



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO

Alexandre Augusto Gimenes Marquez Filho

**Um Workflow para Gestão de Dados em Sistemas de Telemedicina**

Florianópolis  
2019

Alexandre Augusto Gimenes Marquez Filho

**Um Workflow para Gestão de Dados em Sistemas de Telemedicina**

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Ciência da Informação da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Informação.  
Orientador: Prof. Dr. Douglas Dyllon Jeronimo de Macedo

Florianópolis  
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Marquez Filho, Alexandre Augusto Gimenes  
Um Workflow para Gestão de Dados em Sistemas de  
Telemedicina / Alexandre Augusto Gimenes Marquez Filho ;  
orientador, Douglas Dyllon Jeronimo de Macedo, 2019.  
82 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências da Educação, Programa de Pós  
Graduação em Ciência da Informação, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Ciência da Informação. 2. Workflow. 3. Gestão de  
Dados. 4. Sistemas de Telemedicina. I. de Macedo, Douglas  
Dyllon Jeronimo. II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação.  
III. Título.

Alexandre Augusto Gimenes Marquez Filho

**Um Workflow para Gestão de Dados em Sistemas de Telemedicina**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Douglas Dyllon Jeronimo de Macedo  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Márcio Matias  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Mario Antonio Ribeiro Dantas  
Universidade Federal de Juiz de Fora

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Ciência da Informação.

---

Prof. Dr. Adilson Luiz Pinto  
Coordenador do Programa

---

Prof. Dr. Douglas Dyllon Jeronimo de  
Macedo  
Orientador

Florianópolis, 11 de dezembro de 2019.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor e orientador desta dissertação, Dr. Douglas Dyllon Jeronimo de Macedo, pelas orientações precisas, ensinamentos e conhecimentos compartilhados;

Aos colegas e profissionais do Sistema Integrado Catarinense de Telemedicina, pelas incontáveis lições de dedicação e auxílio ao meu desenvolvimento pessoal, intelectual e científico;

À minha esposa Maria Fernanda, pelo apoio e incentivo a este trabalho e, aos nossos filhos, por me presentarem todos os dias com uma inesgotável fonte de amor e inspiração;

Ao meu sogro, Whith, pelo apoio na correção da minha dissertação e, minha sogra, Solange, pela dedicação aos meus filhos, tendo em vista a minha ausência, em alguns momentos, para a realização deste trabalho;

Aos meus pais, Alexandre e Denise, e minha irmã, Cristiane, faltam palavras para expressar imensa admiração e gratidão, e por me motivarem na realização desta grande conquista.

*“A informação é o sangue da ciência.  
Sem informação a ciência não pode se desenvolver e viver.  
Sem informação a pesquisa seria inútil e  
o conhecimento não existiria.”  
(Le Coadic, 1996)*

## RESUMO

No contexto tecnológico atual, caracterizado pelo uso intensivo de dados, em diversas áreas de atividades humanas, a gestão de dados passou a ser um fator crítico para gerenciar, de forma efetiva, os recursos de dados e informações das organizações. Na área da saúde, os dados estão crescendo de forma contínua e rápida, com dados complexos e variados. Nesse contexto, sistemas de telemedicina oferecem suporte a todo processo de obtenção de dados médicos, caracterizado também por ampliar as ofertas de serviços em saúde, atendimento de diversos pacientes, em diferentes estabelecimentos de saúde, regiões e integrados a diversos outros sistemas médicos. Com o objetivo de auxiliar a gestão de dados, em sistemas de telemedicina, é relacionado por meio de revisão bibliográfica, abordagens de *workflow*, as quais são utilizadas para modelar, melhorar e automatizar processos de negócios, definido como um conjunto de procedimentos ou atividades interligadas, e sua execução visa a alcançar um certo objetivo ou meta, relacionada ao contexto de uma organização. Como colaboração, é proposto, o WDMTS, um *workflow* para gestão de dados em sistemas de telemedicina, para automação e execução de processos, comuns a diferentes sistemas de telemedicina, concebido a partir da revisão literatura e analisado em um estudo de caso. Como resultado, é apontada a relevância do *workflow* proposto, no estudo de caso analisado, para auxiliar a gestão de dados, em sistemas de telemedicina, por meio da administração, monitoramento e distribuição dos dados entre sistemas integrados, com a finalidade de garantir a interoperabilidade para acesso, preservação e disponibilidades dos dados.

**Palavras-chave:** Gestão de Dados. Sistemas de Telemedicina. *Workflow*.

## ABSTRACT

In the current technological context, characterized by the intensive use of data in various areas of human activities, data management has become a critical factor for effectively managing the data and information resources of organizations. In health, data they are growing continuously and rapidly with complex and varied data. In this context, telemedicine systems support the process of obtaining medical data, which is also characterized by broadening the health service offerings, the care of several patients in different health establishments, regions and integrated with several other medical systems. In order to assist data management in telemedicine systems, it is related by literature review, workflow approaches, which are used to model, improve and automate business processes, defined as a set of interlinked procedures or activities, and its execution aims at achieve a certain objective or goal related to the context of an organization. As a collaboration, the WDMTS is proposed, a workflow for data management in telemedicine systems, for automation and execution of processes, common to different telemedicine systems, designed from the literature review and analyzed in a case study. As a result, the relevance of the proposed workflow in the analyzed case study to help data management is pointed out through the administration, monitoring and distribution of data between integrated systems, in order to ensure interoperability for access, preservation and availability of data.

**Keywords:** Data Management. Telemedicine System. Workflow.



## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Crescimento da base de dados médicos do STT . . . . .              | 16 |
| Figura 2 – Modelo Digital Curation Centre(DCC) . . . . .                      | 26 |
| Figura 3 – Modelo CVD-CI . . . . .  | 28 |
| Figura 4 – Exemplo de uma imagem DICOM . . . . .                              | 32 |
| Figura 5 – Exemplo de atributos DICOM . . . . .                               | 33 |
| Figura 6 – Workflow em Departamento de Radiologia . . . . .                   | 34 |
| Figura 7 – Conceitos de Workflow . . . . .                                    | 39 |
| Figura 8 – Modelo de Referência de Workflow - Componentes e interfaces . . .  | 40 |
| Figura 9 – Exemplo de estrutura de fluxo de controle . . . . .                | 43 |
| Figura 10 – Exemplo de estrutura de fluxo de dados . . . . .                  | 43 |
| Figura 11 – <i>Workflow</i> de Iniciação do Projeto REDCap . . . . .          | 44 |
| Figura 12 – <i>Workflow</i> de Procedimento ETL . . . . .                     | 46 |
| Figura 13 – Modelo Proposto do WDMTS . . . . .                                | 57 |
| Figura 14 – Visão Geral de Sistemas de Telemedicina . . . . .                 | 59 |
| Figura 15 – Arquitetura de Sistemas de Telemedicina e unidades Hospitalares . | 60 |
| Figura 16 – Arquitetura do Estudo de Caso . . . . .                           | 63 |
| Figura 17 – Processos de integração nos hospitais do estudo de caso . . . . . | 65 |
| Figura 18 – Fluxo de integração dos dados no estudo de caso . . . . .         | 68 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|       |  |
|-------|--|
| BPM   | <i>Business Process Management</i>                         |
| BPMN  | <i>Business Process Model and Notation</i>                 |
| BPMS  | <i>Business Process Management System</i>                  |
| CFM   | Conselho Federal de Medicina                               |
| CI    | Ciência da Informação                                      |
| CVD   | Ciclo de Vida de Dados                                     |
| DICOM | <i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>      |
| DIMSE | <i>DICOM Message Service Element</i>                       |
| ETL   | <i>Extract Transform Load</i>                              |
| HIS   | <i>Hospital Information System</i>                         |
| HL7   | <i>Health Level Seven International</i>                    |
| IHE   | <i>Integrating the Healthcare Enterprise</i>               |
| PACS  | <i>Picture Archiving Communication System</i>              |
| PEP   | Prontuário Eletrônico do Paciente                          |
| PGCIN | Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação         |
| RES   | Registro Eletrônico de Saúde                               |
| RIS   | <i>Radiology Information System</i>                        |
| SGBD  | Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados                 |
| STT   | Sistema Integrado Catarinense de Telemedicina e Telessaúde |
| WDMTS | <i>Workflow for Data Management in Telemedicine System</i> |
| WFMC  | Workflow Management Coalition                              |
| WFMS  | <i>Workflow Management System</i>                          |

## SUMÁRIO

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO</b>                                       | <b>12</b> |
| 1.1          | CONTEXTUALIZAÇÃO  | 12        |
| 1.2          | PROBLEMA DE PESQUISA                                    | 14        |
| <b>1.2.1</b> | <b>Pergunta de Pesquisa</b>                             | <b>15</b> |
| 1.3          | OBJETIVOS   | 15        |
| <b>1.3.1</b> | <b>Objetivo geral</b>                                   | <b>15</b> |
| <b>1.3.2</b> | <b>Objetivos específicos</b>                            | <b>15</b> |
| 1.4          | JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA                              | 15        |
| 1.5          | DELIMITAÇÃO DA PESQUISA                                 | 17        |
| 1.6          | ADERÊNCIA DO TEMA DE PESQUISA AO PGCIN                  | 17        |
| <b>2</b>     | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>                            | <b>19</b> |
| 2.1          | TELEMEDICINA  | 19        |
| <b>2.1.1</b> | <b>Aplicações</b>                                       | <b>21</b> |
| <b>2.1.2</b> | <b>Sistemas de Telemedicina</b>                         | <b>22</b> |
| 2.2          | GESTÃO DE DADOS   | 23        |
| <b>2.2.1</b> | <b>Tecnologia da Informação</b>                         | <b>24</b> |
| <b>2.2.2</b> | <b>Governança de Dados</b>                              | <b>24</b> |
| <b>2.2.3</b> | <b>Curadoria Digital</b>                                | <b>25</b> |
| <b>2.2.4</b> | <b>Ciclo de Vida dos Dados</b>                          | <b>27</b> |
| 2.3          | SISTEMAS MÉDICOS  | 29        |
| <b>2.3.1</b> | <b>Contextualização</b>                                 | <b>29</b> |
| <b>2.3.2</b> | <b>DICOM</b>  | <b>30</b> |
| <b>2.3.3</b> | <b>PACS</b>   | <b>32</b> |
| 2.4          | WORKFLOW  | 36        |
| <b>2.4.1</b> | <b>Contextualização</b>                                 | <b>36</b> |
| <b>2.4.2</b> | <b>Características Gerais</b>                           | <b>37</b> |
| <b>2.4.3</b> | <b>Sistema de Gerenciamento de <i>Workflow</i></b>      | <b>38</b> |
| 2.4.3.1      | WFMC  | 38        |
| 2.4.3.2      | BPM   | 40        |
| 2.4.3.3      | Workflow Científico                                     | 41        |
| <b>2.4.4</b> | <b>Estruturas para Representação de <i>Workflow</i></b> | <b>42</b> |
| 2.4.4.1      | Fluxos de Controle                                      | 42        |
| 2.4.4.2      | Fluxos de Dados   | 43        |
| <b>2.4.5</b> | <b>Exemplos de Workflow</b>                             | <b>44</b> |
| 2.5          | CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO                        | 45        |
| <b>3</b>     | <b>METODOLOGIA</b>                                      | <b>47</b> |
| 3.1          | CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA                              | 47        |

|       |   |           |
|-------|---|-----------|
| 3.2   | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS . . . . .             | 48        |
| 3.3   | REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA . . . . .       | 48        |
| 3.3.1 | <b>Definição da revisão</b> . . . . .             | <b>48</b> |
| 3.3.2 | <b>Critérios de Inclusão e Exclusão</b> . . . . . | <b>49</b> |
| 3.3.3 | <b>Execução da revisão</b> . . . . .              | <b>49</b> |
| 3.3.4 | <b>Resultados da Revisão</b> . . . . .            | <b>51</b> |
| 4     | <b>PROPOSTA</b> . . . . .                         | <b>56</b> |
| 4.1   | WORKFLOW . . . . .                                | 56        |
| 4.1.1 | <b>Arquitetura</b> . . . . .                      | <b>59</b> |
| 4.2   | CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO . . . . .        | 61        |
| 5     | <b>ESTUDO DE CASO</b> . . . . .                   | <b>62</b> |
| 5.1   | ANÁLISE DE WORKFLOW . . . . .                     | 63        |
| 5.2   | RESULTADOS E DISCUSSÕES . . . . .                 | 67        |
| 5.3   | CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO . . . . .        | 70        |
| 6     | <b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b> . . . . .   | <b>72</b> |
|       | <b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .                      | <b>75</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo está estruturado em 5 seções, sendo que, na primeira seção, será contextualizado o trabalho. Na segunda seção, serão apontados o problema e pergunta de pesquisa que guiaram este estudo. Na sequência, os objetivos dessa dissertação serão especificados na seção 3. Após, os aspectos relacionados à delimitação da pesquisa, serão apresentados na seção 4. As relações desta dissertação com o tema de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação (PGCIN) serão apresentados na seção 5 e, por fim, na seção 6, serão descritos, de forma resumida, os conteúdos dos próximos capítulos.

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

No contexto tecnológico atual, caracterizado pelo uso intensivo de dados, a gestão de dados passou a ser um fator crítico, nas organizações, devido ao contínuo crescimento das bases de dados, em diversas áreas de atividades humanas, e pelo uso de tecnologias, que permitem a descoberta de conhecimentos e tomadas de decisões.

Nesse sentido, a gestão de dados tem como função definir, planejar, implantar e executar estratégias, procedimentos e práticas necessárias para gerenciar de forma efetiva os recursos de dados e informações das organizações, incluindo planos para sua definição, padronização, organização, proteção e utilização (MOSLEY *et al.*, 2010).

Dessa forma, os dados assumem um papel ainda mais importante a partir do fenômeno do *Big Data*, caracterizado pelo enorme volume de dados gravados, a partir de múltiplos sistemas e fontes diversas com tipos e formatos diferentes, e por meio de técnicas de análise de dados como *Big Data Analytics* que compreendem a modelagem, análise e interpretação de grandes volumes de dados, estruturados ou não-estruturados, que são coletados, armazenados e interpretados por softwares de alto desempenho para análises de textos, redes sociais, áudios e vídeos (PURI; HARITHA, 2016).

O uso intensivo de dados tem afetado diversas atividades humanas, inclusive as atividades médicas. Na área da saúde, os dados médicos estão crescendo de forma contínua e rápida, com dados complexos e variados.

Tal complexidade, da gestão de dados, na área da saúde, evidencia-se pelo uso de diferentes sistemas médicos, padrões de dados e interoperabilidade utilizados na área da saúde, em conjunto com necessidade de integração entre esses sistemas para intercâmbio de dados, e ainda, contextualizada em um cenário dinâmico, de ampla oferta e demanda de serviços e soluções.

Nesse contexto, os dados médicos estão presentes em diversos sistemas de saúde, como os sistemas de prontuários eletrônicos, são responsáveis em preservar todo histórico relacionado aos cuidados do paciente, desde as informações básicas,

até os exames realizados, tratamentos e diagnósticos.

Além do controle de prontuário, os sistemas hospitalares dependem também de funcionalidades para gestão de atendimentos, pedidos médicos, rotinas de clínicas médicas, procedimentos de exames e cirurgia, faturamento e controle de estoque, entre outros diversos módulos que permitam a gestão completa de um estabelecimento de saúde.

Com relação aos serviços de análises clínicas e diagnóstico por imagem, por possuírem um fluxo mais criterioso para agendamentos e demandas elevadas de exames, criaram-se necessidades específicas, as quais são atendidas em conjunto com uma arquitetura de sistemas, também responsável em permitir o armazenamento dos dados e interoperabilidade entre equipamentos médicos e estações de trabalhos com foco na otimização da realização de exames e entrega de resultados.

Devido à diversidade de sistemas médicos, é comum o uso de integração entre tais sistemas. Entende-se como integração a utilização de técnicas para otimizar o desempenho e a comunicação entre os profissionais, na operação de um negócio, com uso de interface de sistemas, para constante troca de informações, por meio de padrões nacionais e internacionais, bem como regulamentações para definir o intercâmbio de dados entre esses sistemas.

Com o objetivo de permitir diagnósticos à distância, sistemas de telemedicina oferecem suporte a todo processo de obtenção de dados médicos, caracterizado também por ampliar as ofertas de serviços em saúde, atendimento de diversos pacientes, em diferentes estabelecimentos de saúde, regiões e integrados a diversos outros sistemas de saúde (HULSHOFF *et al.*, 2011).

Quando, em cenários de larga escala, os sistemas de telemedicina dependem de processos bem definidos para complexa gestão dos dados, com a finalidade de evitar sobrecargas e falhas de sistemas e garantir a disponibilidade, desempenho e preservação para contínuo acesso aos dados. Tais dados, para serem processados, dependem de um conjunto de tecnologias que garantam interoperabilidade entre equipamentos e diversos sistemas médicos, além da privacidade e segurança necessária na transmissão dessas informações (VANEGAS-SERNA; PEREZ; ANDRADE-CAICEDO, 2017).

Além disso, na literatura, são apontadas novas áreas médicas, em processo de maturidade, caracterizadas pelo uso intensivo de dados, em sistemas de telemedicina, e tornaram-se viáveis, pelos consideráveis avanços tecnológicos, dentre eles, suporte remoto por médicos especialistas a centros médicos de emergência, o monitoramento de pacientes em suas residências, por meio de dispositivos e sensores móveis e, também, unidades de tratamento intensivo móveis.

Nesse contexto, este trabalho busca auxiliar a gestão de dados em sistemas de telemedicina e relaciona, para essa finalidade, abordagens de *workflow*, o qual,

segundo Georgakopoulos, Hornick e Sheth (1995), foi desenvolvido da noção de processos nas organizações, a partir de aspectos relacionados às atividades de trabalho, geralmente, separadas, em tarefas bem definidas, papéis, regras e procedimentos.

Relaciona-se ao uso de *workflow*, diferentes abordagens. No contexto de *Business Process Management* (BPM) está a análise dos processos de negócios, caracterizado como procedimentos ou atividades interligadas, com objetivo relacionado ao contexto de uma organização e tecnologias, para modelar e executar esses processos, enquanto que, abordagens de *workflow*, na área científica, estão delimitadas nos processos de fluxo dos dados e podem incluir uma vasta gama de componentes, para processar dados, com objetivo de executar simulações em computadores de alto desempenho (TAYLOR *et al.*, 2007).

Assim, a integração com sistemas e equipamentos médicos, o constante avanço tecnológico, o uso intensivo dos dados e aplicações de diferentes área médicas, caracterizam sistemas de telemedicina e, neste trabalho, são relacionados abordagens de *workflow*, para auxiliar esses sistemas na complexa gestão dos dados.

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Com o crescimento contínuo das bases de dados, nas diversas áreas de atividades humanas, a gestão dos dados passa a ser mais complexa e exige melhor planejamento para criação, recepção, análise, armazenamento e arquivamento dos dados (SINAEPOURFARD *et al.*, 2017).

Tal complexidade torna-se evidente em sistemas de larga escala, pois, no objetivo de evitarem falhas de funcionamento, e mantê-los disponíveis de forma contínua e eficiente, dependem de novas tecnologias e readequações dos sistemas para suportar o contínuo crescimento das bases de dados e gerenciamento relacionados.

O crescimento das bases de dados médicos são impulsionados pelo avanço tecnológico dos equipamentos médicos, os quais exigem recursos para armazenamento de dados, e também pelas soluções inovadoras em sistemas de saúde, como aplicações de telemedicina, dispositivos móveis e uso de *Internet of Things* (IoT), fatores que aumentam a geração de dados médicos e, conseqüentemente, necessidade de gestão desses dados (HASSANALIERAGH *et al.*, 2015).

A gestão de dados é um importante tema de pesquisa, visto que problemas nestes processos podem gerar perda de dados, exposição à privacidade e, no contexto médico, isto é ainda mais vital, tanto pela segurança quanto pela disponibilidade, pois a partir do uso de dados médicos podem ser tomadas decisões em situações de urgências, com objetivo de salvar vidas (RAGHUPATHI; RAGHUPATHI, 2014).

Além disso, em específico, sistemas de telemedicina, caracterizados por ambientes heterogêneos e dinâmicos, compostos por diferentes sistemas, padrões de comunicação, formatos de dados e, ainda, num contexto de intensa inovação tecno-

lógica, exigem contínuo gerenciamento dos dados e readequações para suportar tais características.

Dessa forma, o uso intensivo e o contínuo crescimento do volume de dados armazenados, em sistemas de telemedicina, geram problemas para gestão de dados, principalmente quanto ao acesso e disponibilidade, que poderão ser minimizados por meio de abordagens de *workflow*.

### 1.2.1 Pergunta de Pesquisa

Abordagens de *workflow* podem auxiliar a gestão de dados em sistemas de telemedicina?

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo geral

Definir um *workflow* para gestão de dados em sistemas de telemedicina.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- a) Revisar a gestão de dados em sistemas de telemedicina;
- b) Abordar conceitos e métodos relacionados ao uso de *workflow*;
- c) Propor um *workflow* para gestão de dados em sistemas de telemedicina;
- d) Analisar o *workflow* proposto em um estudo de caso.

## 1.4 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Diante da complexa gestão de dados em sistemas de telemedicina, este trabalho tem como contribuição propor um *workflow* para auxiliar a gestão de dados, de diferentes aplicações de telemedicina.

Torna-se um trabalho relevante pelo fato de sistemas e serviços, no contexto da área médica, possuírem responsabilidades legais com o armazenamento de dados digitais. O Conselho Federal de Medicina (CFM), por meio da resolução 1.821/2007, autoriza a eliminação do papel e uso de sistemas informatizados para guarda e manuseio dos documentos dos prontuários dos pacientes, considerando responsabilidade da instituição, onde o paciente é assistido, manter os dados permanentemente disponíveis e disponibilizar cópias autênticas, quando solicitadas pelo paciente.

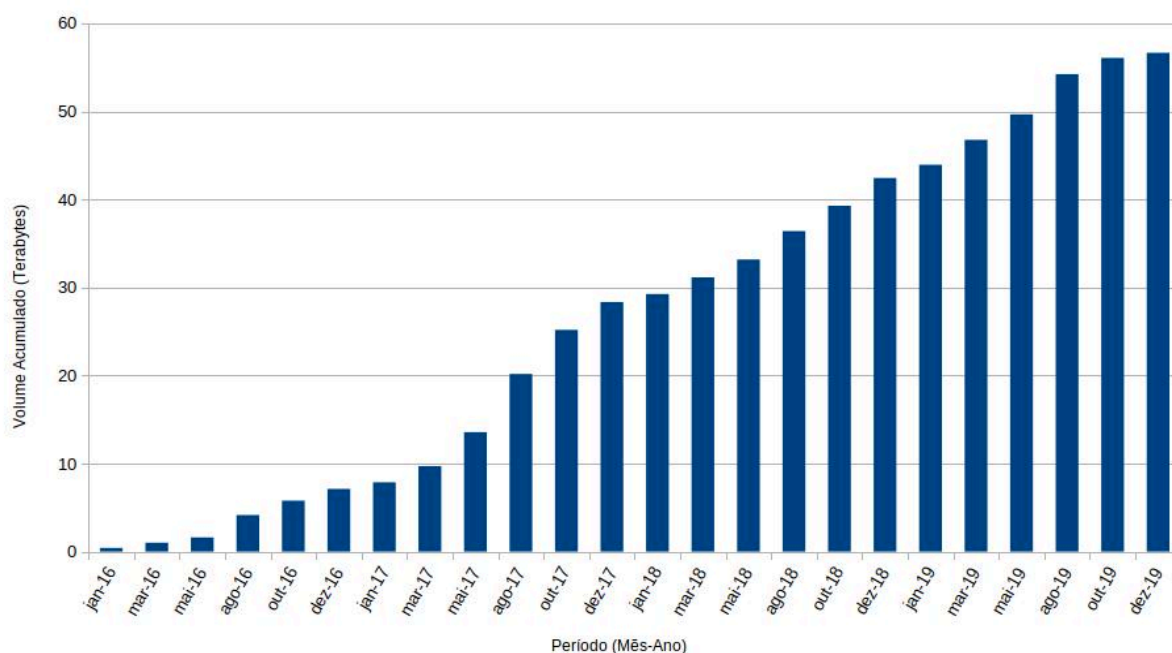
Além disco, em sistemas de telemedicina, são, também, relacionados a gestão de dados, diferentes processos de aplicações, dentre eles, a validação e visualização de exames, emissão de laudos, informações para pesquisas acadêmicas e solicitações de recuperação de documentos médicos, inclusive, em contextos administrativos e



jurídicos. A partir disso, o desempenho e disponibilidade das informações em sistemas de telemedicina são fatores críticos.

Como exemplo, o Sistema Integrado Catarinense de Telemedicina e Telessaúde (STT), um sistema de telemedicina de larga escala, relacionado à diferentes serviços e aplicações de telemedicina em Santa Catarina, apresenta o acúmulo de 56 TB de dados médicos, no período de 3 anos, conforme representado na Figura 1 que ilustra o crescimento exponencial do volume dos dados armazenados.

Figura 1 – Crescimento da base de dados médicos do STT



Fonte: Sistema Integrado Catarinense de Telemedicina e Telessaúde (2019)

Também é relevante, nesse contexto, a preservação dos dados, sendo esse o foco da curadoria digital, definida por Abbott (2008) como todas as atividades envolvidas na gestão de dados, a qual também inclui a gestão de grandes conjuntos de dados para uso diário, assegurando, por exemplo, que eles possam ser pesquisados e continuem viáveis, ou seja, capazes de serem lidos e interpretados continuamente. Segundo Sayão e Sales (2012), o foco da curadoria está na preservação dos dados para uso futuro, contribuindo para assegurar a esses dados validade como registros arquivísticos, significando que eles podem ser usados no futuro como evidência legal.

Em específico, à contínua geração de dados, cria-se um histórico de dados que podem ser usados em diferentes formas, como leitura, escrita, transformação ou remoção, criando o Ciclo de Vida de Dados (CVD), também relevante à gestão de dados, seu gerenciamento, desde a criação e coleta até o armazenamento e processamento (SANTANA, 2013).

A preservação desses dados, considerando o crescente volume de documentos armazenados, pelos vários tipos de estabelecimentos de saúde, representa um desafio atual à ciência e campo oportuno de pesquisas, com objetivos de propor melhorias na gestão dos dados.

Também relaciona-se à gestão de dados, o uso de padrões de dados e interoperabilidade entre os sistemas de telemedicina, em conjunto com interfaces de serviços, para automação dos processos e otimização do *workflow*, relacionado às atividades dos participantes e interação entre esses por meio de sistemas integrados.

## 1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho não define um *workflow* para aplicações de telemedicina, os quais dependem de análises e entendimento de processos específicos, de cada contexto de aplicação, bem como definição dos participantes e atividades relacionadas entre eles. Delimita-se, assim, numa abordagem de *workflow*, direcionada à gestão de dados e integrações entre sistemas, por meio de arquiteturas, para automação dos processos de negócios sob a perspectiva da gestão de dados, em sistemas de telemedicina.

## 1.6 ADERÊNCIA DO TEMA DE PESQUISA AO PGCIN

A Ciência da Informação (CI) investiga as características, o comportamento, os fluxos e os significados do processamento da informação, preocupada com o conhecimentos relacionados à origem, coleção, organização, armazenamento, recuperação, interpretação, transmissão, transformação e utilização da informação (BORKO, 1968).

O próprio desenvolvimento da CI é seguido, ou mesmo, precedido, pelo desenvolvimento das técnicas e tecnologias. A CI está associada à capacidade de gestão de informações, à comunicação e à interdisciplinaridade com outras áreas, tendo a tecnologia como aliada (LE COADIC, 1996).

Na interdisciplinaridade da CI com outros campos do conhecimento, destaca-se sua proximidade com a área da Ciência da Computação, sugerindo que há uma relação especial entre ambas as áreas, a qual se apresenta de forma significativa e desenvolvida (SARACEVIC, 1995).

O uso de dados na CI passou a ser relevante, a partir do armazenamento desses em meios eletrônicos, já evidenciado pela explosão informacional conforme analisado em Bush *et al.* (1945) e ganha maior destaque na análise de Saracevic (1995), identificando a recuperação da informação, como uma área interdisciplinar, pelos inúmeros trabalhos relacionados em diversas áreas do conhecimento e, recentemente, conforme apontado em John Walker (2014), o uso de dados intensificado pelo fenômeno do *Big Data*, direciona diversos trabalhos na CI, em busca de analisar o impacto dessas aplicações e tecnologias.

A gestão de dados passa a ser relevante nos estudos relacionados ao uso intensivo de dados, permitindo a organização, processamento, análise e acesso dos dados. Recentemente, abordagens que consideram o CVD e preservação dos dados, também são relevantes, o qual analisa o processamento da informação, considerando o fluxo de aquisição, armazenamento, recuperação e descarte dos dados e, nesse contexto, a CI tem papel importante e pode contribuir, conforme propõe Santana (2013), por meio do Modelo de Ciclo de Vida na perspectiva Ciência da Informação (CVD-CI).

Este trabalho também relaciona a gestão de dados médicos em sistemas de telemedicina, definida em Maldonado, Marques e Cruz (2016), como uma área interdisciplinar, caracterizada pela sinergia entre os profissionais da saúde e de tecnologia para o desenvolvimento da gestão e planejamento, pesquisa e desenvolvimento de conceitos e soluções em educação, assistência e pesquisa científica em saúde, além de aspectos éticos e legais.

Assim, os métodos, tecnologias e abordagens, utilizados para gestão dos dados médicos, estão relacionados com o interesse da CI, inclusive possuem áreas de conhecimento em comum. Constata-se, também, que, no Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (ENANCIB), dois grupos de trabalhos possuem relações com estudos referentes à gestão de dados médicos, sendo Informação e Tecnologia (GT 8), compreendido pelos estudos e pesquisa que envolvam os processos de geração, representação, armazenamento, recuperação, disseminação, uso, gestão, segurança e preservação da informação em ambientes digitais, e Informação e Saúde (GT 11), que aborda estudos e pesquisas em diferentes contextos da saúde, considerando sua abrangência e complexidade.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, será descrita uma revisão bibliográfica sobre os assuntos relacionados neste trabalho. Na primeira seção será feita a fundamentação de telemedicina, incluindo revisões referentes às aplicações e sistemas de telemedicina. Em seguida, na seção 2, será contextualizada a gestão de dados e processos relacionados à proposta deste trabalho, os quais também estão relacionados na seção 3, por meio da descrição de alguns sistemas médicos, padrões e interoperabilidade. Por fim, a seção 4, serão feitas diferentes abordagens e perspectiva para o uso de *workflow*.

### 2.1 TELEMEDICINA

Ao abordar o tema Telemedicina, Hulshoff *et al.* (2011) considera como o fornecimento de serviços de medicina à distância, porém essa definição é muito abrangente, dificultando a avaliação de sistemas que a implementam. Contudo, definir Telemedicina não é uma tarefa trivial. Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), Telemedicina é a oferta de serviços ligados aos cuidados com a saúde, providos por profissionais da área de saúde, usando tecnologias de informação e de comunicação para o intercâmbio de informações, nos casos em que a distância ou o tempo é um fator crítico.

No Brasil, o Conselho Federal de Medicina (CFM) define Telemedicina como o exercício da Medicina por meio de metodologias de comunicação audiovisual e de dados, com o objetivo de assistência, educação e pesquisa em Saúde (CFM, Resolução nº 1.643/2002).

Embora a essência conceitual da Telemedicina esteja mantida, é cada vez mais difícil definir e delimitar os campos de ação da Telemedicina e suas fronteiras com serviços providos por outros termos, como *e-Health*, *Telehealth*, *Telecare*, *Mobile Health*.

Na prática, a Telemedicina é muito mais complexa e pode ser entendida como a identificação, seleção e organização de atividades integradas, a fim de prover serviços mais ágeis que os métodos convencionais, aumentando a efetividade e criar novos serviços antes inexistentes, por adoção de novas sistemáticas e regulamentações de trabalhos (WEN, 2017).

Segundo Varge Maldonado, Marques e Cruz (2016), a Telemedicina é uma área interdisciplinar, caracterizada pela sinergia entre os profissionais da saúde e de tecnologia para o desenvolvimento da gestão e planejamento, pesquisa e desenvolvimento de conceitos e soluções em educação, assistência e pesquisa científica em saúde, além de aspectos éticos e legais.

Dessa forma, a Telemedicina está associada a inúmeras pesquisas de tecnologia, desenvolvimento de sistemas e análise de processos relacionados a área da saúde, tornado-se relevante para a sociedade, pois permite a aplicação do seu estado da arte em várias áreas do conhecimento humano (KVEDAR; COYE; EVERETT,

2014).

A relevância da telemedicina é constada pela criação de entidades e revistas científicas especializadas. De maneira geral, as revistas científicas na área de telemedicina têm abrangência tecnológica e interdisciplinar e, entre essas, destacam-se nas principais bases de dados, pelos critérios de impacto:

- International Journal of Telemedicine and Applications;
- Journal of Telemedicine and Telecare;
- European Research in Telemedicine;
- Journal of Biomedical and Health Informatics;
- International Journal of e-Health and Medical; Communications
- Health Informatics Journal;

Dentre as entidades com interesses na área de telemedicina, a *American Telemedicine Association* (ATA), criada em 1993, é responsável pela publicação do *Telemedicine Journal and E-Health*, seminários e congressos, com finalidades específicas em promover aplicações de telemedicina e com grande destaque internacional (KHOURI, 2003).

Com a missão de facilitar a disseminação internacional do conhecimento, experiências em telemedicina e e-saúde, fornecer acesso a especialistas reconhecidos no campo em todo o mundo, a *International Society for Telemedicine & eHealth* (ISfTeH) promove conferências e integra diversos membros com a mesma missão, inclusive, tem como membro, a Associação Brasileira de Telemedicina e Telessaúde (ABTms), criada em 2003, voltada aos interesses de telemedicina no Brasil.

No Brasil, o I Fórum de Telemedicina, promovido pelo Conselho Federal de Medicina (CFM), em 19 de julho de 2018, também demonstra a relevância da telemedicina, pela grande repercussão na imprensa brasileira, quanto aos debates em torno da regulamentação da prática de telemedicina e demonstra como a telemedicina é uma área com problemas atuais, em constante desenvolvimento e evolução, caracterizada por aspectos sociais, interdisciplinares e, também, barreiras tecnológicas, éticas e legais, que a tornam importante tema de pesquisa (CFM, 2018)

Ainda, no tocante à relevância, a prática de telemedicina evoluiu muito a partir de experiências internacionais, com projetos de telemedicina ligados à estrutura governamental de saúde, permitindo inovação e superação de barreiras éticas e legais, por meio de pesquisas em inovação, colaborando com países em desenvolvimento, que se beneficiam com as vantagens de implantação de projetos de telemedicina, como a redução de gastos na gestão de saúde à população.

Referente às responsabilidades, observa-se que, em sistemas médicos, existem legislações e órgãos de regulamentação, que definem responsabilidades específicas, no tocante à segurança dos dados médicos e licenciamento desses sistemas junto a autoridades competentes. Os conselhos de classes também possuem definições quanto às responsabilidades, em especial, o CFM, e definem, por exemplo, normas de segurança e prazos de arquivamentos de exames dos pacientes.

No Brasil, a ANVISA, com foco na regulamentação do mercado, possui responsabilidade em fiscalizar os estabelecimentos de saúde, fornecedores de sistemas e equipamentos médicos. Na esfera pública, a regulação é feita por meio de secretarias de estados, comitês de ética, em conjunto com órgãos públicos, relacionados com a administração dos estabelecimentos de saúde.

### 2.1.1 Aplicações

De acordo com Tulu, Chatterjee e Laxminarayan (2005), as aplicações de telemedicina são categorizadas pela sua finalidade, em clínica ou não clínica. Dentre os exemplos de aplicações de telemedicina clínica, estão a triagem, diagnóstico, tratamento não cirúrgico, tratamento cirúrgico, consulta, monitoramento e prestação de cuidados especiais. No tocante aos exemplos de aplicação de telemedicina não clínica, estão as áreas de educação, pesquisas, saúde pública e processos administrativos.

Além da finalidade, relacionam-se em aplicações de telemedicina, as áreas médicas, no contexto de neurologia, cardiologia, oftalmologia, psiquiatria, patologia, dermatologia, radiologia, reumatologia, emergência, pediatria, entre outras áreas com abordagens de telemedicina.

Uma pesquisa de 2009, conduzida pela Organização Mundial da Saúde (OMS), enfocou quatro especialidades, e descobriu que a telerradiologia era a aplicação mais comum, praticada em 62% dos estados membros da OMS, que responderam a pesquisa.

Também existem outras áreas de aplicação de telemedicina, associadas à localização dos recursos, como em áreas rurais, prisões, presença de obstáculos geográficos, situações de guerras ou desastres naturais, asilos, estações espaciais, entre outros (KIM, 2004).

O campo de pesquisa de aplicações, em telemedicina, ainda é muito amplo, conforme avanço das tecnologias e novas abordagens. Em Wilson e Maeder (2015) são analisadas tendências em aplicações de telemedicina e categorizadas em áreas da medicina:

- Tratamento intensivo ou tele-UTI, caracterizada por Unidade de Terapia Intensiva (UTIs), periféricas, com profissionais qualificados, para cuidar de pacientes e realizar procedimentos práticos, mas os pacientes são efetivamente administrados

por intensivistas, localizados no centro de controle de telemedicina;

- Emergência Médica ou tele-emergência, possui um cenário típico de aplicação quando um paciente é admitido no departamento de emergência de um hospital com equipe de médica, que podem necessitar de aconselhamento especializado sobre os cuidados do paciente. São relatadas diferentes tipos de aplicações nesse contexto, devido a abrangência de cuidados críticos, em contexto de emergência, desde o suporte, atendimento e encaminhamento de pacientes em ambulâncias até intervenções críticas, específicas, como na neurologia, que exige tomadas de decisões rápidas em pacientes com derrame cerebral;
- Saúde Mental ou tele-psiquiatria, caracterizada por aplicações que permitem a consulta entre psiquiatra e paciente, intermediadas por sistemas de telemedicina, os quais demonstram oferecer ganhos significativos à sociedade e com grande abrangência, desde o atendimento a prisioneiros, combate a depressão e redução de custos de deslocamentos;
- Tratamento de feridas, incluem manejo de feridas pós-operatórias, traumatismos e ferimentos acidentais, queimaduras, diabetes e outras doenças degenerativas, úlceras de pressão e úlceras, pele e subcutâneo. A abordagem básica da telemedicina, em tais situações, consiste na aquisição de imagens ou vídeos digitais, que são apresentados em tempo real ou encaminhadas para um médico, que aconselha sobre o melhor tratamento, dado o histórico de tratamento do paciente e a aparência da ferida;
- Teleoftalmologia, auxilia no combate da cegueira, por meio da prestação de cuidados oftalmológicos frequentes e regulares, muitas vezes em cenário de triagem. Sua eficácia clínica foi estabelecida e comprovada a redução de custos no atendimento de pacientes, em cenário de larga escala.
- Teledermatologia, tem natureza altamente variada e específica, diferenciada por características de aparência muito sutis, que exige uma inspeção visual, cuidadosa e julgamentos profissionais experientes. Possui aplicações direcionadas, no contexto de triagem, diagnóstico e no tratamento do câncer de pele.

### 2.1.2 Sistemas de Telemedicina

Segundo Wilson e Maeder (2015), uma distinção é feita amplamente na literatura de telemedicina, entre sistemas com base no imediatismo dos aspectos de interação, ou resposta, no serviço de telemedicina:

- Sistemas síncronos ou em tempo real, suportam interação imediata. A principal vantagem de uma abordagem síncrona é a eficiência obtida ao ter a oportuni-

dade de refinar detalhes pertinentes ao episódio de cuidado, durante a sessão, buscando informações ou dados adicionais e, em muitos casos, fornecendo uma decisão clínica ou aconselhamento dentro da sessão. A videoconferência típica, entre médico e paciente, é um exemplo de um modelo síncrono.

- Sistemas assíncronos, desacoplam os componentes da interação, para que ocorram, em momentos diferentes, na conveniência dos participantes. Esse modelo ainda permite que ocorram interações com vários componentes, mas, o efeito da realização das tarefas em tempo diferente, pode adicionar a sobrecarga de atualização necessária, no contexto das solicitações de telemedicina. São exemplos de sistema assíncronos a telepatologia e telerradiologia.

## 2.2 GESTÃO DE DADOS

A gestão de dados, segundo Mosley *et al.* (2010), tem como função definir, planejar, implantar e executar estratégias, procedimentos e práticas necessárias para gerenciar de forma efetiva os recursos de dados e informações das organizações, incluindo planos para sua definição, padronização, organização, proteção e utilização

Devido a essa abrangência da gestão de dados, diferentes perspectivas são abordadas na literatura. Nesse sentido, Cupoli, Earley e Henderson (2014) a define como uma disciplina composta por 11 áreas de conhecimento, com destaque a governança dos dados para garantir o planejamento, supervisão e controle sobre o gerenciamento, uso e recursos relacionados aos dados.

Nessa linha de pensamento, Abbott (2008) trata todas atividades da gestão de dados, sob a perspectiva da curadoria digital, com foco na preservação dos dados para uso diário, assegurando, por exemplo, que eles possam ser pesquisados e continuem viáveis, ou seja, capazes de serem lidos e interpretados continuamente.

De outro modo, Arass, Tikito e Souissi (2017), ao abordar o tema gestão de dados, enfoca no histórico de dados, que podem ser usados em diferentes formas, como leitura, escrita, transformação ou aplicações remoção, criando o CVD, também relevante à gestão de dados, desde a criação e coleta até o armazenamento e processamento.

No contexto tecnológico, estão relacionados o uso de sistemas especializados para armazenamento e recuperação dos dados, como o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) e sistemas de arquivos, em conjunto com ferramentas e aplicações que permitam seu gerenciamento de forma efetiva. Diante disso, abordar-se-á, com mais profundidade, nas subseções abaixo, o tema gestão de dados, sob as perspectivas apontadas.



### 2.2.1 Tecnologia da Informação

A Tecnologia da Informação (TI) é um conjunto de atividades e soluções providas por recursos computacionais para facilitar a gestão de negócios com participação dos recursos humanos e permite a produção, o armazenamento, a transmissão, o acesso, a segurança e o uso das informações. De modo geral, a TI gerencia os sistemas de informações e infraestrutura de uma organização (LAURINDO *et al.*, 2001).

Destaca-se nesse contexto, o SGBD, por permitir o gerenciamento do acesso, a persistência, a manipulação e a organização dos dados por meio de interface para que sistemas clientes possam incluir, alterar ou consultar dados previamente armazenados em bases de dados, onde ficam guardadas as informações em computadores. Implica à administração de um SGBD, a criação e manutenção das bases de dados e torna-se uma atividade essencial a gestão de dados nas organizações (SILBERSCHATZ; KORTH; SUDARSHAN *et al.*, 1997).

Outras ferramentas, permitem consolidar os dados de diferentes fontes de informações por meio da extração, transformação e carregamento dos dados em outros sistemas, geralmente especializados na análise dos dados. Tais ferramentas, são denominadas, pela sigla em inglês, *Extract Transform Load* (ETL) e possuem a capacidade de se comunicar com as bases de dados, ler diversos formatos de arquivos utilizados por toda a organização e colaborar de forma efetiva a gestão de dados por apoiar diferentes processos relevantes, da qualidade dos dados à geração de conhecimento (VASSILIADIS, 2009).

### 2.2.2 Governança de Dados

A governança de dados (GD) define políticas e procedimentos para assegurar uma gestão de dados proativa e eficiente. A GD é um modelo de governança, recentemente difundido na literatura, e com poucos casos de implantação, porém vem ganhando importância no meio acadêmico e nas organizações. Tais organizações desejam possuir dados de qualidade, que proporcionem tomadas de decisões eficazes e que gerem valor.

O guia DAMA-DMBOK, conforme apresentado em Cupoli, Earley e Henderson (2014), descreve a gestão de dados como uma disciplina, composta por áreas de conhecimento, categorizadas por especialidades, que podem conter um ou mais tópicos, com especificações de processos direcionados à execução do gerenciamento dos dados de forma efetiva. São descritas no total, 11 áreas de conhecimento:

- Governança de dados: Planejamento, supervisão e controle sobre o gerenciamento, uso e recursos relacionados aos dados;
- Arquitetura de Dados: A estrutura geral dos dados e recursos relacionados como parte integrante da arquitetura corporativa;

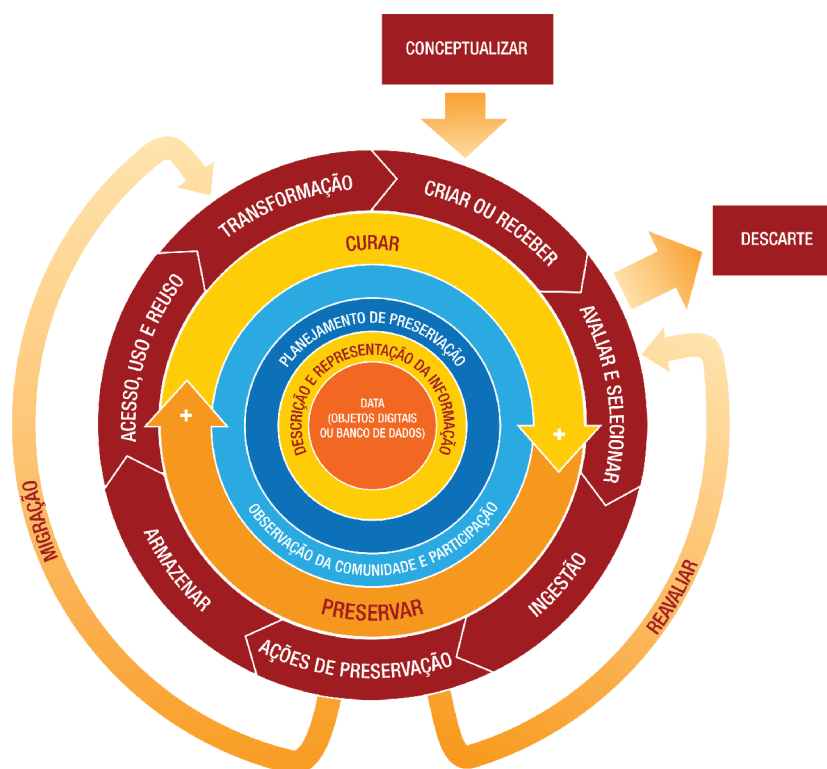
- Modelagem e *Design* de Dados: Análise, projeto, construção, teste e manutenção;
- Armazenamento e Operações de Dados: Implantação e gerenciamento do armazenamento de ativos de dados físicos estruturados;
- Segurança de Dados: Garantir a privacidade, confidencialidade e acesso apropriado;
- Integração de Dados e Interoperabilidade: Aquisição, extração, transformação, movimentação, entrega, replicação, federação, virtualização e suporte operacional;
- Documentos e Conteúdo: Armazenamento, proteção, indexação e habilitação de acesso a dados encontrados em fontes não estruturadas, dentre eles arquivos eletrônicos e registros físicos e dados disponíveis para integração e interoperabilidade com dados estruturados;
- Referência e dados mestre: Gerenciamento dos dados compartilhados para reduzir a redundância e garantir melhor qualidade de dados, por meio de definição padronizada e uso de valores de dados;
- *Data Warehousing* e *Business Intelligence*: Gerenciamento de dados analíticos para acesso a dados de suporte às decisões, relatórios e análises;
- Metadados: Coleta, categorização, manutenção, integração, controle, gerenciamento e acesso de metadados;
- Qualidade de Dados: Processos de definição, monitoramento e manutenção para integridade e melhoria da qualidade dos dados;

### 2.2.3 Curadoria Digital

Outra perspectiva, de grande relevância, à gestão de dados, relaciona-se a curadoria digital, definida em *Digital Curation Centre* (DCC), como um ciclo de vida para o gerenciamento de materiais digitais, o qual aplica-se a preservação de dados na forma binária, classificado como um objeto digital ou uma base de dados, sendo genérico, e pode ser adaptado a diferentes contextos de gestão de dados. O modelo DCC é representado pela Figura 2 e explicado em Higgins (2008), compreendido por onze fases para curadoria:

- Conceptualização e planejamento da criação de dados, incluindo opções de armazenamento e de captura de dados;

Figura 2 – Modelo Digital Curation Centre(DCC)



Fonte: Higgins (2008)

- Criação de dados, incluindo metadados administrativos, descritivos, estruturais e técnicos, e recebimentos de dados, de acordo com políticas de coletas documentadas;
- Avaliação dos dados e seleção para curadoria e preservação a longo prazo, seguindo as orientações documentadas, políticas ou requisitos legais;
- Transferência dos dados para um arquivo, repositório, *data center* ou outro servidor, considerando as orientações documentadas, políticas ou requisitos legais;
- Realizar ações para garantir a preservação e a retenção a longo prazo, garantindo que os dados permaneçam autênticos, confiáveis e utilizáveis, mantendo sua integridade por meio de limpeza, validação, atribuição de metadados de preservação, atribuição de informações de representação e garantia de estruturas de dados ou formatos de arquivo aceitáveis;
- Armazenamento dos dados de maneira segura, aderindo aos padrões relevantes;
- Acesso aos dados para os usuários designados, por meio de controles de acesso robustos;

- Transformação a partir dos dados originais, por exemplo, migração para um formato diferente;
- Descarte dos dados, que não foram selecionados para uma avaliação de longo prazo e preservação, de acordo com políticas documentadas, orientações ou requisitos legais. Normalmente, os dados podem ser transferidos para outro arquivo, repositório, data center ou outro servidor. Em alguns casos, os dados são destruídos. A natureza dos dados pode, por razões legais, necessitar de destruição segura;
- Retorno dos dados que falham em procedimentos de validação para avaliação adicional e nova seleção;
- Migração dos dados para um formato diferente, de acordo com o ambiente de armazenamento ou para garantir a imunidade dos dados contra a obsolescência de hardware ou software.

#### 2.2.4 Ciclo de Vida dos Dados

No tocante à contínua geração de dados, cria-se um histórico de dados, que podem ser usados em diferentes formas, como leitura, escrita, transformação ou aplicações remoção, criando o CVD, também relevante à gestão dos dados, e seu gerenciamento, desde a criação e coleta até o armazenamento e processamento.

O CVD é definido como sendo os processos relacionados à gestão dos dados, de sua entrada à sua saída. Outros termos, como a documentação, curadoria digital e governança de dados, relacionam-se em busca de propor e definir modelos para gestão de dados. O uso de Modelos de CVD são indicados em cenários complexos para organização dos dados. Recentemente, trabalhos em *Big Data* vêm considerando sua utilização como etapa crucial para o desenvolvimento de sistemas (ARASS; TIKITO; SOUISSI, 2017).

Em Santana (2013), após revisão de 23 modelos de CVD, afirma-se que, dos modelos analisados, nenhum possui perspectiva exclusiva nos dados. Assim, propõe o CVD-CI, representado pela Figura 3, para efeito de compreensão do processo de acesso a dados e define as fases de coleta, armazenamento, recuperação e descarte, que são permeadas pelos objetivos de privacidade, qualidade, direitos autorais, integração, disseminação e preservação.

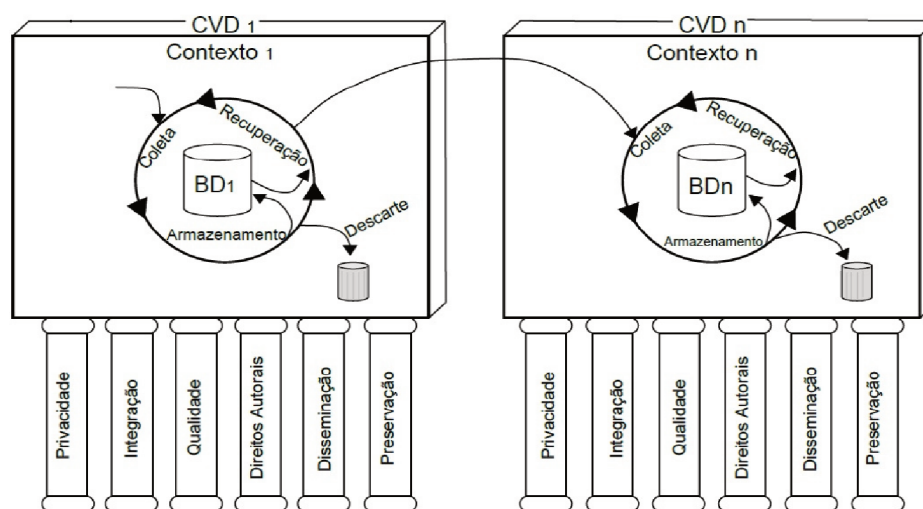
Conforme SantAna (2016) são analisadas cada fase do modelo CVD-CI, apontando questionamentos e considerações importantes:

- A coleta dos dados tem como objetivo atender uma necessidade específica, compreendendo questionamentos referentes à origem dos dados, formatos de

arquivos, riscos de privacidade, avaliação de integridade física e lógica, análise de procedência e necessidade de preservação;

- O armazenamento dos dados é definido pelos esforços de manter estes conteúdos em um determinado suporte, por meio da persistência dos dados, compreendendo questionamentos sobre quais dados devem ser armazenados, quais estruturas física e lógica serão utilizadas, como garantir a permanência dos dados e como os dados se relacionam;
- A recuperação dos dados permite encontrar, acessar e interpretar os dados, compreendendo questionamentos sobre quais dados serão disponibilizados, a qual público os dados se destinam, a frequência que os dados serão atualizados, permissões de acesso, integrações e preservação;
- O descarte dos dados que não mais necessários ou que estejam acima da capacidade de tratá-los com eficiência no sistema. Inclui-se os registros completos de todos os dados descartados.

Figura 3 – Modelo CVD-CI



Fonte: Santana (2013)

Dessa forma, o dado e a informação são recursos essenciais e ativos preciosos das organizações. Nas últimas décadas as empresas investiram maciçamente em projetos de TI, que visavam ter uma melhor gestão dos seus dados, com o propósito de ganhar vantagem competitiva. As organizações continuam em busca de soluções que, efetivamente, organizem seus dados de maneira íntegra e garantam seu crescimento sustentável.

## 2.3 SISTEMAS MÉDICOS

Nesta seção, serão contextualizados os sistemas de informação de saúde e os padrões de dados e protocolos de comunicação, relacionados à integração dos dados e interoperabilidade entre sistemas.

### 2.3.1 Contextualização

Segundo Albuquerque *et al.* (2017), a automação de processos em hospitais é uma prática mundial, seja para fins operacionais, administrativos ou assistenciais. O software responsável pelos registros de atividades do paciente é realizado pelo Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP), sendo um documento eletrônico constituído por um conjunto de informações referentes a tratamentos, cuidados aplicados, gestão de informação e comunicação referentes ao paciente.

Os sistemas hospitalares necessitam, além do controle de prontuário, realizam a gestão de exames, faturamento, estoques relacionados aos atendimentos e procedimentos realizados pelos pacientes, sendo referenciados na literatura como *Hospital Information System* (HIS).

Com relação aos serviços de diagnóstico por imagem, em destaque a área de radiologia, por possuírem um fluxo mais criterioso para agendamentos e demandas elevadas de exames, criaram-se necessidades específicas, as quais são atendidas no *Radiology Information System* (RIS), em conjunto com uma arquitetura também responsável em permitir o armazenamento das imagens médicas e interoperabilidade entre equipamentos e estações de trabalhos, destinadas a visualização e diagnósticos por imagem, definida como *Picture Archiving Communication System* (PACS)

Devido a diversidade de sistemas médicos, é necessária a integração entre eles, por meio de padrões definidos internacionalmente como *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) e *Health Level Seven International* (HL7). O DICOM é um protocolo e formato de arquivo, composto por dados e imagens, referentes aos procedimentos de exames, permitindo a comunicação, integração e interoperabilidade entre os sistemas médicos HIS, RIS, sistemas de telemedicina, PACS, estações de trabalhos e equipamentos médicos. O padrão definido pela HL7, por sua vez, permite a troca de transferência de dados clínicos e administrativos entre sistemas médicos, abrangendo clínicas, consultórios, hospitais e sistemas de saúde pública.

No intuito de orientar as melhores práticas, e utilização dos padrões disponíveis, foi criada em 1998 a *Integrating the Healthcare Enterprise* (IHE), por meio de consórcio entre radiologistas e especialistas em Tecnologia da Informação (TI), a qual compartilha documentos técnicos para os mais diversos cenários de integração entre sistemas, contemplando o uso de diversos padrões, entre esses, o DICOM e HL7.

Nesse sentido, sistemas de telemedicina, com objetivo de garantir o diagnóstico

médico à distância, dependem de informações de diversos outros sistemas, fazendo uso de integração e padrões definidos, internacionalmente, para permitir formar um sistema de escala ainda maior, reunindo exames de diversas modalidades, integrados a diversos sistemas médicos.

Para Araujo, Pires e Bandiera-Paiva (2014), um sistema de Registro Eletrônico de Saúde (RES) vai além dos limites do PEP, compreendendo também todo tipo de informação, como procedimentos, consultas, administração de medicamentos, resultados de exames, informações demográficas e necessidades dos serviços de saúde, doença de indivíduos e comunidade.

Diante disso, o Ministério da Saúde publicou a Portaria nº 2.073, de 31 de agosto de 2011, modelo de referência para RES, que define, entre outros padrões para interoperabilidade em sistemas de saúde, o uso do padrão DICOM para informação relativa a exames de imagem e HL7 para troca de documentação clínicas (BRAGHETTO; CORDEIRO, 2014).

### 2.3.2 DICOM

O DICOM foi desenvolvido a partir da cooperação do *American College of Radiology* (ACR) com a *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA). Em 1985, a primeira versão do padrão ACR-NEMA foi publicada, sendo o primeiro padrão não proprietário para comunicação e armazenamento de dados. A segunda versão surge em 1988, a partir de uma revisão da primeira e, finalmente, em 1993, a terceira versão é publicada com novo nome, DICOM 3.0, acrescentando melhorias na especificação de protocolo de redes TCP/IP para garantir independência do fabricante (MILDENBERGER; EICHELBERG; MARTIN, 2002).

O contínuo desenvolvimento do padrão permitiu mudar a conectividade para interoperabilidade e melhorias contínuas no *workflow* de imagens médicas. O DICOM se tornou um dos padrões mais populares na medicina. No começo, era usado para transferência de imagens entre diferentes sistemas, e com evolução do padrão, é atualmente usado também para integração e troca de informações entre sistemas médicos. A estrutura de dados foi baseada num modelo único de identificadores para serviços e objetos. (MILDENBERGER; EICHELBERG; MARTIN, 2002).

Importante mencionar que existem cinco funcionalidades primárias do DICOM: a transmissão e persistência completa de objetos; pesquisa e recuperação de objetos; a performance de ações específicas, como impressão de imagens em filmes; o gerenciamento de fluxo de trabalho, suporte de *worklist*, serviço para troca de registros de agendamentos entre sistemas, e informações para acompanhamento da realização do exame, definido como *Modality Performed Procedure Step* (MPPS); e a qualidade e consistência das imagens para visualização e impressão (KAHN *et al.*, 2007).

Constata-se que o DICOM é um sucesso por diversos fatores, pois possui um

escopo de uso comum, que abrange todas modalidades de imagem digital, suporte a protocolos em redes de computadores TCP/IP, que permitem a comunicação entre dispositivos de hardware e software, além da especificação de requisitos rigorosos para conteúdos do cabeçalho de imagem e a forma dos *pixels* para cada modalidade, melhorando a interoperabilidade, assim como a definição de especificações de conformidade, que auxilia também o usuário a decidir se os dispositivos atendem as necessidades e, por último, o processo de desenvolvimento de padrões abertos entre fabricantes e usuários. Apesar disso, o DICOM não define e nem depende de nenhuma arquitetura PACS, definida como o sistemas de armazenamento de imagens médicas, porém o padrão especifica quais os serviços que são aplicados na fronteira entre o PACS e os serviços de imagens (KAHN *et al.*, 2007).

Para permitir maior eficiência em recursos de armazenamento, o padrão tem suporte a compactação de imagens amplamente usados, como JPEG, JPEG Lossless, JPEG 2000 ou MPEG-2 para sequências de várias imagens (vídeo). Um exemplo pode ser visto na Figura 4. Além dos dados de imagens, o DICOM inclui estruturas de dados importantes para a imagem. (MUSTRA; DELAC; GRGIC, 2008).

Essas estruturas são colocadas em um cabeçalho que contém a descrição do objeto, sendo as definições de informações do objeto, ou em inglês, *Information Object Definition* (IOD). Os componentes mais importantes das estruturas de dados são introduzidas no padrão para definir atributos. Alguns desses atributos são representados na Figura 5, os quais descrevem uma determinada característica da imagem e descrevem, precisamente, o tipo do objeto, os dados do paciente, os procedimentos ou relatórios realizados, bem como as informações técnicas sobre o dispositivo de imagens médicas, utilizado no procedimento (MUSTRA; DELAC; GRGIC, 2008).

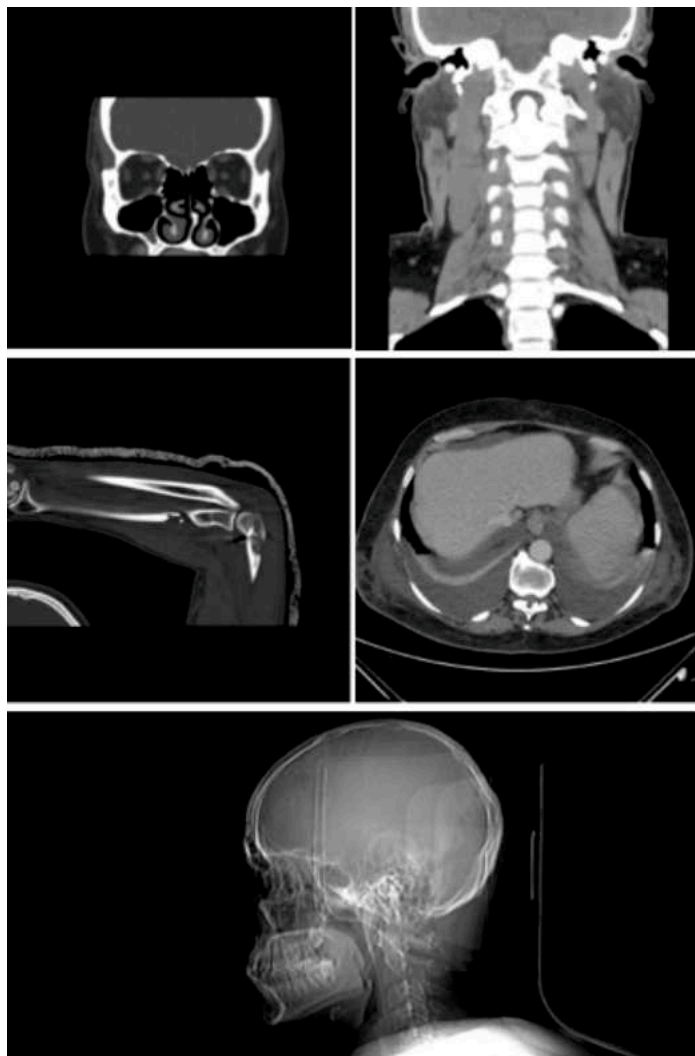
Ainda, o padrão DICOM define o *Service-Object Pair Class* (SOP Class), serviço de rede que permite a transferência de informações entre dispositivos diferentes, desde que suportados os mesmos serviços e objetos (NEMA, 2007).

A transferência realizada por intermédio do SOP Class é definida pela união de IOD e elementos de serviços (DICOM *Message Service Element* - DIMSE), o qual oferece interfaces para aquisição, arquivamento e processamento por meio de serviços para armazenamento (C-STORE), consulta (C-FIND), recuperação (C-GET) e transferência (C-MOVE), não havendo serviço *dwilson2015* recente atualização de forma intencional para reduzir possibilidade de alterações de dados (NEMA, 2007).

No tocante à recuperação da imagem, ela também pode ser realizada por meio de tecnologias Web, utilizando-se do *Web Access to DICOM Persistent Objects* (WADO), conforme demonstrado em Liang e Lin (2016), usado para converter o DICOM para formato de arquivo JPEG e permitir seu acesso a partir de uma URL, auxiliando no desenvolvimento de aplicações em dispositivos móveis e permitindo fácil renderização de imagens médicas.



Figura 4 – Exemplo de uma imagem DICOM



Fonte: Macedo *et al.* (2014)

No cenário Web, o padrão foi atualizado recentemente (DICOM PS3.18 2018a), ampliando o suporte de comunicação de serviços básicos, como armazenamento, consulta e recuperação por meio do *Restful Services*, tecnologia de *Web Services*, amplamente utilizada no desenvolvimento de aplicações. Permite-se, assim, a comunicação diretamente por meio do protocolo HTTP e a integração entre sistemas médicos (CAFFERY *et al.*, 2018).

### 2.3.3 PACS

Nos departamentos de radiologia, os processos relacionados à solicitação de exames, agendamentos, priorização e informações clínicas relevantes, para a realização do exames, são inseridas no RIS, integrado ao PACS, para permitir a visualização de imagens e emissão de laudos, conforme representado na Figura 6 (DREYER *et al.*, 2006).

Figura 5 – Exemplo de atributos DICOM

|             |                             |      |   |
|-------------|-----------------------------|------|---|
| (0008,0005) | Specific Character Set      | Keep | ISO_IR 100                                  |
| (0008,0008) | Image Type                  | Keep | ORIGINAL\PRIMARY\M\ND\NORM                  |
| (0008,0012) | Instance Creation Date      | Keep | 20061214                                    |
| (0008,0013) | Instance Creation Time      | Keep | 093711.593000                               |
| (0008,0016) | SOP Class UID               | Keep | 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.4                   |
| (0008,0018) | SOP Instance UID            | Keep | 1.3.12.2.1107.5.2.32.35177.3.20061214093... |
| (0008,0020) | Study Date                  | Keep | 20061214                                    |
| (0008,0021) | Series Date                 | Keep | 20061214                                    |
| (0008,0022) | Acquisition Date            | Keep | 20061214                                    |
| (0008,0023) | Content Date                | Keep | 20061214                                    |
| (0008,0030) | Study Time                  | Keep | 091206.156000                               |
| (0008,0031) | Series Time                 | Keep | 093711.593000                               |
| (0008,0032) | Acquisition Time            | Keep | 092852.195000                               |
| (0008,0033) | Content Time                | Keep | 093711.593000                               |
| (0008,0050) | Accession Number            | Keep | .   |
| (0008,0060) | Modality                    | Keep | MR  |
| (0008,0070) | Manufacturer                | Keep | SIEMENS                                     |
| (0008,0080) | Institution Name            | Keep | Hospital                                    |
| (0008,0081) | Institution Address         | Keep | StreetStreetNo, City, District, US, ZIP     |
| (0008,0090) | Referring Physician's Name  | Keep |   |
| (0008,1010) | Station Name                | Keep | MEDPC                                       |
| (0008,1030) | Study Description           | Keep | head^DHead                                  |
| (0008,103E) | Series Description          | Keep | t1_mpr_1mm_p2_pos50                         |
| (0008,1050) | Performing Physician's Name | Keep |   |
| (0008,1090) | Manufacturer's Model Name   | Keep | TrioTim                                     |
| (0008,1140) | Referenced Image Sequence   | Keep | {sequence}                                  |
| (0010,0010) | Patient's Name              | Keep | Sample Patient                              |
| (0010,0020) | Patient ID                  | Keep | Sample ID                                   |
| (0010,0030) | Patient's Birth Date        | Keep | 19751231                                    |
| (0010,0040) | Patient's Sex               | Keep | F   |
| (0010,1010) | Patient's Age               | Keep | 030Y  |
| (0010,1030) | Patient's Weight            | Keep | 68.038864155                                |
| (0018,0015) | Body Part Examined          | Keep | HEAD  |
| (0018,0020) | Scanning Sequence           | Keep | GR\IR                                       |
| (0018,0021) | Sequence Variant            | Keep | SP\MP\OSP                                   |
| (0018,0022) | Scan Options                | Keep | IR  |

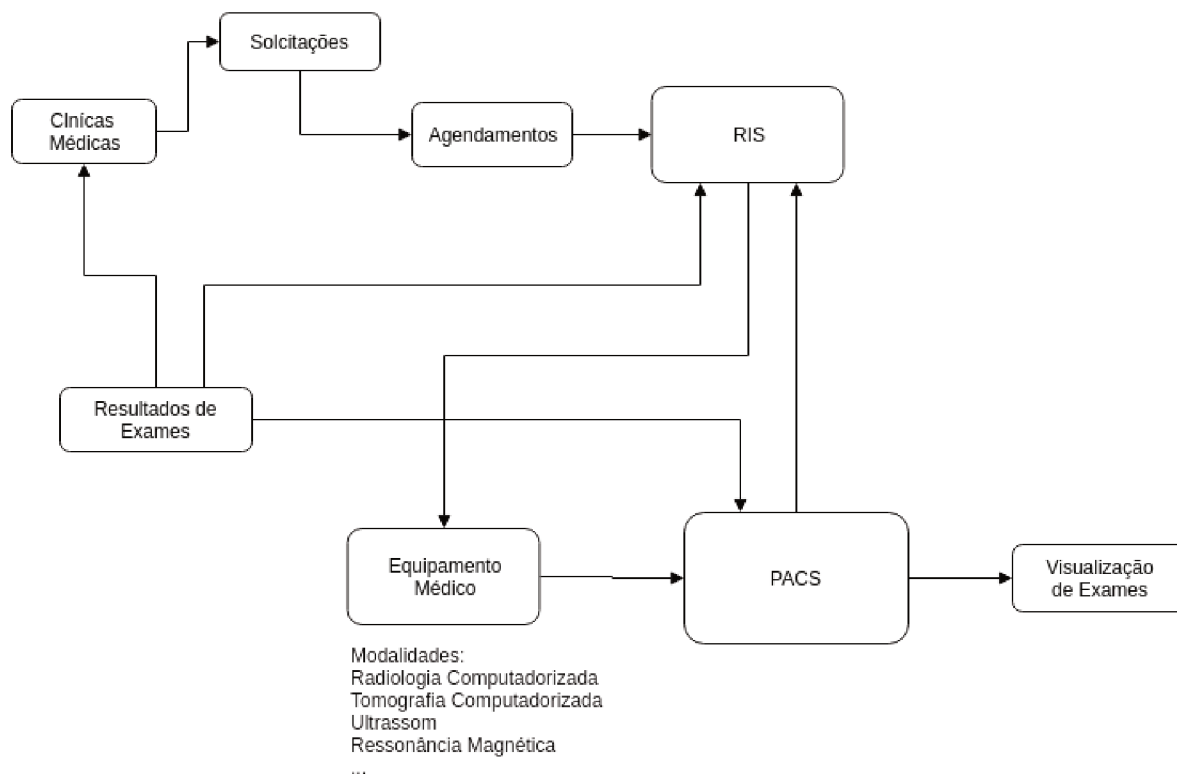
Fonte: Elaborada pelo Autor.

Duerinckx e Pisa (1982) já apontava a necessidade de um *workflow* para permitir a comunicação entre sistemas, equipamentos e armazenamento de imagens médicas, definido por meio de uma arquitetura chamada de PACS e, permitiu o avanço de inúmeras pesquisas para interoperabilidade dos equipamentos e sistemas médicos.

Define-se, desse modo, o PACS, como sendo um *workflow* para integração de sistemas de imagens. Um dos maiores componentes do PACS é a distribuição de imagens com dados relevantes para os cuidados do paciente. Foi, originalmente, desenvolvido por serviços de radiologia para capturar as imagens eletronicamente, dispensando a impressão em filmes radiológicos e permitiu melhor comunicação entre os radiologistas e clínicos. Atualmente, o PACS não é mais limitado à radiologia, ampliado a serviços de diagnóstico de imagens, como cardiologia, patologia, e oftalmologia. Efetivamente, o uso do PACS diminuiu o tempo para diagnósticos e aumentou a eficiência dos processos médicos (HUANG, 2003).

A integração com o PACS também pode ocorrer por meio de protocolos especí-

Figura 6 – Workflow em Departamento de Radiologia



Fonte: Adaptada de Dreyer *et al.* (2006)

ficos permitindo a troca de informações entre sistemas médicos, como RIS e sistemas de telemedicina, de maneira que seja possível desenvolver automações entre esses sistemas, dentre elas, consultar e receber dados dos procedimentos e pacientes no PACS (SAMEI *et al.*, 2004).

O PACS, ainda, pode ser caracterizado pelo armazenamento de elevado volume de imagens médicas, incorporando soluções para o gerenciamento dos dados. Os recursos de armazenamento são vitais ao funcionamento do PACS, exigindo, assim, infraestrutura e profissionais especializados para a gestão dos dados.

Conforme analisado em Furuie *et al.* (2002), a disponibilidade das imagens são definidas como *online*, quando estão disponíveis e de fácil recuperação, *nearline*, quando estão disponíveis, porém em sistemas de armazenamento secundários, sendo mais lenta sua recuperação e, *offline*, quando depende da intervenção manual do administrador do sistema para sua recuperação.

O termo “PACS de larga escala” foi sugerido em Bauman, Gell e Dwyer (1996), caracterizando o uso desse sistema em hospitais que atendem diariamente solicitações clínicas, com mais de três modalidades médicas e acessos além do departamento de Radiologia. Huang (2003) considera um cenário ainda maior e mais complexo para o uso do PACS, compreendido por múltiplos estabelecimentos de saúde, de uma organização, destacando o principal objetivo do PACS na distribuição de imagens

entre sistemas médicos.

Importante mencionar, neste momento, a existência de diversos estudos relacionados à gestão de dados em sistemas PACS. No tocante ao processo de armazenamento e recuperação dos dados, tanto o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGDB) quanto os sistemas de arquivos são utilizados largamente, explorando as especificidades em cada cenário.

Acerca do tema, Macedo *et al.* (2014) avalia o desempenho do uso de armazenamento de dados hierárquicos, em sistemas de arquivos distribuídos, enquanto Fetzer e West (2008) avalia a segurança de SGDB para armazenamento de dados médicos. Consta-se que, os diversos aspectos relacionados ao armazenamento dos dados médicos direcionam milhares de trabalhos científicos, buscando melhor eficiência desses sistemas.

Cabe ainda considerar, no processo de armazenamento, a indexação dos atributos DICOM, por meio de soluções de alto desempenho, que permitem posteriormente consultas mais eficientes para recuperação dos dados, bem como definir bases de dados para auxiliar processos de descoberta de conhecimento.

Um aspecto a ser observado é a disponibilização das bases de dados médicos à comunidade científica, que por questões de sigilo, têm os atributos DICOM anonimizados para permitir o compartilhamento dessas bases (GODINHO; COSTA; OLIVEIRA, 2017).

Quanto à distribuição, comumente associada ao uso de redes de computadores, facilitada pelo uso protocolo TCP/IP, existem diversos estudos que exploram os protocolos especializados na troca de mensagens, geralmente no contexto de integração de sistemas e redes heterogêneas.

É oportuno considerar o trabalho de Weisser *et al.* (2006), ao apresentar um modelo utilizado na Alemanha, que faz uso do Email para transmissão de imagens médicas, facilitando o processo de distribuição, enquanto que, para Costa *et al.* (2011), é considerado o protocolo Peer-to-peer (P2P), que permite a construção de redes descentralizadas e um modelo altamente escalável.

Ainda referente à distribuição de dados, o protocolo HTTP merece maior destaque, devido à quantidade de pesquisas relacionadas, como visto em Teng *et al.* (2010), que faz uso dele para transmissão de imagens médicas, por meio de *Web Services*.

Alguns desafios estão presentes no processo de distribuição de dados, tais como, problemas relacionados à latência e segurança nas transferências de dados entre redes de computadores remotas, condições que continuam também sendo um desafio as outras áreas de pesquisas.

Visto o armazenamento, recuperação, distribuição, cabe mencionar que, para o arquivamento de imagens, as tecnologias envolvem soluções automatizada para *backup* ou soluções escaláveis em provedores de computação em nuvem.

Nesse sentido, Slik *et al.* (2009), aponta soluções de computação em nuvem, como sistemas de arquivamento escaláveis, de outro modo, Avrin *et al.* (2001) aponta o uso de *Hierarchical Storage Management* (HSM) para arquivamento de dados em cenários com recursos limitados. Percebe-se, assim, que a preocupação com o arquivamento está relacionado à preservação dos dados para garantir seu acesso futuro.

## 2.4 WORKFLOW

Nesta sessão, é apresentado e definido o termo *workflow*, por meio de conceitos relacionados na literatura, em conjunto com a evolução histórica e diferentes abordagens relacionadas.

### 2.4.1 Contextualização

Para Georgakopoulos, Hornick e Sheth (1995), o termo *workflow* refere-se a um conjunto de atividades processadas ao mesmo tempo com especificação de controle e fluxo de dados entre atividades relacionadas. Seu conceito foi desenvolvido da noção de processos na manufatura e escritórios, os quais têm início na industrialização, frutos de pesquisas para aumentar a eficiência, desenvolvidos a partir de aspectos relacionados às atividades de trabalho, geralmente separadas em tarefas bem definidas, papéis, regras e procedimentos.

Até a década de 1980, com as limitações de sistemas operacionais e recursos computacionais, *workflow* destacava-se como solução para gestão de processos nas grandes organizações. A partir da década 80, com o avanço da TI, destaca-se a modelagem de dados, caracterizando, assim, o desenvolvimento de sistemas de informação específicos em apoio ao *workflow* nas organizações.

Novas abordagens foram desenvolvidas na década de 1990, voltadas a Sistemas de Gerenciamento de *Workflow* (WFMS), distribuídas comercialmente, para a gestão de processos de negócios, alinhadas às tecnologias de informação, com ampla aceitação no mercado e diversas pesquisas de *workflow*, associadas a esse período, voltados à modelagem, automação e arquitetura de sistemas.

Nesse contexto, os processos de negócios ganham visibilidade e modelos de referência surgem no sentido de definir termos em comum entre os diversos sistemas de *workflow*, padrões e tecnologias para interoperabilidade entre sistemas de *workflow* de diferentes fornecedores.

Tais tecnologias são impulsionadas, a partir da década de 2000, por meio do avanço das ferramentas web, em conjunto com a consolidação da computação em nuvem e, assim, surgem diferentes padrões de integração e interoperabilidade para sistemas de *workflow*, com destaque para o uso de *web services* e arquitetura orientada a serviços.

No contexto atual, relacionado à década de 2010, marcada pelo fenômeno do *Big Data*, tecnologias analíticas e recursos computacionais de alto desempenho, os dados tornam-se um recurso valioso às organizações e, nesse sentido, surgem abordagens de *workflow*, especializadas em fluxo de dados. Nesse contexto, estão abordagens de *workflows* científicos, caracterizados pelo processamento de grandes volumes de dados de pesquisas.

#### 2.4.2 Características Gerais

O *workflow* pode descrever as tarefas do processo de negócio em um nível conceitual necessário para entendê-lo, avaliá-lo e reprojotá-lo. Por outro lado, um *workflow* pode descrever as tarefas do processo de informação em um nível que descreva os requisitos dos processos de negócios para funcionalidade dos sistemas de informações e habilidades humanas. A distinção dessas duas perspectivas nem sempre é feita e muitas vezes esse termo é usado para descrever um deles ou ambos, com perspectivas dos sistemas de informações e de negócios (BRUZAROSCO, 1998).

Segundo Der Aalst *et al.* (2003), existem diferentes perspectivas para o uso de *workflow*:

- Processos para descrever atividades e execuções ordenadas;
- Dados que relacionam documentos com processo de negócio;
- Recursos que relacionam a estrutura organizacional para o provimento de recursos humanos e equipamentos;
- Operacional, que é apresentada por ações elementares e executadas pelos processos.

Segundo Bruzarosco (1998), os processos de uma organização são classificados quanto a categoria:

- Processos de materiais, com atividades relacionadas a manipulação de objetos físicos;
- Processos de informação, relacionados a tarefas automatizadas, por meio de programas;
- Processos de negócio, relacionados no mais alto nível dos processos, implementados como processos de materiais e informação, direcionados à gestão do negócio.

As linguagens de modelagem para *workflow* descrevem processos e atividades. Embora, no contexto de engenharia de software, a *Unified Modeling Language* (UML)

tem ampla utilização na modelagem de processos, definida por Szlenk (2007), como uma linguagem de modelagem visual usada para especificar, construir e documentar sistemas de software, adotada e padronizada pelo *Object Management Group* (OMG). A linguagem baseia-se numa abordagem de metamodelo, que fornece informações sobre a sintaxe abstrata de UML, expressa em uma linguagem natural, independentemente de método e permite definir uma gama de possíveis interpretações, em vez de fornecer um significado exato.

### 2.4.3 Sistema de Gerenciamento de *Workflow*

Um *workflow* permite a criação de fluxos de dados e processos, utilizando-se de representações gráficas e sua aplicação pode ser automatizada, por meio de recursos computacionais e serviços integrados. Com o avanço das tecnologias e uso de *workflow*, na indústria e setores administrativos, foram criados diversos sistemas automatizados para permitir a interoperabilidade, e também padrões para execução em diferentes sistemas de gerenciamento de *workflow*.

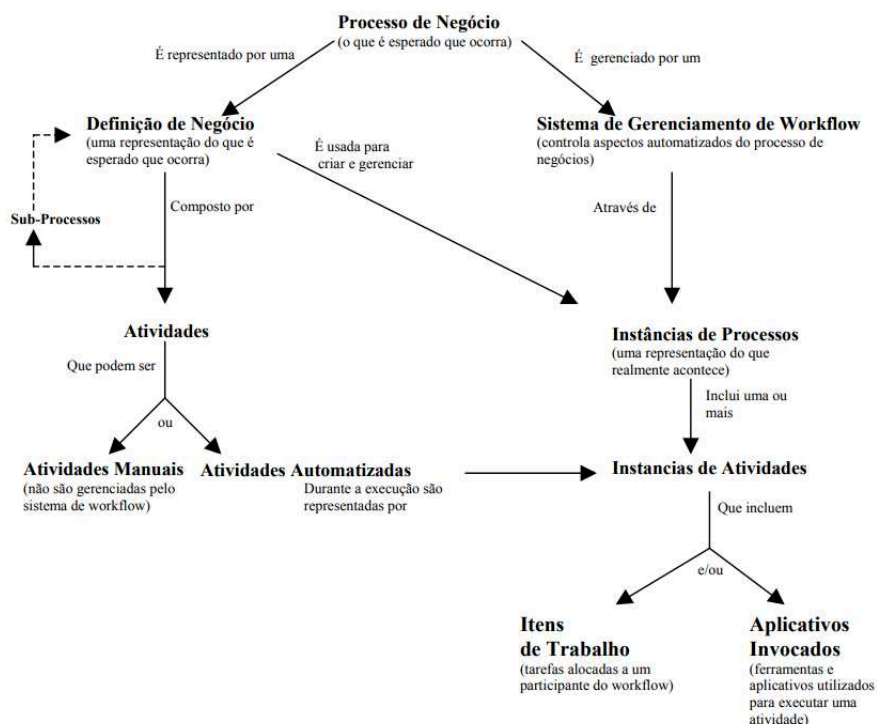
As tecnologias de *workflow* têm sido utilizadas para modelar, melhorar e automatizar processos de negócios. Um processo de negócio possui um conjunto de procedimentos ou atividades interligadas e sua execução visa a alcançar um certo objetivo ou meta relacionada ao contexto de uma organização. Um *workflow* pode ser visto como a automação total ou parcial de um processo de negócio e esta automação consiste em representar um *workflow* num formato compreensível por uma máquina.

Um sistema para gerenciamento de *workflow*, é referenciado como *Workflow Management System* (WFMS), o qual permite criar e executar vários *workflows*, por meio do uso de *software*, capaz de interpretar e definir os processos, além de comunicar com os vários participantes e invocar as diversas ferramentas e aplicações. Muitas vezes permitem o monitoramento dos processos para que estes possam ser continuamente melhorados. A maioria dos sistemas de *workflow* integram-se com outras aplicações para que seja possível estruturar um processo que envolva vários sistemas independentes.

#### 2.4.3.1 WFMC

A Workflow Management Coalition (WFMC) define o *workflow* em WFMC (1996) como a automação de um processo de negócios, durante o qual informações ou tarefas são processadas, de acordo com um conjunto pré-definido de regras procedurais, para alcançar ou contribuir para uma meta global. Para compreensão completa da arquitetura de um sistema de *workflow* é necessário conhecer uma série de conceitos, os quais são relacionados na Figura 7, adaptada da publicação WFMC (1996), que ilustra o relacionamento entre os conceitos principais da tecnologia de *workflow*.

Figura 7 – Conceitos de Workflow



Fonte: Pádua e Bispo (2003)

A WfMC publicou em 1995 o seu Modelo de Referência de *Workflow*, que descreve os principais componentes de uma arquitetura de *workflow* e identifica as interfaces que necessitam ser padronizadas para a permitir a interoperação entre produtos em diversos níveis, conforme representado na Figura 8.

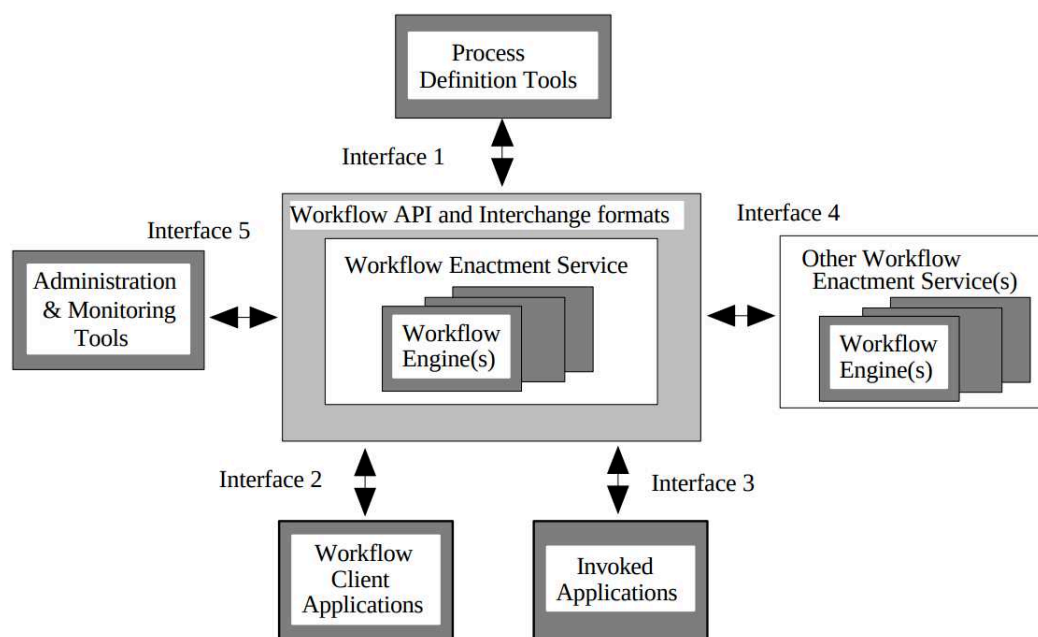
Esta arquitetura é composta por três tipos de elementos:

- Componentes de software, que proporcionam suporte para várias funcionalidades do sistema de *workflow*;
- Dados de controle e definição do sistema, que são utilizados por um ou mais componentes de software;
- Aplicativos e suas bases de dados, que não são parte do sistema de *workflow*, mas que podem ser invocados por ele como parte do sistema global

A WfMC também definiu um padrão para modelagem de processos de negócios, baseado em documento, XML Process Definition Language (XPDL), com objetivo de permitir a importação e exportação entre uma variedade de ferramentas, desde sistemas de gerenciamento de *workflow* até modelagem e sua simulação. O ponto de partida do XPDL é um conjunto mínimo de construções presentes na maioria dos fornecedor de *workflow*. A XworkflowPDL usa uma sintaxe baseada em XML, especifi-



Figura 8 – Modelo de Referência de Workflow - Componentes e interfaces



Fonte: Hollingsworth e Hampshire (1995)

cada por um esquema composto por elementos que definem os processos de negócios (AALST, 2003).

#### 2.4.3.2 BPM

O BPM é uma disciplina que relaciona aspectos da modelagem, automação, execução, controle, medição e otimização dos processos de negócios, com foco nos resultados de uma organização, abrangendo sistemas, funcionários, clientes e parceiros, dentro e além dos limites da empresa (CBOK, 2013).

Ele possui uma abordagem focada no alinhamento de todos os aspectos de uma organização para promover a eficiência do processo de negócio, com a ajuda da TI. Por meio da modelagem de processos de negócios, o BPM pode ajudar os setores a padronizar e otimizar seus processos, aumentando a agilidade para responder às mudanças no ambiente por vantagens competitivas, por meio da reengenharia de processos de negócios com diferentes finalidades, como reduções de custos (DA XU, 2011).

O conceito de *workflow* é fortemente relacionado com a reengenharia e automação de negócios e processos de informação. A reengenharia de negócio envolve explicitamente reconsideração e reprojeto do processo de negócio e são desenvolvidos antes de sistemas de informação, enquanto a reengenharia de processo de informação é uma atividade complementar à reengenharia do processo de negócio. As duas atividades podem ser executadas iterativamente para prover *feedback* mutuo

(BRUZAROSCO, 1998).

No que se refere à reengenharia dos processos de informação e negócio, que envolve definir *workflows*, ela permite a rápida implementação dos processos, por meio de computação distribuída, orientada à interoperabilidade entre componentes fracamente acoplados, correspondendo a sistemas heterogêneos, autônomos e/ou distribuídos (HAD), com implementação de processos de negócios ou informações, acessando múltiplos sistemas HAD, com controle de falhas e permite evolução, substituição de novas aplicações de *workflows* e de sistemas componentes, quando processos são reprojatados (BRUZAROSCO, 1998).

Em abordagens de BPM, um SGBD pode ser referenciado como *Business Process Management System* (BPMS) e suportam a definição, execução e rastreamento de processos de negócios. O BPMS tem a capacidade de registrar informações sobre os processos de negócios que eles suportam. A análise adequada dos registros de execução do BPMS pode gerar conhecimento importante e ajudar as organizações a melhorar a qualidade de seus processos de negócios e serviços para seus parceiros (GRIGORI *et al.*, 2004).

Outra notação gráfica de destaque, relacionada à disciplina de BPM, é o *Business Process Model and Notation* (BPMN), originalmente publicado em 2004 pela *Business Process Modeling Initiative* (BPMI), como uma notação gráfica parcialmente inspirada nos diagramas de atividade da UML, para representar o *layout* gráfico dos processos de negócios, com objetivo de fornecer uma notação que seja prontamente compreensível para os usuários corporativos. Outra característica importante é sua compatibilidade com o padrão XPDL e com *Workflow Management System* (WFMS). (CHINOSI; TROMBETTA, 2012).

#### 2.4.3.3 Workflow Científico

Em *workflow* científico são adotadas aplicações que envolvem análise de dados complexas, com uso de computação em grade, caracterizada por sistemas geograficamente distribuídos, interligados num ambiente computacional de alto desempenho. Um cenário experimental é definido por um ciclo repetitivo de análise de dados, lançando os cálculos e gerenciando o armazenamento dos resultados de saída (BHARATHI *et al.*, 2008).

Dessa maneira, o *workflow* científico tem como objetivo automatizar esse ciclo, de forma a tornar mais fácil para cientistas se concentrarem em suas pesquisas, e não em gerenciamento de computação. À medida que o *workflow* científico cresce em complexidade e importância, os projetistas dos sistemas de gerenciamento de *workflow* precisam de uma compreensão mais profunda e abrangente do que os *workflows* exigem, e como eles se comportam, para melhorar os algoritmos de provisionamento de recursos, agendamento de tarefas computacionais e gerenciamento de dados (BHA-

RATHI *et al.*, 2008)

Uma característica importante do *workflow* científico é sua orientação a fluxo de dados, utilizando abordagens de pipeline, conjunto de processos que são conectados linearmente para que a saída de um seja entregue como entrada para o próximo da série (BRAGHETTO; CORDEIRO, 2014).

#### 2.4.4 Estruturas para Representação de *Workflow*

Um *workflow* pode ser modelado sob diferentes perspectivas, sendo que as mais relevantes são:

- Fluxo de controle: descreve a transferência de controle entre atividades conectadas;
- Fluxo de dados: descreve a forma como os dados são transferidos entre as atividades;
- Organizacional: descreve o *workflow* por meio da definição de papéis, das pessoas ou equipamentos, responsáveis pela execução das atividades;
- Tratamento de exceções: descreve causas das exceções e as ações que precisam ser tomadas nos seus tratamentos.

Segundo Braghetto e Cordeiro (2014), grande parte dos trabalhos teóricos e ferramentas desenvolvidos para a modelagem de *workflows* de negócio focam a perspectiva de fluxo de controle, dado que o fluxo de controle fornece uma visão sobre a especificação de um processo de negócio.

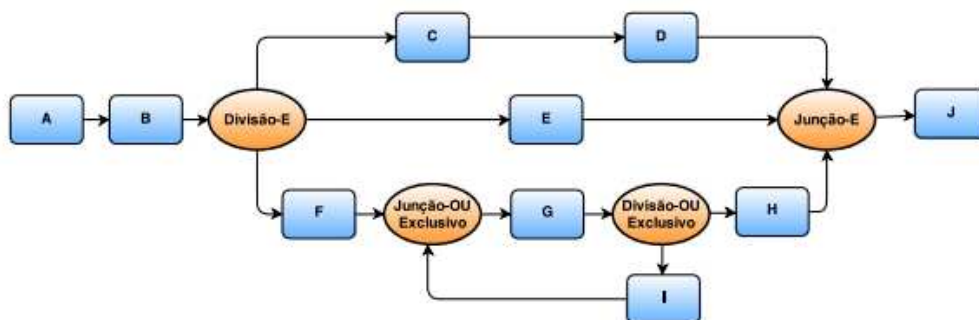
Entretanto, as aplicações científicas são, por natureza, intensivas em dados. Nesse tipo de aplicação, a geração de dados derivados a partir de dados brutos é o objetivo principal. Por essa razão, no domínio dos *workflows* científicos a predominância é da modelagem de fluxos de dados.

##### 2.4.4.1 Fluxos de Controle

A WFMC especifica estruturas essenciais para modelagem de um processo de negócio, conforme representados na Figura 10 e descritos:

- Sequência: uma atividade só pode ser executada após o término de uma outra atividade do *workflow*;
- Paralelismo (Divisão-E): uma linha do fluxo do *workflow* se divide em duas ou mais linhas que podem ser executadas em paralelo;
- Sincronização (Junção-E): duas ou mais linhas de fluxo paralelas são sincronizadas, convergindo em uma única linha de fluxo;

Figura 9 – Exemplo de estrutura de fluxo de controle



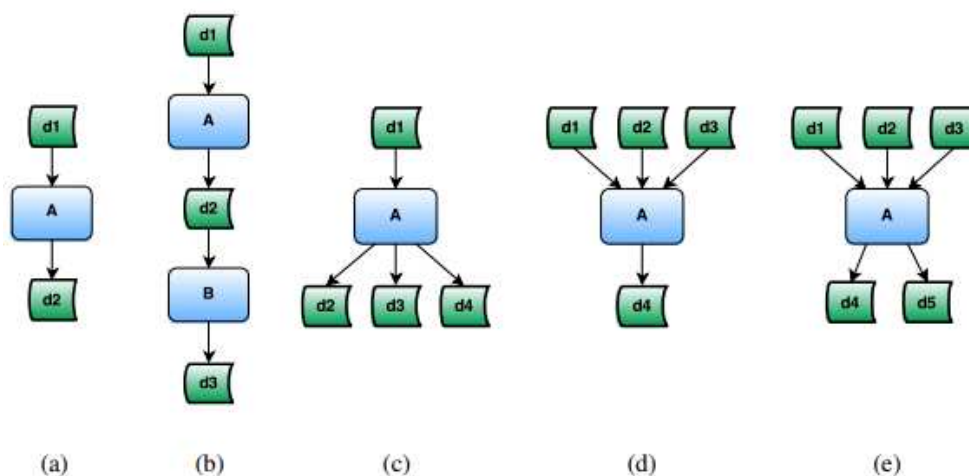
Fonte: Braghetto e Cordeiro (2014)

- Sincronização (Junção-E): duas ou mais linhas de fluxo paralelas são sincronizadas, convergindo em uma única linha de fluxo;
- Escolha Exclusiva (Divisão-OU-Exclusivo): uma linha de fluxo é escolhida para execução dentre duas ou mais linhas possíveis;
- Junção (Junção-OU-Exclusivo): dois ou mais fluxos alternativos convergem em um fluxo único, sem sincronização;
- Ciclo (ou Iteração): execução repetida de uma ou mais atividades do *workflow*.

#### 2.4.4.2 Fluxos de Dados

Sob a perspectiva de fluxo de dados, as seguintes construções são as consideradas básicas para a modelagem de *workflows* científicos (BHARATHI *et al.*, 2008):

Figura 10 – Exemplo de estrutura de fluxo de dados



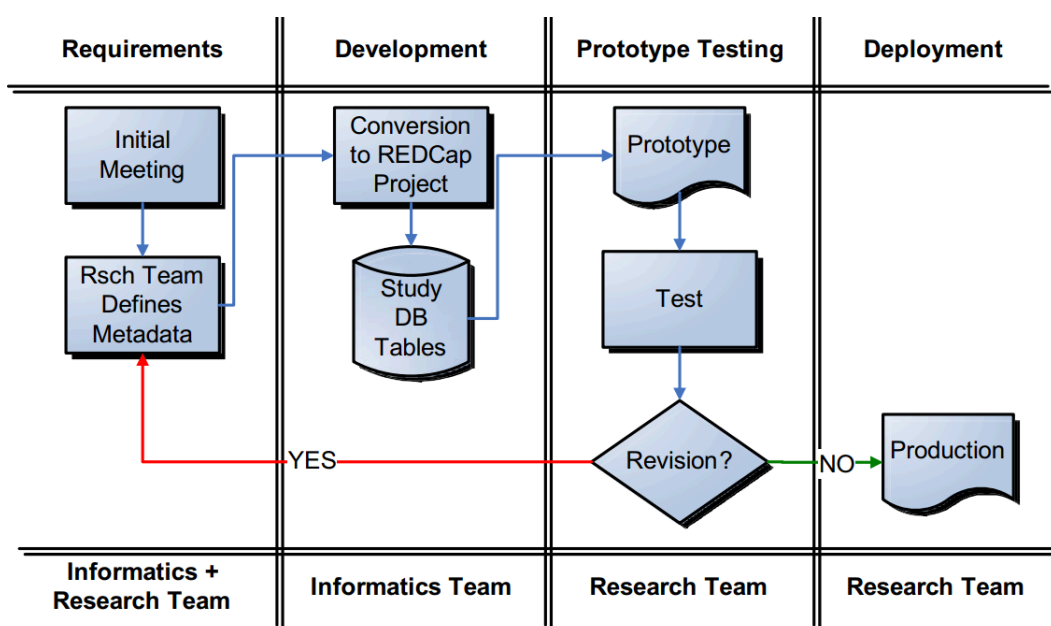
Fonte: Braghetto e Cordeiro (2014)

- **Processamento:** é a construção que representa o processamento realizado por uma atividade sobre dados de entrada para produzir dados de saída;
- **Pipeline:** combina um ou mais processamentos, sequencialmente, de forma que cada atividade do pipeline tenha atividades dependentes;
- **Distribuição de dados:** é feita por uma atividade que produz dois ou mais conjuntos de dados de saída, que são recebidos como entrada por duas ou mais atividades;
- **Agregação de dados:** para produzir novos dados, para serem consumidos por múltiplas atividades, ou para particionar um grande conjunto de dados recebidos como entrada em subconjuntos menores;
- **Redistribuição de dados:** é feita por uma atividade que combina a função de agregação de dados à função de distribuição dos dados.

### 2.4.5 Exemplos de Workflow

Como mencionado, um *workflow* pode orientar o desenvolvimento de sistemas de informações. afim de suportá-lo e otimizá-lo. No trabalho de Harris *et al.* (2009), é apresentado o REDCap, solução de software e metodologia para *workflow*, representado pelo diagrama da Figura 11, projetado para o rápido desenvolvimento e implantação de ferramentas eletrônicas de captura de dados para suporte clínico e pesquisa translacional.

Figura 11 – *Workflow* de Iniciação do Projeto REDCap



Fonte: Harris *et al.* (2009)

O REDCap permite equipes de pesquisa desenvolverem, de maneira autônoma, os metadados relacionados aos estudos, além da criação de um único dicionário de dados e pouco investimento de recursos. Utiliza-se de um diagrama para representar o *workflow* de iniciação do projeto e descreve as etapas, conforme:

- Bases de dados específicas de estudo, são criadas usando dicionários de dados fornecidos pela equipe de pesquisa;
- Após uma demonstração inicial, as equipes de pesquisa usam um modelo de arquivo personalizado do MS-Excel para fornecer metadados do projeto;
- A equipe de informática usa esse arquivo para criar um protótipo de aplicativo da Web, que os pesquisadores podem testar enquanto revisam o dicionário de dados;
- Uma vez alcançado o consenso da equipe de pesquisa sobre todo o pacote CRF de coleta de dados, o aplicativo é transferido para o status de produção para o início do estudo.

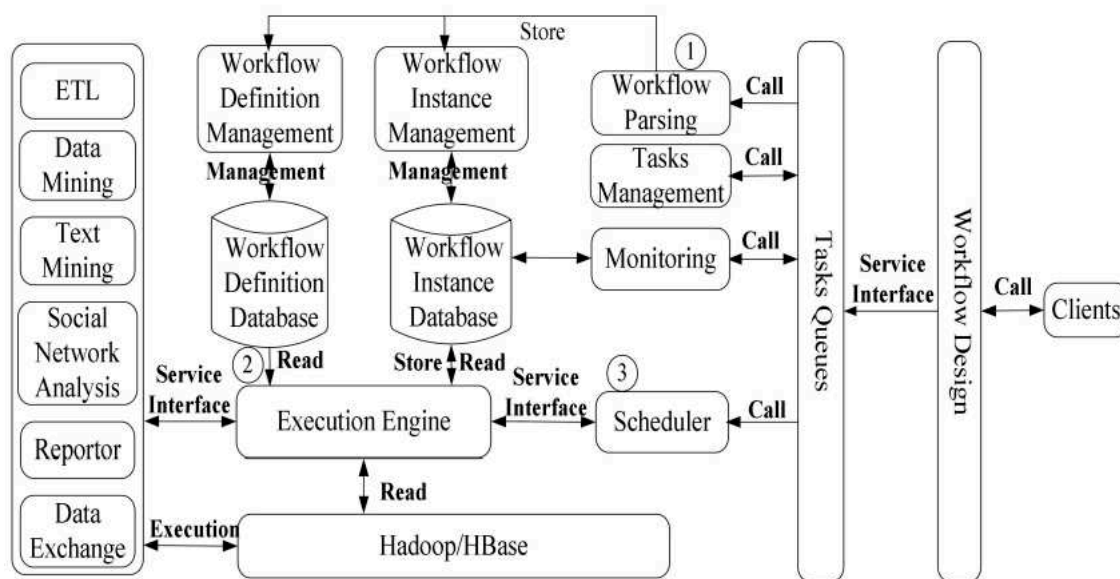
Em outro trabalho relacionado a *workflow*, Zhang *et al.* (2018) considera a otimização de análise de dados em provedores de nuvem, por meio de um sistema de *workflow* como serviço, para construção dinâmica e operação de análise de dados inteligente, com rápido desenvolvimento e implementação flexível do processo de análise de negócios, que pode melhorar a interação e o tempo de resposta do processo. Para elucidação desse sistema, são apresentados diagramas da arquitetura e modelagem de diferentes *workflows*, no contexto de tecnologias analíticas e computação em nuvem. No contexto de análise de dados, é especificado um *workflow* ETL para extração, transformação e execução de dados com suporte a abordagens mistas, assíncrona e síncrona, representado pela Figura 12.

## 2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram abordadas diversas informações acerca do referencial teórico, necessário tanto ao entendimento, quanto à elaboração deste trabalho. Evidenciou-se a relevância da gestão de dados em sistemas de telemedicina, tanto em perspectiva imediata, do acesso, integração, disponibilidade e preservação dos dados, quanto pelas perspectivas futuras, como as novas tendências em aplicações de telemedicina, caracterizadas por sistemas síncronos, uso de sensores, internet das coisas, dispositivos móveis e redes sociais.

Em *workflow*, foram definidos aspectos gerais relacionados à sua definição e utilização, o qual possui foco na análise, modelagem e automação dos processos de negócio, em conjunto com o uso de sistemas, tecnologias e processos de informações.

Figura 12 – Workflow de Procedimento ETL



Fonte: Zhang *et al.* (2018)

No contexto da saúde, caracterizado por diversos sistemas HAD, independentes e dinâmicos, a automação dos processos de negócios dependem diretamente de tecnologias de informação, em conjunto com padrões e interoperabilidade entres os diversos sistemas de informações. Dessa maneira, *workflow* colabora para o entendimento de requisitos funcionais em sistemas de informação que, por sua vez, colabora com a otimização do *workflow*.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentada a metodologia do trabalho, composta pela caracterização da pesquisa na seção 1, procedimentos metodológicos, na seção 2, e uma revisão sistemática da literatura, na seção 3.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa pode ser caracterizada pela sua natureza, objetivos, abordagens e procedimentos, conforme analisado em Silva e Menezes (2001). O Quadro 1 tem como objetivo representar esta pesquisa, a partir desses critérios.

Quadro 1 – Aspectos metodológicos da pesquisa

|                      |                                 |
|----------------------|---------------------------------|
| <b>Natureza</b>      | Aplicada                        |
| <b>Objetivos</b>     | Exploratória                    |
| <b>Abordagens</b>    | Qualitativa                     |
| <b>Procedimentos</b> | Bibliográfica<br>Estudo de Caso |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto à natureza, este trabalho, por considerar a proposta de um *workflow* e análise de um estudo de caso, adequa-se a uma pesquisa de natureza aplicada, gerando conhecimentos para situações práticas e solução de problemas específicos (GIL, 2008).

Referente à caracterização dos objetivos, trata-se de pesquisa exploratória, por meio da revisão bibliográfica e Revisão Sistemática da Literatura (RSL), conforme definido em Prodanov e Freitas (2013), ela visa oferecer maior esclarecimento do problema de pesquisa, por meio do levantamento bibliográfico e exemplos que estimulem a compreensão.

Os procedimentos adotados foram: pesquisa bibliográfica, para fundamentação do desenvolvimento do trabalho, considerando consulta de documentos, artigos e livros de relevância científica conforme apontado em Prodanov e Freitas (2013).

Também é utilizado, como procedimento de pesquisa, um estudo de caso que, segundo Gil (2008), envolve o detalhamento da unidade investigada, de maneira que permita o seu amplo conhecimento e busca a aplicação prática de conhecimentos para solução de problemas.

O estudo de caso apresentado é um sistema de telemedicina de larga escala, o qual permitiu relacionar a proposta do trabalho, com um caso prático e levantar discussões relevantes ao problema da pesquisa.



## 3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para realização deste trabalho foram definidas algumas etapas de execução, compreendendo desde a fundamentação teórica até os resultados esperados.

- a) Pesquisa exploratória de trabalhos relacionados a sistemas de telemedicina;
- b) Pesquisa exploratória de trabalhos relacionados a *workflow*;
- c) Pesquisa exploratória de trabalhos relacionados a tecnologias e padrões de sistemas médicos;
- d) Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para coleta e análise de trabalhos relacionados a *workflow* e sistemas de telemedicina;
- e) Proposta de um *workflow* para gestão de dados em sistemas de telemedicina;
- f) Apresentação e análise do estudo de caso por meio do *workflow* proposto;
- g) Análise dos resultados obtidos.

## 3.3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Este trabalho utiliza-se da Revisão Sistemática de Literatura (RSL), seguindo o procedimento definido em Kitchenham (2004), com o intuito de estabelecer uma base sólida, na qual esse trabalho será construído, composta, assim, pela definição da revisão, critérios de inclusão e exclusão dos artigos coletados, para então selecionar os artigos relevantes e partir para sua análise.

### 3.3.1 Definição da revisão

Com o objetivo de identificar os trabalhos relacionados com *workflow* e sistemas de telemedicina, foi efetuada uma busca em repositórios de pesquisas de eventos e periódicos disponíveis no portal CAPES, considerando as fontes de dados:

- Scopus;
- Web Of Science;
- IEEE;
- ACM.

A busca foi realizada considerando o termo "workflow", em conjunto com termos em inglês, relacionados no contexto de telemedicina, como "telemedicine", "e-health" e "telehealth". A *string* de busca genérica utilizada na pesquisa é:

- ("workflow"OR "work flow"OR "work-flow") AND ( "telemedicine"OR "tele medicine"OR "tele-medicine"OR "ehealth"OR "e-health"OR "e health"OR "telehealth"OR "tele-health"OR "tele health")

### 3.3.2 Critérios de Inclusão e Exclusão

Para seleção dos estudos foram considerados critérios de inclusão e exclusão. Ao adotar os critérios de inclusão, foram selecionados artigos escritos em inglês, com disponibilidade de textos completos, em suporte eletrônico, publicados em conferências ou *journals* internacionais, no período entre 2014 a 2018, considerando trabalhos que relacionados a especificação de *workflow* em sistemas de telemedicina ou sistemas médicos.

Para abordagens de *workflow*, considerou-se os aspectos relacionados à análise, modelagem, desenvolvimento ou execução de um determinado *workflow*, no contexto de sistemas de telemedicina, de maneira a analisar as diferentes abordagens de *workflow*, utilizadas nos trabalhos mais recentes da literatura para o contexto analisado.

Para critérios de exclusão, foram considerados a restrição de acesso aos artigos na íntegra, artigos duplicados e artigos que não possuem critérios de validação. Para a seleção dos artigos, foi realizado um filtro inicial, realizado por meio da leitura do título do trabalho, o resumo e as palavras-chave.

### 3.3.3 Execução da revisão

Foram identificados, inicialmente, 392 artigos, conforme as *strings* de busca específicas para cada base de dados e os resultados apresentados na Tabela 2. Após remoção dos artigos duplicados, foram reduzidos a 271 artigos para análise.

Após leitura do título do trabalho, o resumo e as palavras-chave, aplicando os critérios de inclusão e exclusão, foram considerados potencialmente relevantes um total de 51 artigos. Após essa fase, foram lidos os artigos na íntegra e considerados realmente relevantes 15 artigos, sendo eles:

- Telemedicine in Bolivia: RAFT-Altiplano project, experiences, future prospects, and recommendations (VARGAS *et al.*, 2014);
- Modelling and Analysis of Four Telemedicine Italian Experiences (ROSATI *et al.*, 2017);
- Novel telestroke program improves thrombolysis for acute stroke across 21 hospitals of an integrated healthcare system (NGUYEN-HUYNH *et al.*, 2018);
- TCmed-A secure telecollaboration network for medical professionals including workflow support and patient participation (STAEMMLER *et al.*, 2015);

Tabela 2 – Resultados da RSL por base de dados.

| Base de Dados  | String de Busca   | Resultados |
|----------------|---|------------|
| Scopus         | TITLE-ABS-KEY(("workflow"OR "work flow"OR "work-flow") AND ("telemedicine"OR "tele medicine"OR "tele-medicine"OR "ehealth"OR "e-health"OR "e health"OR "telehealth"OR "tele-health"OR "tele health")) | 236        |
| Web Of Science | TS=(("workflow"OR "work flow"OR "work-flow") AND ( "telemedicine"OR "tele medicine"OR "tele-medicine"OR "ehealth"OR "e-health"OR "e health"OR "telehealth"OR "tele-health"OR "tele health"))          | 111        |
| IEEE           | ("workflow"OR "work flow"OR "work-flow") AND ("telemedicine"OR "tele medicine"OR "tele-medicine"OR "ehealth"OR "e-health"OR "e health"OR "telehealth"OR "tele-health"OR "tele health")                | 42         |
| ACM            | ("workflow"OR "work flow"OR "work-flow") AND ("telemedicine"OR "tele medicine"OR "tele-medicine"OR "ehealth"OR "e-health"OR "e health"OR "telehealth"OR "tele-health"OR "tele health")                | 3          |

- VA Telederm study: protocol for a stepped-wedge cluster randomised trial to compare access to care for a mobile app versus a workstation-based store-and-forward teledermatology process (DONE *et al.*, 2018);
- Hybrid data management system for mHealth (ABU-ELKHEIR *et al.*, 2014);
- A Study of a Health Resources Management Platform Integrating Neural Networks and DSS Telemedicine for Homecare Assistance (MASSARO *et al.*, 2018);
- Chronicling the patient journey: co-creating value with digital health ecosystem (BLACK; SAHAMA, 2016);
- Dynamic Creation of Patient Summaries: A CDA and IHE XDS Based Approach for Regional EHRs (MANGESIUSA *et al.*, 2018);
- Dynamic-ETL: a hybrid approach for health data extraction, transformation and loading (ONG *et al.*, 2017);
- Formalize clinical processes into electronic health information systems: Modelling a screening service for diabetic retinopathy (EGUZZKIZA *et al.*, 2015);
- A Collaborative Workflow for Computer-Aided Design in Ambient Assisted Living: The ASIM Project (FERRY *et al.*, 2015);
- Provenance based checkpointing method for dynamic health care smart system (KAIL *et al.*, 2016);

- Contextual cloud-based service oriented architecture for clinical workflow (MORENO-CONDE *et al.*, 2015);
- How to enable clinical workflows to integrate big healthcare data (CARNEVALE *et al.*, 2017);

### 3.3.4 Resultados da Revisão

Em Vargas *et al.* (2014), é relatado o *workflow* de teleconsulta, utilizado na Bolívia, para melhorar o acesso à assistência médica e à educação contínua na área rural, com início a partir da abertura de um caso clínico por consultor, profissional de saúde, numa plataforma de telemedicina, no qual são adicionados os dados demográficos e clínicos relevantes do paciente, as impressões diagnósticas, os tratamentos administrados, as perguntas feitas ao especialista, as impressões diagnósticas e recomendações sobre atendimento ao paciente. Ainda no atendimento com o profissional de saúde, são coletadas e gravadas as fotografias digitais, arquivos e imagens ecográficas, em servidor Web. Após validações do consultor, o médico especialista abre o caso clínico, estuda as informações médicas, envia arquivos, responde às perguntas, dá uma impressão diagnóstica e faz recomendações sobre as diretrizes de tratamento, que devem ser seguidas com o paciente. O *workflow* pode ocorrer num processo síncrono (em tempo real) ou assíncrono (é respondido dentro de 24 e 48 horas, após a consulta inicial). Além do consultor e médico especialista, uma equipe de coordenação supervisiona o processo e garante que os dados estejam claros, legíveis e adequados para responder adequadamente à consulta. Esse fluxo de trabalho requer o treinamento contínuo, de todos os profissionais, no uso de equipamentos e ferramentas de telemedicina.

Uma análise mais abrangente é feita no trabalho de Rosati *et al.* (2017), descrevendo os modelos de quatro serviços de telemedicina na Itália: Serviço para paciente geriátrico; Serviço para pacientes com doenças cardiológicas crônicas; Serviço para pacientes com doenças renais crônicas; Serviço para assistência de pacientes parcialmente autossuficientes. A partir dos serviços avaliados, são identificados três macroprocessos em comum a todos os serviços: inscrição, avaliação e assistência. Durante a inscrição, caso o paciente aceite o tratamento domiciliar, e os critérios do paciente sejam validados, pode ser encaminhado para avaliação, a qual inicia pela análise dos problemas clínicos e comportamentais desse paciente específico, para então definir um programa de assistência e, por fim, no processo de assistência são definidas atividades rotineiras de cuidado incluídas no programa, de acordo com as necessidades do paciente. Foi também detalhado a metodologia para modelagem dos serviços, composta por diagramas de atividades e *workflow*, por meio de representações gráficas.

Em Black e Sahama (2016) é apresentada uma arquitetura orientada a serviços para otimizar o compartilhamento de informações do paciente num sistema de registro eletrônico de saúde, em plataforma nacional da Austrália. Com objetivo de garantir um fluxo eficiente de informações, utiliza-se de uma abordagem centrada no paciente, analisada por meio de diagramas de fluxos de dados. Define-se, como requisito para sua implantação, o uso de tecnologias de computação em nuvem, as quais permitem a alocação de recursos computacionais, sob demanda para execução de plataformas como serviços. Além da computação em nuvem, aponta também como requisito a utilização de *web services* para execução de arquitetura baseada em microsserviços. Atendidos os requisitos, os serviços podem ser integrados nessa plataforma nacional, que abrange *workflow* clínico e modelos de processos em cuidados da saúde, além de oferecer uma abordagem para identificar modelos e serviços, que facilitam a colaboração e compartilhamento de conhecimento.

Outra arquitetura, direcionada à automação de um *workflow*, é apresentada em Mangesiusa *et al.* (2018), para geração automática de dados do paciente, coletados ainda na fase de registro, num ambiente IHE XDS, que dispensa a execução de transações automatizadas e não envolvem atores humanos. A arquitetura é sugerida, prototipada e comparada, usando SAAM (Software Architecture Analysis Method), contra abordagens alternativas. Sugere-se um fluxo de trabalho técnico, baseado nas observações IHE XDR e HL7 FHIR, introduzindo dois novos serviços em um produto IHE XDS, para extrair observações de documentos CDA e armazenar os dados no escopo de nível de domínio. Aponta também que requisitos de qualidade podem ser abordados nos critérios de desempenho e viabilidade.

Uma abordagem híbrida para extração, transformação e carregamento de dados é descrito em Ong *et al.* (2017) como Dynamic-ETL (D-ETL), para reduzir as barreiras técnicas encontradas durante a execução de processos de ETL e implantada para carregar dados clínicos e de sinistros de sistemas de registro de saúde eletrônicos de origem, para o modelo de dados comuns OMOP. Considera como um passo importante para disponibilizar dados de alta qualidade para melhoria da qualidade clínica e pesquisa biomédica, além de ser uma abordagem viável e bem-sucedida para a harmonização estrutural e temática de dados de saúde, em grandes redes de compartilhamento de dados de saúde, que contêm parceiros de dados heterogêneos, como o SAFTINet e o DARTNet.

Uma abordagem metodológica para modelar processos clínicos, centrados no paciente, é apresentado no trabalho de Eguzkiza *et al.* (2015). Foi utilizado de prova de conceito num serviço de saúde localizado na Espanha, em conformidade com modelo *openEHR*. Tem como objetivo a interoperabilidade e reusabilidade de todos os componentes de conhecimento, necessários para continuidade de atendimento ao paciente e, ainda, permite que especialistas se envolvam ativamente na definição de

conteúdo de registros eletrônicos de saúde, sem a necessidade de recorrer a desenvolvedores de software. Além disso, a informação registrada, por intermédio dos padrões de informação em saúde, envolvidos na metodologia, promove: a troca de artefatos de conhecimento com sistemas de informação em todo o mundo; a escalabilidade e extensibilidade dos modelos resultantes; a mineração de dados das informações, sem necessidade de habilidades de programação, registrado durante encontros clínicos.

Em Abu-Elkheir *et al.* (2014) é descrito um sistema de gerenciamento de dados de dispositivos móveis em saúde, com objetivo de fornecer serviços analíticos, em tempo quase real, em conjunto com armazenamento de longo prazo, e análise profundas, por meio de sistemas de *workflow* escaláveis, utilizados em cenários de *deep learning*, com objetivo de gerir os volumes de dados, de forma eficiente e contínua, para realizar todo o seu potencial no fornecimento de serviços de ponta.

Uma otimização de *workflow* é identificada no trabalho de Nguyen-Huynh *et al.* (2018). Ele relata uma nova modelagem para substituição do *workflow*, de diagnóstico em acidente vascular cerebral, oferecido em unidades no norte da Califórnia, substituído por uma *Stroke Express*, com plataforma de telemedicina, integrando 21 hospitais e aponta melhorias e otimizações por meio dos resultados obtidos da execução do novo *workflow*.

Uma abordagem funcional é descrita em Staemmler *et al.* (2015), para telecolaboração, que aproveite a funcionalidade DICOM e o sistema de mensagens HL7, para estabelecer imagem e documentar o intercâmbio entre sistemas, juntamente com uma integração fácil e eficaz com os sistemas legados existentes. Utiliza-se de uma arquitetura com suporte a *workflow* e participação do paciente com representações gráficas e descrição dos componentes e processos de comunicação, com foco nos padrões DICOM e HL7. Ele está em conformidade com os regulamentos de proteção de dados e privacidade, estabelecendo autenticação de dois fatores, autorização do usuário e segurança de ponta a ponta.

No contexto de aplicações de telemedicina, em Done *et al.* (2018) é apresentado um *workflow* de teledermatologia, acessado a partir de estações de trabalhos e com objetivo de avaliar a necessidade de um novo *workflow*, exclusivo para plataformas móveis. É feito um projeto piloto para avaliar e comparar a eficiência entre os *workflows*. Assim, a simplificação da prática atual de teledermatologia, de armazenamento e encaminhamento, pode melhorar o acesso a cuidados dermatológicos especializados para pacientes.

A associação entre arquitetura e aplicação de telemedicina é evidente no trabalho de Yayilgan *et al.* (2015), o qual apresenta uma arquitetura de sistema para gerenciar lesões de esqui, em sistema de telemedicina, em conjunto com o *workflow* do cenário. O projeto do sistema de registro visa simplificar bastante o fluxo de trabalho entre os patrulheiros de esqui e os centros médicos e ajudar a melhorar os serviços de

saúde. Com o uso deste sistema, o patrulheiro de esqui poderá fornecer informações úteis aos médicos no hospital, com antecedência e em tempo hábil.

Ampla análise, para desenvolvimento de aplicação em telemedicina, é apresentada em Massaro *et al.* (2018), direcionada à assistência domiciliar e adequada para processos de desospitalização e, como descreve a arquitetura, utiliza-se de diagramas e análise *workflow* para o desenvolvimento de sistema de informação.

Uma abordagem de *workflow* colaborativo, descrita em Ferry *et al.* (2015), reúne diferentes atores e definem aplicativos para controlar processos de automação residencial e, também, auxiliar o monitoramento de pessoas idosas. Utiliza-se da colaboração de vários especialistas: médicos, terapeutas ocupacionais, membros da família, usuário, instalador etc. Eles preenchem múltiplos parâmetros em relação ao usuário final e, assim, permitem a geração completa da aplicação. Essa abordagem busca reduzir as intervenções domésticas dos especialistas.

Kail *et al.* (2016) contextualiza que sistemas de telemedicina frequentemente usam sensores inteligentes em larga escala e suas tarefas de processamento de dados geralmente são realizadas em *workflow*. Aponta a necessidade de sistemas de *workflow* mais dinâmicos, capazes de solucionar efetivamente as falhas durante a execução do programa e aplica método de verificação, baseado na procedência (Adaptive Provenance Based - APB Checkpointing), no nível do sistema de gerenciamento de *workflow*. Utiliza-se, também, de abordagem de DAG (gráfico acíclico direcionado) e contextualiza alguns sistemas com suporte a essas necessidade, relacionadas às aplicações analíticas de sistemas distribuídos.

Referente ao trabalho de Moreno-Conde *et al.* (2015), é considerado um grande número de dispositivos pessoais de medição e monitoramento de sistemas médicos no mercado e, nesse contexto, propõe uma estrutura de serviços de aplicações médicas, baseada em antologia para autoavaliação interativa dos serviços, por meio de REST, e para alcançar melhores resultados de saúde, vários dispositivos precisam trabalhar juntos, ao contrário das estruturas de sistemas médicos existentes, com acoplamento estreito entre serviços e esquemas de dados difíceis de mudar.

Na sequência, Carnevale *et al.* (2017), assevera que o acoplamento flexível entre os serviços, e a flexibilidade de cada serviço, é obtido por meio do projeto e implementação do conhecimento clínico, por meio da combinação das regras OWL-DL e SPARQL. Todos esses serviços evoluem independentemente. Suas interfaces são baseadas em princípios REST. É demonstrado como aplicar a estrutura para autoavaliação interativa em aplicativos de e-health, de maneira que o conhecimento médico conduza o fluxo de trabalho do sistema, de acordo com os princípios orientados a eventos. Novo esquema de dados pode ser mantido durante o tempo de execução. Esse é o recurso essencial para suportar a chegada de dispositivos médicos, baseados em IoT (Internet of Things), que têm seu próprio esquema de dados e evoluem com o

tempo extra.

Após a análise dos artigos, fica evidente o uso de abordagens de desenvolvimento de sistemas e arquiteturas definidas para suportar modelos de dados padronizados, como DICOM, HL7, sistemas de referência, como RES e PACS. Constata-se, dessa forma, que aplicações de telemedicina, comumente desenvolvem sistemas de *workflow*, próprios, em conjunto com interfaces de usuários.

Quanto à análise e modelagem de *workflow*, foram identificados apenas a utilização de linguagem de modelagem UML e demais representações utilizam-se de diagramas e fluxogramas sem linguagens ou padrões definidos, com exceção do sistema descrito Eguzkiza *et al.* (2015), o qual utiliza-se de padrões específicos, que permite, de fato, a implementação de WFMS para aplicações de telemedicina, mas delimitado num contexto clínico, sem integração com outros sistemas.

Outros trabalhos exploram abordagens de *workflow* clínicos, em cenários de larga escala, por meio da utilização de tecnologias de computação em nuvem, *web services* e microserviços, permitindo a oferta de serviços de saúde integrados, em plataformas escaláveis. Alguns critérios, na modelagem dos dados, apontam uma tendência na utilização de modelos centrados no paciente, que permitem maior organização e escalabilidade dos sistemas.

Quanto à gestão de dados, poucos trabalhos estão relacionados, mas apontam utilização de tecnologias analíticas, soluções de processamento, em tempo real, ou quase, além de discussões sobre sistemas de *workflow* convencionais não estarem preparados à necessidade de processamento de grandes volumes de dados. Foram também relacionadas algumas tecnologias, como DAG, para modelagem de tarefas por meio de programas, com suporte a processamento, em paralelo, e relação de dependência, executado diretamente em tempo de CPU, diferentemente de WFMS tradicionais, que incorporam a execução dos processos. Também são apontados alguns sistemas de gerenciamento de *workflow*, com suporte a tecnologias distribuídas.



## 4 PROPOSTA

Neste capítulo será apresentado e descrito a proposta de um *workflow*, para gestão de dados em sistemas de telemedicina, definido a partir da revisão da literatura efetuada nos capítulos anteriores.

### 4.1 WORKFLOW

Por meio da revisão de *workflow*, nota-se a relevância de abordagens direcionadas à automação dos processos de negócios, por meio de sistemas, os quais podem ser representados por um WFMS, com recursos para modelagem, definição e execução de um *workflow*.

Por outro lado, no contexto de sistemas de telemedicina, os trabalhos analisados, de forma predominante, não apontam o uso de notações, padrões e sistemas baseados em WFMS. Esse fato é relacionado à complexa modelagem e automação de processos de negócios, na área da saúde, devido à dinâmica desses processos, caracterizados por frequentes modificações das atividades, recursos, tecnologias e legislações.

Todavia, os trabalhos analisados, em sistemas de telemedicina, apontam o termo de *workflow*, de maneira relevante e, contextualizado, por meio de diferentes abordagens. Entre essas, estão as análises de atividades entre os participantes, definição de protocolos de atendimento médicos, comparações de eficiência entre diferentes *workflow*, bem como o uso de sistemas e arquiteturas, direcionados à execução e automação dessas atividades, por meio de tecnologias específicas.

Destaca-se, quanto à gestão de dados, em sistemas de telemedicina, o uso de sistemas distribuídos e integrados, com diferentes abordagens para interoperabilidade entre eles. Evidencia-se, também, nesse contexto, a necessidade de distribuição dos dados, em diferentes sistemas e locais, para garantir o armazenamento, integração e recuperação dos dados.

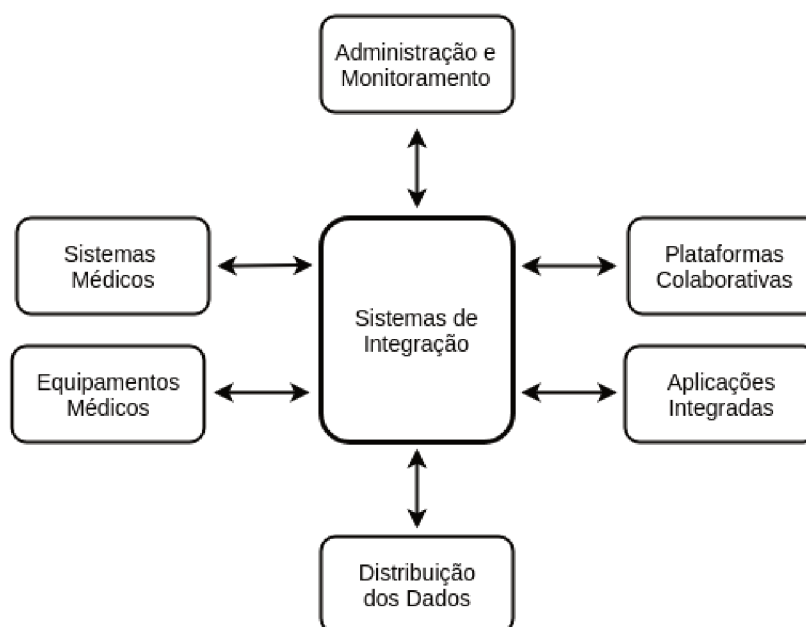
Dessa forma, como importante passo para responder à questão de pesquisa, entre as abordagens relevantes de *workflow*, para gestão de dados, em sistemas de telemedicina. Relaciona-se, portanto, aos interesses deste trabalho, a definição de sistemas e arquiteturas para automação dos processos de negócio.

Nesse sentido, é considerado o uso de recursos para administração dos sistemas integrados, monitoramento da disponibilidade desses sistemas e etapas de integração dos dados, disponíveis a analistas, para implementação e atualização dos sistemas e definição dos processos de integração, direcionado a otimizar as necessidades dos processos de negócios.

Dessa forma, utilizou-se de uma abordagem de *workflow*, baseada em arquitetura de sistemas, com objetivo de permitir, por meio desta, a gestão dos dados, com recursos de administração e monitoramento da integração dos dados e sua distribuição,

entre os sistemas, equipamentos e aplicações. A partir dessa abordagem, é proposto o *Workflow for Data Management in Telemedicine System* (WDMTS), conforme modelo representado pela Figura 13.

Figura 13 – Modelo Proposto do WDMTS



Fonte: Elaborada pelo Autor.

Espera-se, a partir desse modelo, inter-relacionar os recursos necessários para a gestão dos dados, comuns a diferentes sistemas de telemedicina, e compreender as etapas de integração dos dados, para permitir otimizações dos processos relacionados:

- **Sistemas de Integração:** Tem como objetivo efetivar a interoperabilidade, entre sistemas distribuídos, e integrar os dados para apoiar a interação dos participantes relacionados, seja num contexto mais simples, representado pela integração dos dados, em sistemas de armazenamento, ou em infraestruturas maiores e mais complexas, com unidades de telemedicina, geograficamente distante e diferentes recursos de telecomunicações. Relaciona-se, também, a esse contexto, padrões de interoperabilidade, com diferentes funcionalidades, as quais podem auxiliar, tanto à automação dos processos de negócios, quanto à segurança dos dados, por meio de metadados e controles de validação. Quanto à perspectiva da gestão dos dados, a integração é um processo essencial, pois só é possível realizá-la a partir da definição dos participantes, sistemas, modelos de dados e mecanismos de coleta, para então integrar os dados aos sistemas e aplicações, direcionados à análise, processamento e disseminação das informações.
- **Administração e Monitoramento:** Tem por objetivo relacionar o acesso a sistemas de integração por analistas especializados, por meio do qual são implantados e

atualizados os sistemas, funcionalidades e configurações, relacionados à interoperabilidade dos sistemas e integração dos dados. Além disso, o monitoramento desses sistemas é relevante para garantir a disponibilidade de acesso aos dados, por meio da coleta de registros, relevantes ao levantamento dos recursos computacionais utilizados. Além disso, o monitoramento auxilia no acompanhamento das etapas de integração, para, assim, permitir a automação de processos relacionados à manutenção e atualizações desses sistemas. Entre essas automações, podem estar relacionados processos para análise, padronização e preservação de dados.

- **Distribuição dos Dados:** Tem por objetivo relacionar os recursos utilizados para armazenamento dos dados. Destaca-se, desse modo, a disponibilidade desses recursos em fornecer acesso e recuperação de dados, por meio dos sistemas integrados, de maneira que podem estar relacionados em diferentes contextos, para fins de processamento diversos, entre eles, repositórios de dados, sistemas de arquivos e SGBD.
- **Sistemas Médicos:** Conforme apontado na literatura, os sistemas médicos são modularizados de maneira a atender a grande área da saúde, caracterizada por diferentes modelos de dados, funcionalidades e necessidades de interoperabilidade e integração dos dados. São direcionados à execução de diferentes *workflow*, por meio do compartilhamento de informações e seu estado, entre os participantes e sistemas. A integração com sistemas de telemedicina, e equipamentos médicos, pode ser caracterizada pelo uso de padrões interoperáveis ou, devido à abrangência de aplicações de telemedicina, espera-se, também, o uso de integrações customizadas e específicas. Diferentes falhas podem ser relacionadas, se não existirem critérios bem definidos na integração desses sistemas.
- **Equipamentos Médicos:** Especificamente, no contexto de sistemas de telemedicina, são relacionadas diferentes abordagens para comunicação, coleta e integração dos dados de equipamentos, entre elas, o uso de padrões de interoperabilidade, adaptações de sistemas analógicos para coleta e transferência dos dados, e dispositivos móveis, para monitoramento de tratamento do paciente.
- **Plataformas Colaborativas:** Sistemas otimizados para interação de aplicações de telemedicina, para acesso, controle e troca de dados, com mecanismos de coleta, análise, processamento para disseminação das informações. Assim, como sistemas médicos, também são direcionados à execução de diferentes *workflow*, por meio do compartilhamento de informações e seu estado, entre participantes e sistemas.

- Aplicações Integradas: Tem por objetivo atender requisitos específicos de aplicações de telemedicina, direcionadas à análise e processamento dos dados, caracterizadas por diferentes tecnologias, para apoiar aplicações administrativas, por meio de relatórios estatísticos, descoberta de dados, estudos epidemiológicos e anonimização dos dados, também relacionado ao compartilhamento de dados para fins de pesquisas, ou aplicações clínicas, com funcionalidades de comunicação síncrona, acesso remoto a equipamentos médicos e visualizadores de imagens médicas, para fins de diagnósticos médicos.

#### 4.1.1 Arquitetura

Conforme apontado, na sessão anterior, relaciona-se, em abordagens de *workflow*, o uso de arquiteturas de sistemas, direcionadas a troca de dados, entre os participantes, por meio da interoperabilidade, intermediada por recursos de coleta, análise e processamento das aplicações, em conjunto com sistemas distribuídos, direcionados ao armazenamento, recuperação e preservação dos dados.

Figura 14 – Visão Geral de Sistemas de Telemedicina

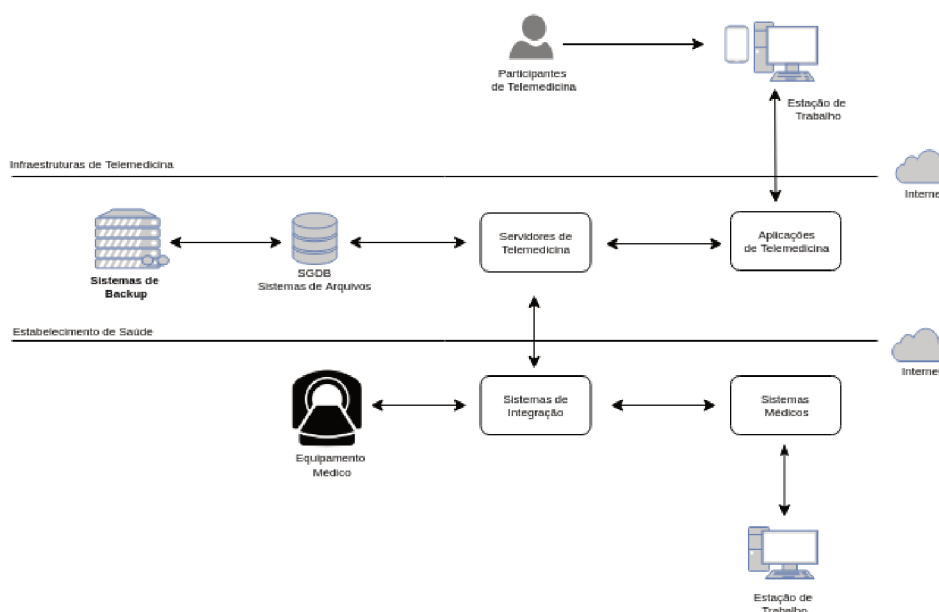


Fonte: Elaborada pelo Autor.

Nesse sentido, é representado na Figura 14, uma visão geral de sistemas de telemedicina com diferentes unidades de telemedicina para colaborar na compreensão das necessidades de arquiteturas de sistemas de telemedicina, como a integração dos dados de aplicações de telemedicina entre unidades de telemedicina, interligadas e intermediadas por recursos de infraestrutura e telecomunicações.

A partir dessa visão geral de sistemas de telemedicina, é representada, na Figura 15, uma arquitetura de exemplo referente a integração entre sistemas no contexto clínico, com objetivo de relacionar os recursos para armazenamento e preservação dos dados, por um estabelecimento de saúde, em conjunto com os participantes, relacionados ao acesso, por meio de estações de trabalho, às aplicações de telemedicina. São relacionados o uso de equipamentos médicos, estações de trabalho e sistemas médicos, de maneira que são coletados dados dessas unidades, por meio de sistemas de integração.

Figura 15 – Arquitetura de Sistemas de Telemedicina e unidades Hospitalares



Fonte: Elaborada pelo Autor.

Assim, no contexto clínico, tem-se como objetivo dos sistemas de telemedicina, a coleta de dados das unidades, para permitir a integração e acesso a eles, para os participantes relacionados às aplicações de telemedicina. Dentre eles, um especialista que irá avaliar as informações recebidas e atualizá-las, conforme protocolo da solicitação, por exemplo, a emissão de um laudo ou a avaliação de um caso clínico e, pode ainda estar relacionado, o retorno das solicitações, integradas nos sistemas médicos da unidades de origem.

Dessa forma, para suportar a comunicação de diferentes unidades e acessos externos, via sistemas de telemedicina, são utilizadas aplicações de telemedicina no processamento e disseminação das informações e sistemas de integração, para armazenamento em SGBD, em conjunto com sistemas de backup, para preservação dos dados, os quais caracterizam os recursos de distribuição dos dados, em sistemas de telemedicina, no contexto representado.

## 4.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi apresentado a proposta de um *workflow* para gestão de dados em sistemas de telemedicina, concebido a partir da revisão bibliográfica deste trabalho, a qual permitiu identificar a relevância de abordagens de *workflow* baseadas em arquitetura de sistemas, para automação de processos de negócios e alinhadas às necessidades de gestão de dados em sistemas de telemedicina, por também permitir representar diferentes sistemas distribuídos e integração entre esses.

A partir dessa abordagem, foi proposto, o WDMTS, um *workflow* para gestão de dados em sistemas de telemedicina, representado por um modelo que inter-relaciona os principais recursos para auxiliar a gestão de dados em sistemas de telemedicina a diferentes aplicações de telemedicina. Tal modelo, aponta a necessidade de recursos para administração e monitoramento dos sistemas de integração, para efetivar a interoperabilidade, troca de dados e apoiar a distribuição entre os sistemas, equipamentos, plataformas e aplicações no contexto de sistemas de telemedicina.

Espera-se, por meio desta proposta, colaborar a gestão de dados em sistemas de telemedicina, por meio da identificação e organização dos recursos necessários para automação dos processos de negócios em conjunto com os processos de dados, entre esses, destacou-se a relevância da integração, preservação, disponibilidade, acesso e processamentos.

## 5 ESTUDO DE CASO

O Sistema Integrado Catarinense de Telemedicina e Telessaúde (STT), objeto deste estudo, é um sistema de telemedicina, de larga escala, com elevado volume de exames, conforme representado na Tabela 3, composto por diversos serviços e diferentes estabelecimentos de saúde, geograficamente distribuídos e, atualmente, a tecnologia catarinense tem cobertura de 100% do estado e está em expansão para todo o Brasil, com implantação já efetivada no Mato Grosso e na Bahia.

Utiliza-se, no STT, uma plataforma colaborativa, por meio de aplicação Web, com finalidade de interação entre os participantes, e oferece suporte a diversas aplicações de telemedicina, com finalidades de diagnósticos e triagem, relacionadas às áreas médicas de endoscopia, cardiologia, dermatologia e radiologia. Também são ofertadas, pelo STT, aplicações de telemedicina, no contexto educacional, administrativo e gestão pública, relacionando-se, assim, nesse contexto, interações síncronas, relatórios estatísticos e estudos epidemiológicos (ANDRADE; WAGNER; WANGENHEIM, 2012).

Referente à infraestrutura do STT, ela é provida pelo Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina (CIASC), onde são executados diversos sistemas integrados, entre eles o PACS, que atende, simultaneamente, mais de 20 estabelecimentos de saúde, geograficamente distribuídos, inclusive hospitais de grande porte e, por meio do uso dos padrões DICOM, HL7 e ferramentas ETL, para fluxo de integração entre os sistemas RIS, PACS e STT (SAVARIS *et al.*, 2017).

Quanto às modalidades médicas, atendidas pelo STT, cabe considerar que não são todas integradas ao PACS, por não utilizarem o padrão DICOM, conforme discutido em Martini *et al.* (2008), mas, conforme avanços do próprio padrão, em conjunto com a indústria de equipamentos, seu uso vem sendo ampliado, como o caso de equipamentos de endoscopia, que antes não atendiam o padrão e hoje atendem e já são parte do PACS do STT.

Também é possível a conversão de imagens e dados em objetos DICOM, conforme verificado no STT. As imagens das modalidades de dermatologia e eletrocardiograma são primeiramente armazenadas no SGDB e, posteriormente, migradas para o

Tabela 3 – Quantidade de Exames do STT de 2005 a 2018.

| <b>Exames</b>     | <b>Quantidade</b> |
|-------------------|-------------------|
| Telerradiologia   | 3.191.031         |
| Análises Clínicas | 2.335.822         |
| Telecardiologia   | 1.790.582         |
| Teledermatologia  | 91.521            |
| <b>Total</b>      | <b>7.408.956</b>  |

Fonte: Sistema Integrado Catarinense de Telemedicina e Telessaúde (2019)

PACS, após sua conversão em objetos DICOM, a fim de usar os recursos de escalabilidade, interoperabilidade e automação oferecidos pelo PACS.

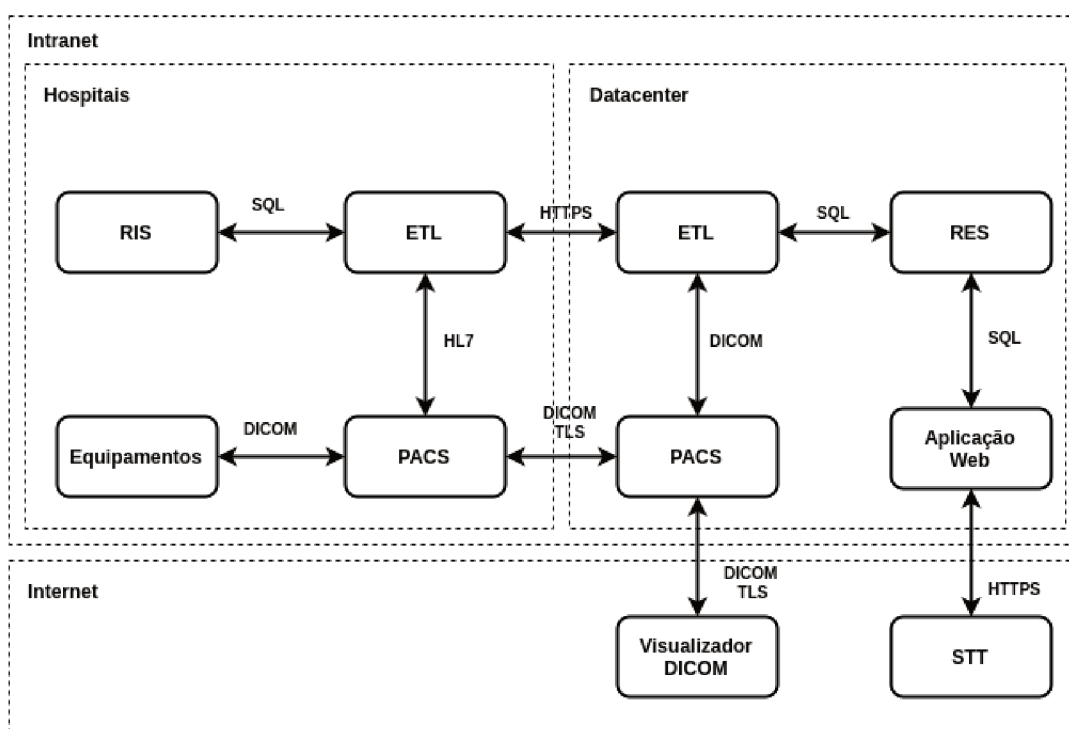
Visto a apresentação do estudo de caso, devido à abrangência de aplicações de telemedicina, limitou-se a análise de *workflow* em aplicações, no contexto clínico, relacionadas aos hospitais de SC, com objetivo de identificar os processos no contexto da gestão de dados, a partir dos recursos de distribuição, administração e monitoramento, no tocante aos sistemas de integração utilizados.

### 5.1 ANÁLISE DE WORKFLOW

Esta análise de *workflow* considera os recursos relacionados à integração dos dados, entre os sistemas analisados, com objetivo de descrevê-los e relacioná-los na perspectiva do WDMTS, para assim colaborar com os resultados e discussões.

A partir disso, foi efetuado o levantamento dos sistemas integrados e identificação dos protocolos de comunicação, representado na Figura 16, por meio de uma arquitetura, de maneira a facilitar a compreensão da complexidade dos sistemas e processos, que serão analisados.

Figura 16 – Arquitetura do Estudo de Caso



Fonte: Elabora pelo Autor.

Conforme proposto no WDMTS, foi identificado, no estudo de caso, a necessidade de integração entre sistemas e equipamentos médicos, tanto por meio de padrões interoperáveis, como DICOM e HL7, quanto por padrões específicos e customizados,



por meio de ferramentas ETL, que visam garantir a interoperabilidade entre os sistemas médicos RIS, PACS e RES.

Tal levantamento, também colabora para verificação de critérios de segurança, utilizados nos processos de integração dos dados, visto que, uma vez exposta, a comunicação entre sistemas distribuídos, os dados estão sujeitos à captura e uso indevido. Nesse critério, são identificados o uso de criptografia, por mecanismos de certificados, identificados nas comunicações DICOM/TLS e HTTPS, quando a comunicação entre sistemas ocorrem em redes diferentes. Além disso, recursos de infraestruturas garantem o isolamento dos hospitais de SC, em uma intranet, caracterizada por redes de computadores gerenciadas, com acessos restritos e monitorados.

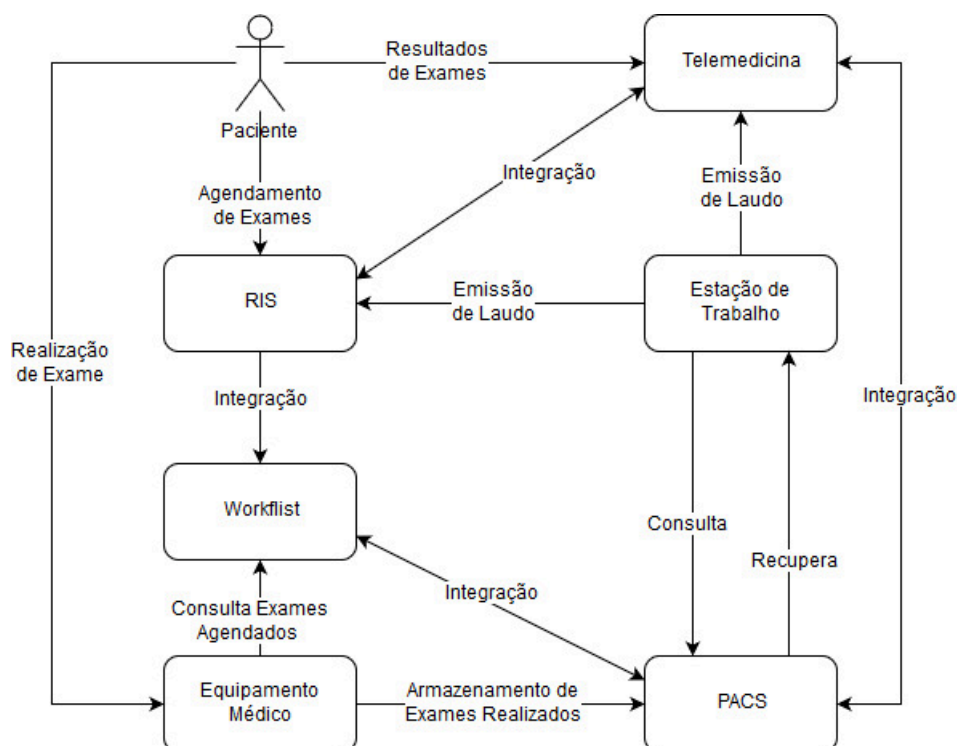
Entre as atividades dos participantes, relacionados nessa arquitetura, estão a etapa de agendamento de exames no RIS por assistentes administrativos, a entrega do protocolo de acesso ao paciente para visualização de imagens e laudo no STT, a realização do exame por técnico ou médico devidamente autorizado, o envio do exame a sistemas de telemedicina, a publicação do laudo por especialistas das modalidades médicas relacionadas a esses exames. Por meio do fluxo de integração de dados entre os sistemas, os participantes acompanham a integração dos exames, imagens e laudo, a partir do acesso a tais sistemas. Por fim, quando publicado o laudo, o paciente e médico solicitante, podem acessá-lo no STT e também no RIS.

Assim, nota-se a relevância dos sistemas de integração, para automação dessas atividades, e necessidade da interoperabilidade entre o RIS, PACS, equipamento médico e STT. Destaca-se, ainda, a falta de padrões de interoperabilidade, que atenda a todo o fluxo de integração, os quais exigem etapas de integrações complementares, customizadas por meio de processos e sistemas específicos, a fim de garantir a automação dos processos e, tornam, ainda mais complexo, a gestão dos dados, nesse contexto.

Também é relacionado à *bridge* DICOM, o apoio às atividades internas dos hospitais, por meio da recuperação e visualização das imagens médicas armazenadas, caracterizada, assim, com recursos para distribuição dos dados. Conforme representado na Figura 17, na perspectiva do paciente, diferentes processos de integração são previstos, a fim de garantir o agendamento, realização e entrega do resultado de exames.

A partir disso, foram analisados, de maneira mais detalhada, os processos de integração levantados. A integração de um exame tem início no RIS, quando um funcionário, com acesso a este sistema, cria um novo agendamento, a partir de um pedido médico, apresentado por um paciente ou responsável dele. Na sequência, por meio de eventos agendados em sistemas de integração, são compartilhadas as informações dos exames agendados com a *bridge* DICOM, em base de dados específica e, conforme etapas dessa integração, são inseridos dados complementares, relacionados à

Figura 17 – Processos de integração nos hospitais do estudo de caso



Fonte: Elaborada pelo Autor.

realização do exame, ao acesso das imagens e laudo, em sistemas de telemedicina.

Tais processos de integração, no RIS, ocorrem por meio da configuração de regras de integração, associadas a serviços do RIS e às modalidades de exames médico no STT, de maneira que, para cada agendamento, são verificadas essas regras e, caso seja prevista a integração com o STT, é solicitado um protocolo para o exame agendado à *bridge* DICOM e, assim, disponibilizado para integração. Tal protocolo caracteriza um acesso específico a um determinado exame no STT e também relaciona identificadores únicos para integração desse exame, para apoio à segurança dessa integração e auditoria dos dados.

Quanto à *bridge* DICOM, diversos processos de integração estão relacionados, em específico, um serviço para a integração de exame, por meio de ferramenta ETL, para envio dos dados de exames agendados ao STT e, também, para transformação desses dados em mensagens HL7, para envio ao serviço de DICOM *Worklist*, previsto nesse contexto, pelo PACS, por meio do qual ocorre a distribuição dos exames agendados aos equipamentos, por meio do padrão de interoperabilidade DICOM.

Com relação ao envio de exames agendados da *bridge* DICOM, para o STT, é utilizada outra ferramenta ETL, para fins de controle e validações adicionais, com a finalidade de evitar erros e sobrecarga no sistema RES. Desse modo, também ocorre, no PACS, mas, em especial, esse tem a capacidade de distribuir os dados e apoiar o STT com as funcionalidades DICOM necessárias. Cabe também ressaltar, que os

recursos da *bridge* DICOM são limitados e apoiados na capacidade de processamento e armazenamento do *datacenter*, o qual está integrado.

Dessa forma, os exames agendados no RIS são disponibilizados no STT e espera-se a realização do exame para integração das imagens, sendo esse processo executado no equipamento, intermediado por interações do técnico ou médico, com início a partir da consulta dos dados do exame, no serviço de *worklist*, provido pela *bridge* DICOM e, por meio de filtros, o exame relacionado é localizado e selecionado, de maneira a obter os metadados desse exame e dar início ao cadastro, nesse no equipamento, previamente preenchido. Após o término desse exame, o técnico valida e envia as imagens para o servidor DICOM ou pode ocorrer de o envio ser automático, conforme configurado no equipamento.

Ocorre que, a *bridge* DICOM, por meio do PACS, oferece os recursos de interoperabilidade, para armazenamento, busca e recuperação dos exames, especificamente provido pelo módulo DICOM *Message Service Element* (DIMSE). A partir da transferência dos exames dos equipamentos, mecanismos de associação DICOM, configurados no PACS, relacionam-se a processos de validação e autorização dessa comunicação. Uma vez autorizada, os dados são recebidos e armazenados, em sistemas de arquivos e persistidos no SGBD, os principais metadados do DICOM, para fins de controle e auditoria.

A partir do recebimento e armazenamento dos exames na Bridge DICOM, eles são, também, enfileirados, para transferência ao PACS do *datacenter* interligado ao STT. Além do envio para o STT, os exames armazenados na *bridge* DICOM também ficam disponíveis para recuperação, a partir das estações de trabalhos dos hospitais.

Referente aos exames, recebidos no PACS do *datacenter*, também são validados pelos recursos de associação DICOM e, nesse caso, utiliza-se a comunicação DICOM/TLS, com uso de criptografia e certificados, para garantir segurança e proteção dos dados, devido à exposição desse serviço a diferentes redes e unidades de telemedicina.

A integração dos exames, recebidos no PACS, ocorre também por tarefas agendadas na ferramenta ETL, para recuperação dos metadados do PACS, persistidos em base de controle e integração. Outra tarefa, também agendada, é responsável em fazer a persistência dos dados na base RES, utilizada pelo STT, de maneira a relacionar as imagens do PACS ao exame, previamente agendado.

Uma vez persistido os metadados dos estudos DICOM, na base RES, disponibiliza-se o acesso, das imagens, aos usuários na plataforma do STT. Ocorre, também, interações entre o médico especialista, técnico, médico solicitante e paciente. Dessa maneira, relaciona-se o STT às plataformas colaborativas, apontadas no modelo proposto.

Além das plataformas colaborativas, também foram analisadas aplicações inte-

gradadas, no contexto de visualização das imagens, caracterizadas por uma aplicação específica, relacionada e acessada por meio do STT, mas executada de maneira isolada, na estação de trabalho do médico. Utiliza-se, nesse caso, a comunicação HTTPS, para recuperação das imagens, no formato DICOM, por meio de protocolo WADO-URI e processamento para fins de diagnóstico médico.

Por fim, após publicação do laudo, é previsto seu retorno ao RIS, por meio de integração, a partir de uma tarefa agendada na ferramenta ETL, para buscar novos laudos no RES e persisti-los, em base de dados temporária, disponíveis para recuperação aos hospitais e realizada a partir da *bridge* DICOM, também intermediada por ferramentas ETL, com tarefas agendadas, para recuperar os exames disponíveis para integração e relacioná-los na base compartilhada com o RIS.

Feita esta análise, sob a perspectiva do WDMTS, elaborou-se a representação do fluxo de integração de dados, conforme Figura 18, por meio do agrupamento dos processos, em etapas, de maneira a permitir sua ordenação, de forma sequencial, delimitadas aos sistemas utilizados. Constata-se por meio dessa análise e fluxo de integração, a automação das atividades dos participantes, em aplicações de telemedicina, diretamente relacionadas à integração dos dados e interoperabilidade, entre sistemas distribuídos.

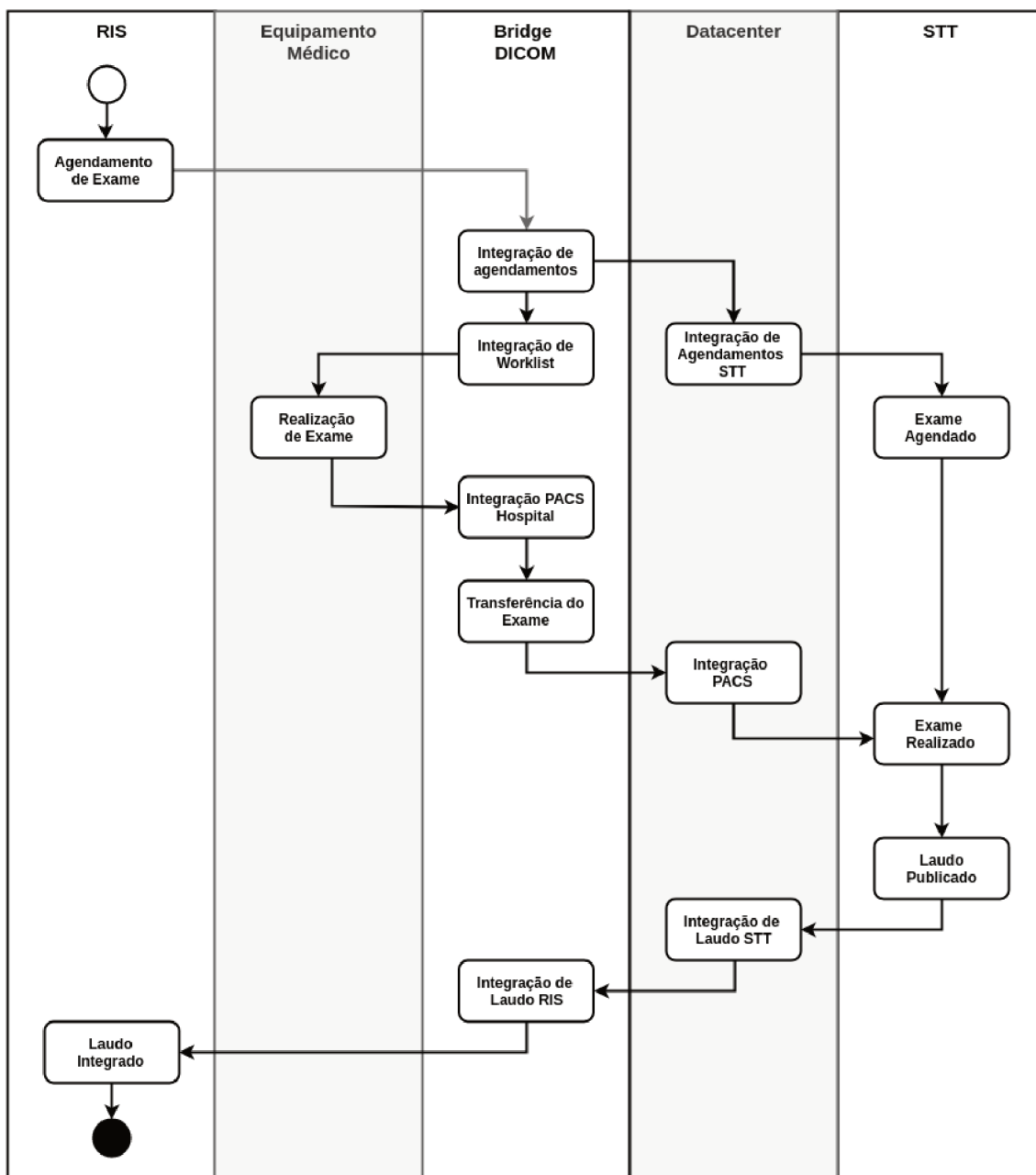
## 5.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme proposta deste trabalho, foi proposto um *workflow*, denominado WDMTS e apresentado um modelo, baseado em arquitetura, com sistemas integrados, para comunicação e troca de dados, de maneira a demonstrar a necessidade de interoperabilidade em sistemas de telemedicina, para apoiar a automação dos processos de negócios. Tal abordagem, direcionada à gestão de dados, permite relacionar as etapas de integração, armazenamento e recuperação dos dados. Na perspectiva de sistemas de telemedicina, ainda são relacionadas plataformas colaborativas, aplicações e padrões específicos com mecanismos de coleta, processamento, análise e disseminação de informação, para os participantes e unidades de telemedicina.

A partir do *workflow* proposto, utilizou-se da representação de uma visão geral de sistemas de telemedicina para colaborar na compreensão de uma arquitetura de sistemas de telemedicina e, em seguida, foi apresentado um exemplo, delimitado na perspectiva de um estabelecimento de saúde, com objetivo de representar os sistemas direcionados à integração, armazenamento e preservação dos dados, coletados a partir de equipamentos e sistemas médicos, analisados, processados e complementados por especialistas, nas aplicações de telemedicina.

A partir disso, conforme metodologia descrita, neste trabalho, foi utilizado um estudo de caso, e conforme apresentação desse, foram identificadas diversas aplicações de telemedicina, as quais se relacionam à revisão bibliográfica, de maneira

Figura 18 – Fluxo de integração dos dados no estudo de caso



Fonte: Elaborada pelo Autor.

a confirmá-las, na prática, e, principalmente, constatou-se a complexa gestão de dados relacionada à integração dos dados, segurança, disponibilidade, preservação dos dados e crescimento contínuo do volume de dados armazenados.

Feita a apresentação do estudo de caso, foi analisado a gestão de dados sob a perspectiva do WDMTS, no contexto dos hospitais de SC, e por meio dessa análise, foi elaborada, representada e descrita a arquitetura dos sistemas integrados. Identificou-se uma rede segura para comunicação dos hospitais, geograficamente distribuídos, no estado de SC, inter-ligada a um *datacenter* centralizado, para integração dos dados a

uma plataforma de telemedicina, definida como STT.

Nas unidades hospitalares, foram descritos protocolos de comunicação e processos de integração dos dados, com sistemas RIS e equipamentos de diferentes modalidades, por meio do padrão DICOM e, no *datacenter*, identificou-se o uso do PACS e RES, como modelo de dados para persistência e controle dos dados às aplicações de telemedicina, providas no STT, caracterizado por uma aplicação Web, em conjunto com uma aplicação integrada ao PACS, para visualização de imagens médicas no formato DICOM.

Uma vez definido o fluxo de integração, foram explorados processos relacionados à administração, monitoramento e distribuição dos dados. Verificou-se, assim, agendamentos diários de programas independentes para cópia dos dados armazenados nos sistemas de integração PACS e RES, com finalidade de preservação dos dados e, também, rotinas de manutenção e atualizações frequentes, para garantir a disponibilidade dos sistemas e correções de falhas.

Também foi verificado o uso de SGBD, nos sistemas de integração, com controle do estado das informações e etapas de integração, úteis também para o monitoramento e auditoria, relacionados à distribuição dos dados, a diferentes sistemas integrados, preservados e referenciados no RES, para acesso aos participantes do STT, os quais preveem também funcionalidades de coleta dos dados, análise e processamento para disseminação da informação.

Assim, constatou-se, por meio do estudo de caso, a relevância do WDMTS, adequado em auxiliar a gestão dos dados no STT, a partir da compreensão da integração entre os sistemas e levantamento dos recursos para administração, monitoramento e distribuição dos dados, sob a perspectiva de uma abordagem baseada em *workflow*, para automação dos processos de negócio, por meio da interoperabilidade dos sistemas, visando colaborar na otimização dos processos de dados e interação dos participantes.

Destaca-se, também, uma limitação do WDMTS, no uso de padrões e notações comuns em WFMS. Essa limitação se justifica pelo fato de verificar-se, na literatura, abordagens baseadas na gestão dos dados, direcionadas à utilização de padrões de notações informais, além de executadas e automatizadas, por meio das etapas de processamentos dos dados, em sistemas distribuídos e integrados, como ocorre em abordagens de *workflow* científico e plataformas analíticas.

Nessa perspectiva, a reengenharia de processos, no contexto do BPM, considera todos processos de uma organização, relacionado ao negócio. Permite, inclusive, o levantamento, análise e ajustes nos processos de informações e tecnologias, que possam colaborar nas necessidades do *workflow* e, principalmente, no contínuo monitoramento, para fins de otimizações e melhores resultados.

Especialmente, no caso de sistemas de telemedicina, nota-se a modelagem de

processos de negócios, no contexto de desenvolvimento de sistemas, de maneira a permitir a automação de diferentes processos de negócios, por meio de recursos de interoperabilidade e parametrizações desses sistemas.

Um exemplo dessa automação, por meio da interoperabilidade, está presente no PACS, com funcionalidades para definir diferentes processos, por meio da parametrização das configurações, desse sistema, como relacionar o acionamento de determinados processos, após armazenamento dos dados, a transferência de tais dados a sistemas de telemedicina, ou a notificação de um novo exame a sistemas integrados, de maneira a automatizar os processos de negócios que seriam executados de forma manual.

Nesse contexto, o alinhamento dos processos de negócio e de informação, se notam presentes, também, em outros padrões da saúde, que colaboram a um *workflow* de interoperabilidade, entre sistemas, com suporte, inclusive, na definição dos processos, por meio da parametrização desses sistemas e diretamente relacionado à gestão de dados, como no PACS, são distribuídos os dados, a diferentes organizações e sistemas, a fim de garantir performance, preservação e disponibilidade dos dados.

Entretanto, conforme verificado, na revisão bibliográfica, deste trabalho, as aplicações de telemedicina possuem diferentes níveis de maturidade e recursos de interoperabilidade, que podem não estar relacionados em todos os contextos da prática de telemedicina, de maneira que optou-se em apontar a relevância dos sistemas de integração, os quais podem contemplar tanto a interoperabilidade, por meio do desenvolvimento e customizações desses sistemas, quanto pelo uso de padrões de interoperabilidade, quando disponíveis.

Dessa maneira, nota-se que soluções de mercado, baseadas em WFMS, não cobrem demandas de organizações, caracterizadas pelo uso de sistemas específicos, distribuídos e interoperáveis, como a área da saúde, telecomunicações e, também, recentemente, as demandas das organizações no processamento e análise dos dados colocam um novo desafio à automação e modelagem de processos de negócios, a partir do uso exclusivo de um WFMS.

No entanto, conforme relacionado em BPM, a automação de processos de negócios também é relacionada ao desenvolvimento de sistemas e aplicações, em conjunto com a definição de arquiteturas, compostas por componentes e interfaces, a fim de representar a interoperabilidade entre sistemas distribuídos, com objetivo de integração dos dados, de maneira a relacionar-se a uma abordagem relevante, a gestão dos dados, em sistemas de telemedicina.

### 5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi apresentado um estudo de caso e analisado a gestão de dados de um sistema de telemedicina, na perspectiva do WDMTS. Por meio dessa

análise, foi apresentada uma arquitetura de sistema de telemedicina, em um cenário real, e verificado a automação dos processos por meio de recursos inter-relacionados para integração de dados entre sistemas, equipamentos, plataformas e aplicações de telemedicina.

Foram considerados como resultados, a relevância do WDMTS, adequado ao STT por permitir analisar e levantar os processos contextualizados à gestão de dados em sistemas de telemedicina, entre esses, destaca-se, a segurança na comunicação entre redes distintas que podem caracterizar exposição e acesso indevido dos dados, bem como a complexa customização de processos para integração dos dados em sistemas de telemedicina.

Por fim, é discutido acerca das limitações do WDMTS, por não utilizar de notações e padrões comuns à modelos de referência encontrados na literatura. Tal limitação foi justificada a partir da análise dos trabalhos relacionados, que caracterizam, no cenário de telemedicina, os processos de negócios de maneira dinâmica e complexa, e fazem uso de arquiteturas de sistemas específicas para automação desses processos.



## 6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Conforme apresentado, nos capítulos anteriores, este trabalho tem como temática a gestão de dados e relaciona, como problema de pesquisa, a complexa gestão dos dados, em sistemas de telemedicina, devido ao elevado volume de dados, caracterizado pelo contínuo crescimento e necessidade de sua preservação e disponibilidade. Busca-se relacionar a esse problema, por meio da pergunta de pesquisa, abordagens de *workflow*, para auxiliar a gestão de dados em sistemas de telemedicina.

Em seguida, foi definido o objetivo geral, deste trabalho, definir um *workflow* para gestão de dados, em sistemas de telemedicina, a partir de informações e conhecimentos adquiridos na literatura, planejados com objetivos específicos, relacionados à revisão da gestão dos dados, em sistemas de telemedicina, e aos conceitos e métodos relacionados ao uso de *workflow*.

A partir disso, foi proposto o WDMTS, um *workflow*, para gestão de dados, em sistemas de telemedicina. Por fim, é analisado a gestão de dados, em um estudo de caso, a fim de relacioná-la a proposta deste trabalho e colaborar com os resultados e discussões do trabalho.

Assim, tais objetivos foram contemplados, a partir da revisão bibliográfica, por meio da contextualização dos sistemas de telemedicina e sua relação com sistemas médicos, a partir da necessidade de interoperabilidade e integração dos dados, com uso de padrões específicos e relacionados à gestão de dados.

Foram, também, apontados, conceitos e referências sobre a gestão de dados, sob a perspectiva da curadoria digital, governança dos dados e ciclo de vida dos dados, úteis à contextualização de diversos processos relevantes à gestão de dados, como o acesso, disponibilidade e preservação de dados, entre outros, relacionados ao longo do trabalho.

Ainda sobre a revisão, foi verificado o conceito e história do termo *workflow*, relacionado a diferentes abordagens para sua utilização. Em resumo, conforme verificado, no contexto de BPM, o *workflow* vem da noção de processos nas organizações, as quais são caracterizadas por processos materiais, de informações e de negócios. Esse último está no último nível, direcionado a estabelecer as atividades e seu relacionamento com os recursos disponíveis, a fim de descrever as etapas de um processo e monitorá-las para otimizá-las e torná-las mais eficientes.

Nessa perspectiva, o termo *workflow* se relaciona, muitas vezes, com sistemas para a execução desses processos, com recursos de modelagem dos processos integrados, como ocorre em WFMS, ou por meio do desenvolvimento de aplicações, como ocorre em sistemas de telemedicina.

Em especial, à gestão de dados, no contexto de abordagens de *workflow*, apontam também a utilização de aplicações específicas, baseadas em fluxo de dados,

padrões e notações informais, e relaciona processos de informação e de negócio, no contexto da análise e processamento de dados, e pelo fato dos dados se tornarem importante às organizações, como fontes de informações para geração de conhecimento.

Para reforçar a relação de abordagens de *workflow*, em sistemas de telemedicina, foi utilizado no Capítulo 3, de Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e, por meio dela, verificou-se o desenvolvimento de aplicações e definições de arquitetura, direcionada à automação do *workflow*.

A partir das revisões, relacionadas no Capítulo 2 e 3, foram contemplados os objetivos específicos, referentes à gestão de dados, em sistemas de telemedicina, e conceitos e abordagens relacionadas ao uso de *workflow*. Dessa forma, é proposto no Capítulo 4, um *workflow*, para gestão de dados, em sistemas de telemedicina, baseado em arquitetura e sistemas integrados, com a finalidade de relacionar a interoperabilidade desses sistemas e integração de dados.

A fim de verificar, a relevância do *workflow* proposto, foi utilizado um estudo de caso, apresentado no Capítulo 5, e por meio da análise de *workflow*, relacionado a gestão de dados de uma aplicação clínica de telemedicina, entre hospitais de SC e sistemas de telemedicina, sob a perspectiva do *workflow* proposto, permitiu-se colaborar aos resultados e discussões, os quais apontaram sua relevância no auxílio da gestão de dados, em sistemas de telemedicina, por meio do levantamento das etapas de integração entre diferentes sistemas distribuídos.

Desse modo, considerou-se atendidos os objetivos do trabalho e respondida a questão de pesquisa. Porém, também foram apontadas as dificuldades e limitações da pesquisa, contextualizadas a partir das diferentes abordagens de *workflow*, muitas vezes delimitadas à modelagem e execução de processos de negócios, com foco nas atividades dos participantes, apoiadas por um WFMS. Tal delimitação, não se faz presente em abordagens de *workflow*, no contexto de BPM, *workflow* científicos e também nos trabalhos revisados. Nessa perspectiva, foram relacionados ao *workflow*, para gestão de dados, em sistemas de telemedicina.

Considera-se um passo importante a proposta de um *workflow*, para automação e execução de processos, comuns a diferentes sistemas de telemedicina, independentemente de padrões e notações do WFMS, concebida a partir da revisão da literatura e adequada a análise de *workflow* de um estudo de caso, para auxiliar a gestão de dados.

Como trabalhos futuros e contextualizados a este, estão abordagens de *workflow*, específicas, para apoiar os processos de integração, em sistemas de telemedicina, conforme verificado em plataformas analíticas, com recursos para modelagem de tarefas direcionadas a processamento de dados específicos, por meio de algoritmos, referenciados na literatura, como pipelines e representados por meio de DAGs, que contam com recursos de execução, monitoramento, controle de estados e auditoria.

Além disso, abordagens relevantes para modelagem de *workflow*, para gestão dos dados, em sistemas de telemedicina, podem estar relacionadas às tecnologias de computação em nuvem, por meio de infraestrutura como código, em conjunto com as plataformas analíticas, para execução de pipelines e algoritmos específicos, com a finalidade de automação da infraestrutura, integração dos dados, interoperabilidade dos sistemas, processamento e análise dos dados.

## REFERÊNCIAS

- AALST, Wil MP van der. Patterns and xpdL: A critical evaluation of the xml process definition language. *In*: p. 1–30.
- ABBOTT, Daisy. DCC Briefing Paper: What is digital curation? Digital Curation Centre, 2008.
- ABU-ELKHEIR, Mervat *et al.* Hybrid data management system for mHealth. *In*: IEEE. 2014 4th International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare-Transforming Healthcare Through Innovations in Mobile and Wireless Technologies (MOBIHEALTH). [S.l.: s.n.], 2014. p. 242–245.
- ALBUQUERQUE, Erika Akemi Yanaguibashi *et al.* PRONTUÁRIO ELETRÔNICO DO PACIENTE E CERTIFICAÇÃO DE SOFTWARE EM SAÚDE: AVANÇOS QUE VISAM MAIOR SEGURANÇA DOS DADOS MÉDICOS. **Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde ISSN: 2236-1103**, v. 7, n. 2, 2017.
- ANDRADE, Rafael; WAGNER, H Miguel; WANGENHEIM, Aldo von. Telemedicina em Santa Catarina, um projeto sustentável. *In*: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA E SAÚDE. [S.l.: s.n.], 2012.
- ARASS, M.E.; TIKITO, I.; SOUSSI, N. Data lifecycles analysis: Towards intelligent cycle. *In*:
- ARAUJO, Tiago Veloso; PIRES, Silvio Ricardo; BANDIERA-PAIVA, Paulo. Adoção de padrões para Registro Eletrônico em Saúde no Brasil. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde**, v. 8, n. 4, 2014.
- AVRIN, David E *et al.* A hierarchical storage management (HSM) scheme for cost-effective on-line archival using lossy compression. **Journal of digital imaging**, Springer, v. 14, n. 1, p. 18–23, 2001.
- BAUMAN, Roger A; GELL, Guenther; DWYER, Samuel J. Large picture archiving and communication systems of the world? Part 1. **Journal of Digital Imaging**, Springer, v. 9, n. 3, p. 99, 1996.
- BHARATHI, Shishir *et al.* Characterization of scientific workflows. *In*: IEEE. 2008 third workshop on workflows in support of large-scale science. [S.l.: s.n.], 2008. p. 1–10.
- BLACK, Alofi Shane; SAHAMA, Tony. Chronicling the patient journey: co-creating value with digital health ecosystems. *In*: ACM. PROCEEDINGS of the Australasian Computer Science Week Multiconference. [S.l.: s.n.], 2016. p. 60.
- BORKO, Harold. Information science: what is it? **Journal of the Association for Information Science and Technology**, Wiley Online Library, v. 19, n. 1, p. 3–5, 1968.

BRAGHETTO, Kelly Rosa; CORDEIRO, Daniel. Introdução à modelagem e execução de workflows científicos. **Atualizações em Informática**. 1ed. Porto Alegre: SBC, p. 1–40, 2014.

BRUZAROSCO, Donizete Carlos. **Um Sistema de Gerenciamento de Workflow para Gestão de Documentos**. 1998. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.

BUSH, Vannevar *et al.* As we may think. **The atlantic monthly**, v. 176, n. 1, p. 101–108, 1945.

CAFFERY, Liam J *et al.* Transforming Dermatologic Imaging for the Digital Era: Metadata and Standards. **Journal of digital imaging**, Springer, p. 1–10, 2018.

CARNEVALE, Lorenzo *et al.* How to enable clinical workflows to integrate big healthcare data. *In: IEEE. 2017 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 857–862.

CBOK, Bpm. Guia para o gerenciamento de processos de negócio corpo comum de conhecimento. **Association of Business Process Management Professionals. ABPMP BPM CBOK**, v. 3, 2013.

CFM. **I Fórum de Telemedicina**. 2018. Disponível em: [http://www.eventos.cfm.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=21079&Itemid=573](http://www.eventos.cfm.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=21079&Itemid=573).

CHINOSI, Michele; TROMBETTA, Alberto. BPMN: An introduction to the standard. **Computer Standards & Interfaces**, Elsevier, v. 34, n. 1, p. 124–134, 2012.

COSTA, Carlos *et al.* Dicoogle-an open source peer-to-peer PACS. **Journal of digital imaging**, Springer, v. 24, n. 5, p. 848–856, 2011.

CUPOLI, Patricia; EARLEY, S; HENDERSON, D. DAMA-DMBOK2 Framework. **DAMA International**, 2014.

DA XU, Li. Enterprise systems: state-of-the-art and future trends. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, IEEE, v. 7, n. 4, p. 630–640, 2011.

DER AALST, Wil MP van *et al.* Workflow patterns. **Distributed and parallel databases**, Springer, v. 14, n. 1, p. 5–51, 2003.

DONE, Nicolae *et al.* VA Telederm study: protocol for a stepped-wedge cluster randomised trial to compare access to care for a mobile app versus a workstation-based store-and-forward teledermatology process. **BMJ open**, British Medical Journal Publishing Group, v. 8, n. 12, e022218, 2018.

DREYER, Keith J *et al.* **A guide to the digital revolution**. [S.l.]: Springer, 2006.

DUERINCKX, Andre J; PISA, EJ. Filmless picture archiving and communication in diagnostic radiology. *In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICS e PHOTONICS. 1ST Intl Conf and Workshop on Picture Archiving and Communication Systems. [S.l.: s.n.], 1982. p. 9–19.*

EGUZZKIZA, Aitor *et al.* Formalize clinical processes into electronic health information systems: Modelling a screening service for diabetic retinopathy. **Journal of biomedical informatics**, Elsevier, v. 56, p. 112–126, 2015.

FERRY, Nicolas *et al.* A Collaborative Workflow for Computer-Aided Design in Ambient Assisted Living: The ASIM Project. **Journal of intelligent systems**, De Gruyter, v. 24, n. 3, p. 343–360, 2015.

FETZER, David T; WEST, O Clark. The HIPAA privacy rule and protected health information: implications in research involving DICOM image databases. **Academic radiology**, Elsevier, v. 15, n. 3, p. 390–395, 2008.

FURUIE, SS *et al.* A flexible storage architecture for large PACS. *In: IEEE. COMPUTERS in Cardiology, 2002. [S.l.: s.n.], 2002. p. 405–408.*

GEORGAKOPOULOS, Diimitrios; HORNICK, Mark; SHETH, Amit. An overview of workflow management: From process modeling to workflow automation infrastructure. **Distributed and parallel Databases**, Springer, v. 3, n. 2, p. 119–153, 1995.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. [S.l.]: 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GODINHO, Tiago Marques; COSTA, Carlos; OLIVEIRA, José Luís. Intelligent generator of big data medical imaging repositories. **IET Software**, IET, v. 11, n. 3, p. 100–104, 2017.

GRIGORI, Daniela *et al.* Business process intelligence. **Computers in industry**, Elsevier, v. 53, n. 3, p. 321–343, 2004.

HARRIS, Paul A *et al.* Research electronic data capture (REDCap)—a metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. **Journal of biomedical informatics**, Elsevier, v. 42, n. 2, p. 377–381, 2009.

HASSANALIERAGH, Moeen *et al.* Health monitoring and management using Internet-of-Things (IoT) sensing with cloud-based processing: Opportunities and challenges. *In: IEEE. SERVICES Computing (SCC), 2015 IEEE International Conference on. [S.l.: s.n.], 2015. p. 285–292.*

HIGGINS, Sarah. The DCC curation lifecycle model. **International Journal of Digital Curation**, v. 3, n. 1, 2008.

- HOLLINGSWORTH, David; HAMPSHIRE, UK. Workflow management coalition: The workflow reference model. **Document Number TC00-1003**, Citeseer, v. 19, p. 16, 1995.
- HUANG, HK. Enterprise PACS and image distribution. **Computerized Medical Imaging and Graphics**, Elsevier, v. 27, n. 2-3, p. 241–253, 2003.
- HULSHOFF, L *et al.* Telemedicine in the ICU, a review. **Netherlands J Crit Care**, v. 15, p. 9–12, 2011.
- JOHN WALKER, Saint. **Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think**. [S.l.]: Taylor & Francis, 2014.
- KAHN, Charles E *et al.* DICOM and radiology: past, present, and future. **Journal of the American College of Radiology**, Elsevier, v. 4, n. 9, p. 652–657, 2007.
- KAIL, Eszter *et al.* Provenance based checkpointing method for dynamic health care smart system. **Scalable Computing: Practice and Experience**, v. 17, n. 2, p. 143–153, 2016.
- KHOURI, Sumaia Georges El. **Telemedicina: análise da sua evolução no Brasil**. 2003. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.
- KIM, Yoon Sang. Telemedicine in the USA with focus on clinical applications and issues. **Yonsei medical journal**, v. 45, p. 761–775, 2004.
- KITCHENHAM, Barbara. Procedures for performing systematic reviews. **Keele, UK, Keele University**, v. 33, n. 2004, p. 1–26, 2004.
- KVEDAR, Joseph; COYE, Molly Joel; EVERETT, Wendy. Connected health: a review of technologies and strategies to improve patient care with telemedicine and telehealth. **Health Affairs**, v. 33, n. 2, p. 194–199, 2014.
- LAURINDO, Fernando José Barbin *et al.* O papel da tecnologia da informação (TI) na estratégia das organizações. **Gestão & Produção**, SciELO Brasil, v. 8, n. 2, p. 160–179, 2001.
- LE COADIC, Yves-François. **A ciência da informação**. [S.l.]: Briquet de lemos Livros, 1996.
- LIANG, Bing-Jin; LIN, Yan-Jun. A Web-Based Mobile Medical Image Reading System. *In*: IEEE. INFORMATION Technology in Medicine and Education (ITME), 2016 8th International Conference on. [S.l.: s.n.], 2016. p. 50–53.

MACEDO, Douglas Dyllon Jeronimo de *et al.* Um modelo distribuído de armazenamento hierárquico de conhecimento médico, 2014.

MALDONADO, Jose Manuel Santos de Varge; MARQUES, Alexandre Barbosa; CRUZ, Antonio. Telemedicine: challenges to dissemination in Brazil. **Cadernos de saude publica**, SciELO Public Health, v. 32, 2016.

MANGESIUSA, Patrick *et al.* Dynamic Creation of Patient Summaries: A CDA and IHE XDS Based Approach for Regional EHRs. *In*: IOS PRESS. MEDINFO 2017: Precision Healthcare Through Informatics: Proceedings of the 16th World Congress on Medical and Health Informatics. [S.l.: s.n.], 2018. p. 170.

MARTINI, Richard AS de *et al.* Um Modelo de Gerenciamento Remoto de PACS Geograficamente Distribuído, 2008.

MASSARO, Alessandro *et al.* A Study of a Health Resources Management Platform Integrating Neural Networks and DSS Telemedicine for Homecare Assistance. **Information**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 9, n. 7, p. 176, 2018.

MILDENBERGER, Peter; EICHELBERG, Marco; MARTIN, Eric. Introduction to the DICOM standard. **European radiology**, Springer, v. 12, n. 4, p. 920–927, 2002.

MORENO-CONDE, Jesús *et al.* Contextual cloud-based service oriented architecture for clinical workflow. *In*: MIE. [S.l.: s.n.], 2015. p. 592–596.

MOSLEY, Mark *et al.* **DAMA guide to the data management body of knowledge**. [S.l.]: Technics Publications, 2010.

MUSTRA, Mario; DELAC, Kresimir; GRGIC, Mislav. Overview of the DICOM standard. *In*: IEEE. ELMAR, 2008. 50th International Symposium. [S.l.: s.n.], 2008. p. 39–44.

NEMA, ACR. Digital imaging and communications in medicine (DICOM) Part 3: Information object definitions. **Part**, 2007.

NGUYEN-HUYNH, Mai N *et al.* Novel telestroke program improves thrombolysis for acute stroke across 21 hospitals of an integrated healthcare system. **Stroke**, Am Heart Assoc, v. 49, n. 1, p. 133–139, 2018.

ONG, Toan C *et al.* Dynamic-ETL: a hybrid approach for health data extraction, transformation and loading. **BMC medical informatics and decision making**, BioMed Central, v. 17, n. 1, p. 134, 2017.

PÁDUA, Silvia Inês Dallavalle de; BISPO, Carlos Alberto Ferreira. Sistema de Gerenciamento de Workflow: um overview e um estudo de caso, 2003.



PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico-2ª Edição**. [S.l.]: Editora Feevale, 2013.

PURI, Ganesh D; HARITHA, D. Survey big data analytics, applications and privacy concerns. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 9, n. 17, 2016.

RAGHUPATHI, Wullianallur; RAGHUPATHI, Viju. Big data analytics in healthcare: promise and potential. **Health information science and systems**, BioMed Central, v. 2, n. 1, p. 3, 2014.

ROSATI, S *et al.* Modelling and analysis of four telemedicine Italian experiences. *In*: 2017 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). [S.l.: s.n.], 2017. p. 2634–2637. DOI: 10.1109/EMBC.2017.8037398.

SAMEI, Ehsan *et al.* AAPM/RSNA tutorial on equipment selection: PACS equipment overview: general guidelines for purchasing and acceptance testing of PACS equipment. **Radiographics**, Radiological Society of North America, v. 24, n. 1, p. 313–334, 2004.

SANTANA, Ricardo César Gonçalves. Ciclo de vida dos dados: uma perspectiva a partir da ciência da informação. **Informação & Informação, Londrina**, v. 21, n. 2, p. 116–142, 2016.

SANTANA, Ricardo César Gonçalves. Ciclo de Vida dos Dados e o papel da Ciência da Informação. **XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação**, 2013.

SARACEVIC, Tefko. Interdisciplinary nature of information science. **Ciência da informação**, v. 24, n. 1, p. 36–41, 1995.

SAVARIS, Alexandre *et al.* Integrating a PACS Network to a Statewide Telemedicine System: A Case Study of the Santa Catarina State Integrated Telemedicine and Telehealth System. *In*: IEEE. COMPUTER-BASED Medical Systems (CBMS), 2017 IEEE 30th International Symposium on. [S.l.: s.n.], 2017. p. 356–357.

SAYÃO, Luis Fernando; SALES, Luana Farias. Curadoria digital: um novo patamar para preservar? o de dados digitais de pesquisa. **Informação & Sociedade**, Universidade Federal da Paraíba-Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, v. 22, n. 3, 2012.

SILBERSCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F; SUDARSHAN, Shashank *et al.* **Database system concepts**. [S.l.]: McGraw-Hill New York, 1997. v. 4.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 3. ed. rev. atual, 2001.

SINAEPOURFARD, A. *et al.* A comprehensive scenario agnostic Data LifeCycle model for an efficient data complexity management. *In*: p. 276–281. DOI: 10.1109/eScience.2016.7870909.

SLIK, David *et al.* **Scalable distributed object management in a distributed fixed content storage system**. [S.l.]: Google Patents, 2009. US Patent 7,546,486.

STAEMMLER, Martin *et al.* TCmed-A secure telecollaboration network for medical professionals including workflow support and patient participation. *In*: IEEE. 2015 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI). [S.l.: s.n.], 2015. p. 1345–1351.

SZLENK, Marcin. UML static models in formal approach. *In*: SPRINGER. IFIP Central and East European Conference on Software Engineering Techniques. [S.l.: s.n.], 2007. p. 129–142.

TAYLOR, Ian J *et al.* **Workflows for e-Science: scientific workflows for grids**. [S.l.]: Springer, 2007. v. 1.

TENG, Chia-Chi *et al.* A medical image archive solution in the cloud. *In*: IEEE. SOFTWARE Engineering and Service Sciences (ICSESS), 2010 IEEE International Conference on. [S.l.: s.n.], 2010. p. 431–434.

TULU, Bengisu; CHATTERJEE, Samir; LAXMINARAYAN, Swamy. A taxonomy of telemedicine efforts with respect to applications, infrastructure, delivery tools, type of setting and purpose. *In*: IEEE. PROCEEDINGS of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences. [S.l.: s.n.], 2005. 147b–147b.

VANEGAS-SERNA, JC; PEREZ, JJ; ANDRADE-CAICEDO, H. Managing Heterogeneous Medical Data: Learning from Experiences in Telemedicine. *In*: SPRINGER. VII Latin American Congress on Biomedical Engineering CLAIB 2016, Bucaramanga, Santander, Colombia, October 26th-28th, 2016. [S.l.: s.n.], 2017. p. 670–673.

VARGAS, Alejandro *et al.* Telemedicine in Bolivia: RAFT-Altiplano project, experiences, future prospects, and recommendations. **REVISTA PANAMERICANA DE SALUD PUBLICA-PAN AMERICAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH**, PAN AMER HEALTH ORGANIZATION, 525 23RD ST NW, WASHINGTON, DC 20037 USA, v. 35, n. 5-6, p. 359–364, 2014. ISSN 1020-4989.

VARGE MALDONADO, Jose Manuel Santos de; MARQUES, Alexandre Barbosa; CRUZ, Antonio. Telemedicina: desafios à sua difusão no Brasil Telemedicine:

challenges to dissemination in Brazil Telemedicina: retos para su difusión en Brasil. **Cad. Saúde Pública**, SciELO Public Health, v. 32, Sup 2, e00155615, 2016.

VASSILIADIS, Panos. A survey of extract–transform–load technology. **International Journal of Data Warehousing and Mining (IJDWM)**, IGI Global, v. 5, n. 3, p. 1–27, 2009.

WEISSER, G *et al.* Standardization of teleradiology using Dicom e-mail: recommendations of the German Radiology Society. **European radiology**, Springer, v. 16, n. 3, p. 753, 2006.

WEN, Chao Lung. TELEMEDICINA E AS PERSPECTIVAS DE UMA REALIDADE PRÓXIMA EM EDUCAÇÃO, ASSISTÊNCIA E PESQUISA. **Academia Nacional de Medicina**, v. 188, n. 3, p. 69–79, 2017.

WFMC. **Workflow Management Coalition Terminology and Glossary (WFMC-TC-1011)**. [S.l.], 1996.

WILSON, Laurence S; MAEDER, Anthony J. Recent directions in telemedicine: review of trends in research and practice. **Healthcare informatics research**, v. 21, n. 4, p. 213–222, 2015.

YAYILGAN, Sule Yildirim *et al.* A novel system architecture for efficient management of skiing injuries. *In*: IEEE. 2015 International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCL). [S.l.: s.n.], 2015. p. 73–77.

ZHANG, Bin *et al.* Application of Workflow Technology for Big Data Analysis Service. **Applied Sciences**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 8, n. 4, p. 591, 2018.