



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA E
DE COMPUTAÇÃO



SMART: Sistema de Monitoramento e Avaliação do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes

Jailton Carlos de Paiva

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação da UFRN (área de concentração: Engenharia de Computação) como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Número de ordem PPgEEC: D235
Natal, RN, Dezembro de 2018

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Paiva, Jailton Carlos de.

SMART: Sistema de Monitoramento e Avaliação do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes / Jailton Carlos de Paiva. - 2018

198 f.:il.

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação. Natal, RN, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Alexsandro de Medeiros Valentim.

1. Interoperabilidade - Tese. 2. Telessaúde - Tese. 3. Business Intelligence - Tese. 4. Arquitetura orientada a serviço - Tese. I. Valentim, Ricardo Alexsandro de Medeiros. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 004(043.2)

Elaborado por FERNANDA DE MEDEIROS FERREIRA AQUINO - CRB-15/301



Universidade Federal do Rio Grande do Norte
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA E DE
COMPUTAÇÃO**

ATA Nº 235

ATA Nº 235

Aos dezessete dias do mês de dezembro do ano de dois mil e dezoito, foi realizada a 235ª sessão de defesa de tese de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação da UFRN, na qual o doutorando Jailton Carlos De Paiva apresentou o trabalho que tem como título: SMART: Sistema de Monitoramento e Avaliação do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes. A sessão teve início às 09h00min, tendo a banca examinadora sido constituída pelos seguintes participantes: Ricardo Alexsandro De Medeiros Valentim (Dr. UFRN, Presidente), Ademar Arthur Chioro Dos Reis (Dr. UNIFESP, Examinador Externo à Instituição), Antonio Higor Freire De Moraes (Dr. IFRN, Examinador Externo à Instituição), Karilany Dantas Coutinho (Dr. UFRN, Examinador Externo ao programa), Thaisa Gois Farias De Moura Santos Lima (Dr. Fiocruz RJ, Examinador Externo à Instituição) e Aquiles Medeiros Filgueira Burlamaqui (Dr. UFRN, Examinador Interno ao Programa). Após a apresentação do trabalho e o exame pela banca, o doutorando foi considerado APROVADO, tendo sido lavrada a presente ata, que vai assinada pelos examinadores e pelo doutorando. A versão final da tese deverá ser entregue ao programa, no prazo máximo de 60 dias, contendo as modificações sugeridas pela banca examinadora e constante na folha de correção anexa. Conforme o Artigo 49 da Resolução 197/2013 - CONSEPE, o candidato não terá o título se não cumprir as exigências acima.

Dr. ADEMAR ARTHUR CHIORO DOS REIS, UNIFESP

Examinador Externo à Instituição

Dr. ANTONIO HIGOR FREIRE DE MORAIS, IFRN

Examinador Externo à Instituição

Dr. THAISA GOIS FARIAS DE MOURA SANTOS LIMA, Fiocruz - RJ

Examinador Externo à Instituição

Dr. KARILANY DANTAS COUTINHO, UFRN

Examinador Externo ao Programa

Dr. AQUILES MEDEIROS FILGUEIRA BURLAMAQUI, UFRN

Examinador Interno



Universidade Federal do Rio Grande do Norte

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA E DE
COMPUTAÇÃO**

Ricardo A. de M. Valentim
DR. RICARDO ALEXSANDRO DE MEDEIROS VALENTIM, UFRN

Presidente

Jailton Carlos de Paiva
JAILTON CARLOS DE PAIVA

Doutorando

PARECER FINAL: APROVADO

Atenciosamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A. Chioro'.

Prof. Dr. Ademair Arthur Chioro dos Reis

*Dedico este trabalho Aos meus
queridos pais Sr. João Carlos e Sra.
Severina Francisca, a minha amável
esposa Dinara Câmara e aos meus
amados filhos Cecília Dafne e
Carlos Vinícius.*

Agradecimentos

Fazer o doutorado concomitantemente a outras atividades, exigiu-me um grande esforço, foram várias noites acordado em todo esse processo. A realização deste trabalho, não teria sido possível sem a colaboração, auxílio, carinho e dedicação por parte de várias pessoas ao longo de todo o percurso da minha formação. Cada um deles marcou de alguma forma a minha história, felizmente de forma muito positiva, que com certeza levarei por toda minha vida. Correndo o risco de injustamente deixar de mencionar alguma dessas pessoas, quero deixar expresso os meus agradecimentos.

À minha esposa Dinara Câmara, minha grande companheira, a mulher que eu amo, a quem devo a realização desta tese. Agradeço pelo apoio constante e incondicional, materializado em mais de quatro anos de paciência, de sacrifício e abnegação pela minha ausência quase real, pelo tempo que não viveu para não me deixar sozinho. Agradeço por cada gesto, cada sorriso, cada palavra, por todos os atos simbólicos que me permitem olhar para trás e perguntar o que seria de mim sem você.

Ao meus pais, João Carlos e Severina Francisca que muitas vezes adiou planos e sonhos, deixou desejos pessoais em segundo plano e não mediu esforços para ensinar valores morais para os filhos. Devo aos meus pais muito mais que um mero agradecimento, devo minha existência. Muito além de me guiar, eles me orientaram a tomar minhas decisões para que eu mesmo pudesse trilhar meus próprios caminhos. E não há palavras que possam expressar a minha admiração e o meu sentimento de gratidão por terem feito isso.

Aos meus filhos Cecília Dafne e Carlos Vinícius que durante todo o período do curso, crescerem e me viram sentado em frente ao computador ora estudando, ora trabalhando nos projetos. Em muitos momentos, não pude acompanhá-los e ser o pai que eles merecem, foram inúmeras as vezes que eles suplicavam por atenção. Agradeço a vocês, pela compreensão, amor incondicional, vocês são o motivo mais importante para que eu continue a lutar.

Ao meu amigo e orientador prof. Dr. Ricardo Valentim, mestre visionário, pelos incentivos, oportunidades, pela orientação profissional e acadêmica, pelos sábios conselhos sempre que procurei para conversar e por nunca deixar de acreditar na realização deste trabalho.

Aos meus amigos e pesquisadores Túlio Paiva, Allyson Barros e Giovani Ângelo, agradeço pelas diversas horas da vida pessoal de vocês dedicado para a realização deste traba-

lho. Giovani, agradeço pela competência acadêmica que conduziu a orientação do artigo e pela tranquilidade que sempre me passou. Allyson, que esteve lado a lado comigo no desenvolvimento de grande parte deste trabalho, agradeço pela determinação e empenho deste o início acreditando no sucesso desta pesquisa. Túlio, agradeço pela amizade demonstrada, por sempre está presente e por todas as contribuições, desabafos e incentivos.

Aos colegas do projeto SMART por terem se dedicado e contribuído na aplicação desta pesquisa. Em especial, agradeço a Emerson Silva, Beatriz Souza, Diego Lima, Rayane Ribeiro e Walkyso Júnior pela colaboração na elaboração dos capítulos do estado da arte e referencial teórico. A participação de vocês foi fundamental para a realização deste trabalho

Aos colegas do projeto PNTD pelo suporte técnico. Um agradecimento especial a Kelson Medeiros, pela amizade e pela colaboração prestada sempre que solicitada.

Aos colegas de trabalhos e amigos DIGTI/RE/IFRN, agradeço o bom convívio e as boas discussões. Em especial, agradeço: Carlos Breno que não mediu esforços em traduzir o artigo fruto desta tese para o inglês; Carlos Eduardo e Alex Furtunato, pelo apoio na preparação da infra-estrutura tecnológica utilizada no ambiente de testes e; Lucas Pereira, coordenador da COSINF/DIGTI/RE/IFRN que possibilitou o meu afastamento do trabalho para dedicação ao desenvolvimento desta tese.

Aos colegas de trabalho da SEDIS/UFRN, pelos incentivos e as preocupação demonstradas ao longo deste trabalho. Um agradecimento especial à Beto Lima por ter dedicado horas de sua vida pessoal para fazer as figuras relativas a arquitetura proposta neste trabalho.

Aos pesquisadores do LAIS/UFRN, agradeço pelos conhecimentos compartilhados, pelos incentivos e apoio ao longo desta tese. Em especial, Bruno Gomes, Pedro Henrique, Sedir Moraes, Robinson Alves, Gustavo Barbosa e João Paulo pela amizade e cumplicidade nas conversas. Também não menos importante, agradeço: João Marcos pela parceria no artigo SOA-BD e pela assistência concedida sempre que acionada e; Agnaldo Souza pela orientação na elaboração da apresentação de defesa.

Ao LAIS/UFRN pela oportunidade dada para a realização deste estudo.

Ao Ministério da Saúde por ter fomentado a pesquisa e ao Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes pelo apoio técnico à Pesquisa. Em especial, agradeço a Wandrei Braga que abraçou o desafio proposto neste trabalho e acompanhou desde o início o desenvolvimento do SMART.

Aos membros do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação pelo suporte, em especial aos professores do programa. Seus ensinamentos foram muitos e certamente contribuíram positivamente para minha formação. Ao coordenador Dr. Antonio Campos pela sua dedicação e empenho em melhorar a qualidade do Programa. Ao secretários Paulo Yvens e Thereza Montenegro, pelo pronto atendimento sempre que

solicitado.

À banca de defesa, Aquiles Burlamaqui, Karilany Coutinho, Ademar Reis, Higor Morais e Thaisa Lima, pelas valiosas contribuições.

A todos o meu sincero e profundo **Muito Obrigado!**

Resumo

O Programa Telessaúde foi instituído pelo Ministério da Saúde (MS) em 2007 com nove Núcleos técnico-científicos administrados por instituições públicas de ensino superior e, desde a sua criação, não foram definidos padrões, processos, aplicações ou indicadores de qualidade. A ausência destas definições, aliada à descentralização dos Núcleos, fez com que cada um desenvolvesse seus próprios Sistemas de Informação (SI), com diferentes tipos de linguagem e arquiteturas, sem qualquer regulamentação e integração das informações com o MS, dificultando portanto, a avaliação do Programa frente aos serviços ofertados. Nesse contexto, este trabalho descreve a solução proposta para integrar os dados produzidos pelos diversos sistemas heterogêneos desenvolvidos e mantidos pelos núcleos de telessaúde no Brasil em um armazenamento de dados central de forma que o MS possa acompanhar, monitorar e avaliar os resultados das ações da Telessaúde. Essa solução consiste na especificação de um Modelo Nacional de Interoperabilidade e na especificação, implementação e validação de um arquitetura, intitulada SMART, a qual é baseada nos paradigmas de Business Intelligence (BI) e Arquitetura Orientada a Serviço (SOA). A arquitetura SMART consiste em quatro componentes principais: ferramenta web para manipulação da informação com interface interativa para exploração de dados; um componente para recepção dos dados produzidos pelos SI dos núcleos; um componente responsável por salvar os dados recebidos em dados de suporte à decisão e; um componente que coleta dados de fontes externas para compor o *data warehouse* (DW). Para validação da arquitetura, foram realizados dois experimentos, o primeiro realiza testes de desempenho sob carga de trabalho alta e extrema e o segundo avalia se as estratégias de otimizações propostas contribuem para o desempenho e eficiência da arquitetura. Os resultados dos experimentos foram resumidos de forma a atestar a eficácia do SMART. A análise dos resultados obtidos sobre dados reais demonstraram que o desempenho do SMART se manteve estável sobre as cargas de trabalho consideradas e a alta qualidade foi comprovada, visto que não foram registrados erros durante os experimentos.

Palavras-chave: Telessaúde, Avaliação de Programa, Interoperabilidade, SOA, Inteligência de Negócios.

Abstract

The Telehealth Program was established by the Ministry of Health (MH) in 2007 with nine technical and scientific centers administered by public higher education institutions and, since its inception, no standards, processes, applications or quality indicators have been defined. The lack of these definitions, allied to the decentralization of the centers, made each one of them to develop their own Information Systems (IS), with different types of language and architectures, without any regulation and integration of information with the MH, hindering thus the evaluation of the program against the offered services. In this context, this paper describes a solution proposed to integrate the data produced by the various heterogeneous systems developed and maintained by the telehealth centers in Brazil in a central data store so that the MH can monitor and evaluate the results of the actions of Telehealth. This solution consists of specifying a National Interoperability Model and the specification, implementation and validation of an architecture, entitled SMART, based on Business Intelligence (BI) and Service Oriented Architecture (SOA) paradigms. SMART architecture consists of four main components: web tool for information manipulation with a interactive interface for data exploration; a component for receiving the data produced by the IS of the centers; a component responsible for saving the received data in decision support data and; a component that collects data from external sources to compose the data warehouse (DW). For the architecture validation, two experiments were performed. The first one executes performance tests under high and extreme workload and the second experiment evaluates if the proposed optimization strategies contribute to the performance and efficiency of the architecture. The results of the experiments were summarized to attest to the effectiveness of SMART. The analysis of the results obtained on real data showed that the performance of SMART remained stable over the considered workloads and the high quality was proven since no errors were recorded during the experiments.

Keywords: Telehealth, Program Evaluation, Interoperability, SOA, Business Intelligence.

Sumário

Sumário	i
Lista de Figuras	iv
Lista de Tabelas	vi
Lista de Algoritmos	viii
Lista de Símbolos e Abreviaturas	ix
1 Introdução	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Objetivos Específicos	3
1.3 Contribuições	4
1.4 Estrutura da Tese	4
1.5 Publicações relacionadas	5
2 Fundamentação Teórica	7
2.1 Telessaúde no Brasil	7
2.1.1 O Sistema Único de Saúde no Brasil (SUS)	7
2.1.2 A Telessaúde no Brasil	9
2.1.3 A estrutura do Programa Telessaúde Brasil Redes	10
2.1.4 Os serviços ofertados pelo Programa Telessaúde	11
2.1.5 Oferta Nacional de Telediagnóstico	14
2.1.6 Os incentivos financeiros de custeio do Programa Telessaúde Bra- sil Redes	16
2.1.7 As tendências para o Programa Telessaúde Brasil Redes	19
2.2 Business Intelligence e Data Warehouses	21
2.2.1 Business Intelligence	21
2.2.2 Data Warehouse	23
2.2.3 Modelagem Dimensional	24
2.2.4 ETL - Extraction, Transformation, Loading	28
2.2.5 OLAP	30
2.2.6 Dashboard	35
2.3 Interoperabilidade e Web Service	35
2.3.1 Interoperabilidade	35

2.3.2	Dimensões da Interoperabilidade	35
2.3.3	Interoperabilidade na Saúde	37
2.3.4	Web service	37
2.3.5	Formato para intercâmbio de dados	41
2.3.6	Comparação JSON e XML	42
3	Estado da Arte	45
3.1	Trabalhos Analisados	47
3.2	Estudo Comparativo	55
4	Método Proposto	58
4.1	Contextualização	58
4.2	Projeto do Data Warehouse	60
4.2.1	Processo de Negócio de Produção de Teleconsultoria	60
4.2.2	Processo de Negócio Produção de SOF	65
4.2.3	Processo de Negócio de Produção de Telediagnóstico	67
4.2.4	Processo de Negócio de Tele-educação	73
4.2.5	Processo de Negócio de Cobertura	80
4.3	Modelo Nacional de Interoperabilidade do PTBR-Redes (MNI-PTBR)	86
4.3.1	Conjunto Mínimo de Dados do PTBR-Redes	87
4.3.2	Visão Geral dos Elementos de Comunicação da Interoperabilidade	88
4.4	Arquitetura SMART	89
4.4.1	Processos de negócio e <i>stakeholders</i>	89
4.4.2	Visão Geral da arquitetura	95
4.4.3	Visão Lógica da Arquitetura	100
4.4.4	Visão Geral do Fluxo de Atividade	106
4.5	Tecnologias Utilizadas no Desenvolvimento	107
5	Experimentos e Resultados	110
5.1	Teste de Desempenho	110
5.1.1	Materiais	110
5.1.2	Resultados	112
5.1.3	Discussão	114
5.2	Teste para Avaliar os Algoritmos de Otimização Propostos	115
5.2.1	Materiais	115
5.2.2	Resultados	118
5.2.3	Discussão	120
6	Conclusão	122
6.1	Limitações e Desafios	122
6.2	Impacto do SMART	123
6.3	Contribuições	124
6.4	Trabalhos Futuros	125
	Referências bibliográficas	127

APÊNDICE A	Especificação dos dados mínimo utilizado no contexto do PTBR-Redes	145
APÊNDICE B	Exemplo JSON com dados de teleconsultoria	156
APÊNDICE C	Esquema JSON do modelo de dados de Teleconsultoria	157
APÊNDICE D	Visão Geral das Funcionalidades Fornecidas por meio de Interface do Usuário	161
ANEXO A		163
ANEXO B	Planilha Monitoramento	165
ANEXO C	Nota Técnica 005/2014	167

Lista de Figuras

2.1	Fluxo de inclusão de SOF na BVS	13
2.2	Fluxo básico do Telediagnóstico.	14
2.3	Interação dos pontos de telediagnósticos e os Núcleos de Telessaúde Especialistas na Oferta Nacional de Telediagnósticos (ONTD) no Brasil.	15
2.4	Fluxo da atividade de telediagnóstico pela Oferta Nacional de Telediagnósticos (ONTD) no Brasil por intermédio da Plataforma Nacional de Telediagnósticos (PNTD).	16
2.5	Serviços ofertados pelo Telessaúde no Brasil no período de Jan/2016 a Dez/2017.	20
2.6	Arquitetura típica de um BI.	23
2.7	Esquema plano e floco de neve.	25
2.8	Esquema estrela com níveis de hierarquia.	27
2.9	Diferença Entre Esquema Estrela e Modelo Relacional	28
2.10	Passos do processo de ETL	29
2.11	Representação de um cubo OLAP.	32
2.12	Exemplo ilustrativo das operações OLAP.	34
2.13	Estrutura de árvore das notações XML.	42
2.14	Estrutura de árvore das notações JSON.	42
2.15	Exemplo de mensagens de (a) requisição e (b) resposta na arquitetura SOAP; exemplo de requisição na arquitetura REST e sua (d) resposta.	44
4.1	DER do esquema estrela Teleconsultoria.	64
4.2	DER do esquema estrela SOF.	67
4.3	DER do esquema estrela Telediagnóstico.	70
4.4	DER do esquema estrela ONTD.	73
4.5	DER do esquema estrela "Atividade de Tele-educação".	76
4.6	DER do esquema estrela "Objeto de Aprendizagem".	78
4.7	DER do esquema estrela Curso.	79
4.8	DER do esquema estrela Cobertura de Pontos.	84
4.9	DER do esquema estrela Cobertura de Pontos.	86
4.10	Visão conceitual da arquitetura. Exibe como os atores externos se comunicam com o SMART.	90
4.11	Tela resultante do processamento do repasse financeiro.	92
4.12	Tela com detalhes do repasse financeiro para o Núcleo A (parte superior).	93
4.13	Tela com detalhes do repasse financeiro para o Núcleo A (parte inferior)	94
4.14	Visão geral da arquitetura do SMART.	96

4.15	Tela do Painel de Indicadores	99
4.16	Exemplos de mapas utilizados gerados pela interface PI	100
4.17	Visão lógica dos principais componentes	101
4.18	Fluxo de comunicação entre o SI do NT e o componente SRD	103
4.19	Fluxo de atividade.	107
5.1	Gráfico de linha dos resultados de desempenho da arquitetura sobre uma carga de trabalho alta (18 usuários) e extrema (36 usuários)	113
5.2	Histograma de distribuição do tempo de processamento dos experimentos com 18 e 35 usuários simultâneos.	114
5.3	Tempo total de cada métrica por simulação.	120
A.1	Tabela com valores do incentivo financeiro de custeio mensal e a respectiva forma de gradação para cada componente	164

Lista de Tabelas

2.1	Valores do custeio por porte, componente e total máximo de repasse por mês e ano.	17
2.2	Percentual de teleconsultoria de temas gerais realizada por equipe no mês e percentual de teleconsultorias realizadas à linha de cuidado realizada pelo médico por equipes no mês	18
2.3	Valores do custeio divididos por porte, componente (fixo e variável) e total máximo de repasse por mês e ano.	19
2.4	Comparação entre recursos OLTP e OLAP	31
2.5	Comparação dos protocolos REST e SOAP	39
2.6	Comparação das características de JSON e XML	43
3.1	Termos utilizados na pesquisa do estado da arte.	46
3.2	Critérios utilizados no estudo comparativo.	56
3.3	Comparativo entre os trabalhos relacionados e o trabalho desenvolvido nesta pesquisa	57
4.1	Fatos relativos a tabela de fato FATO_TELECONSULTORIA.	63
4.2	Fatos relativos a tabela de fato FATO_SOF.	66
4.3	Fatos relativos a tabela de fato FATO_TELEDIAGNOSTICO.	69
4.4	Fatos relativos a tabela de fato FATO_ONTD.	72
4.5	Métricas relativos a tabela de fato FATO_TE_ATIVIDADE.	75
4.6	Métricas relativos a tabela de fato FATO_TE_OBJETO.	77
4.7	Métricas relativos a tabela de fato FATO_TE_CURSO.	79
4.8	Fatos relativos a tabela de fato FATO_COBERTURA_PONTOS.	83
4.9	Fatos relativos a tabela de fatos FATO_COBERTUTA_MUNICIPIO.	85
4.10	Banco de dados públicos utilizados para troca de dados em sistemas de telessaúde	88
4.11	API <i>endpoints</i> do SRD	102
4.12	Estratégias para otimizar o desempenho do componente SRD.	102
5.1	Dados histórico com valores médio e máximo do volume de dados de produção no período de maio/2016 a abril/2018.	111
5.2	Resultado dos tempos de resposta, processamento e transmissão dos experimentos.	113
5.3	Variáveis de controle utilizadas para simular diferentes cenários.	116
5.4	Configuração das variáveis de controle de casa simulador.	117

5.5	Resultado dos tempos de processamento, salvamento, validação e extração para cada tipo de serviço de telessaúde e simulação.	119
-----	--	-----

Lista de Algoritmos

1	Validador semântico	104
2	Função verificar_uid	105

Lista de Símbolos e Abreviaturas

AB:	Atenção Básica
ANeg:	Componente Aplicações de Negócio
AOLAP:	Componente Análise OLAP
APS:	Atenção Primária à Saúde
ATA:	American Telemedicine Association
BI:	Business Intelligence
BVS	Biblioteca Virtual em Saúde
CBO:	Classificação Brasileira de Ocupações
CIAP:	Classificação Internacional de Atenção Primária
CIB:	Comissão In-tergestores Bipartite
CID:	Classificação Internacional de Doenças
CMD:	Conjunto Mínimo de Dados
CNES:	Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde
CPU:	Central Processing Unit
CSV:	Comma-Separated Values
DAB:	Departamento de Atenção Básica
DATASUS:	Departamento de Informática do SUS
DBMS:	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
DeCS:	Descritores em Ciências da Saúde
DEGES:	Departamento de Gestão da Educação na Saúde
DOM:	Document Object Model
DW:	Data Warehouse

EHR: Prontuário Eletrônico do Paciente

ESF: Estratégia Saúde da Família

ETL: Extract, Transform, Load

GFTA: Gerenciador de Fila de Tarefas Assíncrona

GIS: Sistemas de Informações Geográficas

GO: Componente Transversal Gerenciamento Operacional

HTML: Hypertext Markup Language

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INE: Identificador Nacional de Equipes

JSON: JavaScript Object Notation

KPI: Key Performance Indicators

LAIS: Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde

MAD: Motor de Agregação de Dados

MADEI: Motor de Agregação de Dados e Entrega de Informação

MB megabyte

MISRD: Motor de Integração

MNeg: Componente Motor de Negócio

MROLAP: Motor ROLAP

MS: Ministério da Saúde

MV: Motor de Validação

NT5 Nota Técnica 005/2014

NT: Núcleo Técnico-Científico de Telessaúde

OLAM: On-line Analytical Mining

OLAP: Online Analytical Processing

OLTP: On-line Transaction Processing

OMS: Organização Mundial da Saúde

ONTD Oferta Nacional de Telediagnósticos

ORM: Object Relational Mapper

PI: Painel de Indicadores

PK Chave primária

PNTD Plataforma Nacional de Telediagnósticos

PTBR-Redes: Programa Telessaúde Brasil Redes

PTBR: Programa Telessaúde Brasil

REST: Representational State Transfer

SAS: Secretaria de Atenção à Saúde

SCNES Sistema de Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde

SED: Serviço de Extração de Dados

SEG: Componente Transversal de Segurança

SGBD: Sistema de gerenciamento de banco de dados

SGBDR: Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Relacional

SGTES: Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde

SI: Sistemas de Informação

SIA: Sistema de Informações Ambulatoriais do SUS

SIH: Sistema de Informações Hospitalar do SUS

SIS: Sistemas da Informação em Saúde

SMA Média Móvel Simples

SOA: Arquitetura Orientada a Serviço

SOF: Segunda Opinião Formativa

SQL: Structured Query Language

SRD: Serviço de Recepção de Dados

SUS: Sistema Único de Saúde

TAD Tipo Abstrado de Dados

TE: Tempo de Extração

TIC: Tecnologias de Informação e Comunicação

TP:	Tempo de Processamento
TR:	Tempo de Resposta
TS:	Tempo de Salvamento
TT:	Tempo de Transmissão
TV:	Tempo de Validação
UBS:	Unidade Básica de Saúde
UID	Identificadores unívocos
UPA	Unidade de Pronto Atendimento
URI:	Uniform Resource Identifier
XML:	Extensible Markup Language

Capítulo 1

Introdução

No Brasil, quando se consideram as distâncias, o tamanho populacional e a densidade demográfica, verifica-se o quão desafiador é cumprir o que está preconizado nos princípios e diretrizes do Sistema Único de Saúde (SUS), uma vez que as ações voltadas para saúde devem ser pensadas em escala nacional, sem esquecer dos aspectos regionais e locais (Mendes 2013). É diante deste cenário que surge, em 2007, o Programa Telessaúde Brasil (PTBR) (Brasil 2007) com o Projeto Piloto em apoio à Atenção Primária à Saúde (APS) envolvendo nove Núcleos Técnico-Científico de Telessaúde (NT) localizados em universidades do país (Wen 2008).

Durante o período de 2009 a 2011, o Programa se reformulou, teve a adesão de mais NT e passa a ser chamado de Programa Telessaúde Brasil Redes (PTBR-Redes), institucionalizada formalmente por meio da portaria nº 2.546/2011 (Brasil 2011), que além de redefinir e ampliar o Programa, estabelece quatro serviços de telessaúde: teleconsultoria; telediagnóstico; tele-educação; e segunda opinião formativa (SOF) (Silva et al. 2015). A telessaúde constitui-se uma boa estratégia para fortalecer as políticas nacionais sob o aspecto da Atenção Básica no SUS, pois aumenta o acesso da população aos cuidados especializados, diminui barreiras geográficas (Oliveira Coutinho et al. 2017, Marcolino et al. 2017), melhora a fixação dos profissionais em áreas remotas e contribui para a qualificação dos profissionais da rede (Oliveira et al. 2017).

Como não houve um mapeamento do processo de implantação, cada NT desenvolveu suas atividades de criação e implantação de acordo com suas demandas e necessidades regionais, sem se preocupar em documentar ou descrever de forma sistematizada todo o processo (Haddad 2012). Como consequência, cada NT desenvolveu, de forma autônoma, suas plataformas de telessaúde e seus modelos de qualidade para avaliar os serviços ofertados (Diniz et al. 2016, Harzheim et al. 2016, Marcolino et al. 2016, Villa et al. 2016, Serra et al. 2014, Monteiro et al. 2012, Oliveira 2010). Segundo (Vargens 2014), a heterogeneidade presente nos Sistemas de Informação (SI) no âmbito do Telessaúde constitui-se como um processo natural na criação SI no SUS e isso ocorre essencialmente por dois fatores. O primeiro diz respeito à diversidade cultural, social, regional e local, aspectos que geram demandas e prioridades diferentes para cada instituição. O segundo trata da falta de normas de interoperabilidade no setor da saúde, da definição de um arcabouço tecnológico, bem como da definição de um modelo de dados (APDSI 2013). A ausência de normas, semânticas e vocabulários comum entre os SI de telessaúde conduz,

inevitavelmente, a um problema de interoperabilidade.

Esses fatores foram decorrentes do projeto piloto do Telessaúde Brasil, todavia somente foram evidenciados com a adoção de novos NT, onde passou de nove para quarenta e sete em 2012 (Oliveira Coutinho et al. 2017). Segundo Lopes et al. (2014) e Figueiredo e Guedes (2014) com a expansão do Telessaúde ampliam-se também as necessidades de monitoramento e avaliação dos serviços de forma a permitir o aprimoramento e sustentabilidade do Programa. Nesse aspecto, na tentativa de fazer o acompanhamento do Programa, em 2012, a Coordenação do PTBR-Redes criou um instrumento preliminar de monitoramento através de planilha eletrônica baseado no Manual de Telessaúde para Atenção Básica (Brasil 2012) e na Nota Técnica 83/2013 (Schmitz 2015). O preenchimento era feito de forma manual pelos NT e as informações eram enviadas mensalmente. O tempo gasto para estruturar todas as planilhas era inaceitável para fins de tomada de decisões, uma vez que, para ter acesso às informações desejáveis, era necessário cruzar dados de várias planilhas.

As informações solicitadas na planilha não permitiam a avaliação de todas as dimensões dos serviços de Telessaúde, tanto no aspecto de infraestrutura, quanto de processo e de resultados. A criação de parâmetros e indicadores de avaliação que pudessem ser utilizados em todo o Brasil era imprescindível para o monitoramento e avaliação dos resultados do Programa. Nesse sentido, em 2013, a Coordenação Nacional do Programa iniciou um movimento em conjunto com os NT para a criação dos indicadores de avaliação e monitoramento que pudessem ser utilizados em escala nacional e, como resultado, foi publicada a Nota Técnica 05/2014 (NT5) em 10 de fevereiro de 2014 (Brasil 2014a). Os indicadores foram distribuídos em seis blocos: 1, avaliam a estrutura humana e tecnológica necessários às atividades; 2, 3 e 4 medem respectivamente processos de teleconsultoria, telediagnóstico e tele-educação e; 5 e 6 são indicadores de resultados, medem o nível de sucesso do programa na melhoria da utilização ou qualidade do serviço.

A falta de avaliação sistemática do PTBR-Redes e sua necessidade permeia-se desde o projeto piloto (Silva 2014), contudo, a NT5 gerou avanços no sentido de adotar indicadores de estrutura, processo e resultados para avaliar o Programa. A NT5 foi a tentativa mais recente de padronizar indicadores mínimos de avaliação para o telessaúde, mas não há indicadores sem registro adequado de dados (Brasil 2012, Schmitz 2015). Ainda mais, a falta de padronização de vocabulário impossibilita a produção de informação para a tomada de decisão, pois é inviável avaliar as ações implementadas e o acompanhamento da execução da telessaúde cuja entrada de dados não foi projetada segundo uma nomenclatura padrão.

Além desses fatores, com a adoção de novos NT ao Programa, maior é a quantidade de dados produzidos diariamente. Em uma era que considera os dados como um bem mais valioso de uma organização, a busca por formas de aproveitar, analisar e utilizar dados se torna um dos seus maiores desafios (Saqib et al. 2018). Nesse aspecto, *Business Intelligence* (BI) têm se demonstrado como um boa solução para melhorar a eficiência no gerenciamento de informações para a tomada de decisões (Brooks et al. 2015). Vários países em desenvolvimento estão tomando iniciativas de BI para criar ambientes produtivos e altamente eficientes (Jadi e Jie 2017). No governo, BI tem sido utilizado para auxiliar na prestação de serviços e infraestrutura de qualidade com financiamento público

(Radbone 2017).

A heterogeneidade dos SI no domínio da telessaúde, a descentralização das informações e a falta na definição de um modelo de dados comum tem dificultado o monitoramento e acompanhamento das ações da telessaúde a nível nacional e conseqüentemente a expansão e o aprimoramento dos serviços ofertados. A hipótese levantada por esta pesquisa é a seguinte: diante do cenário exposto, é possível desenvolver uma solução que permita coletar os dados dos SI dos núcleos e unificá-los em uma base de dados central de forma a subsidiar a tomada de decisão.

1.1 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é desenvolver a solução proposta para integrar os dados produzidos pelos diversos sistemas heterogêneos desenvolvidos e mantidos pelos núcleos de telessaúde no Brasil em um armazenamento de dados central.

A solução proposta consiste na especificação de um Modelo Nacional de Interoperabilidade e na especificação, implementação e validação de um arquitetura baseada nos paradigmas de Business Intelligence (BI) e Arquitetura Orientada a Serviço (SOA) baseada em REST.

1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos da presente tese de doutorado consistem em:

- Realizar uma revisão do estado da arte através da leitura de artigos científicos e levantamento da realidade nacional;
- Realizar levantamento dos SI existentes desenvolvidos pelos NT, para aferir os modelos de dados existente dentro dessas organizações;
- Elaborar um modelo para intercâmbio de dados entre sistemas de telessaúde no âmbito do PTBR-Redes;
- Elaborar e desenvolver um módulo que possibilite integrar os diversos sistemas heterogêneos de Telessaúde;
- Elaborar e implementar um *data warehouse* de forma a permitir o acesso as informações em tempo hábil para fins de tomada de decisão;
- Modelar e implementar a arquitetura SMART;
- Validar a arquitetura através de testes de desempenho;
- Disponibilizar o SMART para uso em ambiente de produção.

1.3 Contribuições

Os desenvolvimentos teóricos, a análise de desempenho da solução proposta e as implicações dos resultados observados compõem a maior parte das contribuições deste trabalho. Além disso, podemos discriminar às contribuições a seguir:

- Levantamento do estado da arte relacionado à solução de software que possibilite a nível nacional o acompanhamento e monitoramento dos resultados das ações da telessaúde;
- Definição e disponibilização de um CMD aplicados no desenvolvimento de SI no âmbito do PTBR-Redes;
- Especificação de um modelo nacional de interoperabilidade para intercâmbio de informação entre SI no contexto do PTBR-Redes;
- Implementação e validação da arquitetura proposta.

1.4 Estrutura da Tese

Para atingir o objetivo proposto, este trabalho está organizado da seguinte forma: este capítulo apresenta uma introdução do problema a ser tratado, os objetivos e a organização da tese.

O Capítulo 2 trata dos fundamentos relacionados ao desenvolvimento teórico da arquitetura proposta e a contextualização destes para o entendimento dos diversos aspectos envolvidos nesta tese.

O Capítulo 3 apresenta o estado da arte com o objeto de pesquisa desta tese.

No Capítulo 4 é apresentada a metodologia desta tese e a proposição da solução. Inicialmente é apresentado a construção da modelagem do *data warehouse*, em seguida, os elementos de comunicação que compõem o Modelo Nacional de Interoperabilidade do PTBR-Redes e, por fim, a descrição da arquitetura e seus componentes, apresentando os conceitos, as técnicas e tecnologias utilizadas para realizar a recepção dos dados produzidos pelos SI dos NT e disponibilizá-los em forma de informação para subsidiar a tomada de decisão.

No Capítulo 5 são apresentados os materiais manipulados nos experimentos de validação da arquitetura, os resultados obtidos e as discussões sobre esses resultados. A partir das avaliações poderemos inferir se a arquitetura proposta é eficiente e estável.

No Capítulo 6, são apresentadas as conclusões, contribuições e trabalhos futuros.

No Apêndice A é apresentado a especificação do CMD proposto nesta tese para nortear a modelagem de base de dados de SI no âmbito do PTBR-Redes. O Apêndice B mostra um exemplo da estrutura de mensagem utilizada no intercâmbio de dados entre o SI do NT e a arquitetura proposta. Já o Apêndice C apresenta o definidor de esquema utilizado para interpretar o significado dos termos utilizados na estrutura da mensagem. Finalmente, no Apêndice D é apresentado uma visão geral das funcionalidades do SMART acessíveis por meio de interface do usuário.

Por fim, o Anexo A apresenta a tabela com valores do incentivo financeiro de custeio mensal e a respectiva forma de gradação para cada componente retirada da Portaria Nº 2.860, de 29 de dezembro de 2014 (Brasil 2014c). Essa tabela é base para a funcionalidade de gerenciamento de repasse financeiro da arquitetura. No Anexo B, é apresentado a antiga planilha de monitoramento utilizada pela coordenação do PTBR-Redes antes da proposta da arquitetura do SMART. Finalmente, no Anexo C, é apresentado a Nota Técnica 005/2014 - DEGEG/SGTES/MS que além de definir as diretrizes para o monitoramento e avaliação do PTBR-Redes, condicionou o envio dos dados de produção a um "Sistema de Monitoramento do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes", objeto de estudo desta tese.

1.5 Publicações relacionadas

Artigo aceito em periódico

Paiva JC, Carvalho TPM, Vilela ABCB, Nóbrega GAS, Souza BS, Valentim RAM. SMART: a service-oriented architecture for monitoring and assessing Brazil's Telehealth outcomes. Res Biomed Eng. Nov/2018.

Artigo publicado em periódico

Lacerda, J. M. T., Paiva, J. C. De, Carvalho, D. R. De, Moraes, P. S. G., Fernandes, Y. e Valentim, R. A. de M. (2017) 'SOA-BD: Service Oriented Architecture for Biomedical Devices', Research on biomedical engineering, 33(2), pp. 1–6. doi: <https://dx.doi.org/10.1590/2446-4740.09716>.

BARROS, D. M. S. ; MORAIS, P. S. G. ; PAIVA, J. C. ; LIMA, J. R. F. ; SILVA, J. L. R. . OBSERVATÓRIO NACIONAL DA DENGUE - SISTEMA PARA MONITORAMENTO DE CASOS DE DENGUE. Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde, v. 4, p. 1-14, 2013.

Capítulo de Livro

VALENTIM, Ricardo A. M. ; BARROS, D. M. S. ; MORAIS, P. S. G. ; ARAÚJO, B. G. ; PAIVA, J. C. ; LIMA, J. R. F. ; CERQUEIRA, L. G. P. O. . Observatório da Dengue: plataforma para monitoramento e controle de focos de dengue. In: Ricardo Alexandro de Medeiros Valentim; Bruno Gomes de Araújo; Tâmara Albuquerque Leite Guedes; Alexandre Medeiros de Figueiredo. (Org.). A Telessaúde no Brasil e a inovação tecnológica na atenção primária. 1ed.Natal: edufrn, 2015, v. , p. 387-418.

Registro de Programa de Computador

Título: "**BARRAMENTO SOA-LAIS**". Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Processo no: BR 51 2017 001041-2. Data do Depósito: 08/08/2017. Depositante (s): JAILTON CARLOS DE PAIVA, RICARDO ALEXSANDRO DE MEDEIROS VALENTIM / KELSON DA COSTA MEDEIROS / ET AL.

Nome do Titular: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE / UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE.

Título: "**OPENTELEDIAGNÓSTICO**". Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Processo no: BR 51 2017 001037-4. Data do Depósito: 08/08/2017. Depositante (s): JAILTON CARLOS DE PAIVA, RICARDO ALEXSANDRO DE MEDEIROS VALENTIM / MARCEL DA CÂMARA RIBEIRO DANTAS / ET AL. Nome do Titular: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE / UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE.

Título: "**SABIÁ - SAÚDE ABERTA À INTERATIVIDADE E À APRENDIZAGEM**". Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Processo no: BR 51 2016 001829-1. Data do Depósito: 19/12/2016. Depositante (s): JAILTON CARLOS DE PAIVA, RICARDO ALEXSANDRO DE MEDEIROS VALENTIM / TÚLIO DE PAIVA MARQUES CARVALHO / ET AL. Nome do Titular: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE / UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE.

Título: "**SMART - SISTEMA DE MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE RESULTADOS DO PROGRAMA**". Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Processo no: BR 51 2015 001103-0. Data do Depósito: 22/12/2015. Depositante (s): JAILTON CARLOS DE PAIVA, RICARDO ALEXSANDRO DE MEDEIROS VALENTIM / ALLYSON BRUNO CAMPOS BARROS VILELA / ET AL. Nome do Titular: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE / UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE.

Título: "**SISTEMA DE SEGUNDA OPINIÃO FORMATIVA**". Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Processo no: BR 51 2013 001075-6. Data do Depósito: 17/09/2013. Depositante (s): DANIELE MONTENEGRO DA SILVA BARROS / PHILIPPI SEDIR GRILO DE MORAIS / JAILTON CARLOS DE PAIVA / RICARDO ALEXSANDRO DE MEDEIROS VALENTIM / ET AL. Nome do Titular: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE.

Título: "**OBSERVATÓRIO NACIONAL DA DENGUE**". Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Processo no: BR 51 2013 001073 0. Data do Depósito: 17/09/2013. Depositante (s): DANIELE MONTENEGRO DA SILVA BARROS / PHILIPPI SEDIR GRILO DE MORAIS / JAILTON CARLOS DE PAIVA / RICARDO ALEXSANDRO DE MEDEIROS VALENTIM / ET AL. Nome do Titular: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

O entendimento dos fundamentos de alguns conceitos de *Business Intelligence* (BI), *Data Warehouses* (DW), interoperabilidade, *web services*, formatos para intercâmbio de dados e uma visão geral sobre os conceitos relacionados à Telessaúde no Brasil é condição necessária para o desenvolvimento teórico a que se propõe este trabalho.

Este Capítulo está organizado da seguinte forma: Na Seção 2.1 serão apresentados os conceitos relacionados ao Programa Telessaúde Brasil Redes (PTBR-Redes), onde inicialmente é feita uma visão geral do SUS para contextualizar a necessidade do Programa e uma linha do tempo da telessaúde no País, relatando os acontecimentos mais importantes. Posteriormente, serão apresentados a estrutura do PTBR-Redes, os conceitos pertinentes aos serviços oferecidos e como é feito o cálculo do incentivo financeiro de custeio para os núcleos municipais e estaduais. Finalmente, é apresentado as tendências para o Programa. Na Subseção 2.2.1 serão mostrados os fundamentos pertencentes ao *Business Intelligence* visando compreender sua importância nas organizações e suas principais ferramentas. A seção dará mais destaque nos conceitos de *Data Warehouse*, principalmente aos relacionados a modelagem dimensional e a ferramenta OLAP. Por último, na Subseção 2.3.1 serão exibidos conceitos relacionados a interoperabilidade entre SI de informação, serão abordadas os principais protocolos de comunicação entre aplicações Web e os principais formatos para intercâmbio de dados. Também é apresentado nessa seção estudos comparativos entre os dois principais protocolos e entre os dois principais formatos de troca de dados.

2.1 Telessaúde no Brasil

2.1.1 O Sistema Único de Saúde no Brasil (SUS)

O Sistema Único de Saúde (SUS) foi moldado oficialmente a partir do artigo 196 da Constituição Federal de 1988. Nesse artigo, a saúde passou a ser reconhecida como um direito social e dever do Estado, cabendo ao segundo dispor de ações políticas, sociais e econômicas que objetivem a redução do risco de doenças e o acesso universal e igualitário aos serviços de promoção, proteção e recuperação da saúde, transformando profundamente a organização da saúde pública do Brasil (Paiva e Teixeira 2014). Porém, somente em 1990, a Lei Nº 8.080, conhecida como Lei Orgânica de Saúde, regulou em

todo o território nacional as ações e serviços de saúde e originou, mais especificamente no seu Art. 4º, o SUS como um sistema constituído pelo conjunto de todas as ações e serviços de saúde prestados por órgãos e instituições de poder público ou privados, de maneira complementar.

A proposta do SUS se baseia na concepção de seguridade social e supõe uma sociedade solidária e democrática, motivada por valores de igualdade e livre de quaisquer discriminações ou privilégios (Paim 2015). Essa suposição fundamenta os princípios do SUS: da igualdade e da assistência à saúde, sem qualquer privilégio ou preconceito, que expressa o acesso universal e igualitário às ações e serviços de saúde. Fernandes et al. (2013) pontua que o SUS, como foi estabelecido, disponibilizou suporte para a efetivação da política de saúde no Brasil, traduzindo em ações esses princípios citados e diretrizes desta política, sendo estas a descentralização, a hierarquização, o atendimento integral e a participação social. Com isso, o SUS procurou instituir uma organização descentralizada e hierárquica capaz de ofertar atendimento integral e permitir a participação da população como um agente de controle social; além de viabilizar a substituição do modelo individual centrado apenas no médico e na doença por um modelo de atenção à saúde de natureza universal, equânime e integral; centrado em ações de prevenção, promoção e recuperação de saúde.

Segundo Carvalho et al. (2017), a Lei Orgânica de Saúde identificava como parte do processo de descentralização político-administrativa a regionalização e a hierarquização da rede de serviços de saúde, de forma que fossem construídas em níveis de complexidade crescente e que pudessem ser complementadas por serviços de natureza privada para garantir sua integralidade. Para esse autor, o SUS representa um exemplo de federalismo cooperativo, no qual os interesses são partilhados e indissociáveis e devem ser harmonizados em nome dos interesses local, regional, estadual e nacional; complementando a definição de redes regionalizadas explanados por Paim (2015), a qual afirma que a forma de rede regionalizada possibilita a distribuição dos estabelecimentos de saúde em todo o território, de forma que os serviços básicos de saúde sejam mais ofertados e descentralizados, enquanto os serviços mais complexos se apresentam mais concentrados e centrais. d'Ávila Viana et al. (2018), então, indica que essa organização aplicada em redes, teoricamente, originaria uma lógica nova de gestão e organização de saúde e facilitaria a integração no ponto de vista territorial ou no processo de territorialização. Essa regionalização não busca isolar, entretanto, os poderes municipal, estadual, regional e federal. Seu objetivo principal é adequar o SUS às diversidades regionais do país. Isso implica em dividir o poder das decisões em saúde à nível local, dispondo autonomia nessas decisões que priorizem adequá-las ao seu contexto; sendo, porém, devidamente geridas à nível federal. É justamente isso que a Constituição de 1988 define como descentralização com comando único em cada esfera de governo. Nesse âmbito de regionalização, o conceito de hierarquização é empregado como a divisão das ações de saúde em níveis hierárquicos, ditas por Carvalho como “níveis de complexidade crescente”, a fim de utilizar mais racionalmente os recursos existentes para atender mais pessoas da melhor forma.

No Brasil, quando se consideram as distâncias, o tamanho populacional e a densidade demográfica, verifica-se então, o quão desafiador é cumprir o que está preconizado nos princípios e diretrizes do Sistema Único de Saúde (SUS), uma vez que as ações voltadas

para saúde devem ser pensadas em escala nacional, sem esquecer dos aspectos regionais e locais (Mendes 2013, Menicucci 2009). Ugá et al. (2003) atesta que fatores como a imensa dimensão territorial brasileira e a grande desigualdade entre regiões, estados e, considerando um mesmo estado, municípios, dificultam o cumprimento do processo de descentralização indicada como uma das principais diretrizes do SUS. Ademais, Mendes (2013) declara que a dificuldade do sistema de saúde em adaptar-se à rápida mudança dos fatores contingenciais do sistema de saúde, bem como a acelerada transição demográfica brasileira implicam numa caminhada diversa na concepção constitucional de cobertura universal, transformando o sonho da universalização no pesadelo da segmentação. Sendo assim, o Brasil possui um sistema de saúde legitimado por lei como universal e que não cobre toda a população no território e, segundo Silva (2014), a resposta do governo para esse problema é apostar na telessaúde como um agente para sanar essas falhas no SUS.

2.1.2 A Telessaúde no Brasil

O termo “Telessaúde” é o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) como propulsores de informações em saúde a fim de prestar serviços clínicos, administrativos e educacionais (Cociera 2002). Além disso, esse conceito indica que o cuidado da saúde com qualidade deve caminhar em conjunto, necessariamente, à pesquisa e à busca científica em um aperfeiçoamento contínuo (Silva et al. 2013). A Organização Mundial da Saúde (OMS) caracteriza a Telessaúde como a prestação de serviços por meio de TIC em locais onde a distância geográfica é um grande desafio para a realização de diagnóstico, tratamento e prevenção dos agravos à saúde, nas situações de pesquisa, avaliação, monitoramento e formação contínua (Silva 2017). Para a American Telemedicine Association (ATA), a Telessaúde é o uso de informação médica veiculada de um local para outro, por meio de comunicação eletrônica, visando à saúde e educação dos pacientes e do profissional médico, para assim melhorar a assistência de saúde (Andrade et al. 2016).

No Brasil, a Telessaúde surgiu de maneira fragmentada no final da década de 1980 em universidades federais e centros de pesquisa. Naquela época, a perspectiva da Telessaúde era de contribuir na ampliação do acesso ao cuidado em saúde com qualidade, independente do local em que o cidadão reside (Silva 2014). Porém, foi somente em 2006 que o Ministério da Saúde reconheceu oficialmente diferentes experiências envolvendo Telessaúde e Telemedicina no país e, a partir da união delas, desenvolveu um projeto piloto de Telessaúde aplicado à Atenção Primária, instituído pela Portaria n° 35 de 4 de janeiro de 2007 (Brasil 2007), o qual criou nove Núcleos de Telessaúde, situados nos estados do Amazonas, Ceará, Pernambuco, Goiás, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Haddad 2012, Novaes et al. 2012). Cada núcleo estaria vinculado a 100 pontos de telessaúde instalados e funcionando nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) em municípios selecionados, perfazendo um total de 900 pontos, cujo objetivo era qualificar 2700 equipes da Estratégia Saúde da Família (ESF) (Maldonado et al. 2016). Em 2011, com a Portaria n° 2.554 de 28 de outubro de 2011, instituiu-se o Programa Telessaúde Brasil em âmbito nacional, que o denominou Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes (Brasil 2011), com o propósito de potencializar a qualificação da Atenção Básica e promover sua integração ao conjunto da Rede de Atenção à Saúde,

estimulando a utilização de TIC para atividades à distância relacionadas a saúde por meio da oferta dos serviços de Telessaúde.

A grande motivação na utilização da Telessaúde reside em fatos extremamente mensuráveis, como a comprovação da queda nos custos de comunicação, a crescente disponibilidade atual de instituições e equipes de saúde com desenvolvimento e aplicações na área, e os resultados já obtidos nacionalmente e internacionalmente de sua aplicabilidade e eficiência, conforme foi constatado: redução de $\frac{1}{3}$ na viagens para transporte dos pacientes e redução de $\frac{1}{5}$ nos custos municipais com saúde (Simões et al. 2012).

2.1.3 A estrutura do Programa Telessaúde Brasil Redes

De acordo com a portaria Portaria nº 2.546/2011, a gestão do Programa Telessaúde Brasil Redes é estrutura por: I) Coordenação Nacional, exercida pelo Ministério da Saúde por meio da Secretaria de Gestão do Trabalho e Educação na Saúde (SGTES/MS) e da Secretaria de Atenção à Saúde (SAS/MS); II) Coordenação Estadual, exercida pela Secretaria de Saúde do Estado ou do Distrito Federal ou por outra instância integrante do comitê gestor estadual, conforme aprovação da Comissão In-tergestores Bipartite (CIB); III) Comitê Gestor Estadual; IV) Núcleo Técnico-Científico de Telessaúde (NT); e V) gestor municipal de saúde Brasil (2011).

O NT tem função importantíssima: planejar, executar, monitorar e avaliar as ações e serviços de telessaúde com base nas necessidades *in loco* regionais. Além disso, Brasil (2012) caracteriza o Núcleo de Telessaúde comum um serviço de apoio diagnóstico e terapêutico, com ênfase no caráter educativo de suas ações. Segundo (Silva et al. 2015), a norma estabelece que a expertise e a inteligência do Telessaúde Brasil Redes estão no NT.

Pontos de Telessaúde são serviços de saúde através dos quais os trabalhadores e profissionais do SUS demandam Teleconsultorias e Telediagnósticos e estão instalados nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) dos municípios cobertos pelos Núcleos de Telessaúde (Brasil 2012).

No período de 2009 a 2011 cada vez mais Núcleos de Telessaúde aderiram ao Programa de Telessaúde por todo o Brasil. Conseqüentemente, em 2012, um ano após a portaria de reformulação do Programa, havia implantados no Brasil doze (12) Núcleos de Telessaúde distribuídos em doze (12) dos vinte e sete (27) estados da federação: Tocantins, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo e todos os outros incluídos no projeto piloto de telessaúde (Haddad 2012).

Essa expansão se tornou contínua nos anos seguintes; de modo que, em 2015, o Programa já havia atingido vinte três (23) estados brasileiros e quarenta e seis (46) Núcleos de Telessaúde implantados. Desde que foi criado, o Programa já realizou em torno de 239 mil teleconsultorias, 2,1 milhões de telediagnósticos e mais de 1,5 milhão de participações em atividades de tele-educação (Brasil 2015). Adiante, em 2017, o número de Núcleos de Telessaúde implantados no Brasil já havia chegado a quarenta e sete (47), além de oito (8) em etapa de implantação, abrangendo vinte e cinco (25) dos estados brasileiros, de maneira que apenas o estado do Amapá e o Distrito Federal não possuíam núcleos (Oliveira Coutinho et al. 2017).

2.1.4 Os serviços ofertados pelo Programa Telessaúde

Segundo Oliveira Coutinho et al. (2017), há na Telessaúde um alto potencial na oferta de serviços que conseguem articular a utilização de tecnologias pelas equipes da Atenção Básica de Saúde, por meio das atividades técnico-científicas realizadas pelos Núcleos de Telessaúde. São descritos como serviços de Telessaúde pela Portaria nº 2.546 em 27 de outubro de 2011 todas as ações de Tele-educação, Teleconsultoria, Segunda Opinião Formativa (SOF) e Telediagnóstico (Brasil 2011).

2.1.4.1 Tele-educação

A tele-educação atua, diretamente, na formação continuada das equipes de saúde ao oferecer, de forma facilitada, o ensino por meio de Ambientes Virtuais de Aprendizagem voltados à saúde (Novaes et al. 2012); e segundo a Nota Técnica Nº 50/2015, seu desenvolvimento efetivo depende do fortalecimento dos modelos de educação à distância fundamentado na prioridade ao problema e integrando-os à construção de projetos de Educação Permanente em serviço (Brasil 2015b).

Para o oferecimento de tele-educação, os Núcleos de Telessaúde devem possuir na sua equipe de profissionais, minimamente, um conteudista, um facilitador de aprendizagem e um tutor. O profissional conteudista é aquele que possui o domínio em determinada temática cujo deveres são produzir um material que reflita seu conhecimento, organizar situações de aprendizagem, planejar e propor atividades; além de disponibilizar os materiais produzidos em diferentes tipos de mídias e linguagens. Similarmente, o facilitador de aprendizagem é um profissional com domínio em determinado assunto a qual, porém, atua como um mediador e orientador do aluno, fornecendo-o informações relevantes e formalizando conceitos que facilitem na sua aprendizagem significativa. Já tutor é o profissional cujo papel é mediar o processo de aprendizagem individual ou em grupo, auxiliando na compreensão do conteúdo disponibilizado e na reflexão e desenvolvimento de suas atividades (Brasil 2015b).

Segundo Brasil (2015b), a tele-educação pode ser ofertada nos seguintes tipos de atividades educacional:

- **Curso:** são atividades formadoras em temas determinados, com enfoque baseado na realidade e necessidade dos trabalhadores do SUS, por meio de módulos educacionais com conteúdo estruturado e estímulo a interação lógica na aprendizagem colaborativa.
- **Webaulas/palestras:** são aulas ou palestras eletrônicas em que há a comunicação síncrona – podendo ser gravada para o compartilhamento assíncrono, posteriormente – de um profissional com domínio em determinado assunto a um grupo aberto de participantes mediado pelo envio de som e imagem com interação apoiada pelo envio de mensagens em um chat sincronizado com a atividade.
- **Webseminário:** é uma atividade síncrona – podendo ser gravada para o compartilhamento assíncrono, posteriormente – de exposição de uma determinada temática realizada por dois ou mais especialistas nelas, seguida de um debate sobre o assunto.

- Fóruns de discussão: é um encontro com o propósito de discutir determinados assuntos de interesse compartilhado pelos participantes.
- Reuniões de matriciamentos são encontros que objetivam a discussão de casos diversos apontados pelos trabalhadores de saúde, bem como casos clínicos de trabalho e/ou gestão de saúde, que promovem um espaço de aprendizagem fundado no diálogo e troca de saberes e vivências.

As ofertas de tele-educação disponibilizadas de forma assíncrona em documento de texto ou audiovisual para acesso de profissionais de saúde em ambiente virtual de aprendizagem ou em repositório de ofertas educacionais são consideradas **Objetos de Aprendizagem** (Brasil 2015b).

2.1.4.2 Teleconsultoria

A teleconsultoria é uma consulta de caráter assistencial e educacional realizada e registrada entre gestores, profissionais e trabalhadores da área de saúde por uma telecomunicação bidirecional com o propósito de esclarecer dúvidas sobre procedimentos clínicos, ações de saúde e/ou questões relativas ao processo de trabalho, apoiadas na melhor evidência científica e adaptada à realidade do contexto regional (Brasil 2011, Brasil 2015b). As teleconsultorias são dividida em dois tipos: síncronas (realizadas em tempo real) e assíncronas (teleconsultorias feitas em modo offline, tendo que ser respondidas em até 72h após sua solicitação pelos teleconsultores dos Núcleos de Telessaúde).

Para a oferta de teleconsultorias um Núcleo de Telessaúde deve dispor em sua equipe de profissionais um telerregulador, um teleconsultor, um coordenador de campo e um monitor de campo. O telerregulador é o profissional da área da saúde cuja função é receber, analisar, classificar e orientar os fluxos de teleconsultorias, distribuindo-as aos teleconsultores de acordo com sua natureza (área, categoria do profissional solicitante, se a solicitação é síncrona ou assíncrona, entre outras). O teleconsultor é um profissional da área da saúde (médico, enfermeiro ou odontólogo) generalista e experiente na Atenção Básica cuja tarefa é responder as teleconsultorias, sendo elas síncronas ou assíncronas, no prazo estabelecido. O coordenador de campo é o profissional que atua como um articulador entre os Núcleos de Telessaúde e os gestores municipais, gerenciando as visitas técnicas e as capacitações nos municípios, bem como realizando o monitoramento e a avaliação das atividades de Telessaúde desses municípios. Já os monitores de campo são os profissionais que acompanham todos os serviços de Telessaúde dos pontos de Telessaúde que competem à sua responsabilidade (Brasil 2015b).

O processo da solicitação de uma teleconsultoria por um profissional é dividido em três etapas: a montagem da solicitação, a leitura da resposta e a sua avaliação. A montagem da solicitação indica a construção do questionamento a ser feito pelo profissional solicitante, motivado sempre por uma de suas necessidades cotidianas. É importante o profissional ter em mente que sua resposta dependerá de como ele formulou seu questionamento: assuntos mais amplos geram respostas mais superficiais, ao passo que questões mais específicas e com um foco mais bem definido geram respostas mais elaboradas e detalhadas. A partir de então, há a leitura dessa resposta pelo profissional de saúde e, por

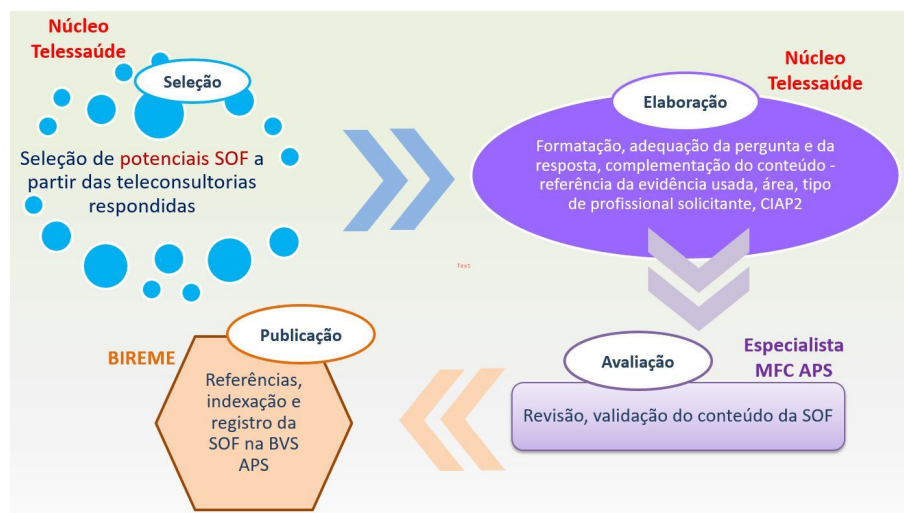
fim, a avaliação dela de acordo com o nível de satisfação para com o serviço recebido e o quanto aquela resposta foi adequada para o contexto com a qual ele estava inserido (Brasil 2012).

É importante notar que as solicitações de teleconsultoria geram respostas cientificamente fundamentadas que, se coletadas e organizadas, compõem um banco de informações ao Núcleo de Telessaúde que pode, rotineiramente, aproximar-lhes do conceito de Segunda Opinião Formativa (SOF). Dessa forma, a utilização das teleconsultorias pelos profissionais de saúde implica, diretamente, na construção de uma SOF disponível para toda a rede de saúde.

2.1.4.3 Segunda Opinião Formativa (SOF)

A Segunda Opinião Formativa (SOF) é uma resposta sistematizada, selecionada com base nos critérios de relevância e pertinência em relação às diretrizes do SUS, construída sob revisão bibliográfica, nas melhores evidências científicas e clínicas, a perguntas originadas das Teleconsultorias (Brasil 2011). Conforme apresentado na Figura 2.1, as SOF são elaboradas pelos Núcleos de Telessaúde (NT) seguindo uma estrutura definida que organiza o conteúdo, passam por um processo de revisão por um profissional com experiência na atenção primária à saúde (APS), e por fim são indexadas e publicadas na Biblioteca Virtual em Saúde APS (BVS APS) (Bireme 2018).

Figura 2.1: Fluxo de inclusão de SOF na BVS



Fonte: Bireme (2018)

2.1.4.4 Telediagnóstico

O Telediagnóstico é um serviço autônomo de apoio ao diagnóstico que se utiliza das tecnologias da informação e comunicação como mediadores entre o paciente que realiza

um exame em um determinado ponto de telessaúde e o especialista vinculado a um Núcleo de Telessaúde responsável pela emissão do seu laudo (Brasil 2011, Brasil 2015b).

Para a realização das ações de telediagnósticos é necessário que o ponto de Telessaúde em telediagnóstico, que pode ser implantado nas Unidades Básicas de Saúde, Centros Especializados, UPAs, hospitais e ambulâncias, tenha instalado aparelhos de apoio ao diagnóstico digital, um computador com softwares que capturem os traços ou imagens do paciente, bem como seus dados pessoais, e provenha de acesso à Internet para o envio dessas informações ao especialista no Núcleo de Telessaúde que proverá a emissão do laudo desse exame recebido e, na maioria das vezes, realizará uma teleconsultoria que guie aos caminhos para os cuidados com o paciente (Figura 2.2). É recomendado, ainda, pela Nota Técnica Nº 50/2015 que cada ponto de Telessaúde em telediagnóstico possua um profissional de saúde qualificado para a coleta e o envio dessas informações (Brasil 2015b).

Figura 2.2: Fluxo básico do Telediagnóstico.



Fonte: Brasil (2017)

2.1.5 Oferta Nacional de Telediagnóstico

Segundo a Nota Técnica nº 50/2015, a potencialidade do serviço de telediagnóstico está em oferecer a ampliação do acesso à exames para populações em regiões distantes, ou que não possuem o médico especialista para a emissão do laudo. Essa ideia complementa o Manual de Telessaúde Para Atenção Básica ao afirmar que a implantação das atividades de telediagnóstico reduz os custos em saúde, evitar deslocamentos longos de pacientes ou especialistas e promove o acesso ampliado a diagnósticos e tratamentos que antes requerem mais tempo e gastos (Brasil 2015b, Brasil 2012).

Sabendo disso, foi instaurado no Brasil, como parte integrante do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes, a Oferta Nacional de Telediagnósticos (ONTD), articulada pela Coordenação do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes (Ministério da Saúde) em conjunto com as Secretarias Estaduais de Saúde, os Núcleos Telessaúde Estaduais, os Núcleos Telessaúde Especialistas, as Secretarias Municipais de Saúde e os Pontos de

Telessaúde (Estabelecimentos de Saúde) (PNTD 2017). Segundo Brasil (2017), a ONTD viabiliza a ampliação da oferta de telediagnósticos no país para as áreas de maior necessidade, possibilitando o aumento da oferta das especialidades em toda a extensão territorial brasileira. A partir dela, os exames telediagnósticos podem ser coletados em qualquer ponto de telediagnóstico no Brasil e enviados, por meio da Plataforma Nacional de Telediagnósticos (PNTD), para os Núcleos de Telessaúde Especialistas a fim de serem laudados, conforme mostra a Figura 2.3 a seguir:

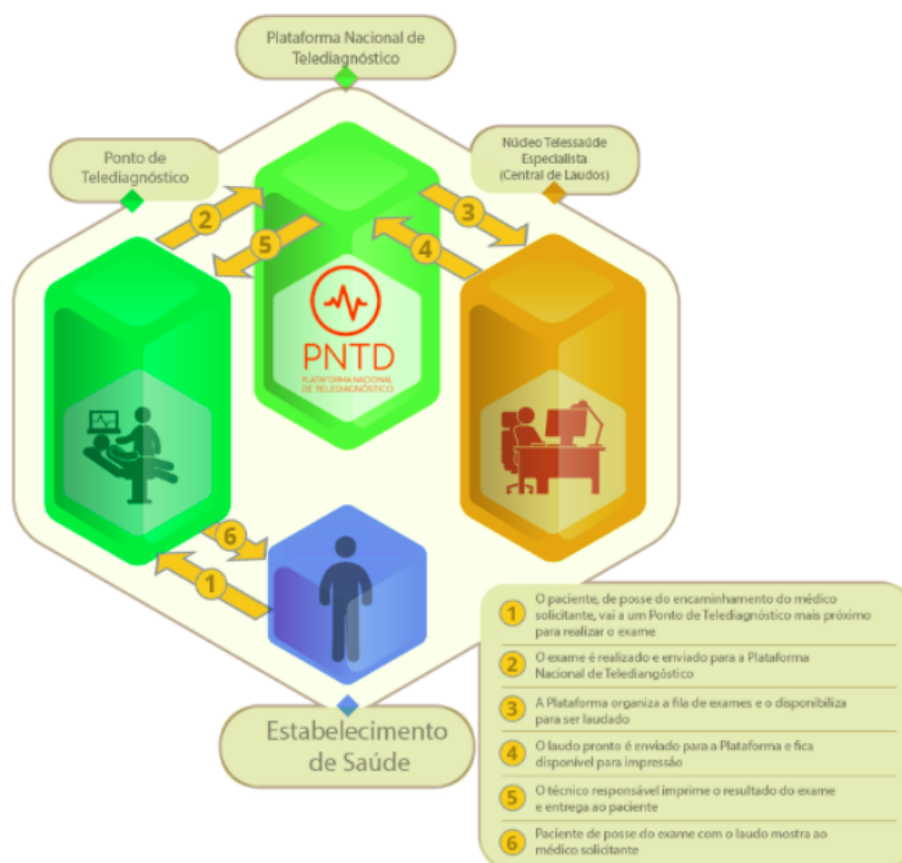
Figura 2.3: Interação dos pontos de telediagnósticos e os Núcleos de Telessaúde Especialistas na Oferta Nacional de Telediagnósticos (ONTD) no Brasil.



Fonte: (Brasil 2017)

O desenvolvimento da Plataforma Nacional de Telediagnósticos se deu, justamente, pela necessidade da integração dos vários Sistemas de Telediagnósticos dos Núcleos de Telessaúde Especialistas para cada modalidade de exame em um único sistema (LAIS 2017). Frente a essa perspectiva, a PNTD foi desenvolvida como um agente facilitador da oferta de telediagnóstico para todo o Brasil, agindo, portanto, como um mediador entre os diversos pontos de telediagnósticos implantados em todo o Brasil e os Núcleos de Telessaúde Especialistas na ação de envio e emissão de laudos dos exames coletados, seguindo um fluxo na oferta de telediagnóstico descrito pela Figura 2.4 a seguir:

Figura 2.4: Fluxo da atividade de telediagnóstico pela Oferta Nacional de Telediagnósticos (ONTD) no Brasil por intermédio da Plataforma Nacional de Telediagnósticos (PNTD).



Fonte: (PNTD 2017)

2.1.6 Os incentivos financeiros de custeio do Programa Telessaúde Brasil Redes

O incentivo financeiro de custeio aos Núcleos de Telessaúde do Programa Telessaúde Brasil Redes foi proposto, inicialmente, pela Nota Técnica n° 07/2014 ((Brasil 2015c) e formalizado pela Portaria n° 2.859, de 29 de dezembro de 2014 (Brasil 2014b), visando a ampliação da utilização dos serviços de Telessaúde para a qualificação dos trabalhadores da atenção básica e ao acesso à atenção especializada no SUS.

Segundo a Portaria n° 2.859, para que os Estados, o Distrito Federal e os Municípios sede de Núcleos de Telessaúde estejam aptos para o recebimento deste incentivo de custeio mensal, eles devem cadastrar o Núcleo de Telessaúde como um estabelecimento de saúde no Sistema de Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (SCNES), concluir a etapa de implantação do Núcleo de Telessaúde Brasil Redes e enviar o ofício de solicitação do incentivo financeiro de custeio mensal ao Departamento de Atenção Básica (DAB/SAS/MS) (Brasil 2014b). Também foi instituído, no mesmo decreto, os quatro

tipos de porte de núcleo que dependem do número de equipes da Atenção Básica que estão participando do programa; além disso, os centros passaram a ser qualificados como estaduais, municipais ou intermunicipais (Tabela 2.1) (Oliveira Coutinho et al. 2017)

Tabela 2.1: Valores do custeio por porte, componente e total máximo de repasse por mês e ano.

Tipo de Porte	Nº de Equipes participantes
Porte I	80 a 199
Porte II	200 a 399
Porte III	400 a 599
Porte IV	600 ou +

Fonte: Brasil (2015a)

O incentivo financeiro de custeio aos Núcleos de Telessaúde está dividido em componentes de custeio denominado de componentes fixos e componentes variáveis. O recebimento dos componentes fixos e variáveis depende de o Núcleo de Telessaúde possuir, no mínimo, oitenta (80) equipes de Atenção Básica participantes cadastrados na Plataforma de Telessaúde, possuir equipes vinculadas em UBS com ponto de telessaúde no SCNES, possuir equipes com solicitações de teleconsultorias nos últimos três (3) meses em seu histórico e enviar, mensalmente, relatórios de produção para o Sistema de Monitoramento de Telessaúde vigente (Brasil 2015a).

Ao componente fixo, ficam destinados 50% do valor total do repasse, sendo encaminhado ao ente federativo de acordo o porte de seu Núcleo de Telessaúde. Já ao componente variável ficam destinados os outros 50% devidamente divididos em três (3) dimensões de indicadores: (1) atividade de equipes ativas e participantes; (2) definição e pactuação de linhas de cuidado e/ou especialidades prioritárias e; (3) produção total de teleconsultorias síncronas e assíncronas solicitadas pela equipe por mês (Brasil 2014b, Brasil 2015c).

A primeira dimensão trata das atividades de equipes ativas e participantes, relativa aos profissionais que utilizam os serviços de telessaúde no mês de referência e é responsável por 40% do recurso do componente variável. Essa dimensão objetiva acompanhar a cobertura de utilização de equipes e profissionais por mês. A partir disso, serão acompanhados como indicadores:

- (I) Equipes ativas por equipes participantes (20%): porcentagem do número de equipes ativas (equipes que solicitaram teleconsultoria no mês referente) pelo total das equipes participantes do Núcleo de Telessaúde (Equação 2.1).

$$\frac{\text{n}^\circ \text{ de equipes ativas}}{\text{n}^\circ \text{ de equipes participantes do Núcleo de Telessaúde}} \quad (2.1)$$

- (II) Médicos ativos por médicos participantes (20%): porcentagem do número de médicos ativos (médicos que solicitaram teleconsultoria no mês referente) pelo número

de médicos participantes do Núcleo de Telessaúde (Equação 2.2).

$$\frac{\text{n}^\circ \text{ de médicos ativos}}{\text{n}^\circ \text{ de médicos participantes do Núcleo de Telessaúde}} \quad (2.2)$$

A segunda dimensão abrange a definição e pactuação de linhas de cuidados e/ou especialidades prioritárias e é responsável por 20% do total do componente variável. Essa dimensão procura estimular a análise e a qualificação dos encaminhamentos para a Atenção Especializada no Sistema Único de Saúde, com foco em linhas de cuidado e/ou especialidades prioritárias, por meio da definição e pactuação de linhas de cuidado e/ou especialidades prioritárias e dos Protocolos de Regulação e Acesso de Encaminhamento articulado à regulação.

A terceira dimensão alcança a produção total de teleconsultorias síncronas e assíncronas, por equipe, a cada mês nos Núcleos de Telessaúde e é responsável pelos 40% restantes do recurso total do componente variável. A partir dela, serão analisados o percentual de teleconsultorias com temas gerais realizadas pelas equipes ativas e as teleconsultorias relacionadas à linha de cuidado prioritária realizadas pelos médicos ativos por equipe, dividido a porcentagem do repasse de acordo com a tabela 2.2:

Tabela 2.2: Percentual de teleconsultoria de temas gerais realizada por equipe no mês e percentual de teleconsultorias realizadas à linha de cuidado realizada pelo médico por equipes no mês

Percentual de Teleconsultoria de temas gerais, realizada por equipe no mês (20%) (exceto o médico/LC/EP)			Percentual de Teleconsultoria realizada pelo médico por equipe, relacionada à linha de cuidado prioritária, definida e pactuada (20%)		
1 a 1,99	2 a 2,99	+ de 3	1 a 1,99	2 a 2,99	+ de 3
60%	80%	100%	60%	80%	100%

Fonte: Brasil (2015a)

A partir de então, um Núcleo de Telessaúde receberá por mês o valor referente ao componente fixo, de acordo com seu porte e terá o valor do componente variável calculado de acordo com a produção mensal de cada uma das dimensões descritas. Esses valores foram definidos, então, pela Portaria Nº 2.860, de 29 de dezembro de 2014 (Brasil 2014c).

De acordo com essa Portaria, o recurso financeiro dos componentes fixos e variáveis varia de vinte e cinco mil (R\$ 25.000) a quarenta mil (R\$ 40.000) reais, sendo, pois, estabelecidos de acordo com o porte do Núcleo de Telessaúde. A partir de então, os valores máximos de custeio por mês para o núcleo varia de cinquenta mil (R\$ 50.000) a oitenta mil (R\$ 80.000) reais, totalizando por ano valores entre seiscentos mil (R\$ 600.000) e novecentos e sessenta mil (R\$ 960.000) reais, conforme mostrado pela Tabela 2.3 a seguir.

Os valores do incentivo financeiro de custeio mensal e a respectiva forma de gradação para cada componente encontram-se detalhados no Anexo A (Brasil 2014c).

Tabela 2.3: Valores do custeio divididos por porte, componente (fixo e variável) e total máximo de repasse por mês e ano.

	Nº de Equipes participantes	Componente Fixo	Componente variável (Total)	Total máximo de custeio/mês	total máximo de custeio/ano
Porte I	80 a 199	R\$ 25.0000,00	R\$ 25.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 600.000,00
Porte I	200 a 399	R\$ 30.0000,00	R\$ 35.000,00	R\$ 60.000,00	R\$ 720.000,00
Porte I	400 a 399	R\$ 35.0000,00	R\$ 35.000,00	R\$ 70.000,00	R\$ 840.000,00
Porte I	600 ou +	R\$ 40.0000,00	R\$ 40.000,00	R\$ 80.000,00	R\$ 960.000,00

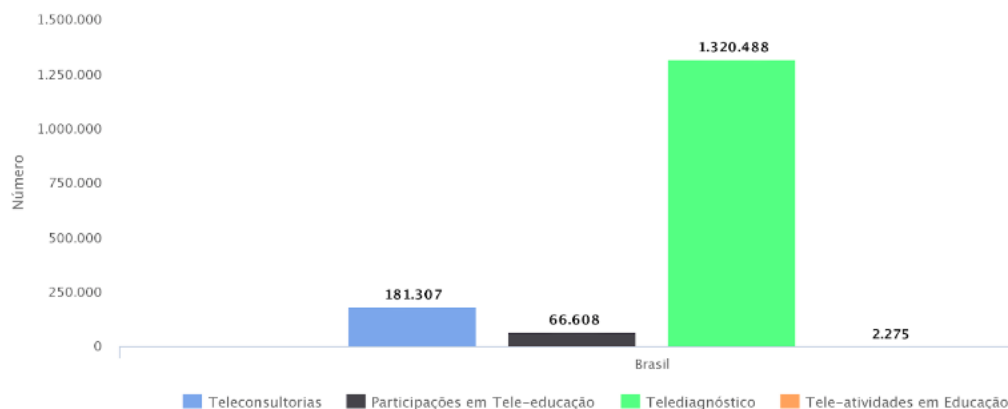
Fonte: Brasil (2015a)

Para a realização do cálculo total do valor variável a ser repassado para os núcleos, o Manual de Custeio dos Núcleos de Telessaúde recomenda a execução de um acompanhamento mensal por meio de relatórios obtidos pelo SMART. A avaliação, entretanto, ocorrerá trimestralmente.

2.1.7 As tendências para o Programa Telessaúde Brasil Redes

De acordo com Oliveira Coutinho et al. (2017), a oferta dos serviços de Telessaúde pelos Núcleos de Telessaúde depende diretamente da sua capacidade e estrutura. De todos os núcleos existentes, distribuídos entre os vinte e dois (22) estados do Brasil, o registro obtido é que todos ofertam os serviços de teleconsultoria, quinze (15) ofertam a SOF, vinte e quatro (24) ofertam serviços de tele-educação, apenas onze (11) dispõem dos serviços de telediagnóstico e oito (08) se encontravam em fase de implantação.

Figura 2.5: Serviços ofertados pelo Telessaúde no Brasil no período de Jan/2016 a Dez/2017.



Fonte: SMART (2018)

Quando posto em números, observa-se na Figura 2.5, que apesar da baixa quantidade de núcleos ofertantes, a quantidade de telediagnósticos foi consideravelmente maior do que as demais atividades de Telessaúde, seguidos da Teleconsultoria, participação na Tele-educação e atividades em tele-educação.

Tanto o número dos Núcleos de Telessaúde existentes, quanto a quantidade total de oferta dos serviços de Telessaúde, evidenciam o avanço do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes, nesses seis (06) anos após sua implantação: no início do Programa em 2011, apenas onze (11) NT estavam vinculados e ofertavam os serviços de Telessaúde, expressados, indutivamente, por um número consideravelmente menor de NT do que há atualmente.

Além disso, os dados apresentados acima retirados do Sistema de Monitoramento e Avaliação de Resultados do Programa Telessaúde Brasil Redes (SMART 2018), bem como as informações dispostas anteriormente neste capítulo, expressam a potencialidade na oferta do serviço de telediagnóstico no Brasil. O Manual de Telessaúde Para Atenção Básica (Brasil (2012)) descreveu o telediagnóstico como responsável por promover o acesso ampliado a diagnósticos e tratamentos que antes demandavam mais tempo e gastos; atuando, dessa forma, como um agente para a universalização do acesso ao diagnóstico médico para as mais diversas comunidades brasileiras, independentemente da localidade. Frente à essa perspectiva, a ampliação do acesso ao telediagnóstico promovida pela Oferta Nacional de Telediagnóstico (ONTD), mediada pela Plataforma Nacional de Telediagnóstico (PNTD) representa a possibilidade do crescimento contínuo dessa oferta, desenhando uma realidade futura onde o acesso aos diagnósticos possa ocorrer de forma mais facilitada do que atual e que atinja um número cada vez maior de pessoas.

Apesar disso, não se pode deixar de observar que os serviços de teleconsultoria apresentam um baixo engajamento em sua utilização pelas equipes de Atenção Básica presentes nos Núcleos de Telessaúde. Mesmo a adoção de estratégias como a inserção desse serviço nos cálculos dos repasses financeiros variáveis, instituídos pela Portaria Nº 2.859

de 2014, e a ampliação e a divulgação do número de teleconsultorias não foi suficiente para despertar o interesse das equipes de saúde para o uso dessa ferramenta. Dessa forma, é evidente a necessidade da criação de novas estratégias pelo Ministério da Saúde para incentivar e potencializar a utilização dessa importante ferramenta de Telessaúde pelos profissionais (Oliveira Coutinho et al. 2017).

Já para o fortalecimento das atividades de tele-educação pelo Programa Telessaúde Brasil Redes é necessário que haja o rompimento do processo de ensino tradicional. A Nota Técnica Nº 50/2015 já havia mencionado que o desenvolvimento efetivo da oferta de atividades de tele-educação dependia do fortalecimento dos modelos de educação à distância para a ampliação dos espaços de aprendizagem em saúde, a partir de uma formação continuada e permanente. Para tal, Oliveira Coutinho et al. (2017) indica ser necessária a sensibilização dos usuários do programa e a criação de interfaces de ensino amigáveis e atrativas para o uso. Ademais, a sensibilização dos trabalhadores a participar de reuniões organizacionais da matriz de ensino é um dos desafios que devem ser superados para que haja a oferta mais ativa desse tipo de ação.

A partir do que foi descrito nesse capítulo, pode-se reconhecer que a construção do Programa Telessaúde Brasil Redes é uma importante iniciativa para a solução dos problemas enfrentados durante o cumprimento dos princípios e diretrizes estabelecidos pelo Sistema Único de Saúde. A democratização do acesso aos serviços e ações de saúde, graças a diversos fatores que incluem a grande dimensão territorial nacional, bem como a diversidade populacional, se tornou um grande desafio a ser enfrentado durante a oferta dos serviços de saúde nacionalmente. A partir disso, é notório observar as muitas iniciativas dispostas pelo Ministério da Saúde, baseando-se em normativas e incentivos financeiros, bem como a criação de diretrizes e parâmetros para a oferta de Telessaúde para todas as federações e em todo seu espaço territorial, a fim de estimular o avanço do programa e, dessa forma, oferecer os serviços de Atenção Básica de Saúde para um público cada vez maior. Consequentemente, a Telessaúde vem ampliando cada vez mais seu campo de atuação no cenário brasileiro do SUS. Todavia, não se pode negar que existem muitos desafios e embates a serem superados nesse processo de implantação e distribuição do Programa Telessaúde Brasil Redes, objetivando a expansão do Programa de forma previsível e ordenada (Mendes 2013, Menicucci 2009, Silva 2014, Oliveira Coutinho et al. 2017).

2.2 Business Intelligence e Data Warehouses

2.2.1 Business Intelligence

O conceito de *Business Intelligence* engloba um conjunto de ferramentas cujo objetivo é fornecer uma perspectiva do passado e uma projeção do futuro através da produção de informações que serão utilizadas no suporte à tomada de decisão da gestão de uma organização (Pereira Silva e Miranda Barros 2016). Na prática, esse conjunto de ferramentas desempenha tarefas de coleta, processamento e análise de dados. Graças à essas ferramentas, as organizações tornam-se capazes de extrair valor de seus dados, transformando-os em informação, através de uma abordagem sistemática baseada em um processo sólido e validado, fundamentado em fatos ao invés de opiniões, para o controle e planejamento de

organizações (Saqib et al. 2018).

A necessidade dessa classe de ferramentas se deve ao fato de que, naturalmente, os SI, quando desenvolvidos para atender às necessidades específicas, mapeiam as nuances da realidade em nuances de um SI. Assim sendo, uma realidade complexa naturalmente está associada a um SI complexo, o qual objetiva capturar a complexidade do domínio de aplicação (Bonifati et al. 2001). Ademais, a quantidade abundante e crescente de dados que são produzidos a todo instante acrescenta ainda mais à dificuldade que está atrelada a tarefa de explorar esses dados (Saqib et al. 2018). Posto isso, justifica-se a exigência de ferramentas desenvolvidas *ad hoc*, que sejam apropriadas para prover resultados de forma ágil e precisa.

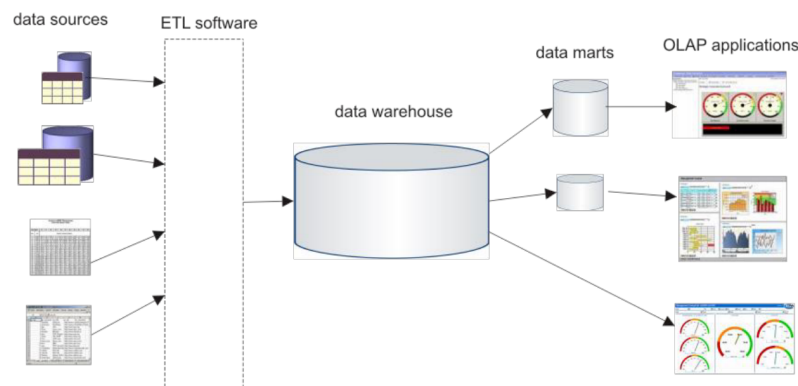
A agilidade dos sistemas BI para funcionar em tempo oportuno é importante para possibilitar uma gestão de risco eficaz: o valor entregue aos gerentes ao utilizar tais sistemas é obtido através do monitoramento dos riscos que podem ameaçar os objetivos estratégicos de uma organização e as perdas financeiras (Agiu et al. 2014) de forma que seja possível experimentar diferentes hipóteses de causa e efeito, baseadas em informações confiáveis e atualizadas, das organizações e seus ambientes.

É esperado que os sistemas BI sejam responsáveis pela transformação de dados em informação e conhecimento, criando um ambiente de tomada de decisão eficaz e de ação e pensamento eficazes. O valor de uma aplicação de BI para as organizações encontra-se principalmente no fato de que tais aplicações lançam luz nas informações que têm potencial para indicar mudanças fundamentais necessárias para se alcançar as metas traçadas (Olszak e Ziembra 2007).

De uma perspectiva técnica, um sistema de BI precisa oferecer um conjunto integrado de ferramentas que vão cobrir as tarefas de gerar relatórios, coletar e analisar dados. A Figura 2.6 apresenta uma infra-estrutura típica de BI (Waas et al. 2013):

- *data sources*: fonte de dados originais;
- *ETL software*: ferramenta responsável por extrair, transformar e carregar dados brutos em dados de suporte a decisão;
- *data warehouse*: armazém de dados que guardam os dados consolidados;
- *OLAP applications*: ferramenta que possibilita aos usuários realizarem consultas e análises nos dados do DW.

Figura 2.6: Arquitetura típica de um BI.



Fonte: Waas et al. (2013)

2.2.2 Data Warehouse

Um *data warehouse* (DW) é uma coleção de tecnologias projetadas para permitir que as tomadas de decisões sejam melhores e mais rápidas. Os *data warehouses* diferem dos bancos de dados operacionais por serem orientados por assunto, integrados, variantes de tempo, não voláteis, resumidos, maiores, não normalizados e suportarem a execução de ferramentas OLAP (El-Sappagh et al. 2011).

Posto de outro modo, o DW é uma plataforma que contém os dados de uma organização em um único lugar, de forma centralizada e normalizada, no qual os dados são organizados de maneira a facilitar a pesquisa de informações complexas (Rebelo et al. 2011, Chaudhuri e Dayal 1997). Assim, um DW é um ambiente moderno de relatórios que fornece aos usuários acesso direto aos seus dados.

É graças a essa forma sistemática e organizada de armazenamento de dados que as organizações são capazes de incorporar *Business Intelligence* ao seu negócio, e fornecer informações de cunho analítico, financeiro e operacional de forma integrada à gestão. Com um DW, torna-se acessível um centro de informações que são ao mesmo tempo válidas, dispostas de forma eficiente e em tempo oportuno. Assim sendo, o usuário maximiza sua habilidade de usar seus dados para o máximo de vantagem a fim de obter benefício estratégico, já que ele se encontra apto para aprender com o passado, adaptar-se no presente e projetar ações para o futuro com o suporte da tecnologia (Chakravarty e Bidgely 2013).

Existe uma distinção entre o DW e as bases de dados operacionais (operational database). O DW suporta o OLAP, cujos requisitos são bastante diferentes daqueles de uma aplicação de processamento de transações online (on-line transaction processing - OLTP), a qual é, tipicamente, suportada pelas bases de dados operacionais. Uma aplicação OLTP objetiva automatizar o processamento de dados relativos às operações administrativas detalhadas, como por exemplo, transações bancárias ou registros de venda. Essas tarefas normalmente são estruturadas e repetitivas, consistindo de transações curtas e isoladas. Em suma, para uma aplicação OLTP, a base de dados deve ser projetada para refletir a semântica operacional de aplicações conhecidas, com seu processamento orientado a

desempenho e transações, condições sob as quais a base de dados é continuamente atualizada e normalizada para desempenho otimizado (Healey e Delve 2007a).

2.2.2.1 Data Marts

A fim de padronizar o processo de análise de dados e viabilizar padrões de uso simplificados, os DW são comumente organizados a partir de pequenas unidades, orientadas a problema específico, denominadas *data marts*. Assim sendo, os DW enfrentam o desafio de dominar a complexidade de um ambiente ao dividi-lo em um número de problemas simples, através dos *data marts*. Dessa forma, estes contêm um escopo mais limitado de dados, caracterizado por um único aspecto da organização (Bonifati et al. 2001).

2.2.3 Modelagem Dimensional

Com o crescimento da quantidade de dados no setor de informação, fez-se necessário o desenvolvimento de modelos para gerenciar o acesso e a disposição desses dados, sendo o modelo relacional e o modelo dimensional predominantes na indústria. Estes modelos diferenciam-se principalmente na estrutura lógica do esquema para representar cada um, sendo ambos alicerçados no modelo de relações entre entidades de dados, no entanto o dimensional acaba sendo mais direcional e restritivo (Breslin 2004, Jukic 2006). Como citado na seção de *Business Intelligence*, o objetivo principal é auxiliar na tomada de decisões dentro de uma companhia, sendo necessário dados e correlações específicas, assim a organização de dados nas ferramentas que compõem uma arquitetura de BI como o *Data Warehouse* e o OLAP são baseadas em um modelo de dados multidimensionais, pois permite um esquema orientado ao domínio e conciso que facilite a análise online (Park et al. 2013).

2.2.3.1 Metodologias Para o Desenvolvimentos de um DW

As principais metodologias no desenvolvimento de esquema de dados multidimensionais são a de Chaudhuri et al. (2005) e de Kimball e Ross (2011) (Rodriguez e Razo 2016). Chaudhuri et al. (2005) segue uma metodologia *top-down*, com enfoque principal no conhecimento do profissional de TI sobre o negócio e as definições dos processos previamente definidas na instituição (Cavalheiro e Carreira 2016), dessa maneira, conta com uma intervenção pequena do usuário final na definição do modelo (Breslin 2004, Chaudhuri et al. 2005). A outra metodologia predominante no setor, *bottom-up*, é conhecida como ciclo de vida de Kimball e Ross (2011). Nessa, a construção do *Data Warehouse* segue um processo incremental, a partir do desenvolvimento de *Data Marts* independentes (Breslin 2004, Cavalheiro e Carreira 2016). O processo é dividido em quatro etapas:

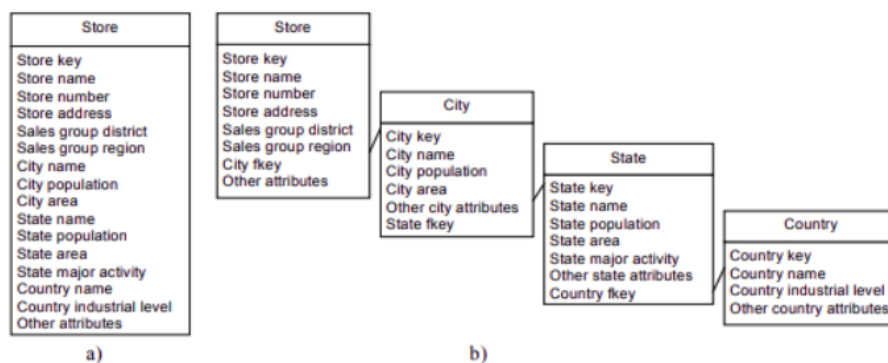
- **Selecionar o Processo de Negócio:** Levantamento dos requisitos da organização e fontes de dados existentes para análise;
- **Selecionar a Granularidade:** Definir a medida da granularidade dos dados presentes na tabela de fatos da organização;

- **Escolher as Dimensões:** Determinar o conjunto de atributos que descrevem as medidas da tabela de fatos. Normalmente, as tabelas de dimensões respondem às questões “Quem?”, “Quando?”, “O que?”, “Onde?” e “Como?”;
- **Identificar os Fatos:** Definir quais medidas incluir na tabela de fatos, sendo estas compatíveis com a granularidade definida;

2.2.3.2 Tipos de Esquemas

Dentre os esquemas multidimensionais notórios utilizados na construção de *Data Warehouse* destacam-se Plano, floco de neve e estrela. O esquema Plano (Figura 2.7(a)) visa estruturar o modelo de dados da forma mais enxuta possível sem perder informações, aglutinando todas as entidades de dados em entidades mínimas, contemplando mais informação em poucas tabelas. O esquema floco de neve (Figura 2.7(b)) mantém os conceitos de fatos e dimensões para a organização das tabelas, no entanto, dividindo todas as hierarquias das dimensões em tabelas individuais. A partir disso, Kimball argumenta que floco de neve é indesejado, porque adiciona complexidade ao modelo de consultas e aumenta o número de operações de “join” necessárias (Moody e Kortink 2000).

Figura 2.7: Esquema plano e floco de neve.



Fonte: Malinowski e Zimányi (2004)

O esquema Estrela permite a exploração de dados multidimensionais de forma rápida e flexível (Garani e Helmer 2012, Mansmann et al. 2014), sendo este predominante na concepção de modelo de dados para *Data Warehouse* (Usman et al. 2013). O esquema foi desenvolvido por Kimball tendo como a principal característica a desnormalização das tabelas de dimensões, além de sua estrutura propiciar mais acessibilidade aos usuários na formulação das consultas. As otimizações do esquema estrela também são consideráveis dentro das estruturas de banco de dados relacionais pois reduzem o número de índices, o número de operações de “join” ao realizar consultas complexas, promovendo agregações mais rápidas (Aziz et al. 2015, Kimball e Ross 2011).

2.2.3.3 Tabela de Fatos

A tabela de fatos contém os dados numéricos que podem ser sumarizados para produzir informações sobre o histórico de operações da companhia. Cada tabela de fatos também inclui como índices as chaves estrangeiras para as tabelas de dimensões relacionadas que contém os atributos para as tabelas de fatos (Singh 2013).

2.2.3.4 Tipos de Métrica

Os tipos de fatos são classificados a partir da quantidade de relacionamentos que estes mantêm com suas respectivas dimensões. Quando uma métrica pode ser sumarizada ou relacionada com todas as dimensões e hierarquias desta, este fato é chamado de aditivo. Outro tipo de fato é o semi-aditivo, nesta os dados podem ser relacionados com algumas dimensões dentro de uma hierarquia, mas não se relaciona com todas como os aditivos. O último tipo de fato é o não-aditivo, este não pode ser agrupado dentre as dimensões existentes, representando um número ou medida sem dimensões. (Kimball e Ross 2011, Golfarelli et al. 1998).

2.2.3.5 Tabela de Dimensão

As tabelas de dimensões referem-se à informações que dão contexto a tabela de fatos, podendo ser definidas como características que fornecem perspectivas adicionais a um determinado fato (Garani e Helmer 2012, Mansmann et al. 2014).

Todas as tabelas de dimensões possuem um atributo de chave primária (PK) de auto numeração denominada como *Surrogate Keys*. As tabelas de dimensões normalmente são tabelas desnormalizadas com muitos atributos de texto e baixa cardinalidade (Kimball e Ross 2011). Os atributos da tabela de dimensão são o principal alvo de restrições e especificações de agrupamentos de consultas em aplicações de BI. Os rótulos descritos nos relatórios geralmente são valores de domínio do atributo de dimensão.

Dentro de uma organização, as tabelas dimensionais são comumente divididas em hierarquias para representar melhor os diferentes níveis das características. Para definir os diferentes níveis de hierarquia de atributos utilizados nas dimensões de um esquema multidimensional, é aplicado o conceito de granularidade (Malinowski e Zimányi 2004, Combi et al. 2004).

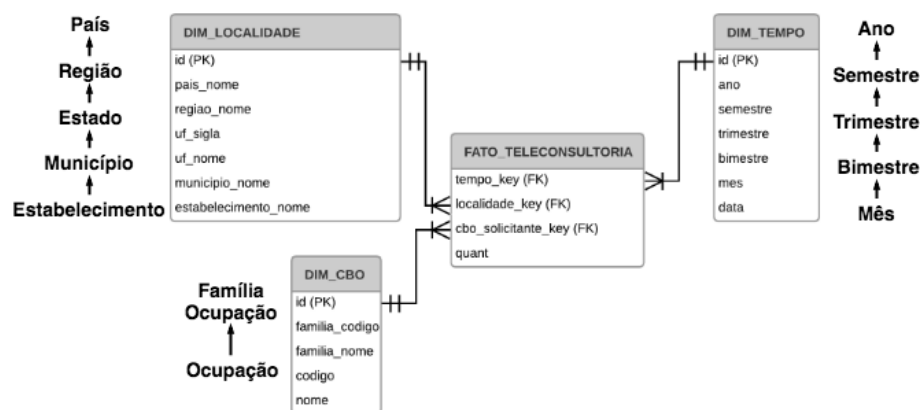
Dimensões hierárquicas normalmente englobam uma série de relacionamentos um-para-muitos em uma única tabela dimensional e são oriundas geralmente de tabelas normalizadas. No entanto há exceção a essa regra, outra situação muito comum é aquela em que há necessidade de incluir alguns sinalizadores de cardinalidade variados e diversos (Kimbal e Ross 2013, Čamilović et al. 2009). Em vez de criar dimensões separadas para cada sinalizador e atributo, Kimbal e Ross (2013) recomenda criar uma única dimensão combinando todos os atributos. Essa técnica é conhecida como **junk dimensions** e permite reduzir o número de chaves estrangeiras na tabela de fatos, de forma dramática.

2.2.3.6 Níveis de Hierarquia

Hierarquia é definida como um conjunto de relações binárias entre os níveis de uma dimensão, onde cada dimensão participante da hierarquia é chamada de nível de hierarquia. Dados dois níveis de hierarquia, o mais alto é chamado de pai e o mais baixo de filho. As ferramentas OLAP usam hierarquias para permitir uma visão geral e detalhada dos dados usando operações como *drill-down* e *roll-up*. (Malinowski e Zimányi 2004). Dessa maneira, o suporte a diferentes níveis e tipos de hierarquia propiciam a modelagem de um grande arranjo de cenários de negócio, auxiliando na tomada de decisões (Malinowski e Zimányi 2004, Talwar e Gosain 2012).

A Figura 2.8 exibe um esquema estrela do modelo dimensional teleconsultoria obtido deste trabalho. Observa-se que é possível obter visões dos dados em diferentes níveis de hierarquia em localidade e/ou ocupação e/ou tempo. Com base nesse esquema, percebe-se que pode ser obtido o total de teleconsultoria por estabelecimento, município, estado, região ou país.

Figura 2.8: Esquema estrela com níveis de hierarquia.



Fonte: Produção Própria

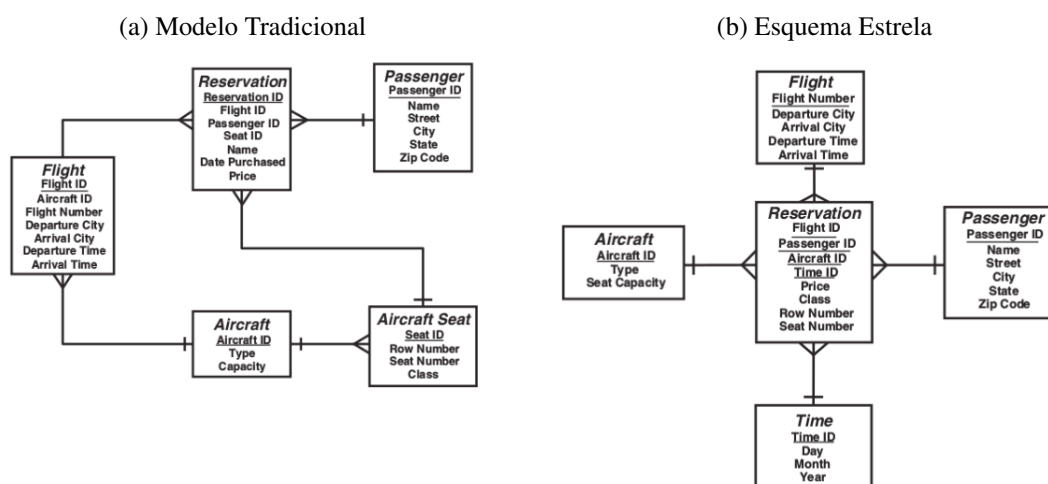
2.2.3.7 Granularidade

Granularidade pode ser visto como uma unidade indivisível (grão) de medida que auxiliará no nível de detalhamento adotado nas análises futuras (Combi et al. 2004). Na Figura 2.8, pode-se ver o nível de hierarquia nos atributos, bem como sua granularidade para cada um, como o mês sendo o menor atributo de hierarquia da dimensão DIM_TEMPO e estabelecimento_nome da dimensão DIM_LOCALIDADE. Essa é uma das questões mais críticas de um projeto de DW porque afeta o volume dos dados e o tipo de consultas que podem ser respondidas pelo DW. Quando o nível de granularidade muito alto é utilizado, o volume do DW é reduzido juntamente com o número de consultas que podem ser respondidas.

2.2.3.8 Diferença Entre Esquema Estrela e Modelo Relacional

Apesar de ambos serem modelos lógicos, o modelo relacional tradicional e o esquema estrela diferem em dois pontos principais: As tabelas selecionadas e o modo como essas tabelas estão relacionadas. Na 2.9(a) é apresentado um modelo relacional tradicional, enquanto na figura 2.9(b) é utilizado o esquema estrela, no entanto, apesar de conterem a mesma informação, observa-se uma estrutura de relacionamentos diferentes. No modelo tradicional, os relacionamentos são estabelecidos sem enfatizar especificamente nenhuma tabela, seguindo uma lógica natural. Já no esquema estrela há mais restrição, baseando-se em um conjunto de relacionamentos “one-to-many” entre tabelas descritivas (dimensões) e uma tabela central (fatos) que representa a área de interesse (Schuff et al. 2011).

Figura 2.9: Diferença Entre Esquema Estrela e Modelo Relacional

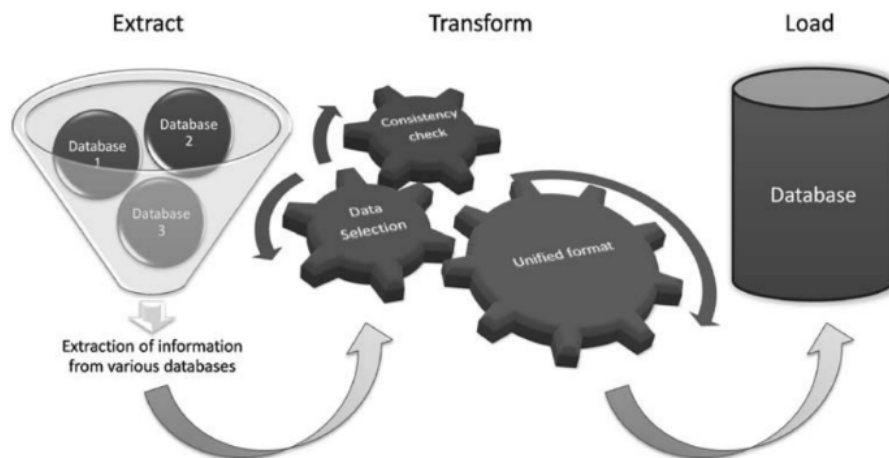


Fonte: Schuff et al. (2011)

2.2.4 ETL - Extraction, Transformation, Loading

A base de dados que compõe um *Data-Warehouse* é alimentada com dados heterogêneos originários de várias fontes distintas como bancos de dados transacionais ou fontes externas, podendo estes estar em formatos diferentes como XML, JSON, HTML. Diante dessa necessidade, o processo de ETL (Extract-Transform-Load) (Figura 2.10) é um dos principais componentes na construção de um *Data Warehouse* pois é responsável pela coleta, filtragem, integração e a agregação desses dados em uma base otimizada para consultas (Prevedello et al. 2010, Titirisca 2013, Vassiliadis 2016).

Figura 2.10: Passos do processo de ETL



Fonte: Prevedello et al. (2010)

O processo de ETL é composto geralmente de seis tarefas (Munoz et al. 2011):

- **Selecionar os dados para extração:** Levantamento dos requisitos da organização e fontes de dados existentes para análise;
- **Transformação dos dados:** Em posse dos dados, serão estes transformados em novos dados advindos de operações como filtragem, transformações para formatos distintos, cálculo de valores, conversão entre códigos sequenciais;
- **Unir os dados:** Após essas transformações, os dados são unidos e depositados na *Staging Area*;
- **Selecionar o destino do carregamento:** Definição da base em que os dados serão carregados;
- **Unir atributos originais com os atributos que foram transformados:** Os dados advindos das fontes originais podem ser conectados com os dados transformados, tanto por motivos de auditoria quanto para reprocessamento se necessário;
- **Carregamento:** Após a extração, transformação, possíveis agregações estabelecidas e uma fonte única definida, esses dados são carregados em uma base otimizada para consulta.

Durante o processo de ETL, é necessário armazenar os dados não tratados em uma área intermediária, onde possa ser coletado para processamento, não acessando novamente as fontes e sim recursos próprios. Isso denomina-se *staging area* (Guo et al. 2015). Essa área de armazenamento temporário precisa ser escolhida cuidadosamente pois afeta

diretamente na velocidade do processamento dos dados, bem como precisa ser considerada a quantidade de dados que nela serão armazenados. Sendo assim, para processamentos menores a memória pode atender, no entanto, se o fluxo e volume de dados aumentar consideravelmente, aconselha-se o armazenamento em outros recursos como Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (DBMS) relacionais ou *flat files* (El-Wessimy et al. 2013).

2.2.5 OLAP

Após ser estruturado uma base dados única e histórica como o *Data Warehouse*, introduziu-se um novo componente dentro da arquitetura de *Business Intelligence* que propicia análises avançadas de dados para tomada de decisões e pesquisas operacionais para logística. Essa ferramenta denominada processamento analítico on-line (OLAP) permite aos usuários realizar as seguintes operações (Cravero e Sepulveda 2016, Cuzzocrea e Bertino 2011):

- Análise rápida e dinâmica de dados agregados e multidimensionais;
- Fornecer uma interface fácil de utilizar para os usuários finais;
- Visualização da informação de diferentes perspectivas e dimensões;
- Análise dos principais assuntos durante um período significativo de tempo;

Ferramentas de OLAP são geralmente classificadas em ROLAP e MOLAP. No MOLAP (Multidimensional OLAP), os dados são modelados, visualizados e logicamente armazenados em bases de dados multidimensionais, como um *array* n-dimensional (assumindo ter n dimensões). No entanto, o MOLAP demanda uma alta capacidade de armazenamento na organização, sendo utilizado índices na tentativa de otimizar o processo (Li et al. 2011). Já no ROLAP, os dados são armazenados em bases de dados relacionais e conta com um servidor ROLAP para fornecer a visão multidimensional ao usuário. Pela natureza relacional, o ROLAP tende a apresentar uma arquitetura mais simples; pode ser facilmente incorporado em bases de dados relacionais tornando estas poderosas ferramentas OLAP sem grandes esforços; e lida com resultados precisos, os quais são mais fáceis de gerenciar em tempo de execuções que aproximações (Morfonios et al. 2007, Tamayo e Javier 2006). O ROLAP utiliza extensões do SQL para aumentar sua capacidade de agregação em diferentes tipos de dados, como o *ROLLUP* para gerar subtotais que transitam entre níveis mais ou menos detalhados; a extensão *CUBE* fornece ao *GROUP BY* todos os subtotais calculáveis para um cubo com as dimensões especificadas. Essas extensões facilitam a escrita de consultas complexas para o suporte a decisão em comparação com o SQL (Healey e Delve 2007b).

Existem dois eixos principais de bases de dados, sendo estes: OLTP e OLAP. Sistemas OLTP são transacionais e preocupam-se com a gestão das informações e dos processos na empresa, provendo dados para o DW, enquanto sistemas OLAP propiciam a análise desses dados para auxiliar no suporte a decisão (Rajakumar e Raja 2015). Na tabela 2.4, pode se ver uma comparação com as principais distinções.

Tabela 2.4: Comparação entre recursos OLTP e OLAP

Conteúdo	OLTP	OLAP
Fontes de dados	Dados operacionais; OLTPs são as fontes originais dos dados	Dados consolidados; dados do OLAP vem de várias bases OLTP
Objetivo do dado	Controlar e executar tarefas fundamentais da companhia	Ajudar o planejamento, resolução de problemas e suporte na tomada de decisões
Criação e atualização dos dados	Criações curtas e rápidas, com atualizações iniciadas pelos usuários	Processo periódico de execução com longa duração e grande volume de dados
Consultas	Consultas simples com tempo de resposta na ordem de segundos	Geralmente consultas complexas que envolvem agregações
Espaço necessário	Relativamente pequeno; se os dados históricos forem arquivados	Necessário grande espaço disponível graças a estrutura de agregações e aos dados históricos; requer mais índices que uma base OLTP
Design da base	Altamente normalizado com muitas tabelas	Tipicamente desnormalizado com poucas tabelas; usa algum modelo multidimensional como Estrela

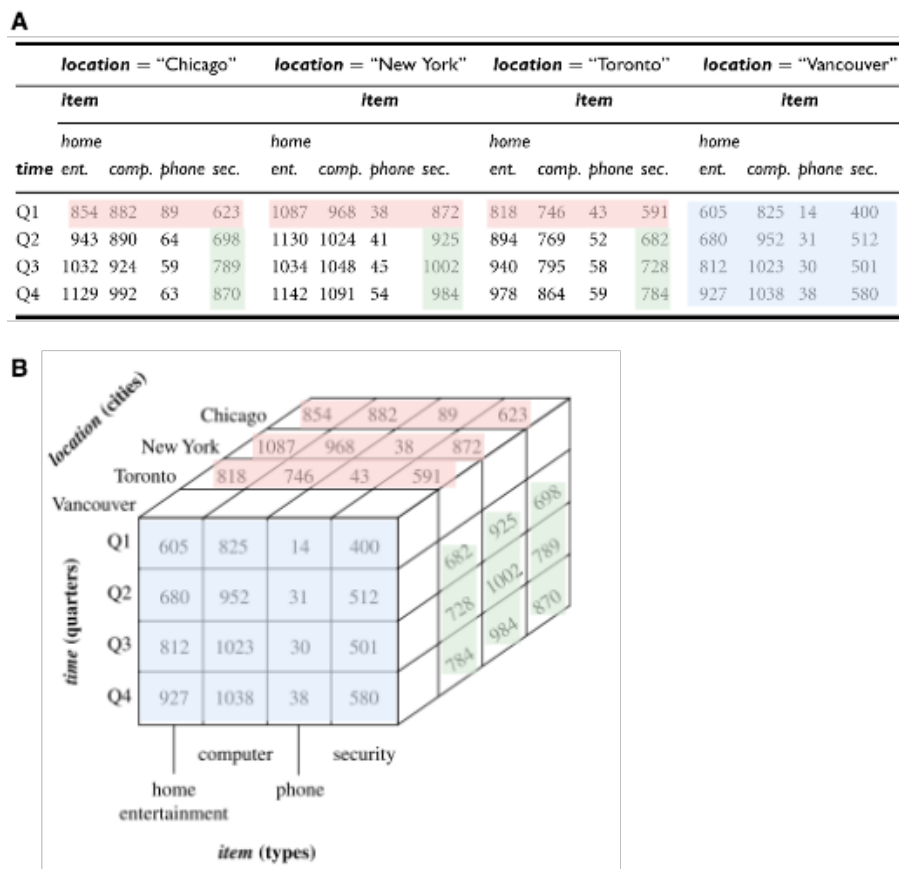
Adaptado de Rajakumar e Raja (2015).

2.2.5.1 Cubos de Dados e Operações OLAP

As ferramentas OLAP utiliza dos dados multidimensionais fornecidos pelo esquema estrela para realizar consultas personalizadas. Os dados são representados como cubos dimensionais de dados agregados e não em tabelas simples. Um cubo representam os fatos armazenados (medidas) para combinações específicas das dimensões associadas. A visão multidimensional do cubo dos dados promove a compreensibilidade, permitindo a visualização de dados de forma concreta e tangível (Aouiche et al. 2008, Arifin et al. 2017). Outra facilidade provida pelas ferramentas de OLAP é a geração de consultas *ad-hoc* e a possibilidade de realizar análise em tempo real, permitindo a geração de gráficos e relatórios sob demanda e de maneira mais estruturada. Essas funcionalidades do ambiente fornecem ao usuário mais conhecimento sobre os fatores que envolvem processos e produtos, dando *insights* sobre a maneira que eles se relacionam em seu negócio (Prevedello et al. 2010).

A Figura 2.11(b) exibe uma representação tridimensional de um cubo de dados relativos aos dados da tabela (b).

Figura 2.11: Representação de um cubo OLAP.



Fonte: (Han et al. 2012)

Um resultado de uma consulta multidimensional é uma célula, uma fatia bidimensional ou um sub-cubo multidimensional (Arifin et al. 2017). As Operações OLAP comuns nos dados multidimensionais armazenados normalmente incluem: roll-up e drill-down e; slice e dice.

A operação *roll-Up*, também conhecida como *drill-up*, permite subir na hierarquia de níveis de uma dimensões, apresentando dados cada vez mais agrupados ou sumariados, reduzindo por tanto, o detalhe da informação. O *drill-down*, também conhecido como *roll-down*, é a operação oposta, proporciona uma visão mais detalhada dos dados (Aouiche et al. 2008, Han et al. 2012, Arifin et al. 2017).

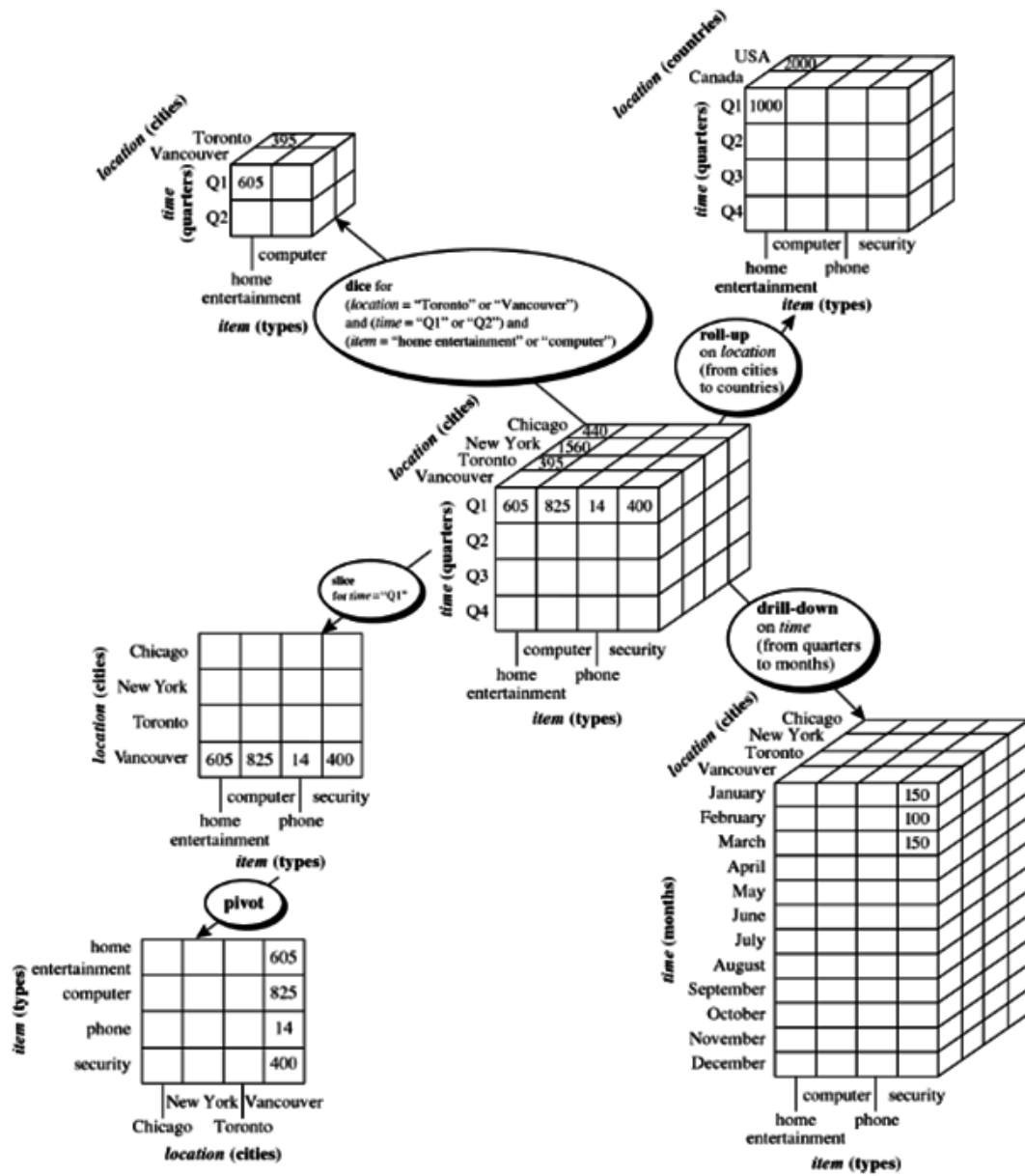
A Figura 2.12 mostra o resultado da operação de *roll-up* aplicada no cubo central subindo na hierarquia de *location*. Basicamente, essa hierarquia é definida na seguinte ordem: *street* < *city* < *province_or_state* < *country*. Essa agregação mostra uma ascensão na hierarquia de *location* do nível de *city* para o nível de *country*. A mesma figura mostra o resultado de uma operação de *drill-down* sobre o cubo central, basicamente, descendo sobre a hierarquia de tempo (*day* < *month* < *quater* < *year*). A operação desce do nível de semestre (*quater*) para mês (*month*) (Han et al. 2012).

As operações *slice* e *dice* permitem ao usuário acessar um DW através de qualquer uma das suas dimensões, o processo geralmente implica em uma redução sistemática dos dados de um DW em qualquer combinação lógica. A operação *slice* corta o cubo, isto é, seleciona um subconjunto retangular do cubo, escolhendo um único valor para uma de suas dimensões, mas mantém a mesma perspectiva de visualização dos dados. Já a operação *dice* produz um sub-cubo selecionando valores específicos de várias dimensões (Aouiche et al. 2008, Han et al. 2012, Arifin et al. 2017).

A Figura 2.11 mostra um exemplo da operação de *slice* que seleciona as vendas por cidade em um determinado semestre (neste caso, *quarter* = Q1). Nessa mesma figura, observa-se a operação *dice* envolve três dimensões seguindo os seguintes critérios (*location* = “Toronto” ou “Vancouver” || *time* = “Q1” ou “Q2” || *item* = “home entertainment” ou “computer”) (Han et al. 2012).

A operação *pivot*, também conhecida como *rotate*, é uma operação de visualização que rotaciona os eixos de um determinado cubo, provendo uma visão alternativa dos dados. A *slice* mostra uma operação de *pivot* sobre o resultado da operação de *slice*. Neste caso, observa-se uma rotação em duas dimensões. Contudo o mesmo pode ser feito, também, em um cubo 3-D.

Figura 2.12: Exemplo ilustrativo das operações OLAP.



Fonte: (Han et al. 2012)

2.2.6 Dashboard

Dashboard é uma camada de representação da informação adicionada a uma aplicação de BI que possui vastas informações condensadas, onde são apresentadas aquelas mais qualificadas para acelerar a percepção de mudanças importantes no ambiente em que uma organização se desenvolve e dar suporte à tomada de decisão. Esse tipo de visualização de dados fornece aos gerentes uma perspectiva holística, de nível macro do ambiente que engloba suas organizações. (Keramati e Khatibi 2016).

Segundo Kumar e Belwal (2017), painel de negócios (*dashboard*) pode ser comparado com o painel de um carro. Existe uma miríade de fatores que podem impactar no desempenho do veículo, e a apresentação de informações críticas no painel do carro empodera o seu motorista para avaliar as ameaças presentes do dia-a-dia e decidir que rumo seguir, isto é, quais decisões tomar. De maneira análoga, um painel bem arquitetado é uma ferramenta eficiente de gerenciamento de informações.

2.3 Interoperabilidade e Web Service

2.3.1 Interoperabilidade

Segundo, Farinelli e Almeida (2014) a interoperabilidade é a capacidade de um sistema em compartilhar e trocar informações e aplicações com outros sistemas. Ampliando essa definição, o Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) definiu a interoperabilidade como a habilidade de dois ou mais sistemas em trocarem informações e serem capazes de utilizá-las (Moreno 2016). Pode-se acrescentar, ainda, a capacidade de unidades de equipamento em trabalhar de forma eficiente para fornecer funções úteis obtidas conforme um determinado conjunto de padrões que permitem a promoção de trabalho conjunto em um ambiente de rede (Rezaei et al. 2014). Em outras palavras, a interoperabilidade é a capacidade de vários sistemas e organizações de trabalharem conjuntamente de modo a permitir a interação entre eles e os usuários na troca eficiente de informações (Brasil 2018).

2.3.2 Dimensões da Interoperabilidade

Segundo Sayão e Marcondes (2008) e Farinelli e Almeida (2014), a interoperabilidade está longe de depender somente de requisitos técnicos; ela é considerada como um processo contínuo de assegurar que sistemas, procedimentos e cultura de uma organização sejam gerenciados de tal forma que possibilitem a maximização das oportunidades para intercâmbio e reuso de informação, externa ou internamente. Ainda segundo os autores, o desafio de integrar SI exige um alto grau de cooperação que pode ser diferenciado em pelo menos quatro instâncias: i) acordos técnicos, cobrem formatos e protocolos; ii) acordos sobre conteúdos, incluem acordos semânticos sobre interpretação das mensagens; iii) acordos organizacionais, cobrem definição de processos de negócio e; iv) acordos políticos, onde são definidas as diretrizes e as políticas concernentes. Dessa forma, Rezaei et al. (2014), Farinelli e Almeida (2014) destacam 4 níveis de interoperabilidade:

- **Técnica:** a interoperabilidade técnica abrange padrões de comunicação, transporte, armazenamento e representação das informações. Em geral, a interoperabilidade técnica trata da ligação entre os sistemas de computação por meio da utilização de padrões para a apresentação, coleta, tratamento e transporte dos dados, abrangendo hardware, software, protocolos e processos de negócio. Dessa forma, é importante a busca pela utilização de padrões comuns nas tecnologias desses sistemas. Portanto, o objetivo desse nível é a conexão entre computadores, estão incluídos padrões de conexão de rede, protocolos de comunicação, como: TCP/IP, HTTP, HTTPS, SSH.
- **Sintática:** de forma geral, a interoperabilidade sintática está associada ao formato dos dados. As mensagens que são transmitidas pela comunicação dos processos devem possuir sintaxe bem definida. Ou seja, nesse nível o foco é a formatação e processamento de dados e estão inclusas tecnologias para padrões de troca de mensagens, como XML e JSON.
- **Semântica:** a interoperabilidade semântica é conceituada como a capacidade de dois ou mais sistemas heterogêneos e distribuídos de compartilhar dados cuja transmissão é comumente acordado semanticamente. Em linhas gerais, essa dimensão garante que os dados tenham significados corretamente interpretados dentro do contexto da rede, respeitando a cultura das convenções e terminologias adotadas para cada setor ou organização. Esse nível concentra-se na interpretação dos dados, estão inclusas tecnologias como XML Schemes, Ontologias e JSON Schemes.
- **Organizacional:** a interoperabilidade organizacional diz respeito à capacidade da organização em se comunicar e transferir dados úteis de forma eficaz. Essa dimensão busca alinhamento entre processos e informações presentes na arquitetura colaborativa e seu sucesso depende do sucesso dos aspectos técnicos e semânticos. O intuito desse nível é a interconexão entre processos, SOA é um exemplo de tecnologia para prover esse nível (Siqueira et al. 2016).

Para Brasil (2018) o nível sintático está dentro do nível semântico.

A complexidade em tornar SI interoperáveis exige um sofisticado grau de cooperação que pode ser medidos em níveis de interoperabilidade. Os problemas de interoperabilidade que pertencem a um nível de granularidade mais alto são considerados como superconjuntos de problemas de interoperabilidade que pertencem a um nível inferior (Rezaei et al. 2014)). Complementarmente, a interoperabilidade básica se faz mediante a troca de padrões de mensagens entre os sistemas. A partir da concepção de interoperabilidade semântica, a informação compartilhada é entendida pelos sistemas de acordo com uma formalização dos conceitos que pressupõe um vocabulário padronizado das mensagens (Marin 2010). De acordo com Bittar et al. (2018), a padronização de processos e disponibilidade de informações oriundas de um único banco de dados facilita no acesso às funções estratégicas e resulta em ganhos expressivos de produtividade, eliminando duplicidades e disponibilizando informações integradas que podem ser usadas pelos mais diversos níveis de comando.

2.3.3 Interoperabilidade na Saúde

Os Sistemas da Informação em Saúde (SIS) são definidos como o conjunto de componentes inter-relacionados que coletam, processam, armazenam e distribuem informações que auxiliam nas tomadas de decisões em saúde e na avaliação de organizações de saúde (Marin, 2010). É importante mencionar que esses SI devem, principalmente, contribuir para a melhoria tanto da qualidade quanto da eficiência e eficácia no atendimento em saúde, gerenciando as informações necessárias para que os profissionais de saúde atuem da melhor forma possível, bem como fornecendo recursos fundamentais para o apoio financeiro e administrativo (Bittar, 2018).

Na prática, a utilização desses SI geram diariamente um grande volume de informações nos mais diversos formatos. Ademais, é comum que entidades de saúde distintas utilizem seus próprios sistemas para tratar e armazenar seus dados. Esses fatores impactam negativamente as instituições de saúde que precisam desses dados de forma integrada para o melhor gerenciamento das atividades nessas entidades, havendo, na maioria dos casos, problemas de integração e interoperabilidade (Bittar et al. 2018, Farinelli e Almeida 2014).

A complexidade em tornar SI interoperáveis exige um sofisticado grau de cooperação que pode ser medidos em níveis de interoperabilidade. Os problemas de interoperabilidade que pertencem a um nível de granularidade mais alto são considerados como super conjuntos de problemas de interoperabilidade que pertencem a um nível inferior (Rezaei et al. 2014).

De acordo com Moreno (2016) existem diversos fatores que agem contra o desenvolvimento de uma interoperabilidade ampla em Saúde, tais como problemas relacionados a padronização de estruturas para representação dos dados, a padronização de vocabulários e a adoção de padronização na área. Ainda de acordo com Loreto et al. (2017), garantir a interoperabilidade no ambiente de saúde contínua a ser um desafio, principalmente devido ao grande número de SIS diferentes que as organizações de saúde têm. Mesmo dentro da mesma organização, é comum ter SIS específico para cada serviço médico ou especialidade e estes sistemas são desenvolvidos com base em diversas plataformas tecnológicas e diferentes linguagens de programação. Esta realidade é uma das principais razões pelas quais a interoperabilidade dos sistemas de informação nas instituições de saúde ainda é muito pobre e difícil.

2.3.4 Web service

Os *web services* surgiram para prover sistematicamente a interação entre aplicações da Web, sendo criados inicialmente com base nos protocolos e padrões que já existiam na Web. Assim como conceitua Rao e Su (2004), *web services* podem ser considerados aplicativos modulares independentes, auto descritivos, que podem ser publicados, localizados e invocados pela Web. Um de seus principais objetivos é facilitar a comunicação entre aplicações heterogêneas, definindo uma padronização no processo de descrever, localizar e se comunicar com aplicativos *on-line*. Dessa forma, cada aplicativo se torna um componente acessível que pode ser descrito usando padrões definidos e conhecidos publicamente entre as partes que se comunicam.

Dada a natureza intrinsecamente distribuída e heterogênea da Web, os mecanismos de comunicação devem ser independentes de plataforma, internacionais, seguros e o mais leve possível (Curbera et al. 2002). Partindo desse princípio, surgiu a arquitetura orientada a serviços (SOA). SOA é um estilo arquitetural para sistemas distribuídos, e se tornou um dos estilos mais utilizados no desenvolvimento de sistemas, comumente usados para abordar a interoperabilidade e requisitos de integração. De acordo com Oriol Hilari et al. (2008), a característica principal dessa arquitetura é a construção de soluções de software baseada em um grupo de serviços que se comunicam entre si. Segundo Costa et al. (2016), há duas abordagens principais para implementar serviços SOA: REST e SOAP.

2.3.4.1 Protocolo SOAP

Assim como explana Curbera et al. (2002), o protocolo SOAP foi inicialmente criado pela Microsoft e em seguida passou a ser desenvolvido em colaboração com as empresas IBM, Lotus e Userland. Inicialmente, SOAP vinha do inglês Object Access Protocol, mas em sua versão 1.2 passou a ser chamado somente de SOAP, uma vez que esse protocolo não trabalha somente com objetos, mas também com outros tipos de dados. Esse protocolo é baseado em XML, depende do WSDL (Linguagem de Descrição de *web services*) para descrever a comunicação das partes, e visa viabilizar mensagens e chamadas de procedimento remoto, os chamados RPC. Além disso, o SOAP trabalha sobre protocolos de transportes já vigentes, como é o caso do HTTP e do SMTP. Sendo assim, verifica-se que há, na realidade, dois tipos de requisição no protocolo SOAP. A primeira diz respeito ao RPC, que é similar a outras arquiteturas distribuídas, realizando a conexão entre as partes de forma síncrona, onde o cliente envia a mensagem e aguarda por uma resposta do servidor. A segunda, é a requisição de documento, na qual um documento XML completo é passado entre as partes, dentro de uma mensagem SOAP (Suda 2003, Rahaman et al. 2006).

2.3.4.2 Protocolo REST

Nos últimos anos, os serviços REST se tornaram amplamente usados para construir sistemas distribuídos baseados na Web. Diversas estruturas de desenvolvimento foram criadas e uma vasta literatura técnica foi produzida sobre o projeto e a implementação dos serviços REST. Portanto, a importância do REST no contexto de sistemas baseados em SOA tem ganhado reconhecimento (Costa et al. 2016).

O protocolo REST, do inglês REpresentational State Transfer, define um conjunto de princípios que focam no endereçamento dos estados e na transferência através do HTTP, podendo ser escrito em qualquer linguagem. Basicamente, na arquitetura REST, os dados e as funcionalidades são considerados recursos, e os URI (identificadores de recurso uniforme) são usados como representações para acessar qualquer recurso (Rodrigues et al. 2011).

Embora o REST tenha sido inicialmente descrito no contexto de HTTP, não está limitado a esse protocolo, uma vez que as arquiteturas que o utilizam podem ser baseadas em outros protocolos da Camada de Aplicação. Em um ambiente REST, o armazenamento de dados permanece interno a cada servidor, para que a portabilidade do código

do cliente seja aprimorada, e cada mensagem de solicitação e resposta é composta de um comando (método), um cabeçalho e um corpo. Além disso, os servidores não necessitam preocupar-se com a interface ou o estado do usuário, de forma a beneficiar a escalabilidade do sistema (Castillo et al. 2011, August et al. 2017).

2.3.4.3 RESTful Web Service

Os serviços RESTful são aplicações construídas sobre a arquitetura REST. Eles expõem seus recursos através das URI da web e utilizam quatro métodos principais do HTTP para criar, retornar, atualizar e apagar recursos; são eles: POST, GET, PUT e DELETE (Hamad et al. 2010, August et al. 2017).

Os princípios do serviços RESTful podem ser descritos por cinco características principais (Melnichuk et al. 2018, Hourani et al. 2014). A primeira delas diz respeito à separação cliente-servidor por uma interface uniforme, o que melhora a portabilidade do usuário por inúmeras plataformas. A segunda característica trata do conceito de *stateless*, que indica que nenhum contexto da comunicação com o cliente é salvo no servidor entre cada requisição, fazendo com que os servidores estejam mais visíveis para monitoramento e mais confiáveis para possíveis falhas na rede. O terceiro princípio é a possibilidade de os clientes armazenarem suas respostas em cache para melhorar a eficiência na rede, a escalabilidade e a performance. Finalmente, as quarta e quinta características dizem respeito ao estilo do sistema com relação às camadas hierárquicas e à uniformidade da interface (Garriga et al. 2016).

2.3.4.4 Comparação REST e SOAP

Diante destes dois protocolos de comunicação, surge um debate a respeito de suas diferenças e similaridades, e sobre qual o melhor método para utilizar em diferentes sistemas. Acerca dessa discussão, zur Muehlen et al. (2005) afirmam que os protocolos SOAP e REST não são estritamente opostos. O SOAP é um protocolo geral que pode ser usado como um elemento em inúmeras arquiteturas diferentes, e é voltado para a codificação de mensagens e para a definição de chamadas de funções em XML de forma remota, enquanto o REST possui um estilo arquitetural. A Tabela 2.5 revela possíveis vantagens e desvantagens do usos de

Tabela 2.5: Comparação dos protocolos REST e SOAP

SOAP	REST
É uma tecnologia tradicional e conhecida.	É uma nova tecnologia quando comparada ao SOAP.
No SOAP, a interação cliente-servidor é altamente acoplada.	No REST, a interação cliente-servidor é fracamente acoplada.

No caso da implementação, SOAP ultrapassa o REST, já que existem kits de desenvolvimento estabelecidos no caso do SOAP.	Porém os desenvolvedores do REST argumentariam que o mesmo possui uma interface flexível.
Alterar os serviços no provisionamento do SOAP geralmente significa uma alteração de código complicada no lado do cliente.	A alteração dos serviços no provisionamento do REST não requer nenhuma alteração no código do lado do cliente.
SOAP tem carga útil pesada em comparação com o REST.	REST é definitivamente leve, já que se destina à transferência de dados leves através de uma interface mais comumente conhecida - o URI.
Requer análise de anexo binário.	Suporta diretamente todos os tipos de dados.
SOAP não é amigável com infraestruturas <i>wireless</i> .	REST é amigável com infraestruturas <i>wireless</i> .
Serviços SOAP sempre retornam dados no formato XML.	Enquanto isso, os serviços REST fornecem flexibilidade em relação ao tipo de dado retornado.
Consome mais largura de banda, pois uma resposta SOAP pode exigir mais de dez vezes mais bytes quando comparado ao REST.	Consome menos largura de banda porque sua resposta é leve.
A requisição SOAP utiliza POST e requer que uma solicitação XML complexa seja criada, dificultando o cache de resposta.	API RESTful podem ser consumidas usando solicitações GET simples, e servidores <i>proxy</i> intermediários podem armazenar em cache suas respostas muito facilmente.
SOAP usa API baseadas em HTTP, e suas respostas típicas estão em XML/JSON. Os esquemas de resposta são personalizados por objeto.	Em contrapartida, o REST adiciona um elemento utilizando-se de URI padronizados, e também dá importância ao verbo HTTP usado (ou seja, GET/POST/PUT etc).
Independente de linguagem, plataforma e transporte.	Independente de linguagem e plataforma.
Projetado para lidar com ambientes de computação distribuída.	Assume um modelo de comunicação ponto-a-ponto - não para ambiente de computação distribuído em que a mensagem pode passar por um ou mais intermediários.

<p>Falsa suposição: o SOAP é mais seguro. O SOAP utiliza o WS-Security. O WS-Security foi criado pois a especificação SOAP era independente de transporte e nenhuma suposição poderia ser feita sobre a segurança da camada de transporte.</p>	<p>O REST presume que o transporte será via HTTP (ou HTTPS) e os mecanismos de segurança integrados ao protocolo estarão disponíveis.</p>
<p>É o padrão dominante para serviços da Web e, portanto, tem melhor suporte de outros padrões (WSDL, WS) e ferramenta de fornecedores.</p>	<p>Falta de suporte a padrões para segurança, políticas, mensagens confiáveis, etc., para que serviços com requisitos mais sofisticados sejam mais difíceis de desenvolver.</p>

Fonte: Wagh e Thool (2012). Tradução nossa.

Para analisar o protocolo REST, é necessário revisar suas principais restrições de design, que segundo Pautasso (2014), são: endereçabilidade global através de identificação de recursos, interface uniforme compartilhada por todos os recursos, interações sem estado entre serviços, mensagens auto descritivas e hipermídia. A "endereçabilidade" diz respeito aos identificadores unívocos que devem estar presentes em todos os recursos que forem publicados pelo *web service*. A interface uniforme trata da interação das partes, a qual se dá pelos métodos do contexto do protocolo HTTP, que inclui chamadas padrão como PUT, DELETE, POST, entre outros. A terceira restrição, de interações sem estados ou *stateless*, trata das sessões entre as partes não serem permanentes, isto é, os serviços se estendem além de uma única interação, garantindo que as requisições sejam independentes. A restrição de mensagens auto descritivas diz respeito à troca de mensagens de requisição e resposta, devendo conter tanto os dados quanto os meta-dados correspondentes. E, finalmente, a restrição de hipermídia requer que os recursos estejam relacionados entre si.

Ainda assim, os testes comparativos de desempenho do REST em relação ao SOAP demonstram que o REST se sobressai, uma vez que o mesmo requer muito menos passos e ferramentas em seu desenvolvimento. Tal superioridade pode ser constatada por características que somente o REST possui, como o fato de suas leituras poderem ser armazenadas em cache, e de seus clientes não necessitarem de muita escrita de software, pois um único navegador pode acessar qualquer recurso (August et al. 2017, Hourani et al. 2014). Desde que os dados utilizados no formato JSON, a melhora do REST em relação ao SOAP pode chegar a 75% (van den Broek 2011).

2.3.5 Formato para intercâmbio de dados

JSON (Notação de Objetos JavaScript) é uma linguagem de troca de dados que é legível por humanos e, ao mesmo tempo, fácil para os computadores analisarem e utilizarem. Essa linguagem é diretamente suportada dentro de JavaScript, não requerendo bibliotecas extras para recuperar dados do Document Object Model (DOM) (Nurseitov et al. 2009). Ainda que essa notação tenha sido desenvolvida para a linguagem JavaScript, a mesma é independente da linguagem, e interpretadores são facilmente encontrados em inúmeras

linguagens de programação Web, uma vez que JSON oferece suporte a números inteiros, strings, listas e valores nulos. Além disso, desde outubro de 2013, a ECMA-404 define formalmente JSON como um padrão internacional de processamento de dados (Wehner et al. 2014).

No XML, do inglês eXtensible Markup Language, todos os dados são armazenados em *tags* fechadas estritamente com os dados indexados por rótulos. A especificação da linguagem XML garante que a forma de dados serializados em XML tenha boa segurança e, ao mesmo tempo, a escalabilidade das *tags* na linguagem XML permite que as funcionalidades se adéquem aos *web services* correspondentes (Wang 2011). Por ser uma linguagem de marcação, o XML possui inúmeras semelhanças com o HTML (linguagem de marcação de hipertexto). Porém, como explicam Goyal et al. (2017), ao contrário de HTML, o XML permite que *tags* customizadas sejam declaradas para marcar o documento. As marcas XML podem ser divididas em duas classes, sendo elas de abertura ou de funcionalidade dupla. As *tags* de funcionalidade dupla não requerem nenhuma *tag* de fechamento explicitamente dada.

2.3.6 Comparação JSON e XML

Por serem duas notações utilizadas para o mesmo fim, que é a comunicação entre partes através de um *web service*, XML e JSON possuem semelhanças e diferenças. Como demonstram as Figuras 3 e 4, tanto nos casos de JSON quanto de XML, a estrutura da mensagem pode ser resumida numa árvore. Ao considerar a aplicação de serialização na forma de pares "nome/valor", a estruturas JSON e XML podem ser abstraídas como uma árvore de várias ramificações, organizada hierarquicamente (Wang 2011).

Figura 2.13: Estrutura de árvore das notações XML.

```
{  
  "email": "email@domain.com",  
  "first_name": "Ivan",  
  "last_name": "Ivanov"  
}
```

Fonte: (Melnichuk et al. 2018)

Figura 2.14: Estrutura de árvore das notações JSON.

```
<student email="email@domain.com" firstName="Ivan" lastName="Ivanov">  
</student>
```

Fonte: (Melnichuk et al. 2018)

Apesar dessa similaridade, comparado ao XML, JSON é bastante leve, devido à sua estrutura mais simples, e pode acelerar bastante a velocidade da página de aplicativos (Wang 2011, Goyal et al. 2017). A Tabela 2.3.6 compara as principais características de

ambos, mostrando que em termos de simplicidade e eficiência, JSON torna-se superior ao XML.

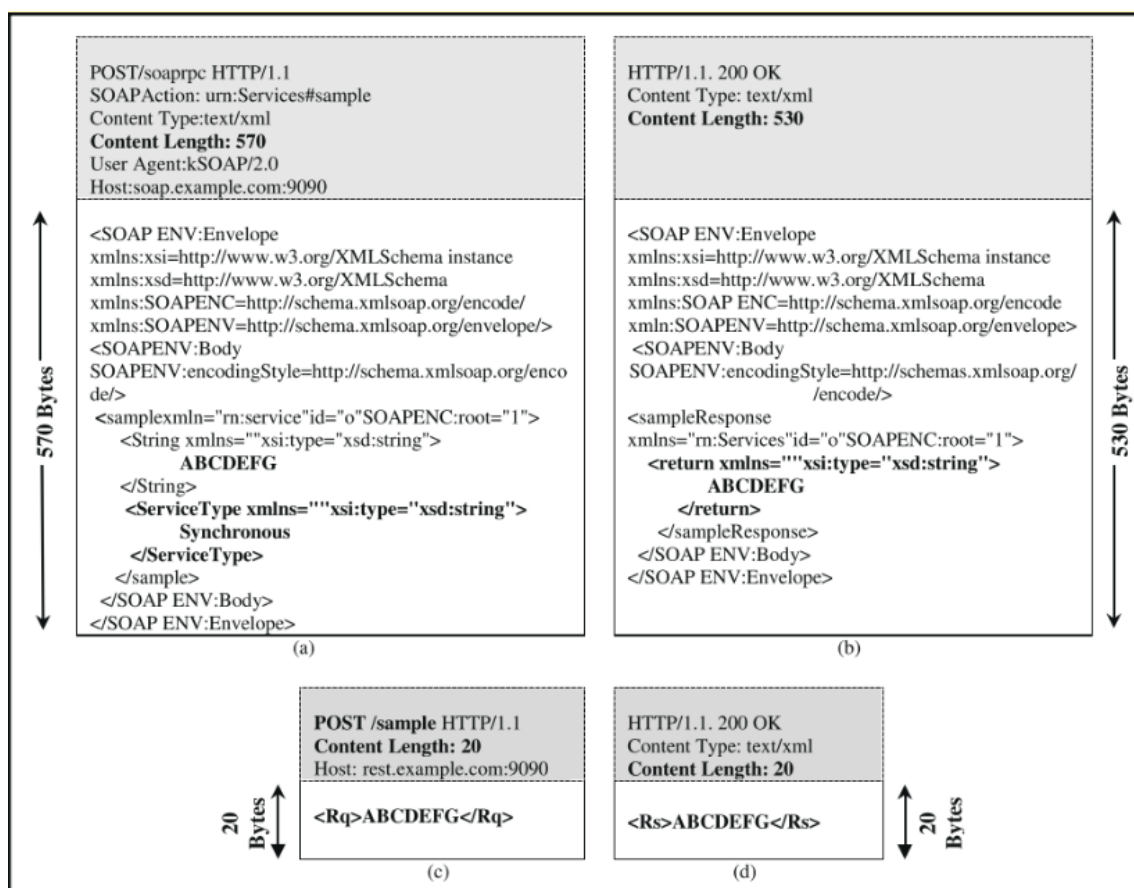
Tabela 2.6: Comparação das características de JSON e XML

XML	JSON
Relativamente difícil para as máquinas de analisar.	Relativamente fácil para as máquinas de analisar.
As <i>tags</i> são usadas para definir dados, resultando em tamanho de carga maior.	Pares de valor/chave são usados para definir os dados, o que equivale a um menor tamanho de carga e melhor indexação.
Desempenho moderado na troca de dados em aplicativos de <i>web service</i> .	Alto desempenho.
XML não oferece suporte a tipos de dados e matrizes.	JSON inclui tipos de dados e matrizes.
Não tão leve e rápido comparado ao JSON.	Muito mais rápido e mais leve.
XML sendo orientado a documento foca no componente estrutural dos dados.	JSON sendo orientado a dados é a versão leve do XML

Fonte: (Goyal et al. 2017). Tradução nossa.

As Figuras 2.15(a) e 2.15(b) ilustram uma amostra das mensagens de requisição e de resposta do SOAP, nas quais a carga é incorporada no envelope SOAP. Enquanto isso, as Figuras 2.15(c) e 2.15(d) mostram que as mensagens HTTP de serviços RESTful são consideravelmente menores em tamanho, quando comparado às mensagens SOAP. Como no REST os recursos podem ser facilmente identificados por seu URI, as extensas análises na invocação de serviços que ocorrem na arquitetura SOAP podem ser evitadas (Mohamed e Wijesekera 2012).

Figura 2.15: Exemplo de mensagens de (a) requisição e (b) resposta na arquitetura SOAP; exemplo de requisição na arquitetura REST e sua (d) resposta.



Fonte: (Mohamed e Wijesekera 2012)

Capítulo 3

Estado da Arte

Foi feita uma pesquisa na literatura com o intuito de encontrar os trabalhos correlatos com o objeto de pesquisa desta tese. As buscas foram realizadas nas bases de dados: Pub/Medline, Scince Direct e IEEE Xplore. Os artigos foram identificados usando a combinação de termos de pesquisa conforme apresentado na Tabela 3.1. Os critérios para a seleção de inclusão dos artigos na amostra foram: (i) revisado por pares; (ii) que apresentasse palavras-chave no título ou no resumo; (iii) escritos na língua portuguesa, inglesa ou espanhola; (IV) está disponível em formato eletrônico, possibilitando, portanto, a busca e extração de informações e; (v) no período de 2013 a 2018, visando garantir uma pesquisa mais recente. Foram excluídos os artigos que não disponibilizaram os resumos publicamente bem como os editoriais e cartas.

Tabela 3.1: Termos utilizados na pesquisa do estado da arte.

Pesquisa de termo	Pubmed	IEEE	Science Direct
telehealth AND evaluation AND monitoring AND results	45	2	18
telehealth AND evaluation AND monitoring AND outcomes	22	3	8
telehealth AND evaluation AND indicator	9	1	2
("business intelligence" OR "data warehouse") AND telehealth	3	0	0
("business intelligence" OR "data warehouse") AND telehealth AND monitoring	1	0	1
("business intelligence" OR "data warehouse") AND telehealth AND evaluation	0	0	1
("business intelligence" OR "data warehouse") AND (nationwide OR national)	119	120	45
("business intelligence" OR "data warehouse") AND (nationwide OR national) AND health	82	16	22
("business intelligence" OR "data warehouse") AND (nationwide OR national) AND integration	5	18	12
("business intelligence" OR "data warehouse") AND (nationwide OR national) AND interoperability	0	0	0
(GIS OR geospatial) AND telehealth	4	1	0
(GIS OR geospatial) AND ("business intelligence" OR "data warehouse")	2	19	7
(GIS OR geospatial) AND health AND ("business intelligence" OR warehouse)	2	5	1

Para obter os dados dos artigos (títulos, DOI, autores e resumos) foi utilizado a ferramenta *Web* chamada *Atena*, a qual além de automatizar a busca dos artigos pelas palavras-chave e por periódico, permite fazer fichamento e categorizar os artigos por *tags*. Os títulos e resumos foram revisados por dois avaliadores que os classificaram em "descartados" e "pré-selecionados". Em seguida, foi feita uma rápida leitura no texto completo dos artigos pré-selecionados para classificá-los como "descartados" ou "selecionadas". Por fim, os artigos selecionados foram lidos na íntegra e seus resumos foram feitos. Um total de 351 artigos foram encontrados utilizando os termos e os critérios de inclusão e exclusão, desses, 73 foram pré-selecionados e, ao final, 28 artigos foram usados em nosso estudo.

Foi feita uma leitura atenta do conteúdo na íntegra de cada um dos artigos selecionados para uma análise comparativa com o estudo desta tese.

3.1 Trabalhos Analisados

Na pesquisa bibliográfica realizada, um importante artigo foi utilizado para a compreensão do estudo do desenvolvimento de sistemas para telessaúde a nível mundial. Em Van Dyk (2014), o artigo tem por objetivo pesquisar e comparar estruturas mundialmente existentes para a implementação de serviços de telessaúde, a fim de identificar temas e formatos comuns, bem como para identificar áreas para o desenvolvimento futuro. Os autores citam como obstáculo maior para o sucesso o fato de muitos erros de implantação serem repetidos em novos projetos enquanto que apenas alguns exemplos de 22 boas práticas são replicadas. No estudo realizado nesse trabalho, em um total de 491 artigos confirmaram que para o sucesso de implantação de novos projetos em telessaúde faz-se necessário além das questões tecnológicas à infraestrutura, legislação, gerenciamento de mudanças e modelos de negócios, o monitoramento e avaliação.

O trabalho de Agboola et al. (2014) revisa estratégias e frameworks para avaliação de telessaúde. O objetivo não foi o de propor um novo quadro de avaliação, mas resumir estratégias atuais de avaliação e delinear medidas práticas para a realização de avaliação no contexto real. Para isso, foi utilizado como estudo de caso o programa de telessaúde Diabetes Connect (DC). O autor cita que existem muitos problemas que dificultam a capacidade de realizar avaliações de programas de telessaúde. Estes podem ser resumidos em três desafios inter-relacionados: (1) a diversidade de programas de telessaúde (isto é, a problemática da interoperabilidade), (2) projetos tradicionais de pesquisa são muitas vezes impraticáveis para avaliação de telessaúde, e (3) programas de telessaúde são complexos e dinâmicos, e quadros de avaliação podem não capturar todas as métricas de processo e seus resultados satisfatoriamente. Assim, ele recomenda uma abordagem pragmática e multi-métodos, que seja flexível e adaptável às características dos programas de telessaúde.

O governo coreano apoia o projeto de telemedicina baseada no médico para o paciente, no entanto, há controvérsias entre as partes envolvidas. Partindo desse pressuposto, o trabalho de Chang (2015) fez uma análise de quadros, metodologias e abordagens de avaliações de telemedicina e telessaúde existentes para então sugerir um quadro conceitual de avaliação abrangente incorporando as principais dimensões, critérios e medidas que precisam ser consideradas na avaliação e implementação de projetos de telessaúde. No estudo, foram identificados três problemas que dificultam as avaliações dos serviços de telessaúde: 1) nenhum padrão universal aceito; 2) diferentes fragilidades das metodologias atuais em termos de adequação e; 3) as avaliações possuem coberturas limitadas, no geral, se concentram em benefício clínicos e custo-benefícios.

Em Lilholt et al. (2015) é descrito a metodologia utilizada para avaliar a usabilidade do sistema de telessaúde denominado Telekit, desenvolvido para testes de Telecare do Norte da Dinamarca. O objetivo foi avaliar possíveis problemas e limitações que poderiam impedir a sua implementação. Os autores utilizaram as dez heurísticas de usabilidade de Jakob Nielsen para design e interação e os problemas foram categorizados de acordo com a classificação de severidade de Folf Molich. No estudo, foi constatado que para o sucesso de um sistema de telessaúde é preciso dar uma atenção especial aos aspectos do usuário.

Em Natsiavas et al. (2016) são apresentadas as principais decisões de design do quadro

de avaliação para o projeto de telessaúde da União Europeia (UE). Trata do desenvolvimento de uma estrutura de avaliação para identificar e mitigar as barreiras estruturais e organizacionais relacionadas à implantação de programas de telessaúde na UE. Foi aplicado um projeto piloto em cinco regiões da UE com o objetivo de desenvolver um modelo KPI (Key Performance Indicators) e identificar as melhores práticas como exemplo para programas semelhantes da UE. As melhores práticas identificadas e os resultados gerais do projeto foram organizados e divulgados através de um livro.

O mecanismo de avaliação do projeto da Coordenação de Atendimento Avançado e Telehealth Deployment (ACT) é um pacote de software que coleta dados iterativos através do processo de extração-transformação-carga (ETL) e o monitoramento e avaliação do processo é feito através de uma interface analítica interativa na Web.

O trabalho de Gogia et al. (2016) trata dos impactos não propositais da implantação dos sistemas de Telessaúde, tanto na perspectiva dos pacientes quanto na dos provedores. Para uma melhor análise, os autores reuniram os principais problemas encontrados, e os classificou em clínicos, pessoais, técnicos, éticos/legais e miscelâneas. Uma ampla gama de problemas foi descrita, e os autores chegaram à conclusão de que muito pode ser feito para evitar os problemas, como a necessidade de padronização com estudos clínicos. Verifica-se que duas principais circunstâncias comprometem a telessaúde: falta de padrões de apoio à integração de componentes de coleta de dados do sistema, e falta de um framework universal para o desenvolvimento dos softwares analíticos. Exemplos de padrões incluem IEEE 11073 - aplicável a dispositivos e sensores, SNOMED-CT para terminologia de saúde, HL7 para mensagens, etc. Teste de interoperabilidade também ajudam na certificação. Iniciativas para a compatibilidade operacional e fluxos de dados interoperáveis entre produtos também foram feitas. Contudo, a aderência e cumprimento das normas, tendem a aumentar a complexidade da interface do usuário, aumentando a resistência à adoção dessa solução.

O trabalho de Alverson et al. (2018) resume o conteúdo de uma conferência intitulada de "Telemedicine & Telehealth Service Provider Showcase"(SPS), que aconteceu em 2017 em Phoenix/Arizona. O SPS 2017 conseguiu identificar e focar soluções para problemas, desafios e barreiras que afetam o segmento de serviços de telessaúde em rápida expansão do setor de saúde. Um dos pontos que a conferência cobre são as métricas aplicadas e as avaliações. Após reafirmar a importância da avaliação, os autores também citam as métricas usadas para avaliar sistemas de telessaúde, que são: acesso à atenção, impacto financeiro, experiência do usuário e eficiência.

Choi et al. (2013) descrevem a elaboração e implementação de uma base dados para pesquisa em pacientes com câncer de próstata na Coreia do Sul. Para desenvolver a estrutura da base de dados, os autores analisaram trabalhos relacionados na base PubMed, fizeram uma revisão no banco de dados CaPSUSRE e, por fim, refinaram os elementos de dados em conjunto com os médicos dos departamentos relacionados. Os dados são obtidos a partir de prontuários eletrônicos (EHR), entrada manual de dados obtidas a partir de resultados de exames digitais, tais como ressonância magnética e até dados de formulários em papéis de pesquisa com pacientes. A partir disso, foi construído o data warehouse clínico. Para o desenvolvimento, foram utilizadas ferramentas proprietárias como o Microsoft SQL Server para a base de dados e a linguagem Java para as interfaces

de interação com usuário. Para validação do sistema, foram utilizados dados do Hospital St. Mary.

O trabalho de Pecoraro et al. (2013) propõe uma arquitetura de data warehouse baseado na infraestrutura tecnológica de prontuário eletrônico do paciente (EHR) desenvolvida na Itália. Sua viabilidade é demonstrada através do desenvolvimento de um *dashboard* definido por um conjunto de indicadores relacionados à patologia do diabetes. De acordo com os autores, vários estudos demonstraram que os EHR podem ser adotados para usos secundários em diferentes domínios, tais como pesquisa clínica, estudos epidemiológicos, clínica ambulatorial, entre outros. Assim, o trabalho descreve as principais vantagens na aplicação de EHR para usos secundários e relata o projeto do data warehouse, expondo sua arquitetura.

Segundo os autores, a integração das informações fornecidas por diferentes organizações e autoridades pode corroborar para o gerenciamento de um plano de saúde abrangente dos pacientes, de maneira que tanto o processo de tomada de decisão quanto a comunicação entre médicos, pacientes e administradores sejam aperfeiçoados.

Em AlHazme et al. (2014) é descrito a elaboração, desenvolvimento e implementação de um CBI (Clinical Business Intelligence) para preencher uma lacuna de integração que existia entre os profissionais/gestores responsáveis pela área da saúde no estado da Flórida/EUA e os dados do Florida Health Data Warehouse (FHDW), visto que a análise era feita de forma off-line, demorava muito e tinha que ser repetida toda vez que a fonte de dados era atualizada. A ferramenta desenvolvida conta com os componentes principais de uma arquitetura de Business Intelligence como ETL, o Data Warehouse e as ferramentas de análise. Para desenvolvimento e escalabilidade, a equipe técnica utilizou tecnologias privadas como Microsoft SQL Server para a base de dados e o Microsoft Sharepoint para o portal de visualização web.

Laws et al. (2014) descrevem a experiência da Rede de Pesquisa Aplicada à Saúde da Comunidade (CHARN) na definição e implementação do data werehouse de “prova de conceito” da Rede de Pesquisa Aplicada à Saúde Comunitária (CHARN), compreendendo dados extraídos principalmente dos EHRs de 18 Centros Comunitários de Saúde (CHCs) nos Estados Unidos e territórios para pacientes com "redes de segurança", ou seja, pacientes que são medicamente carentes e que enfrentam barreiras substanciais para acessar os cuidados de saúde.

Para a implementação do DW, o subcomitê de dados (DS) criou um dicionário de dados padronizado para definir os elementos solicitados e especificou um processo de envio de dados. O banco de dados utilizado foi o Microsoft SQL Server.

Em Nobre et al. (2014) é descrito o planejamento e a construção de um sistema de Business Intelligence, intitulado de (SBIAES), desenvolvido pelo Instituto Politécnico de Coimbra (IPC), o qual analisou os dados advindos do Concurso Nacional de Acesso (CNA), o exame de ingresso ao ensino superior de Portugal. Com dados disponibilizados pela Direção Geral do Ensino Superior(DGES) através do Microsoft Access, uma aplicação cliente captura esses dados e aciona um processo de Extract-Transform-Load (ETL) com Stored Procedures construídas no Microsoft SQL Server 2012. Com as bases de dados integradas em um Data Warehouse, o recurso PowerPivot permite carregar dados do SQL server para folhas do Microsot Excel, sendo esta a ferramenta utilizada para vi-

sualização e navegação dos dados sumarizados. Os dados são atualizados anualmente no mês de outubro e tornou-se possível a análise de dados como a origem educacional dos candidatos, análise do índice de satisfação e de procura do exame ou a preferência entre os cursos.

O trabalho de Qi et al. (2014) analisou os bancos de dados de informações de manutenção e reparo de sistema de transporte ferroviário da linha S1 de trens de levitação magnética (maglev) de baixa velocidade da cidade de Beijing (Pequim/China) e as principais necessidades associadas à tomada de decisão para manutenção remota. Baseado em tecnologias de data warehouse, esse trabalho adotou ferramentas de mineração de dados (em fase de pesquisa teórica) e OLAP para prestar suporte à tomada de decisão. O banco de dados utilizado foi o Microsoft SQL Server 2005 e para a construção dos cubos OLAP foi utilizado o SQL Server 2005 Analysis Services.

Eshow et al. (2014) descrevem o projeto, implementação e uso de um data warehouse que suporta a pesquisa no Gerenciamento de Tráfego Aéreo (ATM) no Ames Research Center da NASA. Atualmente, esse data warehouse, chamado de Sherlock, é crucial na infraestrutura de pesquisa em gerenciamento de tráfego aéreo utilizada pelo Ames e seus parceiros. A criação do Sherlock teve como objetivo criar um repositório centralizado com todas as informações relevantes ao gerenciamento de tráfego aéreo, de forma que permitisse aos pesquisadores buscar, visualizar e extrair informações para seus diversos propósitos. O Sherlock foi implementado no banco de dados Oracle 11g e foi utilizado o aplicativo Oracle Developer Data Modeler para modelar e manter as tabelas do banco de dados. Para o processo de ETL, foi utilizado o Pentaho Data Integration (PDI). A interface interativa Web foi baseada no Oracle Application Express (APEX).

Os dados que alimentam esse data warehouse são oriundos principalmente da National Oceanic and Atmospheric Administration e da Federal Aviation Administration. A NASA tem acordos com ambas organizações para uso e disseminação adequados dos dados. Assim, essas informações já foram utilizadas em uma grande variedade de estudos, que resultaram em trabalhos publicados.

Em Calabrese et al. (2014) é descrito um projeto de sistema de monitoramento contínuo em tempo real, o qual foi desenvolvido de acordo com políticas de gerenciamento do risco relacionado a problemas de instabilidade hidrogeológica. Sendo uma colaboração entre três empresas, o objetivo desse sistema é corroborar com uma cultura de prevenção e predição de eventos de instabilidade do território da Itália. O grupo de empresas criou um data warehouse que possibilitou o desenvolvimento de um sistema de alertas que processa uma grande quantidade de dados para identificar perigos de natureza hidrogeológica. O data warehouse é alimentado com duas fontes de dados: informações ambientais oriundas da rede de estações climáticas, e dados coletados de dispositivos móveis usados por voluntários. Os dados da rede de estações transferem informações acerca de 1085 parâmetros diferentes, como pressão atmosférica, radiação global e temperatura.

O projeto foi desenvolvido para diferentes ações, sendo um de seus módulos um sistema de informações geográficas para monitoramento de riscos naturais em tempo real. Esse sistema coleta, trata e gerencia dados relativos a terreno, condições climáticas, enchentes e infraestrutura, integrando-os de maneira inteligente. Essa integração de informação permite uma visão centralizada, o que habilita o enfrentamento de problemas

relacionados ao gerenciamento de território de uma maneira orgânica e conjunta. Isto, por sua vez, contribui para aumentar a segurança, eficiência e comunicação na preservação da vida.

O trabalho de Cohen et al. (2015) aborda a construção não de um sistema de BI completo, mas apenas a elaboração de um data mart onde são coletados dados clínicos de prontuários eletrônicos, inventários hospitalares, entrada e saída de pacientes e dados de cada departamento de saúde. O objetivo inicial do projeto era mensurar os custos para manutenção de pacientes com infecções resistentes, no entanto, posteriormente passou a ser utilizado para responder uma variedade de questões clínicas e epidemiológicas. As grandes dificuldades descritas pelo trabalho foram: a) localização dos dados: Quais dados estavam disponíveis em todas as fontes e quais destes dados eram relevantes?; b) Lidar com políticas de privacidade diversas para cada fonte de dados; c) Padronização dos dados após obtenção; d) Desenvolvimento de uma política para manter a segurança/privacidade e permitir o compartilhamento destes dados entre as instituições participantes; e) Desenvolvimento de novos métodos para análise e integração de dados; f) Treinamento de pesquisadores para usar o conjunto de dados eficientemente.

Spitzer et al. (2015) descrevem o data warehouse de dados clínicos do grupo médico *Pediatrics*, que representa um sistema eletrônico de captura de dados único para a avaliação de resultados, a gerência de iniciativas de melhoria de qualidade, e a resolução de importantes questões de pesquisa na unidade de tratamento intensivo de neonatal. O *Pediatrics* desenvolveu um sistema proprietário de prontuário eletrônico denominado *BabySteps*, o qual objetivava, em linhas gerais, melhorar a qualidade e eficiência da atenção a saúde enquanto garante segurança e proteção de privacidade adequados. Para encontrar a melhor maneira de extrair os dados desse prontuário eletrônico a fim de utilização tanto clínica quanto de pesquisa, foi desenvolvido o *Pediatrics BabySteps Clinical Data Warehouse*, o qual acredita-se que seja um dos maiores repositórios de dados de recém-nascidos no mundo, contendo informações de mais de 1.050.000 crianças. Os dados contidos no data warehouse são utilizados de uma forma comparativa. Assim, ele tornou-se uma ferramenta decisiva para monitoramento de resultados e avaliação da qualidade do atendimento. Esses dados são atualizados semanalmente, e é possível consultar relatórios de diferentes categorias: relatórios de atividades, de gerência, de morbidade e mortalidade, e relatórios de sumário. Graças a esses relatórios, é possível perceber indicadores da qualidade da atenção sendo prestada tanto em unidades individuais quanto em grupos de unidades pertencentes a uma região. Segundo os autores, uma ferramenta desse nível de sofisticação permite melhorias significativas na atenção à saúde e economia de recursos.

O trabalho de Turley et al. (2016) descreve a construção de um sistemas de saúde de aprendizagem (SSA) dentro do estado da Carolina do Norte (EUA) para fins acadêmicos e não acadêmicos. O objetivo deste sistema é propiciar acesso aos dados a nível de paciente para pesquisa, melhoria da qualidade do atendimento e análise clínica. Para isso, foi desenvolvido um *Data Warehouse de dados clínicos (DWC)* que tem como fonte as várias instituições de saúde presentes no estado. A natureza dos dados para análise varia muito, contemplando dados demográficos, de diagnósticos, dados advindos de processos clínicos, sinais vitais dos pacientes e integrando em formatos de dados como *Comma Separated Value (CSV)* e *flat-files*. A autora ainda destaca a relevância de um processo que

facilite a integração de novos parceiros para o enriquecimento da base dados, bem como a valorização de uma cultura de dados compartilhada e não focada em competitividade entre as instituições que a compõe.

Em Kao et al. (2016) é descrito o desenvolvimento de um sistema de business inteligente voltado para o contexto hospitalar, o qual foi implantado em um hospital regional geral em Taiwan. A arquitetura inclui todos indicadores considerados importantes, além de outros que estão relacionados com a qualidade da atenção à saúde no hospital. Também inclui diagramas de suporte à decisão, análise de indicadores com funções analíticas e de agregação, bem como comparações quantitativas entre departamentos e profissionais da saúde. O sistema desenvolvido fornece acesso fácil a indicadores de gerência médica, permitindo que os administradores e profissionais da saúde aperfeiçoem a qualidade de seu trabalho ao reduzir a ocorrência de problemas e aumentar a eficiência no geral. Os autores demonstraram que as técnicas de BI podem ser usadas até mesmo em áreas não tradicionais do ambiente de atenção à saúde e permitir aos administradores a realização de decisões informadas.

Em Pasyeka e Pasyeka (2016) é apresentado a construção de um Data Warehouse para avaliação de dados educacionais no ensino superior. Dentre as finalidades do projeto, estão a diminuição de custos com os serviços educacionais ofertados, criar condições transparentes e competitivas para o processo educacional e aumentar a competitividade dos graduandos no mercado de trabalho. O desenvolvimento do sistema se baseia em uma arquitetura com 3 camadas, onde na primeira ficaram os data marts de cada departamento baseados em SGBD relacionais; na segunda, os dados foram organizados em estruturas multidimensionais do Oracle SQL Server; e na terceira e última camada, estão as ferramentas de análise e visualização dos dados.

O trabalho de Vallejo-Vaz et al. (2016) fala sobre o lançamento de uma cooperação global que objetiva reduzir as lacunas de conhecimento ao redor do mundo a respeito de uma doença chamada Familiar hypercholesterolaemia (FH), ao informar melhores práticas, ajudar no projeto de triagens clínicas, suportar o desenvolvimento de políticas de saúde e melhorar o tratamento de pacientes acometidos pela FH. Isso será conquistado através do desenvolvimento de uma plataforma eletrônica e data warehouse que permite a validação, limpeza, integração e análise de dados oriundos de diferentes regiões ao redor do mundo.

Os autores explicam que, nos diferentes lugares do mundo e dentre as diferentes iniciativas, existe uma grande variabilidade na prática clínica no que se refere ao tratamento da FH, de sorte que essa falta de uniformidade entre diferentes iniciativas para elevar o nível de conscientização e educação sobre essa doença é difícil, assim como desenvolver esforços para a realização de estudos comparativos. Em suma, a dificuldade surge não apenas pelo fato de que as diferentes iniciativas são desconexas, como também pelo fato de que os dados de saúde relacionados a essa doença estão fragmentados ao longo das diferentes regiões. Essa falta de articulação impossibilitou a integração dos esforços voltados para o estudo e avanço de pesquisas relacionados à FH. Assim, a relevância do trabalho se dá pelo fato de que o compartilhamento de dados de forma estruturada e sistemática permitirá não apenas a superação desses desafios, como também possibilitará a interoperabilidade de regiões internacionais. Graças a esse trabalho, será possível integrar

estudos de todo o mundo e responder questões que não poderiam ser respondidas a partir de apenas estudos individuais.

Traub et al. (2017) desenvolveram um sistema de monitoramento para florestas na Suíça, o National Forest Inventory And Analysis System (NAFIDAS). Os autores destacam a importância desses sistemas serem eficientes quanto ao armazenamento e manutenção dos dados a longo prazo, além de apresentarem uma fonte de dados transparente e confiável para análise ao longo dos anos. Na arquitetura de Business Intelligence, os autores implementam desde o ETL com scripts de processamento específicos para cada fonte, data marts que compõem o Data Warehouse, chegando às ferramentas de consulta pública como painéis, mapas e relatórios. O desenvolvimento foi norteado com ferramentas abertas como Apache Web Server, a linguagem PHP e Javascript, utilizando formatos de trocas de mensagem como JSON, XML ou HTML e uma arquitetura orientada a recursos com REST.

O trabalho de Noce et al. (2017) descreve o processo de implantação da suíte de softwares Pentaho para gestão hospitalar, cruzando dados como a disponibilidade de leitos com o número de pacientes, além da entrada e saída dos mesmos. A base foi obtida de um banco de dados relacional da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (Ebserh) disponibilizado na internet. A construção do Data Warehouse segue a famosa estratégia de modelos multidimensionais com tabelas de fatos e dimensões, sendo estas implementadas em um banco de dados Postgres e utilizando a linguagem PHP para geração dos relatórios e páginas dinâmicas.

O objetivo do trabalho de Gad et al. (2017) é desenvolver um modelo de dados conceitual e a implementação de um data warehouse híbrido para armazenar dados de variáveis de condições climáticas provenientes de estações meteorológicas.

Segundo os autores, o processo de análise de grandes quantidades de dados vem tornando-se um desafio cada vez mais relevante para o campo de análise climática. Assim, um modelo de data warehouse permite a identificação de padrões climáticos que mostram-se úteis para campos de agricultura, estudos de mudanças climáticas e planos de contingência para situações de condições meteorológicas extremas.

Em Villar et al. (2018) é descrito a implementação de um sistema de visualização de dados que permite plotagem e comparação de dados de diferentes regiões da Espanha de forma customizável, utilizando tecnologia OLAP. O sistema desenvolvido pelos autores permite que seus usuários possam navegar e agregar facilmente os dados de observações meteorológicas, de qualidade de ar, de admissão hospitalar de pacientes e visitas a salas de emergência. Os autores mostraram como o desenvolvimento de soluções ETL e OLAP contribuem para a redução da distância entre os dados digitais em geral e a comunidade científica, uma vez que estas ferramentas proporcionam o acesso facilitado a dados de formatos multidimensionais e complexos, que podem consistir de informações estruturadas, semi-estruturadas e até mesmo não estruturadas.

Segundo os autores, a combinação de ferramentas ETL + OLAP representam um forte aliado na tarefa de análise e comparação de dados, permitindo integração de inúmeras fontes e formatos com diferentes níveis de qualidade e granularidade. Ao adotar a utilização de ferramentas mais tradicionais, nota-se que a realização dessas mesmas análises torna-se muito mais difícil. De fato, os autores foram capazes de utilizar a aplicação OLAP

para gerar novos conjuntos de dados a partir de agregações de inúmeras maneiras diferentes dos dados originais. Assim, era possível realizar outras análises baseadas nesses novos dados, e encontrar tendências. Isso ajuda os usuários através de todo o processo de data mining, desde a procura por insights até análises detalhadas em diversas escalas dimensionais. Além disso, os usuários podem instantaneamente configurar e modificar as visualizações, reduzindo consideravelmente o tempo despendido para coletar e comparar conjuntos de dados. Isso, por sua vez, abre novas possibilidades para a exploração de dados.

O trabalho de Wickramasuriya et al. (2013) descreve o desenvolvimento do SMART Infra-structure Dashboard (SID), um Geo-BI para a integração dos dados de diversas agências governamentais com o intuito de dar suporte a gestão e governança dos serviços público de infraestrutura, inclusive para diagnosticar o efeito em um serviço quando um outro apresenta falha. O caso de teste abordou algumas regiões da Austrália. O processo de desenvolvimento se deu identificando, primeiramente, a área de estudo, os usuários interessados (stakeholders) e os tipos de dados a serem coletados. Processos ETL foram utilizados para processar os dados vindos de diversas e heterogêneas fontes (Excel, CSV, shapefiles). Usa Postgres/Postgis para a base de dados e Pentaho para ETL. Yellowfin foi a ferramenta de BI escolhida de acordo com os critérios estabelecidos. O Geoserver é a ferramenta para servir os mapas e dados geográficos. O SID possui um dashboard através do qual é possível gerar relatórios interativos como mapas, gráficos em barra, pizza, etc. Tem suporte a análise multitemporal através de filtros hierárquicos.

O trabalho de Herrera et al. (2015) aborda a utilização de BI para melhorar a eficácia e eficiência do gerenciamento da grande quantidade de informações coletadas através de sistemas VGI (Volunteered Geographic Information), que são sistemas GIS onde o próprio usuário contribui com as informações, deixando de ter um papel passivo, apenas de consulta, e passando a atuar ativamente na inserção de dados. O artigo utiliza como exemplo um sistema para reportar crimes. O trabalho utiliza o MAD Framework (Monitor, Analyze and Drill to detail), que associa cada uma dessas funções a diferentes níveis de informação e principais KPIs. Tem acesso web e móvel, utiliza datawarehouse, ETL, ferramentas OLAP e SOLAP, Hadoop. O sistema é acessado tanto pelo cidadão que reporta crime ou quer consultar onde os crimes tem ocorrido quanto por funcionários do governo (policiais, bombeiros, etc) para tomar conhecimento das ocorrências e planejar ações.

Em Souza Inacio et al. (2016) é apresentado a ferramenta GISTeamed, a qual faz uso de tecnologias Sistemas de Informações Geográficas (GIS) baseada em tempo real para organizar, recuperar e analisar dados epidemiológico com foco em doenças infecciosas (hepatite B, HIV, toxoplasmose, dengue, febre chikungunya e zika vírus), bem como exames de telecardiologia e teledermatologia. O GISTeamed é um módulo integrado ao sistema de telessaúde (STT/SC) do estado de Santa Catarina, ele obtém dados de diversas fontes e fornece interfaces gráficas ricas e personalizadas para pesquisa e visualização. A qualidade do sistema foi avaliado utilizando o modelo baseado na ISO/IEC 25010.

O GISTeamed utiliza processo de ETL para coletar dados estruturados (relacionais) e semi-estruturados (PACS, DICOM) e os converte em documentos XML e, em seguida, envia-os via HTTP POST para o componente do mecanismo de pesquisa, o qual é res-

ponsável pela indexação dos dados recebidos bem como pela execução de operações de busca e recuperação de acordo com as consultas enviadas pela interface do usuário.

Os trabalhos relacionados ao termo "telehealth and evaluation" em combinação com os termos "results" ou "outcomes" ou "indicator", em geral, focam no desenvolvimento teórico de instrumentos capazes de avaliar diferentes aspectos da telessaúde, permitindo uma melhor análise da qualidade dos serviços oferecidos (Van Dyk 2014, Agboola et al. 2014, Chang 2015, Gogia et al. 2016, Lilholt et al. 2015). O trabalho de Natsiavas et al. (2016) é o que mais se assemelha com o estudo desta tese visto que criaram indicadores-chave de performance (KPI) para avaliação de um sistema de telessaúde, porém eles não propuseram um conjunto de dados mínimos e nem um padrão de interoperabilidade a serem utilizados em âmbito nacional e em decorrência disso, possuem dificuldades com a granularidade dos dados fornecidos pelas partes interessadas regionais.

Observa-se que na literatura existem diversos trabalhos relacionados a arquitetura de *business intelligence* e *data warehouse*, que abordam desde modelos teóricos de arquiteturas, até aplicações construídas com o propósito de lidar com grande volume de dados e auxiliar na tomada de decisão. Há estudos baseados em dados de registro eletrônico de paciente e/ou dados hospitalares (Pecoraro et al. 2013, AlHazme et al. 2014, Laws et al. 2014, Cohen et al. 2015, Spitzer et al. 2015, Kao et al. 2016), focados na educação (Nobre et al. 2014, Turley et al. 2016, Noce et al. 2017), concentrados em dados relativos a determinado tipo de doenças (Choi et al. 2013, Vallejo-Vaz et al. 2016) e nas mais diversas áreas: transporte ferroviário (Qi et al. 2014), tráfego aéreo (Eshow et al. 2014), hidrogeologia (Calabrese et al. 2014), monitoramento de floresta (Traub et al. 2017), meteorologia (Villar et al. 2018), serviços públicos de infraestrutura (Wickramasuriya et al. 2013) e criminal (Herrera et al. 2015). No entanto, o SMART é a primeira plataforma *on-line* totalmente integrada projetada para fornecer funcionalidades como pesquisa, recuperação, análise e visualização eficiente de dados relacionados com a avaliação de resultados de um programa de telessaúde a nível nacional.

3.2 Estudo Comparativo

Considerando os trabalhos apresentados, observa-se alguma relação com temas abordados nesta tese. A Tabela 3.3, apresenta as principais características utilizadas para comparar os trabalhos analisados com o objeto de estudo desta tese.

Tabela 3.2: Critérios utilizados no estudo comparativo.

Sigla	Significado
AT	Aplicado a telessaúde?
AV	Propõem e/ou possui modelo de avaliação?
IAV	Implementa o modelo de avaliação?
NAC	Aplicado a nível nacional?
WEB	Acessível a qualquer momento e em qualquer lugar?
PIN	Faz uso de padrões de interoperabilidade?
INT	Integra dados fornecidos por sistemas de informação heterogêneos e desenvolvidos por diferentes instituições?
DW	Faz uso de técnicas e arquiteturas de data warehouse?
OLAP	Possui interface analítica interativa?
GIS	Possui dados georreferenciados e possibilita a análise baseada em mapas?
DP	Desenvolvimento próprio, isto é, não faz uso de ferramentas de terceiros?
SL	Faz uso de tecnologias <i>open source</i> ?
GD	Os dados estão geograficamente distribuídos?

A Tabela 3.2 apresenta um comparativo entre os trabalhos relacionados e o trabalho apresentado nesta tese conforme os critérios definidos na Tabela 3.3. Os artigo (linhas) e os critério (colunas) são classificados da seguinte forma: 1) a letra "X" indica que o artigo tem relevância com o critério; 2) o caractere "-" indica que o artigo não apresenta de forma clara a relevância com o critério ou não é possível fazer a classificação e; 3) nada é indicado, nesse caso, o trabalho não possui relevância.

Capítulo 4

Método Proposto

Para Brooks et al. (2015), não faltam oportunidades na área de saúde para usar ferramentas e análises de BI para ajudar a aumentar a eficiência. No entanto, a implantação de uma solução de BI é muita vezes complicada pela necessidade de integrar dados de diferentes fontes e em diversos formatos. Na área de telessaúde, os trabalhos pesquisados demonstram que o uso de BI ainda é uma lacuna que precisa ser preenchida (Capítulo 3). Visando superar esses desafios, este Capítulo irá descrever o SMART, uma arquitetura fundamentada nos paradigmas de *Business Intelligence (BI)* e Arquitetura Orientada a Serviço (SOA) baseado em REST para integrar as plataformas de telessaúde heterogêneas desenvolvidas pelos NT.

Visando um melhor entendimento, este Capítulo está subdividido nas seguintes seções. Na Seção 4.1 serão apresentadas as alegações iniciais que culminaram no desenvolvimento do SMART. Na Seção 4.2 é apresentada a modelagem dimensional do DW. Na Seção 4.3 é apresentado o modelo nacional de interoperabilidade especificado para permitir o intercâmbio de dados entre os SI desenvolvidos pelos núcleos com o SMART. Na Seção 4.4 é descrito a arquitetura e as funcionalidades de seus componentes. Na Subseção 4.4.4 é apresentado o fluxo do processo desde a recepção dos dados de produção até a execução do componente ETL. E, por último, a Seção 6.4 descreve as tecnologias utilizadas para implementação do SMART.

4.1 Contextualização

Conforme foi visto no Capítulo 1 deste trabalho, com a expansão do PTBR-Redes, ampliam-se também as necessidades de monitoramento e avaliação dos serviços de forma a permitir o aprimoramento e sustentabilidade do Programa. Neste aspecto, com o intuito de acompanhar o andamento das ações do Programa, a coordenação do PTBR-Redes utilizou-se de planilha eletrônica (ver Anexo B), a qual era preenchida mensalmente pelos NT e enviada para a coordenação.

As planilhas não têm recursos para entrega rápida das respostas, pois dependem apenas do recurso computacional da própria máquina. Além disso, esse tipo de planilha é limitada quanto à quantidade de registros e os dados podem ser alterados. O tempo gasto para gerar uma informação era inaceitável para fins de tomada de decisão.

Para continuar a expansão do Programa, era imprescindível o uso de uma solução

tecnológica que possibilitasse coletar, organizar e processar os dados de telessaúde produzidos pelos NT para transformá-los em informações. Segundo Olszak e Ziembra (2007), a tomada de decisão baseada em informações estratégicas é sempre muito mais assertiva.

Considerando essas necessidades, o *Business Intelligence* se apresenta como uma solução preciosa ao fornecer as informações certas, para a pessoa certa, no formato certo e no tempo hábil para apoiar melhor o processo de tomada de decisão (Saqib et al. 2018).

A arquitetura proposta tem como premissa básica a de que toda informação produzida pelos núcleos de telessaúde esteja em um repositório central, possibilitando dessa forma, o acesso às informações relevantes de forma ágil, eficiente e confiável, dando assim, agilidade e assertividade à decisão. Para que isso fosse possível, fez-se necessário criar um *data warehouse* (Seção 4.2); especificar um modelo nacional de interoperabilidade a ser adotado por todos os SI no âmbito do PTBR-Redes (Seção 4.3) e; especificar, implementar e implantar uma arquitetura que possibilitasse integrar todas as plataformas de telessaúde existentes no Brasil (Seção 4.4).

O documento norteador para o desenvolvimento do SMART foi a NT5 (Anexo C). Além dela, foram analisadas todas as planilhas de monitoramento utilizados pela coordenação do PTBR-Redes e houve várias reuniões com gestores da coordenação do PTBR-Redes e gestores da coordenação de NT para entender a estrutura, as políticas e as operações do PTBR-Redes. O principal objetivo foi identificar soluções que possibilitassem o aumento da eficiência e a efetividade das relações dos NT com a coordenação do PTBR-Redes, facilitando e otimizando os trabalhos com recursos tecnológicos viáveis. Foram identificados cinco processos de negócios baseados no NT5 e nas planilhas eletrônicas utilizadas pela coordenação do PTBR: 1) análise da produção de teleconsultorias; 2) análise da produção de SOF; 3) análise da produção de telediagnóstico; 4) análise de participações em tele-ducção e; 5) análise do impacto da cobertura de telessaúde.

O projeto de um *data warehouse* tem características únicas quando comparado ao projeto de banco de dados tradicionais, pois depende de bases de dados existentes, conhecidas como fonte de dados, de onde os dados são extraídos, transformados e agregados. Um dos desafios deste trabalho concentra na obtenção desses dados, pois:

- Os dados são provenientes de sistemas heterogêneos desenvolvidos pelos NT;
- Os dados estão armazenados em diversas fontes com diferentes tipos e formatos, como por exemplo XML (Extensible Markup Language), planilha eletrônica em CSV (comma-separated values), HTML (Hypertext Markup Language), JSON (JavaScript Object Notation);
- Não foram encontradas soluções comerciais que se moldassem à realidade dos processos de negócio do PTBR-Redes;
- Toda produção de informação é baseada em planilhas eletrônicas;
- A informação produzida deve estar disponível para todos os gestores de NT;
- Falta de documentação para os dados produzidos pelos sistemas de informação do SUS;

- Frequente atualização da base de dados CNES;
- Existência de tabelas como CID, CBO, DeCS que sofrem frequentes atualizações, mudando a classificação.

4.2 Projeto do Data Warehouse

Esta seção tem como objetivo abordar a temática da construção do modelo dimensional do *data warehouse*. O processo empregado é composto por um compêndio de técnicas e procedimentos obtidos na literatura, descrita na Subseção 2.2.2. A Subsubseção 2.2.3.1 descreve que para a construção de um DW faz-se necessário antes definir qual metodologia seguir para a sua implementação, visto que existem duas abordagens distintas: top-down e bottom-up.

Para o projeto do DW neste trabalho foi utilizada a abordagem bottom-up de (Kimball e Ross 2013), visto que o desenvolvimento do SMART foi feito de forma progressiva e por processo de negócio. Essa metodologia permitiu um desenvolvimento mais célere, concentrando-se na construção de *data marts* individuais.

O modelo dimensional escolhido foi o estrela, tendo em vista a sua facilidade de implementação em SGBD relacionais, seu bom desempenho devido ao menor número de junções e sua ampla utilização na concepção de modelo de dados para *data warehouse* (Subsubseção 2.2.3.2).

As próximas subseções descrevem de forma estrutural as fases do projeto do modelo dimensional dos cinco processos de negócio mencionados na seção anterior, as quais são baseadas no ciclo de vida proposto por Kimball (Subsubseção 2.2.3.1): 1) selecionar o processo de negócio; 2) selecionar a granularidade; 3) escolher as dimensões e; 4) identificar os Fatos.

4.2.1 Processo de Negócio de Produção de Teleconsultoria

Este processo de negócio tem como objetivo obter informações relacionadas com a produção de teleconsultorias. Relembrando, que, uma teleconsultoria pode ser do tipo síncrona ou assíncrona e deve ser respondida no máximo em até 72 horas (Subsubseção 2.1.4.2).

Pretende-se que todas as métricas relativas a este processo de negócio fossem capazes de gerar as seguintes informações:

- Grau de satisfação das respostas de teleconsultorias;
- Intenção de Encaminhamento de Teleconsultorias;
- Mapa de geolocalização de Teleconsultorias Respondidas;
- Número de Estabelecimentos;
- Número de Municípios;

- Número de Pontos de Telessaúde em Teleconsultoria;
- Número de Solicitantes (CPF únicos);
- Número de Teleconsultorias respondidas antes e depois de 72 horas;
- Número total de solicitantes (CPF únicos) de Teleconsultoria;
- Resolução de Dúvidas de Teleconsultorias Teleconsultorias respondidas;
- Teleconsultorias respondidas por tipo;
- Tempo médio de Teleconsultorias assíncronas respondidas.

Para qualquer uma dessas informações, deve ser possível realizar pesquisas por região, estado, município, estabelecimento, equipe, núcleo, plataforma de telessaúde com opção de cruzar informações por CBO, CID, CIAP, bem como, filtrar por período, mês, bimestre, trimestre, semestre, ano e, somente teleconsultoria oriunda de profissionais mais médicos.

Para este processo de negócio, o *data mart* possui três estrelas: "Teleconsultoria", "Teleconsultoria por CID" e "Teleconsultoria por CIAP". As tabelas de fatos das duas últimas estrelas são idênticas a primeira, diferenciando-se pelo fato da primeira se encontrar menos agregada.

Optou-se por criar estrelas específicas para classificação CID 10 e CIAP 2 invés de simplesmente adicionar essas classificações como duas dimensões na estrela teleconsultoria, porque aquelas são poucas utilizadas em comparação com esta. Além disso, adicionar duas dimensões na tabela de fato da estrela "Teleconsultoria" acarretaria no refinamento da granularidade e, conforme visto na Subseção 2.2.3, quanto mais fina a granularidade, menor será a velocidade das consultas.

4.2.1.1 Estrela Teleconsultoria

As principais dimensões para esta estrela e as demais outras são DIM_TEMPO e DIM_ESTABELECIMENTO. A granularidade escolhida para a dimensão tempo foi o mês, pois é o menor nível de informação para todas as questões e, o nível de hierarquia escolhido varia de mês (dado mais detalhado) até ano (dado mais agregado).

Quanto à dimensão DIM_ESTABELECIMENTO, a granularidade escolhida é o estabelecimento de saúde, sendo este representado o dado mais detalhado e o atributo país representando o dado mais agregado. Essa dimensão contém uma hierarquia composta pelos atributos estabelecimento, município, estado, região e país, indicando que os estabelecimentos estão agrupados em municípios, que por sua vez estão agrupados em estados, estes agrupados em regiões que por vez estão agrupados no país Brasil.

A importância da definição da granularidade e do nível de hierarquia na modelagem de um *data warehouse* são discutidos na Subseção 2.2.3.

Do conjunto de dados mínimo de Teleconsultoria (Apêndice A) obtêm-se vários atributos textuais: 1) se a teleconsultoria evitou o encaminhamento do paciente; 2) se o solicitante tinha intenção de encaminhar o paciente; 3) grau de satisfação do solicitante quanto

a sua teleconsultoria; 4) se a teleconsultoria resolveu a sua dúvida; 5) se a teleconsultoria tem potencial para ser transformada em uma SOF e; 6) Tipo de informação na qual a resposta da solicitação foi baseada. No modelo relacional, cada atributo desse é uma tabela que contém uma chave primária, um código e o texto. A primeira vista, pensou-se em criar uma tabela de dimensão para cada um desses atributos textuais, porém, isso iria acarretar em várias dimensões de hierarquias de nível único, ocasionando em muitas chaves estrangeiras na tabela de fato correspondente. Como solução, utilizou-se a técnica de *Junk Dimensions* proposta por Kimball (Subseção 2.2.3), como resultado obteve-se a tabela de dimensão DIM_TC_TIPO.

Granularidade

Em relação à granularidade escolhida, esta estrela representa teleconsultorias respondidas num mês, de um determinado estabelecimento, de uma equipe, por NT, por plataforma de telessaúde, por classificação CBO e pelos critérios de avaliação.

Escolha das Dimensões

As dimensões criadas para esta estrela são:

- DIM_ESTABELECIMENTO
- DIM_NUCLEO
- DIM_PLATAFORMA
- DIM_CBO
- DIM_TEMPO
- DIM_EQUIPE
- DIM_TC_TIPO

Escolha dos Fatos

O esquema estrela Teleconsultoria contempla a tabela de fato com as métricas descritas na Tabela 4.1 abaixo:

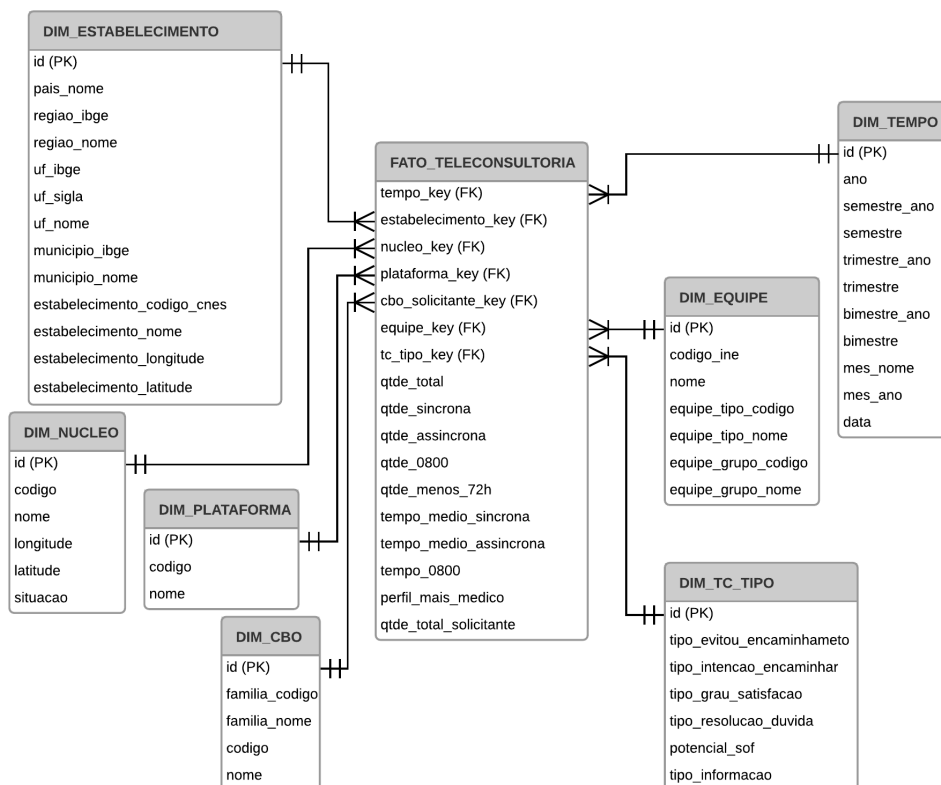
Tabela 4.1: Fatos relativos a tabela de fato FATO_TELECONSULTORIA.

Fato	Tipo	Descrição
qtde_total	Fato aditivo	Total de teleconsultorias respondidas.
qtde_sincrona	Fato aditivo	Total de teleconsultorias respondidas do tipo síncronas.
qtde_assincrona	Fato aditivo	Total de teleconsultorias respondidas do tipo assíncronas.
qtde_0800	Fato aditivo	Total de teleconsultorias 0800.
qtde_menos_72h	Fato aditivo	Total de teleconsultorias respondidas em menos de 72 horas.
tempo_medio_sincrona	Fato aditivo	Tempo médio em horas das teleconsultorias do tipo síncrona. O tempo médio é calculado pela diferença entre data de resposta e a data da solicitação.
tempo_assincrona	Fato aditivo	Tempo médio em horas das teleconsultorias do tipo assíncrona.
tempo_medio_0800	Fato aditivo	Tempo médio em horas das teleconsultorias do tipo 0800.
qtde_total_solicitante	Fato aditivo	Número total de solicitantes (CPF únicos).
perfil_mais_medico	Fato não-aditivo	Sim ou Não. Se sim, o solicitante é um profissional do programa Mais Médico.

Esquema apresentado

Após a definição das dimensões e dos fatos, foi elaborada o DER do esquema estrela Teleconsultoria conforme mostra a Figura 4.1.

Figura 4.1: DER do esquema estrela Teleconsultoria.



Fonte: autoria própria.

Os atributos estabelecimento_latitude e estabelecimento_longitude na tabela dimensão DIM_ESTABELECIMENTO foram inclusos para subsidiar a construção de mapas de geolocalização.

O atributo familia_nome do esquema DIM_CBO foi inserido para permitir a busca de dados consolidados por família CBO. A dimensão DIM_EQUIPE contém uma hierarquia composta pelos atributos nome, equipe_tipo_nome e equipe_grupo_nome, indicando que as equipes são agrupadas em tipos de equipe, que por sua vez estão agrupado em grupos de equipes.

Observa-se pela cardinalidade que todos atributo de chave estrangeira (FK) na tabela de fatos estão associados a pelos menos uma linha na tabela de dimensão. Como nem toda teleconsultoria possui uma equipe associada, foi criado na tabela dimensão de equipe o registro "Não aplicável" para evitar deixar nulo no atributo equipe_key. Essa técnica é recomendada por (Kimbal e Ross 2013, p.48).

4.2.1.2 Estrela Teleconsultoria por CID

Esse esquema estrela foi criado visando contemplar as teleconsultorias segundo alguma classificação CID 10. Análogo ao esquema estrela "Teleconsultoria", as tabelas de fato são iguais e compartilham as mesmas dimensões, com a adição de uma nova, chamada de DIM_CID10.

A granularidade dessa estrela é mais fina do que a de Teleconsultoria, pois além de possuir todos os níveis de agregação desta, possui o nível de detalhamento pela classificação CID 10.

4.2.1.3 Estrela Teleconsultoria por CIAP

Nesta, o esquema estrela foi criado para contemplar as teleconsultorias segundo alguma classificação CIAP 2. As dimensões escolhidas para essa estrela são as mesmas que foram definidas para a estrela Teleconsultoria, exceto pela adição da dimensão DIM_CIAP2.

A granularidade dessa estrela é mais fina que do que a de Teleconsultoria, pois além de possuir todos os níveis de agregação desta, possui o nível de detalhamento pela classificação CIAP 2.

4.2.2 Processo de Negócio Produção de SOF

Este processo de negócio tem como missão representar o resultado do fluxo do processo de construção de uma SOF. Conforme foi descrito na Subsubseção 2.1.4.3, uma SOF são perguntas que são selecionadas a partir das teleconsultorias e armazenadas em uma biblioteca pública para pesquisa.

Esse *data mart* possui apenas a estrela SOF.

4.2.2.1 Estrela SOF

No que diz respeito a estrela SOF, está é constituída pela tabela de fato FATO_SOF. Esta tabela possui todas as métricas relativas ao fluxo de elaboração da SOF.

Granularidade

A granularidade desta estrela representa o resultado do andamento da elaboração de SOF em um mês, de um núcleo, por classificação CIAP 2, por classificação CBO e pela classificação dos DeCS da Bireme.

Escolha das Dimensões

As dimensões presentes nessa estrela são:

- DIM_NUCLEO
- DIM_DECSBIREME

- DIM_CBO
- DIM_TEMPO
- DIM_CIAP2

Escolha dos Fatos

A tabela de fatos possui as métricas descritas na Tabela 4.2 abaixo.

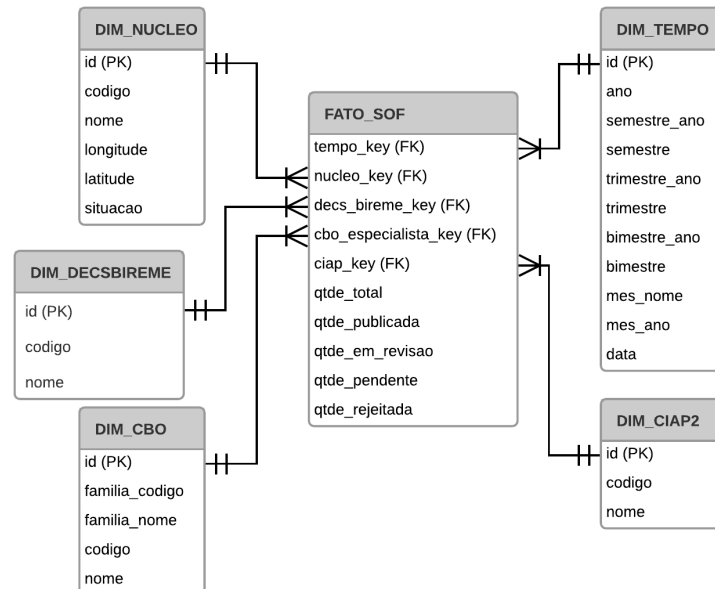
Tabela 4.2: Fatos relativos a tabela de fato FATO_SOF.

Fato	Tipo	Descrição
qtde_total	Fato aditivo	Quantidade total de SOF.
qtde_publicada	Fato aditivo	Quantidade de SOF publicadas.
qtde_em_revisao	Fato aditivo	Quantidade de SOF em processo de revisão.
qtde_pendente	Fato aditivo	Quantidade de SOF necessitando algum ajuste.
qtde_rejeitada	Fato aditivo	Quantidade de SOF não aprovada para publicação.

Esquema apresentado

Uma vez definidas as dimensões e os fatos, foi elaborada a representação do esquema assim como apresentado na Figura 4.2.

Figura 4.2: DER do esquema estrela SOF.



Fonte: autoria própria.

4.2.3 Processo de Negócio de Produção de Telediagnóstico

O presente processo de negócio tem como meta colher informações sobre a produção de telediagnóstico produzidas pelos NT em todo Brasil. Recordando que em um telediagnóstico, exames são enviados ao NT para a realização do laudo por um especialista (Subsubseção 2.1.4.4).

O *data mart* para esse processo de negócio deve subsidiar a geração dos seguintes indicadores:

- Mapa de geolocalização de telediagnóstico realizados;
- Número de telediagnósticos realizados;
- Número de solicitantes;
- Telediagnóstico por Equipamento;
- Telediagnóstico por Tipo de Exames;
- Tempo médio de emissão de laudo de Telediagnóstico.

Além dos indicadores mencionadas acima, esse processo de negócio deve contemplar registros sobre a produção da Oferta Nacional de Telediagnóstico (ONTD) (Subseção 2.1.5) e deve obter informações sobre:

- Percentual de execução da meta por especialidade ofertada ou convênio firmado;
- Número e percentual de exames solicitados por tipo de prioridade;
- Número total de laudos solicitados e realizados;
- Tempo médio de espera, em dias, do paciente para realização do exame solicitado;
- Tempo médio, em horas, para o envio do exame do estabelecimento ao núcleo especialista;
- Tempo médio de espera, em horas, do exame para laudo;
- Tempo médio, em horas, para a realização do laudo pelo núcleo especialista;
- Tempo médio, em horas, entre o término do laudo até a entrega do mesmo;
- Tempo médio, em dias, desde a solicitação do exame até a entrega do laudo.

Baseada nas especificações acima, foram previstas duas estrelas para o *data mart* desse processo de negócio, são elas: estrela Telediagnóstico e ONTD.

4.2.3.1 Estrela Telediagnóstico

Essa estrela contempla todos os indicadores previstos relativo a produção de telediagnóstico.

Granularidade

No que diz respeito a granularidade escolhida, essa estrela representa um mês, de um estabelecimento de saúde, de uma plataforma, de um núcleo, por tipo de equipamento, por tipo de exame e por ocupação conforme classificação CBO.

Escolha das Dimensões

As dimensões escolhidas são:

- DIM_TEMPO
- DIM_ESTABELECIMENTO
- DIM_NUCLEO
- DIM_PLATAFORMA
- DIM_EQUIPAMENTO
- DIM_CBO
- DIM_TIPO_EXAME

Escolha dos Fatos

As métricas escolhidas para esta tabela de fato são apresentadas na Tabela 4.3 descrita abaixo:

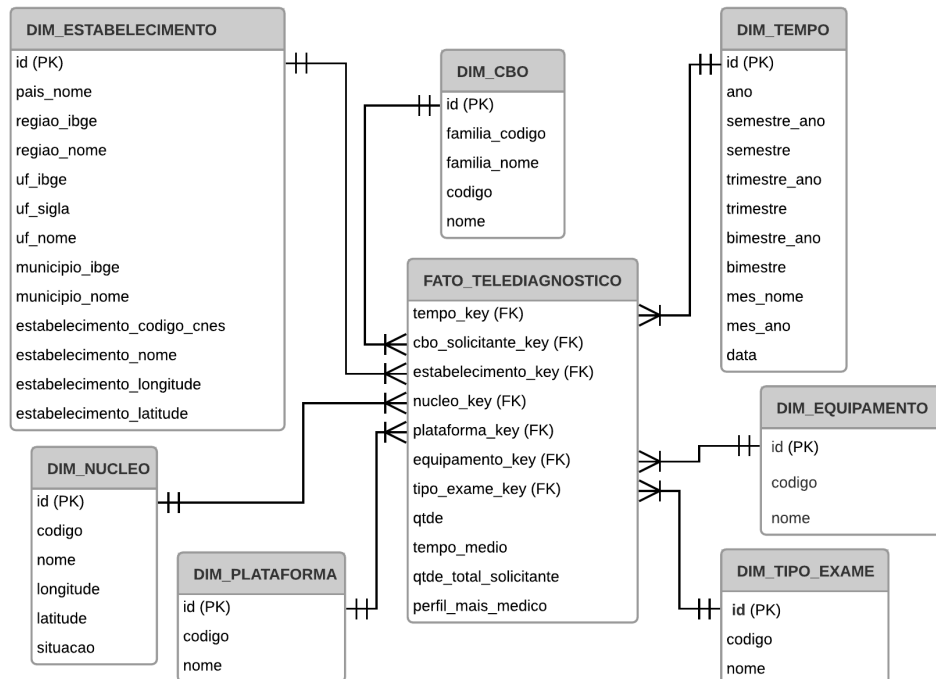
Tabela 4.3: Fatos relativos a tabela de fato FATO_TELEDIAGNOSTICO.

Fato	Tipo	Descrição
qtde	Fato aditivo	Número total de telediagnósticos.
tempo_medio	Fato aditivo	Tempo médio de elaboração do laudo (minutos). É calculado a partir da diferença entre a data da realização do exame e a data da conclusão do laudo.
qtde_total_solicitante	Fato aditivo	Número total de solicitantes (CPF únicos).
perfil_mais_medico	Fato não-aditivo	Sim ou Não. Se sim, o solicitante é um profissional do programa Mais Médico.

Esquema apresentado

O DER do esquema estrela "Telediagnóstico" é apresentado na Figura 4.3.

Figura 4.3: DER do esquema estrela Telediagnóstico.



Fonte: autoria própria.

4.2.3.2 Estrela ONTD

Essa estrela tem o propósito de armazenar os dados agregados relativos à Oferta Nacional de Telediagnóstico.

Granularidade

O nível de agregação escolhido para essa estrela é representado pelo mês, por um estabelecimento, um NT, um NT especialista, um convênio, uma especialidade, um tipo de atendimento, um CBO do médico solicitante, um CBO do médico especialista e um CBO do profissional que realiza o exame..

Escolha das Dimensões

As dimensões escolhidas devem possibilitar a consolidação dos dados por profissional que solicita o exame (CBO), profissional que lauda o exame (CBO), localidade onde o exame foi realizado (Estabelecimento de saúde, IBGE municípios, estado), núcleo de telessaúde que realiza o exame, núcleo especialista de telessaúde que realiza o laudo do exame, tipo de especialidade ofertada (Retinografia, Eletrocardiografia ou Dermatologia),

tipo de prioridade (urgência, prioritário ou eletivo). Nesse aspecto, as dimensões escolhidas são:

- DIM_ESTABELECIMENTO
- DIM_PLATAFORMA
- DIM_NUCLEO
- DIM_CBO
- DIM_TEMPO
- DIM_ESPECIALIDADE_OFERTADA
- DIM_TIPO_PRIORIDADE
- DIM_CONVENIO

Escolha dos Fatos

As métricas definidas para essa tabela de fatos encontra-se descritas na Tabela 4.4.

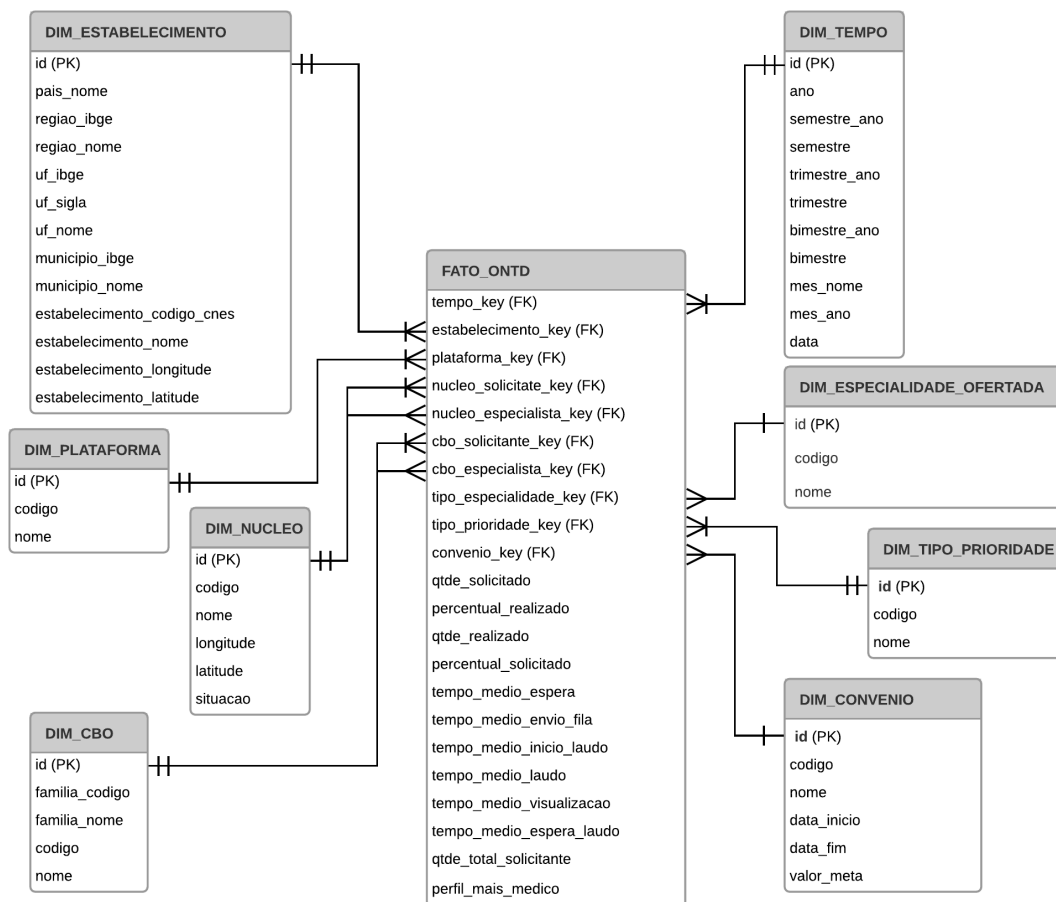
Tabela 4.4: Fatos relativos a tabela de fato FATO_ONTD.

Fato	Tipo	Descrição
qtde_solicitado	Fato aditivo	Número total de laudos solicitados.
qtde_realizado	Fato aditivo	Número total de laudos realizados.
percentual_realizado	Fato Não-aditivo	Percentual que define o total de exames realizados por tipo de agrupamento. É calculado em tempo de execução, pois depende do agrupamento informado no Painel de Indicadores.
percentual_solicitado	Fato Não-aditivas	Percentual que define o total de exames realizados por tipo de agrupamento. É calculado em tempo de execução, pois depende do agrupamento informado no Painel de Indicadores.
tempo_medio_espera	Fato aditivo	Tempo (em dias) médio de espera do paciente para realização do exame. Tempo calculado pela diferença da data da realização do exame no estabelecimento a data da solicitação do exame.
tempo_medio_envio_fila	Fato aditivo	Tempo (em horas) decorrido para o exame entrar na fila nacional. Tempo obtido a partir da diferença entre a data/hora da entrada do exame fila nacional e a data/hora da realização do exame no estabelecimento.
tempo_medio_inicio_laudo	Fato aditivo	Tempo (em horas) decorrido para iniciar o laudo. Tempo obtido a partir da diferença entre a data/hora do início do laudo e a data/hora da entrada do exame na fila nacional.
tempo_medio_laudo	Fato aditivo	Tempo (em horas) decorrido para realização do laudo. Tempo calculado pela diferença da data/hora do término do laudo e a data/hora do início do laudo.
tempo_medio_visu- alizacao	Fato aditivo	Tempo (em horas) decorrido para entrega do laudo. Tempo obtido pela diferença da data/hora da primeira visualização e a data/hora da finalização do laudo.
tempo_medio_espera _laudo	Fato aditivo	Tempo (em dias) de espera do paciente para receber o laudo. Tempo calculado pela diferença da data/hora da visualização do laudo e a data/hora da solicitação do exame.
qtde_total_solicitante	Fato aditivo	Número total de solicitantes (CPF únicos).
perfil_mais_medico	Fato não-aditivo	Sim ou Não. Se sim, o solicitante é um profissional do programa Mais Médico.

Esquema apresentado

O DER do esquema estrela ONTD é apresentado na Figura 4.4.

Figura 4.4: DER do esquema estrela ONTD.



Fonte: autoria própria.

4.2.4 Processo de Negócio de Tele-educação

Este processo de negócio tem como objetivo obter informações das atividades de tele-educação desenvolvidas pelos núcleos de telessaúde, os cursos ofertados e os objetos de aprendizagem produzidos (Subsubseção 2.1.4.1).

O *data mart* para esse processo de negócio deve subsidiar a geração dos seguintes indicadores:

- Mapa de geolocalização dos participantes em atividades de tele-educação realizadas;

- Grau de satisfação quanto as participações em atividades;
- Número de Atividades de Tele-educação realizadas;
- Número e percentual de acesso aos objetos de aprendizagem;
- Número e percentual de participações;
- Número e percentual de participantes (CPF únicos);
- Quantidade de alunos matriculados, formados, evadidos e reprovados.

O *data mart* desse processo de negócio é composto pelas estrelas "Atividade de Tele-educação", "Atividade em Tele-educação por DeCS", "Objeto de Aprendizagem", "Objeto de Aprendizagem por DeCS", "Curso", "Curso por DeCS". As tabelas de fatos "por DeCS" são idênticas às suas correspondentes, porém com informação menos agregada.

4.2.4.1 Estrela Atividade de Tele-educação

Esta estrela é constituída pela tabela de fato FATO_TE_ATIVIDADE e contempla as métricas previstas relativas às atividades de tele-educação.

Com o intuito de usar a técnica de *Junk Dimensions* (Subseção 2.2.3), criou a tabela de dimensão DIM_TE_TIPO que possui dados relativos à: 1) Grau de satisfação do participante e; 2) Tipo de atividade conforme Nota técnica nº 50/2015 (Brasil 2015b).

Granularidade

A granularidade desta estrela representa o resultado das ofertas de tele-educação por mês, de um determinado estabelecimento, de uma plataforma, de um núcleo, por tipo de atividade educacional e pelos critérios de avaliação.

Escolha das Dimensões

As dimensões presentes nessa estrela são:

- DIM_ESTABELEECIMENTO;
- DIM_PLATAFORMA;
- DIM_NUCLEO;
- DIM_TEMPO;
- DIM_TE_TIPO;

Escolha dos Fatos

As métricas definidas para essa tabela de fatos encontra-se descritas na Tabela 4.5.

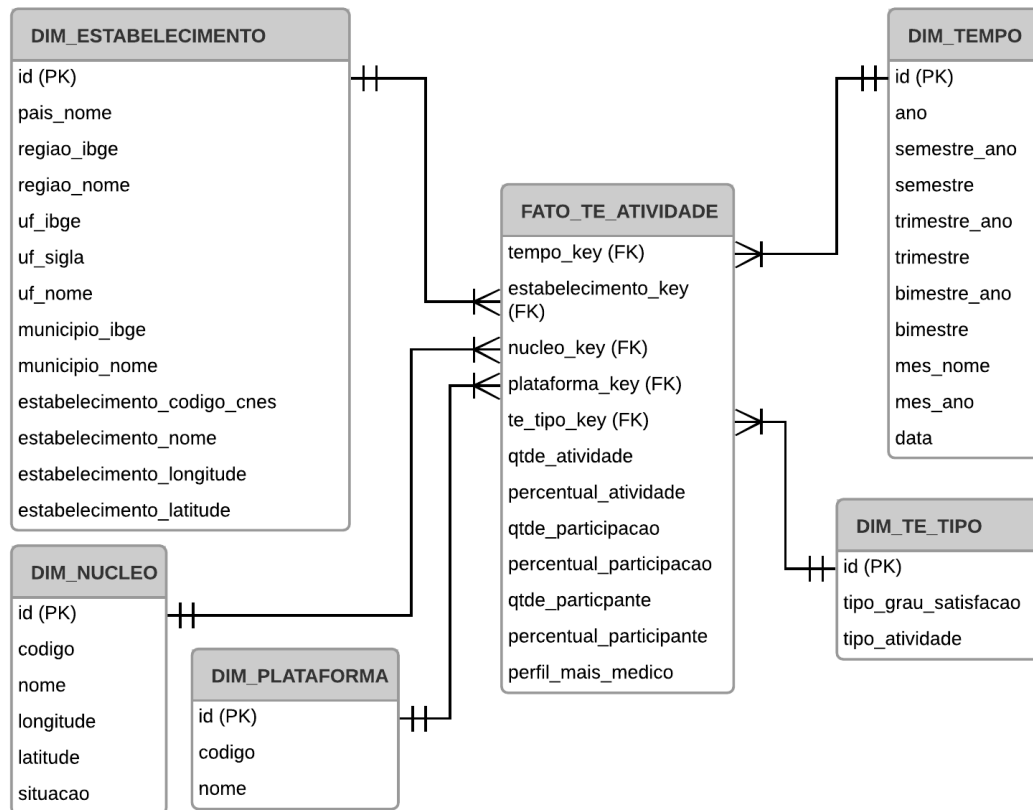
Tabela 4.5: Métricas relativos a tabela de fato FATO_TE_ATIVIDADE.

Fato	Tipo	Descrição
qtde_atividade	Fato aditivo	Número total atividades realizadas.
percentual_atividade	Fato Não-aditivo	Percentagem que define o total de atividade por tipo de atividade. É calculado em tempo de execução.
qtde_participacao	Fato aditivo	Número total de participações nas atividades.
percentual_participacao	Fato Não-aditivo	Percentagem que define o total de participação por tipo de atividade. É calculado em tempo de execução.
qtde_participante	Fato aditivo	Número total de participantes (CPF únicos).
percentual_participante	Fato Não-aditivo	Percentagem que define o total de participante por tipo de atividade. É calculado em tempo de execução.
perfil_mais_medico	Fato não-aditivo	Sim ou Não. Se sim, o participante é um profissional do programa Mais Médico.

Esquema apresentado

O DER do esquema estrela "Atividade de Tele-educação" é apresentado na Figura 4.5.

Figura 4.5: DER do esquema estrela "Atividade de Tele-educação".



Fonte: autoria própria.

4.2.4.2 Atividade em Tele-educação por DeCS

Essa estrela foi criada visando contemplar as atividades segundo alguma classificação dos DeCS da BIREME. Análogo ao esquema estrela "Atividade em Tele-educação", as tabelas de fato são iguais e compartilham as mesmas dimensões com a adição da dimensão DIM_DECSBIREME.

4.2.4.3 Estrela Objeto de Aprendizagem

Essa estrela registra informações relativas aos objetos de aprendizagem disponibilizados pelos núcleos.

Com o intuito de usar a técnica de *Junk Dimensions* (Subseção 2.2.3), criou a tabela de dimensão DIM_TE_OBJTIPO que possui dados relativos aos tipos de atividade educacional e aos tipos de objeto de aprendizagem.

Granularidade

A granularidade desta estrela representa os objetos de aprendizagem produzidos por mês, por plataforma, por núcleo, por tipo de atividade educacional e por tipo de objeto de aprendizagem conforme Nota técnica nº 50/2015 (Brasil 2015b).

Escolha das Dimensões

As dimensões presentes nessa estrela são:

- DIM_PLATAFORMA;
- DIM_NUCLEO;
- DIM_TEMPO;
- DIM_TE_OBJTIPO;

Escolha dos Fatos

As métricas definidas para essa tabela de fatos encontra-se descritas na Tabela 4.6.

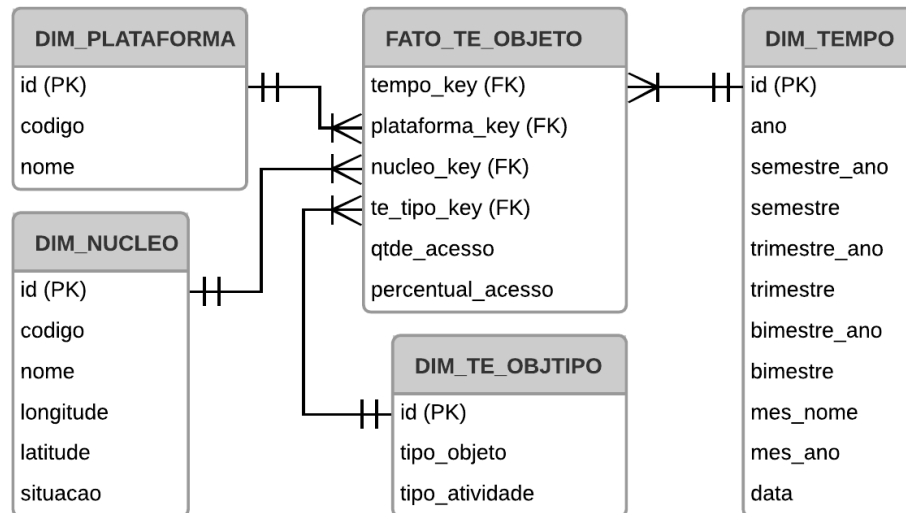
Tabela 4.6: Métricas relativos a tabela de fato FATO_TE_OBJETO.

Fato	Tipo	Descrição
qtde_acesso	Fato aditivo	Número total de acessos aos objetos de aprendizagem.
percentual_acesso	Fato Não-aditivo	Porcentagem que define o total de acessos por tipo de atividade ou por tipo de objeto. É calculado em tempo de execução.

Esquema apresentado

O esquema resultante das tabelas de dimensões e fatos da estrela "Objeto de Aprendizagem" é exibido no diagrama DER da Figura 4.6.

Figura 4.6: DER do esquema estrela "Objeto de Aprendizagem".



Fonte: autoria própria.

4.2.4.4 Estrela Objeto de Aprendizagem por DeCS

Essa estrela foi criada visando contemplar as atividades segundo alguma classificação dos DeCS da BIREME. Análogo ao esquema estrela "Objeto de Aprendizagem", as tabelas de fato são iguais e compartilham as mesmas dimensões com a adição da dimensão DIM_DECSBIREME.

4.2.4.5 Estrela Curso

Esta estrela é constituída pela tabela de fato FATO_TE_CURSO e contempla as métricas previstas para os cursos ofertados pelos núcleos.

Granularidade

A granularidade desta estrela representa os cursos por mês, por plataforma e por núcleo.

Escolha das Dimensões

As dimensões presentes nessa estrela são:

- DIM_PLATAFORMA;
- DIM_NUCLEO;
- DIM_TEMPO;

Escolha dos Fatos

As métricas definidas para essa tabela de fatos encontra-se descritas na Tabela 4.7.

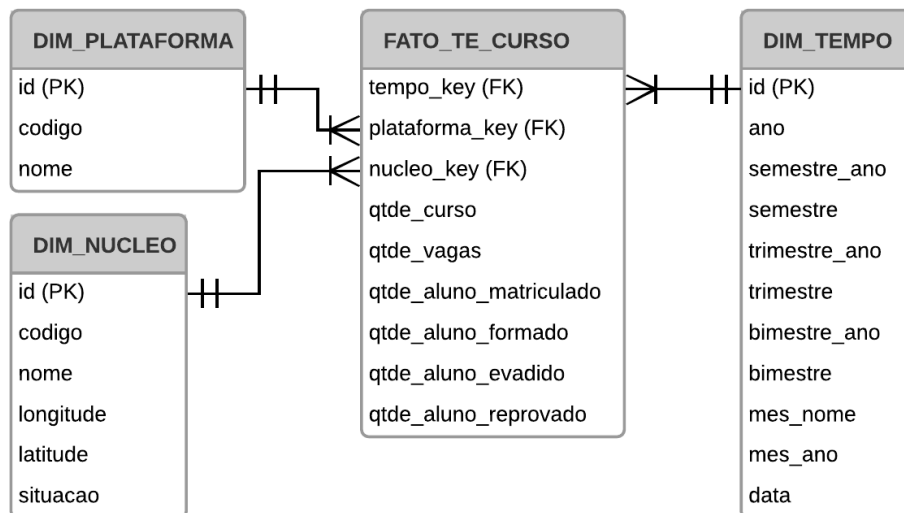
Tabela 4.7: Métricas relativos a tabela de fato FATO_TE_CURSO.

Fato	Tipo	Descrição
qtde_curso	Fato aditivo	Número total cursos produzidos.
qtde_vagas	Fato aditivo	Número total vagas ofertadas.
qtde_aluno _matri- culado	Fato aditivo	Número total de alunos matriculados.
qtde_aluno_formado	Fato aditivo	Número total de alunos formados.
qtde_aluno_evadido	Fato aditivo	Número total de alunos evadidos.
qtde_aluno_reprovado	Fato aditivo	Número total de alunos reprovados.

Esquema apresentado

Após a definição das dimensões e dos fatos, foi elaborada a representação do esquema. A Figura 4.7 apresenta o DER do esquema estrela de "Curso".

Figura 4.7: DER do esquema estrela Curso.



Fonte: autoria própria.

4.2.4.6 Estrela Curso por DeCS

Essa estrela foi criada visando contemplar as atividades segundo alguma classificação dos DeCS da BIREME. Análogo ao esquema estrela "Curso", as tabelas de fato são iguais e compartilham as mesmas dimensões com a adição da dimensão DIM_DECSBIREME.

4.2.5 Processo de Negócio de Cobertura

Nesse processo de negócio pretende-se conseguir realizar análise sobre a cobertura do PTBR-Brasil. Essas análises, objetiva obter informações sobre:

- Mais Médicos Ativos;
- Mais Médicos Registrados e ativos;
- Mapa de Calor. Quantidade de Mais Médicos com vínculos ativos;
- Mapa de geolocalização. Estabelecimentos com Mais Médicos ativos;
- Mapa Situacional;
- Mapa de Geolocalização. Situação dos núcleos;
- Mapa de calor. Número de Teleconsultorias respondidas (síncrona, assíncrona e 0800);
- Mapa de calor. Número de Teleconsultorias 0800 Respondidas;
- Mapa de calor. Número de Teleconsultorias Síncrona Respondidas;
- Mapa de calor. Número de Teleconsultorias Assíncrona Respondidas;
- Mapa de calor. Número de Participações em Atividades de Tele-educação Realizadas;
- Mapa de calor. Número de Telediagnósticos realizados pelo Programa Telessaúde Brasil Redes;
- Mapa de Geolocalização. Número de Pontos de Telessaúde implantados e em implantação;
- Mapa de calor. Número de Pontos de Telessaúde Implantados;
- Mapa de cobertura do Programa Telessaúde Brasil Redes, municípios com pontos ativos, implantados e em implantação;
- Mapa de cobertura. Municípios com pontos ativos;
- Mapa de geolocalização. Número de Pontos de Telessaúde Inativos;
- Município com ponto ativo por oferta de serviço;

- Número de Município com ponto implantado por oferta de serviço (teleconsultoria, telediagnóstico e tele-educação);
- Número de Municípios com Pontos de Telessaúde (implantados, em implantação, ativos e inativos);
- Número de atividades (Teleconsultoria, Telediagnóstico e Tele-educação);
- Número de municípios com Ponto de Telessaúde implantado, em implantação e sem Pontos de Telessaúde;
- Número total de estabelecimentos de Saúde que participaram das atividades de Teleconsultoria; Tele-educação e Telediagnóstico;
- Número total de municípios de saúde que participaram das atividades de Teleconsultoria; Tele-educação e Telediagnóstico;
- Número total de equipes nas atividades ofertadas pelo Programa em Teleconsultoria, Telediagnóstico e Tele-educação.
- Número total de participantes (CPF únicos) nas atividades (Teleconsultoria, Telediagnóstico e Tele-educação);
- Pontos de Telessaúde (implantados, em-implantação, ativos, inativos);
- Pontos de Telessaúde ativos por oferta de serviço (Teleconsultorias, Telediagnóstico, participações em tele-educação);
- Pontos de Telessaúde implantado por oferta de serviço (Teleconsultorias, Telediagnóstico, participações em tele-educação);
- Relação Pontos ativos e inativos;
- Serviços ofertados pelo Telessaúde (teleconsultoria, telediagnóstico, atividades em tele-educação, participações em tele-educação);
- Telessaúde por tipo de atividade (teleconsultoria síncrona, teleconsultoria assíncrona, teleconsultoria 0800, participações em tele-educação, atividade em tele-educação, telediagnóstico, SOF);
- Taxa de utilização dos serviços ofertados. Essa taxa é a relação entre número de solicitação atendidas pela quantidade de pontos ativos;
- Percentual de cobertura: Número de municípios com pontos ativos em relação ao total de municípios do estado;
- Percentual de cobertura: Número de estabelecimentos de saúde ativos em relação ao total de estabelecimentos com equipes de atenção básica;

- Relação Geral dos Estabelecimentos de Saúde/Municípios NÃO PARTICIPANTES DO PROGRAMA por serviço (teleconsultoria, telediagnóstico, tele-educação);

Baseados nos requisitos acima, foram previstas duas estrelas para o *data mart* desse processo de negócio: estrela "cobertura de pontos" e estrela "cobertura de município".

4.2.5.1 Estrela Cobertura de Pontos

Essa estrela tem como objetivo registrar todas as utilizações aos serviços ofertados pelo PTBR-Redes das equipes e dos profissionais.

Granularidade

Quanto à granularidade dessa estrela, o nível de detalhamento representa as solicitações num mês, de um estabelecimento, de um tipo de equipe, relativo a uma atividade de telessaúde.

Escolha das Dimensões

Espera-se nessa estrela obter informações sobre todas as atividades de telessaúde consolidadas em um único gráfico. Para atender a essa demanda, foi criada a dimensão DIM_TIPO_ATIVIDADE a qual possui um campo texto para armazenar os seguintes rótulos: teleconsultoria síncrona, teleconsultoria assíncrona, teleconsultoria 0800, participações em tele-educação, atividade em tele-educação, telediagnóstico, SOF). As dimensões escolhidas são:

- DIM_ESTABELECIMENTO
- DIM_TIPO_EQUIPE
- DIM_TIPO_ATIVIDADE
- DIM_TEMPO
- DIM_NUCLEO

Os atributos "longitude" e "latitude" da dimensão DIM_NUCLEO são utilizados para gerar o mapa de geolocalização da situação dos núcleos, destacando as situações deles (atributo situação)

Escolha dos Fatos

As métricas definidas para essa tabela de fatos encontra-se descritas na Tabela 4.8.

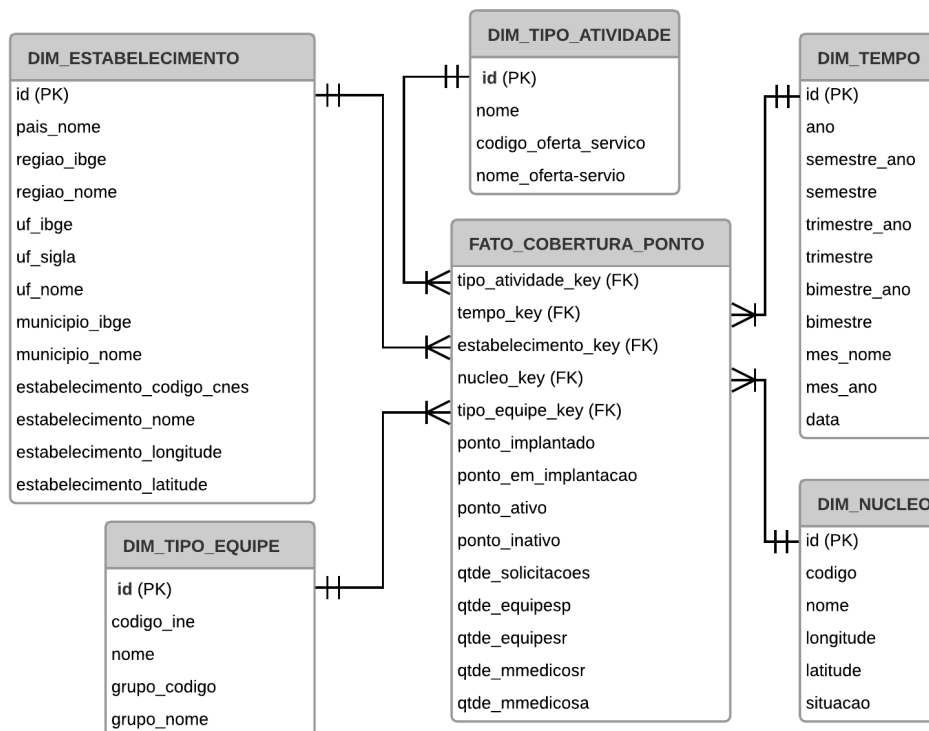
Tabela 4.8: Fatos relativos a tabela de fato FATO_COBERTURA_PONTOS.

Fato	Tipo	Descrição
ponto_implantado	Fato aditivo	Valores possíveis 1 ou 0. Se 1, marca o estabelecimento como ponto implantado.
ponto_em_implantacao	Fato aditivo	Valores possíveis 1 ou 0. Se 1, marca o estabelecimento como ponto em implantação.
ponto_ativo	Fato aditivo	Valores possíveis 1 ou 0. Se 1, marca o estabelecimento como ponto ativo. Considera um ponto ativo o estabelecimento que fez uso de algum serviço ofertados pelo PTBR-Brasil.
ponto_inativo	Fato aditivo	Valores possíveis 1 ou 0. Se 1, marca o estabelecimento como ponto inativo. Considera um ponto inativo, um estabelecimento implantado, mas que não fez uso dos serviços oferecidos pelo PTBR-Brasil.
qtde_solicitacoes	Fato aditivo	Número de solicitações ao serviço, conforme relação cadastrada na dimensão DIM_TIPO_ATIVIDADE.
qtde_equipesp	Fato aditivo	Número de equipes participantes. Considera equipe participante se ao menos um profissional relacionado a equipes fez uso de algum serviço ofertados pelo BTBR-Brasil.
qtde_equipesr	Fato aditivo	Número de equipes registradas no estabelecimento.
qtde_mmedicosr	Fato aditivo	Número todo de profissional vinculado ao programa Mais Médicos.
qtde_mmedicosa	Fato aditivo	Número de profissionais vinculado ao programa Mais Médicos que fez uso dos serviços ofertados pelo BTBR-Brasil.

Esquema apresentado

O esquema resultando das tabelas de dimensões e fatos da estrela "Cobertura de Pontos" é exibido no diagrama DER da Figura 4.8

Figura 4.8: DER do esquema estrela Cobertura de Pontos.



Fonte: autoria própria.

4.2.5.2 Estrela Cobertura por Município

Essa estrela tem por objetivo fornecer suporte para a construção dos mapas de cobertura e de calor.

Granularidade

A granularidade escolhida para essa estrela é relativa ao monitoramento das informações por mês, por município, por núcleo e por tipo de atividade.

Escolha das Dimensões

Para essa estrela foi criada a dimensão DIM_TERRITORIO que possui o atributo georreferenciado "geom" para suporte a dados geoespaciais. As dimensões escolhidas

são:

- DIM_TERRITORIO
- DIM_TEMPO
- DIM_NUCLEO
- DIM_TIPO_ATIVIDADE

Escolha dos Fatos

As métricas escolhidas para essa tabela de fatos são descritas na Tabela 4.9.

Tabela 4.9: Fatos relativos a tabela de fatos FATO_COBERTUTA_MUNICIPIO.

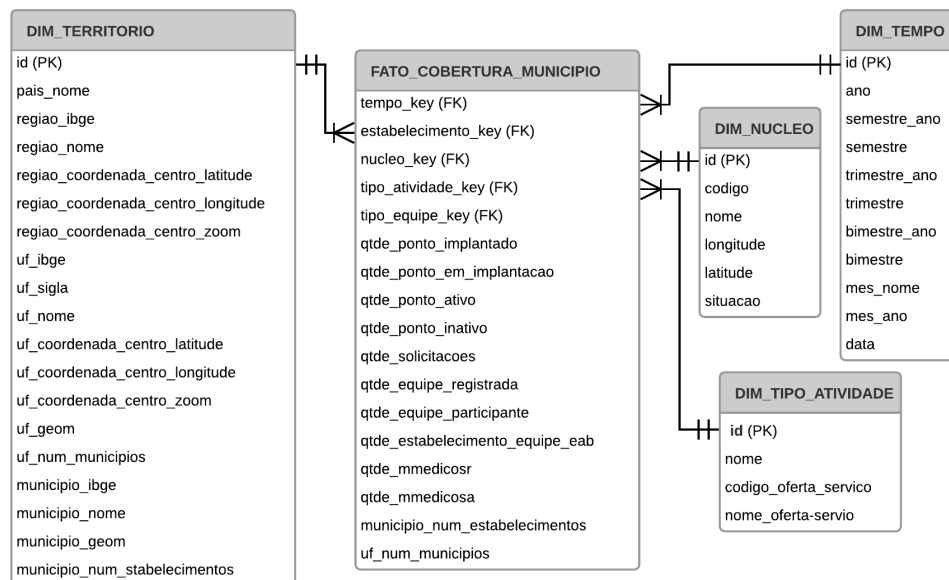
Fato	Tipo	Descrição
qtde_implantado	Fato aditivo	Número de pontos implantados.
qtde_em_implantacao	Fato aditivo	Número de pontos em implantação.
qtde_ativo	Fato aditivo	Número de pontos ativos.
qtde_inativo	Fato aditivo	Número de pontos inativos.
qtde_solicitacoes	Fato aditivo	Número de solicitações ao serviço, conforme relação cadastrada na dimensão DIM_TIPO_ATIVIDADE.
qtde_equipesp	Fato aditivo	Número de equipes participantes.
qtde_equipesr	Fato aditivo	Número de equipes registradas no estabelecimento.
qtde_estabelecimento_ _equipe_eab	Fato aditivo	Número de estabelecimentos com equipes da atenção básica.
qtde_mmedicosr	Fato aditivo	Número todo de profissional vinculado ao programa Mais Médicos.
qtde_mmedicosa	Fato aditivo	Número de profissionais vinculado ao programa Mais Médicos que fez uso dos serviços ofertados pelo BTBR-Brasil.
municipio_num_ _estabelecimentos	Fato não aditivo	Número total de estabelecimentos do município.
uf_num_municipios	Fato não aditivo	Número total de municípios do estado.

Com o intuito de simplificar o acesso aos dados, foram adicionados na tabela de fatos os atributos extra uf_num_total_municipios e municipio_num_total_estabelecimentos que se encontram na dimensão DIM_TERRITORIO.

Esquema apresentado

Após a definição das dimensões e dos fatos, foi elaborada a representação do esquema. A Figura 4.9 apresenta o DER do esquema estrela de "Cobertura de Município".

Figura 4.9: DER do esquema estrela Cobertura de Pontos.



Fonte: autoria própria.

4.3 Modelo Nacional de Interoperabilidade do PTBR-Redes (MNI-PTBR)

Como visto na Subseção 2.3.1, interoperabilidade é a capacidade de diferentes SI se comunicarem, trocando informações entre si. Na Subseção 2.3.2, foi visto que a complexidade em tornar SI interoperáveis vai além das questões técnicas, envolve um sofisticado grau de cooperação que pode ser medido em níveis de interoperabilidade e, para atingir a interoperabilidade plena, é necessário atingir todos os níveis. Já na Subseção 2.3.3 foi visto que existem diversos fatores que agem contra o desenvolvimento de uma interoperabilidade ampla em Saúde.

No contexto do PTBR-Redes, foram grandes os desafios para alcançar a interoperabilidade ampla, pois cada núcleo desenvolveu seus SI de forma autônoma e focados nas demandas regionais e locais, criando assim, seus próprios modelos de dados com suas próprias nomenclaturas, sem se preocupar com as questões pertinentes ao compartilhamento e reuso da informação. A ausência de normas, semânticas e vocabulários comum entre os SI de telessaúde conduz, inevitavelmente, a um problema de interoperabilidade. Além desse desafio, destaca-se a própria resistência dos NT em "abrir" ou simplesmente "adaptar" as suas soluções para promover a conexão com outros sistemas. Ainda mais, a falta de padronização de vocabulário impossibilita a produção de informação para a tomada de decisão, pois não é possível avaliar as ações implementadas e o acompanhamento da execução da telessaúde cuja entrada de dados não foi projetada segundo uma

nomenclatura padrão.

Considerando os desafios mencionados, é proposta a especificação de um Conjunto Mínimo de Dados (CMD) essenciais para o desenvolvimento de SI no âmbito do PTBR-Redes, bem como um conjunto de elementos de comunicação para prover interoperabilidade.

4.3.1 Conjunto Mínimo de Dados do PTBR-Redes

A Nota Técnica nº 005/2014 (Anexo C) foi a tentativa mais recente de padronizar indicadores mínimos de avaliação para o telessaúde, mas não há indicadores sem registro adequado de dados (Brasil 2012, Schmitz 2015). Nesse contexto, era imprescindível a identificação de todas as atividades fim (Teleconsultoria, Telediagnóstico, Segunda Opinião Formativa (SOF) e Tele-educação) e de todas as atividades meio do núcleo (planejamento da implantação, articulação e acompanhamento dos serviços ofertados) a fim de identificar e padronizar um CMD que forneça informação suficiente e necessária à produção de informação destinadas à avaliação da qualidade e dos resultados das ações da telessaúde no Brasil.

Para isso, foram analisados os dicionários de dados dos bancos de dados dos SI dos principais núcleos de telessaúde e houve reuniões com representantes da coordenação do PTBR-Redes e dos núcleos para especificar um conjunto de dados claro, definido, confiável e padronizado para SI de telessaúde. Além disso, a fim de padronizar a representação dos dados e a definição de forma clara e única das terminologias aplicadas às informações trocadas com o SMART, foram analisados também os sistemas públicos de informação em saúde para verificar os identificadores unívocos (UID) já em uso no Brasil.

Com vistas a atender a seleção das terminologias utilizadas para o intercâmbio de dados e a identificação de elementos essenciais que possibilitem a construção de um CMD no contexto do PTBR-Redes, foram consideradas as bases públicas apresentadas na Tabela 4.10 juntamente com os UID adotados, bem como também, a especificação do modelo mínimo de dados (Apêndice A) para cada serviço ofertados pelo PTBR-Redes (Subseção 2.1.4).

¹O CNES, Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde é desenvolvido pelo DATASUS (Departamento de Informática do Ministério da Saúde), cuja função é disponibilizar informações das atuais condições de infra-estrutura física e humanas de funcionamento dos estabelecimentos de saúde do país (DATASUS 2018b).

²O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE se constitui no principal provedor de dados e informações do País, que atendem às necessidades dos mais diversos segmentos da sociedade civil, bem como dos órgãos das esferas governamentais federal, estadual e municipal (IBGE 2018b).

³O CBO – Classificação Brasileira de Ocupações tem por finalidade a identificação das ocupações no mercado de trabalho, para fins classificatórios junto aos registros administrativos e domiciliares, disponibilizado pelo MTE (Ministério do Trabalho) (MTE 2018).

⁴A Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde, frequentemente designada pela sigla CID (em inglês: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems - ICD) fornece códigos relativos à classificação de doenças e de uma grande variedade de sinais, sintomas, aspectos anormais, queixas, circunstâncias sociais e causas externas para ferimentos ou doenças (DATASUS 2018a).

⁵O sistema de Classificação Internacional de Atenção Primária – Segunda Edição (CIAP2) é uma ferra-

Base pública	Terminologia utilizada
CNES ¹	Código CNES para identificação do estabelecimento de saúde; (CPF do profissional de saúde, código CNES e código CBO) para identificação do vínculo do profissional de saúde; Código INE para identificação da equipe de saúde.
IBGE ²	Código IBGE para identificação dos municípios, unidades federativas e regiões do Brasil.
CBO ³	Código CBO para identificação da ocupação do profissional de saúde e 4 primeiros dígitos identificação da categoria da ocupação.
CID 10 ⁴	Código CID 10 para classificação das doenças da teleconsultoria.
CIAP 2 ⁵	Código CIAP2 para classificação das doenças da teleconsultoria.
DeCS ⁶	Código DeCS para identificação do temas das atividades de tele-educação.
SIA/SIH ⁷	Código SIA e/ou SIH para classificação do tipo de exame de telediagnóstico.

Tabela 4.10: Banco de dados públicos utilizados para troca de dados em sistemas de telessaúde

4.3.2 Visão Geral dos Elementos de Comunicação da Interoperabilidade

Segundo Silva et al. (2013), a adoção de elementos de dados padronizados e uma terminologia comum é, sem dúvida, a chave para facilitar a troca de dados e promover a interoperabilidade entre ambientes heterogêneos. Nesse sentido, o CMD padroniza vocabulários ao especificar os UID a serem adotados nos SI dos núcleos.

Para cada modelo do CMD, há uma interface de comunicação com os SI dos núcleos usando *web services* (Subseção 2.3.4). Esta interface é implementada fazendo uso do padrão REST (Subsubseção 2.3.4.2) e sua escolha neste trabalho é discutida na Subsubseção 2.3.4.4. Cada interface de comunicação ou serviço recebe uma URL da qual o SI do núcleo envia os dados de produção via *Web* e recebe uma mensagem de resposta correspondente. As mensagens envolvidas no intercâmbio de dados contém uma estrutura com um conjunto de pares de chave-valor conhecidas entre todos os envolvidos na comunicação. A troca de mensagens entre os SI dos núcleos com o SMART e vice-versa são realizadas utilizando o formato JSON (Apêndice B). JSON possui um conjunto de propriedades que fazem dele uma linguagem ideal para intercâmbio de dados (Subseção 2.3.6).

menta adequada à Atenção Básica (AB) que permite classificar questões relacionadas às PESSOAS e não a doenças (DAB 2018).

⁶O vocabulário estruturado e trilingue DeCS - Descritores em Ciências da Saúde foi criado pela BI-REME para servir como uma linguagem única na indexação de artigos de revistas científicas, livros, anais de congressos, relatórios técnicos, e outros tipos de materiais (BVS 2018).

⁷A finalidade do SIH é registrar todos os atendimentos provenientes de internações hospitalares que foram financiadas pelo SUS, enquanto que SIA tem por objetivo registrar todos atendimentos ambulatoriais.

O formato da mensagem de resposta possui, dentre outros, um atributo informando se os dados foram recebidos com sucesso ou falha e outro com uma mensagem de notificação. A fim de facilitar o suporte aos desenvolvedores, todos os mais de 65 tipos de mensagens de erros que poderiam ocorrer na recepção dos dados foram catalogadas.

O uso do formato JSON codifica o conteúdo de um documento ou descreve dados, mas não sua apresentação, é preciso saber o formato válido da mensagem, quais atributos são esperados e como os valores são representados. A forma como os dados descritos são interpretados e apresentados é função da aplicação que o usará. Para contornar esses problemas, foram criados esquemas JSON que são uma espécie de contrato, onde todas as partes envolvidas por um contexto de aplicação devem escrever seus documentos seguindo o padrão de estruturação, proporcionando assim, mecanismo para a definição de gramáticas para correção de documentos JSON. O significado dos dados é fornecido através da definição da estrutura, índice e semântica dos documentos JSON. O fonte do esquema JSON para o modelo de dados de teleconsultoria encontra-se no Apêndice C.

Detalhes da especificação do modelo de interoperabilidade proposto neste trabalho, os formatos de mensagens de cada tipo de serviço, a relação dos arquivos definidores de esquema e a lista com todos tipos de mensagens de notificações podem ser visualizados no Manual do Programador Para Intercâmbio de Dados com o SMART (SMART 2017).

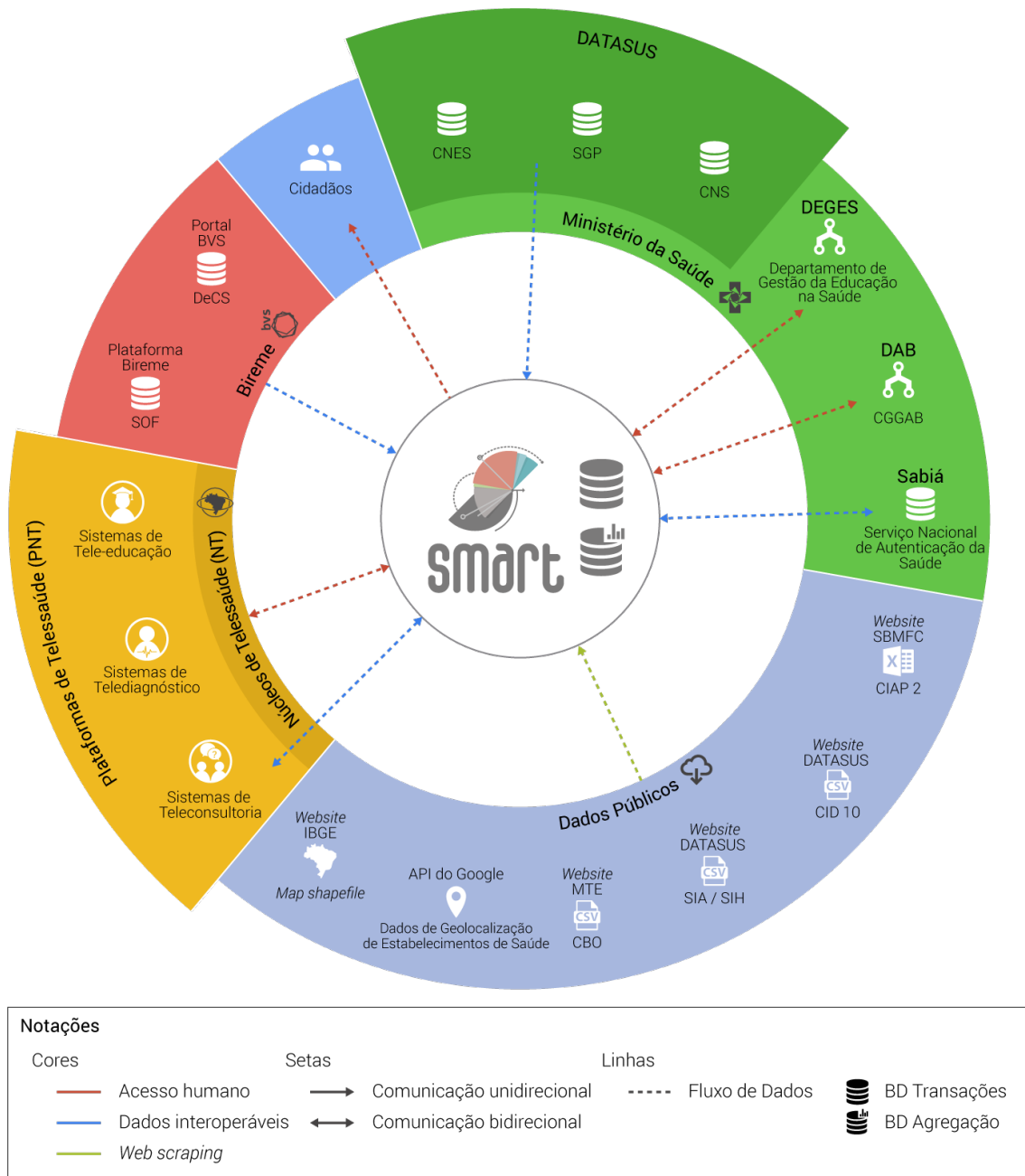
Considerando os desafios mencionados, a interoperabilidade técnica foi superada com o uso de *web services* para promover a intercomunicação entre os sistemas heterogêneos. A semântica é garantida com uso do padrão JSON como formato para intercâmbio de dados e a definição das terminologias utilizadas para a troca de dados e validado através dos arquivos de esquemas propostos. Por fim, a interoperabilidade organizacional é atingida por meio de políticas de cooperação entre o MS e os NT, pela definição do processo de negócio e por regramento para a troca de informações entre SI dos núcleos e o SMART.

4.4 Arquitetura SMART

4.4.1 Processos de negócio e *stakeholders*

A arquitetura foi desenvolvida considerando a heterogeneidade existentes no SI em ambientes de Telessaúde. Ela integra as diversas plataformas de telessaúde desenvolvidas pelos núcleos em todo o país em um repositório central de dados onde um *data warehouse* (DW) foi construído para fornecer suporte à tomada de decisão. Para compor o DW, são obtidos dados de diversas fontes públicas externas, tais como CNES, CNS e SGP, esses mantidos pelo DATASUS. A Figura 4.10 ilustra como o SMART se comunica com os atores externos, apresentando as principais entidades, fontes de dados externas e sistemas externos.

Figura 4.10: Visão conceitual da arquitetura. Exibe como os atores externos se comunicam com o SMART.



Fonte: autoria própria.

As principais entidades do sistema são os Núcleos de Telessaúde, o Ministério da Saúde, a Bireme e o Cidadão, o qual tem acesso ao portal público. Integra o Ministério da Saúde, a Coordenação Nacional do Programa Telessaúde Brasil Redes do Departamento de Gestão da Educação na Saúde da Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na

Saúde (CNPTBR/DEGES/SGTES/MS), a Coordenação Geral de Gestão da Atenção Básica do Departamento de Atenção Básica (CGGAB/DAB/MS), o Departamento de Tecnologia da Informação do SUS (DATASUS) e o Serviço Nacional de Autenticação em Saúde (Sábia). Os Núcleos de telessaúde através de seus SI enviam mensalmente para a arquitetura os dados de produção dos serviços ofertados de teleconsultoria, tele-educação, telediagnóstico e estrutura dos pontos de telessaúde. Assim que os dados de produção chegam na arquitetura, e-mails são enviados para os administradores de plataforma de telessaúde notificando o recebimento com sucesso ou falha. Os dados de produção são recebidos todo início de mês e ao término desse processo são enviados e-mails para a coordenação do Núcleo com relatórios resumidos da produção recebida.

A coordenação do PTBR-Redes gerencia todos os processos administrativos de sua coordenação através do portal web. Além disso, monitora as informações das atividades de telessaúde em painéis que permitem uma visualização única e integrada dos dados, como relatório resumidos, mapas, gráficos de pizza ou barra ou mistos de modo claro, conciso e de fácil compreensão para fornecer suporte ao processo de tomada de decisão. Cabe destacar que esses painéis também estão disponíveis para a coordenação do Núcleo de telessaúde o qual pode acompanhar suas próprias atividades.

A CGGAB/DAB/MS gerencia todo o fluxo de incentivo financeiro de custeio mensal destinado ao Núcleos intermunicipais e estaduais. O valor do repasse financeiro para cada NT é realizado de forma automática no SMART conforme o cálculo detalhado na Subseção 2.1.6. A Figura 4.11 apresenta a tela resultante da geração da solicitação de repasse financeiro. O SMART executa todas as fórmulas relativas aos componentes fixos e variados para calcular o valor do repasse financeiro para os NT aptos, classificando-os em habilitados ou não.

Figura 4.11: Tela resultante do processamento do repasse financeiro.

Visualização de Incentivo Financeiro de Custeio de Telessaúde - 102017

Dados Gerais											
Configuração de Custeio:	PORTARIA No 2.860, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2014										
Competência:	Agosto/2017, Setembro/2017 e Outubro/2017										
Data de Cadastro:	09/11/2017 18:06:55										

Núcleos Habilitados Núcleos não Habilitados

Núcleos de Telessaúde que estão habilitados à solicitarem o Repasse de Custeio

Ações	Núcleo de Telessaúde	Nº de Equipes Cadastradas no CNES	Porte	Nº de Teleconsultorias	Nº de Equipes Participantes	Nº de Equipes Ativas	Nº de Médicos Participantes	Nº de Médicos Ativos	TC à LC	Valor do Repasse	Situação
<input type="button" value="Visualizar"/> <input type="button" value="Autorizar"/> <input type="button" value="Não Autorizar"/>	Núcleo Telessaúde Intermunicipal Arapiraca A	221	Porte I	119	34	21	13	6	119	R\$ 38500,00	Repasse não Avaliado.
<input type="button" value="Visualizar"/> <input type="button" value="Autorizar"/> <input type="button" value="Não Autorizar"/>	Núcleo Telessaúde Intermunicipal de Belo Horizonte B	951	Porte II	0	94	0	95	0	0	R\$ 30000,00	Repasse Autorizado por e
<input type="button" value="Visualizar"/> <input type="button" value="Autorizar"/> <input type="button" value="Não Autorizar"/>	Núcleo Telessaúde Intermunicipal de Brumadinho C	183	Porte I	30	36	12	28	10	30	R\$ 28000,00	Repasse não Avaliado.

Fonte: SMART (2018)

Ao clicar no botão "Visualizar", é aberta uma página com informações detalhadas a cerca do repasse financeiro ao núcleo correspondente, conforme é apresentado nas Figuras 4.12 e 4.13.

Figura 4.12: Tela com detalhes do repasse financeiro para o Núcleo A (parte superior).

Relatório Detalhado do repasse financeiro - Núcleo Telessaúde Intermunicipal A - 102017	
Autorizar Repasse	
Dados Gerais	
Porte	Porte I
Nome do Núcleo	Núcleo Telessaúde Intermunicipal A
Numero de equipes cadastradas no CNES	221
Componente fixo	R\$ 25000,00
Componente variável	
I - Atividades de equipes ativas e participantes (40%)	
Equipes ativas/equipes participantes:	61,76% - R\$ 5000,00
Médicos ativos/Médicos participantes	46,15% - R\$ 3500,00
II - Definição e pactuação de linhas de cuidado e/ou especialidades prioritárias (20%)	
- R\$ 0,00	
III - produção total de teleconsultorias síncronas e assíncronas/equipe/mês (40%)	
Percentual de Teleconsultoria de temas gerais, realizada por equipe no mês (exceto o médico/LC/EP)	3,50% - R\$ 5000,00
Percentual de Teleconsultoria realizada pelo médico por equipe, relacionada à linha de cuidado prioritária, definida e pactuada	0,00% - R\$ 0,00
Total do Repasse	
R\$ 38500,00	

Fonte: SMART (2018)

Figura 4.13: Tela com detalhes do repasse financeiro para o Núcleo A (parte inferior)

Detalhamento do Cálculo	
Equipes ativas / participantes	
1 - Equipes Participantes	
Total de Equipes:	34
Total de Solicitações:	309
2 - Equipes Ativas	
Total de Equipes:	21
Total de Solicitações:	119
Relação equipes ativas / participantes	
21 / 34 = 61,77%	
Médicos ativos / participantes	
3 - Médicos Participantes - apenas CBOs 2231, 2251, 2252, 2253, 2212	
Total de Médicos:	13
Total de Solicitações:	38
4 - Médicos Ativos - apenas CBOs 2231, 2251, 2252, 2253, 2212	
Total de Médicos:	6
Total de Solicitações:	13
Relação médicos ativos / participantes	
6 / 13 = 46,15%	
Linha de Cuidado e Especialidade Prioritária	
5 - Teleconsultoria por linha de cuidado pactuada	
6 - Teleconsultoria por médico relacionada à linha de cuidado pactuada	
Total de Médicos:	0
Total de Solicitações:	0
7 - Percentual de Teleconsultorias de temas gerais, realizada por equipe no mês (exceto o médico LC/EP)	
(119 - 0) / 34 = 3,50%	
8 - Percentual de Teleconsultoria realizada pelo médico por equipe, relacionada à linha de cuidado prioritária, definida e pactuada	
0 / 21 = 0,00%	

Fonte: SMART (2018)

O Sabiá, um serviço nacional de autenticação do SUS, é um projeto financiado pelo Ministério da Saúde que é desenvolvido pelo Laboratório de Inovação Tecnologia em Saúde (LAIS) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), cujo objetivo é ser um único ponto de partida para conceder direitos de acesso aos vários sistemas

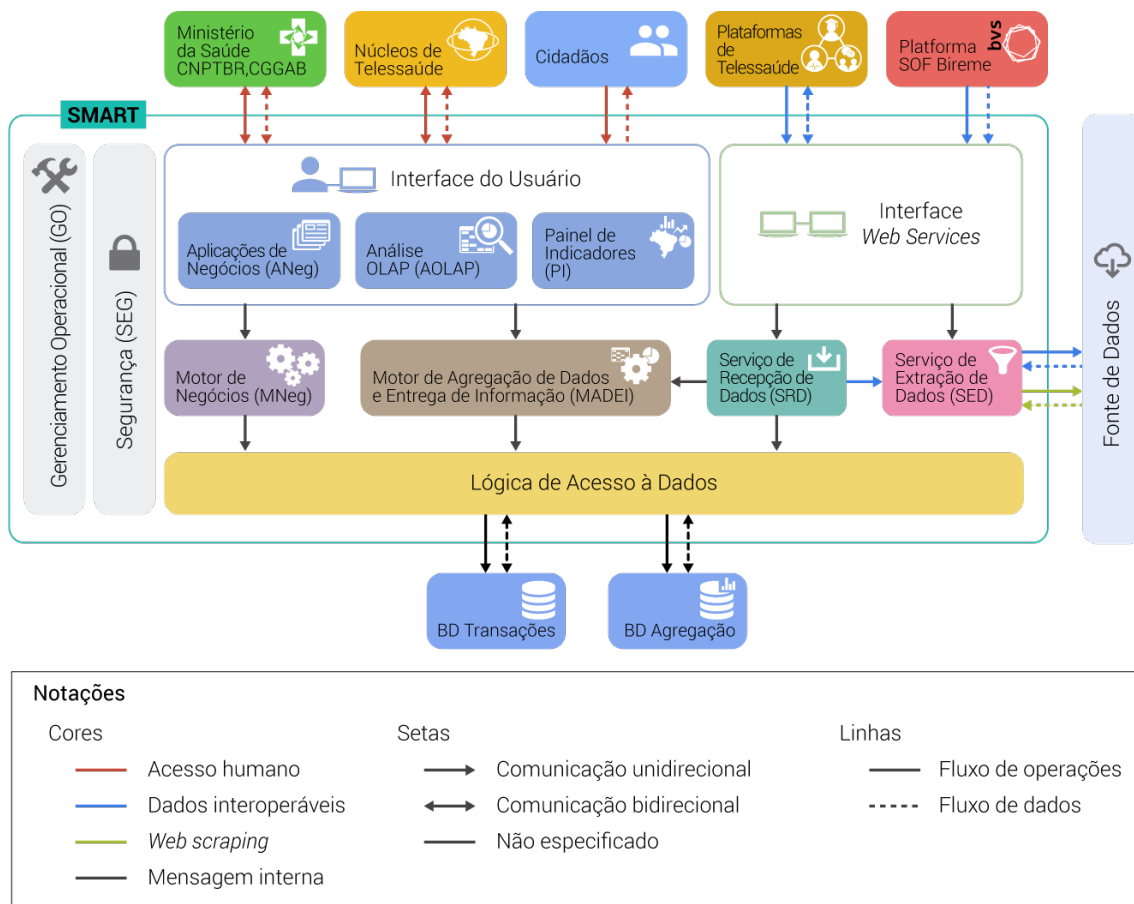
integrados com ele em todo o país (Sábua, 2018). O Sábua faz uso de solução *Single Sign-On*, isto é, uma vez credenciado, o acesso aos sistemas integrados é feito de forma automatizada, não havendo necessidade de informar usuário e senha em cada sistema, proporcionando dessa forma mais segurança aos dados de autenticação.

A arquitetura integra com o SI da BIREME para coletar dados relativos ao fluxo de elaboração das SOF Subsubseção 2.1.4.3.

4.4.2 Visão Geral da arquitetura

Uma visão geral dos elementos da arquitetura proposta e como eles interagem de forma colaborativa entre si e com o meio externo para realizar consistentemente a recepção dos dados de produção dos Núcleos de telessaúde, de modo a disponibilizá-los em forma de informações para a tomada de decisão, é apresentada na Figura 4.14. Os principais componentes relacionados diretamente com o objetivo da arquitetura são: Motor de Agregação de Dados & Entrega de Informação (MADEI) e Serviço de Recepção de Dados (SRD), porém, não menos importante, é o Serviço de Extração de Dados (SED). Os atores externos à arquitetura interagem com suas funcionalidades através das interfaces do usuário e *web services*. A interface do usuário é uma interface gráfica interativa baseada nas tecnologias de desenvolvimento *web*, é composta pelos componentes Aplicações de Negócio (ANeg), Análise OLAP (AOLAP) e Painel de Indicadores (PI). Interface *Web Service* expõe as operações fornecidas pelo componente SRD e pelo serviço SED.

Figura 4.14: Visão geral da arquitetura do SMART.



Fonte: autoria própria.

Observa-se, ainda na Figura 4.14, o fluxo de operações realizadas em toda a arquitetura. A comunicação entre os componentes ocorre de forma unidirecional, pois foi utilizado o princípio de separação de interesses (Levar 2015), onde cada componente é uma parte isolada da arquitetura que cumpre uma funcionalidade específica, separando a interface da implementação. Essa abordagem reduziu o tempo de desenvolvimento ao permitir a implementação simultânea deles, bem como melhorou a flexibilidade e compreensão da arquitetura.

O componente Lógica de Acesso à Dados permite o mapeamento entre o modelo de objeto utilizado na arquitetura com o banco de dados, bem como expressa as operações de acesso ao banco em termos de objetos (Salas-Zárata et al. 2015). Esse mapeamento é conhecido como ORM (Object Relational Mapper), ele agiliza o desenvolvimento ao reduzir significativamente a quantidade de código de acesso ao banco que precisa ser implementado, facilita a manutenção e possibilita a substituição de um banco de dados por outro sem impactar em alterações nos componentes relacionados.

Os componentes transversais Gerenciamento Operacional (GO) e Segurança (SEG) implementam tipos específicos de funcionalidades que podem ser acessados a partir de

qualquer ponto da arquitetura. Neste trabalho é apresentada uma visão geral dos aspectos abordados na arquitetura para garantir a privacidade, autenticidade, integridade e confidencialidade.

Utilizou-se criptografia no canal de comunicação entre os SI dos núcleos para com o SMART de forma a assegurar que a informação não será modificada por terceiros não autorizados. Fez-se uso de uma chave de segurança pré-compartilhada para garantir que os dados recebidos são de fato oriundos de um sistema de telessaúde autorizado e que esses realmente pertencem ao núcleo que o enviou. A autenticação de pessoas somente autorizadas é garantida pelo credenciamento realizado no Sábia. Embora a autenticação garanta que apenas as pessoas certas tenham acesso ao SMART, ela não controla quem tem acesso a determinada informação, portanto, foram definidas permissões de acesso a determinada área da arquitetura em nível de usuários, grupos e funções.

O componente GO possui os subcomponentes de *Logs*, de Exceção e de Notificações. O componente de *Logs* registra as principais operações ocorridas na arquitetura de forma a garantir a ameaças de repúdio. O componente de Gerenciamento de Exceções é responsável por prover um tratamento adequado quando uma falha ocorre na arquitetura, seja por erros ou exceções. Quando um erro ou exceção for detectado, um processo alternativo é desencadeado, o qual pode envolver uma mensagem de resposta previamente catalogada e numerada ou um procedimento de recuperação. Ainda mais, falhas inesperadas são respondidas com mensagens padrão de erro e um e-mail é enviado para o suporte técnico. O componente de Gerenciamento de Notificação implementa toda a logística de envio de mensagens de notificações por e-mail, seja aquelas ocorridas de acordo com as regras de negócio definidas ou aquelas tão somente para informar que uma tarefa agenda foi concluída.

A arquitetura possui várias interfaces para prover funcionalidades administrativas e processos de fluxo de negócio e, como não é escopo deste trabalho abordar cada uma delas, essas interfaces são representadas pelo componente Aplicações de Negócio (ANeg) e a lógica de negócio para cada uma são implementadas pelo componente Motor de Negócio (MNeg). O Apêndice D fornece uma visão geral das funcionalidades acessíveis por meio de interface do usuário.

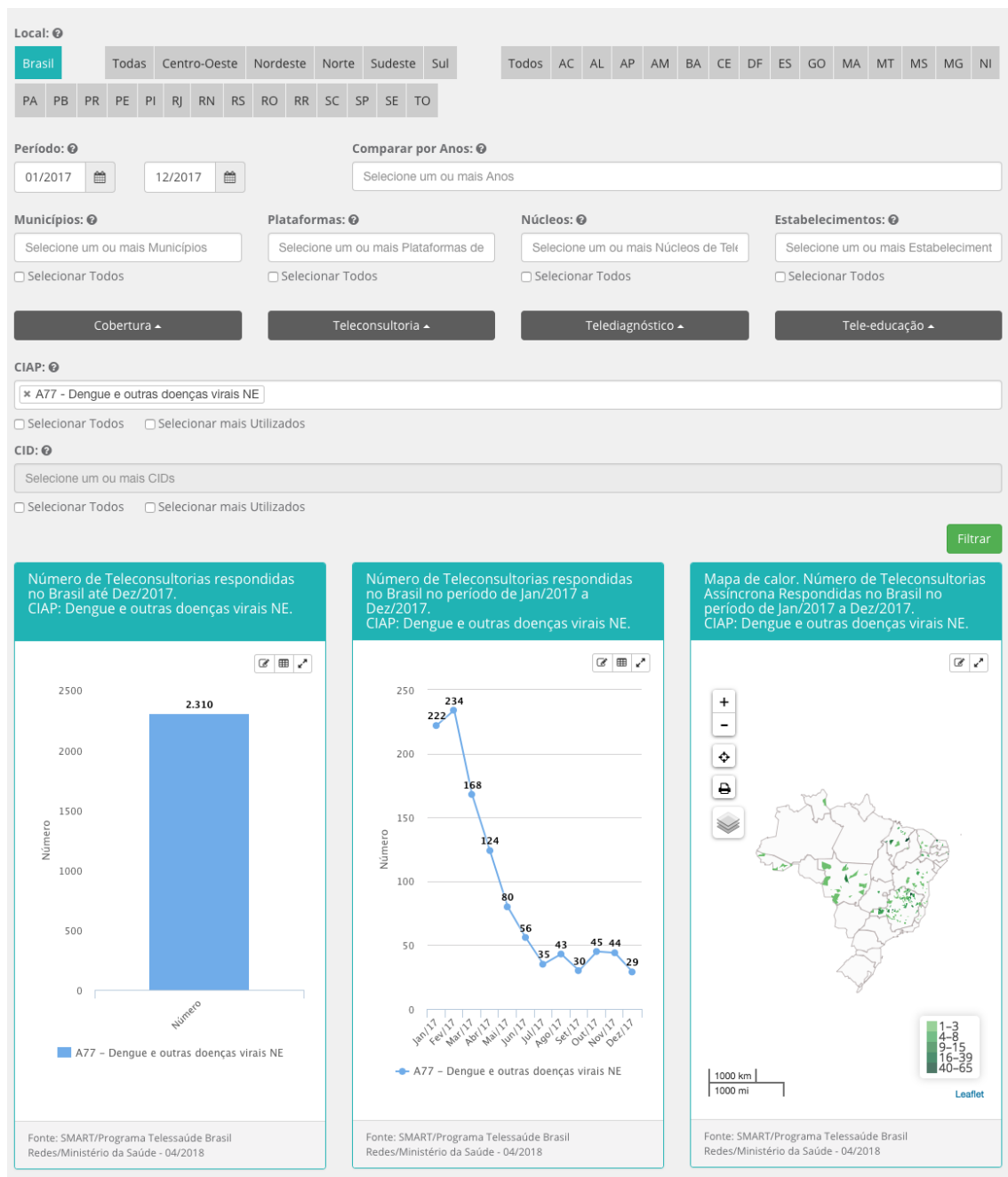
Uma das premissas da arquitetura é prover acesso às informações de forma eficiente e confiável, proporcionando autonomia e agilidade na tomada de decisão. Nessa lógica, foram desenvolvidos as ferramentas AOLAP e PI. A AOLAP oferece ao usuário credenciado, a possibilidade de criar indicadores a partir das métricas de acordo com uma demanda momentânea ou modificar um já existente, e é possível realizar operações de *Drill-Down*, *Roll-Up*, *Slide-Dice* and *Pivot* e filtros dinâmicos inerentes a ferramenta OLAP (Subseção 2.2.5.1).

O Painel de Indicadores disponibiliza os indicadores criados pela ferramenta AOLAP, possibilitando assim, o monitoramento simultâneo de várias informações e em vários tipos de exibições, como tabelas, gráficos ou mapas em um único ambiente. Ainda mais, é possível realizar operações OLAP dos dados com rapidez e facilidade. A título de exemplo, o indicador “Número de teleconsultorias respondidas” pode ser representado com diferentes dimensões (operações *Slice* e *Dice*): produção de teleconsultorias do núcleo por mês e localidade (núcleo, região e tempo); produção de teleconsultorias do núcleo

por mês e doença (núcleo, doença e tempo); produção de teleconsultoria do núcleo por mês e ocupação profissional (núcleo, ocupação e tempo); e com diferentes níveis hierárquicos (operações *Roll-up* e *Drill-down*), produção de teleconsultoria do núcleo por localidade (Brasil, região, estado, município e estabelecimento) e/ou por tempo (ano, semestre, trimestre, mês). Também é possível aplicar diferentes tipos de filtros, como total de teleconsultorias produzidas nos últimos três meses; total de teleconsultoria relativas a doença dengue produzidas no ano de 2017.

A Figura 4.15 mostra o PI com indicadores geradas a partir da ferramenta AOLAP tão somente para ser demonstrado neste trabalho. O indicador de “Número de Teleconsultorias” é exibido de três formas diferentes, total acumulado até, total mês a mês e em forma de mapa, foram aplicados os filtros localidade Brasil, período jan/17 a dez/17 e doença dengue.

Figura 4.15: Tela do Painel de Indicadores



Fonte: SMART (2018)

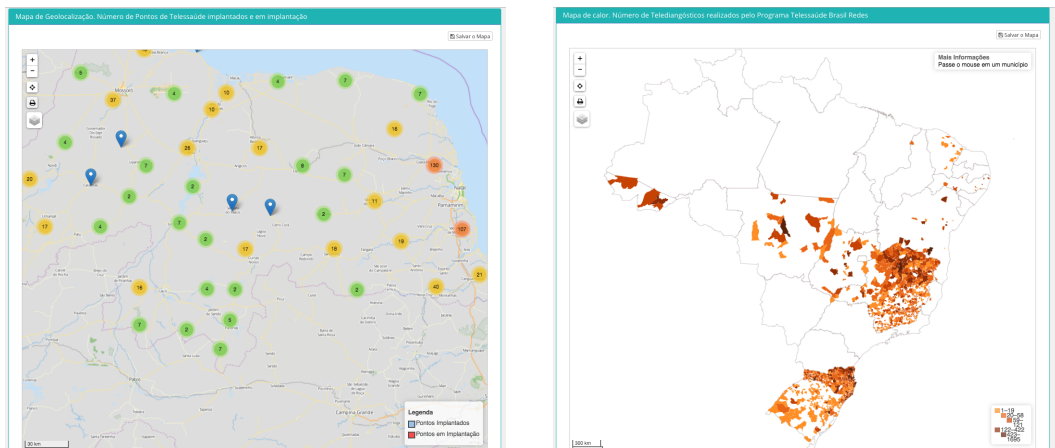
A geração de mapas da arquitetura utiliza uma estrutura genérica para a construção dos mais diversos tipos de mapa, como mapas de cobertura, de geolocalização e de calor. A Figura 4.16a mostra um mapa de geolocalização dos pontos telessaúde implantados no Rio Grande do Norte e a Figura 4.16b mostra um mapa de calor dos laudos emitidos a partir dos exames realizados por meio do serviço telediagnósticos em um determinado

período.

Figura 4.16: Exemplos de mapas utilizados gerados pela interface PI

(a) Mapa de geolocalização de pontos implantados

(b) Mapa de calor das atividades de telediagnósticos



Fonte: SMART (2018)

A utilização dos mapas tem facilitado o diagnóstico da situação do PTBR-Brasil, pois à medida em que novos dados são recebidos, novas informações são geradas e processadas, e as mesmas vão sendo refletidas nos mapas gerados, permitindo um monitoramento da situação em tempo real e servindo como ferramenta de apoio à decisão aos gestores do PTBR-Brasil.

Devido a estrutura genérica, o processo de geração dos mapas se torna mais simples e rápido, uma vez que a renderização ocorre de forma automática e dinâmica, no momento em que a visualização do mapa é requisitada. A criação dos mapas em tempo de execução permite que a montagem e exibição do mapa leve em consideração os parâmetros fornecidos na interface PI.

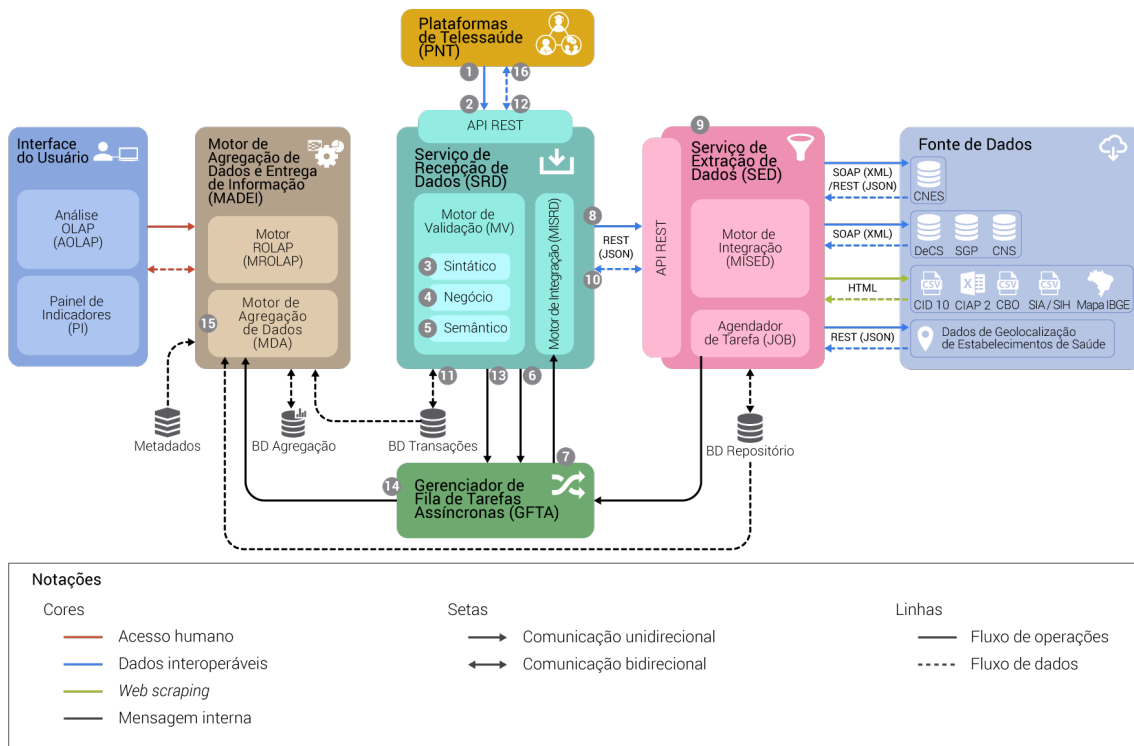
Como a escala dos dados utilizados nos mapas de calor variam de acordo com os parâmetros informados, os intervalos de cada classe são definidos dinamicamente e foram baseadas na fórmula de Sturges (1926).

4.4.3 Visão Lógica da Arquitetura

Nesta seção, é exibido a visão lógica da arquitetura onde são representados os principais elementos em nível de detalhes suficientes para ser possível responder a questões importantes para o entendimento da arquitetura. A Figura 4.17 ilustra como esses elementos se relacionam entre si para receber os dados de produção e fornecer informações para os tomadores de decisão, bem como também, seus principais subcomponentes. Destaca-se ainda o serviço Gerenciador de Fila de Tarefas Assíncrona (GFTA), o qual possibilita a execução de operações potencialmente longas de forma assíncrona. É utilizado na arquitetura para garantir a performance e escalabilidade, pois permite executar tarefas de forma

simultânea e distribuída em mais de um servidor. Os valores destacados por círculos são utilizados no fluxograma de atividade (Figura 4.19) para indicar em qual subcomponente cada atividade está ocorrendo.

Figura 4.17: Visão lógica dos principais componentes



Fonte: autoria própria.

4.4.3.1 Componente Serviço de Recepção de Dados (SRD)

O componente SRD é responsável por receber de forma consistente e segura os dados de produção dos Núcleos, seus dois principais subcomponentes são Motor de Validação (MV) e Motor de Integração (MISRD). O MV realiza três validações sobre os dados recebidos: 1) a sintática que verifica o exato formato dos dados; 2) a semântica que analisa se os dados estão de acordo com as regras especificadas nos definidores de esquema (Apêndice C) e nos vocabulários especificados (Apêndice A) e; 3) de negócio que assegura que as políticas definidas pelo Ministério da Saúde serão atendidas.

Para a recepção dos dados de produção da telessaúde, foi disponibilizado um *web service (endpoint)* para cada serviço ofertado pelo PTBR-Redes. A Tabela 4.11 apresenta um resumo dos *endpoints* fornecidos pelo SRD. As nomenclaturas das URI dos *endpoints* definidas neste trabalho seguem um conjunto de princípios de boas práticas que melhoram a compreensão e a usabilidade das API (Fredrich 2013).

Tabela 4.11: API *endpoints* do SRD

Método de Acesso	Endpoint (URI)	Descrição
POST	/api/v3/teleconsultorias/	Recebe dados de produção de teleconsultoria
POST	/api/v3/telediagnosticos/	Recebe dados de produção de telediagnóstico
POST	/api/v3/teleducacao-atividades/	Recebe dados das atividades e de seus participantes
POST	/api/v3/teleducacao-objetos/	Recebe dados referente aos objetos de aprendizagem/
POST	/api/v3/pontos-telessaude/	Recebe dados relativos a situação dos pontos de telessaúde
GET	/api/v3/status-processamento/<ID_job>/	Verifica se o processamento dos dados recebidos foi finalizado.

Devido ao grande volume de dados recebidos, média em torno de 11627 (dados reais extraídos da base "BD Transações" no período de maio/2016 a abril/2018). registros de dados (3,69 Megabytes (MB)) de telediagnóstico e máxima de 53195 (14,25 MB), várias estratégias para otimizar o desempenho do processamento desses dados foram implementadas, conforme apresentadas na Tabela 4.12.

Tabela 4.12: Estratégias para otimizar o desempenho do componente SRD.

Estratégia	Descrição
Processamento a posterior	Acusar o recebimento dos dados e informa que o mesmo será processado
Filas de tarefas	Uso de filas de tarefas para executar o processamento de forma assíncrona e distribuída
Memcache	Uso de memória em cache para armazenar os UID mais utilizados em memória
UID em base local	Criação do serviço SED para obter os dados das fontes externas antes do recebimento dos dados de produção
Extração em lote	Obtém do serviço SED os dados dos UID não existentes na base local em lote
SQL puro	Uso de instruções SQL inserção/atualização em lote dos dados recebido ao invés de usar ORM
compactação dos dados	Possibilita receber os dados de forma compactada.

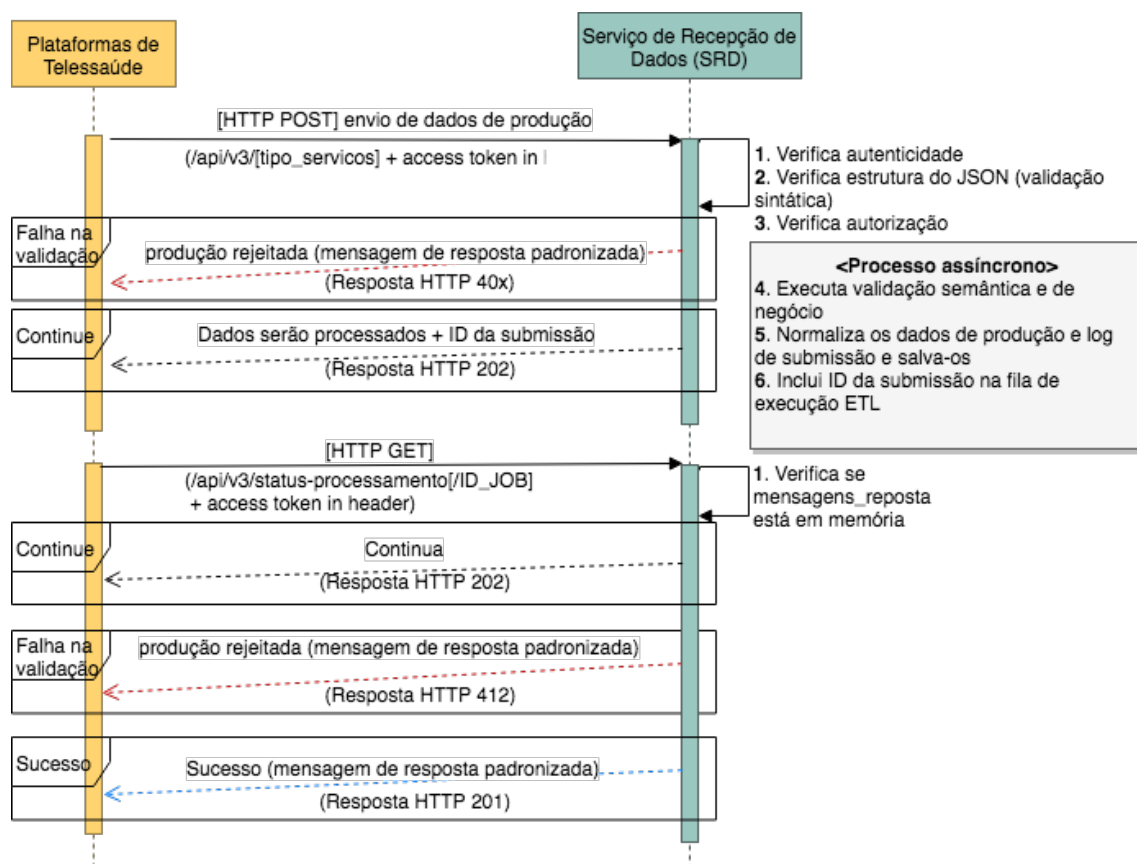
A estratégia de receber os dados compactados possibilita reduzir drasticamente o tráfego de dados na rede. Tendo como exemplo o volume máximo de dados de telediagnóstico, o tamanho de 14,25 MB é reduzido para 1,63 MB, uma compactação de 88,51%.

Para evitar o bloqueio do SI do NT por muito tempo, foi utilizada a técnica proposta por Pautasso (2014) para operações de longa duração que podem resultar em um tempo limite da comunicação na rede. O processamento dos dados recebidos foi fragmentado em duas etapas, a primeira é executada no ato do recebimento, nesta, são realizadas operações

simples e rápidas, basicamente verifica se o SI do NT está autorizado e valida a estrutura do JSON. Uma vez autorizado e validado, é enviado na resposta da requisição o código de *status* HTTP 202 indicado que o envio foi aceito. A segunda etapa ocorre em segundo plano, nessa são executadas as validações semântica e de negócio e depois os dados são inseridos em uma fila para serem salvos no banco "BD Agregação". A Figura 4.18 resume as atividades ocorridas no ato do recebimento e em segundo plano.

Quando o SI do NT recebe o código HTTP 202, dispara uma tarefa que monitora se o processamento dos dados foi concluído (código HTTP 201), para isso, faz requisição GET informando o ID que identifica a tarefa de processamento. Caso ocorra uma falha no processamento, todo os dados de produção são rejeitados e uma mensagem padronizada com a lista de todos os problemas ocorridos é enviada na requisição de resposta.

Figura 4.18: Fluxo de comunicação entre o SI do NT e o componente SRD



Fonte: autoria própria.

Quando o validador semântico é executado, inicialmente cria Estrutura de Dados (TAD) *sets* para armazenar os UID existente nos dados de produção para cada modelo de dados e, em seguida, itera sobre todos os dados verificando se a formatação deles estão de acordo com as regras especificadas nos definidores de esquema e, a cada iteração, é adicionado um UID em suas TAD *sets* específica, conforme mostrado no Algoritmo 1. Ao término desse processo, todas as TAD set estão populadas com os UID, e processos pa-

rales são inicializados para verificar se os UID existem ou não no banco local. Aqueles não encontrados serão obtidos do serviço SED. *Sets* é utilizado porque suporta operações matemática inerentes a conjunto como união, interseção e diferença.

Algoritmo 1: Validador semântico

```

Entrada: (dados); // dados de produção
1 início
2   erros ← dict(); // Dicionário para armazenar as possíveis mensagens de erro.
3   returned_data ← dict(); // Dicionário com os dados normalizados para serem salvos.
4   cids_set ← set(); // Cria TAD sets para armazenar os códigos CID 10.
5   ciaps_set ← set(); // Cria TAD sets para armazenar os códigos CIAP 2.
6   cbos_set ← set(); // Cria TAD sets para armazenar os códigos CBO.
7   tipos_set ← set(); // Cria TAD sets para armazenar os códigos de tipos de profissional.
8   cnes_set ← set(); // Cria TAD sets para armazenar os códigos CNES
9   ines_set ← set(); // Cria TAD sets para armazenar os códigos INE.
10  cpfs_set ← set(); // Cria TAD sets para armazenar os CPF do profissional.
11  vinculos_set ← set(); // Cria TAD sets para armazenar os códigos de vínculos (CPF, código CNES e
    código CBO).
12  para dado em dados faça
13    erros.atualizar(analisar_formato(dado, erros)); // Verifica se o formato dos dados estão em
    conformidade com os definidores de esquema. Se houver alguma divergência, uma mensagem
    de erro específica é adicionada no dicionário erros
14    inserir_uid(dado, cids_set)
15    inserir_uid(dado, ciaps_set)
16    inserir_uid(dado, cbos_set)
17    inserir_uid(dado, tipos_set)
18    inserir_uid(dado, cnes_set)
19    inserir_uid(dado, ines_set)
20    inserir_uid(dado, cpfs_set)
21    inserir_uid(dado, vinculos_set)
22    normalizar_dados(dado, returned_data, modelo=None); // Normalizar os dados que não são referente
    a UID
23  fim
24  processar_em_paralelo(target=verificar_uid, args=(ProfissionalTipo, tipos_set, erros, returned_data)); // modelo
    ORM, sets com UID, dicionário de mensagens de erros e dicionário onde serão inseridos os
    dados normalizados.
25  processar_em_paralelo(target=verificar_uid, args=(CBO, cbos_set, erros, returned_data))
26  processar_em_paralelo(target=verificar_uid, args=(CID, cids_set, erros, returned_data))
27  processar_em_paralelo(target=verificar_uid, args=(CIAP, ciaps_set, erros, returned_data))
28  processar_em_paralelo(target=verificar_uid, args=(EstabelecimentoSaude, cnes_set, erros, returned_data))
29  processar_em_paralelo(target=verificar_uid, args=(EquipeSaude, ines_set, erros, returned_data))
30  processar_em_paralelo(target=verificar_uid, args=(VinculoProfissional, vinculos_set, erros, returned_data))
31  aguardar_termino_processos()
32  se existe(erros) então
33    | retorna preparar_error_message(erros)
34  fim
35  retorna returned_data
36 fim

```

Para verificar se os UID existem no banco "BD Transações", optou-se por recuperar todas as PK de uma única vez para cada modelo de dados, realizando uma única operação de consulta, ocasionando dessa forma, menos conexões com o banco. Antes de verificar se os UID existem no banco, é consultado primeiro em dicionários em memória cache. Os UID recuperados são convertidos para a TAD *sets* e é realizada a operação diferença para obter aqueles que não foram encontrados para então chamar a operação responsável por obter os dados desses UID a partir do serviço SED. A obtenção dos dados é realizada em lotes ao invés de sequencial, diminuí o tráfego na rede. As PK obtidas e seus respectivos UID são inseridos em um dicionário em memória *cache*. Todo esse processo é representado pelo Algoritmo 2.

Algoritmo 2: Função verificar_uid

```

Entrada: (modelo, sets_uids, erros, dados_normalizados); // modelo ORM, sets com UID, dicionários de
mensagens de erros e dados a serem normalizados para serem salvos posteriormente.

1 início
2   uids_encontrados ← dict(); // Dicionários com os UID encontrados no banco onde a chave é o PK e o
   valor é o UID correspondente.
3   uids_nao_encontrados ← set(); // sets com UID não encontrados
4   uids_encontrados_novos ← dict(); // Dicionários com os UID encontrados no serviço SED.
5   uids_nao_encontrados_novos ← set(); // sets com UID não encontrados no serviço SED.
6   x ← dict(); // bla
7   uids_encontrados, uids_nao_encontrados = processar_validar_modelo(modelo, sets_uids); // Verifica se os
   UIDS em sets_uids existem no banco de dados.
8   uids_encontrados_novos, uids_nao_encontrados_novos = obter_dados(modelo, uids_nao_encontrados); // Acessa
   o serviço SED para obter os dados dos UID de uids_nao_encontrados.
9   uids_encontrados.atualizar(uids_encontrados_novos); // Insere os dados do dicionário
   uids_encontrados_novos em uids_encontrados.
10  salvar_cache(modelo, uids_encontrados); // Salva dicionário uids_encontrados no dicionário
   correspondente ao modelo especificado.
11  normalizar_dados(uids_encontrados, returned_data, modelo); // Normaliza os dados dos UID do modelo
   específico.
12  uids_nao_encontrados ← uids_nao_encontrados - uids_nao_encontrados_novos; // Realiza a operação
   matemática de conjunto diferença. uids_nao_encontrados possui os UID que não foram
   encontrados no banco local e no serviço SED.
13  para uid em uids_nao_encontrados faça
14    inserir_mensagem_erro(modelo, uid, erro); // Insere uma mensagem especifica no dicionário de
   mensagens de erro.
15  fim
16 fim

```

4.4.3.2 Serviço de Extração de Dados (SED)

Conforme visto na seção Seção 4.3, a arquitetura faz uso de identificadores únicos já em uso em bases públicas no Brasil para garantir a compreensão da troca de informação com os SI heterogêneos dos Núcleos. Portanto, fez-se necessário criar um mecanismo que possibilitasse a extração dos dados cadastrais pertinentes a esses identificadores e, por questões de performance, esses dados devem estar em uma base local antes do recebimento dos dados de produção enviado pelos SI do NT. Essa estratégia evita que o SED realize a extração das fontes externa a medida que os os dados dos UID são solicitados pelo componente SRD. Também ficou sobre incumbência da arquitetura disponibilizar os dados dos UID para os NT, visto que seus SI não possuíam esses dados em suas bases.

Com base nos requisitos acima mencionados é que o serviço SED foi desenvolvido, ele é um sistema autônomo, desenvolvido e implantado de forma independente. Baseado na Figura 4.17, observa-se que o SED é capaz de extrair dados de diferentes fontes, de diversos formatos e de várias formas. Ele é responsável por executar as etapas Extract-Transform do ETL (Subseção 2.2.4). Os dados são extraídos, passam por um processo de limpeza e padronização e em seguida são salvos no banco BD Repositório. Todas as tarefas de extração são de responsabilidade do subcomponente Motor de Integração (MISED), agendas por Agendador de Tarefa (JOB), executada de forma assíncrona e distribuída pelo serviço GFTA. Como os dados são mutáveis e dependendo da frequência em que ocorre as alterações, há tarefas que executam diariamente, semanalmente ou mensalmente. O SED possui mecanismo resiliente de recuperação de dados, uma vez interrompido o processo de extração, ele continua de onde parou. Para cada fonte de dados, há um adaptador específico para fazer a conversão do formato original para o modelo de dados definido na

arquitetura.

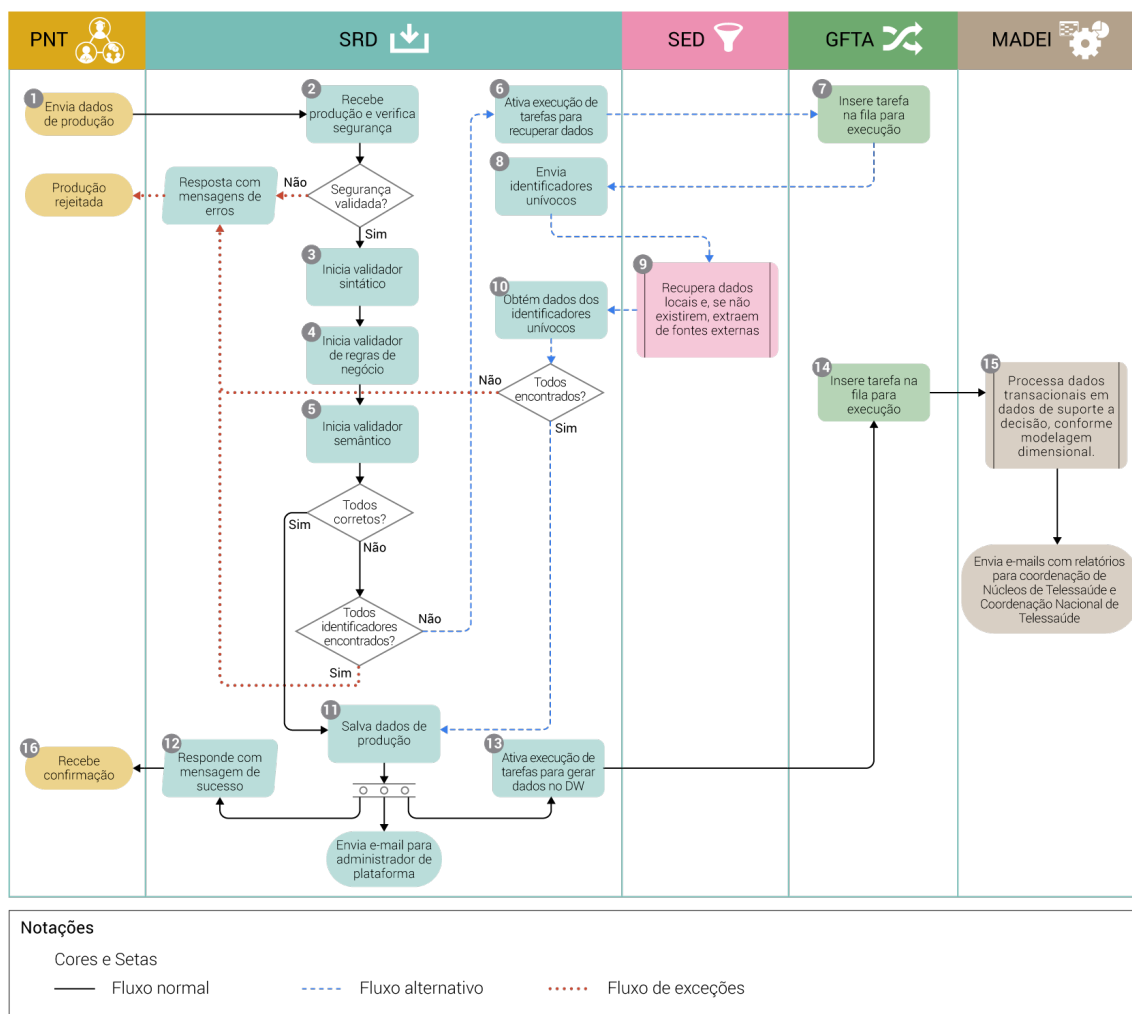
4.4.3.3 Componente Motor de Agregação de Dados e Entrega de Informação (MADEI)

O componente MADEI é responsável pela produção e geração da informação, ele possui dois relevantes subcomponentes, Motor ROLAP (MROLAP) e Motor Agregação de Dados (MAD). MROLAP executa as operações OLAP conforme as configurações feitas pelo usuário na interface AOLAP ou PI e, para isso realiza três etapas: 1) transforma o modelo configurado pelo usuário em linguagem SQL; 2) os dados obtidos do banco (BD Agregação) são processados em memória e; 3) os dados em memória são preparados para serem enviados a interface. O MAD é responsável pela etapa de Transform-Load do ETL, transformando os dados originais oriundos das bases BD Transações e BD Repositório em dados de suporte à decisão de acordo com as regras e algoritmos de transformação predefinidos e, finalmente, carrega esse dados no DW (BD Agregação). Para isso, os algoritmos de transformação faz uso de metadados definidos para identificar as tabelas/atributos de origem e as de destino, então, extrai os dados já padronizados das bases "BD Transações" e "BD Repositório" para prosseguir com a carga nas tabelas de dimensões e fatos.

4.4.4 Visão Geral do Fluxo de Atividade

O fluxo de atividade do processo para geração dos dados de suporte a decisão é ilustrado na Figura 4.19. Os números destacados por círculos estão relacionados à Figura 4.17 e correspondem ao ponto em que ocorre a tarefa. Existem três cenários incluídos no fluxo, o principal, onde tudo ocorre com sucesso, é destacado pela linha contínua de cor preta; o alternativo, destacado pela linha tracejada azul, ocorre somente se os UID não estiveram no banco BD Transações do componente SRD e; o de exceção, destacado pela linha ponto-ponto vermelha, ocorre quando os dados recebidos não são aceitos. Todo o processo é inicializado a partir da plataforma do NT que envia os dados, esses são recebidos pelo componente SRD, o qual inicialmente verifica a autenticidade da chave pré compartilhada e em seguida, se os dados estão de acordo com as regras de validação definidas na arquitetura (sintática, de negócio e semântica). Se sim, os dados de produção são salvos em suas respectivas tabelas relacionais no banco BD Transações e em seguida três processos paralelos são desencadeados: é enviado uma mensagem de resposta de sucesso para a PNT; é enviado um e-mail com um relatório resumido sobre os dados recebidos para os responsáveis pelo SI do NT e; por último, é acionado o serviço GFTA, que inclui a tarefa na fila de execução para ser posteriormente processada pelo componente MADEI, o qual gera e salva os dados de suporte a decisão no banco BD Agregação e, ao término, é enviado e-mails com relatório resumido para os gestores responsáveis pelo NT e para os gestores da coordenação do PTBR-Redes.

Figura 4.19: Fluxo de atividade.



Fonte: autoria própria.

Quando o validador semântico não encontra os identificadores unívocos, é acionado o serviço GFTA que chama o componente SED para obter os dados relativos aos identificadores. Ao final desse processo, uma mensagem de resposta de falha é enviada para a PNT.

4.5 Tecnologias Utilizadas no Desenvolvimento

A adoção das tecnologias utilizadas para implementar a arquitetura do SMART teve como principal diretriz o uso de tecnologias amplamente aceitas e conhecidas na área de pesquisa científica e, preferencialmente, de tecnologias de código aberto, que podem ser melhor exploradas e ampliadas. As seguintes tecnologias foram utilizadas: linguagem de programação Python, banco de dados PostgreSQL, serviços Web RESTful, *framework*

Django e HTTPS.

O Python é uma linguagem de programação de alto nível interpretada, criada em 1991, e tornou-se, de fato, o padrão para pesquisas científicas exploratórias, interativas e baseadas em computação. Graças à sua natureza interativa de alto nível e seu maduro ecossistema de bibliotecas científicas, é uma opção atraente para o desenvolvimento algorítmico e a análise exploratória de dados. Essas bibliotecas são mantidas principalmente pela comunidade SciPy, que é um grupo bem estabelecido e crescente de cientistas, engenheiros e pesquisadores que usam, ampliam e promovem o uso do Python para pesquisa científica. Ainda mais, o Python se apresenta como uma linguagem muito valiosa, possuindo uma vasta quantidade de bibliotecas que podem ser combinadas para um objetivo específico (Millman e Aivazis 2011, Raschka 2015).

A arquitetura proposta neste artigo faz um uso extensivo das bibliotecas python NumPy e Pandas, ambas são pacotes principais do SciPy que fornecem otimizações de baixo nível para computação científica em plataformas (McLeod 2015). O NumPy fornece um poderoso objeto de matriz multidimensional com operações de *array* de uso geral avançadas e eficientes (Dalcin et al. 2011) e foi usado para lidar com um grande volume de dados. O Pandas foi usado porque fornece estruturas de dados e funções avançadas, projetadas para tornar o trabalho com dados estruturados rápido, fácil e expressivo (McKinney 2012), é responsável por manipular a formatação dos dados obtidos do banco "BD Agregação".

O Postgres foi escolhido porque é *open source* e é considerado o mais poderoso mecanismo de banco de dados espacial de código aberto. Foi utilizado a extensão PostGIS que adiciona ao PostgreSQL mais de 300 funções para trabalhar com vários tipos de dados espaciais. Os tipos de dados geométricos PostGIS seguem as definições de geometria padrão do OpenGIS, permitindo aplicar o conhecimento obtido em um banco de dados específico a diferentes mecanismos de banco de dados, o que permite a interoperabilidade (Obe e Hsu 2015).

REST (REpresentational State Transfer) e RESTful Web Services são serviços de software publicados na Web, aproveitando ao máximo o protocolo HTTP. Usamos os serviços da Web RESTful API, pois, comparado com o SOAP Web, que requer o formato XML, o RESTful deixa aberto a escolha de qual formato de mensagem deve ser usado para que clientes e serviços negociem o formato mais adequado (por exemplo, XML, JSON, ATOM, HTML, CSV, YAML, etc) para obter interoperabilidade (Nurseitov et al. 2009, Pautasso 2014). O JSON é usado neste projeto como o formato de troca de dados porque é uma linguagem legível, facilmente analisada por computadores, e é mais rápida e usa menos recursos computacionais do que o formato XML Subseção 2.3.6

Django é um *framework open source* para desenvolvimento Web escrito em Python que encoraja o desenvolvimento limpo e rápido de aplicações Web com banco de dados, facilitando a criação de tarefas complexas (Arifin et al. 2017). Suporta PostgreSQL com ORM (Object Relational Mapper), que é uma camada de abstração. A arquitetura do Django é conhecida como MTV (Model-Template-View) e se encaixa com a arquitetura do SMART. O modelo abstrai as consultas SQL do PostgreSQL, o Template lida com a apresentação de dados em HTML e o View interage com a API RESTfull. O Django foi escolhido principalmente por causa da experiência que o autor deste trabalho tem com ele e ao mesmo tempo é poderoso, extensível o suficiente para atender a todas as necessidades

impostas neste trabalho.

Django REST Framework (DRF) foi escolhido pois além de ser o *framework* mais conhecido para implementação de API REST em Django, fornece um grande número de funcionalidades (roteamento, serialização, validação, autenticação, permissões, filtros, paginação, versionamento, entre outros) que pode ser facilmente customizada, permitindo dessa forma, soluções completas com poucas linhas de código (Christie 2018, Rubio 2017).

O serviço GFTA foi implementado com o uso do Celery, que é um “asynchronous task queue/job queue based on distributed message passing” (McLeod 2015). O Celery possibilita a escalabilidade horizontal ao gerenciar a execução de tarefas através de múltiplas cópias idênticas do código, onde cada servidor executa uma dessas.

A comunicação com os SI dos Núcleo foi criptografada fazendo uso do protocolo HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure), que garante confidencialidade e integridade na comunicação ao adicionar uma camada no tráfego HTTP encriptado com os protocolos de transporte SSL (Secure Sockets Layer) e TLS (Transport Layer Security) (Kranck e Bonneau 2015). O HTTPS é o protocolo mais usado para proteger o tráfego da web (Kranck e Bonneau 2015).

A geração do mapa na interface do usuário utiliza a biblioteca Leaflet (Leaflet 2018). Para prover suporte a dados geográfico ao framework Django, é utilizado a biblioteca GeoDjango (GeoDjango 2018) e por fim, a biblioteca VectorFormat (Labs 2018) é utilizada para converter o modelo de dados em formato GeoJSON, um tipo de arquivo JSON utilizado para codificar uma variedade de estruturas de dados geográfico (Butler et al. 2016). Os dados no formato GeoJSON são renderizados no navegador (*browser*) com a utilização da biblioteca Leaflet. Os atributos de cada registro (dados alfanuméricos) também podem ser visualizados no Leaflet através do uso de *popups* e rótulos, invocados a partir de um clique do mouse ou com o repouso do mouse sobre uma geometria exibida no mapa. As geometrias dos estados e dos municípios brasileiros foram obtidos através da conversão dos shapefiles (.shp) disponibilizados pelo IBGE (IBGE 2018a). Um shapeFile é um formato de arquivo com dados vetoriais utilizado em sistemas de informações geográficas (ESRI 1998). Com o auxílio da função `shp2pgsql` do PostGIS, os dados vetoriais foram transformados em instruções SQL e armazenados na base de dados "BD Transações".

Capítulo 5

Experimentos e Resultados

Conforme visto no fluxo de atividade da Figura 4.19, ao receber os dados de produção, a arquitetura realiza duas grandes tarefas, primeiro processa os dados recebidos do componente SRD e ao término chama o serviço GFTA que executa de forma assíncrona o processamento desses dados (componente MADEI) para um formato de dados de suporte a decisão em um *data warehouse*. O SRD é o componente crítico na arquitetura, ele tem que garantir que os dados sejam recebidos e processados de forma consistente, independentemente do volume deles. Nesse aspecto, os testes visam investigar como as estratégias de otimizações propostas contribuem para a melhoria do desempenho (Seção 5.2) e também verificar a confiabilidade da arquitetura sob uma carga alta e extrema de trabalho quanto ao recebimento e processamento dos dados de produção (Seção 5.1). Para isso, foram realizados dois experimentos, todos simulando o envio de produção de teleconsultoria (TC), telediagnóstico (TD) e participações de tele-educação (TE).

5.1 Teste de Desempenho

Segundo Sharmila e Ramadevi (2014), o teste de desempenho visa verificar o comportamento do sistema sobre condições de carga alta e excessiva. Para execução de testes de desempenho, Kundu (2012) recomenda criar cenários realistas com carga de trabalho médios e pesados obtidos a partir de dados do passado. Com base nessas duas abordagens e com foco em avaliar a robustez é que os testes foram conduzidos.

Nesta seção, a Subseção 5.1.1 apresentará os materiais que foram manipulados nos experimentos de validação. A Subseção 5.1.2 traz os relatos dos resultados obtidos nos experimentos. Finalmente, na Subseção 5.1.3 é apresentada uma discussão dos resultados obtidos.

5.1.1 Materiais

Foram utilizados dados reais para a validação do SMART. Esses dados foram coletados a partir do histórico de dados armazenados no banco do SMART durante o período Maio/2016 a Abr/2018 e foram obtidas as informações conforme apresentadas na Tabela 5.1. Como o objetivo do testes foi verificar o comportamento da arquitetura sobre uma carga de trabalho extrema, foram utilizados os maiores volumes de dados.

Tabela 5.1: Dados histórico com valores médio e máximo do volume de dados de produção no período de maio/2016 a abril/2018.

Tipo de Atividade	Volume médio de dados		Volume máximo de dados	
	Numero de registros	Tamanho (KB)	Número de Registros	Tamanho (KB)
Teleconsultoria	287	77	3696	1066
Telediagnóstico	11627	3694	53195	14599
Tele-educação	271	35	4326	495

Atualmente 18 plataformas enviam dados de produção de 55 núcleos para o SMART. Foram realizadas duas séries de experimentos caracterizadas pelo número de usuários virtuais simulando plataformas simultâneas enviando dados. No primeiro experimento, o número de usuários foi igual à quantidade de plataformas e foram enviados dados referentes a um período de 60 meses, 3300 envios (requisições) por atividade, totalizado 9900 requisições num período de 104 minutos. No segundo, a quantidade de plataformas foi duplicada e, para manter a mesma quantidade de requisições, foi considerado o período de 30 meses, esse experimento durou 101 minutos. Cada plataforma envia de forma aleatória dados de cada serviço.

Para realização dos experimentos foi utilizado o Locust, que é uma ferramenta *open source* que permite configurar testes de carga simulando usuários virtuais enviando requisições ao mesmo tempo (Sernadela et al. 2017). O Locust considera falha no envio qualquer código de status de erro HTTP padrão (4XX) ou resposta de exceção retornada com o código de sucesso HTTP (5XX). O Locust foi escolhido pela facilidade em customizar o *script* de teste para atender o escopo do experimento.

O experimento foi projetado de maneira a se aproximar do cenário real, assim, a infraestrutura utilizada para montagem do ambiente de teste é composta por quatro servidores na nuvem, todos com mesma configuração. No primeiro estão implantados os componentes SRD e GFTA; no segundo, o MADEI; no terceiro, o SED; e no último, o servidor de banco de dados (BD Transações e BD Agregação). Como o objetivo do teste foi medir o desempenho do SRD, não foram incluídas métricas do componente MADEI. O terceiro servidor não chegou a ser utilizado nos testes, pois os identificadores unívocos já estavam no banco de dados, dessa forma, os dados simulados seguiram o fluxo destacado pela linha contínua conforme Figura 4.19. Além dos servidores, há também um cliente, uma máquina *desktop* simulando plataformas de telessaúde virtuais. A configuração física dos servidores são: 16 v-cores Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2670 0 @ 2.60GHz, 16GB RAM com sistema operacional Debian GNU/Linux 9, conectadas a uma rede de 1Gbps. A configuração do cliente, onde roda o Locust é: quad-core Intel Core i7 @2.2GHz, 16GB RAM com sistema operacional OS X Sierra, contactado na mesma rede dos servidores.

A fim de quantificar o desempenho sob a carga de trabalho considerada, diferentes medidas foram tomadas durante os experimentos. Asadollah e Chiew (2012) sugere usar as métricas tempo de resposta (TR), tempo de transmissão (TT) e tempo de processamento (TP) para medir o desempenho de um serviço web.

Para obter uma maior precisão dessas métricas, a arquitetura foi ajustada para registrar instantes de tempos em pontos estratégico e devolvê-los na resposta de cada requisição. O *script* de teste do Locust foi projetado para a cada requisição salvar em um arquivo CSV as métricas de tempos.

Neste trabalho, TR é o tempo entre o envio dos dados e a recepção da resposta (diferença entre os pontos 1 e 16 da Figura 4.17). TP é o tempo compreendido entre o recebimento da requisição e o envio da resposta (diferença entre os pontos 2 e 12 da Figura 4.17). TT é a diferença entre TR e TP, e é influenciado diretamente pela camada de rede (Cito et al. 2015). Para uma melhor precisão da métrica TP, a arquitetura foi ajustada para registrar a data e hora no ato do recebimento dos dados (ponto 2 da Figura 4.17) e no ato do envio da resposta (ponto 12 da Figura 4.17). Além dessas métricas, a fim de verificar quais subcomponentes do SRD afetam o seu tempo de processamento, foram medidos: o tempo de validação (TV), que corresponde à soma dos tempos de execução dos subcomponentes 3, 4 e 5 da Figura 4.17; o tempo para salvar os dados (TS) no banco (ponto 11 da Figura 4.17); e o tempo de extração (TE) para obter dados dos UID (diferença entre os pontos 10 e 8 da Figura 4.17), porém na análise, este último foi descartado por sempre ser zero, isso ocorreu devido os dados dos identificadores unívocos já estarem na base.

5.1.2 Resultados

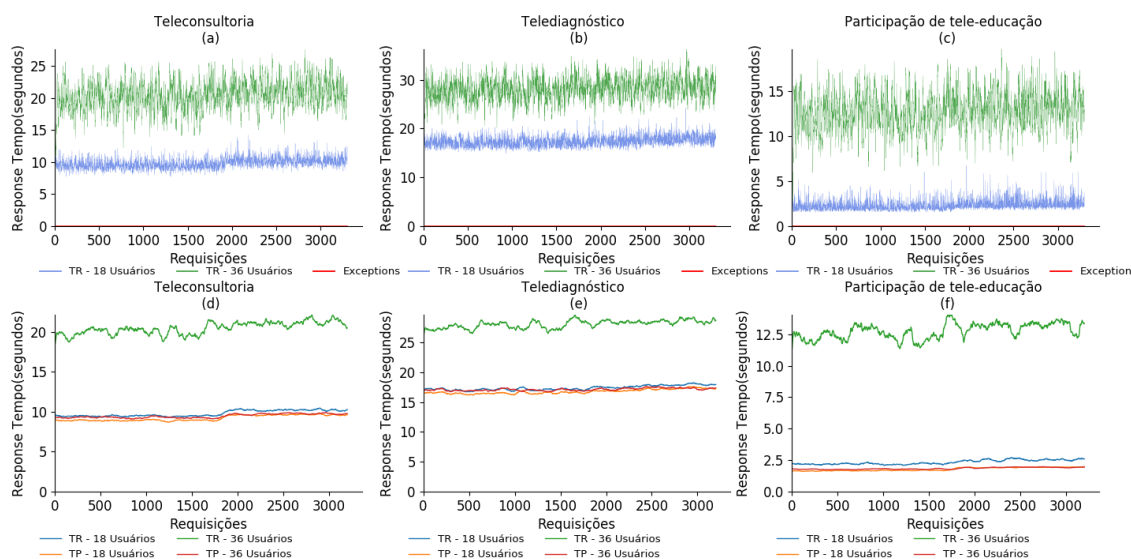
Nesta seção, são apresentados os resultados das métricas obtidas dos experimentos. Foi usado gráfico de linhas para uma análise geral dos dados de tempos (Cito et al. 2015, Cannata et al. 2014) e, para uma visão mais detalhada da distribuição dos tempos de processamento, verificando a concentração deles em determinadas faixas de valores, foi utilizado o gráfico de Histograma (Hsieh et al. 2012).

Para avaliar os resultados obtidos, foi utilizado algoritmo projetado para ler as métricas de tempos do arquivo CSV e a análise foi feita utilizando o Pandas, NumPy e Matplotlib. O Matplotlib é uma biblioteca *open source* de plotagem 2D em python (Hunter 2007).

A fim de suavizar a variação dos tempos de resposta, foi aplicado a média móvel simples (SMA) sob 100 observações (Cito et al. 2015). A Figura 5.1 compara o desempenho da arquitetura SMART durante o processamento do primeiro experimento (18 usuários) e do segundo (36 usuários). Na parte superior, 5.1(a), 5.1(b) e 5.1(c), são apresentados os dados brutos dos tempos de respostas (y-axis) de cada envio (x-axis) de dados para os serviços de teleconsultorias, telediagnóstico e tele-educação respectivamente e, também, o número de falhas (exceção) ocorrido durante o experimento. O gráfico mostra nitidamente que nenhuma exceção foi detectada em um total de 19800 requisições. Na parte inferior, é exibido em 5.1(d), 5.1(e) e 5.1(f), o tempo médio (y-axis) de resposta e de processamento em um intervalo de 100 requisições (y-axis) para os mesmos serviços. Observa-se claramente em 5.1(a), 5.1(b) e 5.1(c), que quando duplicou o número de usuários simultâneos enviando dados, o TR aumentou aproximadamente na mesma proporção para Teleconsultoria e Telediagnóstico e praticamente quadruplicou para tele-educação. No entanto, ao comparar o TR com o tempo de processamento de cada atividade, Figuras 5.1d, 5.1e e 5.1e, percebe-se que, em todos os experimentos, o TP permaneceu pratica-

mente igual. Os dados para o segundo experimentos são mais voláteis, há uma grande quantidade de pico ocorrendo, provavelmente causado pela camada de rede. Em torno dos pontos de tempos entre 1500 e 2000 observa-se um pequeno aumento no TP, visualmente notável para teleconsultoria, mas nada alarmante que se considere uma mudança significativa.

Figura 5.1: Gráfico de linha dos resultados de desempenho da arquitetura sobre uma carga de trabalho alta (18 usuários) e extrema (36 usuários)



A Tabela 5.2 contém os resultados numéricos do valor mínimo (Min), máximo (Max), médio (Avg) e desvio padrão (SD) das métricas utilizadas na Figura 4, destacados por tipo de serviço para cada experimento.

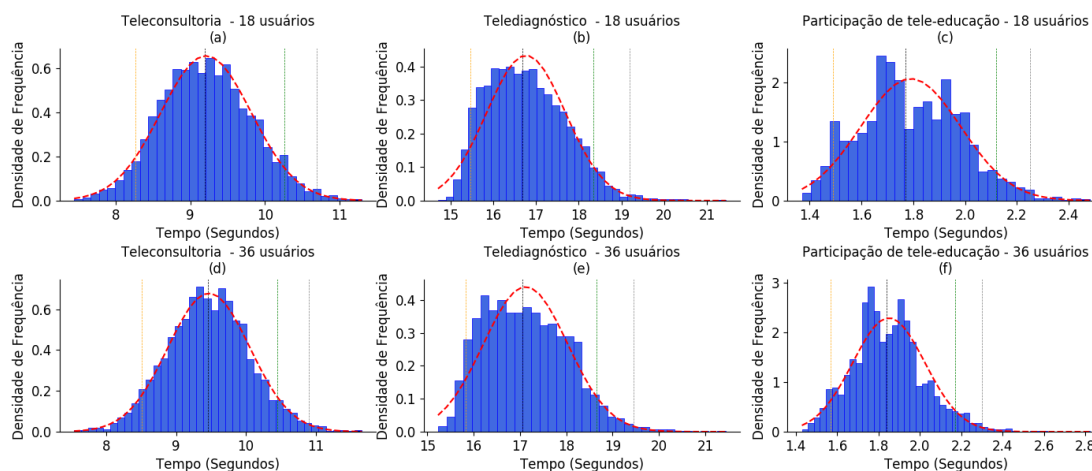
Tabela 5.2: Resultado dos tempos de resposta, processamento e transmissão dos experimentos.

Tipo	Usuário	TR (segundos)				TP (segundos)				TT (segundos)			
		Min	Max	Avg	SD	Min	Max	Avg	SD	Min	Max	Avg	SD
TC	18	7,72	14,27	9,79	0,82	7,44	11,30	9,21	0,61	0,12	4,90	0,58	0,55
TC	36	11,94	27,59	20,43	2,22	7,54	11,66	9,47	0,59	2,06	18,19	10,96	2,19
TD	18	14,90	24,18	17,18	1,06	14,71	21,44	16,77	0,92	0,12	4,91	0,61	0,53
TD	36	19,26	36,25	28,03	2,35	15,23	21,44	17,12	0,91	1,52	18,23	10,91	2,16
TE	18	1,54	6,72	2,34	0,59	1,37	2,48	1,79	0,19	0,10	4,89	0,56	0,54
TE	36	5,93	19,61	12,77	2,15	1,43	2,82	1,85	0,17	4,13	17,63	10,92	2,14

As Figuras 5.2(a), 5.2(b) e 5.2(c) apresentam o histograma da distribuição dos tempos de processamento do primeiro experimento e, 5.2(d), 5.2(e) e 5.2(f) do segundo. Cada barra representa um agrupamento de tempos com grupo mais rápido a esquerda com tempos variando entre o mínimo e o máximo conforme apresentado na Tabela 5.2. A cauda

mais longa da distribuição fica à direita, indicando ocorrência de tempos altos com baixa frequência, visualmente notado em 5.2(b), 5.2(c), 5.2(e) e 5.2(f) e, podem ser considerado *outliers*, um valor atípico. A linha tracejada vermelha representa a curva da distribuição onde a média é o centro e o desvio padrão descreve a dispersão da amostra. As linhas pontilhadas verticais representam na ordem os percentis 5th, 50th (mediana), 95th e 99th e seus respectivos valores em segundos são 8.26, 9.2, 10.26 e 99.70 para Teleconsultoria no primeiro experimento e, 8.51, 9.46, 10.45 e 10.91 para o segundo. Para telediagnóstico, os percentis 5th, 50th, 95th e 99th do primeiro experimento foram respectivamente 15.46, 16.69, 18.36 e 19.19 e, do segundo, 15.83, 17.05, 18.65, 19.45. Em tele-educação, o 5th foi de 1.49, o 50th de 1.77, 95th de 2.12 e 99th de 2.25 para o primeiro experimento, e para o segundo, o percentis foram 1.57, 1.84, 2.17, 2.30 respectivamente o 5th, 50th, 95th e 99th. O percentil 5th de teleconsultoria no primeiro experimento (Figura 5a) foi de 8.26 segundos, o que mostra que apenas 5% dos tempos de processamento ocorrem abaixo de 8.26 segundos, o de 50th (mediana), informa que 50% dos tempos estão abaixo de 9.20 segundos e os outros 50% acima, o percentil 95th indica que 95% dos envios de produção foram concluídos em 10.26 segundos ou menos, e por último, o percentil de 99th mostra que a cada 1 de 100 envios ocorreram em 10.70 segundos. O mesmo raciocínio é aplicado para os valores dos percentis das demais figuras.

Figura 5.2: Histograma de distribuição do tempo de processamento dos experimentos com 18 e 35 usuários simultâneos.



5.1.3 Discussão

Nesta seção, foi estudado o desempenho do SMART sob carga de trabalho alta e extrema. Os resultados dos experimentos mostram que apesar do aumento do TR sobre carga de trabalho diferentes, o TP permanece praticamente o mesmo, o que leva a concluir que o TR foi influenciado pelo tempo de transmissão, conseqüentemente ocasionado pela camada de rede. Isso pode ser facilmente comprovado ao observar os valores da

Tabela 5.2 e mais evidenciado para Tele-educação, onde a média do TT do primeiro experimento foi de 0.56 subindo para 10.92 no segundo. O TT de tele-educação foi bem maior que as demais atividades, e para entender o porque disso, é importante recordar que no *script* de teste, cada usuário envia de forma aleatória dados de cada serviço, assim sendo, quando um usuário envia dados de tele-educação, outros estão enviando tele-diagnóstico, teleconsultoria, aumentando assim o tráfego da rede e, como o TP para tele-educação é menor, há conseqüentemente uma espera maior pela resposta.

De modo geral, os histogramas apresentados na Figura 5.2 mostram que os dados estão aproximadamente distribuídos em relação a média, o que pode ser constatado ao verificar os valores das médias (Tabela 5.2) com as medianas (50th por cento), eles são praticamente iguais. Entretanto, há uma leve tendências dos dados ficarem concentrados nos tempos mais baixos, em 5.2(a), 51.12% estão à esquerda da média, em 5.2(b), 5.2(c), 5.2(d), 5.2(e) e 5.2(f) esses valores correspondem respectivamente a 53.42%, 52.42%, 50.8%, 52.39%, 51.76%.

Com base nas Figuras 5.1(d), 5.1(e) e 5.1(f) e nos baixos desvios padrão dos tempos de processamentos apresentados na Tabela 5.2, verifica-se que apesar de ter duplicado a carga de trabalho, os tempos de processamento permaneceram praticamente iguais e o desempenho da arquitetura se manteve estável ao longo da média nos dois experimentos, conforme observado também nos histograma da Figura 5.1. Os resultados dos testes mostram que o sistema é eficiente, tem boa robustez, estável e boa qualidade, visto que nenhuma falha e nenhuma resposta de erro foram registradas ao longo de todo o experimento.

5.2 Teste para Avaliar os Algoritmos de Otimização Propostos

Esta seção visa avaliar se as estratégias de otimizações propostas discutidas na Subseção 4.4.3.1 contribuem para o desempenho e eficiência da arquitetura. A Subseção 5.2.1 apresentará os materiais que foram preparados para a realização dos experimentos. A Subseção 5.2.2 traz os relatos dos resultados obtidos nos experimentos. Finalmente, na Subseção 5.2.3 é apresentado uma discussão dos resultados obtidos.

5.2.1 Materiais

Para a realização dos experimentos, a arquitetura foi alterada para incluir algoritmos performáticos e não performático em diferente pontos da arquitetura e variáveis de controle foram definidas para ativar ou desativar as otimizações. Essas variáveis de controle são apresentadas na Tabela 5.3.

Tabela 5.3: Variáveis de controle utilizadas para simular diferentes cenários.

Variável de Controle	Descrição
base_vazia	Se ativa, indica que todos os UID não existem na base "BD Transação". Todos os UID serão obtidos do serviço SED
processamento_paralelo	Se ativa, indica que o processamento ocorrer de forma assíncrona e as chamadas das funções verificar_uid ocorrer em paralelo
usar_memcache	Se ativa, será utilizado o algoritmo que inclui os UID mais utilizados em memória cache
recuperacao_inteligente	Se ativo, a verificação se os UID existem na base ocorrem em uma única consulta SQL, faz uso de TAD sets e dicionário em memória para gerenciar a relação UID e PK
integracao_inteligente	Se ativo, a obtenção dos dados dos UID no serviço SED irá ocorrer em lote
uids_base_sed	Se ativo, indica que todos os uids estão na "BD Repositório", caso contrário, força o serviço SED a obter os dados das fontes externas sob demanda.
usar_sql	Se ativo, indica que será utilizado instrução SQL pura para salvar/atualizar os dados ao invés de ORM.

Os dados de produção utilizados nesse experimento são aqueles com volume máximo (Tabela 5.1) coletados no experimento anterior. Foi criado um *script* de testes para realizar o envio de dados de produção de teleconsultoria, telediagnóstico e tele-educação em diferentes simulações que representa cenários distintos. Por padrão todas as variáveis de controle estão desativadas e as simulações difere uma da outra de acordo com as configurações de ativação dessas variáveis. A Tabela 5.4 exhibe as diferentes configurações das variáveis de controle para cada simulação e o cenário que cada uma representa.

Tabela 5.4: Configuração das variáveis de controle de casa simulador.

ID da simulação	Variáveis de controle	Cenário
S1	base_vazia=V todas ativas uids_base_sed=F	Os UID não estão no banco local ("BD Transações") e nem na memória cache. Todas as otimizações estão ativas, porém como os UID não estão na base local, serão obtidos do serviço SED. Observa-se que uids_base_sed está Falso, logo os UID também não estão na base "BD Repositório", isso força o serviço SED a obter os dados das fontes externas sob demanda
S2	base_vazia=V todas ativas integracao_inteligente=F	Semelhante ao cenário anterior, mas os UID já estão na base "BD repositório". Nesse cenário, todos os UID serão obtidos do serviço SED de forma sequencial
S3	base_vazia=V todas ativas processamento_paralelo=F	Semelhante ao anterior com obtenção dos UID ocorrendo de forma otimizada, porém a validação dos modelos ocorrem de forma sequencial
S4	base_vazia=V todas ativas	Base local vazia com todas as otimizações ativas
S5	base_vazia=F Todas desativadas	Todos os UID estão no banco local (BD Transações) e todas as otimizações foram desativadas. Nesse cenário, o serviço SED não é acionado.
S6	base_vazia=F recuperacao_inteligente=V	Igual ao cenário anterior com a verificação se os UID existem no banco local otimizada
S7	base_vazia=F recuperacao_inteligente=V processamento_paralelo=V	Igual ao cenário anterior com a validação dos UID de cada modelo ocorrendo de forma paralela
S8	base_vazia=F recuperacao_inteligente=V processamento_paralelo=V usar_sql=V	Igual ao cenário anterior com uso direto de instruções SQL para salvar/atualizar.
S9	base_vazia=F recuperacao_inteligente=V processamento_paralelo=V usar_sql=V usar_memcache=V	Igual ao cenário anterior com uso de memória cache para salvar os UID mais utilizados. Cenário utilizado no experimento da Seção 5.1

Nas simulações de S5 a S9, todos os UID estão na base local ("BD Transações"), a primeira é a menos otimizada enquanto que a outra a mais performática. Apesar de todas as otimizações estarem ativas na simulação S4, espera-se que tempo total de processamento dos dados seja bem mais lento quando comparado com a simulação S5, pois como os UID não estão na base local ("BD Transações") faz-se necessário obtê-los por meio do

serviço SED. A simulação S1 representa um cenário em que será necessário obter todos os dados dos UID diretamente das fontes externas sob demanda, mesmo com todas as otimizações ativas, essa suposição é o pior caso.

Nesse estudo as métricas relativas ao cenário S1 não foram coletadas, pois iriar sobrecarregar os servidores das fontes externas sem necessidade, visto que os resultados da simulação S2 são suficiente para comprovar que de fato o cenário S1 é o pior caso.

Nesse experimento são utilizadas as métricas Tempo de Processamento (TP), Tempo de Validação (TS), Tempo de Salvamento (TS) e Tempo de Extração (TE) definidas na Subseção 5.1.1. Ressaltamos que o tempo de processamento é a soma dos tempos de salvamento e validação e, que este último, contém o tempo de extração.

Como esse experimento visa avaliar os algoritmos de otimização proposta independentemente de configuração de servidores e de escalabilidade, a infraestrutura utilizada no ambiente de teste consiste em apenas uma estação de trabalho com as seguintes configurações: quad-core Intel Core i7 @2.2GHz, 16GB RAM com sistema operacional OS X Sierra, ambos conectados na mesma rede Ethernet.

5.2.2 Resultados

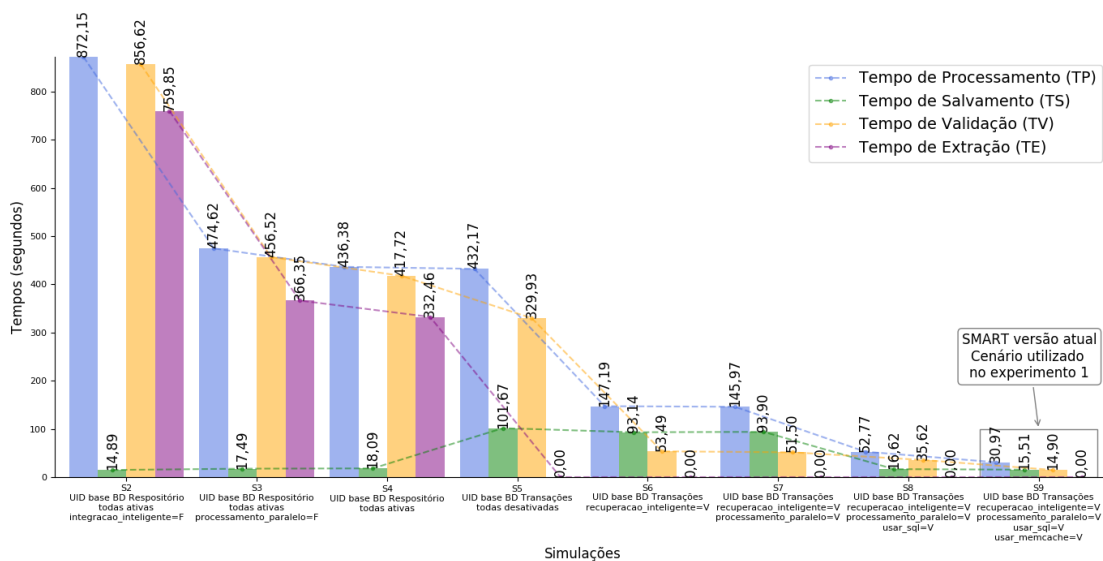
Os resultados das métricas obtidas dos experimentos para cada simulação são apresentadas na tabela Tabela 5.5. Essa tabela mostra os valores numéricos para os tempos de processamento, salvamento, validação e extração obtidos em cada simulação e, para facilitar a comparação da diferença de tempos em relação aos serviços ofertados pelo telessaúde, a tabela foi ordenada por tipo de serviço e posteriormente por simulação.

Tabela 5.5: Resultado dos tempos de processamento, salvamento, validação e extração para cada tipo de serviço de telessaúde e simulação.

Tipo	ID da simulação	Tempo de Processamento (segundos)	Tempo de Salvamento (segundos)	Tempo de Validação (segundos)	Tempo de Extração (segundos)
Telediagnóstico	S2	495,97	13,87	481,7	403,73
Telediagnóstico	S3	344,3	13,14	330,75	255,6
Telediagnóstico	S4	334,09	13,63	320,09	249,77
Telediagnóstico	S5	352,98	69,56	283,04	0,0
Telediagnóstico	S6	104,89	61,08	43,42	0,0
Telediagnóstico	S7	103,13	61,09	41,66	0,0
Telediagnóstico	S8	40,65	12,49	27,8	0,0
Telediagnóstico	S9	24,08	11,18	12,52	0,0
Tele-educação	S2	252,17	0,76	251,28	241,13
Tele-educação	S3	41,71	0,74	40,88	34,0
Tele-educação	S4	31,02	1,02	29,91	22,91
Tele-educação	S5	17,06	7,04	9,93	0,0
Tele-educação	S6	12,04	6,87	5,09	0,0
Tele-educação	S7	12,84	7,64	5,11	0,0
Tele-educação	S8	5,33	0,63	4,62	0,0
Tele-educação	S9	1,85	0,64	1,13	0,0
Teleconsultoria	S2	124,01	0,26	123,64	114,99
Teleconsultoria	S3	88,61	3,61	84,89	76,75
Teleconsultoria	S4	71,27	3,44	67,72	59,78
Teleconsultoria	S5	62,13	25,07	36,96	0,0
Teleconsultoria	S6	30,26	25,19	4,98	0,0
Teleconsultoria	S7	30,0	25,17	4,73	0,0
Teleconsultoria	S8	6,79	3,5	3,2	0,0
Teleconsultoria	S9	5,04	3,69	1,25	0,0

A Figura 5.3 apresenta o somatório dos tempos (eixo y) obtidos do envio de cada dados de produção para cada simulação (eixo x), isto é, o somatório das métricas de telediagnóstico, tele-educação e teleconsultoria da mesma simulação. As barras indicam o tempo total de cada métrica e quanto menor for, melhor é o resultado.

Figura 5.3: Tempo total de cada métrica por simulação.



5.2.3 Discussão

Com base nos resultados obtidos no experimento, observa-se nos valores das simulações S2 e S3 exibidos na Figura 5.3 que a métrica TV e consequentemente a TP diminuem consideravelmente quando aplicado a extração de dados em lote (`integracao_inteligente=V`), ambas as métricas são influenciadas pelo tempo TE. Contata-se ainda que a aplicação de todas as técnicas de otimização no cenário em que os dados relativos aos UID não estão na base local (BD Transações), possibilitou à arquitetura um ganho de aproximadamente 50% do seu desempenho, visivelmente notável quando comparada as simulação S4 com S2.

Para melhorar a compreensão dos impactos que cada técnica de otimização tem sobre o desempenho da arquitetura, foram criadas as simulações S5 a S9, onde os dados dos UID obtidos no cenário S4 permaneceram na base local (BD Transações) em ambos os cenários. Percebe-se que em todos essas simulações, a métrica TE permaneceu zerada, comprovando que a arquitetura não precisou obter os dados dos UID através do serviço SED.

A incorporação das técnicas de recuperação dos dados no banco de forma inteligente (`recupecao_inteligente=V`) possibilitou um ganho de aproximadamente 3 vezes no desempenho da arquitetura, conforme observa-se na Figura 5.3 ao comparar as simulações S5 e S6. Não houve grandes melhorias em relação a técnica de paralelização na validação, quando comparado os cenários S7 com S6, isso porque faz-se necessário aguardar o término de todos os processos paralelos para dar continuidade na rotina de validação.

Foi visto na Subseção 4.4.2 que o ORM agilizou o desenvolvimento ao mapear o modelo de objeto utilizado na arquitetura com consultas SQL. Contudo, por questões de performance, dispensou-se esse valioso recurso para utilizar instruções SQL (`user_sql=V`) diretamente no código. Comparando os resultados das simulações S8 com S7, percebe-se

um aumento do desempenho da arquitetura de quase 6 vezes.

Por fim, a inclusão da estratégia de salvar em memória cache (`usar_memcache=V`) os UID mais utilizados para ir recuperar no banco apenas os novos, diminuiu o tempo total de processamento em 58%, conforme pode constatar ao comparar as simulações S9 com S8.

A simulação S9 em que todas as técnicas de otimização estão ativadas correspondem ao cenário utilizado nos experimentos da Seção 5.1

Os resultados dos experimentos comprovam de fato que as técnicas de otimizações contribuem para o desempenho e eficiência da arquitetura.

Capítulo 6

Conclusão

A hipótese que norteou este trabalho versa sobre a possibilidade de criar uma solução para obter os dados dos SI do NT e centralizar esses em uma base de dados projetada para a tomada de decisão.

A partir dessa conjectura, este estudo apresentou toda a solução para integrar os dados produzidos pelos diversos sistemas heterogêneos desenvolvidos e mantidos pelos núcleos de telessaúde no Brasil em um armazenamento de dados central, sólido e estável. O objetivo final foi o de construir um sistema confiável e flexível que possibilitasse ao Ministério da Saúde o acompanhamento, monitoramento e avaliação dos resultados das ações em telessaúde em todo o país, de forma ágil, acessível e de fácil utilização na análise das informações e no apoio à tomada de decisão.

Os resultados dos experimentos demonstraram que a arquitetura do SMART é bastante eficiente e estável, o desempenho provou ser altamente satisfatório, durante todo o teste o sistema não apresentou nenhuma falha na recepção dos dados. Devido à aplicação na arquitetura do princípio "separação por interesse", a manutenção e o seu desenvolvimento futuro tornaram-se muito eficientes, mesmo para a quantidade cada vez maior de dados e funcionalidades.

Com a implantação do SMART, todos NT deixaram de utilizar as planilhas eletrônicas e implementaram 100% do conjunto mínimo de dados pactuado. O envio dos dados são totalmente realizados de forma automática para o SMART todo início do mês subsequente.

6.1 Limitações e Desafios

Esta pesquisa esbarrou com desafios de diversa ordem, o primeiro foi que os SI dos NT não estavam adequados para produzir os dados pactuados no CMD. Para tal, fez-se necessário adequar todos os SI existentes no âmbito do PTBR-Redes para incluir em seus formulários de entrada os dados previstos no CMD.

A fase de adequação gerou o segundo desafio, os SI não possuíam os identificadores unívocos especificados no CMD e os NT não tinham como recuperar esses dados. Para contornar esse problema, foi criado no SMART web service que disponibiliza dados desses identificadores.

O ano de 2014 foi marcado por mudanças, todos os NT lançaram versões novas de

suas plataformas. O terceiro desafio consistiu em criar um mecanismo que possibilitasse ao núcleo se comunicar com o SMART de tal forma que minimizasse ao máximo mais alterações em seus SI. Nesse aspecto, a fim de agilizar o processo de intercâmbio de dados, poupando tempo e recurso dos desenvolvedores do NT, foram criados quatro Componente Facilitador de Integração nas linguagens de programação Java, PHP, C.Net e Python. Com esse Componente, o desenvolvedor do NT precisou apenas acoplá-lo ao SI e as questões técnicas envolvidas na geração e envio dos dados para o SMART ficou transparente.

Uma limitação deste trabalho é que o DATASUS não disponibiliza nenhum mecanismo para identificar quais dados da base do CNES foram atualizados, não há como saber sobre a inserção de novos estabelecimentos de saúde e/ou novos profissionais e/ou novas equipes de saúde.

O desenvolvimento da solução apresentada nesta tese com a participação de múltiplos parceiros usando diferentes SI demonstrou ser viável, mas exigiu muito tempo, compromisso e dedicação. Contatou-se que é essencial dispor tempo suficiente para: (1) desenvolver relacionamentos colaborativos e de confiança entre os parceiros de diferentes áreas, experiências e interesses variados; (2) concluir processos de revisão institucional e regulatória; (3) identificar e abordar desafios técnicos associados a diversos ambientes, práticas e recursos de dados; e (4) fornecer avaliações contínuas da qualidade dos dados para garantir a precisão dos dados.

O apoio e o envolvimento da coordenação do PTBR-Redes são considerados um fator crítico de sucesso para o desenvolvimento do SMART. Construir relacionamentos colaborativos e baseados em confiança entre todos os envolvidos requer processos transparentes e garantias de que estes serão aplicados. Esses processos exigem tempo suficiente para pactuar o conjunto mínimo de dados, os indicadores de qualidade e a revisão dos participantes da rede em todos os níveis, bem como o compromisso de todos os participantes de continuar a cultivar e manter a confiança, respeito e transparência no uso e no desenvolvimento do *data warehouse* do SMART. A contribuição dos núcleos de telessaúde também ajudou a promover o comprometimento com o *data warehouse* do SMART.

6.2 Impacto do SMART

O SMART tem contribuído na criação de estratégias e políticas públicas para melhorar os serviços ofertados pelo PTBR-Redes. Após mais de 4 anos de desenvolvimento, melhoria contínua e extensão, o SMART atingiu agora um estado estável e maduro. Especialmente o componente SRD, onde as técnicas de otimização garantem que os dados de produção fornecidos pelos SI dos NT sejam recebidos de forma célere e consistente. Destaca-se também o Painel de Indicadores, que fornece acesso a uma enorme quantidade de tabelas, gráficos e mapas, e foi continuamente melhorado e ampliado. Devido à sua confiabilidade e sua flexibilidade na geração da informação, o sistema se qualifica como um sistema de apoio à decisão com alto potencial em nível regional e nacional.

As experiências dos núcleos de telessaúde obtidas através deste projeto têm impactos de longo alcance. O uso de terminologias baseadas em bases públicas e os processos de validação com foco a padronização dos dados forneceu uma compreensão mais profunda do valor e da importância de coletar e registrar dados de maneira padronizada. Isso per-

mitirá que eles criem e implementem processos de validação de dados apropriados antes de usar e publicar os dados produzidos. Outro benefício para os núcleos inclui fornecer a oportunidade de usar o *data warehouse* do SMART para fazer perguntas sobre os dados relevantes para as necessidades e interesses de sua população, melhorando dessa forma, a sua capacidade de prestar cuidados de alta qualidade aos cidadãos que atendem.

O SMART impulsionou uma estruturação na área da telessaúde no Brasil com a aplicação e evolução de um padrão nacional, construído a partir de uma demanda de governo, como consequência, houve uma mudança na cultura organizacional e na gestão dos NT que causam impactos diretos nos serviços prestados aos cidadãos. Silva (2015) relata em seu trabalho como ocorreu o processo de mapeamento, gerenciamento e implantação dos processos de negócio do núcleo NUTES-UFPE para consolidar a transmissão dos dados para o SMART.

6.3 Contribuições

Embora existam outros sistemas de BI, como os que foram abordados no estado da arte (Capítulo 3). O SMART é a primeira plataforma *on-line* totalmente integrada projetada para fornecer funcionalidades como pesquisa, recuperação, análise e visualização eficiente de dados relacionados com a avaliação de resultados de um programa de telessaúde a nível nacional.

Quanto às contribuições da pesquisa, é possível destacar as seguintes:

- i Um modelo de dados mínimos para serviços de um programa de telessaúde;
- ii Um padrão nacional de interoperabilidade para intercâmbio de informação entre SI no contexto do PTBR-Redes;
- iii Um solução de BI para avaliar os resultados das ações dos serviços ofertados por um programa de telessaúde a nível nacional.

Além de todas essas contribuições já discutidas nesta teste, uma das mais significativas foi o aproveitamento dos sistemas legados desenvolvidos pelos NT para gestão da telessaúde nos estados, uma vez que o SMART permitiu ao governo federal centralizar todas as informações de interesse do PTBR-Redes sem descartar nenhuma das plataformas desenvolvidas anteriormente, as quais tiveram também financiamento público. Neste sentido, o SMART também permitiu que as plataformas de telessaúde de cada núcleo mantivessem as suas singularidades locoregionais, aspectos que dificilmente se conseguiria com o uso de uma plataforma única para telessaúde no Brasil.

Esperamos que este estudo contribua discussões de abordagens relativas a examinar quais dados são essenciais não apenas na âmbito da telessaúde, mas em qualquer área onde houver a necessidade de intercâmbio de informação e encorajar iniciativas para promover práticas de compartilhamento de informações visando melhorar a qualidade dos dados para a avaliação e monitoramento dos serviços prestados em uma determinada área.

6.4 Trabalhos Futuros

A arquitetura do SMART está em um estado estável e maduro, mas como em qualquer projeto, há espaço para melhorias, como tal, destacamos:

- i Salvamento parcial: atualmente caso ocorra alguma falha no processo de validação dos dados recebidos, a arquitetura rejeita todos os dados. Pretende-se criar um mecanismo para rejeitar somente os dados inválidos e salvar os demais. Essa abordagem irá reduzir o tráfego da rede, pois será reenviado apenas os dados que de fato foram rejeitados;
- ii Recebimento parcial: atualmente, todo início de mês é aberto por um determinado prazo o período para recepção dos dados, nesse tempo, os SI dos NT enviam todos os dados produzidos do mês anterior. Pretende-se criar um mecanismo para deixar o período aberto durante todo o mês de forma a possibilitar o recebimento fragmentado dos dados, ficando a critério do SI do NT a melhor forma de enviá-los;
- iii *Webhook endpoints*: essa funcionalidade permitirá que a arquitetura notifique em tempo real ao SI do NT quando o processamento de validação dos dados recebidos for concluído;
- iv Uso de arquitetura de microsserviço para melhorar a escalabilidade: O componente MADEI será dividido em um conjunto de serviços independentes, onde o subcomponente MROLAP será convertido para um microsserviço e as operações OLAP do CUBO será feitas por meio de requisições REST. Será criado um microsserviço para edição dos metadados, possibilitando assim a definição de CUBO OLAP em tempo de execução. O componente AOLAP e PI também serão divididos em serviços autônomos, ambos irão acessar os *endpoints* fornecidos pelo serviço MROLAP. O uso de microsserviço está se tornando uma tendência no área de SOA, pois possui vantagens em relação ao sistema monolítico, dentre elas, destacam-se a) escalabilidade horizontal, devido cada microsserviço executar seu próprio processo, torna-se simples distribuí-lo nos diversos nós da rede e; b) maior confiabilidade, uma falha em um serviço não afeta o outro, ainda mais, um vazamento de recursos em tempo de execução afetará somente o serviço onde ocorreu o problema (Costa et al. 2016). Por outro lado, os autores também destacam as desvantagens da arquitetura de microsserviço quando comparado ao modelo de implantação monolítico;
- v Usar *framework* HTTP OLAP Cubes (Urbanek 2018): usar o *framework* de código aberto "Cubes" para a implementação do microsserviço MROLAP. O *framework* Cubes atende a especificação para proposta desse microsserviço, pois além de ser implementado em python, aceita requisições REST para manipular as operações do cubo OLAP. Uma das vantagens em usar o *framework* "cubes" é sua resiliência a mudanças, pois uma vez definido os metadados e o modelo lógico, as alterações do modelo pode ser manipulada pela aplicação sem quaisquer modificações no código, permitindo dessa forma, adicionar ou remover níveis de uma dimensão sem alterar a interface ALOP e PI (Arifin et al. 2017);

- vi Microserviço OLAM (On-line Analytical Mining): criação de um serviço para usar técnicas de mineração de dados para extrair informações históricas valiosas ocultas e adquirir informações significativas, criando portanto, uma base de conhecimento sobre os dados da telessaúde.

Referências Bibliográficas

Agboola, Stephen, Timothy M Hale, Caitlin Masters, Joseph Kvedar e Kamal Jethwani (2014), ““Real-World” Practical Evaluation Strategies: A Review of Telehealth Evaluation’, *JMIR Research Protocols* **3**(4), e75.

URL: <http://www.researchprotocols.org/2014/4/e75/>

Agiu, Dragos, Vlad Mateescu e Julia Mutean (2014), ‘Business Intelligence overview’, *Database Systems Journal* **V**(3), 23–36.

AlHazme, Raed H, Arif M Rana e Michael De Lucca (2014), ‘Development and implementation of a clinical and business intelligence system for the florida health data warehouse’, *Online journal of public health informatics* **6**(2).

Alverson, Dale C, Elizabeth A Krupinski, Kristine A Erps, Nancy S Rowe e Ronald S Weinstein (2018), ‘The third national telemedicine & telehealth service provider showcase conference: Advancing telehealth partnerships’, *Telemedicine and e-Health* .

Andrade, Rafael, Alexandre Savaris e Roger Walz (2016), TELEDIAGNÓSTICO PARA ELETROENCEFALOGRAFIA EM SANTA, em ‘XV Congresso Brasileiro em Informática em Saúde – CBIS’, CBIS, Goiânia, pp. 1089–1099.

URL: https://www.researchgate.net/publication/311219158_TELEDIAGNOSTICO_PARA_ELETR

Aouiche, Kamel, Daniel Lemire e Robert Godin (2008), Web 2.0 olap: From data cubes to tag clouds, em ‘International Conference on Web Information Systems and Technologies’, Springer, pp. 51–64.

APDSI (2013), ‘Interoperabilidade na Saúde - Onde Estamos?’, *APDSI - Associação para a Promoção e Desenvolvimento da Sociedade da Informação* .

URL: http://www.apdsi.pt/uploads/news/id719/Estudo_APDSI_Interoperabilidade_Saúde_comple

Arifin, S. M. Niaz, Gregory R Madey, Alexander Vyushkov, Benoit Raybaud, Thomas R Burkot e Frank H Collins (2017), ‘An online analytical processing multi-dimensional data warehouse for malaria data’, *Database* **2017**, 1–20.

URL: <https://dw.vecnet.org/datawarehouse/>

Asadollah, AS e TK Chiew (2012), ‘Web service response time monitoring: Architecture and validation’, *Advances in Mathematical and Computational Methods* **2**(3), 58–63.

August, July, Issn No e Digvijaysinh Rathod (2017), 'Available Online at www.ijarcs.info PERFORMANCE EVALUATION OF RESTFUL WEB SERVICES AND SOAP / WSDL WEB SERVICES', **8**(7).

Aziz, Azwa Abdul, Muhammad Sani Iliyasa, Ibrahim Abdul Karim Mahmoud, Raja Hasyifah Raja Bongsu e Julaily Aida Jusoh (2015), 'A conceptual framework for a multidimensional model of talent management data warehouse', *Journal of Theoretical and Applied Information Technology* .

Bireme (2018), 'Segunda Opinião Formativa - Apresentação geral sobre SOF: antecedentes, fluxo de produção, critérios de avaliação, indicadores de acesso'.
URL: <http://aps.bvs.br/segunda-opiniao-formativa/>

Bittar, Olímpio J Nogueira, Márcio Biczysk, Mário Ivo Serinolli, Márcia C Zago Novaretti e Mara Michele Nunes de Moura (2018), 'Sistemas de informação em saúde e sua complexidade', *Revista de Administração em Saúde* **18**(70), 290–299.
URL: <http://cqh.org.br/ojs-2.4.8/index.php/ras/article/view/77>

Bonifati, Angela, Fabiano Cattaneo, Stefano Ceri, Alfonso Fuggetta e Stefano Paraboschi (2001), 'Designing data marts for data warehouses', *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology* **10**(4), 452–483.
URL: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=384189.384190>

Brasil, Ministério da Saúde (2012), 'Manual de Telessaúde para Atenção Básica'.
URL: http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/publicacoes/manual_telessaude.pdf

Brasil, Ministério da Saúde (2014a), 'Nota técnica n. 05/2014. define diretrizes para o monitoramento e avaliação do programa nacional telessaúde brasil redes, conforme portaria n. 2.546, de 27 de outubro de 2011', *Diário Oficial da União* .

Brasil, Ministério da Saúde (2015), 'Telessaúde Brasil Redes'.
URL: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/folder/telessaude_brasil_redes_2015.pdf

Brasil, Ministério da Saúde (2015a), 'Redes Custeio dos Núcleos de Telessaúde - Manual Instrutivo'.
URL: http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/manual_tecnico_telessaude_preliminar.pdf

Brasil, Ministério da Saúde (2015b), 'Nota técnica nº 50/2015. define diretrizes para a oferta de atividades do programa nacional telessaúde brasil redes', *Diário Oficial da União* .

Brasil, Ministério da Saúde (2015c), 'Nota técnica. orientações sobre o custeio dos núcleos de telessaúde', *Diário Oficial da União* .

Brasil, Ministério da Saúde (2017), 'Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes'.
URL: <http://portalms.saude.gov.br/trabalho-educacao-e-qualificacao/gestao-da-educacao/qualificacao-profissional/telessaude/programa-nacional-telessaude-brasil-redes>

- Brasil, Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro (2007), 'Portaria nº 35 de 4 de janeiro de 2007. institui, no âmbito do ministério da saúde, o programa nacional de telessaúde', *Diário Oficial da União* .
- Brasil, Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro (2011), 'Portaria nº 2.546, de 27 de outubro de 2011. redefine e amplia o programa telessaúde brasil, que passa a ser denominado programa nacional telessaúde brasil redes (telessaúde brasil redes)', *Diário Oficial da União* .
- Brasil, Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro (2014b), 'Portaria gm/ms nº 2.859, de 29 de dezembro de 2014. institui o incentivo financeiro de custeio mensal destinado aos núcleos intermunicipais e estaduais de telessaúde do programa nacional de telessaúde brasil redes na atenção básica, e dá outras providências', *Diário Oficial da União* .
- Brasil, Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro (2014c), 'Portaria gm/ms nº 2.860, de 29 de dezembro de 2014. define os valores do incentivo financeiro de custeio mensal destinado aos núcleos de telessaúde do programa nacional telessaúde brasil redes na atenção básica de trata a portaria nº 2.859/gm/ms, de 29 de dezembro de 2014', *Diário Oficial da União* .
- Brasil, Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão (2018), 'Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico', *Documento de Referência* p. 41.
URL: <http://eping.governoeletronico.gov.br/>
- Breslin, Mary (2004), 'Data Warehousing Battle of the Giants : Comparing the Basics of the Kimball and Inmon Models', *Business Intelligence Journal* pp. 6–20.
- Brooks, Patti, Omar El-Gayar e Surendra Sarnikar (2015), 'A framework for developing a domain specific business intelligence maturity model: Application to healthcare', *International Journal of Information Management* **35**(3), 337–345.
URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2015.01.011>
- Butler, H., M. Daly, A. Doyle, S. Gillies, S. Hagen e T. Schaub (2016), 'RFC 7946 - The GeoJSON Format'. Disponível em: <<http://www.rfc-editor.org/info/rfc7946>\T1\textgreater{}. Acesso em: 01 de junho de 2018.
- BVS (2018), 'Decs - descritores em ciências da saúde'.
URL: <http://decs.bvs.br/P/decsweb2018.htm>
- Calabrese, A, C Massarelli, Vito F Uricchio, N Dongiovanni, S Napoletano, A Netti, D Piccolo, E Riezzo, M Zippitelli, M Del Prete et al. (2014), Systems and alerts for civil protection application: Territorial analysis, scenarios elaboration and fields application through a new technological approach, em '2014 IEEE International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA) Proceedings', IEEE, pp. 406–412.

Ćamilović, Dragana, Dragana Bečejski-Vujaklija e Nataša Gospić (2009), ‘A call detail records data mart: Data modelling and OLAP analysis’, *Computer Science and Information Systems* **6**(2), 87–110.

Cannata, Massimiliano, Milan Petar Antonovic e Monia Elisa Molinari (2014), ‘Load testing of helidem geo-portal: an ogc open standards interoperability example integrating wms, wfs, wcs and wps’, *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research* **9**(1), 107–130.

Carvalho, Andre Luis Bonifácio, Washington Luiz Abreu de Jesus e Isabel Maria Vilas Boas Senra (2017), ‘Regionalização no SUS: processo de implementação, desafios e perspectivas na visão crítica de gestores do sistema’, *Ciência & Saúde Coletiva* **22**(4), 1155–1164.

URL: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232017002401155&lng=pt&tlng=pt

Castillo, P A, M G Arenas, A M Mora, J L J Laredo, G Romero, V M Rivas e J J Merelo (2011), ‘Distributed Evolutionary Computation using REST’, *CORR Computing Research Repository* **abs/1105.4**, 7.

URL: <http://arxiv.org/abs/1105.4971>

Cavalheiro, J e P Carreira (2016), ‘A multidimensional data model design for building energy management’, *Advanced Engineering Informatics* **30**(4), 619–632.

URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84984798044&doi=10.1016%2Fj.aei.2016.08.001&partnerID=40&md5=274c25de8cc77771748>

Chakravarty, Prateek e Bidgely (2013), ‘The Power of Data Warehousing’, (November), 1–2.

Chang, Hyejung (2015), ‘Evaluation Framework for Telemedicine Using the Logical Framework Approach and a Fishbone Diagram’, *Healthcare Informatics Research* **21**(4), 230.

URL: <https://synapse.koreamed.org/DOIx.php?id=10.4258/hir.2015.21.4.230>

Chaudhuri, Surajit e Umeshwar Dayal (1997), ‘An overview of data warehousing and olap technology’, *SIGMOD Rec.* **26**(1), 65–74.

URL: <http://doi.acm.org/10.1145/248603.248616>

Chaudhuri, Surajit, Umeshwar Dayal, Lutz Hamel, T Hall, Solomon Negash, Vicki L. Sauter, Andrew S Tanenbaum, Efraim Turban, Ramesh Sharda, Carlo Vercellis, Steve Williams, Nancy Williams, David Taniar, William H. Inmon, Ralph Kimball, Margy Ross e A.G Fallis (2005), *Building the Data Warehouse, Fourth Edition*, Vol. 13.

URL: [http://190112.8m.com/Bibliografia.pdf%5Cnhttp://doi.wiley.com/10.1002/9780470634431%](http://190112.8m.com/Bibliografia.pdf%5Cnhttp://doi.wiley.com/10.1002/9780470634431%5Cn)

Choi, In Young, Seungho Park, Bumjoon Park, Byung Ha Chung, Choung-Soo Kim, Hyun Moo Lee, Seok-Soo Byun e Ji Youl Lee (2013), ‘Development of prostate

- cancer research database with the clinical data warehouse technology for direct linkage with electronic medical record system’, *Prostate international* **1**(2), 59–64.
- Christie, Tom (2018), ‘Django REST Framework’.
- Cito, Jürgen, Devan Gotowka, Philipp Leitner, Ryan Pelette, Dritan Suljoti e Schahram Dustdar (2015), ‘Identifying web performance degradations through synthetic and real-user monitoring’, *Journal of Web Engineering* **14**(5-7), 414–442.
- Cociera, Enrico (2002), ‘Essentials of telemedicine and telecare’, *BMJ Clinical Research* **324**(May 2002), 9.
URL: https://www.researchgate.net/profile/Enrico_Coiera/publication/24955652_Essentials_of_Telemedicine-and-Telecare.pdf?origin=publication_detail
- Cohen, Bevin, David K Vawdrey, Jianfang Liu, David Caplan, E Yoko Furuya, Frederick W Mis e Elaine Larson (2015), ‘Challenges associated with using large data sets for quality assessment and research in clinical settings’, *Policy, Politics, & Nursing Practice* **16**(3-4), 117–124.
- Combi, Carlo, Massimo Franceschet e Adriano Peron (2004), ‘Representing and reasoning about temporal granularities’, *Journal of Logic and Computation* .
- Costa, Bruno, Paulo F Pires, Flávia C Delicato e Paulo Merson (2016), ‘Evaluating rest architectures—approach, tooling and guidelines’, *Journal of Systems and Software* **112**, 156–180.
- Cravero, Ania e Samuel Sepulveda (2016), ‘Methodologies, techniques and tools for OLAP design: A Systematic Mapping Study’, *IEEE Latin America Transactions* **14**(2), 943–950.
- Curbera, F., M. Duftler, R. Khalaf, W. Nagy, N. Mukhi e S. Weerawarana (2002), ‘Unraveling the web services web: an introduction to soap, wsdl, and uddi’, *IEEE Internet Computing* **6**(2), 86–93.
- Cuzzocrea, Alfredo e Elisa Bertino (2011), ‘Privacy preserving olap over distributed xml data: a theoretically-sound secure-multiparty-computation approach’, *Journal of Computer and System Sciences* **77**(6), 965–987.
- DAB (2018), ‘Guia ciap 2’.
URL: http://www.saude.campinas.sp.gov.br/sistemas/esus/guia_CIAP2.pdf
- Dalcin, LD, Paz RR, PA Kler e A Cosimo (2011), ‘Parallel distributed computing using python’, *Advances in Water Resources* **34**(9), 1124–39.
- DATASUS (2018a), ‘Cid 10 - classificação estatística internacional de doenças e problemas relacionados à saúde’.
URL: <http://www.datasus.gov.br/cid10/V2008/apresent.htm>

- DATASUS (2018b), 'Cnes - cadastro nacional de estabelecimentos de saúde'.
URL: <http://datasus.saude.gov.br/sistemas-e-aplicativos/cadastros-nacionais/cnes>
- d'Ávila Viana, Ana Luiza, Aylene Bousquat, Guilherme Arantes Melo, Armando De Negri Filho e Maria Guadalupe Medina (2018), 'Regionalização e Redes de Saúde', *Ciência & Saúde Coletiva* **23**(6), 1791–1798.
URL: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232018000601791&script=sci_abstract&tlng=pt
- Diniz, Paula Rejane Beserra, Fernando José Ribeiro Sales e Magdala de Araújo Novaes (2016), 'Providing telehealth services to a public primary care network: The experience of redenutes in pernambuco, brazil', *Telemedicine and e-Health* **22**(8), 694–8.
- El-Sappagh, Shaker H. Ali, Abdeltawab M. Ahmed Hendawi e Ali Hamed El Bastawissy (2011), 'A proposed model for data warehouse ETL processes', *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences* **23**(2), 91–104.
URL: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S131915781100019X>
- El-Wessimy, Mahmoud, Hoda M O Mokhtar e Osman Hegazy (2013), 'ENHANCEMENT TECHNIQUES FOR DATA WAREHOUSE STAGING AREA', *International Journal of Data Mining & Knowledge Management Process (IJDKP)* **3**(6).
- Eshow, Michelle M, Max Lui e Shubha Ranjan (2014), Architecture and capabilities of a data warehouse for atm research, em 'Digital Avionics Systems Conference (DASC), 2014 IEEE/AIAA 33rd', IEEE, pp. 1E3–1.
- ESRI (1998), 'ESRI Shapefile Technical Description', *Computational Statistics* **16**(July), 370–371.
- Farinelli, Fernanda e Maurício Barcellos Almeida (2014), Interoperabilidade semântica em sistemas de informação de saúde por meio de ontologias formais e informais: um estudo da norma openEHR, em 'Conferência Internacional Acesso Aberto, Preservação Digital, Interoperabilidade, Visibilidade e Dados Científicos', pp. 1–16.
URL: http://mba.eci.ufmg.br/downloads/Biredial2014_144_web.pdf
- Fernandes, Josicelia Dumêt, Rosana Maria de Oliveira Silva, Giselle Alves Teixeira, Raissa Millena Silva Florencio, Lázaro Souza da Silva e Lyra Cândida Calhau Rebouças (2013), 'Aderência de cursos de graduação em enfermagem às diretrizes curriculares nacionais na perspectiva do sistema único de saúde', *Escola Anna Nery - Revista de Enfermagem* **17**(1), 82–89.
URL: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-81452013000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
- Figueiredo, AM e TAL Guedes (2014), 'Contexto e perspectivas do programa nacional telessaúde brasil redes. rute 100 - as 100 primeiras unidades de telemedicina no brasil e o impacto da rede universitária de telemedicina (rute)', *Rio de Janeiro: E-papers* **1**(1), 39–51.

- Fredrich, Todd (2013), 'RESTful Service Best Practices: recommendations for creating web services', *Pearson eCollege*. pp. 1–34.
URL: [https://github.com/tfredrich/RestApiTutorial.com/raw/master/media/RESTful Best Practices-v1_2.pdf](https://github.com/tfredrich/RestApiTutorial.com/raw/master/media/RESTful%20Best%20Practices-v1_2.pdf)
- Gad, Ibrahim, BR Manjunatha et al. (2017), Hybrid data warehouse model for climate big data analysis, *em 'Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT), 2017 International Conference on'*, IEEE, pp. 1–9.
- Garani, Georgia e Sven Helmer (2012), 'Integrating star and snowflake schemas in data warehouses', *International Journal of Data Warehousing and Mining (IJDWM)* **8**(4), 22–40.
- Garriga, Martin, Cristian Mateos, Andres Flores, Alejandra Cechich e Alejandro Zunino (2016), 'RESTful service composition at a glance: A survey', *Journal of Network and Computer Applications* **60**(February 2016), 32–53.
- GeoDjango (2018), 'GeoDjango Tutorial'. Disponível em: <<https://docs.djangoproject.com/en/2.0/ref/contrib/gis/>>. Acesso em: 01 de junho de 2018.
- Gogia, SB, Anthony Maeder, Maurice Mars, Gunnar Hartvigsen, Ashna Basu e P Abbott (2016), 'Unintended consequences of tele health and their possible solutions: contribution of the imia working group on telehealth', *Yearbook of medical informatics* (1), 41.
- Golfarelli, Matteo, Dario Maio e Stefano Rizzi (1998), Conceptual design of data warehouses from e/r schema, *em 'hicss'*, IEEE, p. 334.
- Goyal, G., K. Singh e K. R. Ramkumar (2017), A detailed analysis of data consistency concepts in data exchange formats (json xml), *em '2017 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA)'*, pp. 72–77.
- Guo, Shu Sheng, Zi Mu Yuan, Ao Bing Sun e Qiang Yue (2015), 'A New ETL Approach Based on Data Virtualization', *Journal of Computer Science and Technology* .
- Haddad, Ana Estela (2012), 'Experiência Brasileira do Programa Nacional Telessaude Brasil', *Gold book [recurso eletrônico]: inovação tecnológica em educação e saúde* pp. 12–44.
URL: <http://www.telessaude.uerj.br/goldbook>
- Hamad, Hatem, Motaz Saad e Ramzi Abed (2010), 'Performance Evaluation of RESTful Web Services for Mobile Devices.', *Int. Arab J. e-Technol.* **1**(3), 72–78.
- Han, Jiawei, Micheline Kamber e Jian Pei (2012), *Data Mining: Concepts and Techniques*.

URL: <http://myweb.sabanciuniv.edu/rdehkharghani/files/2016/02/The-Morgan-Kaufmann-Series-in-Data-Management-Systems-Jiawei-Han-Micheline-Kamber-Jian-Pei-Data-Mining.-Concepts-and-Techniques-3rd-Edition-Morgan-Kaufmann-2011.pdf>
URL: <http://scholar.google.com/schol>

Harzheim, Erno, Marcelo Rodrigues Gonçalves, Roberto Nunes Umpierre, Ana Célia da Silva Siqueira, Natan Katz, Milena R Agostinho, Elise B Oliveira, Josué Basso, Rudi Roman, Rafael G Dal Moro et al. (2016), ‘Telehealth in rio grande do sul, brazil: bridging the gaps’, *Telemedicine and e-Health* **22**(11), 938–944.

Healey, R. G. e J. Delve (2007a), ‘Integrating GIS and data warehousing in a Web environment: A case study of the US 1880 Census’, *International Journal of Geographical Information Science* **21**(6), 603–624.

Healey, RG e Janet Delve (2007b), ‘Integrating gis and data warehousing in a web environment: A case study of the us 1880 census’, *International Journal of Geographical Information Science* **21**(6), 603–624.

Herrera, Federico, Raquel Sosa e Tatiana Delgado (2015), Geobi and big vgi for crime analysis and report, *em* ‘Future Internet of Things and Cloud (FiCloud), 2015 3rd International Conference on’, IEEE, pp. 481–488.

Hourani, Mou’ath, Qusai Shambour, Ahmad Al-Zubidy e Ali Al-Smadi (2014), ‘Proposed Design and Implementation for RESTful Web Server’, *Journal of Software* **9**(5), 1071–1080.

URL: <http://ojs.academypublisher.com/index.php/jsw/article/view/11030>

Hsieh, SH, SL Hsieh, PH Cheng e F Lai (2012), ‘E-health and healthcare enterprise information system leveraging service-oriented architecture’, *Telemedicine and e-Health* **18**(3).

Hunter, John D. (2007), ‘Matplotlib: A 2D graphics environment’, *Computing in Science and Engineering* **9**(3), 99–104.

IBGE (2018a), ‘bases e referenciais - bases cartográficas - malhas digitais’. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

IBGE (2018b), ‘Sobre o ibge’.

URL: <https://www.ibge.gov.br/institucional/o-ibge.html>

Jadi, Yassine e Lin Jie (2017), An implementation framework of business intelligence in e-government systems for developing countries: Case study: Morocco e-government system, *em* ‘2017 International Conference on Information Society (i-Society)’, IEEE, pp. 138–142.

URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8354689/>

- Jukic, Nenad (2006), 'Modeling strategies and alternatives for data warehousing projects', *Communications of the ACM* **49**(4), 83–88.
URL: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1121949.1121952>
- Kao, Hao-Yun, Min-Chun Yu, Mehedi Masud, Wen-Hsiung Wu, Li-Ju Chen e Yen-Chun Jim Wu (2016), 'Design and evaluation of hospital-based business intelligence system (hbis): A foundation for design science research methodology', *Computers in Human Behavior* **62**, 495–505.
- Keramati, Abbas e Vahid Khatibi (2016), 'A Business Intelligence Architecture To Monitor And Analyze National Science And Technology Developments', **16**(June), 25–26.
- Kimbal, Ralph e Margy Ross (2013), *The Data Warehouse Toolkit (Third Edition) - The Definitive Guide to Dimensional Modeling*, John Wiley & Sons, Inc, Indianapolis, Indiana.
- Kimball, Ralph e Margy Ross (2011), *The data warehouse toolkit: the complete guide to dimensional modelling*.
URL: <http://190112.8m.com/Bibliografia.pdf>
- Kranch, M e J Bonneau (2015), 'Upgrading https in mid-air: An empirical study of strict transport security and key pinning', *InNDSS* .
- Kumar, Shailender e Meena Belwal (2017), 'Performance Dashboard: Cutting-Edge Business Intelligence and Data Visualization', *2017 International Conference On Smart Technologies For Smart Nation (SmartTechCon)* pp. 1201–1207.
- Kundu, Shakti (2012), 'Web testing: Tool, challenges and methods', *IJCSI International Journal of Computer Science Issues* **9**(2), 1694–0814.
- Labs, MetaCarta (2018), 'VectorFormat Documentationl'. Disponível em: <<https://pythonhosted.org/vectorformats/>>. Acesso em: 01 de junho de 2018.
- LAIS, Laboratório de Inovação Tecnológica em Saúde; Núcleo HC/UFMG, Núcleo de Telessaúde de Minas Gerais (2017), 'Manual para o profissional de saúde: como enviar o exame e acessar o resultado'.
- Laws, Reesa, Suzanne Gillespie, Jon Puro, Stephan Van Rompaey, Thu Quach, Joseph Carroll, Rosy Chang Weir, Phil Crawford, Chris Grasso, Erin Kaleba et al. (2014), 'The community health applied research network (charn) data warehouse: a resource for patient-centered outcomes research and quality improvement in underserved, safety net populations', *EGEMS* **2**(3).
- Leaflet (2018), 'An open-source JavaScript library for mobile-friendly interactive maps'. Disponível em: <<https://leafletjs.com/\T1\textgreater{}>>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

- Levar, M (2015), 'Web-based plataforma for dataflow processing', *ePrints.FRI - University of Ljubljana, Faculty of Computer and Information Science* .
- Li, Jing-song, Hai-yan Yu e Xiao-guang Zhang (2011), Data mining in hospital information system, *em* 'New Fundamental Technologies in Data Mining', InTech.
- Lilholt, Pernille Heyckendorff, Morten Hasselstrøm Jensen e Ole K Hejlesen (2015), 'Heuristic evaluation of a telehealth system from the danish telecare north trial', *International journal of medical informatics* **84**(5), 319–326.
- Lopes, PRL, RS Gundim e AB Silva (2014), 'Avaliação: um componente importante da telemedicina. rute 100 - as 100 primeiras unidades de telemedicina no brasil e o impacto da rede universitária de telemedicina (rute)', *Rio de Janeiro: E-papers* **1**(1), 78–88.
- Loreto, Patricia, Francisca Fonseca, Ana Morais, Hugo Peixoto, Antonio Abelha e Jose Machado (2017), 'Improving Maternity Care with Business Intelligence', *2017 5th International Conference on Future Internet of Things and Cloud Workshops (Fi-CloudW)* pp. 170–177.
URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8113789/>
- Maldonado, Jose Manuel Santos de Varge, Alexandre Barbosa Marques e Antonio Cruz (2016), 'Telemedicina: desafios à saúde no Brasil', *Cad. Saúde Pública* **32**(2), 1–12.
URL: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00155615>
- Malinowski, Elzbieta e Esteban Zimányi (2004), Olap hierarchies: A conceptual perspective, *em* 'International Conference on Advanced Information Systems Engineering', Springer, pp. 477–491.
- Mansmann, Svetlana, Nafees Ur Rehman, Andreas Weiler e Marc H. Scholl (2014), 'Discovering OLAP dimensions in semi-structured data', *Information Systems* **44**, 120–133.
- Marcolino, Milena Soriano, Ana Maciel Ribeiro, Tatti Guerra, Pezzini Assis, Antonio Luiz, Pinho Ribeiro, Silva Cardoso, Andre Pires Antunes, Elmiro Santos Resende, Adelson Geraldo, De Almeida Resende, Ferreira Cunha, Marcia Maria, Oliveira Lima, Renato Minelli Figueira, Maria Beatriz e Moreira Alkmim (2017), 'A tele-saúde como ferramenta de apoio à Atenção Primária em Saúde : a experiência da Rede de Teleassistência de Minas Gerais', *Revista médica de Minas Gerais* **27**.
- Marcolino, MS, RM Figueira, JPA Santos, CS Cardoso, AL Ribeiro e MB Alkmin (2016), 'The experience of a sustainable large scale brazilian telehealth network', *Telemed J E Health* **22**(11), 899–908.
- Marin, Heimar De Fátima (2010), 'Sistemas de informação em saúde : considerações gerais Health information system : general considerations', *Journal of Health Informatics* **2**(1), 20–24.

- McKinney, W (2012), 'Python for data analysis: Data wrangling with pandas, numpy, and ipython', *O'Reilly Media, Inc.* .
- McLeod, C (2015), 'A framework for distributed deep learning layer design in python', *arXiv preprint arXiv:1510.07303* .
- Melnichuk, M, Yu Kornienko e O Boytsova (2018), 'Web-Service . Restful Architecture', **10**(1), 17–22.
- Mendes, Eugênio Vilaça (2013), '25 anos do Sistema Único de Saúde: resultados e desafios', *Estudos Avançados* **27**(78), 27–34.
URL: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v27n78/03.pdf>
- Menicucci, Telma Maria Gonçalves (2009), 'O Sistema Único de Saúde, 20 anos: balanço e perspectivas', *Cadernos de Saúde Pública* **25**(7), 1620–1625.
- Millman, KJ e M Aivazis (2011), 'Python for scientists and engineers', *Computing in Science & Engineering* **13**(2), 9–12.
- Mohamed, KamalEldin e Duminda Wijesekera (2012), 'Performance analysis of web services on mobile devices', *Procedia Computer Science* **10**, 744–751.
- Monteiro, AMV, JPP Neves, EP Diniz, MN Rocha, RPS Batista, RS Santos, BS Krause, FS Silva, MVB Santos e WS Ribeiro Júnior (2012), 'Redes de atenção a saúde: A experiência do telessaúde uerj', *Jornal Brasileiro de Telessaúde* **1**(1).
- Moody, Daniel L e Mark AR Kortink (2000), From enterprise models to dimensional models: a methodology for data warehouse and data mart design., em 'DMDW', p. 5.
- Moreno, Ramon Alfredo (2016), 'Interoperabilidade de Sistemas de Informação em Saúde', *Journal of Health Informatics* **8**(3).
- Morfonios, Konstantinos, Stratis Konakas, Yannis Ioannidis e Nikolaos Kotsis (2007), 'ROLAP implementations of the data cube', *ACM Computing Surveys* .
- MTE (2018), 'Cbo - classificação brasileira de ocupações'.
URL: <http://www.mtecbo.gov.br/cbsite/pages/home.jsf>
- Munoz, L, J N Mazon e J Trujillo (2011), 'ETL Process Modeling Conceptual for Data Warehouses: A Systematic Mapping Study', *Ieee Latin America Transactions* **9**(3), 360–365.
- Natsiavas, Pantelis, Dimitris Filos, Ioanna Chouvarda, Ch Maramis, Remco van der Heijden, Helen Schonenberg, Steffen Pauws, Cristina Bescos e Nicos Maglaveras (2016), A data model to support the evaluation of coordinating care eu programmes in the context of the act programme, em 'Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2016 IEEE 38th Annual International Conference of the', IEEE, pp. 2500–2503.

Nobre, Tiago, Antonio Trigo e Paulo Sanches (2014), Sbiaes—business intelligence system for analysis of access to higher education: The case of the polytechnic institute of coimbra, *em* 'Information Systems and Technologies (CISTI), 2014 9th Iberian Conference on', IEEE, pp. 1–6.

Noce, Carlo Alessandro Melo, Georges Daniel Amvame Nze e Lourdes Mattos Brasil (2017), Hospital occupation rate analysis of the brazilian federal university hospitals through business intelligence, *em* 'Information Systems and Technologies (CISTI), 2017 12th Iberian Conference on', IEEE, pp. 1–6.

Novaes, Magdala de Araújo, Josiane Lemos Machiavelli, Filipe Cesário Villa Verde, Amadeu Sá de Campos Filho e Tereza Roberta Castro Rodrigues (2012), 'Tele-educação para educação continuada das equipes de saúde da família em saúde mental: A experiência de Pernambuco, Brasil', *Interface: Communication, Health, Education* **16**(43), 1095–1106.

Nurseitov, N, M Paulson, R Reynolds e C Izurieta (2009), 'Comparison of json and xml data interchange formats: A case study', *CAINE* p. 157–162.

Obe, RO e LS Hsu (2015), 'Postgis in action', *Manning Publications Co.* .

Oliveira, Ana Paula Cavalcante, Mariana Gabriel, Mario Roberto Dal Poz e Gilles Dussault (2017), 'Desafios para assegurar a disponibilidade e acessibilidade à assistência médica no Sistema Único de Saúde', *Ciência & Saúde Coletiva* **22**(4), 1165–1180.

URL: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232017002401165&lng=pt&tlng=pt

Oliveira Coutinho, Thais, João Geraldo Oliveira Junior, Graziela Tavares, Anna Francine Gonçalo Rigato, Francly Webster de Andrade Pereira e Fabio Fortunato de Brasil Carvalho (2017), 'The national program telehealth brazil networks: a historic and situational perspective', *Latin Am J Telehealth* **4**(2), 104–113.

Oliveira, LR (2010), 'Telehealth national project in the state of ceará: experiences and reactions on the implementation of the center', *Latin American Journal of Telehealth* **1**(3), 341–363.

Olszak, C.M. e E. Ziemba (2007), 'Approach to building and implementing Business Intelligence systems', *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management* **2**, 135–148.

URL: <http://www.scopus.com.ezproxy.unal.edu.co/record/display.url?eid=2-s2.0-77749242597&origin=resultslist&sort=cp-f&src=s&st1=%22Business+Intelligence%22&nlo=&>

Oriol Hilari, Marc, Jordi Marco Gómez, Javier Franch Gutiérrez e David Ameller (2008), Monitoring adaptable soa systems using salmon, *em* '1st Workshop on Monitoring, Adaptation and Beyond (MONA+)', pp. 19–28.

- Paim, Jairnilson Silva (2015), *O que é o SUS*, Fiocruz, Rio de Janeiro. RJ.
URL: <https://portal.fiocruz.br/livro/o-que-e-o-sus-e-o-sus-e-book-interativo>
- Paiva, Carlos Henrique Assunção e Luiz Antonio Teixeira (2014), ‘Reforma sanitária e a criação do Sistema Único de Saúde: notas sobre contextos e autores’, *História, Ciências, Saúde-Manguinhos* **21**(1), 15–36.
URL: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702014000100015&lng=pt&tlng=pt
- Park, Daihee, Jaehak Yu, Jun-Sang Park e Myung-Sup Kim (2013), ‘Netcube: a comprehensive network traffic analysis model based on multidimensional olap data cube’, *International Journal of Network Management* **23**(2), 101–118.
- Pasyeka, Nadia e Mykola Pasyeka (2016), Construction of multidimensional data warehouse for processing students’ knowledge evaluation in universities, em ‘2016 13th International Conference on Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET)’, IEEE, pp. 822–824.
- Pautasso, C (2014), ‘Restful web services: principles, patterns, emerging technologies’, *In Web Services Foundations* pp. 31–51.
- Pecoraro, Fabrizio, Daniela Luzi e Fabrizio L Ricci (2013), Secondary uses of ehr systems: A feasibility study, em ‘E-Health and Bioengineering Conference (EHB), 2013’, IEEE, pp. 1–6.
- Pereira Silva, Marcelo e Rodolfo Miranda Barros (2016), ‘Earned Value Analysis Deployment in an Enterprise Using BI Software’, *IEEE Latin America Transactions* **14**(2), 907–912.
- PNTD, Portal (2017), ‘ONTD: como funciona’.
URL: <https://pntd.telessaude.ufrn.br/ptd>
- Prevedello, Luciano M, Katherine P Andriole, Richard Hanson, Pauline Kelly e Ramin Khorasani (2010), ‘Business intelligence tools for radiology: creating a prototype model using open-source tools’, *Journal of digital imaging* **23**(2), 133–141.
- Qi, Hong-feng, Feng-shan Dou e Qing-zheng Bao (2014), Design and implement of remote maintenance data warehouse for low-speed maglev train, em ‘Multisensor Fusion and Information Integration for Intelligent Systems (MFI), 2014 International Conference on’, IEEE, pp. 1–6.
- Radbone, Christopher (2017), ‘Business Intelligence System for Government and the Community’, *International Journal for Population Data Science* **1**(1), 1–6.
URL: <https://ijpds.org/article/view/399>
- Rahaman, Ma, Andreas Schaad e Maarten Rits (2006), ‘Towards secure SOAP message exchange in a SOA’, *Proceedings of the 3rd ACM workshop on Secure web services - SWS '06* pp. 77 – 84.
URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1180382>

- Rajakumar, E e R Raja (2015), 'An overview of data warehousing and olap technology', *Advances in Natural and Applied Sciences* **9**(6 SE), 288–297.
- Rao, Jinghai e Xiaomeng Su (2004), A survey of automated web service composition methods, *em* J.Cardoso e A.Sheth, eds., 'Semantic Web Services and Web Process Composition', Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 43–54.
- Raschka, S (2015), 'Python machine learning', *Packt Publishing Ltd* .
- Rebello, Marina S, Ricardo S Santos, Moacyr C Nobre e Marco A Gutierrez (2011), 'Ambiente para extração de informações de saúde a partir de bases de dados do SUS', **13**, 39–45.
- Rezaei, Reza, Thiam Kian Chiew, Sai Peck Lee e Zeinab Shams Aliee (2014), 'Interoperability evaluation models: A systematic review', *Computers in Industry* **65**(1), 1–23.
URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2013.09.001>
- Rodrigues, Carlos, José Afonso e Paulo Tomé (2011), Mobile application webservice performance analysis: Restful services with json and xml, *em* M. M.Cruz-Cunha, J.Varajão, P.Powell e R.Martinho, eds., 'ENTERprise Information Systems', Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 162–169.
- Rodriguez, Oswaldo Diaz e Ricardo Díaz Razo (2016), 'Metodología híbrida para el diseño y la construcción del data warehouse para "el programa de rehabilitación ambiental y social en ecuador"', *3c Empresa: investigación y pensamiento crítico* **5**(1), 1–15.
- Rubio, Daniel (2017), *Beginning Django - Web Application Development and Deployment with Python*, Apress.
- Salas-Zárate, María Del Pilar, Giner Alor-Hernández, Rafael Valencia-García, Lisbeth Rodríguez-Mazahua, Alejandro Rodríguez-González e José Luis López Cuadrado (2015), 'Analyzing best practices on Web development frameworks: The lift approach', *Science of Computer Programming* **102**, 1–19.
URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scico.2014.12.004>
- Saqib, Muhammad, Shima Al Toobi, Fatema Al Nadhiri e Fouzia Younus (2018), Integrating knowledge management and business intelligence practices to improve organizational performance, *em* '2018 Majan International Conference (MIC)', IEEE, pp. 1–10.
URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8363154/>
- Sayão, Luis Fernando e Carlos Henrique Marcondes (2008), 'O desafio da interoperabilidade e as novas perspectivas para as bibliotecas digitais', *Transinformação* **20**(2), 133–148.
URL: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-37862008000200002&lng=pt&tlng=pt

- Schmitz, Carlos André Aita (2015), Telessaúde como suporte assistencial para a atenção primária à saúde no Brasil, Tese, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
URL: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/139752>
- Schuff, David, Karen Corral e Ozgur Turetken (2011), ‘Comparing the understandability of alternative data warehouse schemas: An empirical study’, *Decision Support Systems* **52**(1), 9–20.
- Sernadela, P, LG Castro e JL Oliveira (2017), ‘Scaleus: Semantic web services integration for biomedical applications’, *System-Level Quality Improvement* **41**, 54.
- Serra, HO, AB Maia, PJA Andrade, JS Amaral, LB Maia, RS Silva e MAM Montes (2014), ‘Deployment of brazil telehealth networks program in the state maranhão’, *EDULEARN14 Proceedings* pp. 7676–7578.
- Sharmila, S e E Ramadevi (2014), ‘Analysis of performance testing on web applications’, *International Journal of Advanced Reserach in computer and Communication Engineering* **3**(3), 2278–021.
- Silva, Angélica Batista (2014), *Telessaúde no Brasil - Conceitos e Aplicações*, Editora Doc.
- Silva, Angélica Baptista, Ana Cristina Menezes Guedes Carneiro e Sergio Ricardo Ferreira Sindico (2015), ‘Regras do governo brasileiro sobre serviços de telessaúde: Revisão integrativa’, *PPP - Planejamento e políticas públicas* **1**(44), 168–188.
- Silva, Danilo Farias Soares (2015), BPM e interoperabilidade entre sistemas: apoiando a coleta de dados dos serviços de telessaúde, Tese de doutorado, Universidade Federal de Pernambuco.
URL: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/16362>
- Silva, Ednaldo Antonio (2017), ‘A telessaúde e seus impactos na formação continuada dos profissionais de saúde em rede’, *EmRede - Revista de Educação a Distância* **4**(1).
- Silva, KR, R Costa e ES Crevelari (2013), ‘Glocal clinical registries: Pacemaker registry design and implementation for global and local integration – methodology and case study’, *Pasterkamp G, ed. PLoS ONE* **8**(7).
- Simões, Nelson, Daniel Caetano, Vanessa Macedo e Max Moraes (2012), ‘A Rede Universitária de Telemedicina – RUTE’, *Gold book [recurso eletrônico] : inovação tecnológica em educação e saúde* pp. 56–85.
URL: <http://www.telessaude.uerj.br/goldbook>
- Singh, Sukanta (2013), ‘SALES BASED DATA EXTRACTION FOR BUSINESS INTELLIGENCE’.

Siqueira, Otávio Manoel Pereira, Robert Anderson Nogueira de Oliveira e Adicinéia Aparecida de Oliveira (2016), 'Integração De Sistemas De Informação Em Saúde Com a Utilização De Service Oriented Architecture (Soa)', *Journal of Information Systems and Technology Management* **13**(2), 255–274.

URL: <http://www.jistem.fea.usp.br/index.php/jistem/article/view/10.4301%25S1807-17752016000200006>

SMART (2017), 'Manual do programador para intercâmbio de dados com o smart. lais/ufrn'.

URL: http://smart.telessaude.ufrn.br/webapp/api_docs.html

SMART, Programa Telessaúde Brasil Redes. Ministério da Saúde (2018), 'SMART - Sistema de Monitoramento e Avaliação dos Resultados do Programa Telessaúde'.

URL: <http://smart.telessaude.ufrn.br/>

Souza Inacio, Andrei, Alexandre Savaris, João Marcus Alves e Aldo von Wangenheim (2016), Gistelemed: An online-based gis approach to epidemiological analysis in telemedicine systems, *em 'Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2016 IEEE 38th Annual International Conference of the'*, IEEE, pp. 5376–5379.

Spitzer, Alan R, Dan Ellsbury e Reese H Clark (2015), 'The pediatrix babysteps® data warehouse—a unique national resource for improving outcomes for neonates', *The Indian Journal of Pediatrics* **82**(1), 71–79.

Sturges, Herbert A. (1926), 'The Choice of a Class Interval', *Journal of the American Statistical Association* **21**(153), 65–66.

Suda, Brian (2003), 'Soap web services', *Retrieved June 29*, 2010.

Talwar, Kanika e Anjana Gosain (2012), 'Hierarchy classification for data warehouse: A survey', *Procedia Technology* **6**, 460–468.

Tamayo, N e MAF Javier (2006), 'Análisis del modelo de almacenamiento MOLAP frente al modelo de almacenamiento ROLAP', *Ingeniería e Investigación* **26**(3), 135–142.

URL: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Análisis+del+modelo+>

Titirisca, Aurelian (2013), 'Etl as a necessity for business architectures', *Database Systems Journal BOARD* **3**.

Traub, Berthold, Rolf Meile, Simon Speich e Erik Rösler (2017), 'The data storage and analysis system of the swiss national forest inventory', *Computers and Electronics in Agriculture* **132**, 97–107.

Turley, Christine B, Jihad Obeid, Rick Larsen, Katrina M Fryar, Leslie Lenert, Arik Bjorn, Genevieve Lyons, Jay Moskowitz e Iain Sanderson (2016), 'Leveraging a statewide clinical data warehouse to expand boundaries of the learning health system', *eGEMS* **4**(1).

- Ugá, Maria Alícia, Sérgio Francisco Piola, Sílvia Marta Porto e Solon Magalhães Vianna (2003), 'Descentralização e alocação de recursos no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS)', *Ciência & Saúde Coletiva* **8**(2), 417–437.
URL: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232003000200008&lng=pt&tlng=pt
- Urbanek, Stefan (2018), 'Cubes: Data Brewery'. Disponível em: <<http://cubes.databrewery.org/index.html>\T1\textgreater{. Acesso em: 28 de maio de 2018.
- Usman, Muhammad, Russel Pears e A. C.M. Fong (2013), 'Discovering diverse association rules from multidimensional schema', *Expert Systems with Applications* .
- Vallejo-Vaz, Antonio J, Asif Akram, Sreenivasa Rao Kondapally Seshasai, Della Cole, Gerald F Watts, G Kees Hovingh, John JP Kastelein, Pedro Mata, Frederick J Raal, Raul D Santos et al. (2016), 'Pooling and expanding registries of familial hypercholesterolaemia to assess gaps in care and improve disease management and outcomes: Rationale and design of the global eas familial hypercholesterolaemia studies collaboration', *Atherosclerosis Supplements* **22**, 1–32.
- van den Broek, Ricardo (2011), Comparing the performance of soap and rest php clients, em '14th Twente Student Conference on IT, Enschede, Netherlands'.
- Van Dyk, Liezl (2014), 'A Review of Telehealth Service Implementation Frameworks', *International Journal of Environmental Research and Public Health* **11**(2), 1279–1298.
URL: <http://www.mdpi.com/1660-4601/11/2/1279>
- Vargens, José Muniz da Costa (2014), Uma abordagem sociotécnica para design e desenvolvimento de sistemas de informação em saúde no âmbito do SUS, Tese de doutorado.
- Vassiliadis, Panos (2016), 'EXTRACTION , TRANSFORMATION , AND LOADING', (February).
- Villa, MCE, OFC Lira, V Venites e CJF Fontes (2016), 'Implementation of telehealth program in mato grosso state, brazil', *Latin American Journal of Telehealth* **3**(1), 6–13.
- Villar, Alejandro, María T Zarrabeitia, Pablo Fdez-Arroyabe e Ana Santurtún (2018), 'Integrating and analyzing medical and environmental data using etl and business intelligence tools', *International journal of biometeorology* **62**(6), 1085–1095.
- Waas, Florian, Robert Wrembel, Tobias Freudenreich, Maik Thiele, Christian Koncilia e Pedro Furtado (2013), 'On-Demand ELT Architecture for Right-Time BI', *International Journal of Data Warehousing and Mining* **9**(2), 21–38.
URL: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-39872-8_4 <http://services.igi-global.com/resolvedoi/resolve.aspx?doi=10.4018/jdwm.2013040102>

- Wagh, Kishor e Ravindra Thool (2012), 'A comparative study of soap vs rest web services provisioning techniques for mobile host', *Journal of Information Engineering and Applications* **2**(5), 12–16.
- Wang, G. (2011), Improving data transmission in web applications via the translation between xml and json, em '2011 Third International Conference on Communications and Mobile Computing', pp. 182–185.
- Wehner, P., C. Piberger e D. Göhringer (2014), Using json to manage communication between services in the internet of things, em '2014 9th International Symposium on Reconfigurable and Communication-Centric Systems-on-Chip (ReCoSoC)', pp. 1–4.
- Wen, Chao Lung (2008), 'Telemedicina e telessaúde – um panorama no brasil', *Informática Pública* **10**(2), 07–15.
- Wickramasuriya, Rohan, Jun Ma, Matthew Berryman e Pascal Perez (2013), 'Using geospatial business intelligence to support regional infrastructure governance', *Knowledge-Based Systems* **53**, 80–89.
- zur Muehlen, Michael, Jeffrey V. Nickerson e Keith D. Swenson (2005), 'Developing web services choreography standards the case of rest vs. soap', *Decision Support Systems* **40**(1), 9 – 29. Web services and process management.
URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923604000612>

APÊNDICE A

Especificação dos dados mínimo utilizado no contexto do PTBR-Redes

Conjunto Mínimo de Dados do SMART

Atualização de Estabelecimento de Saúde

Dado	Formato
Tipo do envio	NA - Novo/Atualização(Incrementa ou atualiza os dados existentes); RE - Reprocessamento(Apaga TODOS os dados da competência e insere os novos.)
Código do Núcleo	Código do Núcleo com 7 dígitos
Código CNES	Código CNES com 7 dígitos
Se o estabelecimento faz uso de serviço de teleconsultoria	0 – Não; 1 – Sim
Se o estabelecimento faz uso de serviço de telediagnóstico	0 – Não; 1 – Sim
Se o estabelecimento faz uso de serviço de tele-educação	0 – Não; 1 – Sim

Cadastro de Profissionais de Saúde

Dado	Formato
Tipo do envio	NA - Novo/Atualização(Incrementa ou atualiza os dados existentes); RE - Reprocessamento(Apaga TODOS os dados da competência e insere os novos.)
Código do Núcleo	Código do Núcleo com 7 dígitos

Dado	Formato
Nome	Máximo 100 caracteres
CNS	(opcional) CNS sem ponto e sem hífen
CPF	CPF sem pontos e sem hífen
Ocupação	Código CBO com 6 dígitos
Estabelecimento onde atua	Código CNES com 7 dígitos
Equipe de saúde na qual o profissional faz parte	(opcional) Código INE da equipe de saúde com 10 dígitos
Tipo do profissional de saúde	01 – Profissional de Saúde; 02 – PROVAB; 03 – Mais Médicos; 04 – Outros
Sexo	F – Feminino; M - Masculino

Teleconsultoria

Dado	Formato
Tipo do envio	NA - Novo/Atualização(Incrementa ou atualiza os dados existentes); RE - Reprocessamento(Apaga TODOS os dados da competência e insere os novos.)
Código do Núcleo	Código do Núcleo com 7 dígitos
Tipo da solicitação	A – Assíncrona; B – Síncrona
Canal de Acesso	1 – Internet; 2 – Telefone
CPF do solicitante	CPF sem pontos e sem hífen
Ocupação do solicitante no momento da solicitação da teleconsultoria	Código CBO com 6 dígitos

Dado	Formato
Estabelecimento onde o solicitante trabalha no momento da solicitação da teleconsultoria	Código CNES com 7 dígitos
Tipo do profissional de saúde	01 – Profissional de Saúde; 02 – PROVAB; 03 – Mais Médicos; 04 – Outros
Equipe na qual o solicitante faz parte	(opcional) Código INE da equipe de saúde com 10 dígitos
CID utilizados na classificação	(Opcional) Listas de códigos CID separados por vírgulas
CIAP utilizados na classificação	Listas de código CIAP separados por vírgulas
Data/hora da solicitação	dd/mm/aaaa HH:MM:SS
Data/hora da resposta da solicitação	dd/mm/aaaa HH:MM:SS
Se o solicitante tinha intenção de encaminhar o paciente	0 – Não; 1 – Sim
Se a teleconsultoria evitou o encaminhamento do paciente	0 – Não; 1 – Sim; 9 - Não Informado
Grau de satisfação do solicitante quanto a sua teleconsultoria	1 – Muito Insatisfeito; 2 – Insatisfeito; 3 – Indiferente; 4 – Satisfeito; 5 – Muito Satisfeito; 9 – Não informado
Se a teleconsultoria resolveu a sua dúvida	1 - Atendeu Totalmente; 2 - Atendeu Parcialmente; 3 - Não Atendeu; 9 - Não Informado
Se a teleconsultoria tem potencial para ser transformada em uma SOF	0 – Não; 1 – Sim
NOVO Pergunta	(Opcional) Texto Plano
NOVO Resposta	(Opcional) Texto Plano
NOVO Tipo de informação na qual a resposta da solicitação foi baseada	(Opcional) Código do Tipo de Resposta da Teleconsultoria

Dado	Formato
NOVO Link da informação na qual a resposta da solicitação foi baseada	(Opcional) Endereço URL
Tipo do exame que originou a Solicitação	Código SIA/SIH no formato ?00000000, onde o primeiro caractere é H-Hospitalar ou A-Ambulatorial
NOVO Origem do Financiamento	(Opcional) Código da Origem de Financiamento
NOVO Classificação da solicitação	(Opcional) Código da Classificação da Teleconsultoria
NOVO CPF do profissional que respondeu a teleconsultoria	(Opcional) CPF sem pontos e sem hífen
NOVO Ocupação do profissional que respondeu a teleconsultoria	(Opcional) Código CBO com 6 dígitos
NOVO Estabelecimento onde o profissional que respondeu a teleconsultoria atua	(Opcional) Código CNES com 7 dígitos

Telediagnóstico

Dado	Formato
Data/hora da realização do exame	dd/mm/aaaa HH:MM:SS
Tipo do envio	NA - Novo/Atualização(Incrementa ou atualiza os dados existentes); RE - Reprocessamento(Apaga TODOS os dados da competência e insere os novos.)
Código do Núcleo	Código do Núcleo com 7 dígitos
Tipo do exame	Código SIA/SIH no formato ?00000000, onde o primeiro caractere é H-Hospitalar ou A-Ambulatorial

Dado	Formato
Tipo do equipamento	(opcional) Código de identificação do equipamento utilizado pelo CNES. Se não possuir o código do tipo do equipamento deve então informar a justificativa
Justificativa	(opcional) Código da justificativa utilizada caso não seja informado um código de equipamento
Estabelecimento de saúde onde o equipamento está alocado	Código CNES com 7 dígitos
CPF do médico que pediu o exame	CPF sem pontos e sem hífen
Ocupação do médico que pediu o exame	Código CBO com 6 dígitos
Estabelecimento onde o médico que pediu o exame trabalha	Código CNES com 7 dígitos
Data/hora do laudo	dd/mm/aaaa HH:MM:SS
CPF do especialista que realizou o laudo	CPF sem pontos e sem hífen
Ocupação do especialista que realizou o laudo	Código CBO com 6 dígitos
Estabelecimento onde o especialista que realizou o laudo atua	Código CNES com 7 dígitos
CPF do paciente	(opcional) CPF sem pontos e sem hífen
Cartão Nacional SUS (CNS) do paciente	(opcional) CNS sem pontos e sem hífen. Se não possuir o CPF, deve informar o CNS ou vice-versa
Cidade de moradia do paciente	Código IBGE da cidade de moradia do paciente
NOVO Origem do Financiamento	(Opcional) Código da Origem de Financiamento
NOVO Prioridade	(Opcional) 1 - Urgência; 2 - Prioritário; 3 - Eletivo

Dado	Formato
NOVO Data/hora da realização do exame no estabelecimento	(Opcional) dd/mm/aaaa HH:MM:SS
NOVO Data/hora da solicitação do exame pelo médico	(Opcional) dd/mm/aaaa HH:MM:SS
NOVO Data/hora da gravação do exame no servidor	(Opcional) dd/mm/aaaa HH:MM:SS
NOVO Data/hora da entrada do exame na fila nacional	(Opcional) dd/mm/aaaa HH:MM:SS
NOVO Data/hora da saída do exame da fila nacional	(Opcional) dd/mm/aaaa HH:MM:SS
NOVO Data/hora do término do laudo	(Opcional) dd/mm/aaaa HH:MM:SS
NOVO Data/hora da primeira visualização do laudo	(Opcional) dd/mm/aaaa HH:MM:SS
NOVO Classificação dos resultados encontrados	(Opcional) Código da Classificação

Atividades de Tele-educação

Dado	Formato
Código de identificação	Código utilizado pela plataforma no núcleo para identificar unicamente uma atividade de tele-educação
Data/hora da disponibilização da atividade	dd/mm/aaaa HH:MM:SS
Tipo do envio	NA - Novo/Atualização(Incrementa ou atualiza os dados existentes); RE - Reprocessamento(Apaga TODOS os dados da competência e insere os novos.)
Código do Núcleo	Código do Núcleo com 7 dígitos

Dado	Formato
Carga horaria da atividade	Número em minutos
Tipo de atividade	1 – Curso; 2 – Webaulas/palestras; 3 – Webseminários; 4 – Fórum de discussão; 5 – Reunião de matriciamento
Tema da atividade	Código DecS - Descritores em ciências em saúde da BIREME
NOVO Origem do Financiamento	(Opcional) Código da Origem de Financiamento

Para cada atividade é informado as suas participações:

Dado	Formato
Data/hora da participação	dd/mm/aaaa HH:MM:SS
CPF do participante	CPF sem pontos e sem hífen
Ocupação no momento da participação	Código CBO com 6 dígitos
Estabelecimento onde o participante atua	Código CNES com 7 dígitos
Equipe na qual o participante faz parte	(opcional) Código INE da equipe de saúde com 10 dígitos
Grau de satisfação do participante	1 – Muito Insatisfeito; 2 – Insatisfeito; 3 – Indiferente; 4 – Satisfeito; 5 – Muito Satisfeito; 9 – Não informado

Objetos de aprendizagem de tele-educação

Dado	Formato
-------------	----------------

Dado	Formato
Código de identificação	Código utilizado pela plataforma no núcleo para identificar unicamente uma objeto de aprendizagem
Data/hora da disponibilização do objeto	dd/mm/aaaa HH:MM:SS
Tipo do envio	NA - Novo/Atualização(Incrementa ou atualiza os dados existentes); RE - Reprocessamento(Apaga TODOS os dados da competência e insere os novos.)
Código do Núcleo	Código do Núcleo com 7 dígitos
Se o objeto de aprendizagem foi disponibilizado na plataforma de telessaúde do núcleo	0 – Não; 1 – Sim
Se o objeto de aprendizagem foi disponibilizado no ARES (Biblioteca Virtual, Coletânea Telessaúde no ARES/UNA-SUS)	0 – Não; 1 – Sim
Se disponibilizado no AVA-SUS - Ambiente Virtual de Aprendizagem do Sistema Único de Saúde (SUS)	0 – Não; 1 – Sim
Se disponibilizado em alguma rede social	0 – Não; 1 – Sim
Se disponibilizado em outro meio	0 – Não; 1 – Sim
Tipo de objeto de aprendizagem	1 – Texto; 2 – Multimídia; 3 – Imagens; 4 – Aplicativos; 5 – Jogos educacionais; 6 - Outros
Tema da objeto	Código DecS - Descritores em ciências em saúde da BIREME
Número de acesso no mês de referência	Número inteiro

Dado	Formato
NOVO Tipo de Atividade que originou o Objeto de Aprendizagem	(Opcional) 1 – Curso; 2 – Webaulas/palestras; 3 – Webseminários; 4 – Fórum de discussão; 5 – Reunião de matriciamento

Cursos ofertados pela tele-educação

Dado	Formato
Código de identificação	Código utilizado pela plataforma no núcleo para identificar unicamente um curso
Data/hora de início do curso	dd/mm/aaaa HH:MM:SS
Data/hora de término do curso	(opcional) dd/mm/aaaa HH:MM:SS
Tipo do envio	NA - Novo/Atualização(Incrementa ou atualiza os dados existentes); RE - Reprocessamento(Apaga TODOS os dados da competência e insere os novos.)
Código do Núcleo	Código do Núcleo com 7 dígitos
Número de vagas ofertadas	Inteiro
Tema do curso	Código DecS - Descritores em ciências em saúde da BIREME
Carga horaria do curso	Número em minutos
Alunos matriculados	(opcional) Lista de CPFs separados por vírgula dos alunos matriculados
Alunos formados	(opcional) Lista de CPFs separados por vírgula dos alunos formados
Alunos evadidos	(opcional) Lista de CPFs separados por vírgula dos alunos evadidos

Dado**Formato**

Alunos reprovados

(opcional) Lista de CPFs separados por vírgula dos alunos reprovados

APÊNDICE B

Exemplo JSON com dados de teleconsultoria

No seguinte exemplo, temos o envio da produção de uma teleconsultoria do núcleo de código 0000010 referente a competência Fev/2011.

```
"codigo_nucleo" : "0000010",
"mes_referencia" : "022011",
"teleconsultorias" : [
  {
    "dtsol" : "05\01\2016 18:00:00",
    "tipo" : "A",
    "canal" : "2",
    "scpf" : "00000000000",
    "scbo" : "000000",
    "scnes" : "0000000",
    "stipo" : "01",
    "cids" : [
      "a010",
      "a040",
      "w25"
    ],
    "ciaps" : [
      "R05",
      "A03",
      "R21"
    ],
    "dtresp" : "05\01\2016 18:20:00",
    "evenc" : "0",
    "inenc" : "0",
    "satisf" : "4",
    "rduvida" : "1",
    "psof" : "0",
    "resposta" : "resposta da teleconsultoria",
    "ref_resposta" : 1,
    "link_resposta" : "http://referencia.com.br/",
    "origemf" : "000"
  }
]
```

APÊNDICE C

Esquema JSON do modelo de dados de Teleconsultoria

```
{
  "type": "object",
  "required": [
    "codigo_nucleo",
    "mes_referencia",
    "teleconsultorias"
  ],
  "additionalProperties": false,
  "properties": {
    "codigo_nucleo": {
      "type": "string",
      "pattern": "[0-9]{7}"
    },
    "tipo_envio": {
      "type": "string",
      "enum": [
        "NA",
        "RE"
      ]
    },
    "codigo_plataforma": {
      "type": "string",
      "pattern": "[0-9]{3}"
    },
    "resposta": {
      "type": "string",
    },
    "ref_resposta": {
      "type": "int",
      "enum": [
        1,
        2
      ]
    },
    "link_resposta": {
```

APÊNDICE C. ESQUEMA JSON DO MODELO DE DADOS DE TELECONSULTORIA158

```

    "type": "string",
  },
  "mes_referencia": {
    "type": "string",
    "pattern": "[0-9]{6}$"
  },
  "teleconsultorias": {
    "type": "array",
    "additionalProperties": false,
    "items": {
      "type": "object",
      "properties": {
        "dtsol": {
          "type": "string",
          "pattern": "[0-9]{2}/[0-9]{2}/[0-9]{4}[0-9]{2}:[0-9]{2}:[0-9]{2}"
        },
        "tipo": {
          "type": "string",
          "enum": [
            "A",
            "B"
          ]
        },
        "origemf": {
          "type": "string",
        },
        "canal": {
          "type": "string",
          "enum": [
            "1",
            "2"
          ]
        },
        "scpf": {
          "type": "string",
          "pattern": "[0-9]{11}",
          "description": "CPF do solicitante"
        },
        "scbo": {
          "type": "string",
          "pattern": "[0-9]{6}",
          "description": "CBO do solicitante"
        },
        "scnes": {
          "type": "string",
          "pattern": "[0-9]{7}",
          "description": "Estabelecimento onde o solicitante trabalha no momento da solicita\c{c}\~ao da teleconsultoria "
        },
        "stipo": {

```

APÊNDICE C. ESQUEMA JSON DO MODELO DE DADOS DE TELECONSULTORIA159

```

        "type": "string",
        "enum": [
            "01",
            "02",
            "03",
            "04"
        ],
        "description": "Tipo do profissional de sa\ude "
    },
    "cids": {
        "type": "array"
    },
    "ciaps": {
        "type": "array"
    },
    "dtresp": {
        "type": "string",
        "pattern": "[0-9]{2}/[0-9]{2}/[0-9]{4}
[0-9]{2}:[0-9]{2}:[0-9]{2}"
    },
    "evenc": {
        "type": "string",
        "enum": [
            "0",
            "1",
            "9"
        ],
        "description": "Se a teleconsultoria evitou o
encaminhamento do paciente"
    },
    "inenc": {
        "type": "string",
        "enum": [
            "0",
            "1"
        ],
        "description": "Se o colicitante tinha inte\c{c}\~ao de
encaminhar o paciente"
    },
    "satisf": {
        "type": "string",
        "enum": [
            "1",
            "2",
            "3",
            "4",
            "9"
        ]
    },
    "rduvida": {
        "type": "string",
        "enum": [
            "1",

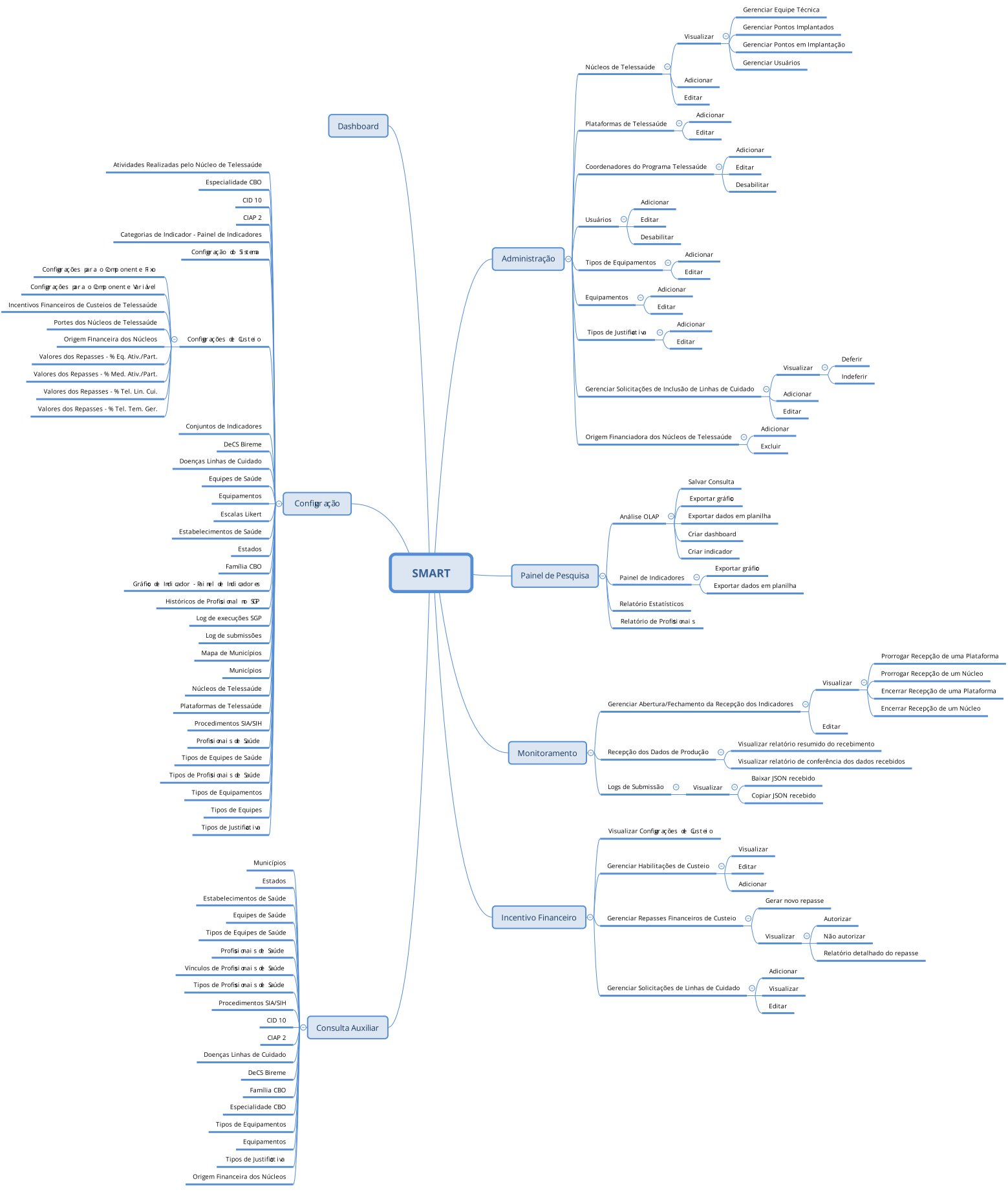
```

APÊNDICE C. ESQUEMA JSON DO MODELO DE DADOS DE TELECONSULTORIA160

```
        "2" ,
        "3" ,
        "9"
    ]
},
"psof": {
    "type": "string",
    "enum": [
        "0",
        "1"
    ],
    "description": "Se a teleconsultoria tem potencial para ser
transformada em uma SOF"
}
},
"required": [
    "dtsol",
    "tipo",
    "canal",
    "scpf",
    "scbo",
    "scnes",
    "stipo",
    "ciaps",
    "dtresp",
    "evenc",
    "inenc",
    "satisf",
    "rduvida",
    "psof",
    "origemf"
]
}
}
}
```

APÊNDICE D

Visão Geral das Funcionalidades Fornecidas por meio de Interface do Usuário



ANEXO A

Tabela com valores do incentivo financeiro de custeio mensal e a respectiva forma de gradação para cada componente

Figura A.1: Tabela com valores do incentivo financeiro de custeio mensal e a respectiva forma de gradação para cada componente

Porte	Número de equipes participantes	Componente fixo	Componente variável																
			I - Atividades de equipes ativas e participantes (40%)					II - Definição e pactuação de linhas de cuidado e/ou especialidades prioritárias (20%)		III - produção total de teleconsultorias síncronas e assíncronas/equipe/mês (40%)									
			Equipes ativas/equipes participantes		Médicos ativos/Médicos participantes		Relação de Médicos ativos/60% ativos		Relação de Médicos ativos/41 a 60% ativos		Relação de Médicos ativos/20 a 40% ativos		Relação de Médicos ativos/60% ativos		Percentual de Teleconsultoria realizada pelo médico por equipe, relacionada à linha de cuidado prioritária, definida e pactuada				
Porte I	80 a 199	R\$25.000,00	R\$1.500,00	R\$3.500,00	R\$5.000,00	R\$1.500,00	R\$3.500,00	R\$5.000,00	R\$5.000,00	R\$5.000,00	R\$3.000,00	R\$3.000,00	R\$3.000,00	R\$3.000,00	R\$3.000,00	R\$4.000,00	R\$4.000,00	R\$5.000,00	R\$5.000,00
Porte II	200 a 399	R\$30.000,00	R\$2.000,00	R\$4.000,00	R\$6.000,00	R\$2.000,00	R\$4.000,00	R\$6.000,00	R\$6.000,00	R\$6.000,00	R\$6.000,00	R\$6.000,00	R\$6.000,00	R\$6.000,00	R\$6.000,00	R\$4.800,00	R\$4.800,00	R\$6.000,00	R\$6.000,00
Porte III	400 a 599	R\$35.000,00	R\$2.500,00	R\$5.000,00	R\$7.000,00	R\$2.500,00	R\$5.000,00	R\$7.000,00	R\$7.000,00	R\$7.000,00	R\$7.000,00	R\$7.000,00	R\$7.000,00	R\$7.000,00	R\$7.000,00	R\$5.600,00	R\$5.600,00	R\$7.000,00	R\$7.000,00
Porte IV	600 a +	R\$40.000,00	R\$3.000,00	R\$6.000,00	R\$8.000,00	R\$3.000,00	R\$6.000,00	R\$8.000,00	R\$8.000,00	R\$8.000,00	R\$8.000,00	R\$8.000,00	R\$8.000,00	R\$8.000,00	R\$8.000,00	R\$6.400,00	R\$6.400,00	R\$8.000,00	R\$8.000,00

ANEXO B

Planilha Monitoramento

ANEXO C

Nota Técnica 005/2014



Ministério da Saúde
Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde
Departamento de Gestão da Educação na Saúde
Esplanada dos Ministérios, bloco G, Sede - sala 725 – Brasília/DF CEP: 70058-900

Nota Técnica nº 005/2014 – DEGES/SGTES/MS

Brasília, 10 de fevereiro de 2014.

Assunto: Diretrizes para o monitoramento e avaliação do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes, conforme Portaria Nº 2.546, de 27 de outubro de 2011.

1. O Ministério da Saúde, no uso das suas atribuições, conforme Portaria Nº 2.546, de 27 de outubro de 2011, define diretrizes para o monitoramento e avaliação do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes.
2. O monitoramento e a avaliação do programa têm por objetivo acompanhar as ações em Telessaúde desenvolvidas pelos Núcleos Técnicos Científicos financiados pelo Ministério da Saúde, utilizando parâmetros e indicadores de avaliação mínimos definidos pelo Ministério da Saúde, apresentando monitoramento sobre o impacto do programa e satisfação dos usuários do serviço (anexo I);
 - i. Os indicadores de monitoramento e avaliação apresentados na Nota Técnica 83/2013 e no Manual de Telessaúde para Atenção Básica (2012) deverão ser utilizados pelos Núcleos Técnicos Científicos como parâmetros e indicadores de avaliação mínimos para monitorar e avaliar as ações do Núcleo Técnico Científico.
 - ii. Nesta nota técnica serão apresentados os indicadores de monitoramento e avaliação para acompanhar as ações em Telessaúde em âmbito nacional.
3. As atividades realizadas pelos Núcleos Técnicos Científicos deverão ser informadas mensalmente por meio de planilha específica até o quinto dia útil de cada mês e posteriormente, utilizando o Sistema de Monitoramento do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes, em endereço eletrônico a ser informado pelo Ministério da Saúde, tais diretrizes de monitoramento entram em vigor a partir de 1º de abril de 2014.

ALEXANDRE MEDEIROS DE FIGUEIREDO
Diretor do Departamento de Gestão da Educação na Saúde

ANEXO I
Indicadores de monitoramento e avaliação do Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes

Quadro 1 - Indicadores de estrutura para monitoramento e avaliação Programa Nacional Telessaúde Brasil Redes

Tipo	Nome	Descrição	Numerador	Denominador	Unidade	Fonte
Estrutura	Pontos de Telessaúde	Número de unidades de saúde com pontos em implantação* de Telessaúde em cada município	Número de pontos em implantação		Pontos	Dados dos municípios
		Número de unidades de saúde com pontos implantados** de Telessaúde em cada município	Número de pontos implantados		Pontos	Dados dos municípios
	Equipes	Número de equipes de saúde atendidas por Telessaúde em cada município	Número de equipes		Equipes	Dados dos municípios
	Profissionais	Número de profissionais registrados em cada município e em cada categoria profissional	Número de profissionais		Profissionais	Dados dos municípios
	Capacitação	Número de profissionais que foram qualificados para uso das ferramentas em Telessaúde	Número de profissionais		Profissionais	Dados dos municípios
	Meio de Acesso***	Meio de Acesso ao serviço de Telessaúde através de dispositivos móveis	Número de acessos na plataforma de Telessaúde através de dispositivos móveis			Acessos registrados
Meio de Acesso ao serviço de Telessaúde através de dispositivos fixos		Número de acessos na plataforma de Telessaúde através de dispositivos fixos			Acessos registrados	Dados das plataformas

Fonte: Manual de Telessaúde para Atenção Básica, Ministério da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2012), adaptado pela equipe técnica do Ministério da Saúde.

*Em implantação: considerar o ponto previsto para implantação, mas que ainda está sendo estruturado na perspectiva de equipamentos, conectividade, estrutura da unidade de saúde e outros aspectos.

**Pontos implantados: com equipamento e conectividade em funcionamento – cadastrado no CNES.

***Este indicador poderá ser implantado nas plataformas existentes ou retiradas ferramentas métricas e análises de sites como o Google Analytics.

Observação do Quadro 1: a atualização dos dados deve ser mensal, contudo a cada 6 meses (março e setembro) deve ser feita atualização geral do banco de cadastro de todos os núcleos para a limpeza geral do banco de dados, em relação aos pontos equipes e pessoas cadastradas.

Quadro 2 - Indicadores mínimos de processo para monitoramento e avaliação de Teleconsultoria

Tipo	Nome	Descrição	Numerador	Denominador	Unidade	Fonte
Processo	Solicitação Estado	Número de solicitações de Teleconsultorias no estado respondidas	Total de solicitações no estado		Solicitações/mês	Dados das solicitações
	Solicitação município	Número de solicitações de Teleconsultorias por município respondidas	Total de solicitações por município		Solicitações/mês	Dados das solicitações
	Solicitação equipe	Número de solicitações de Teleconsultorias por equipe de saúde respondidas	Total de solicitações por equipe		Solicitações/mês	Dados das solicitações
	Solicitação por membro da gestão	Número de solicitações de Teleconsultorias por membro da gestão respondidas	Total de solicitações por membro da gestão		Solicitações/mês	Dados das solicitações
	Solicitação ponto	Número de solicitações de Teleconsultorias por ponto respondidas	Total de solicitações por ponto de Telessaúde		Solicitações/mês	Dados das solicitações
	Solicitação profissional	Número total de solicitações por profissional respondidas	Total de solicitações por profissional		Solicitações/mês	Dados das solicitações
		Número total de solicitações por categoria profissional respondidas	Total de solicitações por categoria profissional (utilizar CBO)		Solicitações/mês	Dados das solicitações
	Solicitações por Tipo	Número de solicitações de Teleconsultorias Síncronas respondidas	Total de solicitações de Teleconsultorias Síncronas		Solicitações/mês	Dados das solicitações
		Número de solicitações de Teleconsultorias Assíncronas respondidas	Total de solicitações de Teleconsultorias Assíncronas		Solicitações/mês	Dados das solicitações
	Utilização	Número de pontos Ativos (pelo menos uma utilização de serviços mensal) em teleconsultorias	Total de pontos que tiveram Teleconsultorias respondidas		Solicitações/mês	Dados das solicitações

	Número de pontos Ativos (pelo menos uma utilização de serviços mensal) em telediagnóstico	Total de pontos que realizaram telediagnóstico		Solicitações/mês	Dados das solicitações
	Número de pontos Ativos (pelo menos uma utilização de serviços mensal) em Tele-educação	Total de pontos participantes em atividades de Tele-educação		Solicitações/mês	Dados das solicitações

Fonte: Manual de Telessaúde para Atenção Básica, Ministério da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2012).

Observações Quadro 2: 1) Taxa de utilização será calculado a partir dos dados informados das solicitações respondidas de pontos ativos e de pontos cadastrados como implantados.

2) As dívidas recebidas e respondidas durante atividades de Tele-Educação não deverão ser contabilizadas como Teleconsultoria.

Os indicadores de processo referem-se às interações profissionais dos Pontos e Núcleos de Telessaúde (NT) (Quadro 2). Ilustram a produção dos NT e, por outro lado, a utilização das ações de Telessaúde pelos profissionais de saúde dos Pontos. Nesse caso enquadram-se a quantidade de teleconsultorias respondidas, o número de telediagnósticos realizados ou a frequência média de profissionais de saúde às atividades de tele-educação. Os indicadores de tele-educação serão tratados especificamente no quadro 4.

Quadro 3 – Indicadores mínimos de processo para monitoramento e avaliação de Telediagnóstico

Tipo	Nome	Descrição	Numerador	Denominador	Unidade	Fonte
Processo	Solicitação Telediagnóstico por Estado	Nº de Solicitações com exame realizado e laudo enviado ao solicitante por estado	Total de laudos emitido por estado		Solicitações/mês	Dados das solicitações
	Solicitação Telediagnóstico por Município	Nº de Solicitações com exame realizado e laudo enviado ao solicitante por município	Total de laudos emitido por município		Solicitações/mês	Dados das solicitações
	Solicitação Telediagnóstico por Equipe	Nº de Solicitações com exame realizado e laudo enviado ao solicitante por Equipe	Total de laudos emitido por Equipe		Solicitações/mês	Dados das solicitações
	Solicitação Telediagnóstico por Ponto	Nº de Solicitações com exame realizado e laudo enviado ao solicitante por ponto	Total de laudos emitido por ponto		Solicitações/mês	Dados das solicitações
	Solicitação Telediagnóstico por Tipo	Nº de Solicitações com exame realizado e laudo enviado ao solicitante por Tipo (Tele ECG, Tele espirometria, Tele radiologia, Tele oftalmologia, etc.) – utilizar a tabela do SAI	Total de laudos emitido por tipo de exame		Solicitações/mês	Dados das solicitações
	Solicitações baseadas em protocolos de regulação	% de solicitações de Telediagnósticos baseadas em protocolos de regulação aprovados na CIB -	Número de solicitações de Telediagnósticos baseadas em protocolos de regulação	Número total de solicitações de Telediagnósticos	%	Dados das solicitações

4

		% de solicitações de Teleconsultorias baseadas em protocolos de regulação aprovados na CIB	Número de solicitações de Teleconsultorias baseadas em protocolos de regulação	Número total de solicitações de Teleconsultorias	%	Dados das solicitações
--	--	--	--	--	---	------------------------

Quadro 4 – Indicadores mínimos de processo para monitoramento e avaliação de Tele-educação

Tipo	Nome	Descrição	Numerador	Denominador	Unidade	Fonte
Processo	Participação em atividades de Tele-educação*	Número de atividades realizadas por estado	Total de atividades de Tele-educação realizadas por estado		Atividades /mês	Dados das Ofertas de Tele-educação
		Número de atividades realizadas por município	Total de atividades de Tele-educação realizadas por município		Atividades /mês	Dados das Ofertas de Tele-educação
		Número de atividades realizadas por ponto	Total de atividades de Tele-educação realizadas por ponto		Atividades /mês	Dados das Ofertas de Tele-educação
		Número de atividades realizadas por Equipe Saúde de Família	Total de atividades de Tele-educação realizadas por ESF		Atividades /mês	Dados das Ofertas de Tele-educação
		Número de participantes por categoria profissional (CBO) por estado	Total de participantes por categoria profissional (CBO) por estado		Participação /mês	Dados das Ofertas de Tele-educação
		Número de participantes por categoria profissional (CBO) por município	Total de participantes por categoria profissional (CBO) por município		Participação /mês	Dados das Ofertas de Tele-educação
		Número de participantes por categoria profissional (CBO) por equipe	Total de participantes por categoria profissional (CBO) por equipe		Participação /mês	Dados das Ofertas de Tele-educação
		Número de participantes por categoria profissional (CBO) por ponto/mês	Total de participantes por categoria profissional (CBO) por ponto/mês		Participação /mês	Dados das Ofertas de Tele-educação

Produção de Objetos de Aprendizagem ***	Número de objetos de aprendizagem disponibilizados no ARES** por mês.	Total de objetos de aprendizagem disponibilizados		Objetos /mês	Dados das Ofertas de Tele-educação
	Número global de acessos aos objetos de aprendizagem por estado, município, equipe, ponto/mês.	Total global de acessos aos objetos		Acessos/mês	Dados das Ofertas de Tele-educação
	Número global de acessos aos objetos de aprendizagem por município	Total global de acessos aos objetos de aprendizagem por município		Acessos/mês	Dados das Ofertas de Tele-educação
	Número global de acessos aos objetos de aprendizagem por equipe	Total global de acessos aos objetos de aprendizagem por equipe		Acessos/mês	Dados das Ofertas de Tele-educação
	Número global de acessos aos objetos de aprendizagem por ponto	Total global de acessos aos objetos de aprendizagem por ponto		Acessos/mês	Dados das Ofertas de Tele-educação
	Número de acessos aos objetos de aprendizagem por categoria profissional (CBO)	Total de acessos aos objetos por categoria profissional (CBO)		Acessos/mês	Dados das Ofertas de Tele-educação

* Atividades de tele-educação: reuniões clínicas, cursos, seminários, biblioteca virtual, etc. Para fins de registro as atividades síncronas e assíncronas deverão ser monitoradas separadamente.

** Acervo de Recursos Educacionais em Saúde - ARES é o repositório digital da UNA-SUS onde deverão ser depositados todos os conteúdos produzidos pelos Núcleos Técnicos Científicos de Telessaúde, conforme nota técnica 94/2013.

*** Objetos de aprendizagem: documento texto ou audiovisual disponibilizado para acesso dos profissionais em ambiente virtual (Ex.: Biblioteca Virtual, Cletâne Telessaúde no ARES/UNA-SUS).

Quadro 5 - Indicadores mínimos de Resultados e Avaliação para monitoramento de Teleconsultoria

Tipo	Nome	Descrição	Numerador	Denominador	Unidade	Fonte
Resultados e Avaliação	Evitação de encaminhamentos	% teleconsultorias respondidas em que havia intenção de encaminhar paciente em que houve evitação de encaminhamentos	Número de solicitações por categoria profissional com intenção de encaminhamento onde houve mudança de conduta	Total de solicitações por categoria profissional onde havia intenção de encaminhamento antes da solicitação	%	Dados das solicitações
	Satisfação do solicitante	% teleconsultorias respondidas em que houve satisfação do solicitante	Escala de Likert (com 5 níveis) da satisfação do solicitante			Dados das solicitações

	Resolução da dúvida	% teleconsultorias respondidas em que houve resolução da dúvida (Sim, parcialmente, não e não sei)				Dados das solicitações
	Segunda Opinião Formativa (SOF) produzidas e enviadas para a BIREME	Nº de SOF produzidas, enviadas e aprovadas pela BIREME	Número de Solicitações eleitas pelos teleconsultores como candidatas a SOF			Dados das solicitações
	Temas frequentes	Lista dos 10 Temas mais frequentes das solicitações de teleconsultorias respondidas (utilizar a classificação CID e CIAP)				Dados das solicitações
	Profissões e Especialidades mais frequentes	Profissões e Especialidades dos teleconsultores mais frequentes entre as solicitações de teleconsultorias respondidas				Dados das solicitações
	Tempo médio de resposta	Tempo médio de resposta de solicitações síncronas e assíncronas				Dados das solicitações
	Teleconsultorias assíncronas respondidas em menos de 72h	% de solicitações assíncronas respondidas em menos de 72h				Dados das solicitações

Quadro 6 – Indicadores de Resultados e Avaliação de para a Tele-educação

Tipo	Nome	Descrição	Numerador	Denominador	Unidade	Fonte
Resultados e Avaliação	Temas frequentes	Até 5 Temas* com maior participação por mês.	Número total de participantes por tema		Participação /mês	Dados das Ofertas de Tele-educação
	Avaliação da satisfação	Avaliação global da satisfação dos profissionais participantes por mês.	Escala de Likert (com 5 níveis) da satisfação do solicitante		Níveis de satisfação	Dados das Ofertas de Tele-educação
	Temas de objetos de aprendizagem mais frequentes	Até 5 Temas* mais acessados, por objetos de aprendizagem.	Número total de acessos por tema		Acessos /mês	Dados das Ofertas de Tele-educação
	Avaliação da satisfação com os objetos de aprendizagem	Avaliação global da satisfação profissional com os objetos de aprendizagem por mês.	Escala de Likert (com 5 níveis) da satisfação do solicitante		Níveis de satisfação	Dados das Ofertas de Tele-educação

*Para a classificação dos temas da Tele-educação devem ser utilizados os descritores (DeCS) da BIREME.

Observação do quadro 6: A avaliação de satisfação dos profissionais será feita pelos acessos aos cursos, seminários e webconferências.

As atividades de tele-educação promovidas pelo Programa Telessaúde Brasil Redes caracterizam-se por serviços educacionais providos pelos núcleos ou unidades de telessaúde, de forma síncrona ou assíncrona, e que tem como público-alvo os profissionais dos pontos de telessaúde associados aos núcleos. Cada tipo de atividade deve ter um instrumento que permita a avaliação do grau de satisfação dos participantes. A seguir, são apresentados os conceitos adotados na pesquisa dos indicadores da Tele educação desenvolvida pela UFPE/NUTES que serão utilizados pelo Ministério da Saúde:

Atividades síncronas: atores envolvidos estão conectados ao mesmo tempo (em tempo real) por áudio, chat ou vídeo.

Atividades assíncronas: atores não estão conectados ao mesmo tempo, pode existir um tempo de resposta pré-definido (Ex.: 72 horas) ou não, a atividade pode estar disponível para acesso 24h.

Reunião clínica: atividade que tem por objetivo apresentar e discutir um ou mais casos clínicos de pacientes para avaliação de colegas de profissão e discutir orientações relativas à conduta do paciente, com duração de até 3 horas consecutivas.

Seminário: atividade que tem por objetivo apresentar um tema para atualização profissional, semelhante a uma aula ou palestra, onde é feita a exposição de um tema por um ou mais teleconsultores, com ou sem a presença de moderador(es) de sessão, com duração de até 3 horas consecutivas.

Curso: atividade que tem por objetivo promover a formação em um tema, com conteúdos organizados metodologicamente em aulas, com carga horária acima de 3 horas (pode ter duração de meses) e critérios de avaliação previamente definidos.

Objetos de aprendizagem: documento texto ou audiovisual disponibilizado para acesso dos profissionais em ambiente virtual (Ex.: Biblioteca Virtual, Cletâne Telessaúde no ARES/UNA-SUS).