoconferência. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pela Professora Doutora STELLA JACYSZYN BACHEGA, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos quatorze dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte um.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Stella Jacyszyn Bachega, Professora do Magistério Superior**, em 14/12/2021, às 17:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nilson José Fernandes, Professor do Magistério Superior**, em 14/12/2021, às 17:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado eletronicamente por **Dalton Matsuo Tavares, Professor do Magistério**



Superior, em 14/12/2021, às 17:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Karine Araujo Ferreira, Usuário Externo**, em 20/12/2021, às 14:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2534868** e o código CRC **A7469FB2**.

Referência: Processo nº 23070.064630/2021-17

SEI nº 2534868

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me proporciona força e perseverança para a materialização dos meus sonhos.

A minha orientadora, professora Dr^a. Stella, e ao meu coorientador professor Dr. Dalton, pelos ensinamentos e contribuições essenciais para a construção deste trabalho.

A minha família pelo apoio, em especial Maria Goretti, Carlos, Fernanda, Priscilla e Liv.

Aos meus amigos pelo companheirismo, em especial Hamma Carolina, Lucas Fagundes, Cleberyanne, Tassiana, Nadielle e Karla.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos que possibilitou a realização da presente pesquisa.

Aos docentes e técnicos do PPGEF/UFG que contribuíram para a minha formação, em especial Dr^a Núbia e Bruno.

Ao Grupo de Estudos em Modelagem e Simulação (GEMS) pela parceria durante a realização do Estágio Docência e da Ação de Extensão “Levantamento bibliográfico: tão simples quanto se deseje, tão complexo quanto necessário”.

Aos membros da banca de qualificação e de defesa, Dra. Karine, Dr. Nilson e Dr. Higor Leite pelas considerações importantes para a conclusão deste trabalho.

“A educação é o poder das mulheres”

Malala Yousafzai

RODRIGUES, D. C. S. **Um Framework para a Melhoria de Serviços de Saúde: Integração da Lean Healthcare com a Health 4.0.** 157 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Catalão, GO. 2021.

RESUMO

A inovação e o desenvolvimento tecnológico, oriundos da Indústria 4.0, têm alterado a maneira de se produzir bens e serviços, como no caso da saúde. Advindos de modelos patriarcais, os serviços de saúde ocidentais estão evoluindo em direção a uma abordagem integrada e otimizada, com acesso a informações dos pacientes em tempo real e com a possibilidade de acompanhamento médico remoto, por intermédio de aplicações provenientes da Indústria 4.0. A utilização de ferramentas e conceitos da quarta revolução industrial no âmbito da saúde foi denominado de “Health 4.0”, ou “Healthcare 4.0”, cuja abordagem busca a melhoria destes serviços. As inovações intrínsecas ao tema *Health 4.0*, com o emprego de tecnologias aos serviços de saúde, têm o potencial de contribuir para a redução de custos operacionais e melhorias significativas na qualidade dos serviços prestados. Em circunstâncias extremas e de escala global, como o surto de COVID-19, as organizações de saúde tendem a buscar apoio em tecnologias inovadoras, podendo a *Health 4.0* contribuir para o alcance de melhores resultados relacionados a planos de proteção, troca de dados médicos, previsões de aumento da demanda, realocação prévia de recursos e acompanhamento remoto de pacientes em situação de isolamento domiciliar. Alinhadas as tecnologias da Indústria 4.0, as ferramentas/métodos afins a *Lean Healthcare* também são utilizadas para a melhoria dos processos de saúde, visando o aperfeiçoamento da qualidade do serviço prestado e a redução de custos. Neste âmbito, a presente pesquisa tem como objetivo geral desenvolver um *framework* conceitual voltado a melhoria de processos operacionais de serviços de saúde que associe ferramentas/métodos afins a *Lean Healthcare* com ferramentas/tecnologias da *Health 4.0*. Deste modo, esta pesquisa se classifica como descritiva, adotando uma abordagem qualitativa ampla, que não exclui a utilização de dados quantitativos. Em relação aos procedimentos adotados, a pesquisa é teórico-conceitual. Para tanto, elaborou-se um estudo de escopo sobre a *Health 4.0*, para a identificação das ferramentas/tecnologias e aplicações relacionadas. Ademais, para determinar as principais ferramentas/métodos afins a *Lean Healthcare*, foram mapeados os trabalhos mais relevantes sobre a temática por meio da metodologia de análise de citação em múltiplas perspectivas. De modo auxiliar aos dois métodos, foi empregado o CiteSpace, um software gratuito para a análise de tendências de campos de pesquisa, o qual possibilita a geração de diversas redes de dados. Por fim, considerando os resultados obtidos pelas duas abordagens, um *framework* conceitual foi desenvolvido e denominado de *Continuous Healthcare Services 4.0* (CHS 4.0). A abordagem é voltada aos pacientes e busca a melhoria operacional de processo de serviços de saúde por meio da aplicação de ferramentas/métodos/tecnologias da LH e da H4.0. O CHS 4.0 propõe, de modo contínuo e interligado, a adoção de quatro etapas: Aprendizagem e Comunicação; Análise do Processo; Plano de ação e monitoramento; e Virtualização dos serviços e interoperabilidade. De modo geral, o CHS 4.0 pode suprir algumas das desvantagens vinculadas a LH, ao passo que a H4.0 demonstrou capacidade de apoiar a LH por meio da possibilidade de compartilhamento de dados, interoperabilidade dos sistemas de saúde e criação de valor com a virtualização dos serviços. De modo geral, o CHS 4.0 pode contribuir para a melhoria operacional dos processos de serviços de saúde em termos de custos e qualidade.

Palavras-chave: Lean Healthcare, Health 4.0, Healthcare 4.0, Framework conceitual, COVID-19.

RODRIGUES, D. C. S. **A Framework for Improving Health Services: Integrating Lean Healthcare with Health 4.0.** 157 p. Masters Dissertation. Federal University of Goiás, Catalão, GO. 2021.

ABSTRACT

Innovation and technological development, arising from Industry 4.0, have changed the way in which goods and services are produced, as in the case of health. Coming from patriarchal models, Western healthcare services are evolving towards an integrated and optimized approach, with access to patient information in real time and with the possibility of remote medical follow-up through applications from Industry 4.0. The use of tools and concepts from the fourth industrial revolution in the health field was called "Health 4.0", or "Healthcare 4.0", whose approach seeks to improve these services. Innovations intrinsic to the Health 4.0 theme, with the use of technologies in health services, have the potential to contribute to the reduction of operating costs and significant improvements in the quality of services provided. In extreme circumstances and on a global scale, such as the COVID-19 outbreak, healthcare organizations tend to seek support in innovative technologies, and Health 4.0 can contribute to achieving better results related to protection plans, exchange of medical data, forecasts of increased demand, prior reallocation of resources and remote monitoring of patients in a situation of home isolation. In line with Industry 4.0 technologies, tools/methods related to Lean Healthcare are also used to improve healthcare processes, aiming at improving the quality of service provided and reducing costs. In this context, this study aims to develop a conceptual framework aimed at improving operational processes in healthcare services that associates tools/methods related to Lean Healthcare with tools/technologies from Health 4.0. Thus, this research is classified as descriptive, adopting a broad qualitative approach that does not exclude the use of quantitative data. Regarding the adopted procedures, this theoretical-conceptual study elaborated a scope study on Health 4.0, for the identification of related tools/technologies and applications. Furthermore, to determine the main tools/methods related to Lean Healthcare, the most relevant works on the subject were mapped through the methodology of cocitation analysis in multiple perspectives. As an aid to both methods, CiteSpace was used, a free software for analyzing trends in research fields, which enables the generation of several data networks. Finally, considering the results obtained by the two approaches, a conceptual framework was developed and named Continuous Healthcare Services 4.0 (CHS 4.0). whose patient-oriented approach seeks the operational improvement of the health services process through the application of LH and H4.0 tools/methods/technologies. CHS 4.0 proposes, in a continuous and interconnected way, the adoption of four stages: Learning and Communication; Process Analysis; Action and monitoring plan; and Services virtualization and interoperability. Overall, CHS 4.0 can address some of the disadvantages associated with LH, whereas H4.0 has demonstrated the ability to support LH through the ability to share data, interoperability of healthcare systems, and create value with virtualization of services. Overall, CHS 4.0 could contribute to the operational improvement of healthcare processes in terms of costs and quality.

Keywords: Lean Healthcare. Health 4.0. Healthcare 4.0. Framework. COVID-19.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas para a elaboração do estudo de escopo	41
Figura 2 - Rede gerada para o tipo de nó “Keyword”	43
Figura 3 - Síntese da condução da pesquisa para a elaboração do <i>framework</i> conceitual... 49	
Figura 4 - Fluxograma de mapeamento dos dados da temática <i>Health 4.0</i>	52
Figura 5 - Gráfico do número de publicações por ano da temática <i>Health 4.0</i>	53
Figura 6 - Gráfico dos tipos de publicação da temática <i>Health 4.0</i>	54
Figura 7 - Gráfico dos periódicos com maior número de publicações sobre a <i>Health 4.0</i>	54
Figura 8 - Gráfico dos autores que mais publicaram sobre a temática <i>Health 4.0</i>	55
Figura 9 - Gráfico dos países que mais publicaram sobre a temática <i>Health 4.0</i>	56
Figura 10 - Mapa dos países que mais publicaram sobre a temática <i>Health 4.0</i>	56
Figura 11 - Gráfico das principais categorias dos trabalhos da temática <i>Health 4.0</i>	57
Figura 12 - Principais palavras-chave relacionadas as tecnologias da <i>Health 4.0</i>	58
Figura 13 - Gráfico do número de publicações por ano da temática <i>Lean Healthcare</i>	64
Figura 14 - Gráfico dos autores mais citados sobre a temática <i>Lean Healthcare</i>	65
Figura 15 - Gráfico dos países que mais publicaram sobre a temática <i>Lean Healthcare</i>	66
Figura 16 - Gráfico das principais categorias dos trabalhos da temática <i>Lean Healthcare</i> ... 66	
Figura 17 - Principais palavras-chave relacionadas as ferramentas/métodos da <i>Lean Healthcare</i>	67
Figura 18 – Gráfico das ferramentas/métodos afins a <i>Lean Healthcare</i> abordadas nos trabalhos.....	79
Figura 19 - Estrutura geral do <i>framework</i> conceitual desenvolvido	85
Figura 20 - Virtualização do CHS 4.0.....	98
Figura 21 - Interoperabilidade do CHS 4.0.....	98
Figura 22 - Palavras-chave mais recorrentes do mapeamento preliminar da <i>Health 4.0</i>	123
Figura 23 - Rede do tipo “Author” da <i>Health 4.0</i>	132
Figura 24 - Autores mais citados na rede “Author” da <i>Health 4.0</i>	132
Figura 25 - Rede do tipo “Country” da <i>Health 4.0</i>	133
Figura 26 - Países mais citados na rede “Country” da <i>Health 4.0</i>	133
Figura 27 - Rede do tipo “Category” da <i>Health 4.0</i>	134
Figura 28 - Categorias mais citadas na rede “Category” da <i>Health 4.0</i>	134
Figura 29 - Rede do tipo “Keyword” da <i>Health 4.0</i>	135
Figura 30 - Palavras-chave mais citadas na rede “Keyword” da <i>Health 4.0</i>	136
Figura 31 - Rede do tipo “Author” da <i>Lean Healthcare</i>	145
Figura 32 - Autores mais citados na rede “Author” da <i>Lean Healthcare</i>	145

Figura 33 - Rede do tipo "Country" da <i>Lean Healthcare</i>	146
Figura 34 - Países mais citados na rede "Country" da <i>Lean Healthcare</i>	146
Figura 35 - Rede do tipo "Category" da <i>Lean Healthcare</i>	147
Figura 36 - Categorias mais citadas na rede "Category" da <i>Lean Healthcare</i>	148
Figura 37 - Rede do tipo "Keyword" da <i>Lean Healthcare</i>	149
Figura 38 - Palavras-chave mais citadas na rede "Keyword" da <i>Lean Healthcare</i>	150
Figura 39 - Rede do tipo "Reference" da <i>Lean Healthcare</i>	151
Figura 40 - <i>Clusters</i> da rede de cocitações da <i>Lean Healthcare</i>	151
Figura 41 - Valores da rede de cocitações da <i>Lean Healthcare</i>	152
Figura 42 - Informações sobre os <i>clusters</i>	152
Figura 43 - Linha do tempo dos clusters da rede de cocitações da <i>Lean Healthcare</i>	153

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais palavras-chave utilizadas.....	43
Quadro 2 – Ferramentas/Tecnologias e aplicações/benefícios relacionados a <i>Health 4.0</i> ...	60
Quadro 3 - Trabalhos mais citados e com maiores centralidades dos <i>clusters</i> analisados...	68
Quadro 4 - Explosão de referências sobre a temática da <i>Lean Healthcare</i>	69
Quadro 5 - Benefícios vinculados a implementação da <i>Lean Healthcare</i>	72
Quadro 6 - Desafios vinculados a implementação da <i>Lean Healthcare</i>	73
Quadro 7 – Classificação/Quantitativo das ferramentas/métodos afins a <i>Lean Healthcare</i> ..	77
Quadro 8 – Ferramentas/Métodos afins a <i>Lean Healthcare</i> mais abordadas nos trabalhos.	80
Quadro 9 - Organização do <i>framework</i> conceitual e referências de apoio utilizadas.....	85
Quadro 10 - Explosão de palavras-chaves do mapeamento preliminar da <i>Health 4.0</i>	124
Quadro 11 - Identificação das publicações do estudo de escopo da <i>Health 4.0</i>	125
Quadro 12 - Tipo de documento e fonte dos trabalhos da <i>Health 4.0</i>	129
Quadro 13 - Principais objetivos, ferramentas/tecnologias e aplicações dos trabalhos da <i>Health 4.0</i>	137
Quadro 14 - Principais resultados dos trabalhos do estudo de escopo da <i>Health 4.0</i>	141
Quadro 15 - Identificação das publicações mais relevantes da <i>Lean Healthcare</i>	153
Quadro 16 - Identificação das publicações mais citadas recentemente da <i>Lean Healthcare</i>	154
Quadro 17 - Ferramentas/Tecnologias afins a <i>Lean Healthcare</i> e suas referências.....	155

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AI – *Artificial intelligence* (Inteligência Artificial);

AR – *Augmented Reality* (Realidade Aumentada);

BD – *Big Data*;

BCI – *Brain-Computer Interface* (Interface Cérebro-Computador);

BPM – *Business Process Management* (Gestão de Processos de Negócios);

CC – *Cloud Computing* (Computação em Nuvem);

CHS 4.0 – *Continuous Healthcare Services 4.0* (Serviços de Cuidado com a Saúde Contínuos 4.0);

CPS – *Cyber-Physical Systems* (Sistemas Ciber-físicos);

DL – *Deep Learning* (Aprendizagem Profunda);

DM – *Data Mining* (Mineração de dados);

DMAIC – *Define-Measure-Analyse-Improve-Control* (Definir-Medir-Analisar-Melhorar-Controlar);

DT – *Digital Twins* (Gêmeos Digitais);

EPI – Equipamentos de Proteção Individual;

ERP – *Enterprise Management System* (Sistema de Gestão Empresarial);

FC – *Fog Computing* (Computação em Nevoeiro);

H-IoT – *Healthcare Internet of Things*;

HIS – *Health Information Systems* (Sistemas de Informação em Saúde);

HL7 FHIR – *Fast Healthcare Interoperability Resources*;

H4.0 – *Health 4.0* ou *Healthcare 4.0* (Saúde 4.0);

I4.0 – *Industry 4.0* (Indústria 4.0);

JIT – *Just in Time*;

IoD – *Internet of Data*;

IoP – *Internet of People*;

IoS – *Internet of Service*;

IoT – *Internet of Things* (Internet das coisas);

LH – *Lean Healthcare*;

LM – *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta);

MA – *Mobile Applications* (Aplicativos Móveis);

MCPS – *Medical Cyber-Physical System* (Sistema Ciberfísico Médico);

MEC – *Mobile Edge Computing*;

NOMA – *Application-Specific Nonorthogonal Multiple Access*;

PDCA – *Plan-Do-Check-Act* (Planejar-Fazer-Verificar-Agir);

PDSA – *Plan-Do-Study-Act* (Planejar-Fazer-Estudar-Agir);
PHR – *Patient Healthcare Records* (Registros de Saúde do Paciente);
RIE's – *Rapid Improvement Events* (Eventos de melhoria rápida);
SOA – *Service-Oriented Architecture* (Arquitetura Orientada a Serviços);
VM – *Visual Management* (Controle Visual);
VR – *Virtual Reality* (Realidade Virtual);
VSM – *Value Stream Mapping* (Mapeamento do Fluxo de Valor);
TPM – *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total);
TQM – *Total Quality Management* (Gestão da Qualidade Total);
UAV – *Unmanned Aerial Vehicle* (Veículo Aéreo não Tripulado);
WB – *Wireless Biosensors* (Biossensores Corporais);
WBAN – *Wireless Body Area Network* (Rede Corporal Sem Fio);
WT – *Wearable Technology* (Tecnologias Vestíveis);
5S – *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke* (Senso de utilização, organização, limpeza, padronização e disciplina).

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	20
INTRODUÇÃO	20
1.1 Apresentação do Trabalho	20
1.2 Estrutura do Trabalho.....	24
CAPÍTULO 2	25
REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1 Considerações Iniciais.....	25
2.2 Indústria 4.0	25
2.3 <i>Health 4.0</i>	28
2.4 <i>Lean Healthcare</i>	31
2.4.1 Produção Enxuta	31
2.4.2 Saúde Enxuta	33
2.5 Considerações Finais	35
CAPÍTULO 3	36
METODOLOGIA DE PESQUISA	36
3.1 Considerações Iniciais.....	36
3.2 Classificação da Pesquisa.....	36
3.3 Software CiteSpace.....	38
3.4 Detalhamento do Estudo de Escopo	41
3.5 Mapeamento da <i>Lean Healthcare</i>	45
3.6 Detalhamento do <i>Framework</i>	47
3.7 Considerações Finais	48
CAPÍTULO 4	51
ESTUDO DE ESCOPO DA HEALTH 4.0	51
4.1 Considerações Iniciais.....	51
4.2 Desenvolvimento do Estudo de Escopo	51
4.3 Resultados Obtidos	53

4.3.1 Mapeamento do Conhecimento	53
4.3.2 Mapeamento do Conteúdo.....	59
4.4 Considerações Finais	61
CAPÍTULO 5	63
MAPEAMENTO DA LEAN HEALTHCARE.....	63
5.1 Considerações Iniciais.....	63
5.2 Desenvolvimento do Mapeamento	63
5.3 Resultados Obtidos	64
5.3.1 Mapeamento do Conhecimento	64
5.3.2 Mapeamento do Conteúdo.....	70
5.4 Considerações Finais	81
CAPÍTULO 6	83
FRAMEWORK CONCEITUAL.....	83
6.1 Considerações Iniciais.....	83
6.2 Composição do <i>Framework</i> Conceitual	83
6.2.1 Aprendizagem e Comunicação	88
6.2.2 Análise do Processo	90
6.2.3 Plano de Ação e Monitoramento	93
6.2.4 Virtualização dos Serviços e Interoperabilidade	95
6.3 Considerações Finais	98
CAPÍTULO 7	101
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
7.1 Conclusões Gerais	101
7.2 Avaliação Geral do Objetivo	103
7.3 Contribuições e Propostas de Pesquisas Futuras.....	103
Referências	105
APÊNDICE A – Resultados do Mapeamento Preliminar da <i>Health 4.0</i>.....	123
APÊNDICE B – Resultados do Estudo de Escopo da <i>Health 4.0</i>.....	125
APÊNDICE C – Resultados do Mapeamento da <i>Lean Healthcare</i>.....	145

Os Programas de Pós-Graduação stricto sensu em funcionamento na Universidade Federal de Catalão (UFCAT), em virtude de procedimentos técnicos relacionados à CAPES, continuam provisoriamente vinculados à Universidade Federal de Goiás (UFG), por isso, todos os elementos pré-textuais do trabalho apresentado estão identificados como Universidade Federal de Goiás (UFG) / Universidade Federal de Catalão (UFCAT) em implantação, em função da migração da BDTD ter ocorrido a partir de 16 de agosto de 2021, assim como pelo fato das pesquisas e produtos serem realizados na UFCAT.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do Trabalho

O setor de saúde, além de apoiar o crescimento econômico (TUAN; THANH; LE TUAN, 2019), reflete a qualidade de vida das pessoas em uma sociedade (OMRANI; SHAFAT; EMROUZNEJAD, 2018; TUAN; THANH; LE TUAN, 2019), sendo geralmente considerado um departamento de grande interesse em diversos países (TUAN; THANH; LE TUAN, 2019). A relação direta e inseparável da qualidade de vida humana à importância da saúde global promoveu um maior interesse dos pesquisadores em relação às tendências de desenvolvimento da indústria da saúde, bem como seus impactos no prolongamento da expectativa de vida humana (HSU; LIOU; LO, 2021).

Além do bem-estar da sociedade, os sistemas de saúde estão buscando a melhoria da qualidade do atendimento aos pacientes e da eficiência de suas operações. Isso se deve à crescente demanda por cuidados de saúde, ao envelhecimento da população, às novas tecnologias e aos fatores de estilo de vida. Também, há o aumento da pressão relativa aos orçamentos de saúde, em virtude da austeridade econômica (HICKS et al., 2015).

A situação se agrava ainda mais perante um contexto de pandemia, onde a eficiência, eficácia, agilidade, disponibilidade e igualdade dos sistemas globais de saúde são questionados perante um regime que, por muitas vezes, se encontra extensivamente voltado a receitas e motivações de lucro (FRIEBE, 2020). Ainda, o atual surto de COVID-19 causou impactos econômicos e operacionais aos sistemas de saúde de diversos países, desencadeando um aumento na demanda, incitando restrições operacionais e pressionando a capacidade das organizações de saúde (LEITE; LINDSAY; KUMAR, 2020).

Em vista de um problema generalizado e de escala mundial como a pandemia de COVID-19, são necessários apoios de tecnologias, aplicativos de rastreamento, análise de

dados e pesquisa médica; bem como a adoção de abordagens inteligentes (AL-JAROODI; MOHAMED; ABUKHOUSA, 2020). Por conseguinte, a Indústria 4.0 (I4.0) possui a capacidade de atender aos requisitos de aplicações de tecnologias de informação avançadas, mediante o controle e tratamento adequado dos pacientes por meio da coleta e disponibilização de informações aos sistemas de saúde (JAVAID et al., 2020).

A implantação progressiva da Indústria 4.0 no domínio da saúde vem contribuindo para a evolução dos ecossistemas de saúde que lidam com os desafios em relação aos custos crescentes e ao surgimento de doenças crônicas (ZEB et al., 2016). Adicionalmente, há a necessidade de estabilização de sistemas de saúde operando em sobrecarga (CHUTE; FRENCH, 2019). Esta revolução digital dos cuidados de saúde, por meio de uma variedade de aplicações, gera alterações nas organizações de saúde no âmbito legal, social e econômico (CAVALLONE; PALUMBO, 2020).

Os serviços de saúde e cuidados, advindos de modelos médicos patriarcais das políticas ocidentais, estão progredindo para uma abordagem integrada e cogerenciada, introduzindo a utilização de recursos da Indústria 4.0 para a otimização da assistência médica (CHUTE; FRENCH, 2019). As inovações tecnológicas oriundas da Indústria 4.0 ocasionou impactos profundos na mentalidade e abordagens tradicionais dos setores de saúde, possibilitando a compreensão de novas possibilidades e oportunidades, assim como de novos desafios e riscos (ACETO; PERSICO; PESCAPÉ, 2020).

Além das tecnologias da Indústria 4.0, os conceitos do *Lean* podem ser aplicados aos sistemas de saúde visando otimizar os seus processos operacionais, podendo ocasionar a redução dos tempos de espera e a maior eficiência da alocação de recursos por parte dos provedores de saúde e serviços de apoio (ILANGAKOON; WEERABAHU; WICKRAMARACHCHI, 2018). O *Lean*, de maneira similar a Indústria 4.0, visa a melhoria da produtividade de sistemas. Embora utilizem abordagens distintas, os princípios *Lean* e algumas de suas ferramentas/métodos podem ser fortalecidos com o emprego de tecnologias da Indústria 4.0, como a Internet das Coisas (IoT - *Internet of Things*) e a simulação. Apesar de não atender integralmente os princípios *Lean*, ambas as abordagens podem coexistir para a melhoria de serviços (ROSIN et al., 2020).

No âmbito da saúde, o *Lean* denomina-se *Lean Healthcare* (LH). Esta abordagem de gestão promissora, empregada pelas principais instituições de saúde, se baseia em um conjunto de princípios originado pela *Toyota Motor Company* (TOUSSAINT; BERRY, 2013). Além da LH, outra abordagem que fornece vantagens ao setor de saúde, por meio da otimização de recurso, redução de custos e melhoria da qualidade dos serviços, denomina-se *Health 4.0* conforme bibliografias na área (AJMERA; JAIN, 2019; AL-JAROODI; MOHAMED; ABUKHOUSA, 2020; LHOTSKA, 2020; CAVALLONE; PALUMBO, 2020; CHUTE; FRENCH, 2019; ÓWIKLICKI; KLICH; CHEN, 2020; FLÓREZ; ROSÁRIO;

HURTADO, 2020; NARKHEDE et al., 2020; SILVEIRA et al., 2019; SILVEIRA et al., 2021; THUEMMLER, 2017; THUEMMLER; BAI, 2017). Tal termo pode ser encontrado também como *Healthcare* 4.0 em bibliografias consultadas (ACETO; PERSICO; PESCAPÉ, 2020; BUCHELT; FRĄCZKIEWICZ-WRONKA; DOBROWOLSKA, 2020; CHEN et al., 2020; HATHALIYA; TANWAR, 2020; JAYARAMAN et al., 2020; KRISHNAMOORTHY; DUA; GUPTA, 2021; TORTORELLA et al., 2019; TORTORELLA et al., 2020a; TORTORELLA et al., 2020b; WEHDE, 2019).

A *Health* 4.0 (H4.0), considerada como uma extensão da I4.0 na saúde, tem o potencial de estender, virtualizar e habilitar novos processos relacionados à assistência médica, transformando-os em serviços (MONTEIRO et al., 2018). O uso emergente de ferramentas da quarta revolução industrial na medicina concentra-se na otimização e adaptação do tratamento dos pacientes de maneira a se obter melhores resultados em um meio hospitalar ou clínico (CHUTE; FRENCH, 2019). Unindo a necessidade de aprimoramento tecnológico e de concentração no paciente, a H4.0 visa a melhoria da qualidade dos serviços relativos à saúde e a redução de custos, por meio do uso mais adequado de recursos disponíveis e da ampliação da eficácia dos serviços prestados.

As pesquisas de Ilangakoon, Weerabahu e Wickramarachchi (2018) e Ilangakoon et al. (2021) relacionam as aplicações da I4.0 (IoT, Big Data e Computação em Nuvem) com as técnicas *Lean* (VSM e 5S) considerando três fatores: estilo de vida, atendimento hospitalar e inovação. Ambos os autores apresentam um *framework* conceitual com foco na melhoria do desempenho operacional de serviços de saúde por meio de tecnologias avançadas que possibilitam o diagnóstico pré-médico de doenças, voltado ao contexto do Sri Lanka. Deste modo, a lacuna identificada para a elaboração desta pesquisa está na necessidade de se desenvolver um *framework* conceitual que integre a LH com a H4.0 conjuntamente, por meio da aplicação de ferramentas/métodos da LH (foram propostas 17) em complemento com as ferramentas/tecnologias especificamente vinculadas a temática H4.0 (foram propostas 7). Este *framework* pode melhorar os processos operacionais de serviços de saúde de modo contínuo, considerando os pacientes como principais clientes; e com ênfase em ambientes hospitalares.

Com base nesse contexto, surge a seguinte questão de pesquisa: “como seria a configuração de um *framework* conceitual para aplicação da *Lean Healthcare* associada as ferramentas/métodos da *Health* 4.0?”. Deste modo, a presente pesquisa tem como objetivo geral desenvolver um *framework* conceitual voltado a melhorias operacionais dos processos de serviços de saúde que associe ferramentas/métodos afins a LH com ferramentas/tecnologias da H4.0. Para tanto, os objetivos específicos são:

- Identificar ferramentas/tecnologias relacionadas a H4.0, bem como suas aplicações/benefícios;

- Verificar ferramentas/métodos afins a LH e suas aplicações/benefícios;
- Associar as ferramentas/métodos afins a LH com as ferramentas/tecnologias relacionadas a H4.0 para a proposição de um *framework* conceitual.

Deste modo, a junção da LH com a H4.0 têm a capacidade de contribuir para a melhoria de processos operacionais de serviços de saúde, mediante os benefícios vinculados as aplicações das ferramentas/métodos/tecnologias da LH e da H4.0, como o aperfeiçoamento na qualidade do serviço (AL-JAROODI; MOHAMED; ABUKHOUSA, 2020; DICKSON et al., 2009; LEITE; VIVEIRA, 2015; TOUSSAINT; BERRY, 2013), a redução de custos (AL-JAROODI; MOHAMED; ABUKHOUSA, 2020; COSTA; GODINHO FILHO, 2016; FERRER-ROCA et al., 2014; LEITE; VIVEIRA, 2015; TOUSSAINT; BERRY, 2013) e o uso mais eficiente de recursos (AL-JAROODI; MOHAMED; ABUKHOUSA, 2020; BHATTI et al., 2019; CAVALLONE; PALUMBO, 2020; FERRER-ROCA et al., 2014; FLÓREZ, ROSÁRIO; HURTADO, 2020; HOLDEN, 2011; ILANGAKOON; WEERABAHU; WICKRAMARACHCHI, 2018; NARKHEDE et al., 2020).

A inovação inerente a H4.0 impacta positivamente nos procedimentos, reduzindo o tempo de atendimento e otimizando o uso de instalações, equipamentos e mão de obra. A utilização de novos dispositivos e procedimentos nos processos de prestação de serviço em saúde contribuem para a criação de valor e competitividade, acarretando no aumento do retorno financeiro. Ademais, a possibilidade de monitoramento e acompanhamento domiciliar remoto, bem como a redução na reincidência de internação e decurso de recuperação, acarreta em uma melhoria na percepção de satisfação dos pacientes quanto ao serviço prestado (FRITZSCHE; BOESE; FRIEBE, 2020).

Considerando a importância atual da temática, o número de publicações sobre H4.0, *e-Health* e *Telecare* teve um aumento notável a partir do ano 2000 (PULIDO et al., 2020). Especificamente o tema H4.0 apresentou um aumento considerável no número de publicações no ano de 2020, podendo este estar relacionado ao contexto da COVID-19 (conforme Figura 1 da seção 4.1). Os trabalhos que abordam o tema por meio de revisão da literatura também são recentes, publicados de 2017 até 2021, e de modo geral exploram a temática em termos de vantagens, desafios, impactos e oportunidades relacionadas (ACETO; PERSICO, PESCAPÉ, 2020; LHOTSKA, 2020; CAVALLONE; PALUMBO, 2020; CHEN et al., 2020; CHUTE; FRENCH, 2019; HATHALIYA; TANWAR, 2020; JAYARAMAN et al., 2020; KRISHNAMOORTHY; DUA; GUPTA, 2021; LI; CARAYON, 2021; SILVEIRA et al., 2019; THUEMMLER, 2017; THUEMMLER; BAI, 2017; TORTORELLA et al., 2019; WEHDE, 2019).

Quanto ao número de publicações de pesquisas empíricas sobre o *Lean* no setor de saúde, houve também um aumento na última década, sendo a implementação do método cada vez mais aceita, em especial para a melhoria específica de departamentos e

processos (HALLAM; CONTRERAS, 2018). Todavia, Costa e Godinho Filho (2016) descrevem uma evolução dos estudos de uma perspectiva voltada a melhoria de uma área para os hospitais como um todo. Além disso, alguns dos tópicos interessantes de estudos recentes relacionam-se a elaboração de *frameworks* de avaliação ou descrição do uso do *Lean* na área da saúde, bem como os seus benefícios quando associados a outras abordagens.

1.2 Estrutura do Trabalho

A estrutura deste estudo divide-se em cinco capítulos, ordenados da seguinte maneira:

- Capítulo 1 – Introdução: exibição de uma visão introdutória a respeito do tema, delineando a questão de pesquisa, objetivos e justificativa;
- Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica: elucidação de conceitos importantes para a temática discutida, referentes a Indústria 4.0, a H4.0 e a LH;
- Capítulo 3 – Metodologia de pesquisa: descrição dos aspectos teóricos e ferramenta (software CiteSpace) empregados nesta pesquisa, bem como as diretrizes adotadas para a condução do estudo de escopo, do mapeamento da LH e do *framework* conceitual;
- Capítulo 4 – Estudo de Escopo da H4.0: exposição e síntese dos resultados e informações obtidos através do estudo de escopo da H4.0;
- Capítulo 5 – Mapeamento da LH: apresentação dos resultados e síntese das informações obtidas por meio do mapeamento da LH;
- Capítulo 6 – *Framework* Conceitual: discorre sobre a composição do *framework* conceitual, elaborado conforme o objetivo geral da presente pesquisa, bem como a síntese e discussões dos resultados obtidos;
- Capítulo 7 – Considerações Finais: expõe as conclusões gerais do estudo, avaliando o alcance do objetivo geral pretendido e apresentando contribuições e propostas de pesquisas futuras;

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Considerações Iniciais

O presente capítulo visa apresentar conceitualmente temáticas relevantes para a compreensão deste estudo, por meio de uma pesquisa bibliográfica. Deste modo, o capítulo discorre sobre conceitos acerca da Indústria 4.0, da H4.0 e da LH, bem como apontar previamente algumas ferramentas/tecnologias relacionadas as temáticas (que serão melhor abordadas nos capítulos 4 e 5 deste estudo).

A estrutura do capítulo divide-se em quatro seções temáticas: i) na seção 2.2 contextualiza-se a Indústria 4.0; ii) na seção 2.3 aborda-se a H4.0; iii) na seção 2.4 discorre-se sobre a filosofia *Lean* (subseção 2.4.1) e sua atuação no âmbito da saúde, ou seja, a LH (subseção 2.4.2); iv) na seção 2.5 foi expresso a síntese das informações do capítulo.

2.2 Indústria 4.0

As inovações tecnológicas e as mudanças de paradigma da industrialização levaram às denominadas revoluções industriais, caracterizadas pela mecanização (Indústria 1.0), uso intensivo de energia elétrica (Indústria 2.0), digitalização generalizada (Indústria 3.0) e pela combinação de tecnologias orientadas a criação de objetos “inteligentes” (Indústria 4.0). A quarta revolução industrial descreve diversas mudanças nos sistemas de manufatura, indo de implicações tecnológicas ao estabelecimento de organizações versáteis, alterando suas orientações de produto para serviços (LASI et al., 2014).

Reconhecida pela aplicação de tecnologias da informação na manufatura e serviços, a Indústria 4.0 (I4.0 – sigla usada por TORTORELLA et al., 2019 e ALCÁCER; CRUZ-

MACHADO, 2019) volta-se à obtenção de melhorias de desempenho, por artifício da integração e análise em tempo real de dados e a otimização de recursos (LU, 2017). Rumo a era da digitalização, a I4.0 se baseia em sistemas de produção, máquinas, ambientes, modelos de negócios, produtos e serviços digitais; onde representações virtuais permitem estabelecer interligações e aplicações centralizadas (ALCÁCER; CRUZ-MACHADO, 2019).

No auge na 4ª revolução industrial, os rápidos avanços atuais nos métodos de industrialização e informatização (XU; XU; LI, 2018) levam a uma transformação filosófica da sociedade que podem gerar grandes mudanças na educação, economia e comércio. Os padrões da I4.0 tendem a uma conduta mais inteligente, adaptável, flexível e autônoma; baseada predominantemente por sensores (OZTEMEL; GURSEV, 2020).

Neste contexto, os autores Hermann, Pentek e Otto (2016) descrevem 4 princípios de *design* da I4.0, a seguir: assistência técnica (*technical assistance*), descentralização (*decentralization*), interconexão (*interconnection*) e transparência da informação (*information transparency*). Por sua vez, Lu (2017) expõe outros princípios de *design* da Indústria 4.0: acessibilidade (*accessibility*), multilinguismo (*multilingualism*), segurança (*security*), software de código aberto (*open source software*) e soluções multilaterais (*multilateral solutions*).

Ghobakhloo (2018) apresenta em seu estudo 13 princípios de *design* da Indústria 4.0, incluindo o de “descentralização” apontado por Hermann, Pentek e Otto (2016), sendo: orientação a serviço (*service orientation*), produto inteligente (*smart product*), fábrica inteligente (*smart factory*), interoperabilidade (*interoperability*), modularidade (*modularity*), descentralização (*decentralization*), virtualização (*virtualization*), capacidade em tempo real (*real-time capability*), integração vertical (*vertical integration*), integração horizontal (*horizontal integration*), personalização do produto (*product personalization*), social corporativo (*corporate social*) e responsabilidade (*responsibility*).

De modo semelhante, Cañas et al. (2021) retratam como princípios de *design* da I4.0 a descentralização, interconexão, transparência da informação (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016) e interoperabilidade (GHOBAKHLOO, 2018), acrescentando a estes: assistência técnica (*technical assistance*), tecnologia (*technology*), fator humano (*human factor*), inteligência ou consciência (*intelligence/awareness*) e conhecimento (*knowledge*).

Quanto aos conceitos fundamentais da I4.0, os autores Lasi et al. (2014) listam oito. O primeiro remete às fábricas inteligentes, bem como a seus atores, sensores e sistemas autônomos. Em segundo, ficam os sistemas ciberfísicos; e em terceiro, a área de manutenção preventiva e o registro digital de seus parâmetros. A auto-organização descentralizada consiste no quarto conceito da lista, seguido dos sistemas de distribuição e aquisição individualizados. Compõem o sexto, sétimo e oitavo conceitos apresentados, respectivamente, os novos sistemas para o desenvolvimento de produtos e serviços, a

adaptação às necessidades humanas e a responsabilidade social corporativa (voltada a sustentabilidade e eficiência de recursos).

No que concerne aos pilares da estrutura do I4.0, Alcácer e Cruz-machado (2019) descrevem nove blocos de construção (*building blocks*), conforme segue: Internet das coisas industrial (*the industrial internet of things*), computação em nuvem (CC - *Cloud Computing*), Big Data (BD), simulação, realidade aumentada (AR - *Augmented Reality*), fabricação aditiva (*additive manufacturing*), integração de sistemas horizontais e verticais (*horizontal and vertical systems integration*), robôs autônomos (*autonomous robots*) e cibersegurança (*cybersecurity*).

Em relação às tecnologias da I4.0, Lu (2017) aponta a computação móvel (*mobile computing*), a CC, a BD e a IoT como as principais. Equitativamente, Xu, Xu e Li (2018) acrescentam as tecnologias IoT e CC, adicionando a estas os Sistemas Ciber-físicos (CPS – *Cyber-Physical Systems*) e a tecnologias relacionadas à integração industrial, arquitetura empresarial e aplicativos empresariais, como a arquitetura orientada a serviços (SOA - *Service-Oriented Architecture*) e a gestão de processos de negócios (BPM - *Business Process Management*).

Ghobakhloo (2018) também apontam outras tecnologias como tendências da I4.0, além de IoT, CC, BD, AR e CPS citadas anteriormente, sendo estas: Internet de serviço (IoS- *Internet of Service*), Internet de pessoas (IoP - *Internet of People*), Internet de dados (IoD - *Internet of Data*), *blockchain*, cibersegurança (*cybersecurity*), automação e robôs industriais (*automation e industrial robots*), manufatura aditiva (*additive manufacturing*), modelagem e simulação (*simulation and modeling*) e tecnologias semânticas (*semantic technologies*).

Por sua vez, Frank, Dalenogare e Ayala (2019) categorizam as tecnologias da I4.0 em duas, considera *front-end* ou básicas. As tecnologias *front-end* são divididas em quatro dimensões: manufatura inteligente (*Smart Manufacturing* - relacionada ao processamento do produto, cuja finalidade pode ser a integração vertical, a virtualização, a automação, a rastreabilidade, a flexibilidade ou a gestão de energia); produtos inteligentes (*Smart Product* - relacionadas a oferta do produto); cadeia de suprimentos inteligente e trabalho inteligente (*Smart Supply Chain e Smart Working* – relacionado a agregação de valor ao produto). As tecnologias básicas, responsáveis por alavancar as dimensões da I4.0 e tornar a interconectividade possível, foram assim consideradas por estarem presentes em todas as dimensões, sendo elas: IoT, serviços em nuvem (*cloud services*), BD e *analytics*.

No mesmo contexto, Javaid et al. (2020) aponta dez tecnologias principais da I4.0 com potencial para controlar e gerenciar adequadamente a pandemia do COVID-19, bem como contribuir para a detecção e diagnóstico de problemas relacionados, sendo estas: IoT,

BD, CC, Inteligência Artificial (AI - *Artificial Intelligence*), Realidade Virtual (VR - *Virtual Reality*), Holografia, robôs autônomos, digitalização 3D, impressora 3D e biossensores.

No que tange aos desafios relacionados a I4.0, Xu; Xu e Li (2018) retratam alguns como a escalabilidade, a análise de grandes quantidades de dados por meio de aplicativos complexos e a necessidade de mecanismos confiáveis de proteção que garantam a segurança e privacidade dos dados.

Por sua vez, Oztemel e Gursev (2020) consideram como benefício o fácil acesso a informações proporcionado pela I4.0. Além disto, os autores listam como benefícios vinculados à I4.0 a capacidade de inovação e de manutenção dos sistemas, a alta produtividade, a redução de custos, as tomadas de decisões baseada no conhecimento e em tempo real, a maior facilidade de acesso a serviços públicos (como educação e saúde), os produtos mais personalizados, entre outros.

Chute e French (2019) acrescentam que a I4.0 fornece suporte a modelos de serviço completamente novos através de um ambiente conectado, capaz de gerar dados em todo o processo e análises avançadas que possibilitam o fornecimento de serviços personalizados às necessidades e aspirações dos pacientes no setor de saúde, com abordagens preventivas de cuidados à saúde (CHUTE; FRENCH, 2019). Com uma filosofia centrada no paciente, reformulando os planejamentos de suas atividades e definindo o uso apropriado das ferramentas e recursos, as organizações de saúde foram remodeladas pela I4.0 em termos de estrutura, gestão e estratégia (CAVALLONE; PALUMBO, 2020). Voltada a melhorias dos serviços de cuidados com a saúde, esta ramificação da Indústria 4.0 no setor de saúde foi denominada de “Health 4.0”.

2.3 Health 4.0

O setor de saúde passou por quatro revoluções, sendo a primeira (1.0) centrada nos médicos; a segunda (2.0) relacionada a evoluções dos registros de saúde manuais para os eletrônicos; a terceira (3.0) altera o foco dos médicos para os pacientes; e a quarta (4.0) voltada ao compartilhamento de dados às partes interessadas, por meio de inovações tecnológicas como computação em nevoeiro (FC - *Fog Computing*) (HATHALIYA; TANWAR, 2020), CC, IoT (HATHALIYA; TANWAR, 2020; LI; CARAYON, 2021), *Big Data* e AI (LI; CARAYON, 2021).

A integração de tecnologias como IoT, CPS, AI, CC, BD e Robótica com a Indústria 4.0 originou uma extensão desta na área da saúde, denominada “Health 4.0”. A utilização de sensores para a coleta de grande volume de dados dos pacientes permitiu aos médicos obter informações em tempo real e de forma acessível para a análise e definição

de linhas de tratamento apropriadas. Sendo assim, com a possibilidade de monitoramento e avaliação da saúde em ambientes domiciliares, a abordagem de cuidados com a saúde tende a mudar seu foco para a prevenção de doenças (SURATI; PATEL; SURATI, 2021). Nesse contexto, a *Health 4.0* (H4.0 – sigla usada por Tortorella et al. (2019)) constitui um novo cenário de prestação de serviços de cuidado médico mais humanizado, o qual melhora os recursos de saúde e a prevenção de complicações, contribuindo para a redução de custos e demandas da atenção terciária (FERRER-ROCA et al., 2014).

A definição da H4.0, foi descrita por diversos autores. Segundo Chute e French (2019), a H4.0 constitui um novo paradigma apto ao desenvolvimento de serviços digitais de saúde e cuidados através de redes integradas e confiáveis de organizações, pessoas e tecnologias. Silveira et al. (2019) e Silveira et al. (2021) retratam a H4.0 como um conjunto de procedimentos tecnológicos emergentes do mundo físico, biológico e digital; voltados à melhoria da agilidade, eficiência e eficácia dos processos e de profissionais da área da saúde por intermédio de dados e informações acessíveis e úteis coletados de pacientes. Já Aljuaid e Parah (2021) consideram a *Healthcare 4.0* como uma extensão do padrão da I4.0 orientada a virtualização de serviços de saúde, capaz do gerenciamento integrado de registros eletrônicos por meio de sensores e tecnologias; enquanto Ćwiklicki, Klich e Chen (2020) o definem simplesmente como um novo estado de funcionamento do sistema de saúde.

Quanto aos objetivos da H4.0, Al-Jaroodi, Mohamed e Abukhousa (2020) apontam dois principais: a prestação de serviços de saúde de alta qualidade (melhorando o desempenho geral do sistema e aprimorando às experiências dos profissionais de saúde e pacientes) e controle dos custos (otimizando o uso de recursos e buscando sistemas mais eficientes e eficazes). Por sua vez, Schiavoni et al. (2020) apontam o atendimento personalizado aos pacientes, por meio de monitoramento remoto em tempo real, como um dos grandes objetivos da H4.0.

A abordagem personalizada, virtualizada e inteligente da H4.0 representa uma mudança no âmbito da medicina que modifica o estilo centralizado convencional de hospitais para sistemas de atendimento descentralizado através da implementação de tecnologias emergentes, como IoT, AI, *Blockchain*, *Big Data*, robótica, impressoras 3D e 4D, dispositivos vestíveis (WT - *Wearable Technology*), biossensores corporais (WB - *Wireless Biosensors*) e aplicativos móveis (MA - *Mobile Applications*) (DARWISH; FARAG; EL-WAKAD, 2020).

Os aplicativos móveis apoiados por IoT são considerados de primordial importância para a H4.0, segundo Krishnamoorthy, Dua e Gupta (2021). Os autores classificam os MA em *Service Stack* e em *Application Stack*, onde os primeiros englobam serviços direcionados a:

- Ambientes de vida assistidos (*Ambient Assisted Living*): prevenção de doenças perigosas por meio de dispositivos portáteis que coletam parâmetros corporais. Usado principalmente para melhorar os serviços de saúde voltados a pacientes idosos;
- Saúde comunitária: monitoramento de saúde e higiene em um ambiente, como em um hospital ou uma comunidade rural, com foco na conscientização e serviços preventivos de um público amplo;
- Acesso médico semântico (*Semantic Medical Access*): extrai informações de grande quantidade de dados de saúde armazenados em nuvem, para alertar e atender emergências médicas;
- Acesso a dispositivo vestível: dispositivos dotados de sensores, como pulseiras, que monitoram diversos parâmetros de saúde (temperatura, pressão sanguínea, frequência cardíaca, etc) e cujos dados são armazenados em nuvem ou em *smartphones*;
- H-IoT (*Healthcare Internet of Things*) móvel: permite a troca de dados de saúde coletados por sensores e armazenados em nuvem;
- Cuidados de saúde de emergência indiretos (*Indirect Emergency Healthcare*): auxiliam no fornecimento de serviços médicos em condições adversas, como acidentes durante o transporte de pacientes;
- Informações sobre saúde infantil (*Children Health Information*): direcionados a conscientização de responsáveis e crianças sobre hábitos nutricionais, problemas emocionais e comportamentais, bem como saúde mental das crianças;
- Monitoramento da ingestão de drogas: orientar sobre o consumo adequado de medicamentos, prevenindo ingestão incorreta;
- Configuração de *gateway* embutido (*Embedded Gateway Configuration*): facilitar a conectividade de componentes de uma rede corporal sem fio (WBAN - *Wireless Body Area Network*) à Internet, fornecendo rede de monitoramento remoto de saúde em tempo real, normalmente conectada a *smartphones*. A WBAN constitui uma rede de dispositivos (sensores miniaturizados) conectados ao corpo dos pacientes que coletam parâmetros, como temperatura e pressão.

Por sua vez, os MA do tipo *Application Stack* possuem diversas funções, como: monitoramento de pacientes (saturação de oxigênio, frequência cardíaca, temperatura, nível de pressão arterial e glicose); gestão de medicamentos, de pessoas em condição de reabilitação e com deficiências; gerenciamento de doenças crônicas e monitoramento de condicionamento físico (KRISHNAMOORTHY; DUA; GUPTA, 2021).

Ademais, as tecnologias relacionadas a H4.0 têm a capacidade de impactar as quatro habilidades de resiliência de sistemas de saúde (monitorar, antecipar, responder e aprender) por meio do suporte interconectado de emergência médica, do cuidado digital não invasivo, de plataformas digitais para compartilhamento de dados dos pacientes, consultas remotas e elaboração de planos de atendimento em tempo real. Além disto, as tecnologias da H4.0 podem oferecer oportunidades novas e amplas para o desempenho resiliente do setor de saúde (TORTORELLA et al., 2021).

Outra metodologia que se utiliza de ferramentas na busca pela melhoria de serviços de saúde denomina-se LH. Esta, que surgiu de uma abordagem voltada à redução de custos de processos de manufatura, foi abordada na próxima seção.

2.4 Lean Healthcare

2.4.1 Produção Enxuta

No início do século XXI, as organizações enfrentaram um contexto de recessão que coincidiu com as buscas por redução de custos e melhor atendimento às necessidades dos clientes, contribuindo para o surgimento do *Lean Manufacturing* (LM), ou produção enxuta. Com o intuito de diminuir os desperdícios sem demanda adicional de recursos, o LM se tornou tema de pesquisas por todo o mundo, principalmente de cunho empírico e exploratório (BHAMU; SINGH SANGWAN, 2014).

A popularidade do LM relaciona-se a sua capacidade de alcançar melhorias significativas de desempenho organizacional (SUSILAWATI, 2015), acarretando em uma mudança significativa do *trade-off* entre produtividade e qualidade, modificando a maneira de executar operações de manufatura e de serviços (HOLWEG, 2007). Devido ao aumento do número de publicações relacionadas ao tema, o conceito passou a ter um grande impacto em profissionais, consultores e acadêmicos (JASTI; KODALI, 2015).

Diversos pesquisadores e acadêmicos buscaram definir conceitualmente o LM. Os autores Bortolotti, Boscari e Danese (2015) definem o LM como uma abordagem gerencial composta por um complexo sistema de práticas sociotécnicas inter-relacionadas, cuja implementação requer o desenvolvimento de um perfil de cultura organizacional adequado, além dos aspectos técnicos.

Por sua vez, os autores Whetten (1989) e Hofer, Eroglu e Hofer (2012) reforçam o conceito de LM como um sistema integrado de elementos relacionados entre si, enquanto os últimos acrescentam a importância da adoção de práticas enxutas externas, aliadas às internas, como meio de agregar mais benefícios de desempenho financeiro e de estoque às organizações.

Neste âmbito, Womack e Jones (2003) apresentam os cinco princípios do *Lean* na manufatura, sendo estes:

1. Especificar o valor do produto na perspectiva do cliente;
2. Identificar o fluxo de valor do produto (elencando as etapas que agregam valor; que não agregam valor; e que não agregam valor, porém são necessárias);
3. Fazer com que as etapas de criação de valor do produto fluam continuamente;
4. Estabelecer um sistema de produção puxado, onde o produto somente deve ser produzido mediante o pedido do cliente;
5. Buscar a melhoria contínua do processo.

Os cinco princípios do LM devem ser seguidos para a melhoria da eficiência e eficácia dos processos, através da eliminação dos desperdícios (ALNAJEM; GARZA-REYES; ANTONY, 2019). Ohno e Bodek (1988) classificam sete desperdícios *lean* para o setor de manufatura: superprodução, transporte, estoque, movimento, defeitos, espera (perda de tempo) e superprocessamento. O principal objetivo do LM consiste na eliminação destes desperdícios, bem como a redução de variáveis relacionadas a demanda, fornecimento e tempo de processamento (SHAH; WARD, 2007).

Os princípios da produção enxuta podem ser implementados em todos os setores de uma organização (JASTI; KODALI, 2015), podendo gerar impactos em diferentes áreas referentes ao fornecedor e cliente, a manufatura e gestão interna, a prioridade de investimento, a pesquisa e desenvolvimento e a perspectiva de aprendizagem (SUSILAWATI, 2015). Além disso, diversos setores aplicam amplamente as práticas enxutas, independentemente do tipo de produto, obtendo uma melhoria no giro e na eficiência do gerenciamento de estoque (DEMETER; MATYUSZ, 2011). Além do setor de manufatura, práticas *Lean* estão sendo adoradas também em setores de prestação de serviços, como no caso das organizações de saúde.

Iniciativas voltadas aos sistemas de gestão *Lean* no setor de saúde crescem em meio a busca por melhorias na qualidade do atendimento aos pacientes, bem como a otimização do desempenho operacional destes serviços (DICKSON et al., 2009). Quando aplicado no setor de saúde, o *Lean* apresenta potencial para a melhoria na qualidade dos serviços prestados e para a redução de custos, sendo a área que mais aplicou os princípios enxutos, em especial os hospitais (LEITE; VIVEIRA, 2015). Esta extensão da produção enxuta aplicada aos serviços do setor de saúde foi denominada *Lean Healthcare* (LH) ou Saúde Enxuta.

2.4.2 Saúde Enxuta

Voltada a melhoria da qualidade, a produção enxuta no âmbito da saúde, ou LH, transforma o funcionamento e a cultura de uma organização por meio de uma jornada de aprimoramento árdua e incessante. Com isso, busca-se aumentar o valor do serviço oferecido ao paciente, ao passo que controla custos e melhora a qualidade e a eficiência da prestação dos serviços (TOUSSAINT; BERRY, 2013). No âmbito dos serviços de saúde, os cinco princípios da LM, introduzidos por Womack e Jones (2003), foram adaptados pelo NHS *Institute for Innovation and Improvement* (NHSIII, 2007), sendo estes:

1. Especificar o valor do serviço na perspectiva do paciente (neste caso, o valor remete as atividades que podem melhorar a saúde, o bem-estar e a experiência do paciente);
2. Identificar o fluxo de valor ou a jornada do paciente do início ao fim (elencando as atividades que agregam valor aos pacientes);
3. Fazer com que o processo e o valor fluam de maneira contínua (fluxo uniforme de informações e pacientes);
4. Prestar atendimento conforme a demanda do paciente, com os recursos necessários;
5. Desenvolver e alterar os processos, em busca da melhoria contínua.

Na LH faz-se necessário identificar os clientes do processo, que podem ser os pacientes e outros *stakeholders*. Além disto, a melhoria contínua na LH remete a busca por processos confiáveis e consistentes, onde os pacientes podem obter melhores resultados de tratamento, no momento certo, sem erros e sem demora (NHSIII, 2007). Para alcançar a melhoria de modo contínuo, por meio da metodologia LH, considera-se fundamental a obtenção do apoio da administração no processo de superação de obstáculos internos, podendo estes ser relacionados a infraestrutura ou aos recursos humanos (TERRA; BERSSANETI, 2018)

O principal objetivo da LH consiste na melhoria da gestão e organização dos serviços de saúde (BARROS et al., 2021), o que envolve a eliminação de desperdícios. Os sete desperdícios da LM, propostos por Ohno e Bodek (1988), foram adaptados para o contexto dos serviços de saúde por Bush (2007) e NHSIII (2007), sendo estes:

- Superprodução: produzir além do necessário ou antes do momento necessário (ex.: solicitação de exames desnecessários etc.);
- Transporte: movimentação desnecessária de materiais (ex.: transportar equipamentos cirúrgicos para dentro e para fora das salas de operação etc.);
- Estoque: excesso de trabalho em andamento, materiais retidos em estoque ou pacientes esperando em fila (ex.: listas de espera para atendimento, estoque

sobressalente de itens sem uso retidos no almoxarifado, pacientes aguardando alta etc.);

- Movimento: movimentação desnecessária de pessoas (ex.: movimentação de funcionários para acessar equipamentos fora do alcance etc.);
- Defeitos: falha nos processos, falta de comunicação ou informações incorretas, que geram retrabalho (ex.: reações adversas devido a ingestão de medicamentos incorretos, repetição de testes em função de informações fornecidas incorretamente etc.);
- Espera: pessoas esperando por materiais, operações, informações ou outras pessoas para realizar seu trabalho (ex.: atraso na entrega de resultados ou medicamentos, aguardar médico responsável para dar alta ao paciente etc.);
- Superprocessamento: execução desnecessária de etapas do processo, as quais não agregam valor ao paciente (ex.: requerer os dados dos pacientes repetidas vezes etc.).

Visando principalmente o combate de desperdícios relacionados ao tempo de espera dos pacientes, diversas ferramentas/métodos afins a LH estão sendo implementadas (de *Value Stream Mapping* até 5S), de modo a contribuir positivamente para a redução de parâmetros de desempenho como o tempo de espera por atendimento e internação (HALLAM; CONTRERAS, 2018). Tlapa et al. (2020) apresentam evidências de que o LH contribui para a prestação de um serviço acessível e eficiente, bem como para o cumprimento de padrões e metas de atendimento oportunos e eficazes aos pacientes, sendo estas estabelecidas e alcançadas pelas organizações em um período de curto a médio prazo. Ademais, os autores destacam a importância do suporte que a metodologia *Lean* oferece para a melhoria do fluxo de pacientes, bem como para o entendimento da relação entre capacidade e demanda.

A implementação de ferramentas/métodos afins ao LH pode gerar bons resultados para as organizações de saúde, em termos de redução de custos e melhoria da qualidade do serviço. As principais ferramentas/métodos utilizadas na LH, conforme Barros et al. (2021), incluem: DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve and Control* / Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), VSM (*Value Stream Mapping*), Diagrama de *Ishikawa* (também denominado Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama Espinha de peixe) e 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu*). Por sua vez, Costa e Godinho Filho (2016) apontam como as ferramentas e métodos enxutos mais frequentes o VSM, o Mapeamento de Processo, o Trabalho Padronizado e o *Kaizen*.

2.5 Considerações Finais

Mediante os avanços da digitalização da Indústria 4.0 e suas inovações no âmbito dos serviços, o setor de saúde foi alvo de diversas pesquisas acadêmicas na área, sendo contemplado com proposições teóricas e aplicações práticas. Voltada a aplicação de abordagens tecnológicas da I4.0 na saúde, a H4.0 visa melhorar a qualidade dos serviços de saúde e personalizar o atendimento às necessidades dos pacientes, bem como otimizar o desempenho operacional e propor inovações aos processos das organizações de saúde, sendo aplicada principalmente em hospitais.

Por sua vez, a LH, método derivado da manufatura, busca a melhoria da qualidade dos serviços e processos de saúde por meio de uma abordagem centrada no paciente. A aplicação da LH envolve o emprego de ferramentas/métodos originados do LM ao contexto de serviços de saúde, visando a identificação e eliminação de desperdícios relacionados a atividades que não agregam valor ao paciente.

A principal contribuição deste capítulo para a dissertação foi a contextualização das temáticas abordadas neste trabalho, cujas informações foram consideradas relevantes para a compreensão do *framework* conceitual proposto.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo foram apresentadas as metodologias e abordagens de pesquisa empregadas no desenvolvimento do presente estudo, bem como a ferramenta de análise bibliométrica (CiteSpace) que serviu de apoio na condução da pesquisa.

Para melhor entendimento da condução dos procedimentos adotados, o conteúdo do capítulo foi dividido em seis seções: i) classificação do presente trabalho quanto ao seu objetivo, abordagem e procedimentos adotados (seção 3.2); ii) descrição do software auxiliar utilizado e da metodologia de análise de citação em múltiplas perspectivas (seção 3.3); iii) detalhamento do estudo de escopo (seção 3.4); iv) especificação do mapeamento da LH (seção 3.5); v) descrição das etapas do *framework* conceitual (seção 3.6); vi) apresentação da estrutura geral de desenvolvimento do estudo (seção 3.7).

3.2 Classificação da Pesquisa

A presente pesquisa buscou desenvolver um *framework* conceitual por meio de levantamento bibliográfico e estudo de escopo sobre as temáticas H4.0 e a LH. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho se configura como uma pesquisa descritiva. As pesquisas descritivas buscam focar em um assunto-alvo mais especializado a fim de compreender o objetivo da pesquisa e a grandeza do estudo, podendo ser considerada uma abordagem qualitativa capaz de fornecer informações adicionais e *insights* a respeito de dados fenômenos (EDGAR; MANZ, 2017).

Referente a abordagem, este estudo busca resultados objetivos através da análise de pesquisas publicadas, se configurando assim como uma pesquisa qualitativa. Esta compreende uma estratégia de pesquisa cuja abordagem, por vezes, adota um processo de busca relativamente aberto, permitindo assim mudanças de direção, novos *insights* (BRYMAN, 2006) e a compreensão de situações complexas e diferenciadas (AUSTIN; SUTTON, 2014). Caso necessário, pesquisas qualitativas podem utilizar dados quantitativos (BRYMAN, 1989; MARTINS, 2012).

A fim de elucidar o tema abordado, o presente trabalho buscou apresentar conceitos e estudos relevantes sobre a H4.0 e a LH. Desta forma, quanto aos procedimentos, este se classifica como uma pesquisa bibliográfica, ou pesquisa teórica-conceitual. Segundo Berto e Nakano (1999), a pesquisa teórica-conceitual promove discussões conceituais acerca de trabalhos já publicados e modelos conceituais oriundos de experiências do autor, sendo uma metodologia utilizada para a delimitação de variáveis, objetos e alcance da pesquisa de campo.

Ainda quanto aos procedimentos adotados no presente estudo, a abordagem de pesquisa utilizada para a revisão de literatura relevante sobre o tema H4.0 foi o estudo de escopo, cujas etapas de realização estão dispostas na seção 3.4. Esta metodologia foi escolhida mediante a necessidade de se explorar melhor os conceitos da “health 4.0”, visto o caráter recente da temática. O estudo de escopo constitui uma abordagem amplamente utilizada em estudos no âmbito da saúde para a revisão de evidências (LEVAC; COLQUHOUN; O'BRIEN, 2010), o qual proporciona uma maior clareza a respeito de conceitos através da análise e síntese de uma vasta amplitude de materiais (DAVIS; DREY; GOULD, 2009).

Quanto a LH, considerou-se que os estudos sobre a temática presentes na literatura já se encontram em estado mais avançado de discussão e desenvolvimento, no que tange ao estado da arte. Sendo assim, visando identificar as publicações mais relevantes sobre a LH, adotou-se o método de análise de cocitação em múltiplas perspectivas. Essa metodologia, desenvolvida por Chen, Ibekwe-Sanjuan e Hou (2010), possibilita realizar análises por meio da integração de aplicações/ferramentas do software CiteSpace (seção 3.3), como a visualização de redes e a rotulação de agrupamentos (*clusters*). A metodologia de análise de cocitação em múltiplas perspectivas pode ser melhor compreendida na seção 3.3, e os demais aspectos relacionados a condução do mapeamento da LH e identificação das ferramentas/métodos afins são elucidados na seção 3.5.

Segundo Saunders et al. (2015), conceitos e informações relevantes podem ser combinados em *frameworks* conceituais, os quais fornecem guias para a posterior construção de teorias. Deste modo, a presente pesquisa visou desenvolver um *framework* conceitual para melhoria de processos operacionais de serviços de saúde que associe

ferramentas/métodos afins a LH com ferramentas/tecnologias da H4.0. As etapas de elaboração do *framework* conceitual são descritas na seção 3.6.

3.3 Software CiteSpace

O CiteSpace, um aplicativo desenvolvido em Java, constitui uma ferramenta utilizada para a análise de tendências emergentes a respeito de um dado domínio de conhecimento (CHEN, 2006). Projetado para a exploração visual interativa de padrões e tendências relacionadas a um conjunto de literaturas científicas, o software tem como finalidade a obtenção de respostas relacionadas a um dado campo científico (CHEN, 2018).

O CiteSpace foi utilizado em diversas pesquisas no âmbito da saúde (CHEN et al., 2019; MUSA et al., 2018; WANG et al., 2020; ZHANG et al., 2017) e do *e-Health* (BURMAOGLU et al., 2017; GU et al., 2019; SAHEB; IZADI, 2019; SAHEB; SAHEB, 2019; ZHANG et al., 2015). Pesquisadores que abordam a temática do *Healthcare* 4.0 também utilizaram de softwares bibliométricos para realizar suas análises (ANJUM et al., 2020; KOLLING et al., 2021), inclusive indicam a utilização do CiteSpace em pesquisas futuras (KOLLING et al., 2021). Sendo assim, o desenvolvimento desse estudo contou com o auxílio do software.

Por meio da utilização do CiteSpace faz-se possível a visualização e análise de estruturas de rede, as quais possibilitam a realização de experimentos para a comparação de abordagens e investigação de novos temas (CHEN, 2004). O programa fornece a opção de gerar diversas redes de dados, a serem definidas conforme o tipo de nó selecionado na página inicial do programa. Os tipos disponíveis são: *Author* (Autor), *Institution* (Instituição), *Country* (País), *Term* (Termo), *Keyword* (Palavra-chave), *Source* (Fonte), *Category* (Categoria), *Reference* (Referência), *Cited Author* (Autor citado), *Cited Journal* (Jornal citado), *Article* (Artigo), *Grant* (Bolsa ou origem de fomento) e *Claim* (Crédito).

As redes obtidas pelo uso do software possibilitam a visualização e obtenção de informações muito úteis sobre o domínio de conhecimento da pesquisa, como: principais países que publicam sobre o assunto (*Country*); principais palavras-chave citadas nos trabalhos (*Keyword*), quais as áreas de conhecimento tem contribuído mais para o assunto (*Category*), autores que mais publicaram ("*Author*") e quais as pesquisas de referência sobre o tema (*Reference*) conforme análise de redes de cocitações.

As análises de cocitações constituem um dos métodos mais usuais em trabalhos quantitativos, principalmente aquelas relacionadas a investigação de cocitações de autores e documentos, permitindo a identificação de especialidades em termos de agregações de itens individuais citados. O objetivo central destas pesquisas consiste na obtenção de

insights sobre os padrões emergentes vinculados a determinado tema (CHEN; IBEKWE-SANJUAN; HOU, 2010). Nesse âmbito, mediante as percepções reveladoras sobre a estrutura e as preferências dos padrões de referência fornecidos pela análise de cocitações, o *design* do CiteSpace foi dedicado em grande parte, à análise de cocitações de documentos (CHEN, 2018).

A análise de cocitações visa identificar a estrutura intelectual de um domínio do conhecimento científico por meio da interpretação das trilhas de cocitações, que se desenvolvem na literatura científica em formato de grupos ou *clusters* (CHEN; IBEKWE-SANJUAN; HOU, 2010). Os *clusters* correspondem a tópicos ou linhas de pesquisa do definido domínio de conhecimento (CHEN, 2018), que são gerados automaticamente pelo software em um número uniformemente determinado pelo algoritmo de agrupamento espectral (CHEN; IBEKWE-SANJUAN; HOU, 2010), sendo numerados em uma ordem decrescente de tamanho (o cluster #0 é o maior) e rotulados conforme trechos extraídos de títulos, palavras-chave ou resumos dos trabalhos de cada grupo (sendo possível selecionar a opção desejada).

Neste âmbito, os autores Chen, Ibekwe-SanJuan e Hou (2010) propõe um método para a análise de cocitações através do CiteSpace, denominado de análise de cocitação em múltiplas perspectivas, onde o termo “perspectiva múltipla” remete à interpretação de padrões estruturais, temporais e semânticos para interpretar a natureza dos *clusters*. Para tanto, o software possibilita a geração e visualização de redes de cocitações, do tipo de nó “*Reference*”, onde os pontos retratam os nós de referências citadas e as linhas que os conectam representam os *links* de cocitação. Estas linhas possuem cores, que simbolizam a primeira ocorrência de uma conexão entre os “nó-s”, que se relacionam ao escopo e a profundidade do conjunto de dados utilizados no programa (CHEN, 2018). Além disto, o software fornece métricas estruturais da rede de cocitação, que incluem os valores de centralidade, modularidade e silhueta.

O valor de centralidade remete à extensão do meio do caminho entre um nó e um ponto de conexão com outros nós da rede (CHEN; IBEKWE-SANJUAN; HOU, 2010), onde altos valores de centralidade podem indicar publicações revolucionárias (CHEN, 2005). Normalmente, considera-se artigos chave aqueles cujo valor de centralidade seja igual ou maior que 0,1. Por sua vez, a modularidade (Q) mede a divisibilidade da rede em módulos independentes (CHEN; IBEKWE-SANJUAN; HOU, 2010), e remete a conexão externa entre os *clusters*, podendo assumir valores entre “0” e “1” (resultados entre “0,4” e “0,8” são aceitáveis) (CHEN, 2018). Sendo assim, quando uma rede apresenta alto valor de modularidade (próximo ao valor “1”) existe uma grande possibilidade desta rede estar bem estruturada (CHEN; IBEKWE-SANJUAN; HOU, 2010).

A silhueta (S) remete a homogeneidade, a semelhança interna entre os membros internos de cada *cluster*. O software disponibiliza tanto o valor da silhueta média geral, relacionada a média dos valores de silhueta assumidos por cada grupo, quanto os valores de silhueta de cada *cluster* separadamente. O escopo admissível da silhueta média geral vai do valor “-1” a “1”, sendo que quanto maior a silhueta (próximo ao valor 1) mais homogêneo é o aglomerado. Quanto o *cluster* é pequeno (inferior a 100) esta igualdade elevada não é significativa (CHEN, 2018). De acordo com Chen e Song (2019), uma rede desejável é aquela em que há uma alta modularidade (Q) e uma alta média de valores de silhuetas (S).

A rede de citações gerada pelo CiteSpace apresenta um diagrama composto por nós e *links* que podem ser visualizados por meio de uma linha do tempo, onde os *clusters* são dispostos horizontalmente ao longo das linhas. Nesta visualização de linha do tempo, as referências citadas são expressas por meio de círculos, ou anéis, onde sua cor corresponde ao intervalo de tempo em que as citações foram feitas e a espessura corresponde ao número de citações recebidas e ao valor de centralidade da referência. Sendo assim, quanto maior o anel de citação, mais aquela referência foi citada. Alguns anéis também apresentam as cores vermelha e roxa, onde vermelho indica que uma explosão de citação foi detectada naquele período e roxo representa uma centralidade superior à “0,1”. De modo geral, uma grande quantidade de círculos de citações pode remeter a uma especialidade de alto impacto e muitos anéis vermelhos podem apontar especialidades emergentes (CHEN; IBEKWE-SANJUAN; HOU, 2010).

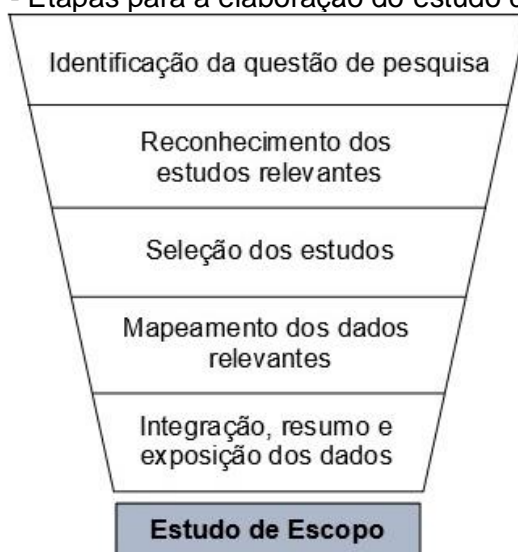
Uma ferramenta importante disponibilizada pelo CiteSpace consiste na explosão (*burst*) de citações da amostragem, que gera um relatório de detecção de explosão nomeado “Strongest Citation Bursts”. Segundo Chen (2018) esta ferramenta de *burst*, baseada no algoritmo do Kleinberg (2003), proporciona a indicação de uma área de pesquisa mais ativa, ou uma tendência emergente, fornecendo evidências para a identificação de publicações relacionadas ao aumento de citações, indicando uma maior atenção da comunidade científica. O relatório de detecção de explosão fornece uma lista resumida das citações e dos valores de suas forças, permitindo identificar as citações mais fortes em dado período de tempo (CHEN, 2018).

O CiteSpace também permite a realização de outras análises dos *clusters* por meio de um sumário e uma interface de exploração. No sumário, pode-se obter os dados de cada grupo, como tamanho (quantidade de trabalhos em cada grupo) e valores de silhueta. A interface de exploração permite acessar diversos dados de cada grupo, ou de grupos combinados, como contagem de citações de um trabalho dentro do grupo, dentro da amostragem e dentro de um periódico; e valores das centralidades.

3.4 Detalhamento do Estudo de Escopo

O estudo de escopo constitui uma abordagem voltada a revisão de literatura relevante e a disseminação dos resultados relacionados a um campo de investigação, que se divide em cinco etapas de construção (ARKSEY; O'MALLEY, 2005), conforme pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Etapas para a elaboração do estudo de escopo



Fonte: Adaptado de Arksey e O'malley (2005)

Seguindo as etapas descritas na Figura 1, os autores Arksey e O'Malley (2005) e Levac, Colquhoun e O'Brien (2010) definem orientações para a elaboração de um estudo de escopo, conforme segue:

- Etapa 1 - definir de maneira ampla e abrangente a questão de pesquisa que guiará as etapas subsequentes de maneira eficaz, considerando a justificativa da pesquisa e tendo como foco os resultados de saúde pretendidos;
- Etapa 2 - determinar a estratégia de busca para a identificação dos trabalhos relevantes ao tema, delimitando critérios como o termo de busca, a base de dados, o idioma e o intervalo de tempo;
- Etapa 3 - refinar os resultados obtidos, definindo meticulosamente os critérios de inclusão e exclusão, conforme a questão de pesquisa estabelecida anteriormente;
- Etapa 4 - estabelecer quais variáveis são consideradas importantes para responder à questão da pesquisa e, posteriormente, extrair estes dados dos artigos obtidos na etapa três, ordenando-os em um formulário de mapeamento dos dados;
- Etapa 5 - realizar uma análise das informações obtidas para a construção de uma estrutura, podendo esta ser apresentada em formato de tabela ou gráfico, que

permita uma visão geral da amplitude da literatura pesquisada, bem como uma possível análise temática.

Desse modo, a presente pesquisa desenvolveu um estudo de escopo seguindo as orientações e recomendações dos autores Arksey e O'Malley (2005) e Levac, Colquhoun e O'Brien (2010), conforme descrito anteriormente. O estudo de escopo constitui uma metodologia de pesquisa utilizada em diversas pesquisas no âmbito da saúde (ATZEMA; MACLAGAN, 2017; HEENAN, 2021; MAIER; MENON; STAFINSKI, 2018; PECKHAM et al., 2017), inclusive pesquisas relacionadas à tecnologia de Big Data (RUMBOLD et al., 2020) e ao contexto atual do COVID-19 (BASTANI et al., 2021; MOHAMMADPOUR et al., 2021).

A primeira etapa do estudo de escopo foi realizada com a definição da seguinte questão de pesquisa: “Quais as ferramentas/tecnologias e as aplicações relacionadas ao tema *Health 4.0*?”.

De modo geral, a estratégia de pesquisa adotada na segunda etapa do estudo de escopo inicia-se com a definição dos termos de busca, por meio de um mapeamento prévio do tema, seguido da definição das fontes dos dados, o idioma e o intervalo de tempo.

Para a definição dos termos de busca, foi realizado um mapeamento preliminar da H4.0 para identificar inicialmente as principais palavras-chaves utilizadas nas pesquisas sobre o tema, por meio do CiteSpace. Chen (2006) indica alguns procedimentos de uso do CiteSpace para a análise de uma temática, sendo:

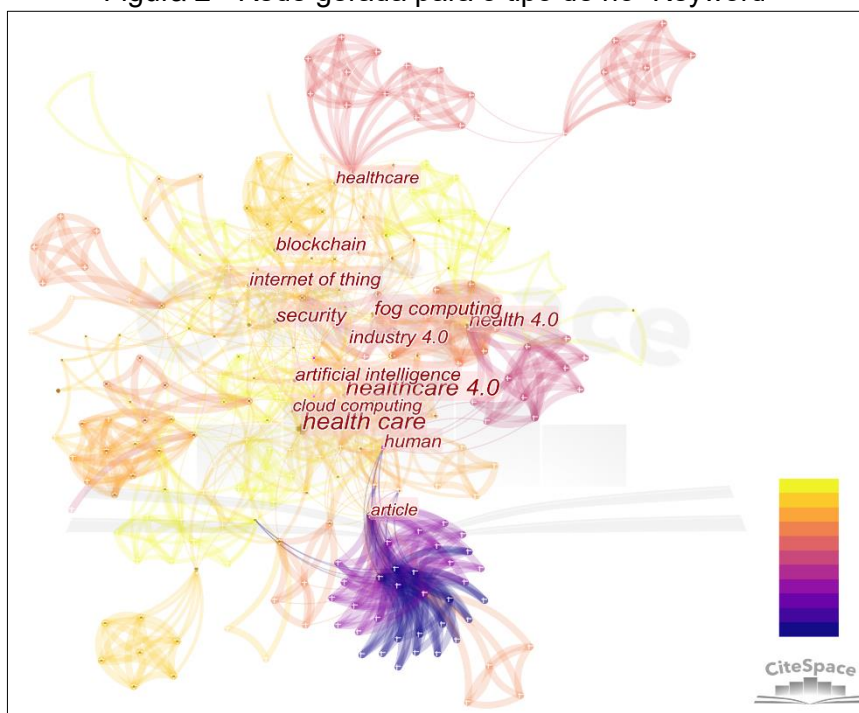
- Definir um termo de busca o mais amplo possível – para visualizar o domínio de conhecimento da pesquisa de maneira geral;
- Selecionar as bases de dados a serem utilizadas.

Sendo assim, os termos adotados para o mapeamento preliminar da H4.0 foram “Health 4.0.” e “Healthcare 4.0”, utilizados em buscas nos campos “título”, “resumo” e “palavras-chave” das publicações. Para a obtenção de pesquisas de qualidade, foi considerado o reconhecimento internacional da fonte dos dados e sua compatibilidade com a interface do CiteSpace, foram selecionados artigos de periódicos, capítulos de livro e revisões das bases de dados Pubmed, Scopus e Web of Science.

A busca retornou um total de 180 trabalhos (23 do Pubmed, 100 do Scopus e 57 da Web of Science) publicados entre os anos de 2011 e 2021 (considerou-se todo o horizonte de pesquisa encontrado), os quais foram extraídos e agrupados. Para evitar que trabalhos duplicados nas bases de dados fossem analisados erroneamente em conjunto, utilizou-se uma ferramenta disponível no CiteSpace, a qual permite verificar e remover de maneira automática os registros repetidos de um conjunto de dados.

O CiteSpace possibilita a geração de diversos tipos de redes de dados (vide seção 3.3). Sendo assim, o tipo de nó escolhido para o mapeamento dos dados relativos às palavras-chave foi “Keyword”. A rede gerada pode ser vista na Figura 2.

Figura 2 - Rede gerada para o tipo de nó "Keyword"



Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Conforme por ser visto na Figura 2, o CiteSpace permite a visualização de uma rede, cujas cores relacionam-se a cronologia das publicações, ilustrando em tom azul-arroxeadado aquelas mais antigas (2011) e em tons amarelo as mais recentes (2021). Além da rede gerada, foram analisadas as palavras-chave mais recorrentes e aquelas mais relevantes, conforme resultados extraídos pelo CiteSpace, disponíveis para consulta no APÊNDICE A.

Com base nos resultados gerados pelo software, pode-se identificar e agrupar as principais palavras-chave utilizadas, conforme pode ser visto no Quadro 1.

Quadro 1 - Principais palavras-chave utilizadas

Grupos	Palavras-chave
<i>Health 4.0</i>	<i>health 4.0; healthcare 4.0; health care 4.0; e care 4.0</i>
<i>Health</i>	<i>healthcare; medical service; diagnosis; healthcare industry; hospital; delivery of healthcare; e healthcare system</i>
<i>Ferramentas e tecnologias</i>	<i>fog computing; artificial intelligence; blockchain; cloud computing; big data; IoT; cyber physical system; 5G network; deep learning; wearable technology; augmented reality; digital storage; telemedicine; Internet; algorithm; automation; tactile Internet; data mining; e data analytics</i>
<i>Conceito da Indústria 4.0</i>	<i>interoperability; reliability; integration; security; latency; Industry 4.0; survey; article; e human</i>

Fonte: Dados da pesquisa

Por meio dos dados obtidos, foi possível vislumbrar as principais palavras-chave relacionadas ao tema “Health 4.0”. Destaca-se que os termos do grupo “conceitos da I4.0” se relacionam diretamente aos conceitos da I4.0, onde as palavras-chave “human” e “integration” também foram apontadas no trabalho de Cañas et al. (2021) dentre os principais termos relacionados a I4.0.

Desse modo, foi possível vislumbrar novos termos análogos aos utilizados na busca inicial, o que permitiu a definição dos seguintes termos de busca para a segunda etapa do estudo de escopo: “health 4.0”, “healthcare 4.0”, “health care 4.0” e “care 4.0”. Foram apurados artigos científicos, capítulos de livro e revisões em inglês que continham nos campos “título”, “resumo” e “palavras-chave” os termos de busca definidos por intermédio de três bases de dados: Pubmed, Scopus e Web of Science. A pesquisa nas bases de dados foi realizada em julho de 2021.

Optou-se pela obtenção de pesquisas científicas internacionais mediante sua ampla divulgação, sendo estas oriundas de periódicos indexados em bases de dados de grande prestígio no meio acadêmico (Pubmed, Scopus e Web of Science). Por sua vez, as bases de dados foram escolhidas conforme advogam os autores Cavallone e Palumbo (2020) e Tortorella et al. (2019), que desenvolveram pesquisas semelhantes no setor de saúde.

Na terceira etapa do estudo de escopo, que consiste na seleção dos estudos, foram estipulados os seguintes parâmetros de exclusão:

1. Exclusão por registros duplicados encontrados nas bases de dados;
2. Exclusão mediante acesso vedado ao conteúdo completo (todos os trabalhos foram consultados pelo acesso da universidade, exceto aqueles que constam como conteúdo pago);
3. Inadequação dos temas dos trabalhos ao assunto abordado, mediante leitura dos resumos;
4. Incompatibilidade dos trabalhos em relação a questão de pesquisa, conforme análise dos textos completos dos trabalhos.

Na quarta etapa do estudo de escopo, mediante a necessidade de responder à questão de pesquisa definida, foram obtidos e elencados os seguintes elementos para o mapeamento dos dados relevantes das pesquisas: títulos, autores, ano de publicação, tipo de documento, fonte, resumos, objetivos, principais aplicações/ferramentas/tecnologias utilizadas e resultados obtidos. Os dados extraídos dos trabalhos foram dispostos em um formulário de fichamento. As demais informações foram obtidas por meio do uso do CiteSpace, sendo estas: autores que mais publicaram sobre o tema, os principais países em número de publicação, as principais categorias dos trabalhos e as palavras-chave mais citadas nas publicações.

Por fim, a quinta etapa do estudo de escopo foi realizada com base nos dados do formulário de fichamento elaborado e por intermédio e do software CiteSpace, onde os dados puderam ser analisados através de redes e relatórios gerados. As informações das pesquisas foram agrupadas, resumidas e dispostas em formato de figuras, quadros e gráficos de maneira a permitir uma visão geral da amplitude da temática definida.

O CiteSpace permitiu a exposição dos dados obtidos por meio das redes do tipo *Author, Country, Category e Keyword*. A exposição e análise dos resultados obtidos nesta etapa podem ser vistos no capítulo 4. Os resultados obtidos pelo estudo de escopo sobre a H4.0 foram utilizados na elaboração do *framework* conceitual.

3.5 Mapeamento da *Lean Healthcare*

Para mapear as publicações mais relevantes sobre a LH, bem como identificar as ferramentas/métodos e aplicações afins, foi definida a seguinte questão de pesquisa: “Quais as pesquisas mais relevantes e as ferramentas/métodos e aplicações afins ao tema *Lean Healthcare*?”.

A fim de realizar um mapeamento do conhecimento sobre a LH e determinar as pesquisas mais relevantes sobre a temática, foi adotada a metodologia de análise de cocitação em múltiplas perspectivas (descrito na seção 3.3) por meio do uso do CiteSpace. O CiteSpace pode ser utilizado para a realização de análise de cocitação em múltiplas perspectivas, auxiliando na caracterização e interpretação de *clusters* (agrupamentos oriundos da decomposição de redes de cocitações) e suas inter-relações (CHEN; IBEKWE-SANJUAN; HOU, 2010).

Para abordar a metodologia de análise de cocitação em múltiplas perspectivas, foram considerados outros procedimentos de uso do CiteSpace além daqueles indicados por Chen (2006) na seção 3.4. Os autores Li, Ma e Qu (2017) acrescentam um procedimento ao método de análise de cocitações em múltiplas perspectivas abordado, sendo este: estender a base de dados. Sendo assim, com o intuito de abordar o tema de maneira abrangente, foram considerados e analisados os trabalhos publicados em todos os anos do campo de pesquisa encontrado.

Por conseguinte, realizando uma busca pelo termo “Lean Healthcare” nos campos “título”, “resumo” e “palavras-chave” e considerando apenas artigos, capítulos de livro e revisões, foi possível obter um total de 307 trabalhos publicados entre os anos de 2006 até 2021, nas bases de dados Pubmed, Web of Science e Scopus (as pesquisas foram realizadas em julho de 2021). As bases de dados foram escolhidas conforme advogam os autores Crema e Verbano (2017) e Filser, Silva e Oliveira (2017) que desenvolveram

pesquisas semelhantes no contexto da LH. O conjunto de trabalhos obtidos passou por uma verificação e remoção automática dos registros repetidos, por meio de uma ferramenta disponível no CiteSpace, para evitar que pesquisas repetidas nas diferentes bases de dados fossem analisadas.

Posteriormente, os trabalhos foram inseridos no software CiteSpace, onde foi possível obter as redes do tipo: “Author”, “Country”, “Category”, “Keyword” e “Reference”. Na rede “Author” foram constatados os autores que mais publicaram sobre o tema, seguido da rede “Country”, onde foram apontados os principais países em número de publicações conforme o país de origem dos autores. Na rede “Category” foram visualizadas as principais categorias dos trabalhos selecionados e na rede “Keyword” foram obtidas as principais palavras-chave relacionadas a temática LH.

Dando continuidade ao mapeamento, na rede do tipo “Reference” foram criados e analisados os cinco maiores *clusters* (buscando identificar os trabalhos mais citados e de maior relevância dentro dos aglomerados, considerando também os valores de centralidade), os valores de modularidade e silhueta média geral da rede (saber se a rede gerada pode ser considerada satisfatória), os *clusters* distribuídos em uma linha do tempo e o relatório de explosão de citações por referências (observar referências mais citadas, com maior força e relevância em determinado período).

Os resultados obtidos pelo CiteSpace permitiram apontar as publicações consideradas mais relevantes sobre a temática LH, conforme as citações destes por parte dos autores da amostragem inserida (análise realizada em uma rede de cocitações). Sendo assim, as pesquisas mais relevantes identificadas pelo CiteSpace são datadas de um período maior que 5 anos (2007 até 2016).

Deste modo, para que fosse possível elencar trabalhos recentes de relevância sobre o tema LH, foi considerado o conceito de índice i10. O índice i10 indica publicações que obtiveram ao menos 10 citações (JACSÓ, 2012). A contagem de citações constitui um dos indicadores bibliométricos mais comuns para avaliar o desempenho de uma publicação, o qual demonstra a influência de um trabalho em determinado campo de pesquisa (FILSER; SILVA; OLIVEIRA, 2017) e seu impacto em outras publicações e na comunidade acadêmica (DIEM; WOLTER, 2013). O trabalho de Filser, Silva e Oliveira (2017) utiliza deste conceito para analisar publicações dentro do âmbito da LH.

Portanto, para elencar trabalhos recentes sobre a LH com índice i10 foi realizado uma pesquisa utilizando o termo “Lean Healthcare” nas bases de dados Scopus e Web Of Science, filtrado os trabalhos conforme o ano de publicação (2017-2021) e o tipo de documento (artigos, capítulos de livro e revisões). Os resultados obtidos foram ordenados conforme o número de citações, onde foram considerados apenas aqueles que obtiveram no

mínimo 10 citações e que não apresentavam duplicatas nas bases de dados (as pesquisas foram realizadas em setembro de 2021).

Para a elaboração do *framework* conceitual, bem como para a identificação das ferramentas/métodos afins a LH, foram considerados os trabalhos relevantes identificados pelo CiteSpace e os trabalhos recentes com índice i10. A análise, organização e apresentação das informações obtidas podem ser vistos no capítulo 5.

3.6 Detalhamento do *Framework*

O *framework* conceitual, conforme Jabareen (2009), consiste em um plano de conceitos interligados o qual fornece uma abordagem interpretativa da realidade social, gerando uma compreensão mais ampla de um problema de pesquisa. De maneira semelhante, Imenda (2014) acrescenta que o resultado de um *framework* conceitual fornece uma compreensão mais ampla de um fenômeno de interesse por meio da relação de diversos conceitos.

Sendo uma estrutura desenvolvida e construída por meio de um processo de análise qualitativa, um *framework* conceitual gera teorias a partir de corpos multidisciplinares de conhecimento, de natureza indeterminista. Os dados para a elaboração de um *framework* conceitual podem vir de uma variedade de fontes, como livros, artigos, jornais e entrevistas (JABAREEN, 2009).

Este estudo visa a elaboração de um *framework* conceitual da implementação de ferramentas/métodos afins a LH e ferramentas/tecnologias da H4.0, de modo a fornecer uma teoria interpretativa e relacionada às possíveis melhorias operacionais no processo, inerentes à realidade dos serviços de cuidados de saúde. A metodologia do *framework* conceitual foi adotada por autores em pesquisas relacionadas ao setor de saúde (SANTANA et al., 2018) e ao cenário atual do COVID-19 (AFZAL et al., 2021; JIA et al., 2020; NADARAJAN et al., 2020). Algumas pesquisas também adotam a metodologia no âmbito da LH (ALNAJEM; GARZA-REYES; ANTONY, 2019; ANUAR; SAAD; YUSOFF, 2018; HENRIQUE et al., 2021) e no contexto da *e-Health* (ANTONIO; PETROVSKAYA, 2019; MARCEGLIA et al., 2018; MAUCO; SCOTT; MARS, 2021).

Jabareen (2009) propõe oito etapas de elaboração do *framework* conceitual, sendo esses:

- Etapa 1 - Mapear as fontes de dados selecionados, identificando os tipos de documento;
- Etapa 2 - Categorizar os dados selecionados por disciplina e grau de importância, através de leitura extensiva;

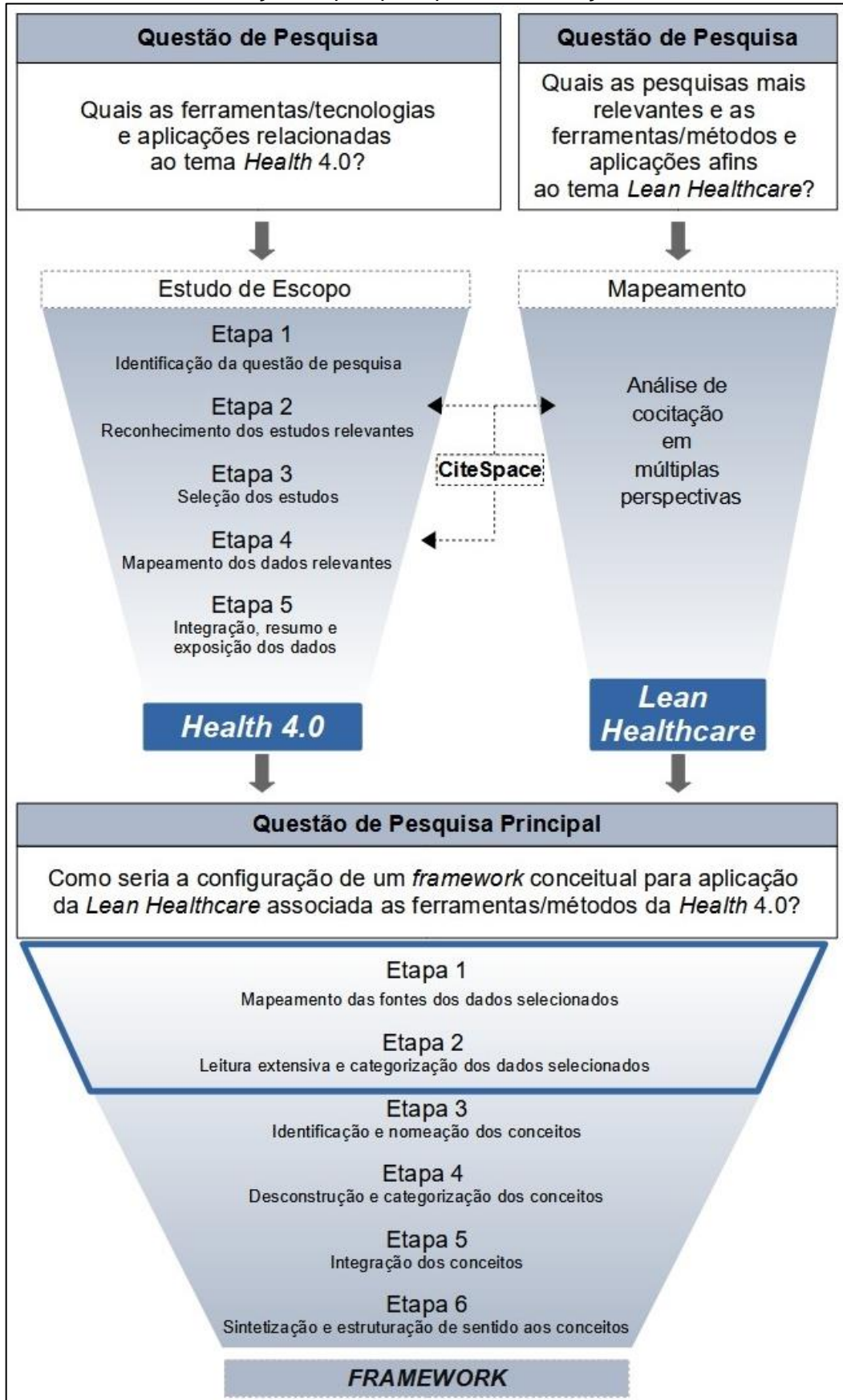
- Etapa 3 - Identificar e nomear conceitos, podendo estes ser concorrentes ou contraditórios;
- Etapa 4 - Desconstruir cada conceito, descobrindo seus principais atributos, para então organiza-los e categoriza-los conforme suas características. O resultado desta etapa pode ser expresso em uma tabela, contendo os nomes dos conceitos, suas descrições, suas categorias e suas respectivas referências;
- Etapa 5 - Integrar conceitos semelhantes para a criação de novos;
- Etapa 6 - Sintetizar todos os conceitos em uma estrutura teórica;
- Etapa 7 - Validar a estrutura conceitual;
- Etapa 8 - Repensar a estrutura conceitual elaborada, conforme resultados obtidos na etapa anterior.

A presente pesquisa considerou para a elaboração do *framework* conceitual os seis primeiros passos propostos por Jabareen (2009). Na primeira etapa do *framework* conceitual foi realizado o mapeamento dos dados sobre a H4.0 e a LH; e na segunda etapa foi realizado a análise das informações obtidas para a defina identificação das ferramentas/tecnologias e aplicações relacionadas a H4.0 e das ferramentas/métodos e aplicações afins a LH. Os resultados destas duas etapas foram obtidos por meio do desenvolvimento do estudo de escopo da H4.0 (capítulo 4) e do mapeamento da LH (capítulo 5). As demais fases de elaboração do *framework* conceitual seguem com a definição de conceitos em comum entre as temáticas abordadas, após leitura e identificação de termos comuns aos trabalhos. Em seguida, foi realizado a desconstrução e a caracterização desses conceitos (quarta fase), bem como sua integração (quinta fase). Na sexta fase de elaboração do *framework* os conceitos foram sintetizados e organizados para a criação de uma estrutura teórica dotada de sentido. Os resultados obtidos com o desenvolvimento destas etapas foram dispostos no capítulo 6.

3.7 Considerações Finais

A estrutura geral de desenvolvimento da pesquisa, necessária para a elaboração do *framework* conceitual, foi elucidada na Figura 3. Para abordar o tema H4.0, bem como suas ferramentas/técnicas e aplicações, foi desenvolvido um estudo de escopo com o auxílio do CiteSpace (descrito na seção 3.4). Ademais, foi realizado um mapeamento da temática LH por meio da análise de cocitação em múltiplas perspectivas (elucidado na seção 3.5), com o apoio do mesmo software, para a identificação das pesquisas mais relevantes sobre a temática e as ferramentas/métodos e aplicações afins a LH.

Figura 3 - Síntese da condução da pesquisa para a elaboração do *framework* conceitual



Fonte: Dados da pesquisa

Sendo assim, as duas temáticas (H4.0 e LH) foram abordadas por diferentes metodologias de análise. Para a H4.0 foi adotado a metodologia de estudo de escopo, mediante o caráter recente da temática e, por conseguinte, a necessidade de se explorar melhor os conceitos relacionados a mesma. Por sua vez, os estudos presentes na literatura sobre a temática LH foram considerados mais avançados, em termos do estado da arte, sendo adotado então o método de análise de cocitação em múltiplas perspectivas para a identificação das publicações mais relevantes, que foram consideradas no desenvolvimento do presente trabalho.

No estudo de escopo o software CiteSpace foi utilizado na segunda etapa (Figura 3), para a definição dos termos de busca por meio de um mapeamento prévio do tema H4.0, e na quarta etapa, para a extração de dados dos trabalhos obtidos (principais autores, países, categorias e palavras-chave das publicações). No mapeamento do LH, o CiteSpace foi utilizado no processo de obtenção de informações acerca da temática (principais autores, países, categorias e palavras-chave das publicações) e para a definição dos trabalhos mais relevantes (por meio da análise da rede de cocitações dos trabalhos e relatório de explosão de citações), de acordo com a análise do conjunto de trabalhos obtidos nas bases de dados.

De modo geral, a questão de pesquisa específica do estudo de escopo da H4.0 (“Quais as ferramentas/tecnologias e aplicações relacionadas ao tema Health 4.0?”) e do mapeamento da LH (“Quais as pesquisas mais relevantes e as ferramentas/métodos e aplicações afins ao tema *Lean Healthcare*?”) norteiam a primeira e segunda etapa de elaboração do *framework* conceitual. Sendo assim, os resultados obtidos por ambas as metodologias constituem nas duas primeiras etapas de elaboração do *framework* conceitual, o qual foi conduzido pela questão de pesquisa principal do estudo (“como seria a configuração de um *framework* conceitual para aplicação da *Lean Healthcare* associada as ferramentas/métodos da *Health 4.0*?”).

CAPÍTULO 4

ESTUDO DE ESCOPO DA *HEALTH* 4.0

4.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo, objetiva-se mostrar e analisar os resultados obtidos por meio da elaboração do estudo de escopo sobre a H4.0, conforme critérios descritos na seção 3.4, de modo a responder à questão de pesquisa específica definida para a metodologia: “Quais as ferramentas/tecnologias e aplicações relacionadas ao tema Health 4.0?”.

Para tanto, o capítulo foi dividido em três partes: i) na seção 4.2, foi descrito o processo de seleção dos trabalhos nas bases de dados para o estudo de escopo; ii) na seção 4.3, foram expostas as informações obtidas com o mapeamento do conhecimento sobre a H4.0, expressas por meio de gráficos (subseção 4.3.1), bem como o mapeamento do conteúdo dos estudos e a indicação das aplicações e ferramentas/tecnologias relacionadas a H4.0 (subseção 4.3.2); iii) na seção 4.4, foi exposta a síntese dos resultados obtidos no capítulo 4. Demais informações relacionadas a este capítulo podem ser consultadas no APÊNDICE B.

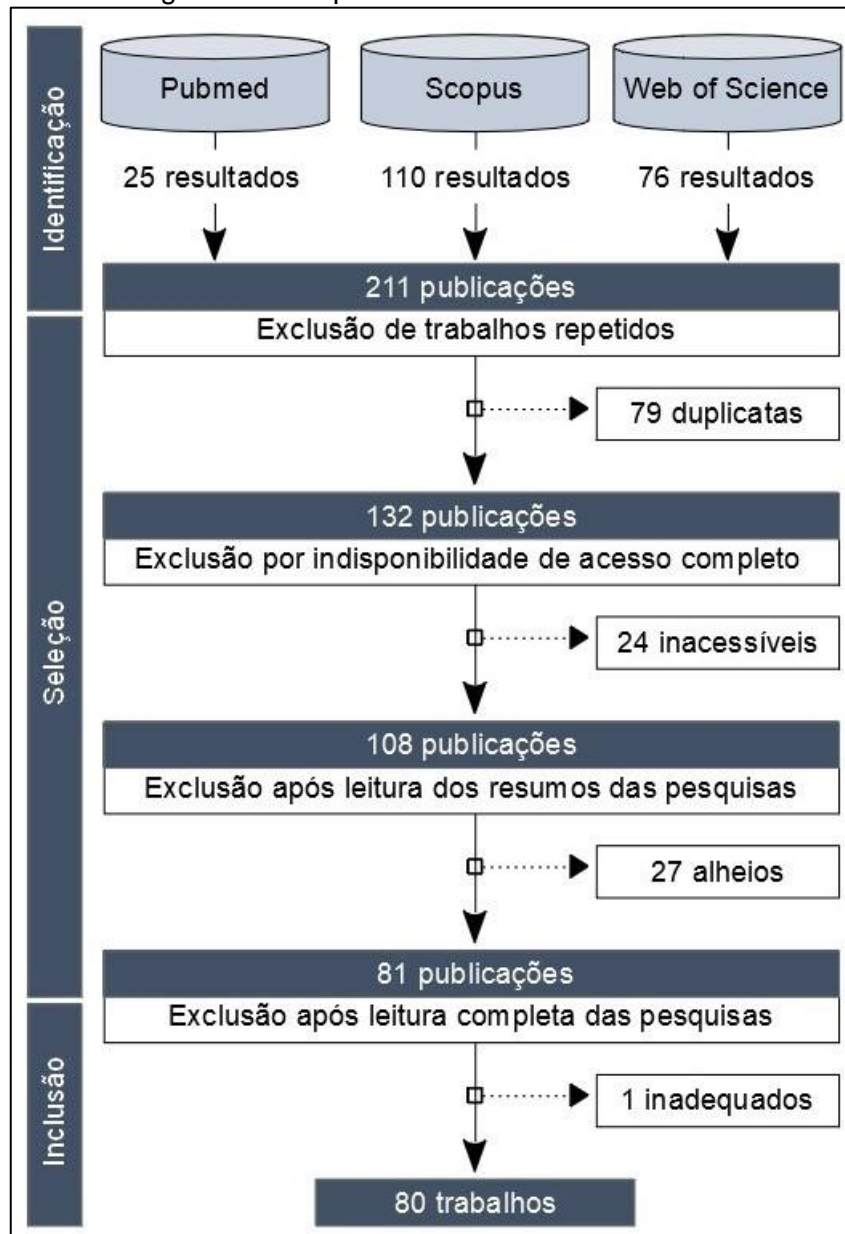
4.2 Desenvolvimento do Estudo de Escopo

Conforme definido na seção 3.4, para a elaboração de um estudo de escopo, foram seguidos os cinco estágios de construção definidos por Arksey e O'malley (2005) e Levac, Colquhoun e O'Brien (2010). Na primeira etapa definiu-se a questão de pesquisa (“Quais as ferramentas/tecnologias e aplicações relacionadas ao tema Health 4.0?”.). Posteriormente, utilizando os termos de busca “health 4.0”, “healthcare 4.0”, “health care 4.0” e “care 4.0” e as bases de dados Pubmed, Scopus e Web of Science, foram encontrados 211 resultados

para a pesquisa. Conforme os critérios de filtragem definidos na seção 3.4, foram excluídos os registros duplicados nas bases de dados, alterando o valor total para 132 trabalhos.

Ademais, foram eliminados aqueles cujo conteúdo completo se encontraram indisponíveis para consulta pelo acesso da universidade. As 108 publicações resultantes foram analisadas e 27 foram descartadas mediante a inadequação ao tema, após leitura dos resumos. Verificada a incompatibilidade com a proposta deste estudo, depois da leitura completa dos textos, 80 trabalhos foram selecionados (a pesquisa nas bases de dados foi realizada em julho de 2021). Estas etapas de seleção dos trabalhos podem ser vistas na Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma de mapeamento dos dados da temática *Health 4.0*



Fonte: Dados da pesquisa

Os 80 estudos obtidos foram dispostos para observação no Quadro 11 do APÊNDICE B, bem como os seus respectivos títulos, autores e anos de publicação. Foram atribuídas identificações das literaturas, numeradas de H1 até H80, de modo a facilitar as discussões posteriores.

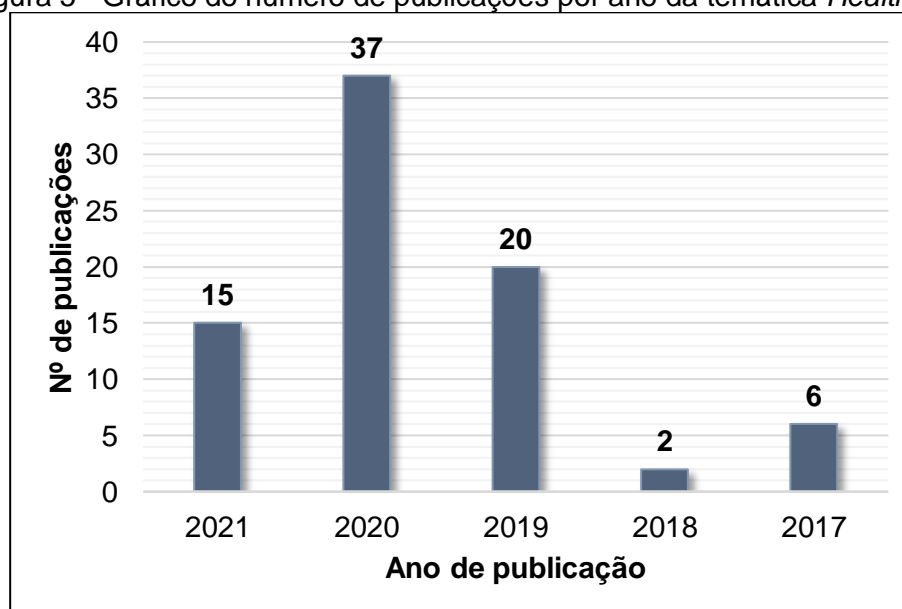
Por meio da leitura dos trabalhos selecionados, foram elencados os seguintes elementos: tipo de documento, fonte, objetivos, principais ferramentas/tecnologias e aplicações e resultados obtidos. Ademais, por meio do uso do CiteSpace, também foram obtidos os dados: principais autores, países, categorias e palavras-chave das publicações. As informações obtidas foram agrupadas, resumidas e dispostas em formato de quadros e gráficos, conforme pode ser visto no APÊNDICE B e na seção 4.3.

4.3 Resultados Obtidos

4.3.1 Mapeamento do Conhecimento

Conforme pode ser visto no Quadro 11 do APÊNDICE B, os trabalhos selecionados foram elencados conforme seu ano de publicação. A visualização da distribuição dos trabalhos ao longo do tempo se encontra no gráfico da Figura 5.

Figura 5 - Gráfico do número de publicações por ano da temática *Health 4.0*



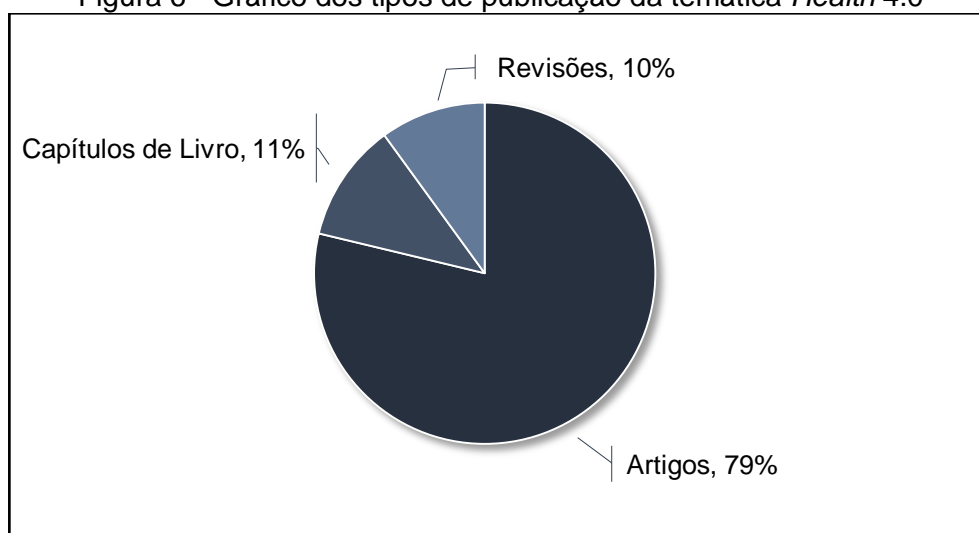
Fonte: Dados da pesquisa

Remetendo a um caráter atual do tema H4.0, as pesquisas selecionadas são recentes (publicadas nos últimos 5 anos) e houve um aumento significativo no número de publicações em 2020 (37). Além disso, o número de publicações em 2021 (15) corresponde

a quase 41% do valor total de publicações no ano anterior (ressalta-se que os dados obtidos foram coletados nas bases de dados em julho de 2021). O elevado número de publicações nos últimos dois anos pode estar relacionado ao contexto da atual pandemia de COVID-19. Esta premissa se pauta na publicação dos autores Al-Jaroodi, Mohamed e Abukhousa (2020), que ressaltam em seu trabalho a importância de uma infraestrutura da H4.0 para abordagens mais eficazes, rápidas e com menores custos às demandas decorrentes de uma pandemia global.

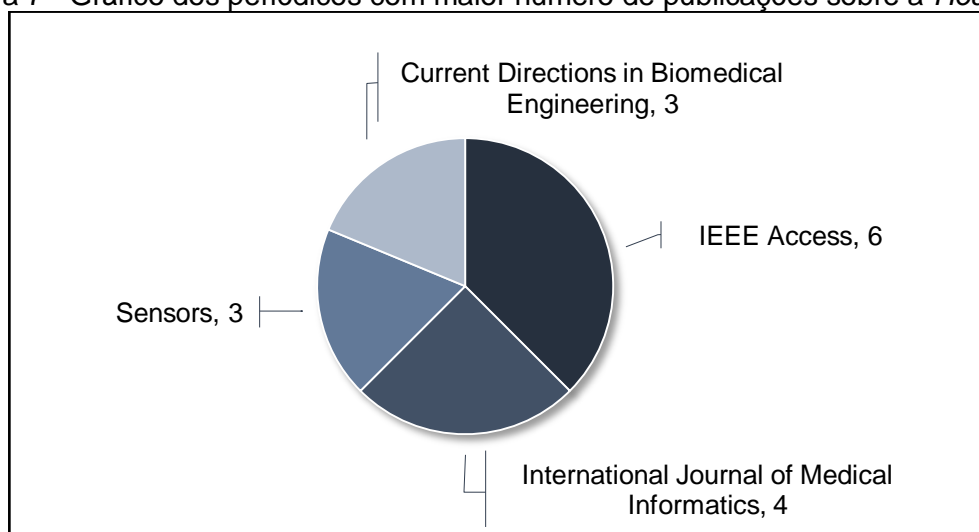
Os trabalhos obtidos foram catalogados também de acordo com o tipo de publicação e sua fonte, apresentados no Quadro 12, no APÊNDICE B, e representados nos gráficos da Figura 6 e Figura 7.

Figura 6 - Gráfico dos tipos de publicação da temática *Health 4.0*



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 7 - Gráfico dos periódicos com maior número de publicações sobre a *Health 4.0*



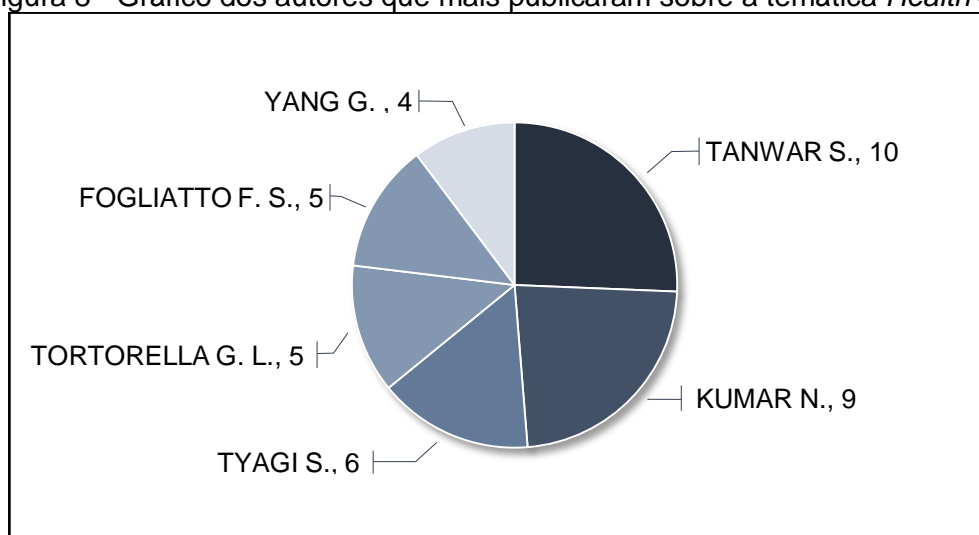
Fonte: Dados da pesquisa

Conforme pode ser visto nas Figura 6 e Figura 7, grande parte dos resultados obtidos são artigos (63), seguido de capítulos de livro (9). Os trabalhos do tipo revisão estão em menor número (8), o que pode estar relacionado ao fato da temática H4.0 ser recente, tendo um número limitado de publicações até o ano de 2019 (visto na Figura 5). Logo, todos os trabalhos de revisão estão presentes no ano de 2020. Pode-se observar também que os trabalhos do tipo artigo estão em ascensão (a maioria publicados no ano de 2020).

Os dois tipos de periódicos que publicaram sobre a H4.0 foram *journal* e *book*. Conforme Figura 7, os jornais de maior número de publicações foram: “IEEE Access” (6), “International journal of medical informatics” (4), “Sensors” (3) e “Current Directions in Biomedical Engineering” (3). Por sua vez, o livro com maior número de trabalhos foi o “Health 4.0: How virtualization and big data are revolutionizing healthcare” (6).

Por meio do uso do CiteSpace foram elencados outros dados sobre os trabalhos selecionados. Todas as redes geradas e demais dados obtidos por meio do uso do software podem ser vistos no APÊNDICE B. Inicialmente, foram identificados os autores que mais publicaram sobre a H4.0, conforme disposto no gráfico da Figura 8, sendo estes: Tanwar S. (10 publicações), Kumar N. (9) e Tyagi S. (6), seguido de Tortorella G. L. (5), Fogliatto F. S. (5) e Yang G. (4).

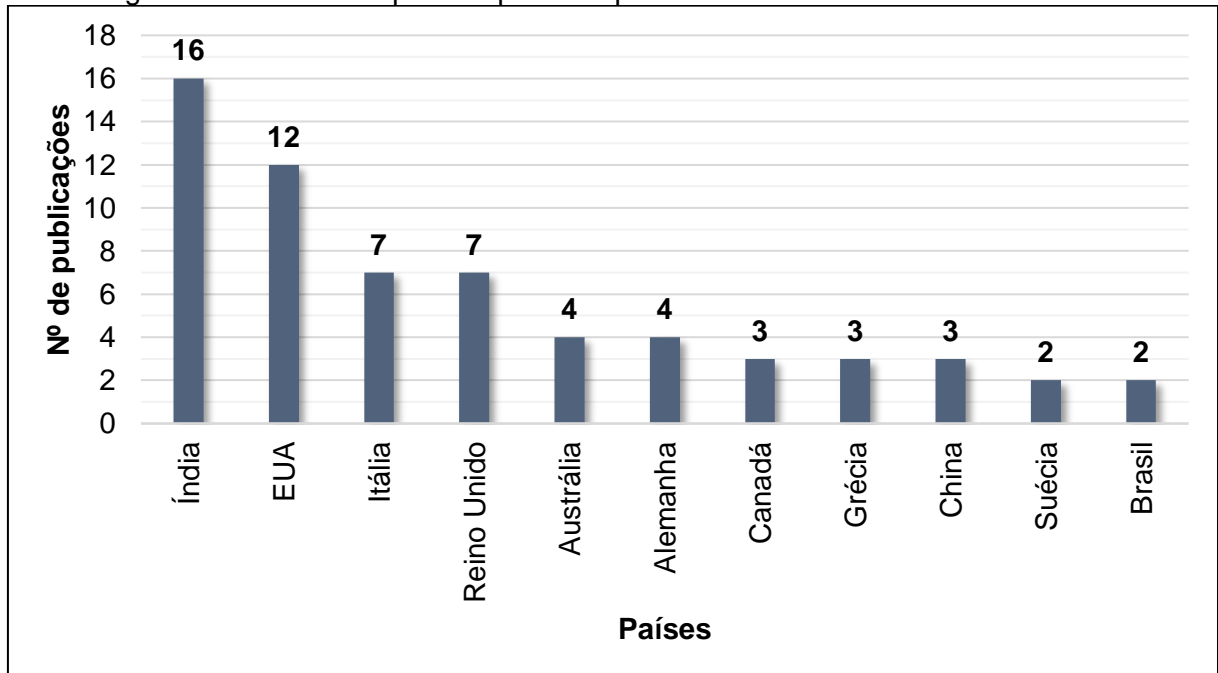
Figura 8 - Gráfico dos autores que mais publicaram sobre a temática *Health 4.0*



Fonte: Dados da pesquisa

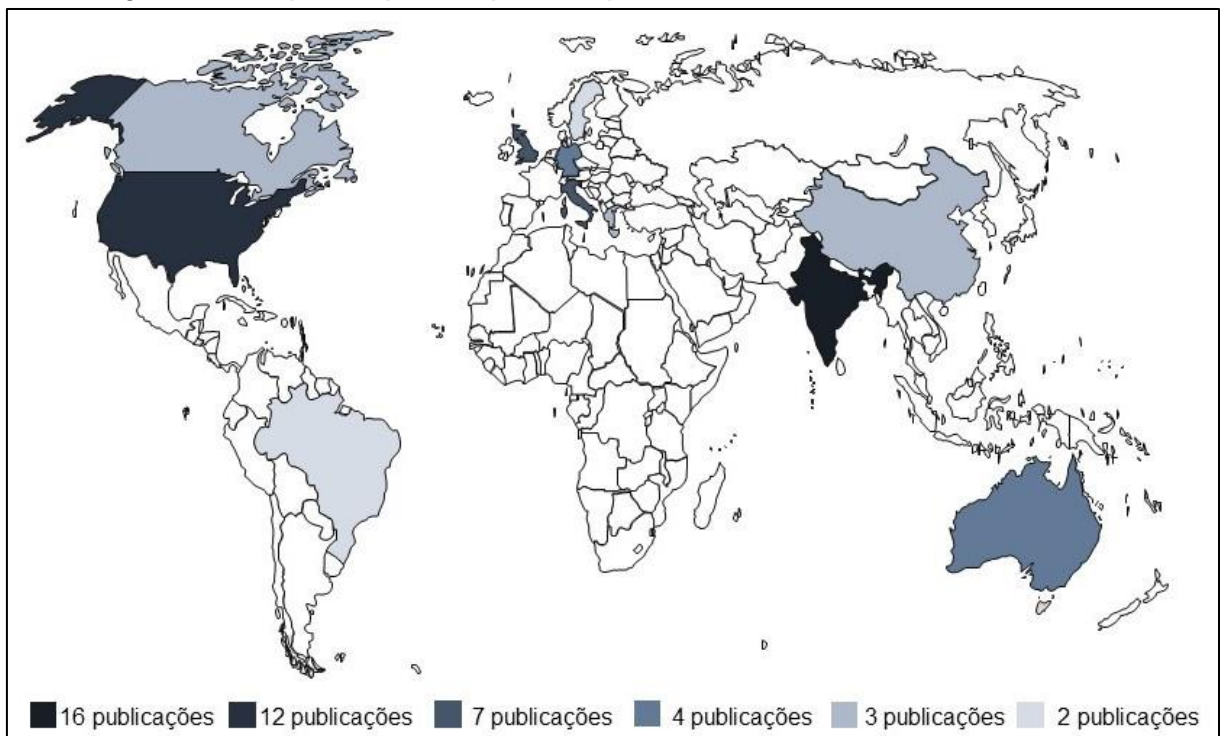
Posteriormente, foram analisados os países de origem dos autores e identificados aqueles com maior número de publicações, como pode ser visto na Figura 10; e para melhor visualizar a distribuição territorial das publicações, os resultados foram dispostos no mapa da Figura 10.

Figura 9 - Gráfico dos países que mais publicaram sobre a temática *Health 4.0*



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 10 - Mapa dos países que mais publicaram sobre a temática *Health 4.0*



Fonte: Dados da pesquisa

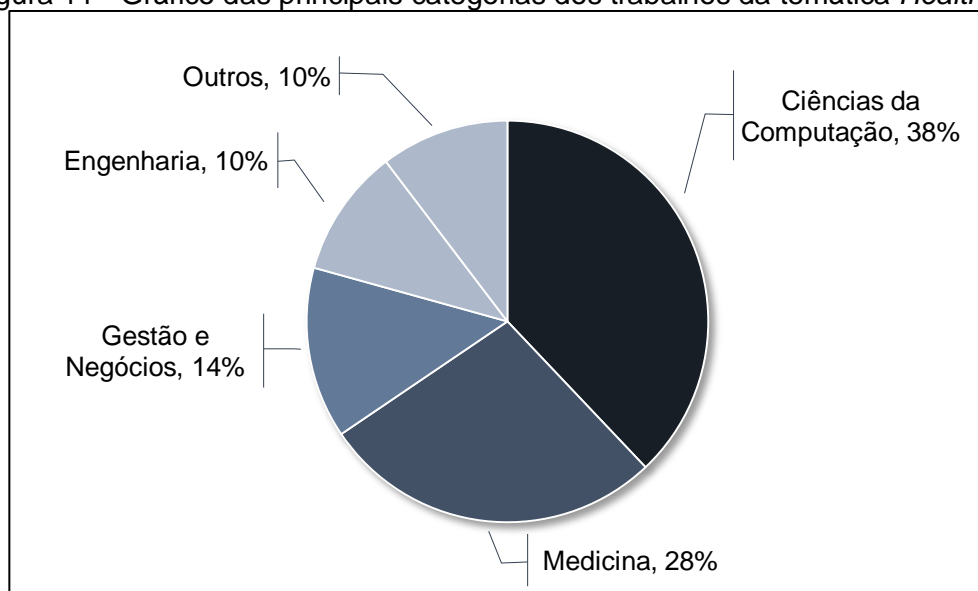
Conforme apresentado na Figura 9, os países que se destacaram em número de publicações sobre o tema H4.0 foram a Índia (16) e os Estados Unidos da América (12), seguido da Itália (7) e Reino Unido (7). Faz-se importante mencionar que ambos os países

foram, em dado momento, considerados epicentros da pandemia do COVID-19 no ano de 2020, sendo o Reino Unido o primeiro país ocidental a aprovar o uso de uma vacina. Além desses países, a Austrália (4) e a Alemanha (4) apresentaram um número significativo de publicações.

Observando a Figura 10, pode-se ver que os principais países em número de publicações englobam quatro continentes: América, Europa, Ásia e Oceania. Entre os principais países listados, a Europa (23) se destaca no número de publicações sobre a H4.0, seguido da Ásia (19) e da América (17). Com relação a economia, os países desenvolvidos são a maioria em número de publicações sobre a H4.0 (EUA, Itália, Reino Unido, Austrália, Suécia, Alemanha, Canadá e Grécia contabilizaram juntos 42 publicações), seguido dos países em desenvolvimento (Índia, China, Brasil somam 21 publicações).

As categorias dos trabalhos também foram elencadas. De modo geral, as categorias foram diversas e amplas e se relacionavam as grandes áreas da Medicina, Ciências da Computação, Gestão e Negócios e Engenharia. Conforme pode ser visto no gráfico da Figura 11, grande parte dos trabalhos se encontram nos campos da Ciência da Computação (38%), Medicina (28%) e Gestão e Negócios (14%).

Figura 11 - Gráfico das principais categorias dos trabalhos da temática *Health 4.0*



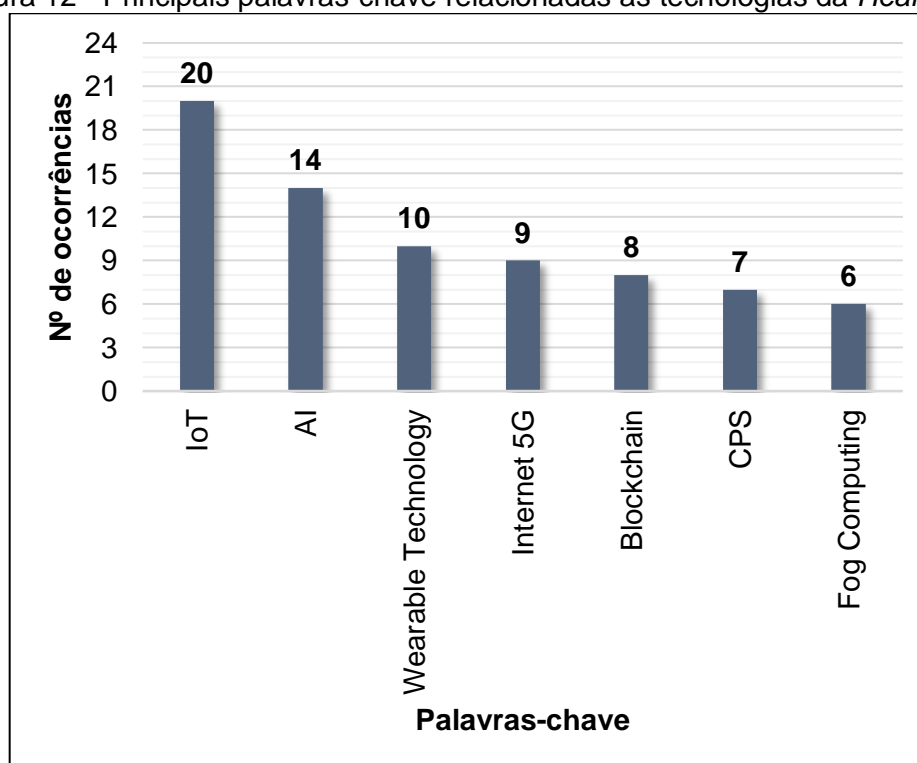
Fonte: Dados da pesquisa

Quanto as palavras-chave mais citadas nos trabalhos, desconsiderando as relacionadas aos termos de busca utilizados (“Healthcare 4.0” e “Health 4.0”), aquelas mais recorrentes foram: “IoT” (20 ocorrências), “artificial intelligence” (14) e “Human” (13). Outros termos citados com frequência e que estão relacionadas as tecnologias da H4.0 foram

dispostos no gráfico da Figura 12, sendo: IoT (20 ocorrências), AI (14), *Wearable Technology* (10), Internet 5G (9), *Blockchain* (8), CPS (7) e FC (6).

Ademais, foi observado que algumas palavras-chave com número de ocorrências relevante se relacionavam à segurança e privacidade dos dados (12), hospital (7), diagnóstico (5) e qualidade dos serviços (4), o que pode indicar uma tendência de aplicação da H4.0 em hospitais para diversos fins, como diagnóstico de doenças e melhoria da qualidade dos serviços. Além disto, pode-se observar uma inclinação das publicações em abordar questões de segurança e privacidade dos dados dos pacientes. Além disto, termos distintos considerados importantes foram citados, sendo estes: *Eletronic Healthcare Records* (3), *Home Care* (2), *Telemedicine* (2) e COVID-19 (2).

Figura 12 - Principais palavras-chave relacionadas as tecnologias da *Health 4.0*



Fonte: Dados da pesquisa

Sendo assim, nesta subseção (4.3.1) foram demonstrados os resultados obtidos quando ao mapeamento da temática H4.0, segundo os estudos selecionados. Na próxima subseção (4.3.2), serão apresentados os resultados referentes a análise do conteúdo dos trabalhos elegidos.

4.3.2 Mapeamento do Conteúdo

As informações referentes aos objetivos, as principais ferramentas/tecnologias e aplicações discutidas, e os resultados encontrados nos trabalhos selecionados foram dispostos no Quadro 13 e no Quadro 14 do APÊNDICE B.

De modo geral, os estudos sobre a H4.0 dividem-se em discussões sobre sua capacidade de suprir as necessidades de pacientes, bem como suas possíveis aplicações, impactos e perspectivas futuras com base em ferramentas/tecnologias relacionadas. Um assunto que ganhou destaque nas pesquisas foi o atendimento às necessidades dos pacientes através do acompanhamento do estado da saúde de pacientes com doenças crônicas (H13; H22; H48; H60; H80). Diversas abordagens trouxeram uma visão geral sobre o autogerenciamento da saúde por parte dos pacientes (H78), e o acompanhamento remoto de pacientes por meio do monitoramento de sinais vitais (H1, H2, H5, H60) e sinais de voz e fala (H22), pela detecção de estado de hidratação da pele (H20) e pela medição de valores de pressão arterial (H57).

Quanto ao contexto de aplicação da H4.0, observou-se que algumas pesquisas se voltaram ao tema no âmbito dos sistemas de saúde de determinados países, como Brasil (H6; H58), Índia (H55), Escócia (H56) e Alemanha (H75). O principal ambiente de pesquisa dos trabalhos foram os hospitais (H11; H40; H41; H52; H54; H75).

Em relação a abordagem de educação e ensino da H4.0, foi evidenciada a importância da aprendizagem para o sucesso da virtualização dos cuidados de saúde (H78), bem como a necessidade de inovação nos métodos de ensino a respeito do tema (H16; H17). Além disto, foram apontadas algumas habilidades requeridas aos profissionais para este novo contexto de saúde 4.0, como: possuir habilidades avançadas em comunicação (H16) e empatia em relação às partes interessadas (H17); habilidade de compreensão das necessidades de saúde futuras (H17) de modo visionário (H16); e capacidade de identificar fluxos de trabalho clínicos (H16) e suas áreas problemáticas (H17).

A principal preocupação relacionada a H4.0 foi com o armazenamento e compartilhamento de dados médicos de maneira segura (H4; H12; H13; H30; H38; H43; H45; H75; H80) e com privacidade (H12; H13; H19; H32; H37; H43). Todavia, foram apresentadas diversas abordagens cujas aplicações permitiram garantir a segurança (H4; H9; H12; H27; H38; H45; H79) e a privacidade (H12; H19; H43) no compartilhamento de dados em sistemas da H4.0.

Em relação as vantagens, o H4.0 pode contribuir para o setor de saúde por meio da otimização dos recursos (H21; H23; H24; H26), redução de custos (redução do tempo de internação (H24) e da taxa de mortalidade (H24; H53) e melhoria da qualidade de vida dos pacientes (H60). Além disso, a integração entre tecnologias e ferramentas da I4.0 no âmbito

da saúde permitiu atender as necessidades individuais dos pacientes (H80) de maneira mais preventiva (H56) e personalizada (H56; H60), possibilitando a troca de dados em tempo real (H1; H2; H8; H11; H12; H49; H57; H59; H73; H79; H80) de maneira eficaz (H1; H2; H12) e mais eficiente em termos de qualidade (H63) e gestão (H69) de dados médicos.

Por fim, as ferramentas/tecnologias e aplicações relacionadas a H4.0 abordadas nos trabalhos selecionados foram identificadas e dispostas no Quadro 13 do APÊNDICE B, sendo estas: IoT (H6; H8; H11; H13; H39; H50; H51; H58; H61; H73); *Blockchain* (H8; H13; H25; H30; H34; H45; H50; H51; H72); CC (H6; H11; H19; H26; H32; H35; H58; H73); Internet 5G (H30; H51; H64; H65; H68; H69; H70); FC (H5; H13; H43; H70; H73); AI (H8; H11; H31; H35; H57); DL (H31; H39; H48; H72); AR (H1; H2; H11); HL7 FHIR (H33; H62; H69); Gêmeos Digitais (*Digital Twins* – DT) (H14; H37); CPS (H4; H35); Impressoras 3D e 4D (H3; H47); Robótica (H9; H61); UAV (H12; H30); Simulação (H24); BD (H13); DM(H10); MEC (H79). Deste modo, as ferramentas/tecnologias mais abordadas, dentre os trabalhos analisados, foram: IoT, *Blockchain*, CC, Internet 5G, FC e AI. Sendo assim, estas seis ferramentas/tecnologias foram consideradas essenciais para compor o *framework conceitual*, bem como as suas aplicações/benefícios elencados e dispostos no Quadro 2.

Quadro 2 – Ferramentas/Tecnologias e aplicações/benefícios relacionados a *Health 4.0*

Ferramentas/ Tecnologias	Aplicações/Benefícios	Referências (ID)
IoT (<i>Internet of Things</i>)	<ol style="list-style-type: none"> Promover acessibilidade a pessoas com pessoas com deficiência; Assistência médica virtual em tempo real; Acesso em tempo real a prontuários médicos; Acesso a parâmetros vitais dos pacientes em tempo real; Suporte para atendimento domiciliar e monitoramento de funções biológicas de pacientes por meio de biossensores corporais (<i>Wireless Biosensors</i> - WB) e rede corporal sem fio (<i>Wireless Body Area Network</i> - WBAN); Suporte a aplicativos móveis (<i>Mobile Applications</i> - MA) para o gerenciamento de doenças crônicas e monitoramento de pacientes através de WB e tecnologias vestíveis (<i>Wearable Technology</i> - WT); 	H6; H8; H11; H13; H39; H50; H51; H58; H61; H73.
Blockchain	<ol style="list-style-type: none"> Reforçar segurança dos registros eletrônicos de saúde; Preservar privacidade e confiabilidade na transferência de dados de registros eletrônicos de saúde; Preservar confiabilidade na transferência de registros eletrônicos de saúde; Melhor desempenho no compartilhamento de registros eletrônicos de saúde; Melhorar a eficiência dos sistemas de assistência médica; 	H8; H13; H25; H30; H34; H45; H50; H51; H72.
CC (<i>Cloud Computing</i>)	<ol style="list-style-type: none"> Permite o armazenamento de dados de relatórios médicos; 	H6; H11; H19; H26;

	2. Possibilita o armazenamento de dados de monitoramento remoto de pacientes obtidos por meio de MA e WT.	H32; H35; H58; H73.
Internet 5G	1. Possibilita menor tempo de latência na transferência de dados; 2. Permite a interação homem-máquina por meio de sensações táteis (internet tátil); 3. Utilizada em conjunto com a IoT, AR, MA e plataforma <i>Mobile Edge Computing</i> (MEC).	H30; H51; H64; H65; H68; H69; H70.
FC (<i>Fog Computing</i>)	1. Armazenamento de grande quantidade de registros eletrônicos de saúde; 2. Permite redução de tempo de resposta, largura de banda e da utilização de energia em serviços de armazenamento de registros eletrônicos de saúde.	H5; H13; H43; H70; H73.
AI (<i>Artificial intelligence</i>)	1. Reforçar segurança dos registros eletrônicos de saúde; 2. Habilitar ferramentas de diagnóstico médico; 3. Estimar valores da pressão arterial de pacientes de forma contínua e em tempo real; 4. Apoiar tomada de decisões sobre tratamento médico remoto.	H8; H11; H31; H35; H57.

Fonte: Dados da pesquisa

Os dados do Quadro 2, bem como os outros resultados apresentados nesta subseção, foram utilizados na elaboração do *framework* conceitual no capítulo 6.

4.4 Considerações Finais

As inovações e os avanços na digitalização, mediante o contexto da I4.0, permitiram a inclusão de recursos tecnológicos e ferramentas aos processos de serviços de saúde. Neste âmbito, surge o termo H4.0, cuja temática se volta a melhoria da qualidade dos serviços de saúde, a virtualização dos cuidados médicos e a personalização no atendimento aos pacientes, propondo inovações tecnológicas aos processos de serviços de saúde, principalmente em ambientes hospitalares.

De modo geral, os resultados do estudo de escopo permitiram constatar a grande relevância do tema H4.0 para a melhoria dos serviços de saúde no contexto atual. Além disto, foi possível apontar informações importantes sobre a temática H4.0, segundo os trabalhos analisados, sendo estas:

- O autor com mais publicações (Tanwar S., com 10 publicações);
- O principal país em número de publicações (Índia, com 16 trabalhos publicados);
- O ano com maior número de publicações (2020, com 37 trabalhos publicados);
- O principal tipo e fontes dos trabalhos (artigos e jornais);
- O principal ambiente de aplicação (hospitais);
- A principal categoria dos estudos (Ciência da Computação, com 38% dos trabalhos);

- As palavras-chave mais adotadas (IoT e AI com 20 e 14 citações, respectivamente);

Além disso, foram apontadas as principais tecnologias/ferramentas que podem compor um sistema de H4.0, conforme os trabalhos analisados (IoT, *Blockchain*, CC, Internet 5G, FC e AI) e suas aplicações relacionadas (Quadro 2).

Sendo assim, a questão de pesquisa específica definida para a metodologia de estudo de escopo (“Quais as ferramentas/tecnologias e aplicações relacionadas ao tema Health 4.0?”) foi respondida neste capítulo, e os resultados obtidos (capítulo 4) foram utilizados na elaboração do *framework* conceitual (capítulo 6).

CAPÍTULO 5

MAPEAMENTO DA *LEAN HEALTHCARE*

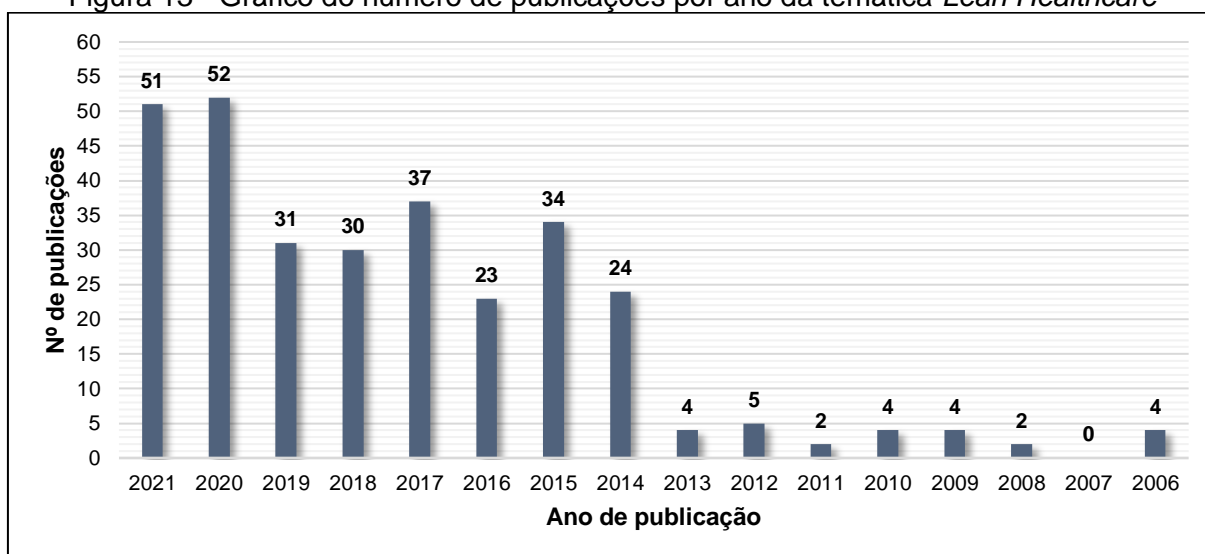
5.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos na concepção do mapeamento da LH, em conformidade com o procedimento detalhado na seção 3.5, a fim de responder a seguinte questão de pesquisa: “Quais as pesquisas mais relevantes e as ferramentas/métodos e aplicações afins ao tema *Lean Healthcare*?”.

Sendo assim, o capítulo divide-se em três seções: i) na seção 5.2 foi retratado o processo de seleção dos estudos nas bases de dados para o mapeamento; ii) na seção 5.3 foram expostas as informações obtidas com o mapeamento do conhecimento sobre a LH e a identificação das pesquisas mais relevantes sobre a temática (subseção 5.3.1), bem como o mapeamento do conteúdo das pesquisas mais relevantes e a indicação das aplicações e ferramentas/métodos afins ao LH (subseção 5.3.2); iii) na seção 5.4 foi exibida a síntese dos resultados expostos no capítulo 5. Informações adicionais relacionadas a este capítulo podem ser consultadas no APÊNDICE C.

5.2 Desenvolvimento do Mapeamento

Visando abordar a temática LH de maneira abrangente, por meio da metodologia de análise de citação em múltiplas perspectivas, foi realizada uma busca pelo termo “Lean Healthcare” nos campos “título”, “resumo” e “palavras-chave” de publicações do tipo artigos, capítulos de livro e revisões. As bases de dados selecionadas (Pubmed, Web of Science e Scopus) retornaram um total de 307 trabalhos publicados entre os anos de 2006 até 2021 (pesquisa realizada em agosto de 2021), conforme pode ser visto na Figura 13.

Figura 13 - Gráfico do número de publicações por ano da temática *Lean Healthcare*

Fonte: Dados da pesquisa

A primeira crescente observada no número de publicações referentes a LH pode ser observado entre os anos de 2014 e 2019. Mesmo sendo uma temática de mais de 14 anos (indícios dos primeiros estudos publicados em 2006), a LH teve o seu ápice no número de publicações no ano de 2020 (52), seguido por 2021 (51). Levando em conta que os dados aqui considerados foram coletados em setembro de 2021, o número de publicações tende a seguir em crescimento, caracterizando assim uma temática de tendência emergente e de grande relevância ao contexto atual. Um possível motivo pelo qual a LH ganhou tamanha atenção dos pesquisadores nos últimos 2 anos pode estar relacionado ao cenário de pandemia do COVID-19.

Posteriormente, para evitar que pesquisas repetidas nas diferentes bases de dados fossem analisadas, o conjunto de trabalhos obtidos passou por uma verificação e remoção automática de registros repetidos, através de uma ferramenta disponível no CiteSpace. Em seguida, os dados obtidos foram inseridos no CiteSpace. O software fornece a opção de gerar diversos tipos de redes de dados. Todas as redes geradas e demais dados obtidos por meio do uso do CiteSpace podem ser consultados no APÊNDICE C, e as análises correspondentes foram dispostas na próxima seção (seção 5.3).

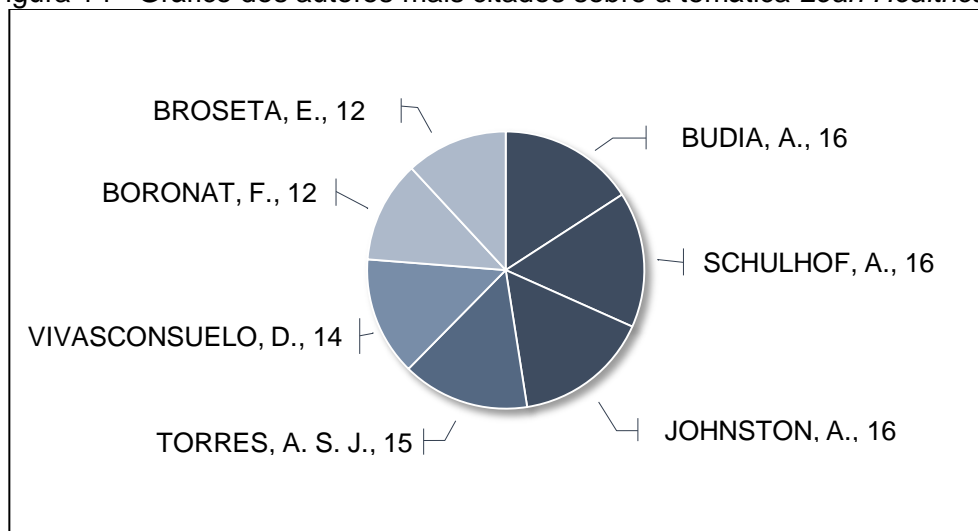
5.3 Resultados Obtidos

5.3.1 Mapeamento do Conhecimento

Inicialmente, o tipo de nó escolhido para mapeamento do conhecimento sobre a LH no CiteSpace foi "Author", através do qual foi possível identificar os autores que mais

publicaram sobre o tema, dispostos no gráfico da Figura 14, sendo estes: Budia A. (16 publicações), Schulhof A. (16), Johnston A. (16), Torres A. S. J. (15), Vivasconsuelo D. (14), Boronat F. (12) e Broseta E. (12).

Figura 14 - Gráfico dos autores mais citados sobre a temática *Lean Healthcare*

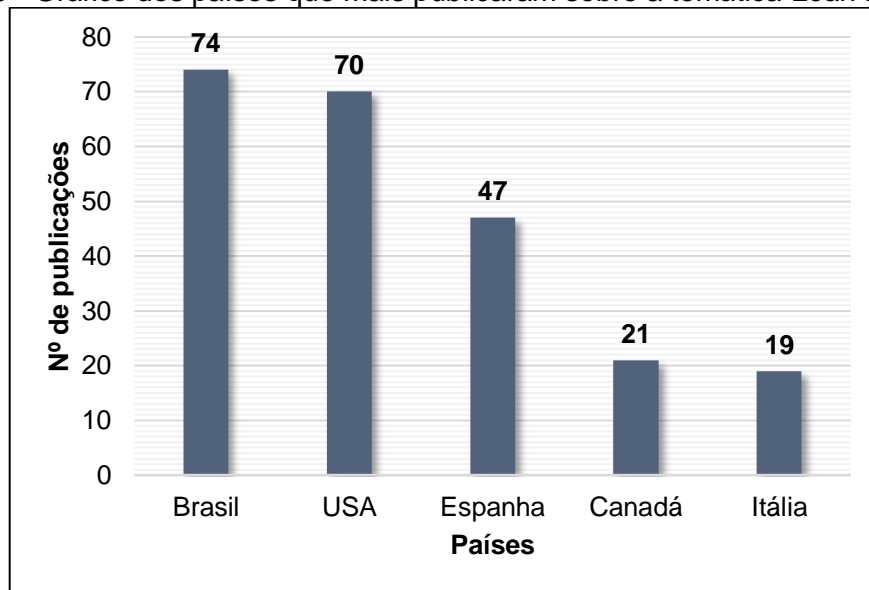


Fonte: Dados da pesquisa

Posteriormente, o tipo de rede analisada foi a rede correspondente aos países de origem dos autores (rede "Country"), onde foi possível apontar os países que mais publicaram sobre o assunto (Figura 15), sendo estes: Brasil (74), USA (70), Espanha (47), Canadá (21) e Itália (19). Em questão de economia, os países desenvolvidos possuem o maior número de publicações sobre a LH (USA, Espanha, Canada e Itália contabilizam juntos 157 publicações). O Brasil foi o único país em desenvolvimento presente entre os países que mais publicação sobre a LH.

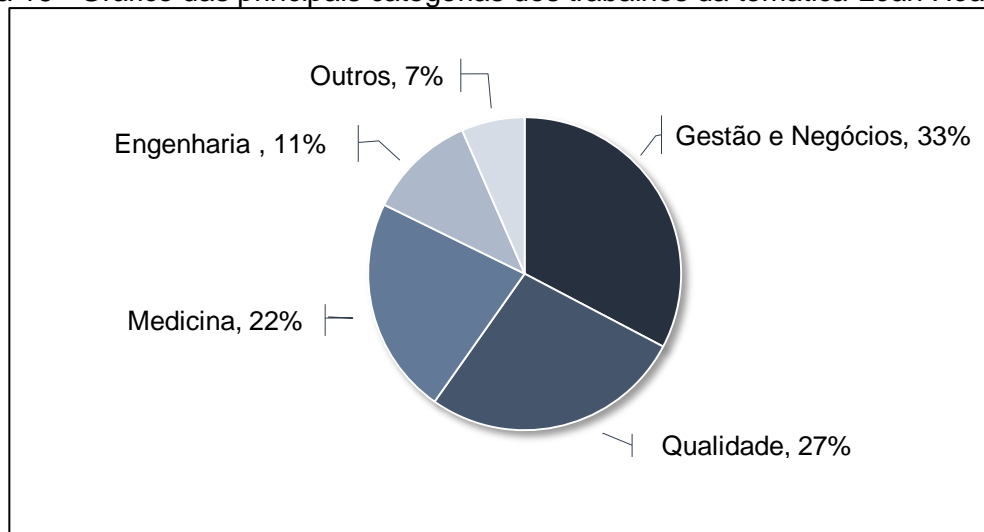
Por sua vez, analisando a rede "Category", foram identificadas as categorias mais frequentes dos trabalhos, sendo estas: "Human" (87 trabalhos), "Quality Improvement" (69) e "Efficiency organizacional" (57). De modo geral, as categorias são diversas e se relacionam as grandes áreas da Qualidade, Medicina, Ciências da Computação, Gestão e Negócios e Engenharia. Agrupando os dados obtidos nestas grandes áreas, conforme visto no gráfico da Figura 16, verificou-se que grande parte dos trabalhos estão contidos nos campos da Gestão de Negócios (33%), Qualidade (27%), Medicina (22%) e Engenharia (11%).

Figura 15 - Gráfico dos países que mais publicaram sobre a temática *Lean Healthcare*



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 16 - Gráfico das principais categorias dos trabalhos da temática *Lean Healthcare*



Fonte: Dados da pesquisa

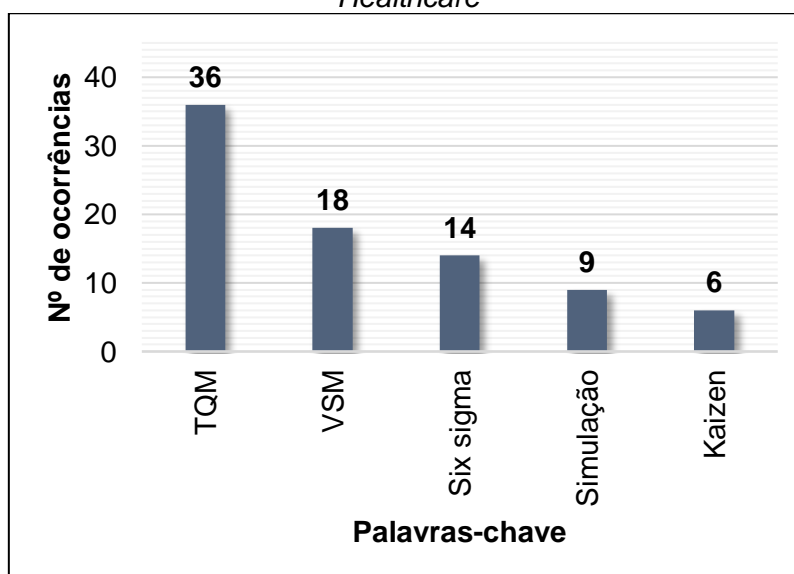
Para a defini3o das palavras-chave mais citadas nos trabalhos selecionados, foi analisada a rede “Keyword”. Desconsiderando aquelas relacionadas ao termo de busca utilizado (“Lean Healthcare”), as palavras-chave mais citadas foram “Human” (57 ocorr3ncias), “efficiency” (49) e “quality improvement” (46). Outras palavras-chave relacionadas ao ambiente de aplica3o da LH apresentaram frequ3ncia relevante, sendo estas: “hospital” (18 ocorr3ncias), “emergency” (16), “primary care” (10) e “public health/hospital public” (7).

Al3m disto, alguns termos distintos considerados importantes foram observados, sendo estes: “continuous improvement” (36 ocorr3ncias), “patient satisfaction/patient

perceived value” (36), “leadership/team leadership” (20), “COVID-19” (10), “waste reduction” (8), “organizational culture” (8), “turnaround time” (6), “employee engagement” (6), “cost/cost control” (6), “productivity” (5) e “patiente focus/patient-centred care” (4).

Ademais, termos relacionados a ferramentas e métodos citados com frequência significativa foram dispostos no gráfico da Figura 17, sendo estes: Gestão da Qualidade Total (TQM – *Total Quality Management*) (36 ocorrências), VSM (18), *Six Sigma* (14), Simulação (9) e Kaizen (6). As abordagens TQM e Seis Sigma são comumente implementadas em conjunto com o *Lean* (D’ANDREAMATTEO et al., 2015), o que pode justificar a ocorrência significativa destas palavras-chave nos trabalhos analisados. Por sua vez, o VSM e o Kaizen (COSTA; GODINHO FILHO, 2016; POKSINSKA, 2010; RADNOR, 2011) são apontadas como ferramentas/métodos afins a LH, podendo a simulação (BARIL et al., 2016) ser utilizada em conjunto.

Figura 17 - Principais palavras-chave relacionadas as ferramentas/métodos da *Lean Healthcare*



Fonte: Dados da pesquisa

Depois da finalização do mapeamento do conhecimento sobre a LH, foi realizado a análise de cocitação em múltiplas perspectivas. Para tanto, foi gerado a rede de cocitações no CiteSpace de nó “Reference”, conforme disponível para visualização no APÊNDICE C. O programa permite que os usuários interajam com a visualização da rede e crie *clusters* (conforme explicado na seção 3.3), que correspondem a tópicos ou linhas de pesquisa da LH. A rede contendo os *clusters* formados para a amostragem considerada podem ser vistos no APÊNDICE C.

Sendo assim, os dados inseridos foram agrupados em 61 *clusters*, onde os principais se encontram numerados e em destaque na Figura 38 (APÊNDICE C). Os cinco maiores

agrupamentos representam juntos 79,15% de todo o conjunto de 307 referências. Sendo assim, para efeitos de estudo e conforme feito por Chen, Ibekwe-Sanjuan e Hou (2010), foram analisados e discutidos os cinco maiores *clusters*, números como: #0, #1, #2, #3 e #5.

A rede gerada possui um valor de modularidade de $Q = 0.7535$ e uma silhueta média geral dos *clusters* de $S = 0.9169$ (APÊNDICE C). Sendo assim, conforme teorias apresentadas na seção 3.3, a rede obtida pode ser considerada ideal, com *clusters* bem estruturados e homogêneos.

O software CiteSpace também fornece uma *interface* de exploração das informações de cada *cluster* em específico. Através desta, os grupos selecionados foram explorados internamente, sendo possível identificar os trabalhos que mais são citados dentro de cada aglomerado. Além disto, foram observados também os trabalhos com maiores valores de centralidade pertencentes aos cinco *clusters*. Os relatórios gerados podem ser vistos no APÊNDICE C e a síntese das informações obtidas se encontra no Quadro 3.

Quadro 3 - Trabalhos mais citados e com maiores centralidades dos *clusters* analisados

Contagem de citações	Autores	Cluster
30	Costa e Godinho Filho (2016)	#0
27	D'Andreamatteo et al. (2015)	#0
Centralidade	Autores	Cluster
0.33	Burgess e Radnor (2013)	#1
0.20	Ben-Tovim et al. (2007)	#2
0.18	Radnor, Holweg e Waring (2012)	#1
0.12	Radnor (2011)	#0

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Conforme descrito na seção 3.3, o valor de centralidade no CiteSpace corresponde ao grau de relevância dos trabalhos, onde considera-se artigos chave aqueles cujo valor de centralidade seja igual ou maior que 0,1. Sendo assim, observando os valores de centralidade do Quadro 3, pode-se considerar artigos chave os trabalhos de Burgess e Radnor (2013), Ben-Tovim et al. (2007), Radnor, Holweg e Waring (2012) e Radnor (2011). Ademais, as pesquisas que obtiveram o maior número de citações dos *clusters* analisados foram Costa e Godinho Filho (2016), com 30 citações, e D'Andreamatteo et al. (2015) com 27 citações, ambas oriundas do maior *cluster* (#0).

Observando a visualização dos *clusters* ao longo da linha do tempo (Figura 41 no APÊNDICE C) e analisando-a conforme conceitos apresentados na seção 3.3, pode-se ver que os grupos #3 e #5 são compostos por trabalhos mais recentes (em torno de 2012 à 2020), enquanto o grupo #2 apresenta membros mais antigos (em torno de 2002 à 2013). Os dois maiores *clusters*, #0 e #1, possuem referências muito citadas (anéis com largas

espessuras, que remetem aos seus valores de centralidade) em um período recente (anéis amarelo/alaranjados – que representam os anos de 2013 até 2021 na escala do CiteSpace). Os círculos vermelhos e roxos presentes nos trabalhos de ambos os grupos remetem a trabalhos com valores de centralidade superiores à 0,1 e explosões de citações correspondentes a fração de tempo em que estão na linha do tempo. Deste modo, pode-se dizer que os clusters #0 e #1 possuem trabalhos que representam especialidade de alto impacto e de caráter emergente na temática da LH.

Por fim, foi gerado o relatório de explosão de citações com as 10 principais referências citadas (APENDICE C). O trabalho com maior força de citação foi o dos autores Mazzocato et al. (2010), com força de 5.59 no período de 2016 até 2018. As pesquisas que ficaram mais tempo em destaque (3 anos cada) foram: Souza (2009) e Joosten, Bongers e Janssen (2009) de 2014 à 2017; Poksinska (2010) de 2015 à 2018; e Costa e Godinho Filho (2016) de 2018 à 2021. Além disso, o trabalho de Costa e Godinho Filho (2016) pode ser considerado o trabalho de maior relevância recente, com força de 3.97 (2018 a 2021).

Quadro 4 - Explosão de referências sobre a temática da *Lean Healthcare*

Pesquisa	Força	Início	Fim	2006 - 2021
Souza (2009)	4.54	2014	2017	
Joosten, Bongers e Janssen (2009)	3.56	2014	2017	
Dickson et al. (2009)	3.55	2015	2016	
Waring e Bishop (2010)	3.06	2015	2017	
Poksinska (2010)	3.00	2015	2018	
Mazzocato et al. (2010)	5.59	2016	2018	
Holden (2011)	3.23	2017	2019	
Papadopoulos, Radnor e Merali (2011)	3.04	2017	2019	
Costa e Godinho Filho (2016)	3.97	2018	2021	
Radnor, Holweg e Waring (2012)	2.88	2018	2019	

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Por fim, foram selecionados os 14 trabalhos considerados mais relevantes dentro da temática da LH (Quadro 15 do APÊNDICE C), conforme a amostragem de trabalhos selecionada e inserida no CiteSpace. Os trabalhos foram escolhidos considerando: aqueles com maior número de citações dentro dos *clusters* analisados (Quadro 3); aqueles que assumiram os maiores valores de centralidade (Quadro 3) e aqueles mais referenciados conforme relatório de explosão de citações (Quadro 4).

Conforme descrito na seção 3.5, também foram considerados neste estudo trabalhos recentes (2017-2021) sobre a LH com índice i10 (mínimo de 10 citações). Deste modo, foram selecionados mais 22 estudos relevantes sobre a LH, dispostos no Quadro 16 do APÊNDICE C. Todos os 36 trabalhos obtidos foram analisados quanto ao conteúdo e os

resultados obtidos podem ser vistos na próxima subseção (5.3.2). Salienta-se que foram atribuídos identificadores L1 até L36 para facilitar a discussão dos resultados.

5.3.2 Mapeamento do Conteúdo

De modo geral, os estudos sobre a LH dividem-se em discussões teóricas e teórico-práticas. No primeiro caso, são feitas revisões bibliográficas envolvendo questões como: a evolução das pesquisas sobre a temática (L14; L15; L29) e suas tendências futuras (L2); como o método *lean* tem sido implementado no contexto da saúde (L2; L3; L6; L7; L8; L12; L13; L27; L29; L30; L33); e as barreiras, desafios (L6), efeitos (L19) e resultados (L6; L27) obtidos com a LH. Dois trabalhos de revisão sobre a LH elaboraram *frameworks* conceituais, um voltado a avaliação da prontidão *lean* (L31) e outro ao potencial de sustentabilidade ambiental de organizações *lean* (L32). Por sua vez, os demais trabalhos discutem sobre o tema tendo como base estudos de caso (L1; L4; L5; L9; L11; L16; L17; L18; L20; L21; L22; L24; L25; L26; L28; L34), principalmente no contexto hospitalar (L1, L4, L5; L16; L24; L25; L26).

Quanto ao processo de implementação da LH, os autores apresentaram abordagens distintas. Ben-Tovim et al. (2007) resume em 3 passos: mapeamento do processo atual; realização de *Benchmarking* com outras instituições; estabelecimento de uma estratégia para o alcance de melhorias necessárias, gerando assim um plano de ação. Já Poksinska (2010) apresenta 3 padrões de implementação: treinamento dos funcionários (todos ou somente os líderes e facilitadores), introduzindo os princípios, métodos e ferramentas *lean*; teste de ideias e elaboração de projetos-pilotos (incluindo o pessoal da linha de frente na identificação dos problemas), de modo a obter um plano de ação; condução de mudanças necessárias para a resolução dos problemas (apoio de todos os funcionários). Por sua vez, Holden (2011) descreve a implementação da LH em 3 etapas: mapeamento do processo atual; identificação de gargalos, desperdícios e outros problemas e a busca pelas causas correlatas; e o redesenho do processo.

Além disto, Holden (2011) apresenta nove fatores de sucesso para a implementação da LH:

1. Preparar para a mudança, por meio do reconhecimento compartilhado dos problemas existentes e das melhorias necessárias;
2. Desenvolver uma abordagem voltada as pessoas (trabalhadores e pacientes), reconhecendo o valor para estas e envolvendo-as no método;
3. Obter apoio de especialistas *lean* externos para educar e ajudar nos esforços iniciais;

4. Conceder aos envolvidos o acesso as informações e a autoridade para tomar decisões e realizar mudanças (alocação de recursos e suporte da alta administração);
5. Definição clara da liderança *lean* (uma pessoa ou grupo), responsável por guiar e motivar;
6. Mudar a cultura organizacional, não apenas aplicar ferramentas/métodos;
7. Adaptar os conceitos ao local, e os ajustar ao longo do tempo;
8. Sustentar o método por meio da melhoria contínua, avaliando e alterando mudanças anteriores e planejando novas;
9. Promover aprendizagem por meio do compartilhamento de experiências anteriores semelhantes, oriundas da mesma ou de outras organizações (com o *Benchmarking*).

No que diz respeito a implementação de sucesso da LH visando a melhoria dos processos e da satisfação dos pacientes, Alnajem, Garza-Reyes e Antony (2019) descrevem seis práticas importantes:

1. Apoio da alta administração e liderança: envolvimento, treinamento e capacitação;
2. Envolvimento dos recursos humanos e boa comunicação departamental: funcionários competentes, motivados a mudança, que sabem realizar diferentes tarefas, trabalham bem em equipe e que possuem capacidade de liderar e resolver problemas;
3. Foco nas relações com o paciente: compreender os pacientes, obtendo o seu feedback e identificando as atividades que agregam valor na sua jornada;
4. Relações com fornecedores: fornecedores competentes, capazes de realizar entregas rapidamente e com produtos de qualidade;
5. Processos de fluxo suave: remoção de etapas que geram atrasos ao processo, facilitando a movimentação (como pela reorganização da estrutura física, limpeza e organização do local de trabalho e sinalização adequada);
6. Melhoria contínua: verificação contínua do processo para a identificação de atividades que não agregam valor e possíveis gargalos no processo (como pela realização de *benchmarking*).

Parkhi (2019) aponta quatro principais áreas, sugeridas na literatura, para se concentrar ao implementar a LH: foco nos pacientes; fornecimento de liderança; gerar capacidade de resolução de problemas de maneira imediata e contínua em todos os níveis da organização; e gerenciamento dos *stakeholders* (gerentes, funcionários, médicos etc). As ações dos *stakeholders*, conforme enfatizam Papadopoulos et al. (2011), são determinantes no processo de implementação da LH.

De modo geral, não existe uma maneira única e correta de se implementar a LH, pois são requeridas abordagens distintas e adaptadas a cada ambiente específico de cuidados com a saúde, de modo a se adequar a cultura organizacional. Ou seja, a implementação da LH requer uma estratégia de adaptação dos conceitos e revisão do modo como os métodos e ferramentas podem ser usados no contexto específico da instituição (POKSINSKA, 2010). Sendo assim, o presente estudo considera para a elaboração do *framework* conceitual principalmente as abordagens de implementação da LH descritas por Holden (2011), Parkhi (2019) e Alnajem, Garza-Reyes e Antony (2019); enfatizando o caráter genérico deste e, por conseguinte, a necessidade de adequação ao contexto e cultura de cada organização em específico, caso implementado.

Quanto aos resultados obtidos com a LH, Parkhi (2019) delimita os benefícios da LH em termos de redução de tempo, redução de custo, melhoria da qualidade e maior capacidade de atendimento aos pacientes. Por sua vez, Costa e Godinho Filho (2016) os dividem em quatro aspectos: tempo, custo, defeitos e valor. No presente trabalho, os benefícios vinculados a LH descritos nos trabalhos selecionados foram categorizados conforme os quatro aspectos utilizados por Costa e Godinho Filho (2016): redução de tempo, redução de custos, redução de defeitos e criação de valor (Quadro 5).

Quadro 5 - Benefícios vinculados a implementação da *Lean Healthcare*

Benefícios	
Tempo	<ul style="list-style-type: none"> - Redução do tempo de espera do paciente (L6; L8; L14; L16; L31; L35); - Redução do tempo de permanência (L1; L8; L14), de internação (L8; L26) e do tempo total gasto pelos pacientes com os cuidados (L6); - Redução do tempo de resposta de relatórios gerados por laboratórios clínicos (L25); - Redução no tempo de resposta a ocorrências de erros (L7); - Redução do tempo necessário para o fornecimento de medicamentos (L1); - Economia de tempo e pontualidade do serviço (L7).
Custo	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de custos (L1; L14; L16; L21; L26; L29; L31) e economia do orçamento operacional da instituição (L1); - Melhora dos indicadores de desempenho financeiro (L14); - Melhoria da produtividade (L7; L14; L16); - Redução de horas extras da equipe (L6; L14) e absenteísmo (L14); - Redução de custos de estoque (L6); - Redução da área utilizada (L14).
Defeitos	<ul style="list-style-type: none"> - Redução na ocorrência de incidentes (L6) e erros (L6; L7; L14); - Redução da mortalidade (L7; L14).
Valor	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da satisfação do paciente (L4; L6; L7; L8; L14; L31); - Aumento da satisfação dos funcionários/equipe (L4; L6; L14); - Aumento da capacidade de atendimento ao paciente (L14; L16; L29); - Aumento da segurança do serviço com a redução da taxa de eventos adversos graves (L1) e infecção (L14); - Melhora do trabalho em equipe (L7; L14); - Simplifica a sequência dos processos (L1), reduzindo etapas (L7) e removendo aquelas consideradas duplicadas e desnecessárias (L1), melhorando o fluxo do paciente (L1; L31); - Permite a obtenção de um ritmo de produção estável (L1);

	<ul style="list-style-type: none"> - Gera mais tempo aos momentos de contato entre o paciente e as equipes de atendimento (L1); - Aumento do número de pacientes tratados (L6); - Redução de movimento (L14) e distância percorrida pela equipe (L7); - Locais de trabalho mais funcionais e padronizados (L31); - Maior envolvimento, colaboração (L7), disciplina e responsabilidade (L4) por parte dos funcionários, e ambientes de trabalho mais calmos e focados (L7); - Promove maior compreensão do processo por parte das equipes (L7); - Redução do número de pacientes que abandonam o local sem atendimento (L14).
--	--

Fonte: Dados da pesquisa

Observando as informações obtidas no Quadro 5, pode-se constatar que grande parte dos benefícios vinculados a LH relatados nos trabalhos selecionados compõem os aspectos valor, tempo e custo; resultados estes semelhantes aos obtidos por Costa e Godinho Filho (2016) em sua revisão sobre a temática LH.

Por meio da leitura dos trabalhos selecionados, também foram levantados os desafios vinculados a implementação da LH. O presente estudo dividiu os desafios encontrados em três agrupamentos, que podem ser vistos no Quadro 6: Cultura; Aprendizado e Liderança; e Gestão e Cooperação. Os três grupos foram inspirados nos desafios da LH descritos por Poksinska (2010), que se relacionam a: aceitação da equipe de saúde ao método *lean* (Cultura), necessidade de treinamento adequado por meio de pessoas qualificadas (Aprendizado e Liderança); foco claro no cliente e estabelecimento de uma estrutura organizacional que favoreça o trabalho em equipe, boa comunicação e cooperação entre departamentos, buscando melhorar sistema de saúde como um todo (Gestão e Cooperação).

Quadro 6 - Desafios vinculados a implementação da *Lean Healthcare*

Desafios	
Cultura	<ul style="list-style-type: none"> - O sucesso do <i>Lean</i> depende da cultura organizacional, não somente dos esforços em torno do uso do método (L4); - Envolvimento e participação dos funcionários (L16); - Ceticismo e resistência dos profissionais (L3); - Reações adversas devido à origem dos conceitos da LH na manufatura (L16), como a percepção de inadequação do método ao setor de saúde (L21); - A terminologia “Lean” na saúde não favorece uma relação positiva com os funcionários e pacientes (L28). A origem do pensamento e terminologia na manufatura (L29), assim como a ausência de um termo específico para a saúde (L27), constitui uma barreira à adoção do método (L27, L29); - A ausência de uma cultura organizacional de transparência, onde problemas não podem ser identificados por qualquer pessoa, limita o potencial de melhoria e a capacidade de resolução de problemas, sendo este um importante princípio da LH (L17); - As ações/comportamento dos <i>stakeholders</i> (partes interessadas: pacientes, médicos, gerentes e membros do corpo clínico) determinam a trajetória da implementação da LH (L6; L9; L34), sendo necessário o gerenciamento das partes interessadas (L29).
Aprendizado	<ul style="list-style-type: none"> - Treinamento adequado dos funcionários (L21) e líderes (L16);

<p>e Liderança</p>	<ul style="list-style-type: none"> - O processo inicial de implementação e manutenção da LH requer suporte externo para aprendizagem, devido à ausência de conhecimento sobre o método em organizações de saúde (L16); - O processo de formação de tradicionalmente não aborda habilidades de comunicação e trabalho em equipe. Falta mão de obra qualificada e com experiência nos princípios, métodos e ferramentas <i>Lean</i> na área da saúde (L6); - Profissionais menos qualificados são mais vulneráveis a sentir possíveis efeitos negativos dos sistemas <i>Lean</i>, como uma possível intensificação do trabalho (L19); - Apoio (L16; L21; L29; L31) e fortalecimento (L21) da liderança, com nível de comprometimento contínuo (L4) e comportamento orientado a tarefa e relacionamento (L33); - Liderança melhorar e monitorar a satisfação da equipe <i>lean</i> constitui um fator importante para garantir o envolvimento e comprometimento dos profissionais (L35); - <u>Imediatismo no processo de tomada de decisões por parte dos líderes (L1).</u>
<p>Gestão e Cooperação</p>	<ul style="list-style-type: none"> - As barreiras subjacentes de implementação da LH são influenciadas pelo estilo de gestão do sistema de saúde (L34); - Falta de foco em atividades voltadas a melhoria da satisfação do paciente (L6; L20), como aumentar o tempo de contato entre médico-paciente (L20); - A implementação da LH requer uma maior participação do cliente no processo de criação de valor (L20); - A adoção de iniciativas LH visando principalmente o alcance de eficiências internas das organizações (L20), visando a obtenção de ganhos rápidos, não de melhorias sustentáveis dos serviços (L11); - O <i>Lean</i> deve ser implementado como uma estratégia organizacional geral, não como um meio para alcançar ganhos curtos em áreas limitadas (L13); - A implementação da LH tende a ser isolada a um processo ou departamento (L12; L13; L27; L35), porém faz-se necessário melhorar não somente o desempenho de um departamento ou processo, mas todo o sistema de saúde (L6); - A obtenção de resultados positivos no processo inicial de implementação da LH constitui um dos fatores críticos para o sucesso da implementação (L16); - Faz-se necessário estabelecer uma mudança sustentável a longo prazo (L1; L13); - A prontidão organizacional faz-se necessária para o uso sustentável e eficaz e das ferramentas da LH (L10), onde fatores internos (liderança e recursos humanos) e externos (pacientes e fornecedores) influenciam na prontidão de sistemas enxutos (L31); - Definição clara e antecipada dos objetivos que guiam os projetos e o envolvimento da força de trabalho nas tomadas de decisão (L21); - Cooperação entre departamentos (L21), visto que uma atividade de melhoria de uma unidade pode causar problemas em outra (L6); - Possíveis tensões entre líderes e médicos em torno da organização social do trabalho (L5).

Fonte: Dados da pesquisa

De modo geral, a implementação da LH mostra-se viável desde que as suas potenciais barreiras sejam compreendidas e tratadas durante o processo de implementação (L29). Para a superação dos desafios de implementação da LH, foi constatado a necessidade de se estabelecer uma cultura organizacional apropriada; gerenciar adequadamente os *stakeholders*; e manter o foco no paciente (visto os desafios apresentados no Quadro 6). A LH requer a participação e o envolvimento dos funcionários (L16), sendo necessário que as possíveis barreiras destes quanto a adoção do método

sejam ultrapassadas, como a terminologia (L29, L27) e o desconhecimento teórico (L6; L16) e prático (L16) do mesmo.

De acordo com os benefícios do Quadro 5, pode-se constatar que a LH possui a capacidade de gerar o maior envolvimento e colaboração dos envolvidos (L7). Com o devido treinamento da equipe e uma cultura organizacional favorável, o método promove maior compreensão do processo (L7) e pode aumentar a satisfação dos funcionários (L4; L6, L14). Sendo assim, o treinamento adequado destes (L21) e dos líderes (L16) pode contribuir para o melhor entendimento e envolvimento de todos no processo de implementação da LH, além de possibilitar a geração de mudanças na cultura organizacional.

A liderança constitui um fator crucial para o sucesso na implementação da LH (L21), sendo necessário que esta esteja devidamente treinada, envolvida (L16), continuamente comprometida (L4) e apoiando as mudanças necessárias (L16; L29). O papel da liderança também deve incluir a melhoria e o monitoramento da satisfação da equipe, garantindo o seu envolvimento e comprometimento (L35). Além dos relacionamentos, faz-se necessário que a liderança adote um comportamento orientado a tarefa (L33) e que evite o imediatismo no processo de tomada de decisões (L1).

Os líderes devem evitar a adoção de iniciativas LH visando majoritariamente o alcance de eficiências internas das organizações (L20), na busca por obter ganhos rápidos ao em vez de melhorias sustentáveis dos serviços (L11). A LH deve ser implementada como uma estratégia organizacional geral, não como um meio para alcançar ganhos curtos em áreas limitadas (L13). Sendo assim, faz-se necessário uma definição clara e antecipada dos objetivos que guiaram os projetos, de modo a promover o envolvimento da força de trabalho nas tomadas de decisão (L21).

Para que haja este envolvimento, deve-se também estabelecer uma cultura organizacional de transparência, onde os problemas podem ser facilmente identificados por todos (L17). Ademais, a LH requer a melhoria do desempenho de todo o sistema de saúde (L6). Para tanto, as organizações devem viabilizar o envolvimento e a cooperação dos funcionários de diferentes departamentos por meio do compartilhamento e acesso as informações.

Os líderes devem reconhecer que os funcionários da linha de frente possuem maior percepção do processo e, por conseguinte, maior capacidade de identificação de melhorias. Por sua vez, estes funcionários devem ser motivados a buscar soluções para os problemas do processo (como desperdício, redução do fluxo e da qualidade do atendimento) (L4). Para tanto, os trabalhadores precisam ter acesso às informações sobre o processo e seus eventuais problemas, possibilitando assim que se tornem tomadores de decisões. A fim de gerar capacidade de resolução de problemas de maneira imediata e contínua em todos os níveis da organização (L29), a obtenção e disponibilização de dados e informações deve ser

realizada em tempo real e de maneira ininterrupta a todos, como por meio de ferramentas/tecnologias da H4.0.

Ademais, faz-se necessário estabelecer um gerenciando adequado dos *stakeholders* e manter o foco em atividades voltadas a melhoria da satisfação do paciente (L6; L20), não somente se concentrando na eficiência operacional por meio da eliminação de desperdícios (L28). Para que o *lean* seja considerado uma estratégia de saúde duradoura, faz-se necessário que o método seja visto como uma receita para melhorar a assistência ao paciente, por meio de atributos considerados essenciais a estes (como respostas rápidas, maior qualidade e flexibilidade dos serviços e segurança durante o fluxo do paciente) (L28). Desta forma, a implementação da LH na saúde requer uma maior participação do cliente no processo de criação de valor, sendo os momentos de reunião entre médico-pacientes aqueles considerados mais importantes para a cocriação de valor e avaliação da qualidade dos serviços (L20).

Para que a LH gere contribuições significativas na satisfação do paciente, além de melhorias na eficiência dos processos, faz-se necessário a adoção de ferramentas que possibilitem a maior participação dos pacientes no processo de criação de valor (L20). Neste contexto, a possibilidade de troca de dados entre os pacientes e os médicos podem aprimorar o sistema de saúde, tendo como base as informações obtidas (L20). Para obter uma compreensão mais profunda de como os pacientes experimentam os serviços de saúde, pode-se estabelecer mecanismos de cocriação e aprendizagem dos pacientes, por meio da interação destes com os prestadores de serviços de saúde dentro e fora do ambiente físico de cuidados (ELG et al., 2012). Uma maneira possível de se estabelecer a troca de dados entre médico-paciente, visando a criação de valor ao processo, é a virtualização dos serviços de saúde com o emprego de ferramentas/tecnologias da H4.0.

O processo de implementação da LH mostra-se amplamente orientado pela aplicação de ferramentas/métodos (L29), onde o uso sustentável e eficaz destas depende da prontidão organizacional (L10). Alguns fatores de prontidão organizacional potenciais em sistemas *lean* incluem a compreensão das necessidades dos clientes, a coleta de dados visando a melhoria de processos e uma cultura organizacional adequada, com profissionais trabalhando em equipe e envolvidos nas mudanças (RADNOR et al., 2006). Sendo assim, de modo geral, a prontidão organizacional envolve o desenvolvimento de uma cultura organizacional voltada a compreensão das necessidades dos clientes e o uso de dados na busca por melhorias (L10).

Neste âmbito, para a elaboração do *framework* conceitual deste trabalho, considera-se que a implementação da LH e suas ferramentas/métodos requer uma adequação ao contexto de aplicação e comprometimento dos *stakeholders*, os quais podem ser obtidos por meio do treinamento adequado dos funcionários e líderes. Faz-se necessário também

promover o compartilhamento e acesso aos dados e informações relevantes a organização de maneira unificada e contínua em todos os níveis organizacionais, de modo a viabilizar a tomada de decisões importantes sobre possíveis problemas (ferramentas/tecnologias da H4.0 podem apoiar). Além disto, deve-se manter o foco no paciente e na melhoria do atendimento deste, estabelecendo um meio de troca de dados entre médico-paciente e possibilitando que o paciente contribua no processo de criação de valor (ferramentas/tecnologias da H4.0 podem contribuir).

Por fim, a leitura e análise dos trabalhos mais relevantes sobre a LH permitiu a identificação das 32 ferramentas/métodos afins a LH abordadas pelos autores (Quadro 17, APÊNDICE C). As ferramentas/métodos encontradas foram classificadas (Quadro 7) conforme definido por Radnor (2010), que categoriza as ferramentas/métodos *lean* de acordo com as três maneiras de se utilizar estas em metodologias de melhoria de processos: avaliação (usadas para analisar o processo), melhoria (usadas para ajudar e aperfeiçoar os processos) e monitoramento (usadas para acompanhar os processos e mensurar as melhorias). Ademais, os autores Radnor, Holweg e Waring (2012) e Costa e Godinho Filho (2016) também utilizam em seus trabalhos a mesma classificação para as ferramentas/métodos afins a LH.

Quadro 7 – Classificação/Quantitativo das ferramentas/métodos afins a *Lean Healthcare*

Classificação	Ferramentas/Métodos
Avaliação (7)	<ul style="list-style-type: none"> - VSM; - Gemba; - Mapeamento de Processos; - 5 Porquês; - Relatório A3; - Diagrama de <i>Ishikawa</i>; - Fluxograma do processo.
Melhoria (19)	<ul style="list-style-type: none"> - 5S; - <i>Kaizen</i>; - <i>Kanban</i>; - <i>Poka yoke</i>; - Redesenho da estrutura física; - Padronização do Trabalho; - Diagrama de Espaguete; - Balanceamento de Carga de Trabalho; - Fluxo Contínuo; - <i>Andon</i>; - <i>Jidoka</i>; - Produção Puxada; - Fluxo de Peça Única; - <i>Heijunka</i>; - Treinamento cruzado/Rotação de tarefas; - <i>Just in Time</i>; - RFID; - Troca rápida; - Autonomia da Força de Trabalho.
Monitoramento (6)	<ul style="list-style-type: none"> - Gerenciamento Visual; - Ciclo PDCA;

	<ul style="list-style-type: none"> - Ciclo PDCA; - DMAIC; - Gráfico de Controle Estatístico; - <i>Benchmarking</i>.
--	---

Fonte: Dados da pesquisa

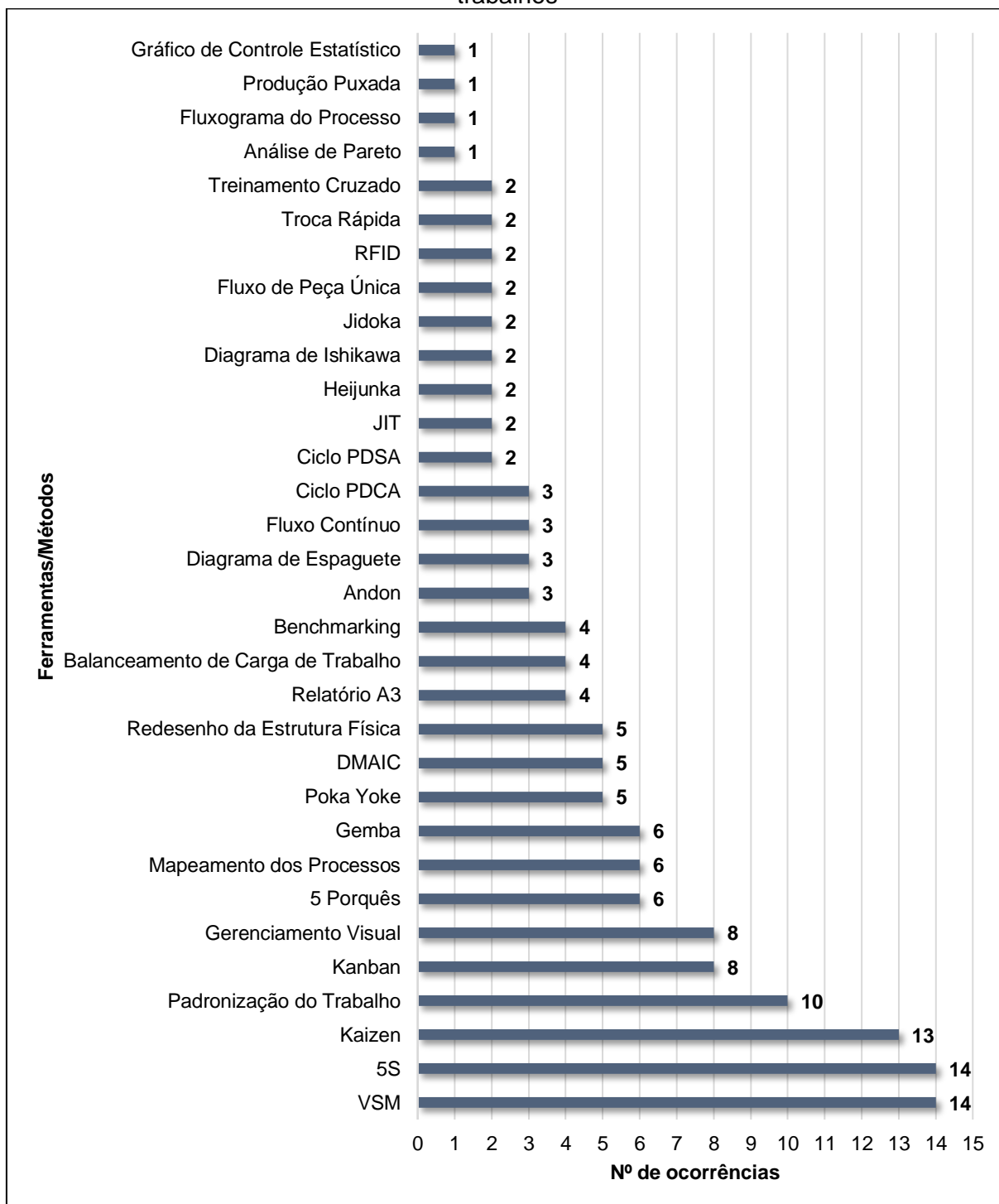
Conforme pode ser visto no Quadro 7, a maioria das ferramentas/métodos afins a LH encontradas são de melhoria (22) e avaliação (7). Isso se explica pelo fato de, segundo Tlapa et al. (2020), a maioria das aplicações relatadas sobre a LH estarem relacionadas a utilização de ferramentas/métodos de avaliação e melhoria, se concentrando menos naquelas de monitoramento do processo.

Ademais, as intervenções enxutas podem ser combinadas com outras metodologias, como o *Total Quality Management-TQM* (L13), *Total Productive Maintenance-TPM* (L30) e o *Six Sigma* (L35). O *Six Sigma* difere do *Lean* quanto a sua aplicação, visto que o primeiro busca reduzir a variação do processo, enquanto o segundo visa principalmente a redução de desperdícios (L35). As 32 ferramentas/métodos identificadas e o número de trabalhos distintos que as abordaram (“Nº de ocorrências”) foram dispostas no gráfico da Figura 18.

Observando o gráfico da Figura 18, pode-se ver que as ferramentas/métodos mais abordados, dentre os trabalhos mais relevantes analisados (APÊNDICE C), foram: VSM (abordada em 38,89% dos trabalhos analisados); 5S (38,89%); *Kaizen* (33,12%); Padronização do Trabalho (27,78%); *Kanban* (22,23%); Gerenciamento Visual (22,23%); 5 Porquês (16,67%); Mapeamento de Processos (16,67%); *Gemba* (16,67%); *Poka Yoke* (13,89%); DMAIC (13,89%); e Redesenho da Estrutura Física (13,89%).

Os resultados obtidos coincidem com os apontados por alguns autores, onde o VSM foi apontado como a ferramenta mais aplicada no setor da saúde (L6; L10; L16; L27; L35), seguido do *Kaizen* (L10; L11; L14; L27; L35), Trabalho Padronizado (L6; L14; L27; L35), 5S (L10; L27; L35), DMAIC (L16; L27), Mapeamento de Processos (L10) e Gerenciamento Visual (L10). Costa e Godinho Filho (2016) ressaltam que algumas ferramentas/métodos *Lean* são menos utilizadas no contexto da saúde, como *Jidoka* e *Heijunka*, mediante a necessidade de maior grau de conhecimento e maturidade da instituição.

Figura 18 – Gráfico das ferramentas/métodos afins a *Lean Healthcare* abordadas nos trabalhos



Fonte: Dados da pesquisa

Sendo assim, as 12 ferramentas/métodos mencionadas anteriormente (VSM; 5S; *Kaizen*; Padronização do Trabalho; *Kanban*; Gerenciamento Visual; 5 Porquês; Mapeamento de Processos; *Gemba*; *Poka Yoke*; DMAIC; e Redesenho da Estrutura Física), que juntas foram abordadas por 63,89% dos trabalhos analisados, foram consideradas essenciais para compor o *framework conceitual*, bem como as suas aplicações/benefícios

elencados e dispostos no Quadro 8. Além de aplicadas isoladamente, a combinação de ferramentas/métodos como VSM, DMAIC e 5S, também geram resultados positivos, como a redução de custos e tempo de espera, auxiliando na melhoria dos processos de serviços de saúde (BARROS et al., 2021).

Quadro 8 – Ferramentas/Métodos afins a *Lean Healthcare* mais abordadas nos trabalhos

Ferramentas/Métodos	Aplicações/Benefícios	Referências (ID)
<p style="text-align: center;">VSM (<i>Value Stream Map</i>)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Organização e criação de valor; 2. Auxilia na visualização das etapas percorridas pelo paciente; 3. Permite reduzir os tempos de espera e assegura a conectividade entre as etapas inter-relacionadas; 4. Detectar problemas e oportunidades de melhoria nos processos; 5. Proporciona melhor compreensão da implementação da LH, destacando vantagens e barreiras; 6. Permite analisar o estado atual do processo e projetar o estado futuro desde com base em sugestão de melhorias; 	<p>L3; L4; L6; L8; L10; L14; L16; L17; L20; L25; L27; L30; L31; L35.</p>
<p style="text-align: center;">5S (<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Organização, criação de valor e limpeza das estações de trabalho; 2. Padronização de locais de trabalho; 3. Definir locais específicos para as partes sujas e limpas de cada processo, e para o armazenamento de materiais e ferramentas; 4. Descartar materiais vencidos, danificados ou sem uso; 5. Facilitar a organização, identificação e o fornecimento de medicamentos com agilidade; 	<p>L3; L4; L6; L8; L9; L10; L16; L20; L25; L27; L28; L30; L31; L35.</p>
<p style="text-align: center;">Evento Kaizen/ RIE's (<i>Rapid Improvement Events</i>)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Permite que os profissionais da saúde aprendam sobre o <i>Lean</i> e suas ferramentas enquanto melhoram processos específicos; 2. Promove o registro, a avaliação e o redesenho do processo; 3. Proporciona um retorno rápido dos esforços; 4. Promove o engajamento dos principais <i>stakeholders</i>; 	<p>L4; L6; L8; L9; L10; L11; L12; L14; L16; L27; L30; L31; L35.</p>
<p style="text-align: center;">Padronização do Trabalho (<i>Standardizing Work</i>)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir procedimentos operacionais padrões das tarefas, bem como especificações de tempo; 2. Evitar desperdícios (como o uso excessivo de papel nas embalagens); 3. Reduzir a chance de erros (como por meio da padronização das atividades dos funcionários); 4. Aumentar a agilidade no atendimento ao paciente; 	<p>L4; L6; L8; L14; L16; L20; L27; L30; L31; L35.</p>
<p style="text-align: center;">Kanban</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificam quando os produtos podem ser “puxados” para a próxima etapa em um sistema <i>Lean</i>; 2. Define os limites de tempos de espera para entidades humanas e físicas; 3. Auxilia os setores de estoque e farmácia; 4. Auxiliar na gestão da cadeia de suprimentos de medicamentos; 	<p>L4; L8; L14; L16; L24; L27; L28; L30.</p>
<p style="text-align: center;">Gerenciamento Visual (<i>Visual Management</i>)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evitar que materiais sejam desperdiçados e facilitar o processo de embalagem; 2. Organiza o armazenamento de materiais, suplementos e dispositivos, indicando seus locais corretos e as suas quantidades; 	<p>L6; L10; L14; L16; L25; L28; L30; L31.</p>

5 Porquês (5 <i>Why's</i>)	1. Analisa a causa raiz de problemas;	L4; L8; L14; L25; L27; L31.
Mapeamento de Processos (<i>Process Mapping</i>)	1. O processo de mapeamento gera impacto em todos os envolvidos na atividade, criando uma consciência compartilhada do modo como os processos de atendimento se comportam; 2. Contribui para o apoio e aceitação da equipe a necessidade de mudanças nos processos; 3. Permite projetar sequências completas do processo de atendimento ao paciente;	L1; L4; L5; L10; L14; L27.
Gemba Walk	1. Visualizar os processos pessoalmente;	L14; L16; L25; L27; L30; L33.
Poka yoke (<i>Error proof</i>)	Auxilia na prevenção de erros/falhas;	L6; L8; L14; L30; L31.
DMAIC (<i>Define-Measure-Analyse-Improve-Control</i>)	1. Estruturar o processo de implementação da LH; 2. Identificação de problemas e oportunidades de melhorias em processos; 3. Reduzir a variação do processo;	L14; L16; L26; L27; L35.
Redesenho da estrutura física (<i>Redesign of Physical Structure</i>)	1. Minimizar tempo de deslocamento e ineficiências de estoque; 2. Tornar o fluxo contínuo e reduzir os tamanhos dos lotes; 3. Aumentar a flexibilidade e a agilidade do sistema; 4. Aumentar a produtividade; 5. Maior agilidade na localização de medicamentos e materiais; 6. Criação de unidades focadas no paciente.	L8; L14; L16; L28; L30.

Fonte: Dados da pesquisa

Os dados do Quadro 8, assim como os demais resultados apresentados neste capítulo, foram utilizados na elaboração do *framework* conceitual no capítulo 6.

5.4 Considerações Finais

O capítulo 5 apresenta o mapeamento da temática LH, por meio do uso do software CiteSpace e da metodologia de análise de citações em múltiplas perspectivas. Foram mapeados 307 trabalhos publicados entre os anos de 2006 até 2021 das bases de dados Scopus, Pubmed e Web of Science. Os resultados do mapeamento do conhecimento sobre a LH permitiram apontar:

- Os autores com mais publicações (Budia A., Schulhof A. e Johnston A., com 16 publicações cada);
- O principal país em número de publicações (Brasil, com 74 pesquisas publicadas);
- O ano com maior número de publicações (2020, com 52 trabalhos publicados);
- O principal ambiente de aplicação (hospitais);
- A principal categoria dos estudos (Gestão de Negócios, com 33% dos trabalhos);

- As palavras-chave mais adotadas (“Human”, “efficiency” e “quality improvement”, com 57, 49 e 46 ocorrências, respectivamente);

Ademais, por meio da análise da rede de citações do conjunto de trabalhos obtidos nas bases de dados foi possível determinar as pesquisas mais relevantes sobre a LH (Quadro 15 e Quadro 16 do APÊNDICE C), bem como apontar e classificar os benefícios (Quadro 5) e os desafios (Quadro 6) vinculados a LH, de acordo com as publicações mais relevantes. Foram apontadas também as principais ferramentas/métodos (VSM; 5S; *Kaizen*; Padronização do Trabalho; *Kanban*; Gerenciamento Visual; 5 Porquês; Mapeamento de Processos; *Gemba*; *Poka Yoke*; DMAIC; e Redesenho da Estrutura Física) e aplicações relacionadas a LH (Quadro 8),

Deste modo, a questão de pesquisa específica do mapeamento da LH (“Quais as pesquisas mais relevantes e as ferramentas/métodos e aplicações afins ao tema *Lean Healthcare*?”) foi respondida neste capítulo. Ademais, os resultados obtidos neste capítulo foram utilizados na elaboração do *framework* conceitual (capítulo 6).

CAPÍTULO 6

FRAMEWORK CONCEITUAL

6.1 Considerações Iniciais

O capítulo 6 apresenta o *framework* conceitual desenvolvido voltado a melhoria operacional de processos de serviços de saúde que associe ferramentas/métodos/tecnologias e suas aplicações afins a LH e a H4.0, visando responder à questão de pesquisa: “como seria a configuração de um *framework* conceitual para aplicação da *Lean Healthcare* associada as ferramentas/métodos da *Health 4.0?*”.

Deste modo, o capítulo se divide em duas partes: i) na seção 6.2 foram apresentadas as etapas de construção do *framework* conceitual (conforme definidas na seção 3.6), bem como a descrição das etapas que o compõem (subseções 6.2.1; 6.2.2; 6.2.3; e 6.2.4); ii) na seção 6.3 exibiu-se a síntese e discussões dos resultados obtidos.

6.2 Composição do *Framework* Conceitual

Os resultados obtidos por meio do estudo de escopo da H4.0 (capítulo 4) e do mapeamento da LH (capítulo 5) permitiram identificar os trabalhos que formam a base dos conceitos elencados para a elaboração do *framework* conceitual.

Inicialmente, foram levantados os conceitos comuns relacionados as abordagens por meio da leitura dos trabalhos e identificação de termos associados. Sendo assim, foi possível apontar dois conceitos em comum:

- Abordagem de serviços de saúde voltadas aos pacientes (H5; H20; H23; H78; L1; L6; L20; L23; L31);

- Busca pela melhoria de serviços/processos de saúde por meio da aplicação de ferramentas/métodos/tecnologias (H5; H23; H47; H79; L6; L10; L11; L14; L16; L27; L29; L35).

Ademais, ambas as temáticas abordam o controle e redução de custos (H21; H23; H55; L1; L14; L16; L21; L26; L29; L31; L33; L35) relacionados aos serviços, especialmente com a adoção de ferramentas/métodos voltados a redução de desperdícios (atividades sem valor agregado ao paciente) por parte da LH (L1; L4; L6; L16; L18; L19; L20; L21; L23; L25; L27; L28; L30; L32; L34; L35). Os ambientes de pesquisa mais recorrentes nos trabalhos foram os hospitais (L1, L4, L5; L8, L14; L16; L24; L25; L26; H11; H40; H41; H52; H54; H75).

Desse modo, tendo como base as semelhanças conceituais existentes entre as duas temáticas e reconhecendo o paciente como o principal cliente das organizações de saúde, bem como um fator crítico a ser consideração na melhoria de processos de saúde (L6), foram definidas as etapas para a aplicação das ferramentas/métodos da LH em conjunto com as ferramentas/tecnologias da H4.0 visando a melhoria operacional dos processos de serviços de saúde continuamente, com ênfase em ambientes hospitalares. Conforme descrito na subseção 5.3.2, devido ao caráter genérico do *framework* conceitual, enfatiza-se a necessidade de adequação deste ao contexto e cultura específicos da organização, em caso da efetiva implementação prática. Tal ponto é reforçado por Poksinska (2010).

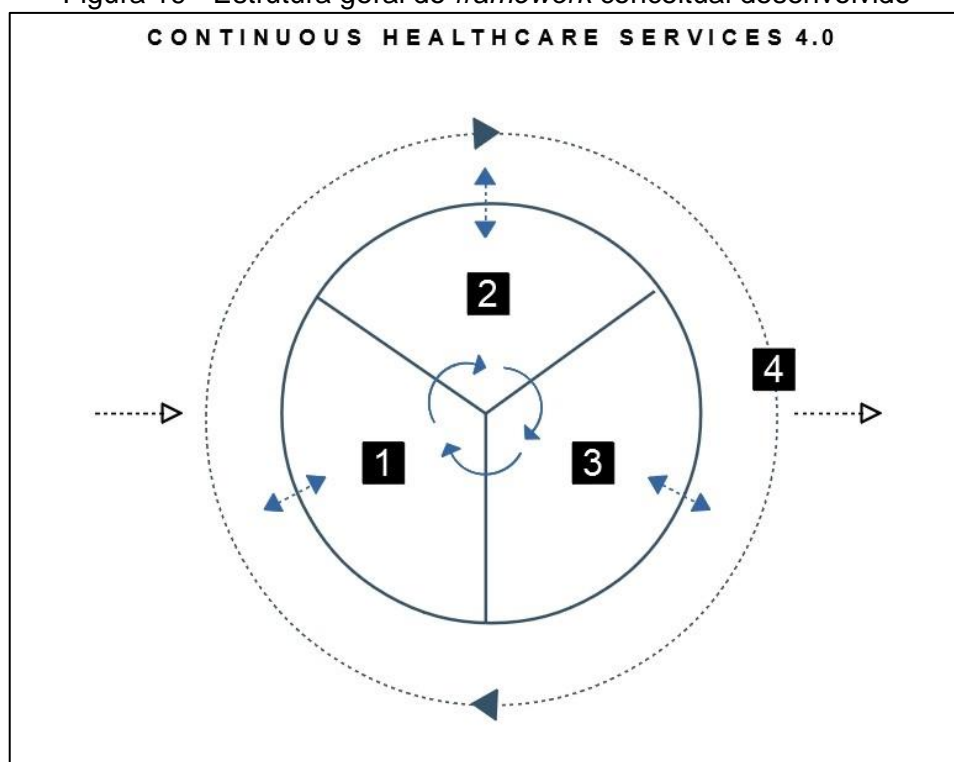
O *framework* conceitual desenvolvido foi intitulado como *Continuous Healthcare Services 4.0* (CHS 4.0), ou Serviços de Cuidado com a Saúde Contínuos 4.0. A terminologia “Lean” na saúde não favorece uma relação positiva com os funcionários e pacientes (L28), sendo a ausência de um termo específico para a saúde uma barreira à adoção do método (L27), justificando assim a necessidade de criação de uma terminologia específica ao *framework* conceitual desenvolvido.

O CHS 4.0 possui quatro etapas, conforme ilustrado na Figura 19, que foram elaboradas tendo como base referências relacionadas, apresentadas no Quadro 6. Estas etapas descrevem a implementação de ferramentas/métodos/tecnologias afins a LH e a H4.0 e suas respectivas aplicações, conforme elencados nas subseções 4.3.2 e 5.3.2.

De modo geral, o CHS 4.0 (Figura 19) busca de modo contínuo e interligado promover a melhoria operacional do processo por meio de três etapas diretamente relacionadas a LH (etapa 1, 2 e 3). De maneira complementar, a quarta etapa do CHS 4.0 se concentra principalmente no uso de ferramentas/tecnologias da H4.0 que irão apoiar a troca de informações entre as demais etapas e a colaboração entre funcionários de diferentes departamentos, além de possibilitar a interoperabilidade de dados entre sistemas de saúde e a troca de dados com pacientes, por meio da virtualização dos serviços de cuidados com a saúde.

As setas contínuas circulares entre as etapas 1, 2 e 3, observada da Figura 19, representam o aspecto de continuidade do CHS4.0, cujas etapas devem ser repetidas na frequência em que forem necessárias a organização. Por sua vez, as setas pontilhadas representam o compartilhamento e acesso aos dados e informações relevantes a organização de maneira unificada e contínua entre os departamentos e funcionários de diferentes níveis, presentes em todas as etapas do CHS4.0. A troca de informações, por meio de ferramentas/tecnologias da H4.0, viabiliza a descentralização da tomada de decisões importantes sobre possíveis problemas nos processos da organização. Por fim, as setas pontilhadas externas a etapa 4 representam a troca de informações entre sistemas de saúde (interoperabilidade de dados) e pacientes externos a organização (virtualização do serviço).

Figura 19 - Estrutura geral do *framework* conceitual desenvolvido



Fonte: Autores

Quadro 9 - Organização do *framework* conceitual e referências de apoio utilizadas

Nº	Etapas	Ferramentas, Métodos e Tecnologias	Referências de apoio (ID)
1	Aprendizagem e Comunicação	<i>Kaizen</i> Treinamento cruzado <i>Benchmarking</i>	L1; L3; L4; L5; L6; L7; L8; L9; L10; L11; L12; L13; L14; L16; L21; L27; L28; L30; L31; L33; L35; H7; H16; H17; H78.
2	Análise do Processo	VSM Mapeamento de Processos 5 Porquês	L1; L3; L4; L5; L6; L8; L10; L11; L14; L16; L17; L20; L25; L27; L28; L30; L31; L33; L35; H24; Aherne e

		<i>Gemba</i> Simulação	Whelton (2010); Bush (2007); NHSIII (2007); Ohno e Bodek (1988); Robinson et al. (2012); Womack e Jones (1996).
3	Plano de ação e monitoramento	5S <i>Kanban</i> RFID <i>Poka Yoke</i> Redesenho da Estrutura Física Padronização do Trabalho Gerenciamento Visual Ciclo PDCA Ciclo PDSA DMAIC	L1; L3; L4; L5; L6; L7; L8; L9; L10; L14; L16; L17; L20; L24; L25; L26; L27; L28; L30; L31; L35.
4	Virtualização dos serviços e interoperabilidade	IoT CC FC Internet 5G AI <i>Blockchain</i>	H3; H4; H5; H6; H7; H8; H11; H13; H18; H19; H20; H23; H25; H26; H30; H31; H32; H33; H34; H35; H39; H43; H45; H47; H49; H50; H51; H56; H57; H58; H61; H64; H65; H67; H68; H69; H70; H72; H73; Elg et al. (2012).

Fonte: Autores

Deste modo, as quatro etapas do *framework* conceitual foram definidas brevemente da seguinte maneira:

- 1. Aprendizagem e comunicação:** organização e realização de treinamento recorrentes sobre os conceitos as ferramentas/métodos/tecnologias afins a LH e a H4.0 aos colaboradores, de modo a contribuir para a mudança de cultura da organização e envolvimento da equipe, a fixação de conceitos e a qualificação adequada dos profissionais (L13; L7; L6). Ademais, dentro desta perspectiva de ensino, fomenta-se o compartilhamento e a troca de experiências entre os profissionais de diversos setores como meio de repassar conhecimentos já aprendidos (L6). Nesta etapa, a adoção do *Kaizen* (L4; L6; L8; L9, L10; L11; L12; L14; L16; L27; L30; L31) e do *Benchmarking* (L1; L8; L13; L31) contribuem para o aprendizado e envolvimento dos funcionários e líderes (L1; L4; L35); e o Treinamento Cruzado (L28; L30) permite que os funcionários sejam capacitados a executar atividades de outras posições, evitando a lentidão ou paradas durante o atendimento aos pacientes (L28). Como apoio a aprendizagem compartilhada e ao *benchmarking*, a troca de informações foi possibilitada pelas ferramentas/tecnologias da quarta etapa do CHS4.0;
- 2. Análise do processo:** esta etapa é direcionada a identificação das variáveis que agregam valor ao processo pela perspectiva do paciente, sendo necessária para o reconhecimento compartilhado dos problemas existentes (atividades que não agregam valor ao paciente, ou seja, os desperdícios) e melhorias necessárias ao processo (L8). A identificação de variáveis indesejados no fluxo do paciente e

determinação de quais atividades não agregam valor ao processo (L3), são realizadas por meio da adoção de métodos de compreensão dos processos e identificação das causas raízes dos problemas: VSM (L3; L4; L6; L8; L10; L14; L16; L17; L20; L25; L27; L30; L31; L35), Simulação (H24); *Gemba* (L14; L16; L25; L27; L30; L33); Mapeamento de Processos (L1; L4; L5; L10; L14; L27); e 5 porquês (L4; L8; L14; L25; L27; L31). Para a obtenção de informações sobre a perspectiva dos pacientes (*feedback* do processo) e promover a cooperação/comunicação entre unidades operacionais as ferramentas/tecnologias da quarta etapa do CHS4.0 apoiam esta etapa do CHS4.0;

3. **Plano de ação e monitoramento:** com base nos pontos de melhoria do processo identificados na etapa anterior, são definidas e implementadas medidas para a correção dos problemas encontrados, bem como uma abordagem de monitoramento dos efeitos das medidas adotadas. Deste modo, contribui-se para a promoção de uma abordagem de visão a longo prazo dos resultados de melhoria contínua por parte dos colaboradores e o melhor gerenciamento de mudanças organizacionais (L7). As ferramentas/métodos propostos para a melhoria do processo foram: 5S (L3; L4; L6; L8; L9; L10; L16; L20; L25; L27; L28; L30; L31; L35); *Kanban* (L4; L8; L14; L16; L24; L27; L28; L30); RFID (L24; L28); *Poka yoke* (L6; L8; L14; L30; L31); Redesenho da estrutura física (L8; L14; L16; L28; L30); e Padronização do Trabalho (L4; L6; L8; L14; L16; L20; L27; L30; L31; L35). Para o monitoramento das mudanças no processo, foram propostas as seguintes ferramentas/métodos: Gerenciamento Visual (L6; L10; L14; L16; L25; L28; L30; L31); Ciclo PDCA (L5; L14; L27); Ciclo PDSA (L1; L31); e DMAIC (L14; L16; L26; L27; L35). Assim como a etapa anterior, a terceira etapa do CHS4.0 necessita da cooperação e comunicação entre unidades operacionais, a fim de prevenir a adoção de medidas de melhoria que gerem resultados conflitantes entre departamentos (L6); além da necessidade de ampla divulgação de dados referentes ao plano de ação e monitoramento, para o estabelecimento de uma cultura organizacional de transparência (L17). Deste modo, esta etapa conta com o apoio das ferramentas/tecnologias da quarta etapa do CHS4.0;
4. **Virtualização dos serviços e interoperabilidade:** a quarta etapa do CHS 4.0 visa apoiar a troca de informações entre as demais etapas, além de possibilitar a interoperabilidade de dados entre sistemas de saúde (favorecendo o *Benchmarking*) e a virtualização dos serviços de cuidados com a saúde, por meio da troca de dados com pacientes físicos (sensores e equipamentos) e virtuais (*smartphones* e tecnologia vestível). As ferramentas propostas a esta etapa são: IoT (H6; H8; H11; H13; H39; H50; H51; H58; H61; H73); *Blockchain* (H8; H13; H25; H30; H34; H45;

H50; H51; H72); CC (H6; H11; H19; H26; H32; H35; H58; H73); Internet 5G (H30; H51; H64; H65; H68; H69; H70); FC (H5; H13; H43; H70; H73); e AI (H8; H11; H31; H35; H57).

A seguir, as etapas definidas para o *framework* conceitual foram discutidas em maior profundidade, bem como os possíveis benefícios vinculados às suas aplicações.

6.2.1 Aprendizagem e Comunicação

A etapa de aprendizagem e comunicação constitui o primeiro passo para iniciar a implementação do CHS4.0. Nesta etapa, os funcionários e líderes receberam treinamento sobre os conceitos, ferramentas/métodos/tecnologias afins a LH e a H4.0. O devido treinamento dos funcionários e líderes deve ser realizado visando a redução de desafios relacionados a falta de mão de obra qualificada, resistência das equipes as mudanças e falta de conhecimento e experiência em LH (L13; L6) e H4.0 (H16; H17). Sendo assim, esta etapa é responsável por desenvolver nos funcionários e líderes as habilidades necessárias a comunicação (H16), cooperação entre departamentos (L21), capacidade de identificação de áreas problemáticas nos fluxos de trabalho (H17) e de tomadas de decisão sobre problemas (L21); além de promover a aprendizagem sobre a virtualização dos cuidados de saúde (H78) e o engajamento necessário aos funcionários (H7).

Para ajudar nos esforços iniciais de implementação da CHS4.0, a presente etapa pode contar com o apoio de especialistas externos a organização (L8; L16), além da possibilidade de realização de *Benchmarking* (L1; L8; L13; L31). Como o conhecimento sobre a LH pode ainda não estar disponível na organização (L16), assim como sobre a H4.0, o *Benchmarking* pode contribuir com a aquisição de conhecimento por meio da troca de informações com outros profissionais do setor de saúde, além de permitir vislumbrar os impactos práticos de mudanças nos processos realizadas em outras instituições (L1).

Ainda que as outras organizações não abordem exatamente as mesmas ferramentas/métodos/tecnologias; o compartilhamento de informações e experiências entre organizações pode promover a aprendizagem por meio de experiências semelhantes (L8). Depois da implementação inicial da CHS4.0, a ideia é que a etapa de aprendizagem se repita continuamente de modo a reforçar os ensinamentos e promover o compartilhamento de experiências anteriores entre os funcionários (aprendizagem compartilhada), avaliando a cada repetição a necessidade de contar com auxílio profissional capacitado externo à organização.

Nesta etapa, se faz necessário também a definição antecipada e clara dos objetivos da organização com o emprego do CHS4.0; de modo a promover o envolvimento da força

de trabalho nas tomadas de decisão (L21). Os objetivos devem envolver a melhoria de serviços/processos de saúde, com uma abordagem voltada aos pacientes, visto que estas são as premissas de origem do CHS4.0. Além disto, deve-se definir de maneira clara a liderança (pessoa ou grupo) que iram guiar e motivar os funcionários (L8) na busca pelos objetivos estabelecidos.

Para o estabelecimento de um ambiente favorável a implementação de mudanças, faz-se necessário a definição clara e antecipada dos objetivos da organização, o treinamento adequado dos funcionários, a cooperação entre departamentos, o fortalecimento da liderança e o envolvimento da força de trabalho nas tomadas de decisão (L21). A liderança deve agir como facilitadores para a tomada de decisões (L1), envolvendo a força de trabalho da linha de frente no processo (L21).

A liderança deve estar envolvida continuamente na resolução de problemas (L7), com perseverança, dedicação e paciência (L3), visto que o nível de comprometimento contínuo da liderança interfere diretamente nos resultados (L4). Além disto, os líderes são responsáveis pelo envolvimento dos demais funcionários no processo de mudança (L5), melhorando e monitorando a motivação destes (L35), quebrando suas possíveis barreiras e resistências (L16), e proporcionando um ambiente de aprendizagem e desenvolvimento (L33). Na prática, uma liderança comprometida com a LH promove o envolvimento permanente dos trabalhadores da linha de frente, além da satisfação e a motivação de todos os envolvidos no processo de melhoria (L4).

Ademais, propõe-se para a primeira etapa do CHS4.0 a adoção de outras duas ferramentas/métodos/tecnologias, além do *Benchmarking*: Treinamento Cruzado/Rotação de tarefas (L28; L30) e *Kaizen* (L4; L6; L8; L9, L10; L11; L12; L14; L16; L27; L30; L31; L35). O Treinamento Cruzado promove a capacitação de funcionários de uma célula de trabalho a executar atividades de outras posições, de modo a permitir que o pessoal não clínico, bem como alguns enfermeiros e médicos, possa suprir a ausência ou ocupação de uma pessoa-chave do processo, executando suas atividades com prontidão, evitando lentidão ou paradas durante o atendimento aos pacientes em casos de emergência, como ataque cardíaco (L28).

Por sua vez, o *Kaizen* permite que os profissionais da saúde aprendam sobre a LH e suas ferramentas/métodos enquanto melhoram processos específicos (L4). Eventos *Kaizen* podem ser conduzidos nas organizações de saúde visando a resolução de problemas (L16) e obtenção de retornos rápidos dos esforços (L11), além de promover o engajamento dos principais *stakeholders* (L35); contribuindo para a criação de uma cultura de melhoria contínua (L27); e colaborando para o registro, avaliação e redesenho do processo (L9). Ademais, a aplicação prática do *Kaizen* permite a redução do tempo de espera, a melhora do desempenho financeiro da organização e o aumento da capacidade (L16).

6.2.2 Análise do Processo

A segunda etapa do CHS4.0 visa a análise do processo, onde faz-se necessário identificar quais variáveis agregam valor ao processo pela perspectiva do paciente (L3), mapeando os fluxos de valor (L6). Um exemplo de atividade de valor agregado ao paciente constitui o diagnóstico e tratamento de uma doença (AHERNE; WHELTON, 2010). Posteriormente, deve-se identificar as variáveis indesejados no fluxo do paciente (L3), ou seja, as atividades sem valor agregado, como a espera por atendimento (AHERNE; WHELTON, 2010).

A criação de fluxo contínuo constitui o objetivo da melhoria do processo, onde o paciente deve fluir entre as unidades de saúde e grupos de profissionais sem interrupções e, se possível, sem demoras (L6). Para tanto, faz-se necessário que os funcionários entendam os processos, identifiquem os seus desperdícios e descubram as causas raízes dos problemas (L6); para depois estabelecer planos de ação e monitoramento (etapa 3). Esta etapa de análise do processo deve ser realizada por um grupo multidisciplinar de funcionários, que devem ser encorajados a pensar sobre a jornada do paciente como um processo de atendimento completo (L1).

Sendo assim, para a melhoria dos processos e obtenção de um fluxo contínuo, faz-se necessário a eliminação das atividades que não agregam valor ao paciente, ou seja, os desperdícios (L6). Conforme descrito na sessão 2.4, Ohno e Bodek (1988) descrevem sete desperdícios *lean* para o setor de manufatura, que foram adaptados para o contexto de serviços de saúde por NHS (2007) e Bush (2007): Superprodução, transporte, estoque, movimento, defeitos, espera e superprocessamento. A maioria das implementações do *lean* na saúde visam a redução de desperdícios relacionados a espera, defeitos, superprodução, transporte e estoque (L27).

Visando melhorar a eficiência operacional, as práticas enxutas no setor de saúde geralmente se concentram na eliminação dos desperdícios (L28). Womack e Jones (1996) acrescentam que, para a redução de desperdícios e melhoria da produtividade, o *lean* utiliza-se da aplicação de ferramentas/métodos em conjunto a criação de uma cultura de melhoria contínua; justificando assim a necessidade da primeira etapa do CHS4.0 anteceder esta.

Para a identificação de atividades que não agregam valor ao processo, são adotadas ferramentas/métodos de compreensão dos processos (L3) e redução dos desperdícios (L27). As ferramentas/métodos da LH permitem a detecção de ineficiências e a melhoria dos processos, o que resulta na redução dos sete desperdícios de Ohno e Bodek (1988) (L27). Sendo assim, para a presente etapa do CHS4.0, são propostas as seguintes ferramentas/métodos de avaliação de processos da LH: VSM (L3; L4; L6; L8; L10; L14; L16;

L17; L20; L25; L27; L30; L31; L31; L35), Mapeamento de Processos (L1; L4; L5; L10; L14; L27), *Gemba* (L14; L16; L25; L27; L30; L33) e 5 Porquês (L4; L8; L14; L25; L27; L31). Além destas, propõe-se também a adoção de uma ferramenta/tecnologia da H4.0: a simulação (H24).

O VSM, considerada a ferramenta mais utilizada na LH (L6; L10; L16; L27; L35) e a mais importante em LH (L35), permite a construção de um gráfico que expressa todas as etapas de gerenciamento do paciente desde o momento da sua entrada até a alta (L4), mapeando a sequência das suas atividades (L20) e compreendendo os fluxos e os processos de atendimento ao paciente (L35). Este mapeamento, além de auxiliar na visualização das etapas percorridas pelo paciente (L6), possibilita a análise do estado atual do processo (L25) e a detecção de problemas e oportunidades de melhoria (L16). Deste modo, o VSM viabiliza a projeção do estado futuro do processo com base em oportunidades de melhorias detectadas (L25); auxiliando no redesenho do processo; melhorando o fluxo dos pacientes (L27); proporcionando a organização e criação de valor (L3); e reduzindo os desperdícios (L16). A aplicação prática do VSM permite a redução de tempos de espera (L3; L6; L16), custos (L16), tempo de resposta de relatórios clínicos (L25), e de desperdícios relacionados a estoque (L3). Ademais, o VSM possibilita o aumento da capacidade, do desempenho financeiro (L16) e da produtividade (L3); e garante a conexão entre as etapas inter-relacionadas (L6). Sendo assim, a um nível operacional, o VSM permite a criação de valor e a otimização dos sistemas de saúde; contribuindo para um atendimento de melhor qualidade (L3).

O VSM fornece meios para a divulgação de como o processo atual realmente funciona e apresenta de modo eficaz os parâmetros do sistema (ex.: capacidade e disponibilidade de recursos e tempos de ciclo de operações), conhecimento este primordial para o desenvolvimento de fluxos de valor futuros mais economicamente eficientes (L17). Todavia, o VSM não permite visualizar informações sobre variabilidade (incertezas dos sistemas), ou realizar análises prévias de diferentes configurações dos sistemas e seus impactos. Para tanto, recomenda-se a integração desta com a simulação (L17). A simulação permite a experimentação de mudanças em um ambiente computacional, proporcionando a melhor compreensão sobre os processos pelos funcionários de diferentes níveis (ROBINSON et al., 2012), possibilitando a validação de projeções do estado futuro dos processos antes da sua real implementação (L17). Além disto, hospitais têm adotado a simulação para o nivelamento da produção, desenvolvendo modelos computacionais que permitem a integração da demanda à capacidade do processo (L30), bem como para detectar gargalos no fluxo de trabalho (H24).

Por sua vez, o 5 Porquês constitui uma ferramenta de solução de problemas (L4) que permite a análise e identificação da causa raiz de problemas por meio de perguntas (L8). Já

o Mapeamento de Processos concebe uma descrição de ponta-a-ponta das etapas envolvidas no processo de atendimento aos pacientes, por meio da elaboração de um fluxograma (L1). Esta ferramenta contribui para o apoio e aceitação da equipe a necessidade de mudanças nos processos, e permite a projeção de sequências completas do processo de atendimento ao paciente (L1).

Deste modo, o Mapeamento do processo gera impactos em todos os envolvidos na atividade, criando uma consciência compartilhada do modo como os processos de atendimento se comportam (L1) e contribuindo para a redução do tempo de espera, aumento da capacidade e melhorias no desempenho financeiro da organização (L16). E, por fim, o *Gemba Walk* consiste no ato de caminhar no local a fim de observar as atividades executadas, o que permite a visualização dos processos (L25). Sua aplicação prática permite o aumento da capacidade; e a redução dos custos e dos tempos de espera de pacientes, de movimentos, de ciclo (L16), e de resposta de relatórios gerados por laboratórios clínicos (L25).

Portanto, a segunda etapa do CHS4.0 requer a assimilação do modo como o trabalho é realizado na organização, de maneira a compreender o fluxo completo de atendimento do paciente e identificar as etapas que criam valor ao mesmo. Com base nestas etapas, são levantados os possíveis pontos de melhoria no processo (atividades que não agregam valor ao paciente, ou seja, os desperdícios) e, posteriormente, deve-se identificar as causas raízes dos problemas identificados (L1). Para a obtenção de uma melhoria contínua, os processos devem ser verificados continuamente (L31), sendo necessário então a repetição da etapa 2 conforme necessidade e frequência definida pela organização.

Além das ferramentas/métodos/tecnologias propostas (VSM, Mapeamento de Processos, 5 Porquês, Gemba e Simulação), a troca de dados permitida pela etapa 4 (subseção 6.2.4) pode contribuir para a segunda etapa do CHS4.0 por meio da obtenção de informações dos pacientes (*feedback* do processo) e cooperação/comunicação entre unidades operacionais. Considera-se de suma importância ao LH a integração da perspectiva do paciente ao processo, por meio da definição de valor com base no conhecimento e experiência clínica dos prestadores de cuidados e das preferências e necessidades informadas pelos próprios pacientes (L30). As opiniões dos pacientes sobre o processo podem ser captadas pela etapa 4 do CHS4.0 e disponibilizadas a equipe multidisciplinar responsável pela etapa 2.

Além disto, para a obtenção de um fluxo contínuo, faz-se necessário aumentar a cooperação entre diferentes departamentos e níveis organizacionais e otimizar o desempenho de todas as áreas, integrando os processos em um único fluxo de valor para a melhoria da integralidade e continuidade da assistência ao paciente (L6). Sendo assim, os

funcionários devem migrar de uma abordagem de melhoria pontual do seu trabalho para uma visão abrangente do processo, cientes dos impactos que mudanças de uma etapa podem acarretar em outras (L1). Para tanto, faz-se necessário incentivar a comunicação e cooperação entre departamentos, amparada pelas ferramentas/tecnologias da etapa 4 do CHS4.0.

6.2.3 Plano de Ação e Monitoramento

Depois da análise do processo (Etapa 2 – subseção 6.2.2) e identificação dos pontos de melhoria no processo (atividades que não agregam valor ao paciente), faz-se necessário a elaboração de um plano de ação e monitoramento para a mitigação dos problemas. Nesta etapa, propõe-se a adoção de ferramentas/métodos afins a LH destinadas a melhoria e monitoramento dos processos (Quadro 7 – subseção 5.3.2), sendo estas: 5S (L3; L4; L6; L8; L9; L10; L16; L20; L25; L27; L28; L30; L31; L35), *Kanban* (L4; L8; L14; L16; L24; L27; L28; L30), RFID (L24; L28), *Poka Yoke* (L6; L8; L14; L30; L31), Redesenho da Estrutura Física (L8; L14; L16; L28; L30), Padronização do Trabalho (L4; L6; L8; L14; L16; L20; L27; L30; L31; L35), Gerenciamento Visual (L6; L10; L14; L16; L25; L28; L30; L31), Ciclo PDCA (L5; L14; L27); Ciclo PDSA (L1; L31); e DMAIC(L14; L16; L26; L27; L35).

O 5S apresenta cinco sentidos que abordam maneiras de se manter o ambiente de trabalho limpo e organizado (L28): *Seiri* (utilização), *Seiton* (arrumação), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (normalização) e *Shitsuke* (disciplina). Sendo assim, a ferramenta promove a limpeza (L9; L25; L28), padronização (L8) e organização (L3; L35) dos locais de trabalho. Sua aplicação prática permite a definição de locais específicos para as partes sujas e limpas de cada processo (L16); o armazenamento (L16; L25) e a localização exata (L28) de suprimentos, materiais e ferramentas; o descarte de materiais vencidos, danificados ou sem uso (L16); a redução do tempo de resposta de relatórios (L25); e facilita a organização, identificação e o fornecimento de medicamentos com agilidade (L16). Além do mais, em um nível operacional, o 5S permite a criação de valor (L3), reduzindo o desperdício de estoque e tempos de espera (L3); aumentaram a produtividade e acarretando em melhorias do processo que contribuiriam diretamente para a melhoria da qualidade do atendimento (L3).

O *Kanban* constitui um sistema visual de cartões que fornece *feedback* do sistema (L4), onde são estabelecidas as quantidades máximas permitidas (número *Kanban*) para se ativar o reabastecimento de filas (L28). Desde modo, o *Kanban* permite identificar quando os produtos podem ser “puxados” para a próxima etapa em um sistema *Lean* (L8); define limites de tempos de espera para entidades humanas e físicas (L28); e auxilia os setores de estoque e farmácia (L16). O *Kanban* também auxiliar na gestão da cadeia de suprimentos

de medicamentos, juntamente com o RFID (L24). O RFID (*Radio-Frequency Identification*) são dispositivos de identificação por radiofrequência que permite o monitoramento de medicamentos, evitando erros na sua entrega (como horário, paciente ou medicamento errado) (L28). A maioria das empresas que produzem materiais médicos emprega etiquetagem eletrônica, principalmente RFID (L28).

Por sua vez, o *Poka yoke (error proof)* constitui uma ferramenta que auxilia na prevenção de erros/falhas (L8); e o Redesenho da Estrutura Física proporciona melhorias no layout (L8), por meio da adaptação da área de trabalho (L16). Na prática, o Redesenho da Estrutura Física permite a criação de unidades focadas no paciente (L28); minimiza o tempo de deslocamento e ineficiências de estoque (L8); aumenta a flexibilidade e agilidade na localização de medicamentos e materiais (L16). Além disto, esta contribuiu para tornar o fluxo contínuo e reduzir os tamanhos dos lotes; para a eliminação de desperdícios; a redução do tempo de espera, tempo de ciclo, de movimentos e dos custos; e o aumento da capacidade e produtividade (L16).

A Padronização do Trabalho (*Standardizing Work*) possibilita a avaliação da melhor maneira de se executar uma tarefa e a definição de procedimentos operacionais padrões e especificações de tempo (L8) às tarefas. Sua aplicação prática permite reduzir a chance de erros nos procedimentos (como por meio da padronização das atividades dos funcionários); evitar desperdícios (como o uso excessivo de papel nas embalagens); e aumentar a agilidade no atendimento ao paciente (L16).

O Gerenciamento Visual (*Visual Management*), uma ferramenta de identificação de caixas com rótulos, cores e códigos (L16), proporciona a organização e o armazenamento de materiais (L25), suplementos e dispositivos, indicando seus locais corretos e as suas quantidades (L28). A aplicação do Gerenciamento Visual pode evitar que materiais sejam desperdiçados, além de facilitar o processo de embalagem (L16). Já o Ciclo PDSA, bem como o Ciclo PDCA, permite o planejamento e a execução de melhorias com base nas oportunidades identificadas durante o mapeamento do processo atual (L1).

Por fim, o DMAIC (*Define-Measure-Analyse-Improve-Control*), um método baseado em dados, é composto por um ciclo de cinco etapas voltadas a melhoria de processos: definir, medir, analisar, melhorar e controlar (L26). O DMAIC permite identificação e monitoramento de falhas na reposição de estoque e de alta movimentação de funcionários, que resulta em perda de tempo de trabalho (L16). Na prática, o DMAIC possibilita a redução da variação do processo (L35).

De modo geral, a terceira etapa do CHS4.0 demandará maior tempo de duração que as anteriores, visto que as organizações de saúde devem priorizar às metodologias que de fato modificam os processos, em vez daquelas que somente analisam ou estudam os processos (etapa 1 e 2) (L28). Além do estabelecimento de um plano de ação (quais

ferramentas/métodos de melhoria e monitoramento aqui propostas iram ser adotadas) para promover as melhorias dos problemas identificados na etapa 2, o grupo multifuncional responsável deve monitorar e disponibilizar continuamente as avaliações obtidas a todos os funcionários, de modo a tornar as mudanças sustentáveis a longo prazo (L1). Além disto, faz-se necessário a divulgação de outras informações para todos os funcionários: plano de ação adotado (envolver todos nas mudanças) (L1), mapas dos processos (orientar sobre os detalhes do fluxo do paciente), dados sobre os progressos das mudanças e métricas relevantes (visualização dos efeitos das mudanças no fluxo do paciente e demais melhorias gerais obtidas) (L4).

As ferramentas/tecnologias da etapa 4 do CHS4.0 podem colaborar para o compartilhamento destas informações, além de favorecer a comunicação/cooperação entre os departamentos, necessárias para a definição do plano de ação. A cooperação/comunicação entre unidades operacionais durante a elaboração do plano de ação faz-se necessária para prevenir a adoção de medidas de melhoria que possam acarretar em resultados conflitantes entre departamentos (L6). Por sua vez, a disponibilização de dados referentes ao plano de ação e monitoramento permite o estabelecimento de uma cultura organizacional de transparência (L17), viabilizando o envolvimento e a cooperação dos funcionários de diferentes departamentos na toma de decisões e promovendo a motivação.

6.2.4 Virtualização dos Serviços e Interoperabilidade

A quarta etapa do CHS 4.0 se concentra principalmente no uso de ferramentas/tecnologias da H4.0 que podem apoiar as demais etapas, principalmente no compartilhamento de dados entre os *stakeholders* (funcionários de diversos departamentos, funcionários com profissionais (*Benchmarking*) e pacientes (atendimento remoto) externos a organização).

Para a elaboração do CHS4.0, optou-se por delimitar a maior parte das tecnologias oriundas da I4.0 em uma etapa separada, visto o caráter genérico deste. Como o CHS4.0 tende a ser adaptável a diferentes contextos, faz-se necessário atentar para as possíveis limitações tecnológicas e financeiras vinculadas a aplicação de algumas tecnologias da I4.0. Conforme observado na subseção 5.3.1, a maioria das publicações referentes a H4.0 são oriundas de países desenvolvidos (como EUA, Itália, Reino Unido e Austrália), o que remete a uma propensão destes países em possuir maior desenvolvimento tecnológico oriundo da I4.0, bem como a aplicação de tecnologias da I4.0 mais difundidas e acessíveis. Desse modo, presume-se que a possibilidade adoção de tecnologias da I4.0 tende a ser mais

limitada em alguns países, como o Brasil (país em desenvolvimento) onde as tecnologias mais utilizadas na esfera da saúde são IoT e CC (H6). Sendo assim, para que a limitação tecnológica não restringisse a aplicabilidade do CHS4.0, a etapa 4 concentra a maior parte das tecnologias da H4.0 propostas no *framework* conceitual desenvolvido; as quais devem ser adotadas conforme a capacidade financeira e tecnológica das organizações e do contexto social em que estão inseridas.

De modo geral, as inovações possibilitadas pelo uso das ferramentas/tecnologias propostas nesta etapa permitem a melhoria dos processos e serviços de saúde prestados dentro e fora do ambiente da organização (seção 4.3), sendo estas: IoT (H6; H8; H11; H13; H39; H50; H51; H58; H61; H73); *Blockchain* (H8; H13; H25; H30; H34; H45; H50; H51; H72); CC (H6; H11; H19; H26; H32; H35; H58; H73); Internet 5G (H30; H51; H64; H65; H68; H69; H70); FC (H5; H13; H43; H70; H73); e AI (H8; H11; H31; H35; H57).

O IoT permite a assistência médica virtual, com a possibilidade de acesso em tempo real a prontuários médicos e a parâmetros vitais dos pacientes. Além disso, o IoT fornece suporte, juntamente com a Internet 5G, a aplicativos móveis (*Mobile Applications - MA*); os quais permitem o gerenciamento de doenças crônicas e monitoramento de pacientes através de biossensores corporais (*Wireless Biosensors - WB*), tecnologias vestíveis (*Wearable Technology - WT*) e redes corporais sem fio (*Wireless Body Area Network - WBAN*). O CC e o FC podem ser utilizados em conjunto a estes, permitindo o armazenamento de dados de monitoramento remoto de pacientes obtidos por meio de MA e WT, além do armazenamento de dados médicos e registros eletrônicos de saúde da organização. Por sua vez, o AI pode ser utilizado tanto como apoio a virtualização dos serviços (habilitando ferramentas de diagnóstico médico; apoiando a tomada de decisões em tempo real sobre tratamento médico remoto e estimando valores da pressão arterial de pacientes de forma contínua e em tempo real) como para reforçar a segurança dos registros eletrônicos de saúde dentro da organização. O *Blockchain*, em conjunto aos anteriores, deve ser adotado para reforçar a segurança no armazenamento e preservar a privacidade e a confiabilidade na transferência de registros eletrônicos de saúde, além de contribuir para a melhoria da eficiência dos sistemas de assistência médica e do desempenho no compartilhamento de dados (H5; H6; H8; H11; H13; H19; H25; H26; H30; H31; H32; H34; H35; H43; H45; H39; H50; H51; H57; H58; H61; H64; H65; H68; H69; H70; H72; H73).

Dentro do ambiente da organização, a IoT, CC, FC, AI e *Blockchain* permitem, por meio de sensores e equipamentos, a coleta, transmissão e armazenamento de maneira segura, contínua e em tempo real das condições dos pacientes e dos seus dados (registros eletrônicos de saúde). Desse modo, pode contribuir para a melhoria da qualidade do serviço por meio da redução do tempo de resposta a emergências médicas e acidentes, aumentando a segurança do serviço; além de poder colaborar para a redução do tempo de

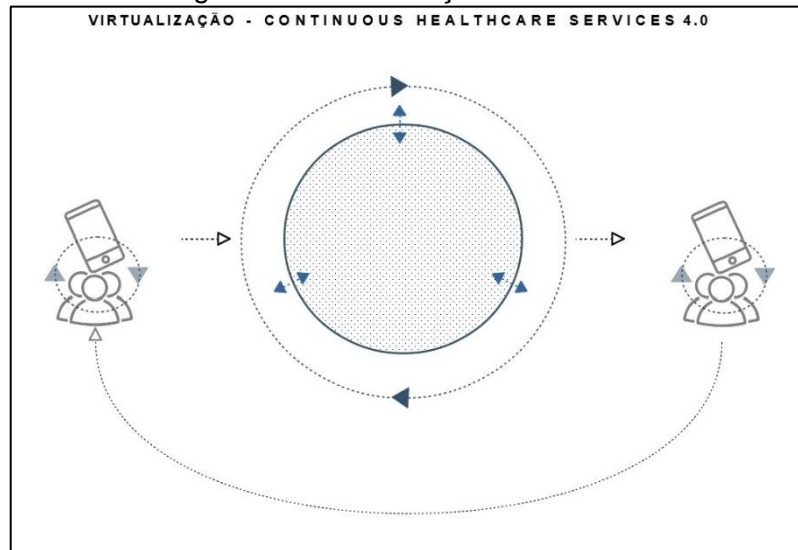
espera do paciente, por meio da eliminação de etapas desnecessárias (como o cadastro de dados do paciente). Ademais, o uso destas tecnologias também possibilita melhorar a eficiência do processo com a tomada de decisões descentralizada, por meio de dados coletados e disponibilizados em tempo real a diferentes níveis organizacionais. Outra ferramenta/tecnologia aplicável neste âmbito, além das principais propostas, são os CPS, que permitem o armazenamento seguro e com privacidade de registros eletrônicos de saúde (H4; H6; H7; H13; H18; H23; H35; H43; H56; H58; H67).

Além dos limites físicos da organização, as inovações possibilitadas pela utilização da IoT, Internet 5G, CC, FC, AI e *Blockchain* são aqui divididas para melhor entendimento em dois aspectos: virtualização e interoperabilidade dos serviços.

A virtualização dos serviços, ilustrada na Figura 20, corresponde ao compartilhamento de dados entre profissionais-pacientes por meio de aplicativos de *Smartphones* ou MA. O uso de biossensores corporais (WB) e tecnologia vestível (WT) permite o monitoramento remoto em tempo real dos pacientes (acompanhamento de parâmetros corporais, como temperatura e pressão), gerenciamento de doenças crônicas, a elaboração de planos de tratamento mais personalizados e com uma abordagem mais preventiva, que pode evitar o agravamento de doenças. Além disso, permite a assistência remota a pacientes em isolamento, mediante doenças contagiosas como COVID-19; e o autogerenciamento da saúde, por meio do monitoramento pelo próprio paciente de seus parâmetros corporais (frequência cardíaca, nível de pressão arterial e glicose) e condicionamento físico. Em relação aos processos internos da organização, a virtualização dos serviços pode acarretar na melhoria dos processos, permitindo a redução da sobrecarga dos sistemas de saúde; além de permitir a cocriação de valor e aprendizagem dos pacientes por meio da interação destes com os prestadores de serviços (*feedback* dos serviços recebidos, permitindo a identificação de pontos de melhoria) (H4; H5; H11; H13; H20; H43; H47; ELG et al., 2012).

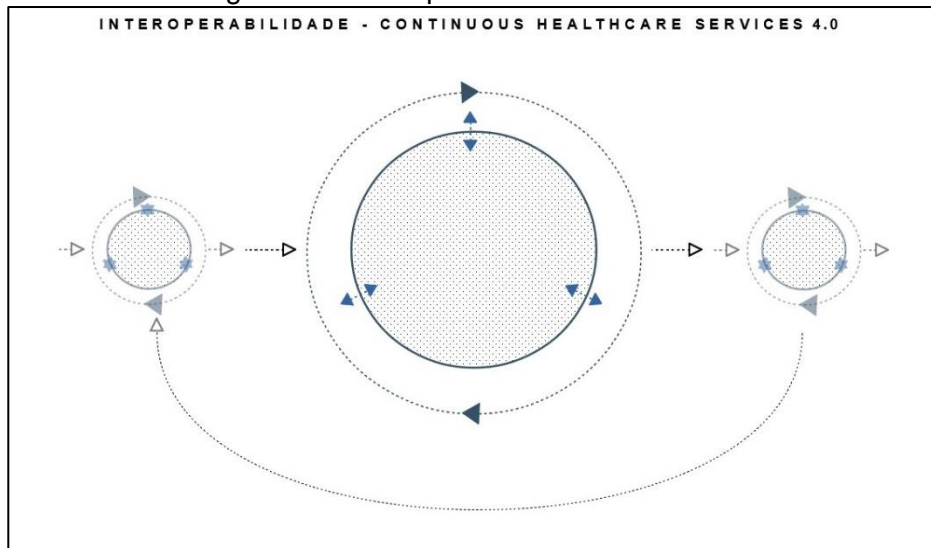
Por sua vez, a interoperabilidade, conforme ilustrado na Figura 21, corresponde à interação entre diferentes organizações de saúde, de modo a permitir o compartilhamento de dados, informações, conhecimento e experiências sobre doenças e tratamentos. A interoperabilidade pode facilitar o *Benchmarking* entre organizações e a aprendizagem compartilhada entre profissionais; além de colaborar para ações preventivas mediante situações adversas, como o aumento da demanda pelos serviços de saúde mediante casos de doenças epidêmicas, como a COVID-19. Neste âmbito, a interoperabilidade proporciona alerta antecipado às organizações de saúde sobre a necessidade de aumento da capacidade dos processos, o que possibilita prever a necessidade de compra, reposição e estocagem de insumos, EPI (Equipamentos de Proteção Individual) e peças sobressalentes para ambientes médicos (H3; H5; H13; H23; H33; H43; H47; H49; H50; H62; H69).

Figura 20 - Virtualização do CHS 4.0



Fonte: Autores

Figura 21 - Interoperabilidade do CHS 4.0



Fonte: Autores

6.3 Considerações Finais

O capítulo 6 apresenta o *framework* conceitual voltado a melhoria operacional de processos de serviços de saúde, associando ferramentas/métodos/tecnologias e suas aplicações afins a LH e a H4.0. Para tanto, foram identificados os conceitos comuns as duas abordagens (abordagem de serviços de saúde voltadas aos pacientes e busca pela melhoria de serviços/processos de saúde por meio da aplicação de ferramentas/métodos/tecnologias), que serviram de premissa para a elaboração do *framework*.

Os pacientes foram considerados como o principal cliente do *framework* proposto, que foi desenvolvido com ênfase em ambientes hospitalares. Ademais, ressaltou-se a

necessidade de adequação deste ao contexto e cultura específicos da organização, em caso da efetiva implementação prática.

O *framework* conceitual desenvolvido foi intitulado *Continuous Healthcare Services 4.0* (CHS 4.0), o qual possui 4 etapas. As 3 primeiras visam promover a melhoria operacional do processo por meio de três etapas diretamente relacionadas a LH, de modo contínuo e interligado. De modo complementar, a quarta etapa do CHS 4.0 se concentra no uso de ferramentas/tecnologias da H4.0, as quais apoiam as demais. As etapas do *framework* conceitual desenvolvido, bem como as ferramentas/métodos/tecnologias propostas foram:

1. Aprendizagem e Comunicação: *Kaizen*, Treinamento cruzado, *Benchmarking*;
2. Análise do Processo: VSM, Mapeamento de Processos, 5 Porquês, *Gemba* e Simulação;
3. Plano de ação e monitoramento: 5S, *Kanban*, RFID, *Poka Yoke*, Redesenho da Estrutura Física, Padronização do Trabalho, Gerenciamento Visual, Ciclo PDCA, Ciclo PDSA e DMAIC;
4. Virtualização dos serviços e interoperabilidade: IoT, Internet 5G, CC, FC, AI e *Blockchain*.

De maneira geral, a primeira etapa do CHS4.0 permite o treinamento da equipe multidisciplinar e da liderança, de modo a promover o envolvimento destes; a segunda etapa realiza a análise do processo e a identificação de pontos de melhoria; a terceira etapa elabora o plano de ação e monitoramento, com base nos problemas identificados anteriormente, para a obtenção de um fluxo contínuo do paciente no processo; e a quarta etapa auxilia as demais através da troca de informações que promove o apoio a aprendizagem compartilhada, comunicação e cooperação entre funcionários e departamentos; além de possibilitar a tomada de decisões descentralizada ao passo que evita o conflito departamental de medidas de melhoria (ou plano de ação). Ademais, a quarta etapa possibilita a virtualização dos serviços (favorecendo a cocriação de valor ao processo por parte do paciente – etapa 2) e a interoperabilidade de dados entre sistemas de saúde (favorecendo o *Benchmarking* – etapa 1).

De forma mais abrangente, o *framework* conceitual desenvolvido demonstrou capacidade de melhorar os processos operacionais de serviços de saúde, além de suprir alguns dos desafios vinculados a LH por meio do apoio de ferramentas/tecnologias da H4.0, como: criação de nova terminologia *lean*; foco no paciente; treinamento e envolvimento dos funcionários e líderes; busca por melhorias em todo o processo continuamente; transparência nas informações, nas estratégias adotadas e nos resultados obtidos; cooperação e trabalho em equipe; capacidade de resolução de problemas de maneira descentralizada e imediata, com dados coletados e disponibilizados em tempo real e de

maneira contínua; e participação do paciente no processo de criação de valor, por meio do *feedback* dos serviços (virtualização dos serviços).

Logo, a questão de pesquisa deste estudo (“como seria a configuração de um *framework* conceitual para aplicação da *Lean Healthcare* associada as ferramentas/métodos da *Health 4.0?*”) foi respondida no presente capítulo, onde as conclusões gerais sobre os resultados obtidos foram apresentadas no capítulo seguinte (capítulo 7).

CAPÍTULO 7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo expõe as considerações finais deste estudo, subdividido em três seções: i) conclusões gerais do trabalho, na seção 7.1; ii) avaliação geral dos resultados obtidos quanto ao objetivo pretendido, na seção 7.2; iii) contribuições e propostas de pesquisas futuras, na seção 7.3.

7.1 Conclusões Gerais

A I4.0 constitui um tema atual que tem atraído demasiada atenção nas literaturas (LU, 2017). Sendo uma iniciativa de ampla relevância à comunidade empresarial e acadêmica, o termo “Indústria 4.0” possui forte adesão por parte dos centros de pesquisa e universidades (OZTEMEL; GURSEV, 2020), constituindo uma realidade da economia moderna. Devido ao seu caráter de inovação e de desenvolvimento tecnológico, a I4.0 tem alterado consideravelmente os produtos e sistemas de produção relacionados, dentre outros, às operações e serviços (ŚLUSARCZYK, 2018), como no caso do setor de saúde.

Nesse âmbito, a temática da I4.0 mostra-se relevante devido a capacidade que as tecnologias inteligentes têm de atender às demandas personalizadas da pandemia, fornecer informações dos pacientes por meio de sistemas de vigilância adequados, além de contribuir com a melhoria da comunicação relacionada à saúde pública (JAVAID et al., 2020). Além disso, uma infraestrutura H4.0 permitiria a obtenção, colaboração e compartilhamento de informações e recursos, possibilitando a obtenção de melhores resultados a respeito de soluções, vacinas, protocolos de tratamento, planos de proteção, conscientização pública e abordagens mais eficazes, rápidas e com menores custos (AL-JAROODI; MOHAMED; ABUKHOUSA, 2020). Além da H4.0, a LH também possui a capacidade de apoiar

especialistas no atendimento de pacientes com COVID-19, por meio do emprego de ferramentas/métodos como o 5S e Padronização do Trabalho (LOCKE, 2021).

Neste contexto, o presente estudo procurou unir estas duas temáticas (LH e H4.0) para a proposição de um *framework* conceitual voltado a melhoria operacional de processos de serviços de saúde. O *framework* conceitual desenvolvido (capítulo 6), denominado CHS 4.0, apontou as aplicações de ferramentas/métodos/tecnologias e as possíveis melhorias operacionais relacionadas a estas que, de modo geral, envolvem os aspectos de qualidade e custo dos serviços.

Sendo assim, a possibilidade de melhoria operacional do processo se deu por meio da aplicação das ferramentas/métodos/tecnologias (Quadro 9 – seção 6.2), que podem contribuir para a melhoria dos fluxos (redução de desperdícios; redução do tempo de espera e permanência; uso mais adequado de recursos; melhor gerenciamento de demanda e capacidade; e alocação eficiente de recursos) e dos serviços na perspectiva do paciente (monitoramento remoto de doenças, cuidados médicos mais personalizados e preventivos, flexibilidade dos serviços, cocriação de valor ao serviço; mais segurança durante o fluxo do paciente e possibilidade de autogerenciamento da saúde). Ademais, as duas abordagens têm o potencial de contribuir para a melhoria da qualidade do serviço prestado ao paciente, visto a capacidade que suas ferramentas/métodos/tecnologias possuem para aumentar o tempo de contato entre médico e paciente, um aspecto considerado importante para determinar a qualidade do serviço ao paciente (L20).

Por fim, mediante possíveis restrições financeiras para a adoção de tecnologias da I4.0 nas organizações de saúde, ressalta-se que modificações no processo (por meio da adoção de ferramentas/métodos da LH) podem gerar uma economia no orçamento operacional da instituição, permitindo o seu redirecionamento para o atendimento de outras necessidades (L1), como para o investimento em ferramentas/tecnologias da H4.0.

Em função do contexto atual da pandemia do COVID-19 e seus impactos nos sistemas de saúde de diversos países, faz-se necessário atentar para questões importantes como a melhoria operacional dos processos e da qualidade dos serviços de cuidado com a saúde. Em hospitais, melhorias operacionais estão diretamente relacionadas ao atendimento de pacientes com qualidade e sem desperdícios, com tempo de espera mínimo e custos reduzidos (TLAPA et al., 2021). Deste modo, o CHS 4.0 possui a capacidade de proporcionar melhorias operacionais aos serviços de cuidados com a saúde, em especial no contexto hospitalar.

7.2 Avaliação Geral do Objetivo

A presente pesquisa buscou atingir três objetivos específicos. O primeiro (identificar ferramentas/tecnologias e aplicações/benefícios relacionadas a H4.0) foi atingido no capítulo 4, subseção 4.3.2, por meio do desenvolvimento e conclusão do estudo de escopo da H4.0. O segundo objetivo específico (verificar ferramentas/métodos afins a LH, bem como suas aplicações/benefícios) foi atingido no capítulo 5, subseção 5.3.2, através dos resultados obtidos com a elaboração e conclusão do Mapeamento da LH.

O terceiro e último objetivo específico deste trabalho (associar as ferramentas/métodos/tecnologias afins a LH e a H4.0 para a proposição de um *framework* conceitual) foi atingido no capítulo 6, por meio da elaboração do *framework* conceitual, cujas etapas de desenvolvimento incluem os resultados obtidos nas subseções e 4.3.2 e 5.3.2. Deste modo, é possível afirmar que o objetivo geral da pesquisa (desenvolver um *framework* conceitual voltado a melhoria operacional de processos de serviços de saúde que associe ferramentas/métodos afins a LH com ferramentas/tecnologias da H4.0) foi atingido com a elaboração e conclusão do *framework* conceitual intitulado CHS4.0 (capítulo 6).

7.3 Contribuições e Propostas de Pesquisas Futuras

O *framework* conceitual desenvolvido, denominado CHS4.0, possibilitou unir duas abordagens voltadas a melhoria de serviços de saúde de modo complementar. Mediante o contexto atual da pandemia do COVID-19, onde os sistemas de saúde e suas políticas estão mudando, pesquisas e publicações em áreas relacionadas à saúde estão em alta. Neste contexto, as temáticas LH e H4.0 são tendências nas pesquisas recentes (como visto nas subseções 4.3.1 e 5.3.1).

Deste modo, considera-se que os resultados obtidos deste estudo são de grande relevância ao contexto atual, sendo estes:

- O mapeamento do conhecimento sobre a H4.0;
- Levantamento das ferramentas/tecnologias afins a H4.0, bem como suas aplicações/benefícios;
- O mapeamento do conhecimento sobre a LH;
- Identificação das pesquisas mais relevantes dentro da temática a LH;
- Levantamento das ferramentas/métodos afins a LH, bem suas aplicações/benefícios;
- Benefícios e desafios vinculados a LH, conforme trabalhos mais relevantes dentro da temática a LH;

- Desenvolvimento de uma estrutura conceitual que permitiu associar a LH a H4.0.

A limitação desta pesquisa foi que, devido a restrições propiciadas pela pandemia do COVID-19, não foi possível aplicar o *framework* conceitual desenvolvido na prática. Anseia-se que pesquisas futuras possam, por exemplo, por meio de entrevistas com profissionais na área da saúde e observação direta em ambientes hospitalares, validar o CHS4.0. Ademais, espera-se que os dados e as informações obtidas neste trabalho possam contribuir para futuros estudos acadêmicos nas áreas da LH, Indústria 4.0, *Health* 4.0, *Healthcare* 4.0, *E-Health*, *Telecare* e demais iniciativas de inovações tecnológicas no setor de saúde.

Referências

ACETO, Giuseppe; PERSICO, Valerio; PESCAPÉ, Antonio. Industry 4.0 and health: Internet of things, big data, and cloud computing for healthcare 4.0. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 18, p. 100129, 2020.

AFZAL, Muhammad et al. COVID-19 Knowledge Resource Categorization and Tracking: Conceptual Framework Study. **Journal of Medical Internet Research**, v. 23, n. 6, p. 1-22, 2021.

AGGARWAL, Shubhani; KUMAR, Neeraj. Fog computing for 5G-enabled tactile Internet: Research issues, challenges, and future research directions. **Mobile Networks and Applications**, p. 1-28, 2019.

AGGARWAL, Shubhani et al. Blockchain-Based UAV Path Planning for Healthcare 4.0: Current Challenges and the Way Ahead. **IEEE Network**, v. 35, n. 1, p. 20-29, 2021.

AHERNE Joe; WHELTON, John. **Applying Lean in Healthcare: A Collection of International Case Studies**. United States: Taylor & Francis Group, 2010.

AJMERA, Puneeta; JAIN, Vineet. Modelling the barriers of Health 4.0—the fourth healthcare industrial revolution in India by TISM. **Operations Management Research**, v. 12, n. 3, p. 129-145, 2019.

ALCÁCER, Vitor; CRUZ-MACHADO, Virgilio. Scanning the industry 4.0: A literature review on technologies for manufacturing systems. **Engineering science and technology, an international journal**, v. 22, n. 3, p. 899-919, 2019.

AL-JAROODI, Jameela; MOHAMED, Nader; ABUKHOUSA, Eman. Health 4.0: On the Way to Realizing the Healthcare of the Future. **IEEE Access**, v. 8, p. 211189-211210, 2020.

ALJUAID, Hanan; PARAH, Shabir A. Secure Patient Data Transfer Using Information Embedding and Hyperchaos. **Sensors**, v. 21, n. 1, p. 282, 2021.

ALNAJEM, Mohamad; GARZA-REYES, Jose Arturo; ANTONY, Jiju. Lean readiness within emergency departments: a conceptual framework. **Benchmarking: An International Journal**, v. 26, n. 6, p. 1874-1904, 2019.

ANJUM, Hira Fariha et al. Mapping research trends of blockchain technology in healthcare. **IEEE Access**, v. 8, p. 174244-174254, 2020.

ANTONIO, Marcy G.; PETROVSKAYA, Olga. Towards Developing an eHealth Equity Conceptual Framework. **IOS Press**, p. 24-30, 2019.

ANUAR, Azyyati; SAAD, Rohaizah; YUSOFF, Rushami Zien. Sustainability through lean healthcare and operational performance in the private hospitals: A proposed framework. **International Journal of Supply Chain Management**, v. 7, n. 5, p. 221-227, 2018.

ARKSEY, Hilary; O'MALLEY, Lisa. Scoping studies: towards a methodological framework. **International journal of social research methodology**, v. 8, n. 1, p. 19-32, 2005.

ARPAIA, Pasquale et al. Metrology-Based Design of a Wearable Augmented Reality System for Monitoring Patient's Vitals in Real Time. **IEEE Sensors Journal**, v. 21, n. 9, p. 11176-11183, 2021.

ARPAIA, Pasquale; BENEDETTO, Egidio de; DURACCIO, Luigi. Design, implementation, and metrological characterization of a wearable, integrated AR-BCI hands-free system for health 4.0 monitoring. **Measurement**, v. 177, p. 1-11, 2021.

ATZEMA, Clare L.; MACLAGAN, Laura C. The transition of care between emergency department and primary care: a scoping study. **Academic Emergency Medicine**, v. 24, n. 2, p. 201-215, 2017.

AUGUSTO, Byanca Pinheiro; TORTORELLA, Guilherme Luz. Literature review on lean healthcare implementation: assessment methods and practices. **International Journal of Services and Operations Management**, v. 32, n. 3, p. 285-306, 2019.

AUSTIN, Zubin; SUTTON, Jane. Qualitative Research: Getting Started. **The Canadian journal of hospital pharmacy**, v. 67, n. 6, p. 436, 2014.

BAGARIA, Namrata et al. Health 4.0: digital twins for health and well-being. In: *Connected Health in Smart Cities*. **Springer**, Cham, 2020. p. 143-152.

BARIL, Chantal et al. Use of a discrete-event simulation in a Kaizen event: A case study in healthcare. **European Journal of Operational Research**, v. 249, n. 1, p. 327-339, 2016.

BARROS, Letícia Bianchini de et al. Lean Healthcare Tools for Processes Evaluation: An Integrative Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 14, p. 7389, 2021.

BASTANI, Peivand et al. Global concerns of dental and oral health workers during COVID-19 outbreak: a scope study on the concerns and the coping strategies. **Systematic reviews**, v. 10, n. 1, p. 1-9, 2021.

BEN-TOVIM, David I. et al. Lean thinking across a hospital: redesigning care at the Flinders Medical Centre. **Australian Health Review**, v. 31, n. 1, p. 10-15, 2007.

BERTO, Rosa Maria Villares; NAKANO, Davi Noboru. A produção científica nos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. **Production**, v. 9, n. 2, p. 65-75, 1999.

BHAMU, Jaiprakash; SINGH SANGWAN, Kuldip. Lean manufacturing: literature review and research issues. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 34, n. 7, p. 876-940, 2014.

BHATTACHARYA, Pronaya et al. Bindaas: Blockchain-based deep-learning as-a-service in healthcare 4.0 applications. **IEEE Transactions on Network Science and Engineering**, v.8, n.2, p. 1242–1255, 2019.

BHATTI, Uzair Aslam et al. Recommendation system using feature extraction and pattern recognition in clinical care systems. **Enterprise Information Systems**, v. 13, n. 3, p. 329-351, 2019.

BUSH, Roger W. Reducing waste in US health care systems. **Jama**, v. 297, n. 8, p. 871-874, 2007.

BONGOMIN, Ocident et al. Industry 4.0 Disruption and Its Neologisms in Major Industrial Sectors: A State of the Art. **Journal of Engineering**, v. 2020, p. 1-45, 2020.

BORTOLOTTI, Thomas; BOSCARI, Stefania; DANESE, Pamela. Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. **International Journal of Production Economics**, v. 160, p. 182-201, 2015.

BUCHELT, Beata; FRĄCZKIEWICZ-WRONKA, Aldona; DOBROWOLSKA, Małgorzata. The Organizational Aspect of Human Resource Management as a Determinant of the Potential of Polish Hospitals to Manage Medical Professionals in Healthcare 4.0. **Sustainability**, v. 12, n. 12, p. 5118, 2020.

BUDHIRAJA, Ishan et al. Tactile Internet for smart communities in 5G: An insight for NOMA-based solutions. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 15, n. 5, p. 3104-3112, 2019.

BURGESS, Nicola; RADNOR, Zoe. Evaluating Lean in healthcare. **International journal of health care quality assurance**, v. 26, n. 3, p. 220-235, 2013.

BURMAOGLU, Serhat et al. Evolution of connected health: a network perspective. **Scientometrics**, v. 112, n. 3, p. 1419-1438, 2017.

BRYMAN, Alan. **Research methods and organization studies**. London: Uniwin Hyman, 1989.

BRYMAN, Alan. Integrating quantitative and qualitative research: how is it done? **Qualitative research**, v. 6, n. 1, p. 97-113, 2006.

CAÑAS, Héctor et al. Implementing Industry 4.0 Principles. **Computers & Industrial Engineering**, v. 158, p. 107379, 2021.

CAVALLONE, Mauro; PALUMBO, Rocco. Debunking the myth of industry 4.0 in health care: insights from a systematic literature review. **The TQM Journal**, v.32, n.4, p.849-868, 2020.

CHEN, Chaomei. Searching for intellectual turning points: Progressive knowledge domain visualization. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 101, n. 1, p. 5303-5310, 2004.

CHEN, Chaomei. The centrality of pivotal points in the evolution of scientific networks. **In: Proceedings of the 10th international conference on Intelligent user interfaces**. 2005. p. 98-105.

CHEN, Chaomei. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature. **Journal of the American Society for information Science and Technology**, v. 57, n. 3, p. 359-377, 2006.

CHEN, Chaomei; IBEKWE-SANJUAN, Fidelia; HOU, Jianhua. The structure and dynamics of cocitation clusters: A multiple-perspective cocitation analysis. **Journal of the American Society for information Science and Technology**, v. 61, n. 7, p. 1386-1409, 2010.

CHEN, Chaomei. **How to Use CiteSpace**. Leanpub: 2018.

CHEN, Chaomei; SONG, Min. Visualizing a field of research: A methodology of systematic scientometric reviews. **PloS one**, v. 14, n. 10, p. e0223994, 2019.

CHEN, Donghua et al. A bibliometric analysis of the development of ICD-11 in medical informatics. **Journal of healthcare engineering**, v. 2019, p. 1-12, 2019.

CHEN, Chieh-feng et al. The times they are a-changin': healthcare 4.0 is coming! **Journal of medical systems**, v. 44, n. 2, p. 1-4, 2020.

CHUTE, Chaloner; FRENCH, Tara. Introducing Care 4.0: an integrated care paradigm built on Industry 4.0 capabilities. **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 12, p. 2247, 2019.

COLLDÉN, Christian et al. A value-based taxonomy of improvement approaches in healthcare. **Journal of health organization and management**, v.31, n. 4, p. 445-458, 2017.

COSTA, Luana Bonome Message; GODINHO FILHO, Moacir. Lean healthcare: review, classification and analysis of literature. **Production Planning & Control**, v. 27, n. 10, p. 823-836, 2016.

COSTA, Luana Bonome Message et al. Lean healthcare in developing countries: evidence from Brazilian hospitals. **The International journal of health planning and management**, v. 32, n. 1, p. e99-e120, 2017.

CREMA, Maria; VERBANO, Chiara. Lean Management to support Choosing Wisely in healthcare: the first evidence from a systematic literature review. **International Journal for Quality in Health Care**, v. 29, n. 7, p. 889-895, 2017.

ĆWIKLICKI, Marek; KLICH, Jacek; CHEN, Junsong. The adaptiveness of the healthcare system to the fourth industrial revolution: A preliminary analysis. **Futures**, v. 122, p. 102602, 2020.

D'ANDREAMATTEO, Antonio et al. Lean in healthcare: A comprehensive review. **Health policy**, v. 119, n. 9, p. 1197-1209, 2015.

DARWISH, Lamis R.; FARAG, Mahmoud M.; EL-WAKAD, Mohamed T. Towards Reinforcing Healthcare 4.0: A Green Real-Time IIoT Scheduling and Nesting Architecture for COVID-19 Large-Scale 3D Printing Tasks. **IEEE Access**, v. 8, p. 213916-213927, 2020.

DAVIS, Kathy; DREY, Nick; GOULD, Dinah. What are scoping studies? A review of the nursing literature. **International journal of nursing studies**, v. 46, n. 10, p. 1386-1400, 2009.

DEMETER, Krisztina; MATYUSZ, Zsolt. The impact of lean practices on inventory turnover. **International Journal of Production Economics**, v. 133, n. 1, p. 154-163, 2011.

DICKSON, Eric W. et al. Use of lean in the emergency department: a case series of 4 hospitals. **Annals of emergency medicine**, v. 54, n. 4, p. 504-510, 2009.

DIEM, Andrea; WOLTER, Stefan C. The use of bibliometrics to measure research performance in education sciences. **Research in higher education**, v. 54, n. 1, p. 86-114, 2013.

DONATI, Massimiliano et al. A telemedicine service system exploiting BT/BLE wireless sensors for remote management of chronic patients. **Technologies**, v. 7, n. 1, p. 13, 2019.

EDGAR, Thomas W.; MANZ, David O. **Research Methods for Cyber Security**. Elsevier, 2017.

ELG, Mattias et al. Co-creation and learning in health-care service development. **Journal of Service Management**, v. 23, n. 3, p. 328-343, 2012.

FERRER-ROCA, Olga; TOUS, Ruben; MILITO, Rodolfo. Big and small data: The fog. In: 2014 International Conference on Identification, Information and Knowledge in the Internet of Things. **IEEE**, 2014. p. 260-261.

FILSER, Lukas D.; SILVA, Fábio Francisco da; OLIVEIRA, Otávio José de. State of research and future research tendencies in lean healthcare: a bibliometric analysis. **Scientometrics**, v. 112, n. 2, p. 799-816, 2017.

FLÓREZ, Camilo Andrés Cáceres; ROSÁRIO, João Mauricio; HURTADO, Dario Amaya. Application of Automation and Manufacture techniques oriented to a service-based business using the Internet of Things (IoT) and Industry 4.0 concepts. Case study: Smart Hospital. **Gestão & Produção**, v. 27, n. 3, 2020.

FRANK, Alejandro Germán; DALENOGARE, Lucas Santos; AYALA, Néstor Fabián. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. **International Journal of Production Economics**, v. 210, p. 15-26, 2019.

FRIEBE, Michael. HealthTEC Innovation Design-a proposal for a novel Master degree program based on Unmet Clinical Need, global Healthcare Challenges, and 21st century skills. **Current Directions in Biomedical Engineering**, v. 6, n. 3, p. 599-603, 2020.

FRITZSCHE, Holger; BOESE, Axel; FRIEBE, Michael. How do we need to adapt Biomedical Engineering Education for the Health 4.0 challenges? **Current Directions in Biomedical Engineering**, v. 6, n. 3, p. 604-607, 2020.

GBOUNA, Zakka Vincent et al. User-Interactive Robot Skin with Large-Area Scalability for Safer and Natural Human-Robot Collaboration in Future Telehealthcare. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, v. 25, n. 12, p. 4276-4288, 2021.

GHITA, Mihaela et al. Closed-loop control of anesthesia: survey on actual trends, challenges and perspectives. **IEEE Access**, v. 8, p. 206264-206279, 2020.

GHOBAKHLOO, Morteza. The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 29, n. 6, p. 910-936, 2018.

GRIGORIADIS, Nikolaos et al. A Health 4.0 Based Approach Towards the Management of Multiple Sclerosis. In: 2016 IEEE 18th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom). **IEEE**, 2017. p. 205-218.

GU, Dongxiao et al. Visualizing the intellectual structure and evolution of electronic health and telemedicine research. **International journal of medical informatics**, v. 130, p. 103947, 2019.

GUPTA, Shradha; KAPIL, Sahil; SHARMA, Monica. Improvement of laboratory turnaround time using lean methodology. **International journal of health care quality assurance**, v.31, n.4, p. 295-308, 2018.

GUPTA, Rajesh; TANWAR, Sudeep; TYAGI, Sudhanshu; KUMAR, Neeraj. Tactile-internet-based telesurgery system for healthcare 4.0: An architecture, research challenges, and future directions. **IEEE Network**, v. 33, n. 6, p. 22-29, 2019a.

GUPTA, Rajesh; TANWAR, Sudeep; TYAGI, Sudhanshu; KUMAR, Neeraj. Tactile internet and its applications in 5g era: A comprehensive review. **International Journal of Communication Systems**, v. 32, n. 14, p. e3981, 2019b.

HALLAM, Cory RA; CONTRERAS, Carolina. Lean healthcare: scale, scope and sustainability. **International journal of health care quality assurance**, v.31, n.7, p.684-696, 2018.

HATHALIYA, Jigna J. et al. Securing electronics healthcare records in healthcare 4.0: a biometric-based approach. **Computers & Electrical Engineering**, v. 76, p. 398-410, 2019.

HATHALIYA, Jigna J.; TANWAR, Sudeep. An exhaustive survey on security and privacy issues in Healthcare 4.0. **Computer Communications**, v. 153, p. 311-335, 2020.

HATHALIYA, Jigna J.; TANWAR, Sudeep; EVANS, Richard. Securing electronic healthcare records: a mobile-based biometric authentication approach. **Journal of Information Security and Applications**, v. 53, p. 102528, 2020.

HEENAN, Deirdre. Collaborating on Healthcare on an All-Island Basis: A Scoping Study. **Irish Studies in International Affairs**, v. 32, n. 2, p. 413-447, 2021.

HENRIQUE, Daniel Barberato et al. A framework to assess sustaining continuous improvement in lean healthcare. **International Journal of Production Research**, v. 59, n. 10, p. 2885-2904, 2021.

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

HICKS, Chris et al. Applying lean principles to the design of healthcare facilities. **International Journal of Production Economics**, v. 170, p. 677-686, 2015.

HOFER, Christian; EROGLU, Cuneyt; HOFER, Adriana Rossiter. The effect of lean production on financial performance: The mediating role of inventory leanness. **International Journal of Production Economics**, v. 138, n. 2, p. 242-253, 2012.

HOLDEN, Richard J. Lean thinking in emergency departments: a critical review. **Annals of emergency medicine**, v. 57, n. 3, p. 265-278, 2011.

HOLWEG, Matthias. The genealogy of lean production. **Journal of operations management**, v. 25, n. 2, p. 420-437, 2007.

HSU, Wan-Chi Jackie; LIOU, James JH; LO, Huai-Wei. A group decision-making approach for exploring trends in the development of the healthcare industry in Taiwan. **Decision Support Systems**, v. 141, p. 113447, 2021.

ILANGAKOON, Tharushi; WEERABAHU, Samanthi; WICKRAMARACHCHI, Ruwan. Combining Industry 4.0 with Lean Healthcare to Optimize Operational Performance of Sri Lankan Healthcare Industry. In: 2018 International Conference on Production and Operations Management Society (POMS). **IEEE**, 2018. p. 1-8.

ILANGAKOON, Tharushi Sandunika et al. Adoption of Industry 4.0 and lean concepts in hospitals for healthcare operational performance improvement. **International Journal of Productivity and Performance Management**, 2021.

IMENDA, Sitwala. Is there a conceptual difference between theoretical and conceptual frameworks? **Journal of Social Sciences**, v. 38, n. 2, p. 185-195, 2014.

JABAREEN, Yosef. Building a conceptual framework: philosophy, definitions, and procedure. **International journal of qualitative methods**, v. 8, n. 4, p. 49-62, 2009.

JACSÓ, Péter. Google Scholar author citation tracker: is it too little, too late?. **Online Information Review**, v. 36, n. 1, p.126-141, 2012.

JAGADISH, B. et al. A real-time health 4.0 framework with novel feature extraction and classification for brain-controlled iot-enabled environments. **Neural computation**, v. 31, n. 10, p. 1915-1944, 2019.

JALEEL, Abdul et al. Towards medical data interoperability through collaboration of healthcare devices. **IEEE Access**, v. 8, p. 132302-132319, 2020.

JASTI, Naga Vamsi Krishna; KODALI, Rambabu. Lean production: literature review and trends. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 3, p. 867-885, 2015.

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

JAYARAMAN, Prem Prakash et al. Healthcare 4.0: A review of frontiers in digital health. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery**, v. 10, n. 2, p. e1350, 2020.

JIA, Qiong et al. Big data analytics in the fight against major public health incidents (including COVID-19): a conceptual framework. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 17, p. 6161, 2020.

JOOSTEN, Tom; BONGERS, Inge; JANSSEN, Richard. Application of lean thinking to health care: issues and observations. **International journal for quality in health care**, v. 21, n. 5, p. 341-347, 2009.

KIOURTIS, Athanasios et al. Aggregating the syntactic and semantic similarity of healthcare data towards their transformation to HL7 FHIR through ontology matching. **International journal of medical informatics**, v. 132, p. 104002, 2019.

KIOURTIS, Athanasios et al. Health Record Index: Secure Access of Cloud-Stored Healthcare Data. **Studies in Health Technology and Informatics**, v. 272, p. 221-224, 2020.

KIOURTIS, Athanasios; MAVROGIORGOU, Argyro; KYRIAZIS, Dimosthenis. A Semantic Similarity Evaluation for Healthcare Ontologies Matching to HL7 FHIR Resources. In: **Digital Personalized Health and Medicine**. 2020. p. 13-17.

KLEINBERG, Jon. Bursty and hierarchical structure in streams. **Data mining and knowledge discovery**, v. 7, n. 4, p. 373-397, 2003.

KOLLING, Maikel Luis et al. Data mining in healthcare: Applying strategic intelligence techniques to depict 25 years of research development. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 6, p. 3099, 2021.

KRISHNAMOORTHY, Sreelakshmi; DUA, Amit; GUPTA, Shashank. Role of emerging technologies in future IoT-driven Healthcare 4.0 technologies: a survey, current challenges and future directions. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, p. 1-47, 2021.

KUMAR, Adarsh et al. Lightweight proof of game (lpog): a proof of work (pow)'s extended lightweight consensus algorithm for wearable kidneys. **Sensors**, v. 20, n. 10, p. 2868, 2020.

KUMAR, Adarsh; KRISHNAMURTHI, Rajalakshmi et al. A novel smart healthcare design, simulation, and implementation using healthcare 4.0 processes. **IEEE Access**, v. 8, p. 118433-118471, 2020.

KUMARI, Aparna et al. Fog computing for Healthcare 4.0 environment: Opportunities and challenges. **Computers & Electrical Engineering**, v. 72, p. 1-13, 2018.

LASI, Heiner et al. Industry 4.0. **Business & information systems engineering**, v. 6, n. 4, p. 239-242, 2014.

LEITE, Higor; BATEMAN, Nicola; RADNOR, Zoe. Beyond the ostensible: an exploration of barriers to lean implementation and sustainability in healthcare. **Production Planning & Control**, v. 31, n. 1, p. 1-18, 2020.

LEITE, Higor; LINDSAY, Claire; KUMAR, Maneesh. COVID-19 outbreak: Implications on healthcare operations. **The TQM Journal**, v. 33, n. 1, p. 247–256, 2020.

LEITE, Higor dos Reis; VIEIRA, Guilherme Ernani. Lean philosophy and its applications in the service industry: a review of the current knowledge. **Production**, v. 25, n. 3, p. 529-541, 2015.

LEVAC, Danielle; COLQUHOUN, Heather; O'BRIEN, Kelly K. Scoping studies: advancing the methodology. **Implementation science**, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2010.

LHOTSKA, Lenka. Application of Industry 4.0 Concept to Health Care. **pHealth 2020**. Praga: IOS Press, 2020, v.273, p. 23-37.

LI, Jingshan; CARAYON, Pascale. Health Care 4.0: A vision for smart and connected health care. **IISE Transactions on Healthcare Systems Engineering**, p. 1-10, 2021.

LI, Xinjian.; MA, Emily; QU, Hailin. Knowledge mapping of hospitality research – A visual analysis using CiteSpace. **International Journal of Hospitality Management**, v. 60, p. 77-93, 2017.

LIM, Ai Keow. Virtualization of health care: the role of capacity building. In: Health 4.0: How Virtualization and Big Data are Revolutionizing Healthcare. **Springer**, Cham, 2017. p. 125-153.

LIN, Wei-Chun et al. Optimization shape-memory situations of a stimulus responsive composite material. **Polymers**, v. 13, n. 5, p. 697, 2021.

LOCKE, T. **UK COVID-19 Daily: 4000 Capacity London Field Hospital Announced**. Disponível em: <www.medscape.com/viewarticle/927352>. Acesso em 15 set 2021.

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

MAIER, Roland K.; MENON, Devidas; STAFINSKI, Tania. The Medical Devices Special Access Program in Canada: A Scoping Study. **Healthcare Policy**, v. 13, n. 3, p. 40, 2018.

ÖRTL, Michael et al. Digitalizing nursing in the Bavarian Swabia region of Germany: presentation of the joint project CARE REGIO. In: The Importance of Health Informatics in Public Health during a Pandemic. **IOS Press**, p. 265, 2020.

MARCEGLIA, Sara et al. DEDICATE: Proposal for a conceptual framework to develop dementia-friendly integrated eCare support. **Biomedical engineering online**, v. 17, n. 1, p. 1-18, 2018.

MARTINS, R. A. Abordagens Quantitativa e Qualitativa. In P. A. C. Miguel (Org.). Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações (pp. 47-63). Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2012.

MAUCO, Kabelo Leonard; SCOTT, Richard E.; MARS, Maurice. Development of a conceptual framework for e-health readiness assessment in the context of developing countries. **IOS Press**, p.68-77, 2021.

MAVROGIORGOU, Argyro et al. Analyzing data and data sources towards a unified approach for ensuring end-to-end data and data sources quality in healthcare 4.0. **Computer methods and programs in biomedicine**, v. 181, p. 104967, 2019.

MAVROGIORGOU, Argyro; KIOURTIS, Athanasios et al. Internet of medical things (IoMT): acquiring and transforming data into HL7 FHIR through 5G network slicing. **Emerging Science Journal**, v. 3, n. 2, p. 64-77, 2019.

MAZZOCATO, Pamela et al. Lean thinking in healthcare: a realist review of the literature. **BMJ Quality & Safety**, v. 19, n. 5, p. 376-382, 2010.

MEHTA, Parimal; GUPTA, Rajesh; TANWAR, Sudeep. Blockchain envisioned UAV networks: challenges, solutions, and comparisons. **Computer Communications**, v. 151, p. 518-538, 2020.

MISTRY, Ishan et al. Blockchain for 5G-enabled IoT for industrial automation: A systematic review, solutions, and challenges. **Mechanical Systems and Signal Processing**, v. 135, p. 106382, 2020.

MOHAMMADPOUR, Mohammadtaghi et al. Main factors affecting the readiness and responsiveness of healthcare systems during epidemic crises: A scoping review on cases of sars, mers, and covid-19. **Iranian Journal of Medical Sciences**, v. 46, n. 2, p. 81, 2021.

MONTEIRO, Ana Carolina Borges et al. Health 4.0: Applications, Management, Technologies and Review. **Medical Technologies Journal**, v. 2, n. 4, p. 262-276, 2018.

MUSA, Ibrahim et al. Global research on syndromic surveillance from 1993 to 2017: bibliometric analysis and visualization. **Sustainability**, v. 10, n. 10, p. 3414, 2018.

NADARAJAN, Gayathri Devi et al. A conceptual framework for Emergency department design in a pandemic. **Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine**, v. 28, n. 1, p. 1-13, 2020.

NARKHEDE, Balkrishna E. et al. Cloud computing in healthcare: a vision, challenges and future directions. **International Journal of Business Information Systems**, v. 34, n. 1, p. 1-39, 2020.

NHSIII. **Going Lean in the NHS**. Disponível em: <www.england.nhs.uk/improvement-hub/publication/going-lean-in-the-nhs/>. Acesso em 02 set 2021.

NUNNA, Swaroop; GANESAN, Karthikeyan. Mobile edge computing. In: Health 4.0: How Virtualization and Big Data are Revolutionizing Healthcare. **Springer**, Cham, 2017. p. 187-203.

OHNO, Taiichi; BODEK, Norman. **Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production**. Boca Raton: Productivity Press, 1988.

OMRANI, Hashem; SHAFAT, Khatereh; EMROUZNEJAD, Ali. An integrated fuzzy clustering cooperative game data envelopment analysis model with application in hospital efficiency. **Expert Systems with Applications**, v. 114, p. 615-628, 2018.

OZTEMEL, Ercan; GURSEV, Samet. Literature review of Industry 4.0 and related technologies. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 31, n. 1, p. 127-182, 2020.

PANG, Zhibo et al. Introduction to the special section: convergence of automation technology, biomedical engineering, and health informatics toward the healthcare 4.0. **IEEE Reviews in Biomedical Engineering**, v. 11, p. 249-259, 2018.

PAPADOPOULOS, Thanos; RADNOR, Zoe; MERALI, Yasmin. The role of actor associations in understanding the implementation of Lean thinking in healthcare. **International journal of operations & production management**, 2011.

PARKHI, Shilpa Shekhar. Lean management practices in healthcare sector: a literature review. **Benchmarking: An International Journal**, v.26, n.4, p. 1275-1289, 2019.

PATRI, Rojalin; SURESH, M. Factors influencing lean implementation in healthcare organizations: an ISM approach. **International Journal of Healthcare Management**, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2017.

PAULIN, Alois. Data Traffic Forecast in Health 4.0. In: Health 4.0: How virtualization and big data are revolutionizing healthcare. **Springer**, Cham, 2017. p.39-60.

PECKHAM, Stephen et al. Health promotion and disease prevention in general practice and primary care: a scoping study. **Primary health care research & development**, v. 18, n. 6, p. 529-540, 2017.

POKSINSKA, Bozena. The current state of Lean implementation in health care: literature review. **Quality management in healthcare**, v. 19, n. 4, p. 319-329, 2010.

POKSINSKA, Bozena Bonnie; FIALKOWSKA-FILIPEK, Malgorzata; ENGSTRÖM, Jon. Does Lean healthcare improve patient satisfaction? A mixed-method investigation into primary care. **BMJ Quality & Safety**, v. 26, n. 2, p. 95-103, 2017.

PULIDO, María Luisa Barragán et al. Alzheimer's disease and automatic speech analysis: A review. **Expert systems with applications**, v. 150, p. 113213, 2020.

PURI, Vikram; KATARIA, Aman; SHARMA, Vishal. Artificial intelligence-powered decentralized framework for Internet of Things in Healthcare 4.0. **Transactions on Emerging Telecommunications Technologies**, p. 1-18, 2021.

QIU, Han et al. Secure health data sharing for medical cyber-physical systems for the healthcare 4.0. **IEEE journal of biomedical and health informatics**, v. 24, n. 9, p. 2499-2505, 2020.

RADNOR, Zoe J. et al. **Evaluation of the lean approach to business management and its use in the public sector**. Edimburgo: Scottish Executive, 2006.

RADNOR, Zoe J.. **Review of business process improvement methodologies in public services**. London: Aim Research, 2010.

RADNOR, Zoe J.. Implementing lean in health care: making the link between the approach, readiness and sustainability. **International Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 2, n. 1, p. 1-12, 2011.

RADNOR, Zoe J.; HOLWEG, Matthias; WARING, Justin. Lean in healthcare: the unfilled promise?. **Social science & medicine**, v. 74, n. 3, p. 364-371, 2012.

REES, Gareth H.; GAULD, Robin. Can lean contribute to work intensification in healthcare?. **Journal of health organization and management**, v. 31, n. 3, p. 369-384, 2017.

REGATTIERI, Alberto et al. An innovative procedure for introducing the lean concept into the internal drug supply chain of a hospital. **The TQM Journal**, v. 30, n. 6, p. 717-731, 2018.

RICCI, Alessandro; CROATTI, Angelo; MONTAGNA, Sara. Pervasive and connected digital twins: a vision for digital health. **IEEE Internet Computing**, 2021.

ROBINSON, Stewart et al. **SimLean: Utilising simulation in the implementation of lean in healthcare**. European Journal of Operational Research, v. 219, n. 1, p. 188-197, 2012.

ROSA, Valentina Marques da et al. Digital technologies: An exploratory study of their role in the resilience of healthcare services. **Applied Ergonomics**, v. 97, p. 103517, 2021.

ROSIN, Frédéric et al. Impacts of Industry 4.0 technologies on Lean principles. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 6, p. 1644-1661, 2020.

RUMBOLD, John MM et al. Big Data and diabetes: the applications of Big Data for diabetes care now and in the future. **Diabetic Medicine**, v. 37, n. 2, p. 187-193, 2020.

SAHEB, Tahereh; IZADI, Leila. Paradigm of IoT big data analytics in the healthcare industry: A review of scientific literature and mapping of research trends. **Telematics and Informatics**, v. 41, p. 70-85, 2019.

SAHEB, Tahereh; SAHEB, Mohammad. Analyzing and visualizing knowledge structures of health informatics from 1974 to 2018: a bibliometric and social network analysis. **Healthcare informatics research**, v. 25, n. 2, p. 61-72, 2019.

SANNINO, Giovanna; DE FALCO, Ivanoe; DE PIETRO, Giuseppe. A Continuous Noninvasive Arterial Pressure (CNAP) Approach for Health 4.0 Systems. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 15, n. 1, p. 498-506, 2019.

SANTANA, Maria J. et al. How to practice person-centred care: A conceptual framework. **Health Expectations**, v. 21, n. 2, p. 429-440, 2018.

SAUNDERS, Mark NK et al. **A Guide to Professional Doctorates in Business and Management**. London: SAGE Publications Ltd, p. 35-56, 2015.

SCHIAVONI, Raissa et al. Feasibility of a wearable reflectometric system for sensing skin hydration. **Sensors**, v. 20, n. 10, p. 2833, 2020.

SCHONBERGER, Richard J. Reconstituting lean in healthcare: From waste elimination toward 'queue-less' patient-focused care. **Business Horizons**, v. 61, n. 1, p. 13-22, 2018.

SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of operations management**, v. 25, n. 4, p. 785-805, 2007.

SHARMA, Sumit et al. DeTrAs: deep learning-based healthcare framework for IoT-based assistance of Alzheimer patients. **Neural Computing and Applications**, p. 1-13, 2020.

SHARMA, Deepika; SINGH AUJLA, Gagangeet; BAJAJ, Rohit. Evolution from ancient medication to human-centered Healthcare 4.0: A review on health care recommender systems. **International Journal of Communication Systems**, p. e4058, 2019.

SILVEIRA, Franco da et al. Analysis of Industry 4.0 technologies applied to the health sector: systematic literature review. **Occupational and Environmental Safety and Health**. Springer International Publishing, v. 202, p. 701-709, 2019.

SILVEIRA, Franco da et al. Industry 4.0 perspectives in the health sector in Brazil. **Independent journal of management & production**, v. 12, n. 1, p. 1-14, 2021.

SINGH, Amritpal et al. Deep-learning-based SDN model for Internet of Things: An incremental tensor train approach. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 7, n. 7, p. 6302-6311, 2020.

SINGH, Poonam. Lean in healthcare organization: an opportunity for environmental sustainability. **Benchmarking: An international journal**, v. 26, n.1, p. 205-220, 2019.

ŚLUSARCZYK, Beata. Industry 4.0: are we ready? **Polish Journal of Management Studies**, v. 17, n.1, p.232-248, 2018.

SOUZA, Luciano Brandao de. Trends and approaches in lean healthcare. **Leadership in health services**, v. 22, n. 2, p. 121-139, 2009.

SURATI, Shivangi; PATEL, Sanjay; SURATI, Keyur. Background and research challenges for fog computing for healthcare 4.0. In: *Fog Computing for Healthcare 4.0 Environments*. Springer, Cham, 2021. p. 37-53.

SUSILAWATI, Anita; TAN, John; BELL, David, SARWAR, Mohammed. Fuzzy logic based method to measure degree of lean activity in manufacturing industry. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 34, p. 1-11, 2015.

TANWAR, Sudeep; PAREKH, Karan; EVANS, Richard. Blockchain-based electronic healthcare record system for healthcare 4.0 applications. *Journal of Information Security and Applications*, v. 50, p. 102407, 2020.

TENG, Fei et al. Automatic medical code assignment via deep learning approach for intelligent healthcare. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, v. 24, n. 9, p. 2506-2515, 2020.

TERRA, José Daniel Rodrigues; BERSSANETI, Fernando Tobal. Application of lean healthcare in hospital services: a review of the literature (2007 to 2017). *Production*, v. 28, n.0, p.1-14, 2018.

THUEMMLER, Christoph. The case for health 4.0. In: *Health 4.0: how virtualization and big data are revolutionizing healthcare*. Springer, Cham, 2017. p. 1-22.

THUEMMLER, Christoph; BAI, Chunxue. Health 4.0: Application of industry 4.0 design principles in future asthma management. In: *Health 4.0: How virtualization and big data are revolutionizing healthcare*. Springer, Cham, 2017. p. 23-37.

TLAPA, Diego et al. Effects of lean healthcare on patient flow: a systematic review. *Value in Health*, v. 23, n. 2, p. 260-273, 2020.

TLAPA, Diego et al. Lean Healthcare y Six Sigma en el marco de la Industria 4.0. *Dyna*, v. 96, n. 4, p. 344-344, 2021.

TOUSSAINT, John S.; BERRY, Leonard L. The promise of Lean in health care. In: *Mayo clinic proceedings*. Elsevier, 2013. p. 74-82.

TORTORELLA, Guilherme Luz et al. Making the value flow: application of value stream mapping in a Brazilian public healthcare organisation. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 28, n. 13-14, p. 1544-1558, 2017.

TORTORELLA, Guilherme Luz et al. Healthcare 4.0: trends, challenges and research directions. *Production Planning & Control*, v. 31, n. 15, p. 1245-1260, 2019.

TORTORELLA, Guilherme Luz et al. Effects of contingencies on healthcare 4.0 technologies adoption and barriers in emerging economies. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 156, p. 120048, 2020a.

TORTORELLA, Guilherme Luz et al. Measuring the effect of Healthcare 4.0 implementation on hospitals' performance. **Production Planning & Control**, p. 1-16, 2020b.

TORTORELLA, Guilherme; VAN DUN, Desirée H.; DE ALMEIDA, Amanda Gundes. Leadership behaviors during lean healthcare implementation: a review and longitudinal study. **Journal of manufacturing technology management**, v. 31, n. 1, p. 193-215, 2020.

TORTORELLA, Guilherme Luz et al. Impacts of Healthcare 4.0 digital technologies on the resilience of hospitals. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 166, p. 120666, 2021.

TRZECIAK, Stephen et al. Lean Six Sigma to reduce intensive care unit length of stay and costs in prolonged mechanical ventilation. **The Journal for Healthcare Quality**, v. 40, n. 1, p. 36-43, 2018.

TUAN, Minh Nguyen Dang; THANH, Nhan Nguyen; LE TUAN, Loc. Applying a mindfulness-based reliability strategy to the Internet of Things in healthcare—A business model in the Vietnamese market. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 140, p. 54-68, 2019.

WANG, Xiaoyu et al. Visual analysis on information theory and science of complexity approaches in healthcare research. **Entropy**, v. 22, n. 1, p. 109, 2020.

WARING, Justin J.; BISHOP, Simon. Lean healthcare: rhetoric, ritual and resistance. **Social science & medicine**, v. 71, n. 7, p. 1332-1340, 2010.

WEHDE, Mark. Healthcare 4.0. **IEEE Engineering Management Review**, v. 47, n. 3, p. 24-28, 2019.

WHETTEN, David A. What constitutes a theoretical contribution? **Academy of management review**, v. 14, n. 4, p. 490-495, 1989.

WHITE, Mark; BUTTERWORTH, Tony; WELLS, John SG. Healthcare Quality Improvement and 'work engagement'; concluding results from a national, longitudinal, cross-sectional study of the 'Productive Ward-Releasing Time to Care' Programme. **BMC health services research**, v. 17, n. 1, p. 1-11, 2017.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. Beyond Toyota: How to root out waste and pursue perfection. **Harvard business review**, v. 74, n. 5, p. 140-151, 1996.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation**. Reino Unido: Simon & Schuster UK, 2003.

XU, Li Da; XU, Eric L.; LI, Ling. Industry 4.0: state of the art and future trends. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 8, p. 2941-2962, 2018.

YANG, Geng et al. Homecare robotic systems for healthcare 4.0: visions and enabling technologies. **IEEE journal of biomedical and health informatics**, v. 24, n. 9, p. 2535-2549, 2020.

ZEB, Khan et al. U-prove based security framework for mobile device authentication in eHealth networks. In: 2016 IEEE 18th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom). **IEEE**, 2016. p. 1-6.

ZHANG, Xi et al. A mapping analytic approach to trace development of multidisciplinary research field: The case on e-health in China. **Journal of Science & Technology Policy Management**, v. 6, n. 2, p. 98-113, 2015.

ZHANG, Xuan-ming et al. Knowledge mapping visualization analysis of the military health and medicine papers published in the web of science over the past 10 years. **Military medical research**, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2017.

ZHOU, Huiying et al. IoT-enabled dual-arm motion capture and mapping for telerobotics in home care. **IEEE journal of biomedical and health informatics**, v. 24, n. 6, p. 1541-1549, 2019.

APÊNDICE A – Resultados do Mapeamento Preliminar da *Health 4.0*

Figura 22 - Palavras-chave mais recorrentes do mapeamento preliminar da *Health 4.0*

Count	Cent...	Year	Keywords
43	0.06	2019	health care
35	0.04	2019	healthcare 4.0
22	0.17	2016	health 4.0
19	0.09	2018	fog computing
19	0.09	2019	security
18	0.05	2019	internet of thing
17	0.28	2011	human
17	0.02	2019	artificial intelligence
16	0.02	2017	industry 4.0
15	0.07	2020	blockchain
14	0.03	2020	healthcare
13	0.03	2020	cloud computing
13	0.14	2011	article
12	0.00	2019	healthcare 40
12	0.10	2016	health 40
12	0.01	2019	healthcare 4
11	0.10	2018	big data
10	0.07	2017	iot
10	0.04	2019	healthcare system
9	0.09	2018	deep learning
9	0.08	2020	medical service
8	0.05	2019	industry 40
8	0.09	2011	hospital
8	0.04	2020	internet
7	0.15	2017	5g
7	0.04	2018	diagnosis
6	0.10	2019	industry
6	0.04	2020	wearable technology
6	0.02	2019	latency
6	0.12	2019	algorithm
6	0.01	2020	data analytics
6	0.00	2019	telemedicine
5	0.04	2020	thing
5	0.01	2020	internet of things (iot)
5	0.00	2019	interoperability
5	0.00	2019	reliability
5	0.03	2019	health care system
5	0.02	2019	tactile internet
5	0.06	2019	integration
5	0.06	2020	augmented reality
5	0.07	2019	healthcare industry
5	0.12	2017	cyber physical system
5	0.01	2020	survey
4	0.07	2019	automation
4	0.05	2020	data mining
4	0.02	2018	delivery of health care
4	0.06	2018	digital storage

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

No Quadro 10, pode-se ver o relatório de explosão de citações de palavras-chave. Por exemplo, como pode ser observado na quinta linha do Quadro 10, a palavra-chave

“health care” possui uma força de citação de 2.62 e um maior número de citações entre os anos de 2020 e 2021.

Quadro 10 - Explosão de palavras-chaves do mapeamento preliminar da *Health 4.0*

Palavra-chave	Força	Início	Fim	2011 - 2021
<i>healthcare 4.0</i>	2.01	2019	2019	
<i>tactile internet</i>	1.51	2019	2019	
<i>reliability</i>	1.51	2019	2019	
<i>health care</i>	2.62	2020	2021	
<i>artificial intelligence</i>	1.97	2020	2021	
<i>medical servisse</i>	1.9	2020	2021	
<i>blockchain</i>	1.62	2020	2021	
<i>healthcare</i>	1.51	2020	2021	

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

APÊNDICE B – Resultados do Estudo de Escopo da *Health 4.0*

Quadro 11 - Identificação das publicações do estudo de escopo da *Health 4.0*

ID	Ano	Título das pesquisas	Autores
H1	2021	<i>Design, implementation, and metrological characterization of a wearable, integrated AR-BCI hands-free system for health 4.0 monitoring.</i>	ARPAIA, Pasquale; BENEDETTO, Egidio de; DURACCIO, Luigi.
H2	2021	<i>Metrology-based design of a wearable augmented reality system for monitoring patient's vitals in real time.</i>	ARPAIA, Pasquale; BENEDETTO, Egidio De; DODARO, Concetta Anna; DURACCIO, Luigi; SERVILLO, Giuseppe.
H3	2021	<i>Optimization shape-memory situations of a stimulus responsive composite material.</i>	LIN, Wei-Chun; FAN, Fang-Yu; CHENG, Hsing-Chung; LIN, Yi; SHEN, Yung-Kang; LAI, Jing-Shiuan; WANG, Liping; RUSLIN, Muhammad.
H4	2021	<i>Secure patient data transfer using information embedding and hyperchaos.</i>	ALJUAID, Hanan; PARAH, Shabir A.
H5	2021	<i>Background and research challenges for FC for healthcare 4.0.</i>	SURATI, Shivangi; PATEL, Sanjay; SURATI, Keyur.
H6	2021	<i>Industry 4.0 perspectives in the health sector in Brazil.</i>	SILVEIRA, Franco da; NETO, Italo Rodeghiero; SANTOS, Bruno Miranda dos; GASPARETTO, Rafaela Maria de Oliveira; MACHADO, Filipe Molinar; RODRIGUES, Paulo Cesar Chagas; AMARAL, Fernando Gonçalves.
H7	2021	<i>Health care 4.0: a vision for smart and connected health care.</i>	LI, Jingshan; CARAYON, Pascale.
H8	2021	<i>Artificial intelligence-powered decentralized framework for Internet of Things in healthcare 4.0.</i>	PURI, Vikram; KATARIA, Aman; SHARMA, Vishal.
H9	2021	<i>User-interactive robot skin with large-area scalability for safer and natural human-robot collaboration in future Telehealthcare.</i>	GBOUNA, Zakka V.; PANG, Gaoyang; YANG, Geng; HOU, Zeyang; LV, Honghao; YU, Zhangwei; PANG, Zhibo.
H10	2021	<i>Data Mining in healthcare: applying strategic intelligence techniques to depict 25 years of research development.</i>	KOLLING, Maikel Luis; FURSTENAU, Leonardo B.; SOTT, Michele Kremer; RABAIOLI, Bruna; ULMI, Pedro Henrique; BRAGAZZI, Nicola Luigi; TEDESCO, Leonel Pablo Carvalho.
H11	2021	<i>Impacts of healthcare 4.0 digital technologies on the resilience of hospitals.</i>	TORTORELLA, Guilherme L.; SAURIN, Tarcísio A.; FOGLIATTO, Flavio S.; ROSA, Valentina M.; TONETTO, Leandro M.; MAGRABI, Farah.
H12	2021	<i>Blockchain-based UAV path planning for healthcare 4.0: current challenges and the way ahead.</i>	AGGARWAL, Shubhani; KUMAR, Neeraj; ALHUSSEIN, Musaed; MUHAMMAD, Ghulam.
H13	2021	<i>Role of emerging technologies in future IoT-driven healthcare 4.0 technologies: a survey, current challenges and future directions.</i>	KRISHNAMOORTHY, Sreelakshmi; DUA, Amit; GUPTA, Shashank.
H14	2021	<i>Pervasive and connected digital twins – a vision for digital health.</i>	RICCI, Alessandro; CROATTI, Angelo; MONTAGNA, Sara.
H15	2021	<i>Digital technologies: an exploratory study of their role in the resilience of healthcare</i>	ROSA, Valentina M.; SAURIN, Tarcísio A.; TORTORELLA, Guilherme

		<i>services.</i>	L.; FOGLIATTO, Flavio S.; TONETTO, Leandro M.; SAMSON, Daniel.
H16	2020	<i>How do we need to adapt biomedical engineering education for the health 4.0 challenges.</i>	FRITZSCHE, Holger; BOESE, Axel; FRIEBE, Michael.
H17	2020	<i>Healthtec innovation design-a proposal for a novel master degree program based on unmet clinical need, global healthcare challenges, and 21st century skills.</i>	FRIEBE, Michael.
H18	2020	<i>The adaptiveness of the healthcare system to the fourth industrial revolution: a preliminary analysis.</i>	ĆWIKLICKI, Marek; KLICH, Jacek; CHEN, Junsong.
H19	2020	<i>Secure health data sharing for medical Cyber-Physical Systems for the healthcare 4.0.</i>	QIU, Han; QIU, Meikang; LIU, Meiqin; MEMMI, Gerard.
H20	2020	<i>Feasibility of a wearable reflectometric system for sensing skin hydration.</i>	SCHIAVONI, Raissa; MONTI, Giuseppina; PIUZZI, Emanuele; TARRICONE, Luciano; TEDESCO, Annarita; BENEDETTO, Egidio De; CATALDO, Andrea.
H21	2020	<i>Debunking the myth of industry 4.0 in health care: insights from a systematic literature review.</i>	CAVALLONE, Mauro; PALUMBO, Rocco.
H22	2020	<i>Alzheimer's disease and automatic speech analysis: a review.</i>	PULIDO, María Luisa Barragán; HERNÁNDEZ, Jesús Bernardino Alonso; BALLESTER, Miguel Ángel Ferrer; GONZÁLEZ, Carlos Manuel Travieso; MEKYSKA, Jirí; SMĚKAL, Zdenek;
H23	2020	<i>Health 4.0: on the way to realizing the healthcare of the future.</i>	AL-JAROUDI, Jameela; MOHAMED, Nader; ABUKHOUSA, Eman.
H24	2020	<i>Application of automation and manufacture techniques oriented to a service-based business using the internet of things (IoT) and industry 4.0 concepts.</i>	FLÓREZ, Camilo Andrés Cáceres; ROSÁRIO, João Mauricio; HURTADO, Dario Amaya.
H25	2020	<i>Mapping research trends of Blockchain technology in healthcare.</i>	ANJUM, Hira Fariha; RASID, Siti Zaleha Abdul; KHALID, Haliyana; ALAM, Md. Moshuiul; DAUD, Salwani Mohd; ABAS, Hafiza; SAM, Suriani Mohd; YUSOF, Muhammad Fathi.
H26	2020	<i>Cloud Computing in healthcare - a vision, challenges and future directions.</i>	NARKHEDE, Balkrishna E.; RAUT, Rakesh D.; NARWANE, Vaibhav S.; GARDAS, Bhaskar B.
H27	2020	<i>Closed-loop control of anesthesia: survey on actual trends, challenges and perspectives.</i>	GHITA, Mihaela; NECKEBROEK, Martine; MURESAN, Cristina; COPOT, Dana.
H28	2020	<i>Application of industry 4.0 concept to health care.</i>	LHOTSKA, Lenka.
H29	2020	<i>Digitalizing nursing in the bavarian swabia region of Germany - presentation of the joint project CARE RÉGIO.</i>	ÖRTL, Michael; HOLL, Felix; FOTTELER, Marina; KRAMER, Frank; MAHLER, Andreas; MERLI, Dominik; MESS, Elisabeth Veronica; SCHMID, Stefanie; TEYNOR, Alexandra; FRIEDRICH, Petra; SWOBODA, Walter.

H30	2020	<i>Blockchain envisioned UAV networks: challenges, solutions, and comparisons.</i>	MEHTA, Parimal; GUPTA, Rajesh; TANWAR, Sudeep.
H31	2020	<i>Automatic medical code assignment via Deep Learning approach for intelligent healthcare.</i>	TENG, Fei; MA, Zheng; CHEN, Jie; XIAO, Ming; HUANG, Lufei.
H32	2020	<i>Health record index: secure access of cloud-stored healthcare data.</i>	KIOURTIS, Athanasios; MAVROGIORGOU, Argyro; VIDAKIS, Konstantinos; KYRIAZIS, Dimosthenis.
H33	2020	<i>A semantic similarity evaluation for healthcare ontologies matching to HL7 FHIR resources.</i>	KIOURTIS, Athanasios; MAVROGIORGOU, Argyro; KYRIAZIS, Dimosthenis.
H34	2020	<i>Lightweight proof of game (lpog): a proof of work (pow)'s extended lightweight consensus algorithm for wearable kidneys.</i>	KUMAR, Adarsh; SHARMA, Deepak Kumar; NAYYAR, Anand; SINGH, Saurabh; YOON, Byungun.
H35	2020	<i>Homecare robotic systems for healthcare 4.0: visions and enabling technologies.</i>	YANG, Geng; PANG, Zhibo; DEEN, Jamal; DONG, Mianxiong; ZHANG, Yuan-Ting; LOVELL, Nigel; RAHMANI, Amir M.
H36	2020	<i>The times they are a-changin' - healthcare 4.0 is coming!</i>	CHEN, Chieh-feng; LOH, Ei-Wui; KUO, Ken N.; TAM, Ka-Wai.
H37	2020	<i>Health 4.0: Digital Twins for health and well-being.</i>	BAGARIA, Namrata; LAAMARTI, Fedwa; BADAWI, Hawazin Faiz; ALBRAIKAN, Amani; VELAZQUEZ, Roberto Alejandro Martinez; SADDIK, Abdulmotaleb El.
H38	2020	<i>Securing electronic healthcare records: a mobile-based biometric authentication approach.</i>	HATHALIYA, Jigna J.; TANWAR, Sudeep; EVANS, Richard.
H39	2020	<i>Deep-learning-based SDN model for Internet of Things: an incremental tensor train approach.</i>	SINGH, Amritpal; AUJLA, Gagangeet Singh; GARG, Sahil; KADDOUM, Georges; SINGH, Gurpreet.
H40	2020	<i>Effects of contingencies on healthcare 4.0 technologies adoption and barriers in emerging economies.</i>	TORTORELLA, Guilherme L.; FOGLIATTO, Flavio S.; ESPÔSTO, Kleber F.; VERGARA, Alejandro M. C.; VASSOLO, Roberto; MENDOZA, Diego T.; NARAYANAMURTHY, Gopalakrishnan.
H41	2020	<i>The organizational aspect of human resource management as a determinant of the potential of polish hospitals to manage medical professionals in healthcare 4.0.</i>	BUHELDT, Beata; FRĄCZKIEWICZ-WRONKA, Aldona; DOBROWOLSKA, Małgorzata.
H42	2020	<i>Industry 4.0 and health: Internet of Things, Big Data, and Cloud Computing for healthcare 4.0.</i>	ACETO, Giuseppe; PERSICO, Valerio; PESCAPÉ, Antonio.
H43	2020	<i>An exhaustive survey on security and privacy issues in healthcare 4.0.</i>	HATHALIYA, Jigna J.; TANWAR, Sudeep.
H44	2020	<i>Healthcare 4.0: a review of frontiers in digital health.</i>	JAYARAMAN, Prem Prakash; FORKAN, Abdur Rahim Mohammad; MORSHED, Ahsan; HAGHIGHI, Pari Delir; KANG, Yong-Bin.
H45	2020	<i>Blockchain-based electronic healthcare record system for healthcare 4.0 applications.</i>	TANWAR, Sudeep; PAREKH, Karan; EVANS, Richard.
H46	2020	<i>Industry 4.0 disruption and its neologisms in major industrial sectors: a state of the art.</i>	BONGOMIN, Ocident; YEMANE, Aregawi; KEMBABAZI, Brenda;

			MALANDA, Clement; MWAPE, Mwewa Chikonkolo; MPOFU, Nonsikelelo Sheron; TIGALANA, Dan.
H47	2020	<i>Towards reinforcing healthcare 4.0: a green real-time IIoT scheduling and nesting architecture for COVID-19 large-scale 3D printing tasks.</i>	DARWISH, Lamis R.; FARAG, Mahmoud M.; EL-WAKAD, Mohamed T.
H48	2020	<i>DeTras: Deep Learning-based healthcare framework for IoT-based assistance of Alzheimer patients.</i>	SHARMA, Sumit; DUDEJA, Rajan Kumar; AUJLA, Gagangeet Singh; BALI, Rasmeet Singh; KUMAR, Neeraj.
H49	2020	<i>Towards medical data interoperability through collaboration of healthcare devices.</i>	JALEEL, Abdul; MAHMOOD, Tayyeb; HASSAN, Muhammad Awais; BANO, Gulshan; KHURSHID, Syed Khaldoon.
H50	2020	<i>A novel smart healthcare design, simulation, and implementation using healthcare 4.0 processes.</i>	KUMAR, Adarsh; KRISHNAMURTHI, Rajalakshmi; NAYYAR, Anand; SHARMA, Kriti; GROVER, Vinay; HOSSAIN, Eklas.
H51	2020	<i>Blockchain for 5G-enabled IoT for industrial automation: a systematic review, solutions, and challenges.</i>	MISTRY, Ishan; TANWAR, Sudeep; TYAGI, Sudhanshu; KUMAR, Neeraj.
H52	2020	<i>Measuring the effect of healthcare 4.0 implementation on hospitals' performance.</i>	TORTORELLA, Guilherme L.; FOGLIATTO, Flavio S.; ESPÓSTO, Kleber F.; VERGARA, Alejandro M. C.; VASSOLO, Roberto; MENDOZA, Diego T.; NARAYANAMURTHY, Gopalakrishnan.
H53	2019	<i>Recommendation system using feature extraction and pattern recognition in clinical care systems.</i>	BHATTI, Uzair Aslam; HUANG, Mengxing; WU, Di; ZHANG, Yu; MEHMOOD, Anum; HAN, Huirui.
H54	2019	<i>Healthcare 4.0: trends, challenges and research directions.</i>	TORTORELLA, Guilherme L.; FOGLIATTO, Flavio S.; VERGARA, Alejandro M. C.; VASSOLO, Roberto; SAWHNEY, Rapinder.
H55	2019	<i>Modelling the barriers of health 4.0—the fourth healthcare industrial revolution in India by TISM.</i>	AJMERA, Puneeta; JAIN, Vineet.
H56	2019	<i>Introducing care 4.0: an integrated care paradigm built on industry 4.0 capabilities.</i>	CHUTE, Chaloner; FRENCH, Tara.
H57	2019	<i>A Continuous Noninvasive Arterial Pressure (CNAP) approach for health 4.0 systems.</i>	SANNINO, Giovanna; DE FALCO, Ivano; DE PIETRO, Giuseppe.
H58	2019	<i>Analysis of industry 4.0 technologies applied to the health sector: systematic literature review.</i>	SILVEIRA, Franco da; NETO, Italo Rodeghiero; MACHADO, Filipe Molinar; SILVA, Marcelo Pereira da; AMARAL, Fernando Gonçalves.
H59	2019	<i>A real-time health 4.0 framework with novel feature extraction and classification for brain-controlled IoT-enabled environments.</i>	JAGADISH, B.; MISHRA, P. K.; KIRAN, M. P. R. S.; RAJALAKSHMI, P..
H60	2019	<i>A telemedicine service system exploiting BT/BLE wireless sensors for remote management of chronic patients.</i>	DONATI, Massimiliano; CELLI, Alessio; RUIU, Alessio; SAPONARA, Sergio; FANUCCI, Luca.
H61	2019	<i>IoT-enabled dual-arm motion capture and mapping for telerobotics in home care.</i>	ZHOU, Huiying; LV, Zhibo P.; HUANG, Xiaoyan; YANG, Huayong; YANG, Geng.
H62	2019	<i>Aggregating the syntactic and semantic similarity of healthcare data towards their transformation to HL7 FHIR through ontology matching.</i>	KIOURTIS, Athanasios; NIFAKOS, Sokratis; MAVROGIORGOU, Argyro; KYRIAZIS, Dimosthenis.

H63	2019	<i>Analyzing data and data sources towards a unified approach for ensuring end-to-end data and data sources quality in healthcare 4.0.</i>	MAVROGIORGOU, Argyro; KIOURTIS, Athanasios; PERAKIS, Konstantinos; MILTIADOU, Dimitrios; PITSIOS, Stamatios; KYRIAZIS, Dimosthenis.
H64	2019	<i>Tactile-Internet-based telesurgery system for healthcare 4.0: an architecture, research challenges, and future directions.</i>	GUPTA, Rajesh; TANWAR, Sudeep; TYAGI, Sudhanshu; KUMAR, Neeraj.
H65	2019	<i>Tactile Internet and its applications in 5G era: a comprehensive review.</i>	GUPTA, Rajesh; TANWAR, Sudeep; TYAGI, Sudhanshu; KUMAR, Neeraj.
H66	2019	<i>Healthcare 4.0.</i>	WEHDE, Mark.
H67	2019	<i>Securing electronics healthcare records in healthcare 4.0: a biometric-based approach.</i>	HATHALIYA, Jigna J; TANWAR, Sudeep; TYAGI, Sudhanshu; KUMAR, Neeraj.
H68	2019	<i>Tactile Internet for smart communities in 5G: an insight for NOMA-based solutions.</i>	BUDHIRAJA, Ishan; TYAGI, Sudhanshu; TANWAR, Sudeep; KUMAR, Neeraj; RODRIGUES, Joel J. P. C.
H69	2019	<i>Internet of medical things (IOMT): acquiring and transforming data into HL7 FHIR through 5G Network slicing.</i>	MAVROGIORGOU, Argyro; KIOURTIS, Athanasios; TOULOUPOU, Marios; KAPASSA, Evgenia; KYRIAZIS, Dimosthenis.
H70	2019	<i>Fog computing for 5G-enabled tactile Internet: research issues, challenges, and future research directions.</i>	AGGARWAL, Shubhani; KUMAR, Neeraj.
H71	2019	<i>Evolution from ancient medication to human-centered healthcare 4.0: a review on health care recommender systems.</i>	SHARMA, Deepika; SINGH AUJLA, Gagangeet; BAJAJ, Rohit.
H72	2019	<i>BinDaas: Blockchain-based Deep-Learning as-a-service in healthcare 4.0 applications.</i>	BHATTACHARYA, Pronaya; TANWAR, Sudeep; BODKHE, Umesh; TYAGI, Sudhanshu; KUMAR, Neeraj.
H73	2018	<i>Fog Computing for healthcare 4.0 environment: opportunities and challenges.</i>	KUMARI, Aparna; TANWAR, Sudeep; TYAGI, Sudhanshu; KUMAR, Neeraj.
H74	2018	<i>Introduction to the special section: convergence of automation technology, biomedical engineering, and health informatics toward the healthcare 4.0.</i>	PANG, Zhibo; YANG, Geng; KHEDRI, Ridha; ZHANG, Yuan-Ting.
H75	2017	<i>Data traffic forecast in health 4.0.</i>	PAULIN, Alois.
H76	2017	<i>Health 4.0: application of industry 4.0 design principles in future Asthma management.</i>	THUEMMLER, Christoph; BAI, Chunxue.
H77	2017	<i>The case for health 4.0.</i>	THUEMMLER, Christoph.
H78	2017	<i>Virtualization of health care: the role of capacity building.</i>	LIM, Ai Keow.
H79	2017	<i>Mobile Edge Computing.</i>	NUNNA, Swaroop; GANESAN, Karthikeyan.
H80	2017	<i>A health 4.0 based approach towards the management of Multiple Sclerosis.</i>	GRIGORIADIS, Nikolaos; BAKIRTZIS, Christos; POLITIS, Christos; DANAS, Kostas; THUEMMLER, Christoph; LIM, Ai Keow.

Fonte: Dados da pesquisa

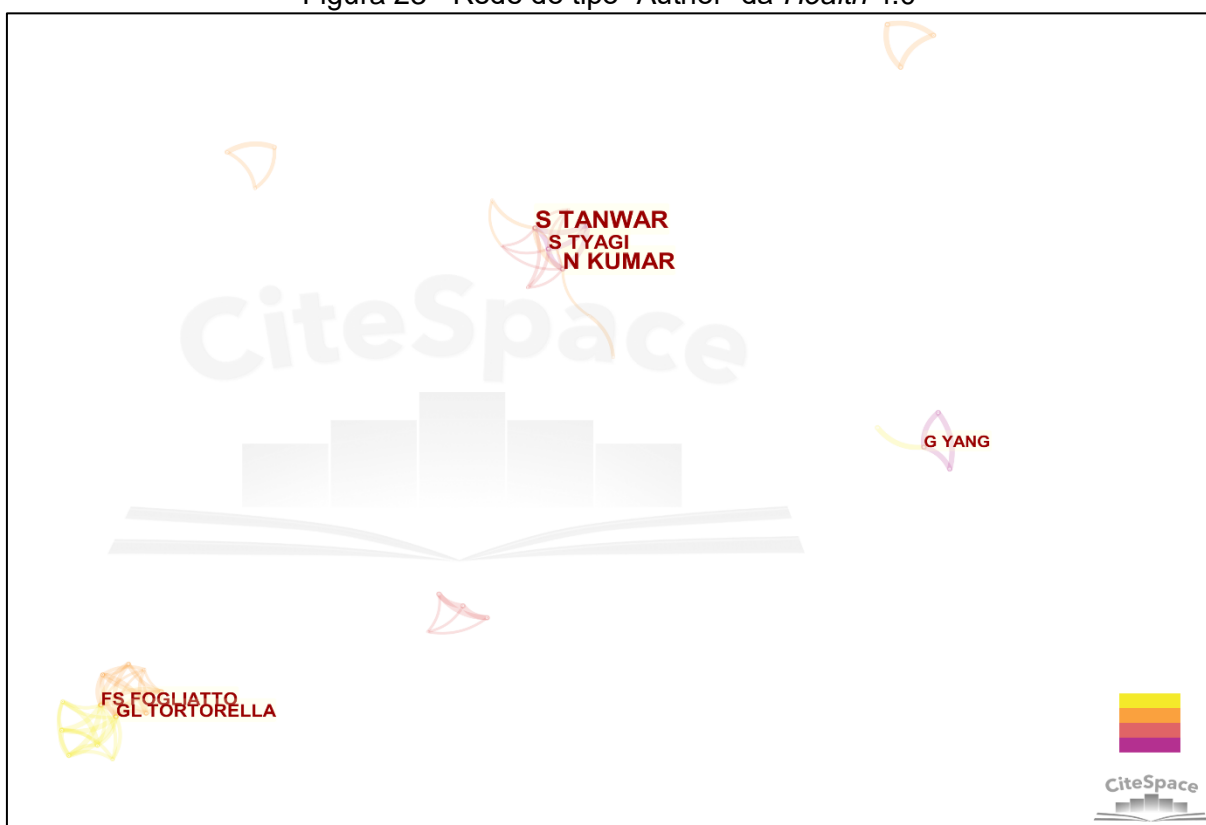
Quadro 12 - Tipo de documento e fonte dos trabalhos da *Health 4.0*

ID	Tipo de documento	Fonte
H1	Artigo	<i>Journal – Measurement.</i>
H2	Artigo	<i>Journal – IEEE Sensors.</i>

H3	Artigo	<i>Journal – Polymers.</i>
H4	Artigo	<i>Journal – Sensors.</i>
H5	Capítulo de livro	<i>Book – Fog Computing for Healthcare 4.0 Environments.</i>
H6	Artigo	<i>Journal – Independent Journal Of Management & Production.</i>
H7	Artigo	<i>Journal – IISE Transactions on Healthcare Systems Engineering.</i>
H8	Artigo	<i>Journal – Transactions on Emerging Telecommunications Technologies.</i>
H9	Artigo	<i>Journal – IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics.</i>
H10	Artigo	<i>Journal – International Journal of Environmental Research and Public Health.</i>
H11	Artigo	<i>Journal – Technological Forecasting and Social Change.</i>
H12	Artigo	<i>Journal – IEEE Network.</i>
H13	Artigo	<i>Journal – Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing.</i>
H14	Artigo	<i>Journal – IEEE Internet Computing.</i>
H15	Artigo	<i>Journal – Applied Ergonomics.</i>
H16	Artigo	<i>Journal – Current Directions in Biomedical Engineering.</i>
H17	Artigo	<i>Journal – Current Directions in Biomedical Engineering.</i>
H18	Artigo	<i>Journal – Futures.</i>
H19	Artigo	<i>Journal – IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics.</i>
H20	Artigo	<i>Journal – Sensors.</i>
H21	Revisão	<i>Journal – The TQM Journal.</i>
H22	Revisão	<i>Journal – Expert Systems with Applications.</i>
H23	Artigo	<i>Journal – IEEE Access.</i>
H24	Artigo	<i>Journal – Gestão & Produção.</i>
H25	Artigo	<i>Journal – IEEE Access.</i>
H26	Artigo	<i>Journal – International Journal of Business Information Systems.</i>
H27	Artigo	<i>Journal – IEEE Access.</i>
H28	Revisão	<i>Book – Proceedings of the 17th International Conference on Wearable Micro and Nano Technologies for Personalized Health.</i>
H29	Artigo	<i>Journal – The Importance of Health Informatics in Public Health during a Pandemic.</i>
H30	Revisão	<i>Journal – Computer Communications.</i>
H31	Artigo	<i>Journal – IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics.</i>
H32	Artigo	<i>Journal – Studies in Health Technology and Informatics.</i>
H33	Artigo	<i>Book – Digital Personalized Health and Medicine.</i>
H34	Artigo	<i>Journal – Sensors.</i>
H35	Artigo	<i>Journal – IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics.</i>
H36	Artigo	<i>Journal – Journal of Medical Systems.</i>
H37	Capítulo de livro	<i>Book – Connected Health in Smart Cities.</i>
H38	Artigo	<i>Journal – Journal of Information Security and Applications.</i>
H39	Artigo	<i>Journal – IEEE Internet of Things Journal.</i>
H40	Artigo	<i>Journal – Technological Forecasting and Social Change.</i>
H41	Artigo	<i>Journal – Sustainability.</i>
H42	Revisão	<i>Journal – Journal of Industrial Information Integration.</i>
H43	Revisão	<i>Journal – Computer Communications.</i>
H44	Revisão	<i>Journal – Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery.</i>

H45	Artigo	<i>Journal – Journal of Information Security and Applications.</i>
H46	Revisão	<i>Journal – Journal of Engineering.</i>
H47	Artigo	<i>Journal – IEEE Access.</i>
H48	Artigo	<i>Journal – Neural Computing and Applications.</i>
H49	Artigo	<i>Journal – IEEE Access.</i>
H50	Artigo	<i>Journal – IEEE Access.</i>
H51	Artigo	<i>Journal – Mechanical Systems and Signal Processing.</i>
H52	Artigo	<i>Journal – Production Planning & Control.</i>
H53	Artigo	<i>Journal – Enterprise information systems.</i>
H54	Artigo	<i>Journal – Production Planning & Control.</i>
H55	Artigo	<i>Journal – Operations Management Research.</i>
H56	Artigo	<i>Journal – International Journal of Environmental Research and Public Health.</i>
H57	Artigo	<i>Journal – IEEE Transactions on Industrial Informatics.</i>
H58	Capítulo de livro	<i>Book – Occupational and Environmental Safety and Health.</i>
H59	Artigo	<i>Journal – Neural Computation.</i>
H60	Artigo	<i>Journal – Technologies.</i>
H61	Artigo	<i>Journal – IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics.</i>
H62	Artigo	<i>Journal – International Journal of Medical Informatics.</i>
H63	Artigo	<i>Journal – Computer Methods and Programs in Biomedicine.</i>
H64	Artigo	<i>Journal – IEEE Network.</i>
H65	Artigo	<i>Journal – International Journal of Communication Systems.</i>
H66	Artigo	<i>Journal – IEEE Engineering Management Review.</i>
H67	Artigo	<i>Journal – Computers & Electrical Engineering.</i>
H68	Artigo	<i>Journal – IEEE Transactions on Industrial Informatics.</i>
H69	Artigo	<i>Journal – Emerging Science Journal.</i>
H70	Artigo	<i>Journal – Mobile Networks and Applications.</i>
H71	Artigo	<i>Journal – International Journal of Communication Systems.</i>
H72	Artigo	<i>Journal – IEEE Transactions on Network Science and Engineering.</i>
H73	Artigo	<i>Journal – Computers & Electrical Engineering.</i>
H74	Artigo	<i>Journal – IEEE Reviews in Biomedical Engineering.</i>
H75	Capítulo de livro	<i>Book – Health 4.0: How Virtualization and Big Data are Revolutionizing Healthcare.</i>
H76	Capítulo de livro	<i>Book – Health 4.0: How Virtualization and Big Data are Revolutionizing Healthcare.</i>
H77	Capítulo de livro	<i>Book – Health 4.0: How Virtualization and Big Data are Revolutionizing Healthcare.</i>
H78	Capítulo de livro	<i>Book – Health 4.0: How Virtualization and Big Data are Revolutionizing Healthcare.</i>
H79	Capítulo de livro	<i>Book – Health 4.0: How Virtualization and Big Data are Revolutionizing Healthcare.</i>
H80	Capítulo de livro	<i>Book – Health 4.0: How Virtualization and Big Data are Revolutionizing Healthcare.</i>

Fonte: Dados da pesquisa

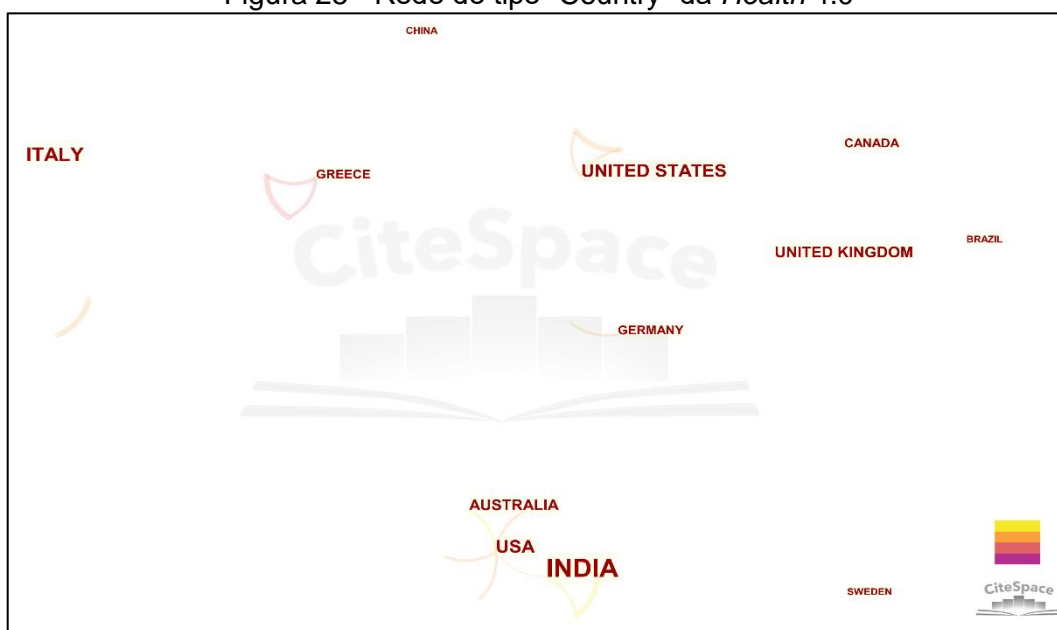
Figura 23 - Rede do tipo "Author" da *Health 4.0*

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Figura 24 - Autores mais citados na rede "Author" da *Health 4.0*

Count	Cent...	Year	Authors
10	0.00	2018	S TANWAR
9	0.01	2018	N KUMAR
6	0.00	2018	S TYAGI
5	0.00	2020	GL TORTORELLA
5	0.00	2020	FS FOGLIATTO
4	0.00	2018	G YANG
3	0.00	2019	D KYRIAZIS
3	0.00	2018	Z PANG
3	0.00	2020	R VASSOLO

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Figura 25 - Rede do tipo “Country” da *Health 4.0*

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Figura 26 - Países mais citados na rede “Country” da *Health 4.0*

Count	Centr...	Year	Countries
16	0.03	2018	INDIA
7	0.00	2019	ITALY
6	0.00	2019	UNITED STATES
6	0.05	2020	USA
4	0.00	2020	AUSTRALIA
4	0.00	2019	UNITED KINGDOM
3	0.00	2019	CANADA
3	0.00	2020	GERMANY
3	0.00	2019	GREECE
2	0.00	2019	SWEDEN
2	0.00	2019	CHINA
2	0.00	2019	BRAZIL

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Figura 27 - Rede do tipo “Category” da Health 4.0

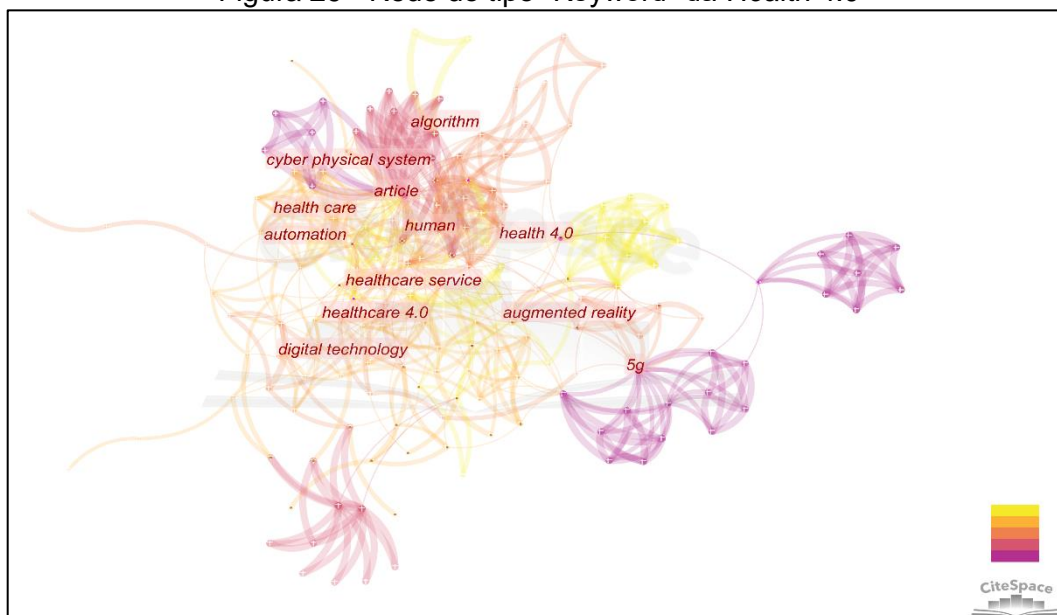


Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Figura 28 - Categorias mais citadas na rede “Category” da Health 4.0

Count	Centr...	Year	WoS Categories
3	0.33	2020	DELIVERY OF HEALTH CARE
2	0.04	2020	ELECTRONIC HEALTH RECORDS
1	0.00	2020	MEDICAL RECORDS SYSTEMS, COMPUTERIZED
1	0.00	2020	ARTIFICIAL INTELLIGENCE
1	0.00	2020	BIOLOGICAL ONTOLOGIES
1	0.00	2020	HUMANS
1	0.00	2020	HEALTH RESOURCES
1	0.00	2020	CLOUD COMPUTING
1	0.00	2019	ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY
1	0.00	2019	NEUROSCIENCES & NEUROLOGY
1	0.00	2020	GERMANY
1	0.00	2020	BIG DATA
1	0.00	2020	REPRODUCIBILITY OF RESULTS
1	0.00	2021	MANAGEMENT
1	0.00	2020	INDUSTRY
1	0.00	2020	NURSING
1	0.00	2020	COMPUTER SECURITY
1	0.00	2021	TELECOMMUNICATIONS
1	0.00	2019	NEUROSCIENCES
1	0.00	2019	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE
1	0.00	2019	COMPUTER SCIENCE
1	0.00	2020	SEMANTICS
1	0.00	2020	SYSTEMS INTEGRATION
1	0.00	2021	BUSINESS & ECONOMICS
1	0.00	2019	ENGINEERING

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Figura 29 - Rede do tipo "Keyword" da *Health 4.0*

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Figura 30 - Palavras-chave mais citadas na rede "Keyword" da *Health 4.0*

Count	Cent...	Year	Keywords
41	0.06	2018	health care
26	0.14	2018	healthcare 4.0
20	0.32	2017	health 4.0
13	0.15	2018	human
13	0.02	2019	artificial intelligence
12	0.09	2019	internet of thing
12	0.10	2017	industry 4.0
10	0.27	2018	article
8	0.04	2020	blockchain
7	0.03	2020	healthcare
6	0.06	2018	healthcare industry
6	0.14	2018	fog computing
5	0.03	2019	health care system
5	0.01	2018	hospital
5	0.07	2019	deep learning
5	0.08	2019	diagnosis
4	0.01	2020	healthcare system
4	0.01	2019	hl7 fhir
4	0.14	2020	healthcare service
4	0.00	2020	cloud computing
4	0.02	2018	digital storage
4	0.01	2020	wearable technology
4	0.04	2019	security and privacy
4	0.16	2017	cyber physical system
4	0.11	2020	digital technology
3	0.10	2019	automation
3	0.01	2017	iot
3	0.04	2020	data mining
3	0.02	2019	tactile internet
3	0.00	2020	internet of things (iot)
3	0.05	2019	3d printer
3	0.12	2017	real time system
3	0.01	2020	electronic healthcare record
3	0.14	2017	5g
3	0.01	2019	delivery of health care
3	0.00	2020	disruptive technology
3	0.00	2020	interoperability
3	0.08	2019	augmented reality
3	0.00	2017	5g network
3	0.00	2020	access control
3	0.02	2020	embedded system
3	0.00	2018	enabling technology
3	0.00	2020	service industry
3	0.00	2019	5g mobile communication system
3	0.03	2020	security

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Quadro 13 - Principais objetivos, ferramentas/tecnologias e aplicações dos trabalhos da *Health 4.0*

ID	Objetivos	Ferramentas/Tecnologias e Aplicações
H1	Propor um sistema integrado de monitoramento em tempo real, para acompanhar os sinais vitais dos pacientes em salas de cirurgia.	AR e Interface Cérebro-Computador.
H2	Propor um sistema para o monitoramento dos sinais vitais dos pacientes em salas de cirurgia, caracterizado em termos de taxas de erro de transmissão e latência.	AR.
H3	Discutir sobre o processamento ideal de materiais compostos responsivos a estímulos.	Impressoras 3D e 4D.
H4	Desenvolver um novo esquema de interpolação que forneça uma camada dupla de segurança para criptografia dos dados de registros eletrônicos em sistemas médicos cibernéticos.	Sistema Ciberfísico Médico (MCPS – <i>Medical Cyber-Physical System</i>) <i>Hyperchaos</i> e módulo de interpolação.
H5	Abordar os desafios de pesquisas sobre a FC dentro do contexto da H4.0.	FC.
H6	Apresentar as perspectivas da indústria 4.0 em relação ao setor saúde, bem como suas características no Brasil por meio da experiência de profissionais da área.	Entrevistas com profissionais que atuam no contexto tecnológico da saúde do Brasil. IoT.CC.
H7	Discutir a evolução histórica da saúde, descrevendo as características da H4.0 e apontando desafios e oportunidades.	Revisão da literatura.
H8	Propor um <i>framework</i> descentralizado, que autentica dispositivos de IoT e assegura os registros de saúde do paciente (PHR - <i>Patient Healthcare Records</i>), baseada em AI e <i>Blockchain</i> .	Estrutura de IoT, AI e <i>Blockchain</i> .
H9	Sugerir uma solução de sensoriamento de proximidade, baseada na tecnologia auto capacitiva (<i>self-capacitive technology</i>), que forneça sentido de toque para robôs colaborativos e torne a colaboração homem-robô segura e natural.	Robótica, placa de circuito impresso flexível e colaboração humano-robô.
H10	Identificar tópicos estratégicos e a evolução da temática da mineração de dados na saúde através de uma análise de desempenho bibliométrico e análise de rede (<i>Bibliometric Performance and Network Analysis</i>).	Mineração de dados (DM - <i>Data Mining</i>) e o software bibliométrico SciMAT.
H11	Explorar o impacto de dez tecnologias digitais da H4.0 no contexto de hospitais em relação habilidades de resiliência: monitorar, antecipar, responder e aprender.	Pesquisa prática com 109 especialistas em saúde e em H4.0.
H12	Elaborar uma arquitetura de três camadas para coleta, processamento e transmissão de dados médicos em tempo real, que garanta segurança e privacidade aos dados médicos.	Transferência de dados médico com segurança e privacidade por meio de uma estrutura para veículo aéreo não tripulado (UAV - <i>Unmanned Aerial Vehicle</i>), baseada em <i>Blockchain</i> .
H13	Revisar trabalhos sobre os sistemas H4.0, identificando lacunas, apresentar o H-IoT (<i>Healthcare Internet of Things</i>) e discutir o paradigma de Rede Corporal sem Fio (WBAN - <i>Wireless Body Area Network</i>) e as tecnologias emergentes.	Aborda cinco tecnologias de habilitação de sistemas H-IoT: <i>Blockchain</i> , aprendizado de máquina, <i>Fog Computing</i> , <i>Big Data Analytics</i> e redes definidas por software (<i>software-defined networks</i>).

H14	Discutir a aplicação dos gêmeos digitais (DT - <i>Digital Twins</i>) na saúde.	DT.
H15	Investigar dez tecnologias digitais derivadas da H4.0 em termos de sua contribuição percebida pelos profissionais da área da saúde.	Entrevistas com profissionais de prontos-socorros e unidades de terapia intensiva.
H16	Apontar as novas habilidades requeridas aos profissionais de Engenharia Biomédica frente ao H4.0.	Inovação nos métodos de ensino sobre saúde, voltado a Engenharia Biomédica.
H17	Apresentar uma proposta de educação de mestrado interdisciplinar baseada em necessidades clínicas não atendidas, desafios globais de saúde e habilidades do século 21.	Inovação nos métodos de ensino sobre saúde.
H18	Apresentar uma análise preliminar sobre o modo como um sistema de saúde está preparado para absorver os resultados da quarta revolução industrial.	Identificação dos principais determinantes da capacidade adaptativa dos sistemas de saúde.
H19	Propor um método seguro de armazenamento e compartilhamento de dados do Prontuário de Saúde Eletrônico.	MCPS, algoritmo de criptografia seletiva e CC.
H20	Investigar a viabilidade de um sistema de detecção de hidratação da pele.	Monitoramento remoto de pacientes. Técnica de medição eletrônica chamada <i>Time-Domain Reflectometry</i> .
H21	Resumir o estado da arte a respeito da H4.0, bem como suas possíveis aplicações, consequências e desvantagens.	Revisão da literatura.
H22	Realizar um estudo da arte a respeito de técnicas de análise automática de fala e voz para o monitoramento de pacientes com a doença de Alzheimer.	Revisão sobre técnicas de análise automática de fala e voz.
H23	Definir os principais objetivos e aplicativos da H4.0, propondo uma estrutura de suporte.	<i>Service-Oriented Middleware</i> – software que permite integração entre aplicações.
H24	Propor uma abordagem da H4.0 para detecção de gargalos no fluxo de trabalho em serviços de urgência.	<i>E-health</i> e simulação computacional.
H25	Mapear tendências de desenvolvimento de pesquisas na área da saúde e publicações a respeito do <i>Blockchain</i> no domínio da saúde, utilizando uma ferramenta analítica denominada VOSviewer.	Revisão sobre o tema e sobre <i>Blockchain</i> .
H26	Fornecer uma revisão da literatura sobre a CC na área de saúde.	Revisão sobre a CC.
H27	Fornecer as percepções atualizadas da pesquisa de entrega de medicamentos e conscientizar os anestesiológicos sobre a utilidade de se integrar automação e troca de dados.	Automação.
H28	Descrever o conceito da I4.0 e seu reflexo na área da saúde.	Revisão da literatura.
H29	Projeto de pesquisa que visa apoiar a prestação de cuidados de saúde por meio da revisão da literatura e entrevistas com especialistas.	Revisão e entrevistas.
H30	Explorar os problemas de segurança em redes de UAV habilitados para 5G de acordo com a literatura publicada e um estudo de caso.	Segurança em redes de UAV, Internet 5G e <i>Blockchain</i> .
H31	Propor uma abordagem de Aprendizagem Profunda (DL - <i>Deep Learning</i>) e mineração de tópicos médicos para prever códigos de registros médicos.	Abordagem de mineração de tópicos médicos e DL usando AI.
H32	Propor uma metodologia de indexação de registros de saúde que facilita o acesso aos dados de saúde armazenados em nuvem, em circunstâncias emergenciais.	Aplicativos de compartilhamento de dados médicos e CC.

H33	Investigar qual a técnica mais eficiente para transformar conjunto de dados de saúde em HL7 FHIR (<i>Fast Healthcare Interoperability Resources</i> – padrão utilizado em programação de aplicativos de trocas de registros eletrônicos de saúde).	HL7 FHIR.
H34	Propor um sistema baseado em processos da H4.0, que apresenta as vantagens da tecnologia <i>Blockchain</i> e algoritmos de consenso baseados na teoria dos jogos.	<i>Blockchain</i> e algoritmos de consenso baseados na teoria dos jogos.
H35	Abordar novas visões e recursos de sistemas robóticos de atendimento domiciliar baseado em Sistemas Ciberfísicos.	Sistemas robóticos de atendimento domiciliar, AI, CC e CPS.
H36	Discorre sobre a evolução da saúde tendo em vista as inovações tecnológicas.	Revisão da literatura.
H37	Proporcionar uma visão geral da literatura sobre DT aplicado a saúde.	Revisão sobre DT.
H38	Desenvolver uma abordagem de sistema de saúde da H4.0 para dispositivos móveis, que proteja registros eletrônicos de saúde.	Segurança de registros eletrônicos de saúde por meio de algoritmo.
H39	Projetar uma nova abordagem de redes inteligentes baseado em DL e IoT.	DL e IoT.
H40	Descreve cinco fatores de contingência e barreira associadas a adoção da H4.0 e suas tecnologias em economias emergentes.	Pesquisas com profissionais da área.
H41	Avaliar o envolvimento e as funções dos principais atores em hospitais, e identificar o potencial destas instituições em atender aos requisitos da H4.0.	Entrevistas com profissionais.
H42	Analisar a literatura quanto a adoção das tecnologias da I4.0 na saúde e descrever as principais tecnologias e paradigmas relacionados.	Revisão da literatura.
H43	Revisar e analisar a literatura acerca da segurança e privacidade de dados na H4.0, necessária ao uso de tecnologias como FC.	Revisão da literatura voltada a FC.
H44	Realizar uma revisão sistemática das fronteiras digitais da H4.0 por meio e uma metodologia de pirâmide da sabedoria.	Revisão da literatura.
H45	Apresentar soluções para melhorar as limitações atuais em sistemas de assistência médica que usam a tecnologia <i>Blockchain</i> , e propor um algoritmo de política de controle de acesso para melhorar a acessibilidade de dados.	Sistemas de assistência médica e <i>Blockchain</i> .
H46	Identificar neologismos na I4.0 e ilustrar a convergência de tecnologia disruptiva nos principais setores industriais.	Revisão da literatura.
H47	Propor uma arquitetura de programação adaptada para demandas de impressão 3D em grande escala.	Impressoras 3D.
H48	Elaborar uma estrutura baseada em DL para a assistência de pacientes com Alzheimer (denominado DeTrAs).	DL. Assistência de pacientes com Alzheimer.
H49	Apresentar uma estrutura de interoperabilidade de dados médicos, por meio da colaboração de dispositivos de assistência médica (denominado MeDIC).	Estrutura de interoperabilidade de dados médicos.
H50	Projetar um sistema inteligente de assistência médica, por meio da integração e interoperabilidade do <i>Blockchain</i> e da H4.0.	<i>Blockchain</i> . IoT.
H51	Revisar propostas de última geração voltadas ao uso do <i>Blockchain</i> e IoT habilitado para 5G.	Revisão voltada ao <i>Blockchain</i> , IoT e 5G.
H52	Identificar tecnologias e barreiras de implementação associadas a H4.0, e testar seu impacto na melhoria de desempenho de hospitais.	Revisão da literatura e entrevistas.
H53	Propor um modelo, baseado na análise dos padrões de doenças e do corpo humano, orientado a serviços de saúde.	Arquitetura de Sistemas de Informação em Saúde (HIS-Health Information Systems)

H54	Examinar as tendências, desafios e lacunas teóricas na implementação da H4.0.	Revisão de escopo da literatura.
H55	Explorar as barreiras inerentes a implementação da H4.0 na Índia.	Estudo de caso.
H56	Apresentar uma visão geral a respeito das tendências da política de saúde e cuidados na Escócia, bem como propor um novo paradigma para serviços integrados e centrados no paciente, denominado "Care 4.0".	Revisão sobre o tema.
H57	Propor uma abordagem para a estimativa adequada dos valores da pressão arterial de pacientes, de forma contínua, não invasiva e em tempo real.	Sensores de fotopleitismografia e algoritmo de AI.
H58	Apresentar uma análise da Indústria 4.0 relacionada ao setor saúde, assim como suas respectivas características no Brasil.	Revisão sobre o tema.
H59	Desenvolver uma arquitetura da H4.0 em tempo real e controlada pelo cérebro para a utilização por pessoas com deficiência.	Ambientes habilitados ao IoT e eletroencefalografia.
H60	Apresentar uma plataforma de telemedicina para monitorar remotamente o estado clínico de pacientes crônicos.	Plataforma de monitoramento remoto de pacientes crônicos.
H61	Elaborar e propor uma arquitetura Telerobótica que oferece suporte a sistemas de saúde centrados em casa e habilitada para IoT (<i>Home-TeleBot</i>).	Robótica. Telerobótica. IoT.
H62	Propor um mecanismo de saúde que garante interoperabilidade por meio da transformação de dados de saúde na estrutura HL7 FHIR.	Estrutura HL7 FHIR.
H63	Demonstrar um mecanismo que avalia a qualidade de diversos conjuntos de dados, comparando este a qualidade das fontes de dados correspondentes.	Captura de dados de uma fonte com qualidade.
H64	Analisar e fornecer <i>insights</i> sobre o sistema de telecirurgia, baseado em Internet Tátil e 5G, voltando ao contexto da H4.0.	Internet Tátil e 5G.
H65	Fornecer <i>insights</i> sobre o futuro da Internet na era 5G.	Internet 5G.
H66	Abordar os conceitos e mudanças decorrentes da H4.0.	Revisão da literatura.
H67	Propor um esquema de autenticação para garantir o acesso seguro dos pacientes ao <i>Electronic Health Record (EHR)</i> com base biométrica.	Esquema de autenticação biométrica para acesso a EHR.
H68	Discutir a arquitetura de comunicação baseada em acesso múltiplo não ortogonal específico (NOMA - <i>Application-Specific Nonorthogonal Multiple Access</i>) para Internet Tátil e 5G.	Internet tátil e 5G.
H69	Elaborar uma plataforma de gestão eficiente para os dados de assistência médica, usando de técnicas de aquisição de dados, divisão de rede 5G e interoperabilidade de dados.	Internet 5G. HL7 FHIR.
H70	Analisar o uso da FC direcionada a Internet 5G, bem como seus desafios e futuras direções de pesquisa.	Revisão da literatura voltada a FC e a Internet 5G.
H71	Realizar uma pesquisa abrangente sobre sistemas de recomendação de saúde e paradigmas associados, e destacar diferentes tecnologias que apoiam a transformação digital.	Revisão da literatura.
H72	Elaborar um <i>framework</i> direcionado ao compartilhamento de registros eletrônicos de saúde, baseado em <i>Blockchain</i> e DL.	EHR. <i>Blockchain</i> . DL.
H73	Analisar o papel da FC, CC e da IoT em serviços e propor um sistema orientado ao paciente para o processamento e transmissão de dados em tempo real.	FC. CC. IoT
H74	Discutir a mudança no paradigma de projeto do sistema de <i>loop</i> aberto, pequeno e único para <i>loop</i> fechado, grande e	Revisão da literatura.

	múltiplo.	
H75	Discutir as implicações esperadas pela H4.0 no tráfego de dados no sistema de saúde geral, tendo como campo de estudo um hospital alemão.	Revisão da literatura, focado no tráfego de dados.
H76	Discutir a validade dos princípios de <i>design</i> da I4.0 para o campo da saúde.	Revisão da literatura e princípios de <i>design</i> .
H77	Abordar as mudanças de paradigma nos sistemas de saúde em função das novas tecnologias e estratégias da I4.0.	Revisão da literatura.
H78	Tratar da capacitação do paciente para o autogerenciamento de sua saúde.	Aprendizagem dos pacientes por meio do uso de tecnologias e aplicativos digitais.
H79	Apresentar uma visão geral do <i>Mobile Edge Computing</i> (MEC), um esboço de sua arquitetura, recursos e desafios, bem como discutir sobre as plataformas potenciais que poderiam ser construídas.	MEC.
H80	Analisar como a esclerose múltipla pode ser tratada no contexto da H4.0.	Revisão voltada a esclerose múltipla critérios de <i>design</i> .

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 14 - Principais resultados dos trabalhos do estudo de escopo da *Health 4.0*

ID	Principais Resultados
H1	O sistema implementado e validado experimentalmente demonstrou eficácia e confiabilidade.
H2	O sistema demonstrou eficácia e confiabilidade em termos de taxas de erro de transmissão e latência.
H3	Através do uso da modelagem por deposição fundida, foi possível imprimir uma tira de ácido polilático e criar um material composto com memória de forma.
H4	O novo esquema de interpolação permitiu a obtenção de mídia de melhor qualidade e aumento da segurança dos registros eletrônicos.
H5	A revisão demonstrou a importância da FC para o armazenamento de grande quantidade de dados de monitoramento dos pacientes, tendo como vantagens a redução de latência, do tempo de resposta, da largura de banda e da utilização de energia.
H6	Apresenta um mapa conceitual da H4.0, indicando as tecnologias mais utilizadas na esfera da saúde no Brasil: IoT e CC.
H7	Para aproveitar as oportunidades e enfrentar os desafios inerentes a abordagem da H4.0 em sistemas de saúde, recomenda-se o engajamento de todos os interessados, o envolvimento de muitas tecnologias e metodologias no processo (quantitativos e qualitativos), a conexão entre <i>hardware</i> e software e a centralização nos seres humanos (pacientes e profissionais).
H8	O <i>framework</i> proposto foi testado em tempo real e o seu desempenho foi avaliado em termos de tempo para gerar e registrar solicitações, consumo de energia, taxa de transferência, latência média e consumo de gás.
H9	A solução proposta se divide em um modo de interação e um de segurança, e apresentou boa capacidade de aumentar a segurança e desempenho estável.
H10	A evolução da mineração de dados na saúde foi organizada em duas áreas distintas, sendo essas: práticas e técnicas relacionadas e conceitos de saúde e doença apoiados. Ademais, são propostos o uso de outros softwares bibliométricos, como VOSviewer e o CiteSpace.
H11	Discorre sobre o uso de (como IoT, AI, AR e CC) e indicam quatro aplicações digitais da H4.0 que podem oferecer oportunidades novas e amplas para o desempenho resiliente do setor de saúde: suporte interconectado de emergência médica, cuidado digital não invasivo, plataformas digitais para compartilhamento de dados dos pacientes, consultas remotas e elaboração de planos de atendimento em tempo real.
H12	Os resultados mostraram que o modelo proposto foi eficaz para a transmissão confiável de dados e preservação da privacidade de informações de saúde confidenciais, além de

	melhorias de desempenho no compartilhamento de dados.
H13	Destacou-se a necessidade fundamental de estabelecer segurança e privacidade em sistemas de saúde.
H14	Os DT estão sendo explorados e aplicados no âmbito da tecnologia da informação para a digitalização de ativos estratégicos nas organizações de saúde.
H15	Os resultados mostram que os prontos-socorros e as unidades de terapia intensiva são mais beneficiados pelas tecnologias H4.0.
H16	As novas habilidades requeridas são: trabalho intensivo com equipe interdisciplinar, visão visionária, habilidades avançadas de comunicação, empreendedorismo e liderança, gerenciamento avançado de equipe e de projeto, compreensão da economia da saúde e dos fluxos de trabalho clínicos atuais e futuros.
H17	Foi identificado a necessidade de inovação nas seguintes capacitações: empatia em relação às partes interessadas, identificação das áreas problemáticas e compreensão das necessidades de saúde no futuro.
H18	Os determinantes mais significativos encontrados foram: regulamentos legais, recursos financeiros e capital humano.
H19	O modelo estruturado garantiu a privacidade dos dados do Prontuário de Saúde Eletrônico mesmo em casos onde os meios de transmissão e as chaves estão comprometidos.
H20	A aplicabilidade do sistema proposto foi validada por meio de testes em substâncias de referência e na pele humana.
H21	São apontadas as aplicações da H4.0 (ferramentas, dispositivos e medidas destinados a melhorar a gestão dos recursos e a relação paciente-provedor); suas consequências (afetar a situação legal, social e econômica das organizações) e desvantagens (incompatibilidade da Indústria 4.0 e o foco no cliente e redução do toque humano na prestação do serviço e da ética do cuidado).
H22	Os resultados mostraram que uma estrutura da H4.0 oferece a possibilidade de avaliação de pacientes com Alzheimer por meio de métodos não invasivos e técnicas rápidas e econômicas.
H23	A estrutura permitiu a comunicação e integração entre aplicações de diferentes plataformas e tecnologias avançadas. Além disso, foram identificados quatro tipos de aplicações: direcionadas ao paciente, de suporte aos profissionais de saúde, de gerenciamento de recursos e de sistemas de saúde de alto nível.
H24	Os resultados da pesquisa demonstraram uma melhora na qualidade do serviço prestado, além da otimização dos recursos, da redução do tempo de internação e da taxa de mortalidade.
H25	O estudo mostra a tendência anual das publicações, os principais autores listados, institutos, países e editoras de todo o mundo sobre o <i>Blockchain</i> .
H26	A utilização da computação em nuvem pode otimizar recursos, melhorar a eficiência e colaborar para a integração entre prestadores de serviços da área da saúde.
H27	Os resultados demonstram que a integração entre automação e troca de dados na prática clínica pode conceder segurança ao paciente e eficiência econômica e dos médicos.
H28	Descrever o conceito de Indústria 4.0 e seu reflexo na área da saúde.
H29	Ainda em andamento, a pesquisa pretende apoiar a saúde com a ajuda da digitalização.
H30	Uma solução de segurança baseada em <i>Blockchain</i> foi apresentada, assim como um resumo dos desafios da integração desta tecnologia com UAV habilitado para 5G.
H31	Foi desenvolvido um sistema de codificação com potencial para melhorar muito a eficiência e a precisão dos codificadores humanos e acelerar o uso secundário de informática clínica, baseado em AI.
H32	Foram criados dois aplicativos em Java para Android, utilizando o armazenamento em nuvem do Dropbox, que permitiu a troca de dados, porém não garantiu sua privacidade.
H33	Identificou-se a técnica de similaridade semântica mais eficiente nos casos de saúde.
H34	De modo geral, foi observado que a tecnologia <i>Blockchain</i> e os sistemas centrados em dados trazem transparência, confiabilidade e acessibilidade.
H35	Os sistemas robóticos de atendimento domiciliar baseado em CPS fornecem maior velocidade e execução mais inteligente.
H36	Discorre sobre as inovações da H4.0.
H37	A tecnologia dos DT apresentou capacidade para melhorar a saúde e o bem-estar das

	<p>peças, porém faz-se necessário obter confiabilidade e privacidade dos dados.</p>
H38	<p>A abordagem proposta mostrou-se adequada em termos de custos de computação e comunicação.</p>
H39	<p>O modelo proposto demonstrou melhorias significativas em relação a atraso, taxa de transferência, espaço de armazenamento e precisão.</p>
H40	<p>Os resultados indicam que as contingências afetam a adoção de tecnologias H4.0 e as barreiras associadas, sendo estas: propriedade, idade do hospital, funcionalidade, número de funcionários e número de leitos de internação.</p>
H41	<p>Os resultados demonstraram que os hospitais envolvem os gerentes de linha na gestão, porém a falta de competência gerencial pode ser uma grande barreira para lidar com os desafios da H4.0.</p>
H42	<p>As tecnologias da I4.0 aplicadas na saúde demonstraram a capacidade de alterar a forma de fornecer serviços e produtos.</p>
H43	<p>São apresentadas as vantagens e limitações de várias técnicas de segurança e privacidade de dados médicos, necessárias a tecnologias como FC.</p>
H44	<p>Fornecer uma visão geral de facilitadores digitais que sustentam a H4.0.</p>
H45	<p>O sistema de <i>Blockchain</i> proposto permite melhorar a eficiência e segurança dos sistemas de assistência médica.</p>
H46	<p>Um total de 99 neologismos da I4.0 foram identificados, entre esses a H4.0.</p>
H47	<p>Os resultados provaram a robustez e a escalabilidade da arquitetura proposta.</p>
H48	<p>O DeTrAs demonstrou uma melhoria de quase 20% em termos de precisão, se comparado a diferentes algoritmos de aprendizado de máquina existentes.</p>
H49	<p>A estrutura colaborativa melhora o tempo de resposta, sendo esse um fator crítico em aplicações médicas em tempo real.</p>
H50	<p>O sistema foi validado por meio de algoritmos e métodos de otimização e simulação estatística.</p>
H51	<p>Os resultados mostram que o <i>Blockchain</i> pode revolucionar as aplicações industriais em diferentes setores.</p>
H52	<p>Os resultados indicam que as tecnologias da H4.0 apresentaram um efeito positivo e significativo no desempenho dos hospitais.</p>
H53	<p>A ferramenta desenvolvida fornece soluções para um Sistema de Gestão Empresarial (ERP - Enterprise Management System), reduzindo doenças crônicas e taxas de mortalidade.</p>
H54	<p>As pesquisas em H4.0 abordam de forma interdisciplinar um conjunto diversificado de aplicativos e funcionalidades, sendo mais comumente encontrado nos fluxos de informação dos hospitais.</p>
H55	<p>As principais barreiras a implementação foram: ausência de apoio político e do alto escalão administrativo, bem como a inexistência de sistemas de apoio à manutenção adequados e de mão de obra qualificada e exclusiva.</p>
H56	<p>Os resultados descrevem os benefícios que as ferramentas da Indústria 4.0 poderiam gerar, como a personalização dos serviços e abordagens mais preventivas.</p>
H57	<p>A abordagem proposta mostrou-se viável para a estimativa contínua e em tempo real dos valores de pressão arterial.</p>
H58	<p>O setor de saúde deve adotar tecnologias da I4.0 para melhorar, entre outras coisas, a digitalização de dados, a interconectividade entre máquinas e comandos e tornar os bancos de dados mais eficientes. As principais tecnologias apontadas foram CC e IoT.</p>
H59	<p>Os resultados da implementação de <i>hardware</i> mostram que este possibilita a utilização por pessoas com deficiência.</p>
H60	<p>A plataforma de telemedicina permite a aquisição, distribuição, processamento, apresentação e armazenamento de dados dos pacientes crônicos. Além disso, permite que profissionais monitorem à distância seus pacientes, com planos de tratamento personalizados, reduzindo casos de internações e melhorando a qualidade de vida dos pacientes.</p>
H61	<p>A abordagem proposta facilita o Telerobô a executar tarefas de uma forma natural, por meio do mapeamento de espaço de trabalho e planejamento de caminho de manipuladores de robôs.</p>
H62	<p>O mecanismo oferece novas oportunidades no campo da interoperabilidade em saúde, porém mostra-se quase impossível a criação de padrões sintáticos ou semânticos para a compreensão da natureza de um conjunto de dados de saúde.</p>

H63	O mecanismo proposto fornece resultados eficientes, garantindo a qualidade dos dados.
H64	A arquitetura proposta possui tempo de resposta mais veloz e com maior confiabilidade.
H65	A Internet Tátil pode fornecer interações entre objetos virtuais, com o intuito de fornecer a sensação de ambiente real.
H66	Mudanças fundamentais irão remodelar a indústria de assistência médica, com um foco maior na prevenção e intervenção precoce.
H67	O esquema biométrico projetado mostrou-se seguro e superior, em termos de custos de computação e comunicação, em comparação aos demais esquemas tradicionais existentes.
H68	Foram apresentadas várias variantes do NOMA e sua adequação a aplicativos baseados em Internet de baixa latência.
H69	A plataforma permite a obtenção e segmentação de diferentes fatias da rede 5G de acordo com a gravidade e os requisitos de computação de diferentes cenários médicos. Posteriormente, os dados de cada fatia de rede foram transformados em formato compatível com HL7 FHIR.
H70	O uso da FC direcionada a Internet 5G oferece suporte a baixa latência e alta confiabilidade.
H71	O estudo apresenta uma visão geral dos sistemas de saúde e uma análise profunda dos sistemas de recomendação de cuidados de saúde.
H72	O <i>framework</i> opera em duas fases, uma composta por esquema de autenticação e assinatura criptografada, e outra por conjuntos de dados que preveem com precisão doenças futuras com base em indicadores atuais e características do paciente.
H73	Os resultados oferecem <i>insights</i> para os usuários finais sobre a aplicabilidade dos dispositivos, além de fornecer um sistema de três camadas orientado para o paciente.
H74	De modo geral foram discutidos tópicos e desafios de pesquisa emergentes na saúde.
H75	As tendências futuras sobre o tráfego de dados foram: propriedade e governança de dados; gerenciamento reverso da cadeia de suprimentos e garantia de segurança; e a globalização crescente da assistência à saúde.
H76	Os princípios de <i>design</i> funcionam muito bem no domínio da saúde, principalmente na medicina de precisão e na evolução de produtos farmacêuticos inteligentes em doenças crônicas não transmissíveis.
H77	As mudanças de paradigma nos sistemas de saúde são necessárias para o atendimento da demanda por serviços de saúde, referente a crescente taxa de envelhecimento da sociedade.
H78	Considera-se a aprendizagem como um fator determinante para o sucesso da virtualização dos cuidados de saúde, aumentando o conhecimento e habilidades dos pacientes e ajudando-os a se tornarem parceiros ativos em seus cuidados com a saúde.
H79	As seguintes plataformas usando o MEC poderiam ser construídas: estrutura de colaboração baseada em contexto em tempo real, uma arquitetura de rede híbrida, uma estrutura de controlador de dados e uma arquitetura de software para dados.
H80	Os resultados enfatizam a capacidade da H4.0 de oferecer suporte à interoperabilidade, permitindo a troca de dados em tempo real, em qualquer lugar e com segurança; atendendo às necessidades individuais dos pacientes.

Fonte: Dados da pesquisa

APÊNDICE C – Resultados do Mapeamento da *Lean Healthcare*

Figura 31 - Rede do tipo "Author" da *Lean Healthcare*

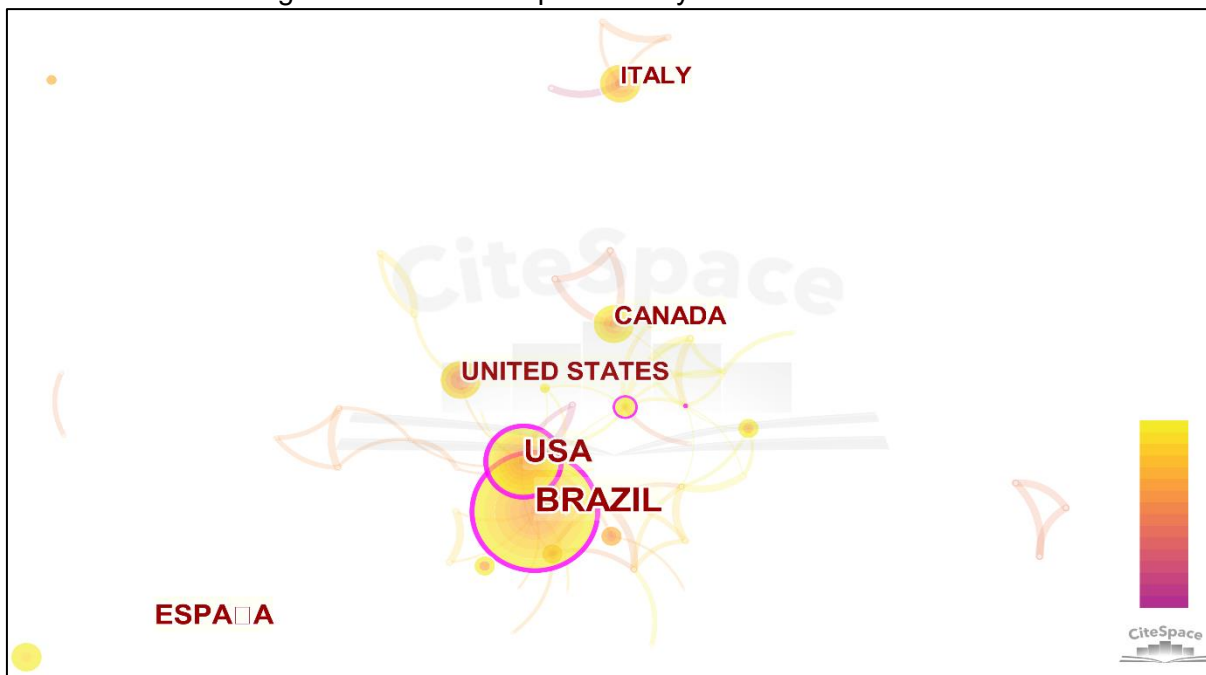


Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Figura 32 - Autores mais citados na rede "Author" da *Lean Healthcare*

Count	Centr...	Year	Authors
16	0.00	2006	A BUDIA
16	0.00	2006	ALICIA SCHULHOF
16	0.00	2006	ANN JOHNSTON
15	0.00	2006	ALVAIR SILVEIRA TORRESJUNIOR
14	0.00	2006	D VIVASCONSUELO
12	0.00	2006	F BORONAT
12	0.00	2006	E BROSETA

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Figura 33 - Rede do tipo “Country” da *Lean Healthcare*

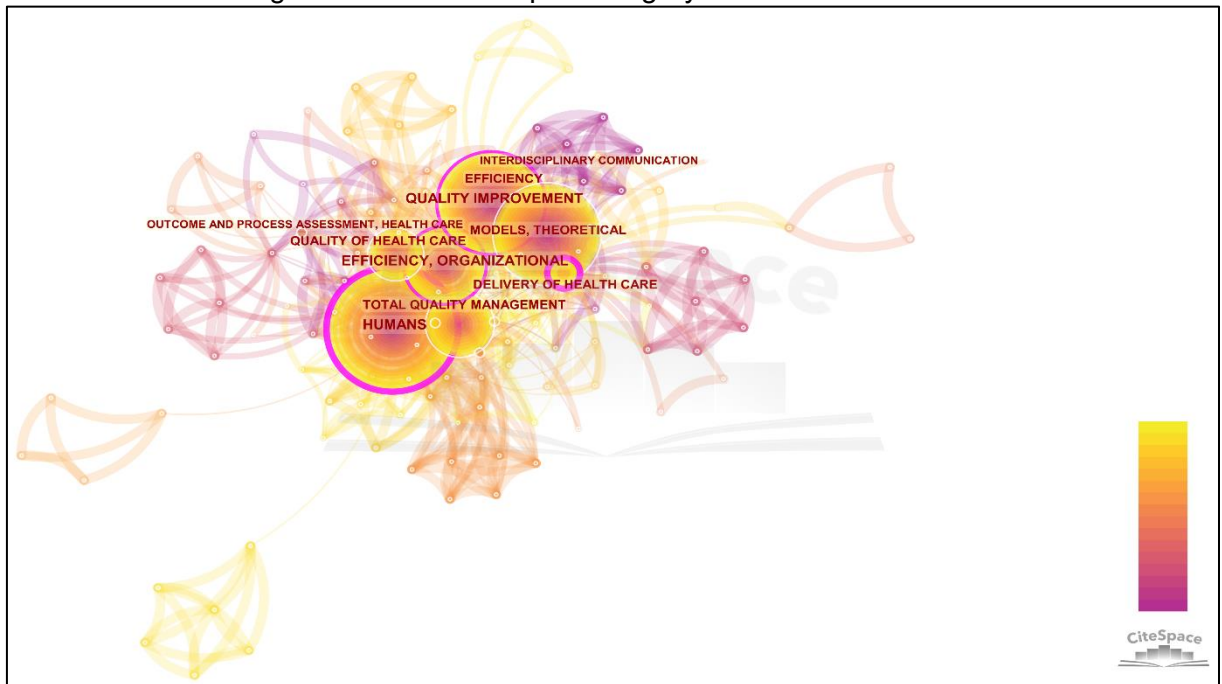
Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

O CiteSpace identifica e contabiliza dentro do conjunto de trabalhos inseridos as ocorrências iguais de escrita, ou seja, se houve uma divergência na forma de escrita de um mesmo termo em trabalhos diferentes, estes são contabilizados de maneira separada. Na Figura 34, por exemplo, o software contabilizou “BRAZIL” e “BRASIL” separadamente, devido as diferenças na escrita identificadas nos trabalhos. Os resultados apresentados neste trabalho consideram a somatória de ocorrências de todos os termos que representam o mesmo trabalho ou item analisado.

Figura 34 - Países mais citados na rede “Country” da *Lean Healthcare*

Count	Cent...	Year	Countries
72	0.22	2006	BRAZIL
49	0.32	2006	USA
32	0.00	2006	ESPAÑA
21	0.05	2011	CANADA
21	0.05	2009	UNITED STATES
19	0.00	2008	ITALY
15	0.00	2012	SPAIN
2	0.00	2020	BRASIL

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

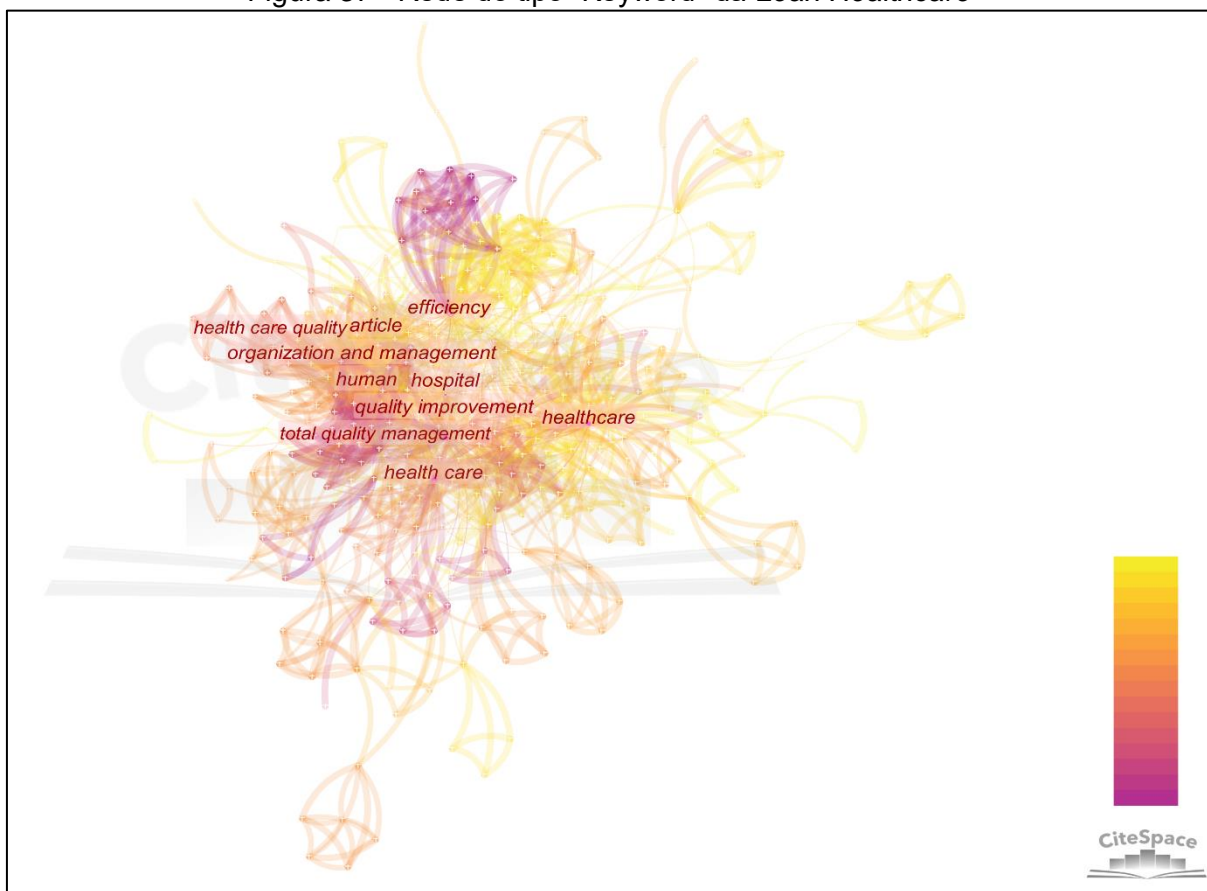
Figura 35 - Rede do tipo "Category" da *Lean Healthcare*

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Figura 36 - Categorias mais citadas na rede “Category” da *Lean Healthcare*

Count	Cent...	Year	WoS Categories				
				6	0.07	2010	ATTITUDE OF HEALTH PERSONNEL
87	0.25	2006	HUMANS	6	0.06	2006	UNITED KINGDOM
69	0.11	2006	QUALITY IMPROVEMENT	5	0.01	2012	EMERGENCY SERVICE, HOSPITAL
57	0.20	2006	EFFICIENCY, ORGANIZATIONAL	5	0.02	2014	HEALTH FACILITIES
49	0.09	2006	TOTAL QUALITY MANAGEMENT	5	0.00	2016	ENGINEERING, MANUFACTURING
49	0.01	2006	MODELS, THEORETICAL	4	0.01	2015	ENGINEERING, MULTIDISCIPLINARY
45	0.03	2006	QUALITY OF HEALTH CARE	4	0.04	2015	MALE
35	0.35	2006	DELIVERY OF HEALTH CARE	4	0.04	2015	FEMALE
34	0.03	2006	EFFICIENCY	4	0.04	2014	CROSS-SECTIONAL STUDIES
33	0.02	2006	OUTCOME AND PROCESS ASSESSMENT, HEALTH CARE	4	0.07	2010	HOSPITAL ADMINISTRATION
32	0.01	2006	INTERDISCIPLINARY COMMUNICATION	4	0.06	2010	ORGANIZATIONAL INNOVATION
30	0.00	2014	HEALTH CARE SCIENCES & SERVICES	3	0.01	2017	HOSPITALS
25	0.00	2014	HEALTH POLICY & SERVICES	3	0.04	2015	SURVEYS AND QUESTIONNAIRES
19	0.12	2006	LEADERSHIP	3	0.00	2018	BUSINESS
19	0.01	2015	BUSINESS & ECONOMICS	3	0.00	2014	NURSING
19	0.05	2006	PATIENT SATISFACTION	3	0.00	2016	COMPUTER SCIENCE
19	0.06	2006	COST SAVINGS	2	0.00	2012	ONTARIO
17	0.00	2006	BRAZIL	2	0.00	2015	HEALTH PERSONNEL
17	0.00	2015	MANAGEMENT	2	0.00	2021	BENCHMARKING
16	0.00	2006	FORMATIVE FEEDBACK	2	0.01	2017	ADULT
16	0.00	2006	HEALTH POLICY	2	0.00	2016	COMPUTER SCIENCE, INTERDISCIPLINARY APPLICATIONS
16	0.00	2006	COMMERCE	2	0.00	2009	HEALTH SERVICES
16	0.01	2006	HEALTH SERVICES ADMINISTRATION	2	0.00	2015	GENERAL & INTERNAL MEDICINE
16	0.01	2006	EDUCATION, MEDICAL, CONTINUING	2	0.04	2013	PROGRAM EVALUATION
16	0.00	2006	EQUIPMENT AND SUPPLIES	2	0.00	2014	QUALITATIVE RESEARCH
16	0.00	2006	CORONARY CARE UNITS	2	0.00	2006	STATE MEDICINE
16	0.01	2011	ENGINEERING	2	0.00	2020	LENGTH OF STAY
15	0.00	2006	HOSPITAL DEPARTMENTS	2	0.01	2006	PRIMARY HEALTH CARE
15	0.00	2006	HOSPITALS, GENERAL	2	0.00	2020	WORKFLOW
14	0.03	2006	SWEDEN	2	0.01	2009	ORGANIZATIONAL CULTURE
13	0.01	2006	PROCESS ASSESSMENT, HEALTH CARE	2	0.01	2015	HOSPITALS, UNIVERSITY
12	0.00	2006	PATIENT READMISSION	2	0.00	2016	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE
12	0.00	2006	PRACTICE MANAGEMENT, MEDICAL	2	0.01	2014	ORGANIZATIONAL CASE STUDIES
11	0.00	2015	ENGINEERING, INDUSTRIAL	2	0.01	2015	HOSPITAL UNITS
9	0.00	2006	QUALITY INDICATORS, HEALTH CARE	1	0.00	2020	CURRICULUM
8	0.00	2016	OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE	1	0.00	2020	HEALTH RECORDS, PERSONAL
8	0.00	2006	REHABILITATION CENTERS	1	0.00	2013	DISASTER PLANNING
7	0.00	2006	TERTIARY CARE CENTERS	1	0.00	2010	DISASTER MEDICINE
7	0.00	2020	ENVIRONMENTAL SCIENCES	1	0.00	2016	GROSS DOMESTIC PRODUCT
7	0.00	2020	ENVIRONMENTAL SCIENCES & ECOLOGY	1	0.00	2014	PATIENT-CENTERED CARE
7	0.00	2019	PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH	1	0.00	2009	EVIDENCE-BASED MEDICINE
7	0.00	2006	UROLOGY	1	0.00	2020	COVID-19

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

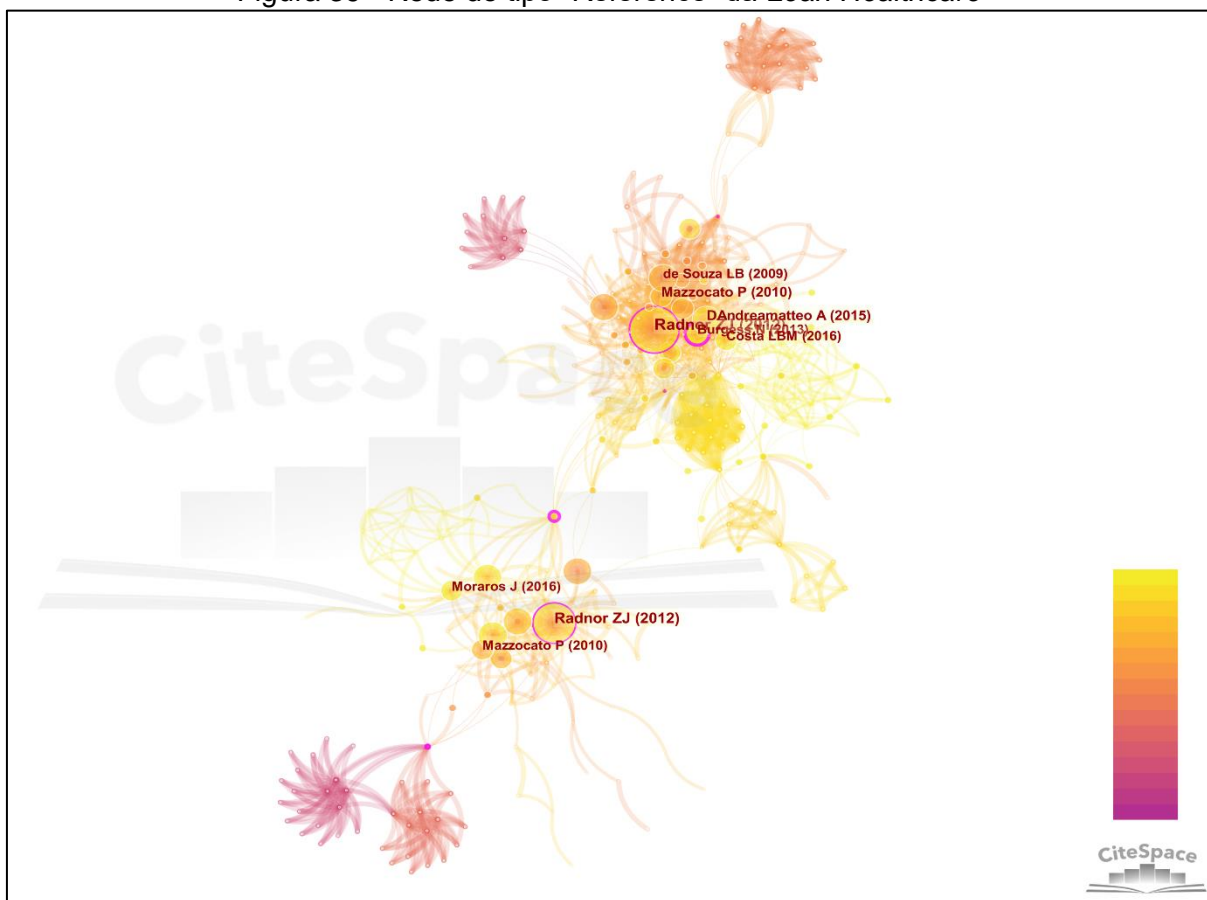
Figura 37 - Rede do tipo "Keyword" da *Lean Healthcare*

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

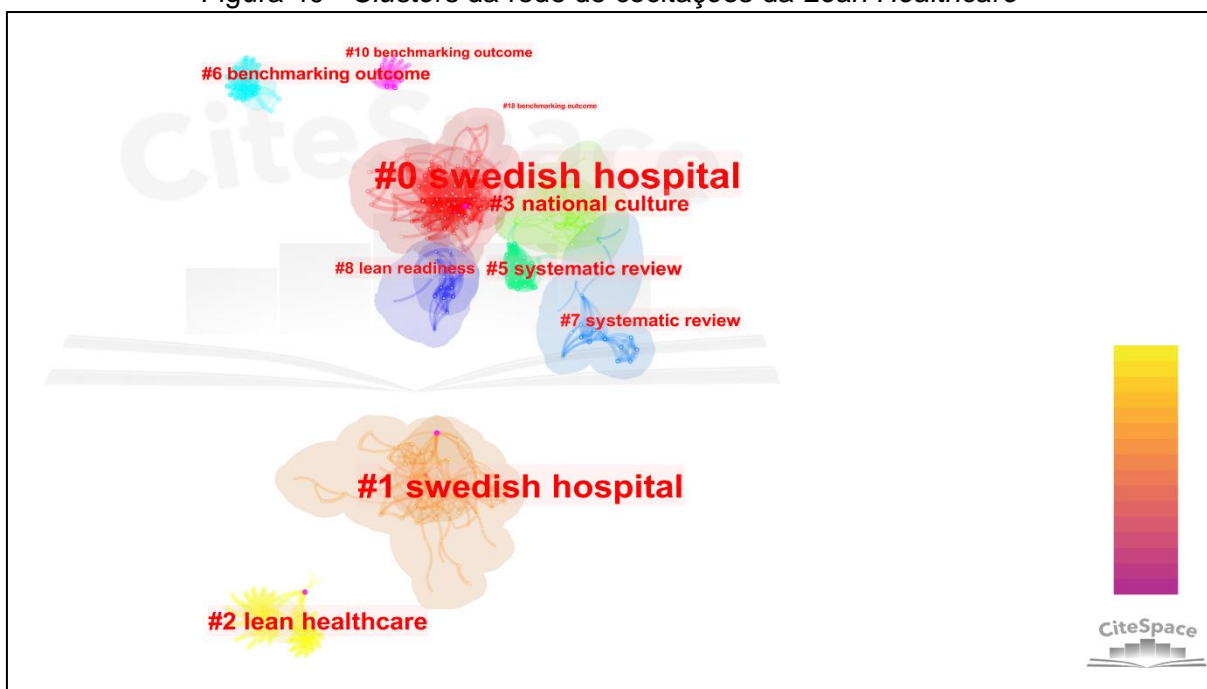
Figura 38 - Palavras-chave mais citadas na rede "Keyword" da *Lean Healthcare*

Count	Centr...	Year	Keywords	7	0.01	2017	organization
154	0.07	2006	lean healthcare	7	0.00	2014	multidisciplinary care team
57	0.06	2009	human	7	0.02	2015	healthcare management
49	0.17	2006	efficiency	7	0.01	2014	productive ward
46	0.15	2014	quality improvement	7	0.03	2020	systematic review
41	0.20	2012	healthcare	6	0.00	2006	metodolog□a lean healthcare
37	0.21	2009	health care	6	0.00	2017	human experiment
36	0.06	2014	total quality management	6	0.00	2018	turnaround time
36	0.07	2006	organization and management	6	0.00	2006	mejora continua
33	0.08	2013	lean	6	0.02	2016	6 sigma
33	0.24	2006	hospital	6	0.02	2015	review
31	0.09	2014	implementation	6	0.00	2015	model
28	0.10	2010	management	6	0.00	2020	health care system
27	0.03	2006	continuous improvement	6	0.00	2014	employee engagement
26	0.06	2006	article	6	0.05	2017	value
24	0.03	2017	thinking	6	0.05	2018	emergency department
20	0.06	2015	quality	5	0.00	2014	health facility
20	0.04	2009	health care delivery	5	0.01	2017	primary care
18	0.08	2006	health care quality	5	0.01	2020	length of stay
17	0.01	2009	delivery of health care	5	0.00	2017	productivity
17	0.08	2014	leadership	5	0.02	2015	lean six sigma
17	0.03	2009	health service	5	0.00	2017	outcm
16	0.07	2012	lean management	5	0.03	2020	covid-19
15	0.01	2018	performance	5	0.02	2019	principle
14	0.08	2009	lean production	5	0.00	2015	health care cost
13	0.02	2006	process assessment	5	0.00	2021	benchmarking
13	0.02	2015	male	5	0.00	2014	program implementation
13	0.00	2006	clinical management	5	0.03	2018	waste
13	0.02	2015	female	5	0.00	2014	hospital unit
12	0.03	2016	value stream mapping	5	0.02	2016	literature review
12	0.03	2013	procedure	5	0.00	2014	health care facility
12	0.00	2006	lean healthcare methodology	5	0.04	2015	patient centered care
12	0.04	2016	patient flow	5	0.03	2006	great britain
11	0.04	2017	adult	5	0.00	2007	urology
11	0.05	2014	healthcare operation	5	0.00	2006	proceso de evaluaci□n
10	0.04	2012	lean thinking	5	0.00	2014	nurse attitude
10	0.00	2006	satisfaction	5	0.00	2006	satisfacci□n lean healthcare
10	0.00	2006	lean healthcare satisfaction	4	0.00	2015	lean process improvement
10	0.03	2017	case study	4	0.03	2010	attitude of health personnel
10	0.00	2018	system	4	0.01	2006	national health service
10	0.04	2016	workflow	4	0.00	2014	methodology
9	0.00	2006	gesti□n cl□nica	4	0.02	2018	bibliometric
9	0.00	2006	eficiencia	4	0.00	2017	philosophy
9	0.01	2014	standard	4	0.00	2020	organizational culture
9	0.05	2017	process improvement	4	0.00	2012	lean tool
9	0.00	2006	eficiencia de la organizaci□n	4	0.01	2012	hospital sector
9	0.04	2017	patient satisfaction	4	0.01	2012	emergency service
9	0.01	2014	employee	4	0.00	2017	lesson
8	0.00	2006	organizational efficiency	4	0.03	2017	change management
8	0.04	2018	sustainability	4	0.00	2021	physician
8	0.03	2016	lean manufacturing	4	0.00	2013	hospital management
8	0.02	2020	operations management	3	0.00	2017	developing country
7	0.01	2008	lean implementation	3	0.00	2017	doctor patient relation
7	0.00	2006	quality of health care	3	0.01	2015	care
7	0.01	2018	simulation	3	0.00	2006	economics
7	0.04	2017	process management	3	0.00	2020	sterile processing department
7	0.00	2014	health service research	3	0.00	2020	employee participation

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Figura 39 - Rede do tipo "Reference" da *Lean Healthcare*

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Figura 40 - *Clusters* da rede de citações da *Lean Healthcare*

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Figura 41 - Valores da rede de cocitações da *Lean Healthcare*

CiteSpace, v. 5.7.R5 (64-bit) W
 Modularity Q=0.7535
 Weighted Mean Silhouette S=0.9169
 # clusters 61

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Na Figura 42 estão dispostos os trabalhos com maior número de citações dentro dos *clusters* analisados (#0, #1, #2, #3 e #5). A coluna “Covage” informa o número de vezes que os respectivos trabalhos estiveram presentes no *clusters*. Por sua vez, a coluna “GCS” apresenta a quantidade de vezes que o trabalho foi citado na amostragem total inserida no Citespace. Por exemplo, na primeira linha o trabalho de Costa (2016), pertencente ao *cluster* #0, foi citado 30 vezes pelos estudos que compõem o *cluster* #0, e citado 88 vezes nos trabalhos de toda a amostragem.

Figura 42 - Informações sobre os *clusters*

Citing Articles Keywords			
Coverage	GCS	LCS	Bibliography
30	88	0	Costa, Luana Bonome Message (2016.0) Lean healthcare: review, classification and analysis of literature . PRODUCTION PLANNING & CONTROL, V27, P14 DOI 10.1080/09537287.2016.1143131
27	240	0	D'Andreamatteo, Antonio (2015.0) Lean in healthcare: a comprehensive review . HEALTH POLICY, V119, P13 DOI 10.1016/j.healthpol.2015.02.002

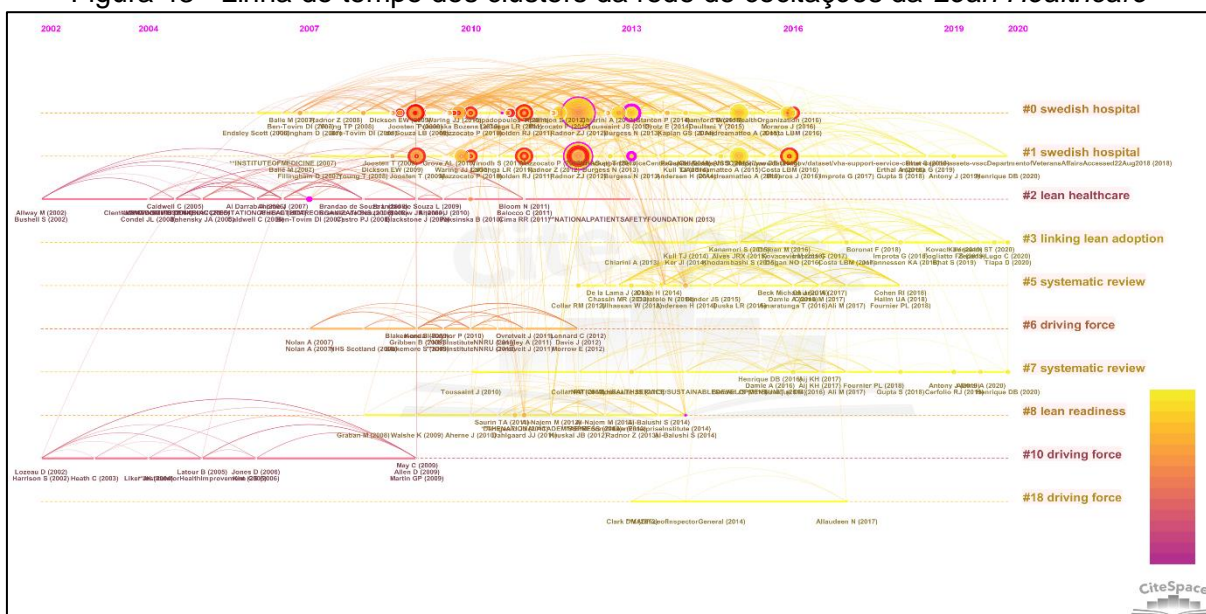
Cited References Keywords			
Centrality	Author	Year	Cluster
0.33	Burgess N	2013	1
0.20	Ben-Tovim DI	2007	2
0.18	Radnor ZJ	2012	1
0.12	Radnor Z	2011	0

Clusters			
Select	Cluster ID	Size	Silhouette
<input checked="" type="checkbox"/>	0	85	0.805
<input checked="" type="checkbox"/>	1	69	0.988
<input checked="" type="checkbox"/>	2	38	0.982
<input checked="" type="checkbox"/>	3	29	0.844
<input checked="" type="checkbox"/>	5	22	0.938

Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Ademais, a Figura 42 mostra os maiores valores de centralidade assumidos pelos trabalhos pertencentes aos *clusters* observados (#0, #1, #2, #3 e #5). O trabalho de maior valor de centralidade (0.33) pertence ao *cluster* #1. Além disso, também são apresentados outros dados dos *clusters*, sendo estes: número de membros (*size*) e valor de silhueta (*silhouette*). Por exemplo, o *cluster* #0 possui 85 membros e um valor de silhueta de 0.805.

Figura 43 - Linha do tempo dos clusters da rede de citações da *Lean Healthcare*



Fonte: Dados da pesquisa via CiteSpace

Quadro 15 - Identificação das publicações mais relevantes da *Lean Healthcare*

ID	Ano	Título das pesquisas	Autores
L1	2007	<i>Lean thinking across a hospital: redesigning care at the Flinders Medical Centre.</i>	BEN-TOVIM, David I.; BASSHAM, Jane E.; BOLCH, Denise; MARTIN, Margaret A.; DOUGHERTY, Melissa; SZWARCBORD, Michael.
L2	2009	<i>Trends and approaches in lean healthcare.</i>	SOUZA, Luciano Brandao.
L3	2009	<i>Application of lean thinking to health care: issues and observations.</i>	JOOSTEN, Tom; BONGERS, Inge; JANSSEN, Richard.
L4	2009	<i>Use of Lean in the Emergency Department: A Case Series of 4 Hospitals.</i>	DICKSON, Eric W.; ANGUELOV, Zlatko; VETTERICK, Diana; ELLER, Andrew; SINGH, Sabi.
L5	2010	<i>Lean healthcare: Rhetoric, ritual and resistance.</i>	WARING, Justin J.; BISHOP, Simon.
L6	2010	<i>The Current State of Lean Implementation in Health Care: Literature Review.</i>	POKSINSKA, Bozena.
L7	2010	<i>Lean thinking in healthcare: a realist review of the literature.</i>	MAZZOCATO, Pamela; SAVAGE, Carl; BROMMELS, Mats; ARONSSON, Hakan; THOR, Johan.
L8	2011	<i>Lean Thinking in Emergency Departments: A Critical Review.</i>	HOLDEN, Richard J.
L9	2011	<i>The role of actor associations in understanding the implementation of Lean</i>	PAPADOPOULOS, Thanos; RADNOR, Zoe; MERALI, Yasmin.

		<i>thinking in healthcare.</i>	
L10	2011	<i>Implementing Lean in Health Care: Making the link between the approach, readiness and sustainability.</i>	RADNOR, Zoe.
L11	2012	<i>Lean in healthcare: The unfilled promise?</i>	RADNOR, Zoe J.; HOLWEG, Matthias; WARING, Justin.
L12	2013	<i>Evaluating Lean in healthcare.</i>	BURGESS, Nicola; RADNOR, Zoe.
L13	2015	<i>Lean in Healthcare: a comprehensive review.</i>	D'ANDREAMATTEO, Antonio; IANNI, Luca; LEGA, Federico; SARGIACOMO, Massimo.
L14	2016	<i>Lean healthcare: review, classification and analysis of literature.</i>	COSTA, Luana Bonome Message; GODINHO FILHO, Moacir.

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 16 - Identificação das publicações mais citadas recentemente da *Lean Healthcare*

ID	Ano	Título das pesquisas	Autores
L15	2017	<i>State of research and future research tendencies in lean healthcare: a bibliometric analysis.</i>	FILSER, Lukas D.; SILVA, Fábio Francisco da; OLIVEIRA, Otávio José de.
L16	2017	<i>Lean healthcare in developing countries: evidence from Brazilian hospitals.</i>	COSTA, Luana Bonome Message; GODINHO FILHO, Moacir; RENTES, Antonio Freitas; BERTANI, Thiago Moreno; MARDEGAN, Ronaldo.
L17	2017	<i>Making the value flow: application of value stream mapping in a Brazilian public healthcare organisation.</i>	TORTORELLA, Guilherme Luz; FOGLIATTO, Flávio Sanson; ANZANELLO, Michel; MARODIN, Giuliano Almeida; GARCIA, Mayara; ESTEVES, Rafael Reis.
L18	2017	<i>A value-based taxonomy of improvement approaches in healthcare.</i>	COLLDÉN, Christian; GREMYR, Ida; HELLSTRÖM, Andreas; SPORRAEUS, Daniella.
L19	2017	<i>Can lean contribute to work intensification in healthcare?</i>	REES, Gareth H.; GAULD, Robin.
L20	2017	<i>Does Lean healthcare improve patient satisfaction? A mixed-method investigation into primary care.</i>	POKSINSKA, Bozena Bonnie; FIALKOWSKA-FILIPEK, Malgorzata; ENGSTRÖM, Jon.
L21	2017	<i>Factors influencing lean implementation in healthcare organizations: An ISM approach.</i>	PATRI, Rojalin; SURESH, M.
L22	2017	<i>Healthcare Quality Improvement and 'work engagement': concluding results from a national, longitudinal, cross-sectional study of the 'Productive Ward-Releasing Time to Care' Programme.</i>	WHITE, Mark; BUTTERWORTH, Tony; WELLS, John SG.
L23	2017	<i>Lean Management to support Choosing Wisely in healthcare: the first evidence from a systematic literature review.</i>	CREMA, Maria; VERBANO, Chiara.
L24	2018	<i>An innovative procedure for introducing the lean concept into the internal drug supply chain of a hospital.</i>	REGATTIERI, Alberto; BARTOLINI, Alessandro; CIMA, Maddalena; FANTI, Maria Giulia; LAURITANO, Diego.
L25	2018	<i>Improvement of laboratory turnaround time using lean methodology.</i>	GUPTA, Shradha; KAPIL, Sahil; SHARMA, Monica.

L26	2018	<i>Lean Six Sigma to reduce intensive care unit length of stay and costs in prolonged mechanical ventilation.</i>	TRZECIAK, Stephen; MERCINCAVAGE, Michael; ANGELINI, Cory; COGLIANO, William; DAMUTH, Emily; ROBERTS, Brian W.; ZANOTTI, Sergio; MAZZARELLI, Anthony J.
L27	2018	<i>Lean healthcare: scale, scope and sustainability.</i>	HALLAM, Cory RA; CONTRERAS, Carolina.
L28	2018	<i>Reconstituting lean in healthcare: From waste elimination toward 'queue-less' patient-focused care.</i>	SCHONBERGER, Richard J.
L29	2019	<i>Lean management practices in healthcare sector: a literature review.</i>	PARKHI, Shilpa Shekhar.
L30	2019	<i>Literature review on lean healthcare implementation: assessment methods and practices.</i>	AUGUSTO, Byanca Pinheiro; TORTORELLA, Guilherme Luz.
L31	2019	<i>Lean readiness within emergency departments: a conceptual framework.</i>	ALNAJEM, Mohamad; GARZA-REYES, Jose Arturo; ANTONY, Jiju.
L32	2019	<i>Lean in healthcare organization: an opportunity for environmental sustainability.</i>	SINGH, Poonam.
L33	2020	<i>Leadership behaviors during lean healthcare implementation: a review and longitudinal study.</i>	TORTORELLA, Guilherme; VAN DUN, Desirée H.; ALMEIDA, Amanda Gundes de.
L34	2020	<i>Beyond the ostensible: an exploration of barriers to lean implementation and sustainability in healthcare.</i>	LEITE, Higor; BATEMAN, Nicola; RADNOR, Zoe.
L35	2020	<i>Effects of lean healthcare on patient flow: a systematic review.</i>	TLAPA, Diego; ZEPEDA-LUGO, Carlos A.; TORTORELLA, Guilherme L.; BAEZ-LOPEZ, Yolanda A.; LIMON-ROMERO, Jorge; ALVARADO-INIESTA, Alejandro; RODRIGUEZ-BORBON, Manuel I.
L36	2020	<i>COVID-19 outbreak: Implications on healthcare operations.</i>	LEITE, Higor; LINDSAY, Claire; KUMAR, Maneesh.

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 17 - Ferramentas/Tecnologias afins a *Lean Healthcare* e suas referências

Ferramentas/Métodos	Informações Obtidas	Referências (ID)
VSM (Value Stream Map)	Constitui um gráfico que expressa todas as etapas de gerenciamento do paciente deste o momento da sua entrada até a alta (L4), mapeando a sequência das atividades (L20).	L3; L4; L6; L8; L10; L14; L16; L17; L20; L25; L27; L30; L31; L35.
5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)	Abordagem composta por cinco maneiras de se manter o ambiente de trabalho limpo e organizado (L28);	L3; L4; L6; L8; L9; L10; L16; L20; L25; L27; L28; L30; L31; L35.
Evento Kaizen/ RIE's (Rapid Improvement Events)	O <i>Kaizen</i> constitui uma filosofia de melhoria contínua do processo e da força de trabalho, e o Evento <i>Kaizen</i> são <i>workshops</i> de melhoria rápida (L4);	L4; L6; L8; L9; L10; L11; L12; L14; L16; L27; L30; L31; L35.
Padronização do Trabalho (Standardizing Work)	Avaliação e definição da melhor maneira de se executar uma tarefa (L8).	L4; L6; L8; L14; L16; L20; L27; L30; L31; L35.

Kanban	O <i>Kanban</i> constitui um sistema visual de cartões que fornece <i>feedback</i> do sistema (L4), onde são estabelecidas as quantidades máximas permitidas (número <i>Kanban</i>) para se ativar o reabastecimento de filas (L28).	L4; L8; L14; L16; L24; L27; L28; L30.
Gerenciamento Visual (<i>Visual Management</i>)	Ferramenta de identificação de caixas com rótulos, cores e códigos (L16).	L6; L10; L14; L16; L25; L28; L30; L31.
5 Porquês (<i>5 Why's</i>)	O 5 Porquês constitui uma ferramenta de solução de problemas (L4).	L4; L8; L14; L25; L27; L31.
Mapeamento de Processos (<i>Process Mapping</i>)	O mapeamento do processo constitui uma descrição de ponta-a-ponta das etapas envolvidas no processo de atendimento aos pacientes, por meio da elaboração de um fluxograma (L1).	L1; L4; L5; L10; L14; L27.
Gemba Walk	Ato de caminhar no local a fim de observar as atividades de um processo (L25).	L14; L16; L25; L27; L30; L33.
Ciclo PDCA (<i>Plan-Do-Check-Act</i>)	Método composto por quatro passos: planejar (<i>plan</i>); fazer (<i>do</i>); checar (<i>check</i>); e agir (<i>act</i>).	L5; L14; L27.
Ciclo PDSA (<i>Plan-Do-Study-Act</i>)	Método composto por quatro passos: planejar (<i>plan</i>); fazer (<i>do</i>); estudar (<i>study</i>); e agir (<i>act</i>).	L1; L31.
Poka Yoke (<i>Error proof</i>)	Ferramenta de prevenção de erros/falhas (L8).	L6; L8; L14; L30; L31.
DMAIC (<i>Define-Measure-Analyse-Improve-Control</i>)	Método baseado em dados, composto por um ciclo de cinco etapas voltadas a melhoria de processos: definir, medir, analisar, melhorar e controlar (L26).	L14; L16; L26; L27; L35.
Redesenho da Estrutura Física (<i>Redesign of Physical Structure</i>)	Melhorias no <i>layout</i> (L8), por meio da adaptação da área de trabalho (L16).	L8; L14; L16; L28; L30.
Relatório A3 (<i>A3 Report</i>)	Ferramenta de padronização e organização, que auxilia na solução de problemas (L8).	L8; L14; L27; L31.
Balanceamento de Carga de Trabalho (<i>Workload Balancing</i>)	O Balanceamento da Carga de Trabalho permite dedicar uma pessoa para ser responsável por atividades de suporte ao setor (L16).	L14; L16; L27; L30.
Benchmarking	A equipe envolvida na implementação da LH pode adquirir conhecimento sobre o pensamento enxuto por meio da troca de informações com outros profissionais na área da saúde, reconhecendo os impactos práticos de mudanças nos processos em outras instituições (L1).	L1; L8; L13; L31.
Diagrama de Espaguete (<i>Spaghetti Diagram</i>)	Identificação de problemas e oportunidades de melhorias (L16).	L14; L16; L27.
Fluxo Contínuo (<i>Continuous Flow</i>)	Sem estoques entre as etapas dos processos.	L6; L14; L30.
Andon	Ferramenta de identificação e informação sobre a existência de problemas em sistemas <i>Lean</i> (L8).	L8; L14; L30.
Just in Time (JIT)	Sistema de produção puxada (<i>push production</i>), onde os processos iniciam “na hora certa” e possuem	L4; L6.

	estoques intermediários mínimos.	
Heijunka (<i>Production leveling</i>)	Nivelamento da produção, evitando sobrecargas.	L14; L30.
Diagrama de Ishikawa (<i>Ishikawa Diagram</i>)	Analisa a causa de problemas (L25).	L14; L25.
Jidoka (<i>Autonomation</i>)	Automação inteligente (Autonomação) (L14).	L14; L30.
Fluxo de Peça Única (<i>One-piece-flow</i>)	Fluxo de uma “peça” por vez no processo (L14).	L14; L31.
RFID (<i>Radio-Frequency Identification</i>)	Dispositivo de identificação por radiofrequência que permite o monitoramento de medicamentos, evitando erros na sua entrega (como horário, paciente ou medicamento errado) (L28). Auxiliar na gestão da cadeia de suprimentos de medicamentos (L24).	L24; L28.
Troca rápida (<i>Quick Setup/Quick Changeover</i>)	Métodos ensaiados para se obter trocas rápidas e configurações, que envolvam recursos físicos ou humanos, sem erros (L28).	L28; L30.
Treinamento cruzado/Rotação de tarefas (<i>Cross Training/Job Rotation</i>)	Funcionários de uma célula de trabalho devem ser treinados para executar atividades de outras posições. O pessoal não clínico, e alguns enfermeiros e médicos, podem suprir a ausência ou ocupação de uma pessoa-chave no processo, executando suas atividades com prontidão, evitando lentidão ou paradas durante o atendimento aos pacientes (L28).	L28; L30.
Análise de Pareto (<i>Pareto Analysis</i>)	Ferramenta que organiza os itens em ordem de impacto e contribuição ao processo, e que permite identificar os resíduos que podem causar impactos máximos no processo (L25).	L25.
Fluxograma do Processo (<i>Flow Chart</i>)	Consiste em uma ilustração gráfica e visual da sequência de tarefas realizadas em um processo para a entrega de um serviço (L25).	L25.
Produção Puxada (<i>Pull Production</i>)	Processos iniciam somente por meio de pedido (<i>make-to-order</i>).	L30.
Gráfico de Controle Estatístico (<i>Statistical Control Charting</i>)	Gráficos de dados estatísticos usados para controlar processos (L31).	L31.

Fonte: Dados da pesquisa