



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS - CCT

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO - PROPG



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT

MESTRATO PROFISSIONAL EM COMPUTAÇÃO APLICADA

LEONARDO MENON GARDINI

LARIISA NEXT GENERATION: UMA PROPOSTA DE MODELO DE REFERÊNCIA
DE PLATAFORMAS INTELIGENTES PARA TOMADA DE DECISÃO EM SISTEMAS
PÚBLICOS DE SAÚDE

FORTALEZA

2015

LEONARDO MENON GARDINI

LARIISA NEXT GENERATION: UMA PROPOSTA DE MODELO DE REFERÊNCIA
DE PLATAFORMAS INTELIGENTES PARA TOMADA DE DECISÃO EM SISTEMAS
PÚBLICOS DE SAÚDE

Dissertação submetida à
Coordenação do Curso de Mestrado
Profissional em Computação Aplicada da
Universidade Estadual do Ceará e do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Ceará, como requisito
parcial para a obtenção do grau de Mestre
em Computação Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Mauro
Barbosa de Oliveira.

Co-orientador: Prof. Dr. Cesar
Olavo Moura Filho

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Estadual do Ceará
Sistemas de Bibliotecas

Gardini, Leonardo Menon

LARIISA *next generation*: Uma arquitetura evolutiva para um sistema inteligente de tomada de decisão em saúde [recurso eletrônico] / Leonardo Menon Gardini. - 2015.

1 CD-ROM: il.; 4 3/4 pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 80 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Mestrado Profissional em Computação Aplicada, Fortaleza, 2015.

Área de concentração: Redes de Computadores

Orientação: Prof. Ph.D. Antônio Mauro Barbosa de Oliveira.

Coorientação: Prof. Dr. Cesar Olavo de Moura Filho.

1. Ontologia. 2. LARIISA. 3. Arquitetura. 4. Contexto. 5. Sistemas Inteligentes de Saúde. I. Título.

LEONARDO MENON GARDINI

LARIISA NEXT GENERATION: UMA PROPOSTA DE MODELO DE REFERÊNCIA
DE PLATAFORMAS INTELIGENTES PARA TOMADA DE DECISÃO EM SISTEMAS
PÚBLICOS DE SAÚDE

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Computação Aplicada da Universidade Estadual do Ceará e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Computação Aplicada.

Área de concentração: Redes

Aprovada em: ___ / ___ / _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Mauro Barbosa de Oliveira (IFCE) (Orientador)

Prof. Dr. Cesar Olavo de Moura Filho (IFCE)

Prof. Dr. José Bringel Filho (UESPI)

Prof. Dr. Luiz Odorico Monteiro de Andrade (UFC)

Dedico este trabalho aos meus filhos e aos idealizadores do projeto LARIISA.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, Cidália Maria Menon, por todos os ensinamentos passados e pelo fortalecimento que seu amor me causa.

Agradeço ao meu pai, Edson Carlos Gardini, pelo grande amigo que é e pelo seu exemplo de caráter.

Agradeço todo carinho e paciência dos meus filhos Raul e Alice, e de minha amada esposa Roberta.

Agradeço ao meu orientador Mauro Oliveira pelo aprendizado e dedicação aplicados, que foram fundamentais para o sucesso deste trabalho.

Agradeço a minha irmã Nathália Menon Gardini pelas demonstrações de força durante a vida.

Agradeço a minha sobrinha Sofia Gardini por sempre acreditar na minha capacidade.

Agradeço aos meus companheiros de trabalho, por terem permitido tornar este sonho uma realidade.

Agradeço aos meus colegas de mestrado pelo incentivo durante os estudos para conclusão desta monografia.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

(Arthur Schopenhauer)

RESUMO

O projeto LARIISA é uma plataforma inteligente para tomada de decisão em saúde. Do ponto de vista computacional, o LARIISA é um sistema sensível ao contexto (*context-awareness concept*) que utiliza ontologias na representação do conhecimento e outros mecanismos inteligentes no seu processo de inferência. No que se refere à visão dos sistemas de saúde, o LARIISA propõe que a tomada de decisão leve em consideração os cinco domínios da área: clínico-epidemiológico, normativo, administrativo, conhecimento compartilhado e gestão do conhecimento. Desde sua concepção, em 2009, o LARIISA tem servido a vários trabalhos de pesquisa e de desenvolvimento, resultando em dissertações de mestrado, artigos publicados em eventos internacionais e dois projetos financiados por agências oficiais de fomento. Para tanto, o LARIISA seguiu uma evolução arquitetural, desde a definição de ontologias e metadados, a qual fortaleceu a plataforma com relação ao uso de contexto para obter maior eficiência (*real time*) durante o processo de tomada de decisão. A partir do uso de metadados e de ontologias, um cenário foi proposto com o objetivo de ilustrar os principais módulos da plataforma: Aquisição de Dados, Módulo de Inteligência e de Integração. Este trabalho descreve esta evolução arquitetural sob a qual se apoiam os dois projetos anteriormente citados e propõe, como resultado deste percurso metodológico, o Cubo LARIISA, uma proposta de modelo de referência tridimensional de plataformas inteligentes para tomada de decisão em sistemas públicos de saúde, composto das seguintes faces: modelo de saúde (domínios), modelo de fluxo de dados (arquitetura de referência) e modelo tecnológico (tecnologias inteligentes). São também descritos o LARIISA-Bay e o EMILIA, dois protótipos que traduzem bem o percurso metodológico da arquitetura que resultou no Cubo LARIISA. Estes dois protótipos também revelam a contribuição do LARIISA na concepção dos projetos GISSA e NextSAUDE.

Palavras-chave: LARIISA; Arquitetura; Sistemas inteligentes de saúde; Metadado; Ontologia; Sensibilidade a contexto.

ABSTRACT

LARIISA project is an intelligent platform for decision making in health area. From a computational point of view, LARIISA is a context aware system that uses ontologies for knowledge representation, and it also uses other intelligent mechanisms in its inference process. Regarding specific health aspects, LARIISA proposes that decision making process takes in account the following five domain areas: Clinic and epidemiologic, normative, administrative, shared knowledge and knowledge management. Since the beginning of LARIISA project, in 2009, many scientific research papers and software development have been made, which has resulted in master's thesis, thesis proposals for PhD, papers published in international conferences and two projects supported by governmental agencies that involves more than ten researchers and forty developers. Therefore, LARIISA followed an architectural evolution, since the definition of ontology and metadata, which strengthened the framework in order to make the system more efficient through the decision making process. A case study, based on ontology and metadata, was proposed with the objective to illustrate the main framework's modules: Data Acquisition, Intelligence and Integration Model. This thesis describes an architectural evolution in which the two mentioned projects were supported and it proposes, as a result of this methodological process, the LARIISA Cube, a tridimensional reference model, composed by the following faces: health model (domains), data flow model (reference architecture) and the technological model (intelligent technologies). This thesis also describes LARIISA_Bay and EMILIA, two applications (prototypes) that represent the methodological process of the architecture that results in the LARIISA Cube. Both applications (prototypes) also reveal the LARIISA's contribution in the development of GISSA and NextSAUDE projects.

Key words: LARIISA; Architecture; Intelligent health system; Metadata; Ontology; Context-aware

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de saúde na era da informação	19
Figura 2 - Os 5 domínios de inteligência de governança em saúde.....	21
Figura 3 - Os 4 principais componentes computacionais do LARIISA	22
Figura 4 - Linha evolutiva do projeto LARIISA	23
Figura 5 - Geolocalização e metadado no framework LARIISA	28
Figura 6 – Arquitetura de referência para cuidados social e de saúde....	31
Figura 7 – Como o modelo de referência se relaciona com outros trabalhos	32
Figura 8 – Modelo de saúde de contexto global	34
Figura 9 – Modelo de saúde de contexto local.....	36
Figura 10 – Pré cenário do LARIISA (caso de uso).....	37
Figura 11 – Construção do metadado no projeto LARIISA	38
Figura 12 - Cenário proposto para o LARIISA	42
Figura 13 – Arquitetura baseada em contexto (2009).....	46
Figura 14 – Arquitetura baseada em contexto e ontologia (2010)	47
Figura 15 – Arquitetura baseada em contexto, ontologia e integração ...	52
Figura 16 – Arquitetura funcional do LARIISA_Bay.....	55
Figura 17 – Telas do protótipo construído (LARIISA_Bay)	56
Figura 18 – Protótipo EMILIA (envio de mensagens)	57
Figura 19 – Arquitetura GISSA	59
Figura 20 – LARIISA x GISSA	60
Figura 21 – <i>Continua Framework</i>	64
Figura 22 – Uma arquitetura de referência de alto nível para <i>mobile health</i>	67
Figura 23 - Domínios de conhecimento da nova arquitetura	73
Figura 24 – Adaptação da arquitetura baseada em contexto e ontologia	74
Figura 25 - Agrupamento dos modelos na nova arquitetura	75
Figura 26 - Cubo formado pelos modelos propostos.....	76
Figura 27 - Conceitos de cada módulo	76
Figura 28 - Arquitetura de referência proposta para o <i>framework</i> LARIISA	78

Figura 29 - Decomposição de uma camada do cubo proposto	82
Figura 30 - Decomposição de uma camada do cubo proposto	82
Figura 31 - Menor decomposição do cubo proposto (Next Saúde).....	83
Figura 32 - Menor decomposição do cubo proposto (GISSA)	84

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PSF	Programa Saúde da Família
SUS	Sistema Único de Saúde
RDFS	<i>Resource Description Framework Schema</i>
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
CPD	Centro de Processamento de Dados
SAG	<i>Software Architecture Group</i>
SEI	<i>Software Engineering Institute</i>
AD	<i>Architecture Description</i>
ROM	<i>Read-only Memory</i>
ADL	<i>Architecture Description Language</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GeoRSS	<i>Geographically Encoded Objects for Really Simple Syndication</i>
ECA	<i>Event-Condition-Action</i>
SWRL	<i>Semantic Web Rule Language</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
ID	<i>Identification</i>
TLS	<i>Transport Layer Security</i>
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>
VoIP	<i>Voice over IP</i>
KTA	<i>Knowledge To Action</i>
CP	<i>Context Provider</i>
CA	<i>Context Agregator</i>
CR	<i>Context Reasoner</i>
QoCE	<i>QOC Evaluator</i>
AS	<i>Service Adapter</i>
CAS	<i>Context-aware Service</i>
CASC	<i>CAS Container</i>
QA	<i>Query Adapter</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>

RDF	<i>Resource Description Framework</i>
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i>
LDIF	<i>Linked Data Integration Framework</i>
SOA	<i>Service Oriented Architecture</i>
CNS	Cartão Nacional de Saúde
RES	Registro Eletrônico de Saúde
SNOMED	<i>Systematized Nomenclature of Medicine</i>
LOINC	<i>Logical Observation Identifiers Names and Codes</i>
HIPAA	<i>Health Insurance Portability and Accountability Act</i>
ETL	<i>Extract, Transform and Load</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS.....	17
1.1.1 Geral	17
1.1.2 Específicos	17
1.2 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	18
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1. DOMÍNIOS DE INTELIGÊNCIA DE GOVERNANÇA	19
2.2. PERCURSO ARQUITETURAL DO LARIISA	22
2.3. SENSIBILIDADE AO CONTEXTO (<i>CONTEXT-AWARENESS</i>)	23
2.4. ONTOLOGIA	25
2.4.1. Classificação das ontologias baseada na granularidade que representam	26
2.4.2. Componentes das ontologias	26
2.5. METADADOS	27
2.6. ARQUITETURA DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS	28
2.7.1 Arquitetura de referência	30
2.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	33
3. CENÁRIO EVOLUTIVO DO LARIISA	34
3.1. INTRODUÇÃO.....	34
3.2. INTRODUÇÃO DO METADADO NO LARIISA.....	38
3.3. PROPOSTA DE UM CENÁRIO PARA O LARIISA.....	39
3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	44

4.	ARQUITETURA DO LARIISA	45
4.1.	ARQUITETURA BASEADA EM CONTEXTO	45
4.2.	ARQUITETURA BASEADA EM CONTEXTO E ONTOLOGIA.....	46
4.3.	ARQUITETURA BASEADA EM CONTEXTO, ONTOLOGIA E INTEGRAÇÃO DE DADOS	50
4.4.	PROTÓTIPOS IMPLEMENTADOS	53
4.5.1	LARIISA_Bay	54
4.5.2	EMILIA.....	56
4.5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	57
5.	PROJETOS GISSA E NEXTSAUDE.....	58
5.1.	GISSA.....	58
5.2.	NEXTSAÚDE.....	60
5.3.	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	63
6.	TRABALHOS RELACIONADOS E ARTIGOS PUBLICADOS	64
6.1.	TRABALHOS RELACIONADOS.....	64
6.1.1	Arquitetura de referência para coleta de dados de saúde dos cidadãos	64
6.1.2	Uma arquitetura de referência de alto nível para <i>mobile health</i>	65
6.2.	ARTIGOS PUBLICADOS.....	68
6.2.1	IADIS 2013 – Multi Conference on Computer Science and Information Systems 68	
6.2.2	15th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (IEEE Healthcom 2013)	69
6.2.3	XXXI Simpósio Brasileiro de Telecomunicações (SBrT'2013).....	69
6.2.4	Advance 2013 International Workshop	70

6.2.5	The 4th Global Information Infrastructure and Networking Symposium - GIIS	
2013 (IEEE)	70	

7.	CUBO LARIISA.....	72
7.1.	CONSTRUÇÃO DO CUBO	72
7.2.	ARQUITETURA DE REFERÊNCIA PROPOSTA.....	77
7.3.	INTEGRAÇÃO DE DADOS PARA UM SISTEMA INTELIGENTE DE SAÚDE.....	85
7.4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	85
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS	86
8.1.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
8.2.	TRABALHOS FUTUROS	87

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento gradativo da população mundial e conseqüente maior expectativa de vida, uma preocupação ascendente na desospitalização¹ de pacientes vem ocorrendo ao longo dos últimos anos. Esta iniciativa dos governos de todo o mundo tem como objetivo melhorar o atendimento em saúde para a população, priorizar casos de internações hospitalares mais graves e também diminuir os custos governamentais com a saúde pública. A partir desta iniciativa de desospitalização, os estudos sobre cuidados de saúde domiciliares (*home care*) vêm ganhando notoriedade em todo o mundo.

Para garantir que a desospitalização seja realizada da melhor forma possível, é necessário que as tomadas de decisão dos gestores de saúde sejam precisas e suportadas por informações contextuais sobre o paciente analisado.

Através do Programa Saúde da Família (PSF) do Sistema Único de Saúde (SUS), os serviços oferecidos à população na área da saúde sofreram severa descentralização. O atendimento, que antes era oferecido apenas em hospitais e postos de saúde, passa a ser oferecido também na residência do paciente.

Essa mudança aumentou a complexidade da gestão da informação, pois os atendimentos agora estão distribuídos em áreas muito maiores que as dos hospitais e envolvem um conjunto maior de informação (ALCÂNTARA, 2012).

O LARIISA (OLIVEIRA et al., 2010) é um projeto que usa mecanismos inteligentes para tomada de decisão em governança de sistemas públicos de saúde. Para isso ele faz uso de diversas informações sobre usuários do sistema público de saúde, tanto os dados obtidos em suas residências, quanto os já existentes em bases de dados públicas e/ou privadas. Essas informações são tratadas por sistemas inteligentes capazes de apoiar a tomada de decisão em suas diversas instâncias. Portanto, o LARIISA se apresenta como uma plataforma de apoio à tomada de decisão no âmbito de uma proposta de modelo futuro do SUS.

A plataforma LARIISA prevê a representação de informação para ser utilizada por aplicações sensíveis ao contexto (*context-aware concept*) (DEY et al., 2001) e representação de conhecimento mediante o uso de ontologias (VIANA,

¹ Desospitalização: Ação que visa fornecer todo o suporte para que o tratamento de um paciente tenha continuidade em casa, por meio de iniciativas como o *home care*, por exemplo. Significa a redução do tempo de internação de um paciente no hospital.

2007). O desenvolvimento de aplicações no projeto LARIISA tem certa complexidade por envolver a representação do conhecimento (informações capturadas dos diversos atores do sistema, domínio representado, diversas bases de dados relacionadas, entre outros) e a captura de informações de contexto, via mecanismos de hardware, que alimentam os mecanismos de inferência existentes.

Essa complexidade aumenta à medida que a avaliação em sistemas de saúde se torna vulnerável a incertezas, seja na captura de informações subjetivas sobre o usuário, seja nas diversas bases de dados existentes que, além de heterogêneas, nem sempre retratam a realidade do objeto que tratam.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Esta dissertação se propõe a descrever o percurso metodológico na evolução da arquitetura do LARIISA, justificando o uso de ontologia e contexto como tecnologias estruturantes dessa arquitetura e propondo, como resultado desse processo evolutivo, o LARIISA *Next Generation* suportado por uma visão arquitetural com três dimensões.

1.1.2 Específicos

Assim, os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Propor o uso de metadados² no *framework* LARIISA, no contexto de um cenário evolutivo de um projeto para tomada de decisão em sistemas de saúde.
- b) Descrever uma arquitetura para integração de dados que atenda a visão dos 5 domínios dos sistemas de saúde proposto por ANDRADE (2012).
- c) Descrever os protótipos LARIISA_Bay e EMILIA, implementados a partir da arquitetura e cenários propostos para a plataforma LARIISA.

² Metadados: Dados sobre outros dados. Fornece informação sobre um ou mais aspectos sobre outro dado.

- d) Destacar a contribuição dos protótipos LARIISA_Bay e EMILIA na concepção dos projetos GISSA e NextSAUDE, financiados pela FINEP e FUNCAP, respectivamente
- e) Propor uma nova arquitetura em cubo para o LARIISA que contemple o entendimento dos componentes dos modelos de saúde, funcional e computacional oferecendo uma semântica não ambígua em suas três dimensões.

1.2 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está organizada da seguinte forma:

O capítulo 2 – Fundamentação Teórica – descreve a contextualização, motivação e soluções propostas para construção do projeto LARIISA. Neste capítulo também são descritos os principais conceitos discutidos nesta dissertação.

O capítulo 3 – Cenário evolutivo do LARIISA – relata o primeiro cenário desenvolvido no projeto, a inserção do conceito de metadado no framework e finaliza com a proposta de um cenário de contexto e ontologia para o projeto.

O capítulo 4 – Arquitetura evolutiva do LARIISA – descreve a trajetória evolutiva das arquiteturas propostas para o projeto, finalizando com a proposta de uma arquitetura em camadas baseada em integração de dados.

O capítulo 5 – GISSA e NextSAUDE – descreve os dois atuais projetos em andamento do projeto LARIISA que estão sendo financiados por agências governamentais.

O capítulo 6 – Trabalhos relacionados e artigos publicados – aborda pesquisas realizadas por terceiros também direcionadas para arquiteturas e modelos de referência na área de sistemas de saúde. Este capítulo também descreve os principais artigos publicados em conferências nacionais e internacionais ao longo dos estudos realizados em torno do projeto LARIISA.

O capítulo 7 – Cubo LARIISA – descreve a proposta de um modelo de referência para o LARIISA e comenta estudos atuais na área de integração de dados do sistema.

O capítulo 8 – Considerações finais e trabalhos futuros – conclui a dissertação e descreve estudos futuros para continuidade dos assuntos tratados nesta dissertação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O objetivo deste capítulo é fundamentar os principais conceitos que norteiam o projeto LARIISA.

2.1. DOMÍNIOS DE INTELIGÊNCIA DE GOVERNANÇA

Podem-se dividir os sistemas de saúde pública em duas eras (JENNINGS et al., 1997). A primeira, chamada de “era industrial”, em que a hospitalização era foco dos sistemas de saúde pública, fazendo com que o cuidado de saúde primária, ocorrendo na casa dos pacientes, fosse menos desenvolvido e encorajado.

A segunda, chamada de era da informação, possui o foco no desenvolvimento dos cuidados de saúde buscando a desospitalização dos pacientes (Figura 1). Para atingir seu objetivo, a era da informação foca seus esforços no provimento de cuidados de saúde mais próximos aos pacientes e suas comunidades.

Figura 1 – Sistema de saúde na era da informação



Fonte: K. Jennings, K. Miller, S. Materna (1997)

(SMITH 1997) sugere que modelos tradicionais de serviços de cuidados de saúde têm sido inadequados e ineficientes, favorecendo intervenções especializadas e com alto custo para suportar pacientes e famílias em suas casas. A tecnologia da informação pode permitir uma abordagem mais focada nos pacientes durante os cuidados de saúde na sua residência: medidas de qualidade focadas nas necessidades e experiências individuais dos pacientes; serviços envolvendo ativamente cada paciente na sua autogestão e fornecendo cuidados próximos às comunidades e casas de cada paciente. Smith também enfatiza que estamos vivenciando uma transição nos sistemas de saúde ao sairmos do modelo da "Era Industrial" para o modelo da "Era da Informação". Para o autor, o modelo da era industrial, que marcou fortemente os sistemas ocidentais, é piramidal tendo na sua base a atenção primária, seguida pela secundária e no ápice a terciária. É um modelo fortemente centrado no profissional e nos gestores como autoridades enquanto no modelo da era da informação essa pirâmide encontra-se invertida e passa a ter em sua base o autocuidado, o cuidado feito pela família e amigos, e, depois, pelas redes sociais. Os profissionais vêm em seguida como parceiros, facilitadores e como autoridade.

Dentro deste contexto acima nasceu o projeto LARIISA que visa conceber um sistema para auxílio na tomada de decisão em sistemas públicos de saúde.

Para um completo entendimento do projeto LARIISA (OLIVEIRA et al., 2010), é importante que se descrevam seus alicerces norteadores. A partir de um projeto concebido na área da saúde (ANDRADE e POLAND, 2006), conceitos tecnológicos foram aplicados para automação do processo decisório em governança de saúde..

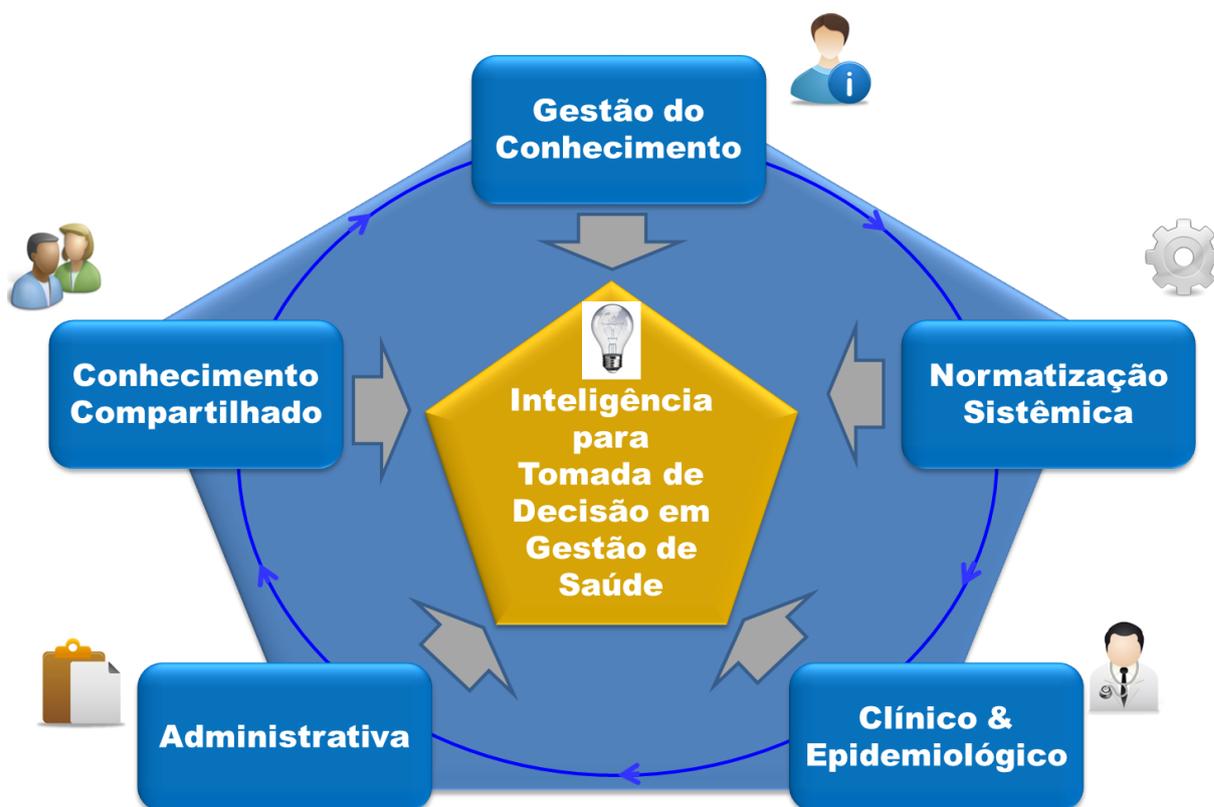
Um *framework* foi projetado, inicialmente, para atuar em cinco domínios de inteligência de governança (ANDRADE, 2012):

1. Inteligência de Gestão do Conhecimento: relacionada a processos que possam produzir, construir, sistematizar e transferir o conhecimento gerado mediante processos formais de pesquisa, processos empíricos e demais formas que permitam a geração de novos conhecimentos e seu aperfeiçoamento;
2. Inteligência Normativa: relacionada à participação dos agentes públicos ou dos gestores da saúde na elaboração das leis, visando à

geração de normas que possam, de fato, dar consistência, concretude e segurança jurídica ao sistema;

3. Inteligência Clínica e Epidemiológica: visa garantir ao gestor o conhecimento dos processos saúde-doença, a partir do conceito de que saúde tem como fatores determinantes e condicionantes o biológico, o social, o econômico, o genético, o estilo de vida e a influência dos serviços de saúde organizados em redes, bem como um conjunto de rotinas clínicas através de seus protocolos;
4. Inteligência Administrativa: relacionada aos processos de gestão administrativa;
5. Inteligência de Gestão Compartilhada: relacionada à participação social e à gestão compartilhada dos entes federativos. A Figura 2 ilustra os domínios acima descritos.

Figura 2 - Os 5 domínios de inteligência de governança em saúde

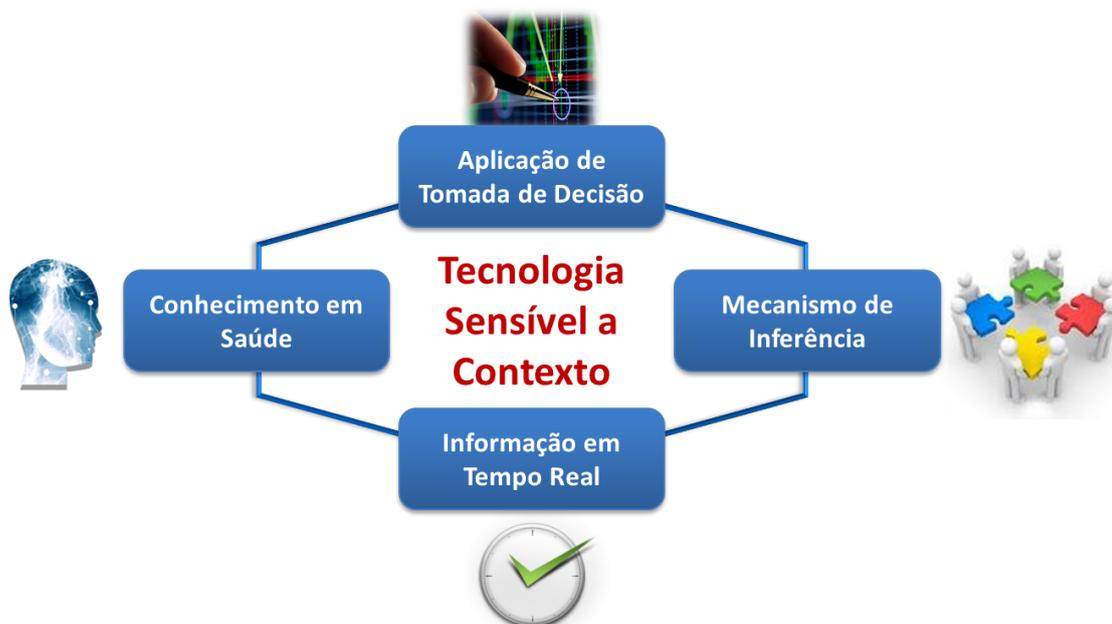


Fonte: ANDRADE, 2012 (adaptado pelo autor)

Para agregar esses conceitos dentro de um sistema inteligente computacional, foram mapeados quatro componentes necessários para o processo

de tomada de decisão: Desenvolvimento de aplicações de tomada de decisão, mecanismos de inferência, informação coletada em tempo real e conhecimento em saúde. Esses quatro componentes convergindo para uma tecnologia sensível a contexto formam o framework LARIISA (Figura 3).

Figura 3 - Os 4 principais componentes computacionais do LARIISA



Fonte: Elaborado pelo autor

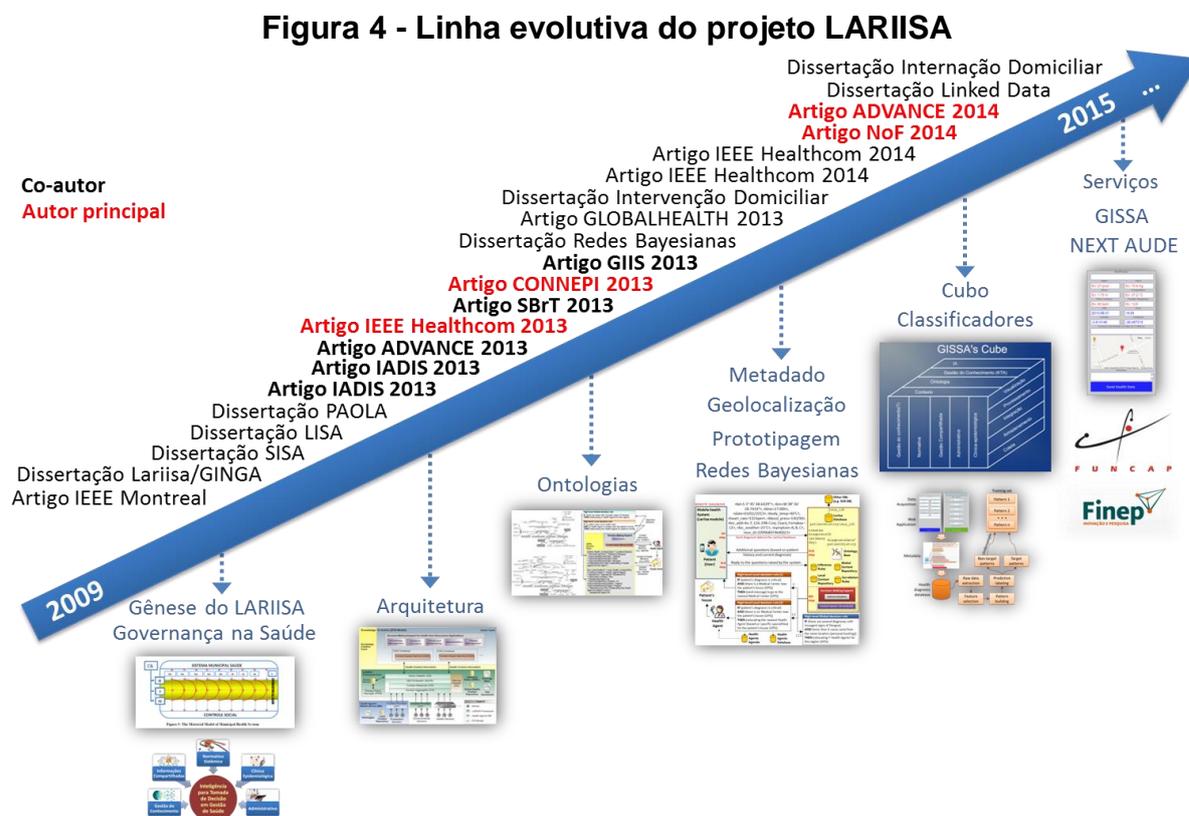
Estudos nas áreas de geolocalização³ e metadados adicionaram ao LARIISA mais capacidade de aprimorar o processo de tomada de decisão através de correlações geográficas, uso de *tags* para classificar os dados e representação do conhecimento através do uso de ontologias. Esses conceitos serão aprofundados nos próximos capítulos desta dissertação.

2.2. PERCURSO ARQUITETURAL DO LARIISA

Desde a idealização do LARIISA (OLIVEIRA, 2010), diversos projetos têm sido construídos para concepção desse sistema para tomada de decisão em governança de saúde. Estão inseridos, na Figura 4, os principais momentos, ao longo desses mais de cinco anos, das evoluções arquiteturas e prototipagens

³ Geolocalização: Processo de localização geográfica de determinado objeto espacial através da atribuição de coordenadas.

relacionadas ao LARIISA. Também constam as informações das dissertações e artigos publicados em importantes conferências nacionais e internacionais. Em negrito estão realçados os artigos com participação como coautor, e realçados na cor vermelha os artigos com participação como autor principal.



Fonte: Elaborado pelo autor

Dentre as contribuições desta dissertação, destacam-se os trabalhos relacionados à criação de um cenário completo do projeto LARIISA, o aprofundamento de estudos relacionados a geolocalização para aumentar a qualidade nas tomadas de decisão do sistema, a criação de uma estrutura de metadados para coleta e envio de dados de saúde dos pacientes para o banco de dados do LARIISA, inserção do conceito de classificadores e a proposta de uma nova arquitetura para o projeto.

2.3. SENSIBILIDADE AO CONTEXTO (CONTEXT-AWARENESS)

A concepção original do LARIISA teve como base o uso de dois principais conceitos: ontologia e sensibilidade ao contexto (OLIVEIRA et al., 2010).

Schilit e Theimer (1994) assumem que contexto é uma informação sobre a localização, pessoas próximas umas das outras e suas mudanças. Dey (2000) afirma que esta definição é muito específica. Sua definição, mais universal, é:

Contexto é qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade é uma pessoa, um lugar, ou um objeto que é considerado relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo o próprio usuário e as aplicações (DEY et al., 2000).

Esse conceito pode ser útil para classificar aplicações como “sensíveis a contexto”. Outros autores usam o entendimento tradicional de contexto como certas circunstâncias e informações que envolvem um determinado elemento e então são divididos em classes (RODDEN, 1998).

Dispositivos móveis, tal como *smartphones*, atualmente, não são mais simples equipamentos para realização de ligações telefônicas. Eles já se tornaram centros reais de informações (BRAGA et al., 2011). Com todas as funcionalidades embarcadas tal como GPS (*Global Positioning System*), acelerômetro, conexão à *Internet*, câmera digital, entre outros, um usuário facilmente cria e publica conteúdos multimídia pessoais. Por exemplo, qualquer usuário pode rapidamente bater uma foto e publicá-la no seu álbum baseado na *Web* (BRAGA et al., 2011). Adicionalmente, conteúdo multimídia pode ser enriquecido e organizado com informação de contexto coletada por *smartphones*, tal como data, posição geográfica e clima atual.

Existem muitas aplicações que usam dados de contexto para fornecer informação enriquecida, tal como a proximidade de pessoas ou objetos, a temperatura atual, data, anotações, etc. Os contextos são frequentemente obtidos a partir de sensores embarcados em dispositivos móveis, a partir de usuários ou da *Web*. Com essa informação associada, aplicações sensíveis a contexto podem sugerir ações com mais precisão ou novas informações para suportar processos de tomada de decisão (VIANA, 2007).

A interação entre humanos e computadores em sistemas técnico social acontece em um certo contexto referindo-se à situação social e física no qual dispositivos e ambientes computacionais são incorporados (DEY et al., 2000).

Informação poderia ser capturada revelando onde o usuário está ou o que o usuário está fazendo, e então essa informação poderia ser usada para oferecer

serviços e informações personalizados (DEY et al., 2000). Contexto é esse tipo de informação, a qual caracteriza uma situação e pode ser usada por processos de tomada de decisão. Aplicações que usam esse tipo de informação são chamadas de aplicações sensíveis a contexto (ABOWD et al., 1999). Por essa razão, um modelo de contexto define tipos, nomes, propriedades e atributos das entidades envolvidas nas aplicações sensíveis a contexto, tal como usuários e outros dispositivos móveis. O modelo procura prever representação, busca, troca e interoperabilidade de informação de contexto entre as aplicações. Um modelo bem definido é a chave para qualquer Sistema sensível a contexto (JAHNKE et al., 2004).

Objetivando assistir usuários nas suas tarefas diárias, aplicações sensíveis a contexto têm usado elementos de sistemas ubíquos para obter informação de contexto de usuário. Um simples exemplo é o uso de sensores que detectam a presença de pessoas e automaticamente acendem luzes em um ambiente, de acordo com o horário e localização da pessoa.

2.4. ONTOLOGIA

Na ciência da computação, definem-se as ontologias simplesmente como um processo formal para representar conhecimento. As ontologias nomeiam e definem tipos, propriedades e relacionamentos de entidades em um domínio específico. Consideram-se as entidades como conceitualização desse domínio.

As ontologias foram desenvolvidas para facilitar o compartilhamento de conhecimento e seu reuso. Desde então, o estudo de ontologias vem sendo aplicado em diversos outros campos de estudo como: gerência de compartilhamento, comércio eletrônico, recuperação de informações, sistemas cooperativos de informação, e mais recentemente no contexto de *Web Semântica*. Essa popularização muito se deve ao que as ontologias prometem fazer: um entendimento comum e compartilhado de algum domínio que pode ser comunicado entre pessoas e sistemas de aplicação (FENSEL, 2001).

Em Gruber (1993) é apresentada uma definição mais formal e aceita pela comunidade acadêmica: "Ontologia é uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada". 'Conceitualização' significa ter um modelo abstrato de um fenômeno que identifica conceitos relevantes deste. 'Explícito' significa que as

definições de nomenclaturas são não ambíguas; 'formal' significa passível de ser processada automaticamente; e 'compartilhada' representa o conhecimento consensual de um domínio.

2.4.1. Classificação das ontologias baseada na granularidade que representam

Com relação ao escopo dos objetos descritos pela ontologia, pode-se ter a seguinte classificação (ROUSSEY et al., 2011):

- a) Ontologias de Aplicação: são ontologias de um domínio específico, que representa o ponto de vista único, de um usuário ou desenvolvedor. Podem ser consideradas como uma especialização das ontologias de domínio.
- b) Ontologias de Domínio: representam o ponto de vista de um fenômeno compartilhado por um grupo de usuários.
- c) Ontologias de Referência: representam um padrão utilizado por diferentes grupos de usuários. Esse tipo de ontologia é resultado da integração de várias ontologias de domínio, geralmente construída para captura os conceitos e relações centrais do domínio.
- d) Ontologias gerais: esse tipo de ontologia não é dedicado a um domínio específico. Possuem conhecimentos gerais. Exemplo: conceito de lugar, organização, pessoa, etc.
- e) Ontologias de Alto Nível: são ontologias genéricas aplicáveis a vários domínios. Definem conceitos básicos como objetos, processos, relações, eventos, etc.

2.4.2. Componentes das ontologias

Uma ontologia consiste em um número de diferentes componentes, com seus nomes podendo variar de acordo com a linguagem ontológica utilizada. Apesar disso, os componentes básicos de uma ontologia, listados a seguir, são compartilhados pela maioria das linguagens:

- a) Classe (ou Conceito): descreve conceitos em um domínio. Um conceito representa um grupo de diferentes indivíduos, que

compartilham características comuns, podendo ser mais ou menos específicos.

- b) Relações (ou Predicado ou Propriedade): usadas para estabelecer um relacionamento entre dois termos. O primeiro termo deve ser um conceito que represente o domínio (*domain*) da relação; e o segundo termo deve ser um conceito que represente o contradomínio (*range*) da relação. O contradomínio de uma propriedade também pode ser um tipo de dado primitivo como *string*, *decimal* ou *boolean*. E uma relação pode ter sub-relações.
- c) Instância (ou Indivíduo): unidade materializada de uma classe, como Maria é uma instância de pessoa, ou um carro específico que possui uma placa identificando-o unicamente.

A representação do conhecimento de ontologias deve ser realizada por linguagens específicas, normalmente variantes da lógica descritiva, que proveem alta expressividade e raciocínio. RDFS e OWL são exemplos de linguagens utilizadas.

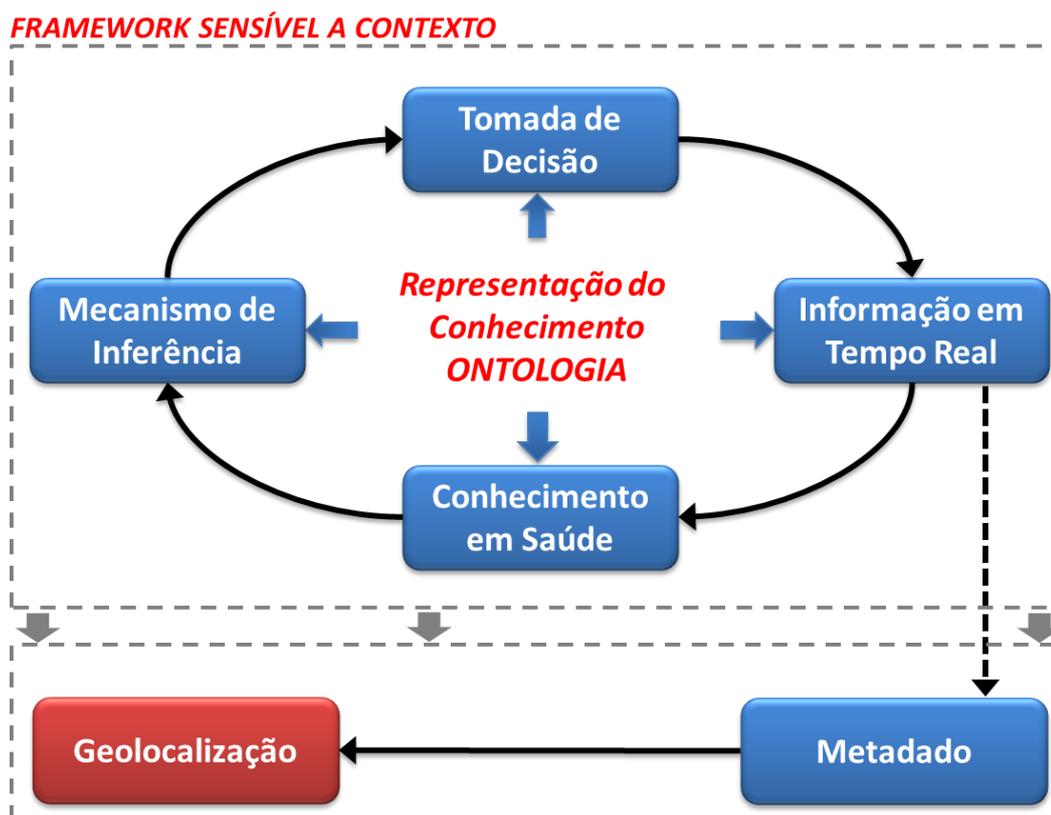
2.5. METADADOS

Metadado pode ser entendido, de uma forma geral, como “dado que fornece informação sobre outro dado” (MERRIAN, 2015). Existem dois tipos de metadados: estrutural, que trata da especificação e projeto de dados estruturados, e descritivo, que trata de instâncias individuais de dados de aplicação ou do conteúdo dos dados. Para este trabalho, como será visto no item 3.3, explorar-se-á o metadado estrutural.

O objetivo principal do metadado é facilitar a descoberta de informações relevantes para determinado domínio de conhecimento. Metadados também ajudam a organizar recursos eletrônicos e fornecer identificação digital. Os metadados auxiliam na descoberta de recursos e permitem que os recursos sejam encontrados por critérios relevantes, identificando recursos, juntando recursos similares, distinguindo recursos não similares e fornecendo informações de localização (GUENTHER, 2004).

Metadado é um dado, e por consequência pode ser armazenado em bancos de dados, frequentemente chamados de registro de metadados ou repositório de metadados (HUNER et al., 2011). Contudo, sem contexto e um ponto de referência, pode ser impossível identificar metadados apenas olhando para eles (HUNER et al., 2011). Por exemplo, um banco de dados contendo muitos números, todos eles contendo 13 (treze) dígitos, poderia ser resultado de um cálculo ou uma lista de números para incluir em uma equação – sem qualquer contexto, os números sozinhos podem ser percebidos simplesmente como dados. Porém se for dado um contexto de que esse banco de dados é um catálogo de coleção de livros, aqueles mesmos números de 13 (treze) dígitos podem agora ser identificados como ISBNs – informações que se referem a livros.

Figura 5 - Geolocalização e metadado no framework LARIISA



Fonte: Elaborado pelo autor

2.6. ARQUITETURA DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS

Um dos problemas encontrados quando pensamos em arquitetura de sistemas é que essa terminologia tem sido pobremente emprestada de outras

disciplinas (tal como arquitetura civil ou arquitetura naval) e é amplamente usada, inconsistentemente, em uma grande variedade de situações (MCGOVERN et al., 2004). Por exemplo, o termo arquitetura usado para referir a estrutura interna de microprocessadores, a estrutura interna de máquinas, a organização de redes de dados, a estrutura de programas de *software*, e muitas outras coisas.

Computadores podem ser encontrados em todos os lugares na sociedade moderna – não somente em centros de processamento de dados (CPD/*Data Center*) ou em mesas, mas também em carros, máquinas de lavar, cartões de crédito, etc. Independentemente se eles são grandes ou pequenos, simples ou complexos, todos os computadores são feitos de três partes fundamentais (ROZANSKI et al., 2005): *hardware* (ex: processador, memória, discos, placas de rede); *software* (ex: programas de computador); e dados, que podem ser transitórios (na memória) ou persistentes (no disco rígido ou ROM).

Quando tentamos entender um Sistema Computacional, estamos interessados em o que suas partes individuais realmente fazem, como elas trabalham juntas, e como interagem com o mundo ao redor delas – em outras palavras, isso é arquitetura. Uma boa definição de arquitetura, que é amplamente aceita na comunidade, vem de um trabalho feito pelo *Software Architecture Group* (SAG) do *Software Engineering Institute* (SEI) na Universidade Carnegie-Mellon em Pittsburgh: “A arquitetura de um sistema de *software* são as estruturas do sistema, o que compreende elementos de *software*, as propriedades externamente visíveis destes elementos, e as relações entre eles”.

Uma arquitetura para um Sistema de *software* pode ser algo muito complexo. O papel do arquiteto é descrever essa complexidade para as pessoas que precisam entender a arquitetura. O arquiteto faz isso através de uma descrição da arquitetura (MAIER, 2000).

Uma descrição da arquitetura/*architecture description* (AD) é um “conjunto de produtos que documentam uma arquitetura de uma forma que as pessoas possam entender e demonstrar que a arquitetura alcançou suas necessidades” (ROZANSKI et al., 2005).

Uma descrição de arquitetura precisa apresentar a essência da arquitetura e seus detalhes ao mesmo tempo – em outras palavras, deve fornecer uma visão geral que sumariza todo o sistema, mas também deve decompor em

detalhes suficientes de forma que possa ser validada e o sistema descrito possa ser construído.

Apesar de ser verdade que cada sistema tem uma arquitetura, infelizmente não é verdade que cada sistema tem uma AD. Mesmo que uma arquitetura seja documentada, pode ser documentada em partes, ou o documento pode estar desatualizado ou sem uso. Ao longo do tempo, esforços para formalizar linguagens com a finalidade de descrever “arquitetura de sistemas” têm sido feitos. Coletivamente, essas linguagens são chamadas de linguagens de descrição de arquitetura/*architecture description languages* (ADLs) (CLEMENTS et al., 2003).

2.7.1 Arquitetura de referência

Uma arquitetura de referência é um documento ou um conjunto de documentos ao qual um gerente de projetos ou outra parte interessada pode referenciar-se para melhores práticas.

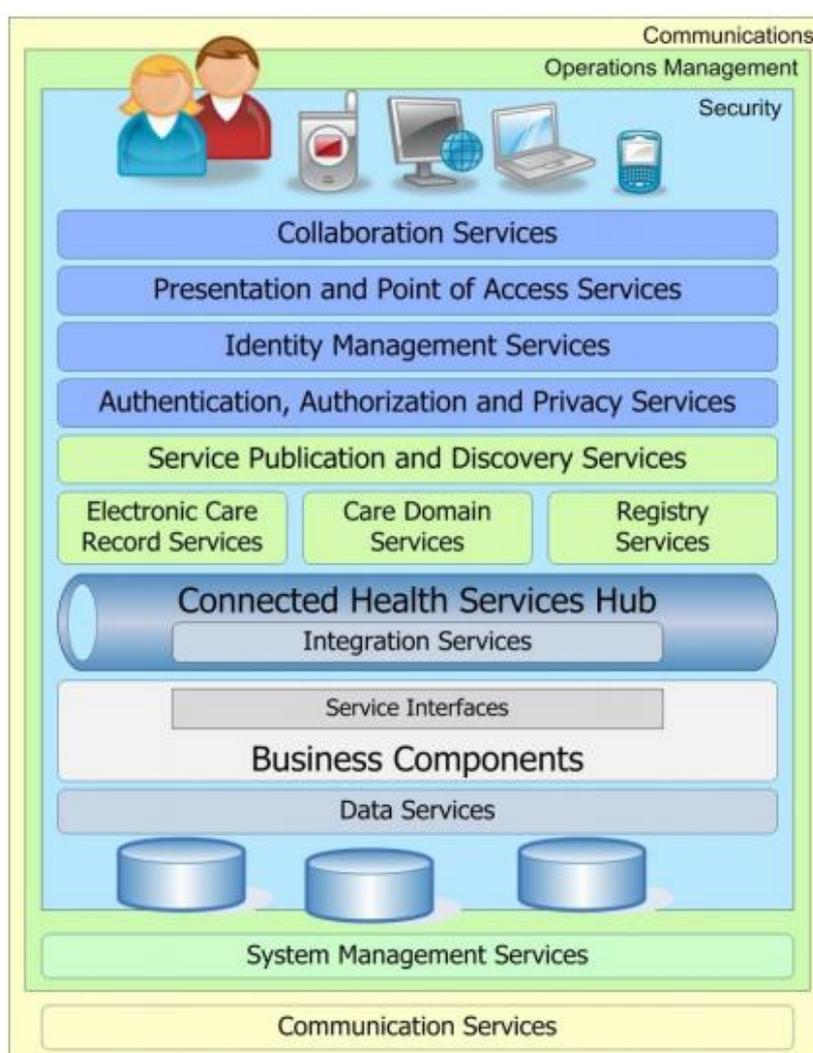
Dentro do contexto de tecnologia da informação (TI), uma arquitetura de referência pode ser usada para selecionar o melhor método de entrega de tecnologias particulares dentro de um catálogo de serviços de TI. A referência pode ser construída internamente ou pode ser fornecida por terceiros (fornecedor ou provedor de serviços). Normalmente, uma referência documentará elementos como *hardware*, *software*, processos, especificações e configurações, bem como componentes lógicos e seus relacionamentos.

Uma arquitetura de referência pode ser pensada como um recurso que documenta as experiências de aprendizado ganhos através de projetos passados. Ao usar uma arquitetura de referência, um time de projeto pode potencialmente economizar tempo e evitar erros através de aprendizados por experiências passadas. A estrutura específica, documentação e gestão deveriam ser flexíveis, refletindo as estruturas e necessidades únicas de uma organização. Para ser efetiva, uma arquitetura de referência deverá ser continuamente revisada para incluir novos conhecimentos/aprendizados.

A Figura 6 apresenta uma típica arquitetura de referência para implementação de uma solução de *e-Health* em qualquer nível – de uma empresa local a sistemas de agências regionais ou nacionais. Pode-se observar que a arquitetura demonstrada na figura abaixo provê uma infraestrutura comum que pode

ser compartilhada por múltiplos provedores de *e-Health* e aborda os serviços que podem ser fornecidos. Como componentes principais, citamos os serviços de comunicação (*Communication Services*), serviços de gerenciamento de sistemas (*System Management Services*) e serviços de segurança (*Security*) onde existem diversos componentes como serviços de colaboração (*Collaboration Services*), Serviços de Gestão de Identidade (*Identity Management Services*), etc.

Figura 6 – Arquitetura de referência para cuidados social e de saúde



Fonte: MICROSOFT (2010)

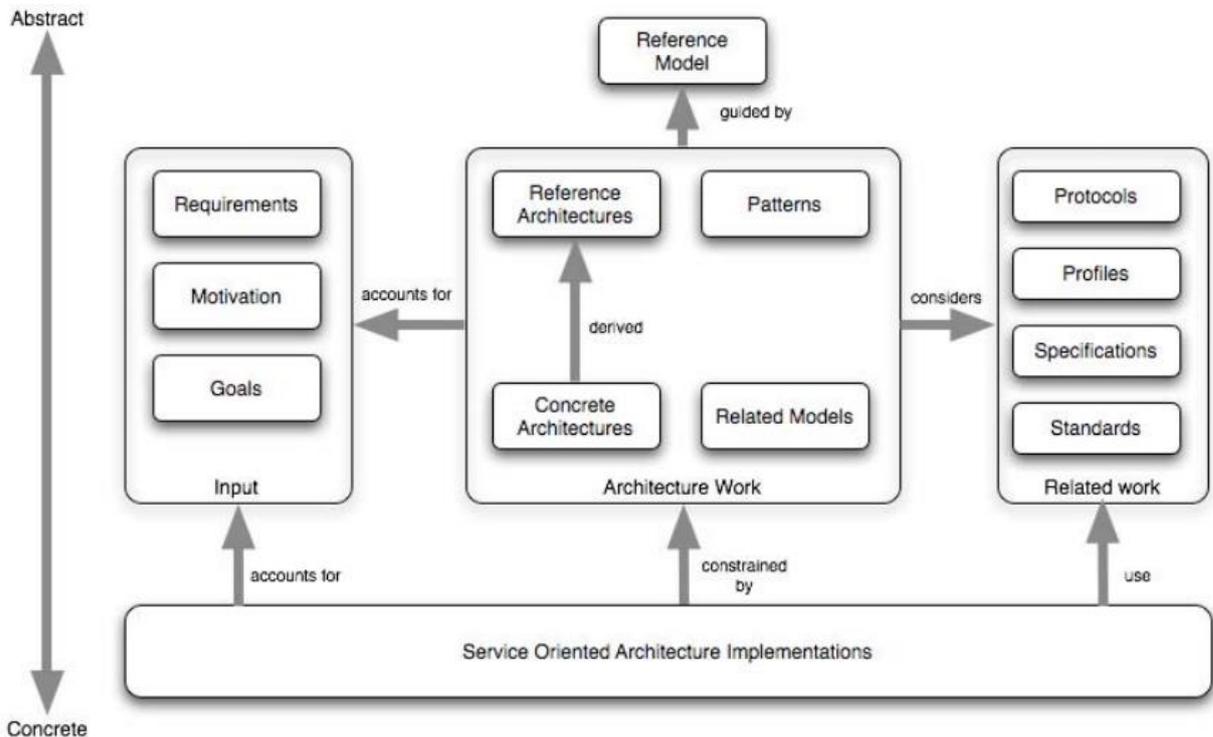
Desta forma evidencia-se a importância de arquiteturas de referência por sua capacidade de especificar os principais elementos que devem ser considerados no desenvolvimento ou integrações de aplicações dentro do mesmo domínio de conhecimento.

Dentro do contexto de arquitetura de referência, será importante, para embasamento teórico deste trabalho, o entendimento do conceito de modelos de referência.

2.7.1.1 Modelo de referência

Um modelo de referência é um framework abstrato para o completo entendimento dos relacionamentos entre as entidades de algum ambiente. Ele permite o desenvolvimento de referências específicas ou arquiteturas concretas através do uso de padrões consistentes ou especificações que suportam aquele ambiente. Um modelo de referência consiste em um conjunto mínimo de conceitos unificados, axiomas e relacionamentos dentro de um domínio de problema particular, e é independente de padrões específicos, tecnologias, implementações, ou outros detalhes concretos. A figura abaixo apresenta os relacionamentos entre modelo de referência, arquitetura de referência e o relacionamento de seus componentes.

Figura 7 – Como o modelo de referência se relaciona com outros trabalhos



Fonte: (MACKENZIE et al., 2006)

Como uma ilustração do relacionamento entre um modelo de referência e as arquiteturas que podem derivar de tal modelo, considere o que poderia ser envolvido na modelagem do que é importante para residências habitacionais. No contexto de um modelo de referência, sabemos que conceitos tais como áreas de alimentação, higiene, e áreas de dormir são todas importantes no entendimento do que é necessário dentro de uma casa. Existem relacionamentos entre estes conceitos e restrições em como eles são implementados. Por exemplo, podem existir separações físicas entre áreas de alimentação e áreas de higiene.

O papel de uma arquitetura de referência para habitação seria identificar soluções abstratas para os problemas de construção de habitações. Um padrão geral para habitação, que atenda as necessidades de seus ocupantes no sentido de, digamos, considerar a existência de quartos de dormir, cozinhas, corredores e assim por diante, é uma boa base para uma arquitetura de referência abstrata. O conceito de áreas de alimentação é um conceito de área de alimentação, uma cozinha é a realização da área de alimentação no contexto de arquitetura de referência.

2.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Esta fundamentação teórica aborda os principais conceitos utilizados neste trabalho de dissertação de mestrado.

No próximo capítulo serão apresentados os cenários (que condensam casos de uso) e arquiteturas que representam o LARIISA até o presente momento.

3. CENÁRIO EVOLUTIVO DO LARIISA

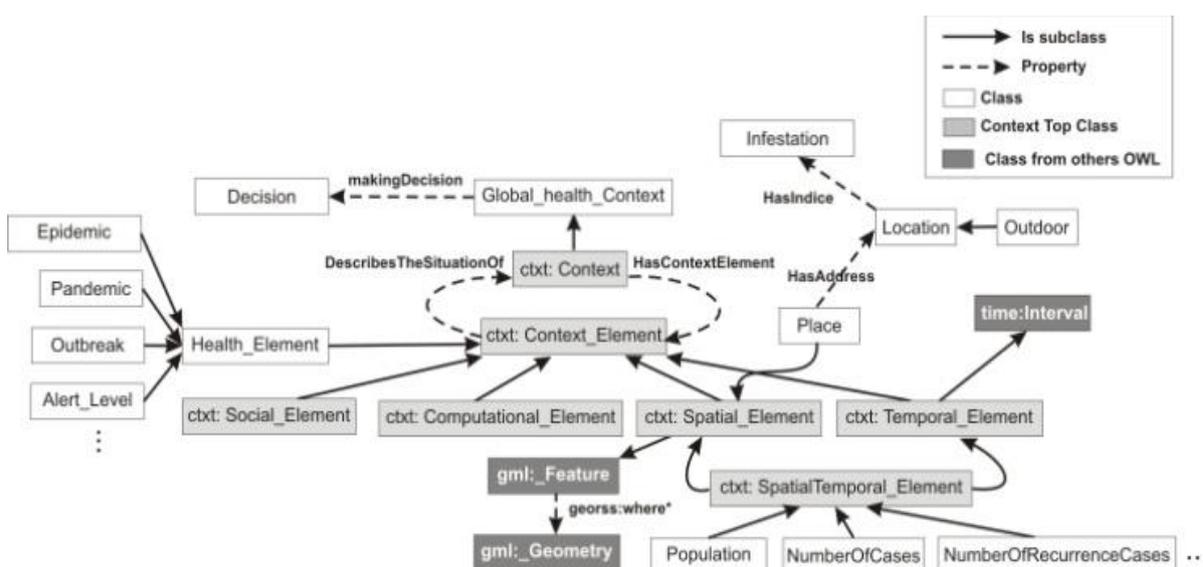
3.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão descritos os cenários e arquiteturas do LARIISA, desde sua idealização até o momento atual. Também serão apresentados os conceitos de metadados e aprofundamento do tema de geolocalização no *framework*.

O LARIISA define duas ontologias *OWL-DL* (OLIVEIRA et al., 2010): modelagens de informações de contexto de saúde local e de saúde global.

Contexto de saúde local descreve a situação de qualquer entidade interagindo com o sistema de governança, tais como usuários finais (pacientes), gestores de saúde, agentes de saúde, etc. Essas informações são utilizadas para a definição de regras de decisão locais em saúde e para construir o contexto de saúde global.

Figura 8 – Modelo de saúde de contexto global



Fonte: (OLIVEIRA et al., 2010)

O contexto de saúde global descreve informações de mais alto nível (Figura 8) derivadas do contexto de saúde local, utilizadas para tomada de decisão

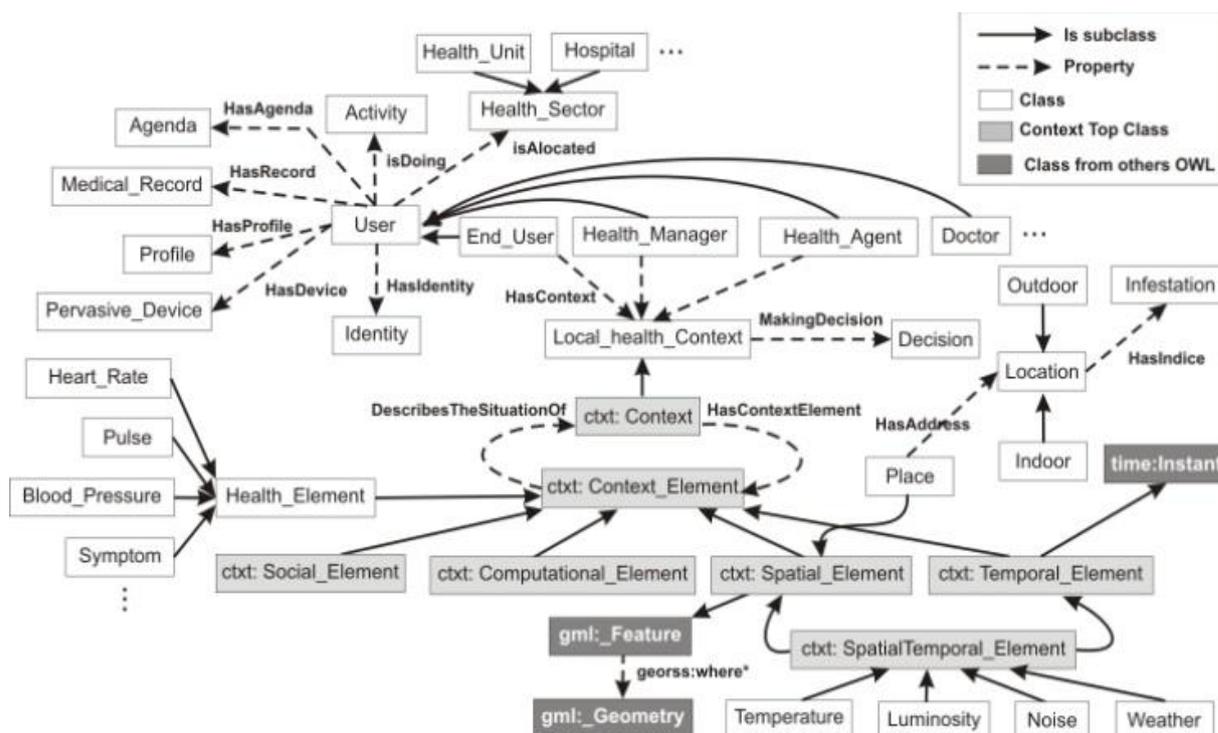
em governança de saúde. Por exemplo, ele descreve o número de casos de dengue confirmados em uma região (ex: bairro, cidade, comunidade), durante um determinado período de tempo (ex: um dia, uma semana). Portanto, essas informações podem ser vistas como indicadores globais utilizados para melhorar as decisões de governança.

Os contextos de saúde local e global são classificados em seis dimensões:

- a) Espacial – quaisquer informações que caracterizem a situação da dimensão espacial (ex: localização, local, coordenadas GPS).
- b) Temporal – quaisquer informações que caracterizem a situação da dimensão do tempo (ex: instante, intervalo, período do dia, período do mês, período do ano, estação).
- c) Espaço-Temporal – quaisquer informações que caracterizam a situação que é dependente tanto da dimensão espacial quanto da dimensão temporal (ex: condições climáticas, temperatura, ruído, luminosidade).
- d) Social – quaisquer informações que caracterizem a situação dos relacionamentos sociais.
- e) Computacional – quaisquer informações que descrevem a situação das características computacionais (ex: configuração de dispositivos do usuário).
- f) Elemento de saúde – classifica o contexto da informação a partir do ponto de vista da saúde (ex: batimento cardíaco, pulso, pressão sanguínea).

O LARIISA reutiliza conceitos do *Geographically Encoded Objects for Really Simple Syndication feeds* (GeoRSS), uma marcação com informação de localização para descrição de coordenadas e relações geoespaciais, assim como o *OWLTime*, utilizado para representar conteúdo temporal (OLIVEIRA et al., 2010).

Figura 9 – Modelo de saúde de contexto local

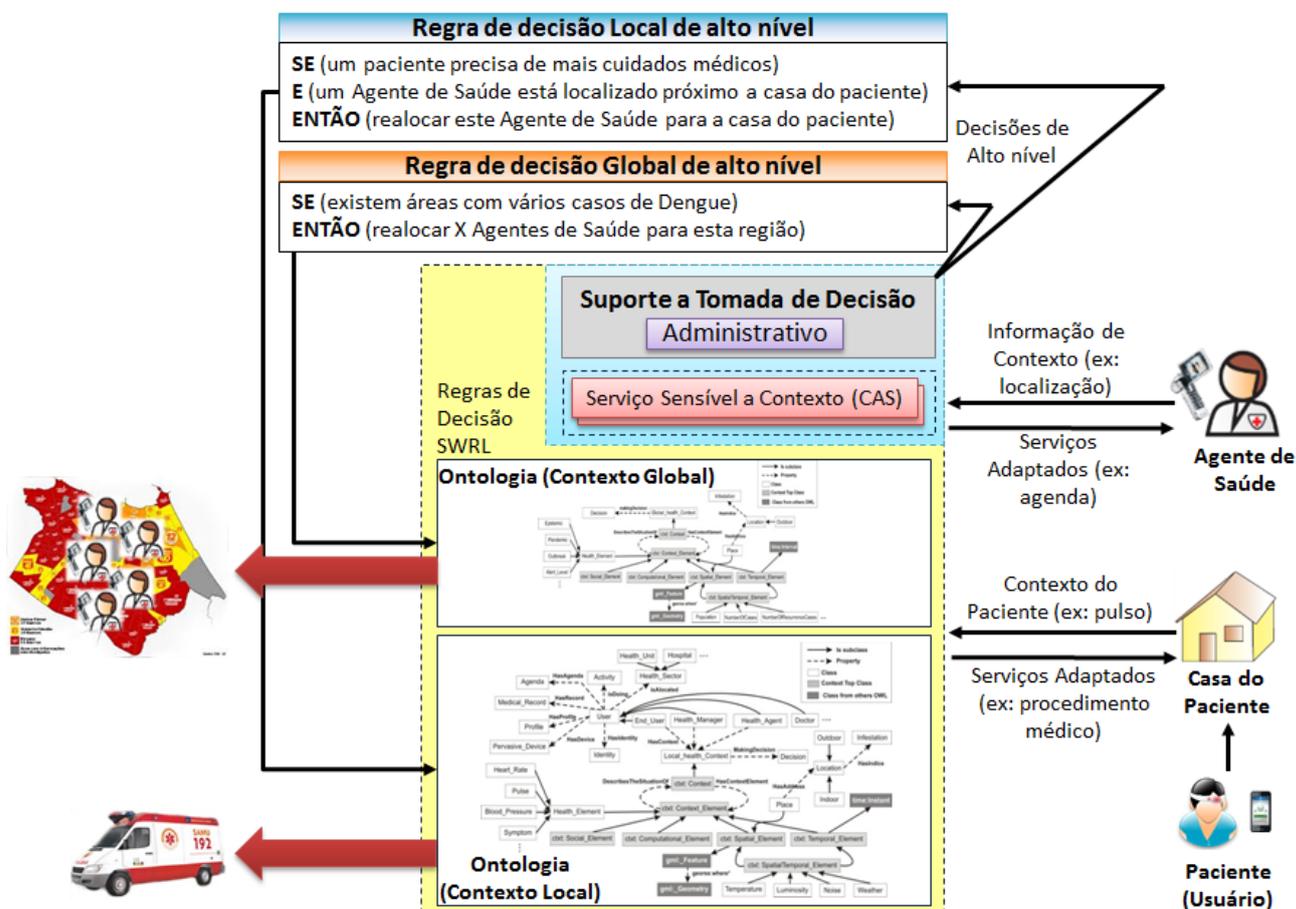


Fonte: (OLIVEIRA et al., 2010)

O LARIISA define as classes *Global_Health_Context* (Figura 8) e *Local_Health_Context* (Figura 9). Elas capturam do contexto quaisquer informações para caracterizar uma situação que é relevante para contribuir com decisões em governança de saúde, isto é, que podem ser utilizadas para definir regras de decisão local e global. O *framework* utiliza a base do modelo *Event-Condition-Action* (ECA) para descrever regras de decisão local e global que são traduzidas dentro de regras utilizando a *Semantic Web Rule Language* (SWRL), “uma linguagem com sintaxe de abstração de alto nível para regras da OWL” (HORROCKS, 2000). Um evento representa a identificação de mudanças no contexto. Uma condição descreve um conjunto válido de restrições de contexto, e uma ação descreve uma decisão.

Durante a concepção inicial do LARIISA (OLIVEIRA et al., 2010), um cenário do *framework* foi proposto para contemplar as principais funcionalidades do sistema com relação a realocação de agentes de saúde baseado na agenda e experiência em saúde dos mesmos. O cenário também contemplava exemplos de tomada de decisão local e global de acordo com as respectivas ontologias e informações coletadas.

Figura 10 – Pré cenário do LARIISA (caso de uso)



Fonte: (OLIVEIRA et al., 2010)

Pode-se fazer uma consideração quanto aos agentes de saúde que interagem diariamente com usuários de sistemas de saúde domiciliar, visitando as comunidades e casas de famílias (ver Figura 10). Sem um sistema de informação, as visitas programadas dos agentes de saúde seguem uma linearidade e não possuem uma agenda eficiente. A ideia no cenário apresentado abaixo foi melhorar a qualidade dos serviços de saúde fornecidos pelos agentes de saúde. Essa qualidade pode ser atingida, por exemplo, ao adaptar a agenda dos agentes de saúde com uma situação atual. Agentes de saúde poderiam ser recrutados para visitar uma área onde existem sinais recorrentes de dengue (regras de decisão global) ou pessoas que necessitam urgentemente de cuidados de saúde (regras de decisão local). A Figura 9 ilustra dois estudos de caso descritos pelas regras de decisão SWRL, reforçadas pelo componente “Adapted Services”, adaptando a agenda do agente de saúde.

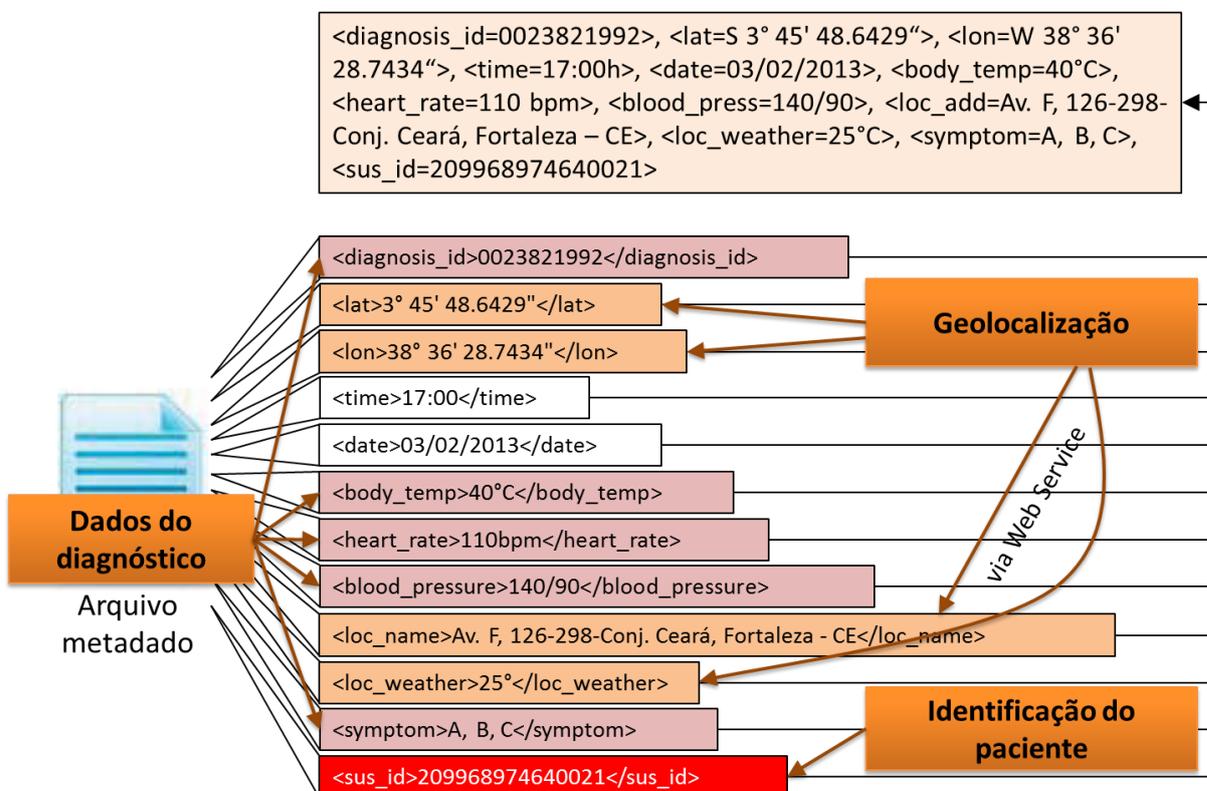
A partir desse cenário, uma série de pesquisas foram realizadas com o objetivo de agregar mais funcionalidades ao *framework* proposto. A seção 3.4 deste trabalho descreve um cenário para o *framework* LARIISA, a partir do qual alguns trabalhos e aplicações foram desenvolvidos.

3.2. INTRODUÇÃO DO METADADO NO LARIISA

O termo metadado, como já explicado em seção anterior, é conhecido como dados sobre outro dado. Por exemplo, uma imagem digital pode incluir um metadado que descreve o tamanho da imagem, sua resolução, quando e em qual localização ela foi criada, etc.

Dentro do contexto do LARIISA, o metadado descreverá as informações relacionadas ao diagnóstico de um paciente e os dados do ambiente que rodeiam esse paciente.

Figura 11 – Construção do metadado no projeto LARIISA



Fonte: (GARDINI et al., 2013)

Fazendo uso do dado adquirido organizado por *tags*, a etapa de processamento de dados é iniciada. Essa etapa organiza o dado de forma a facilitar o conteúdo gerado para futuro registro no banco de dados do LARIISA. A ideia chave é usar a informação contextual do diagnóstico de saúde remota para suporte na tomada de decisão, considerando ambos os contextos local e global (OLIVEIRA et al., 2010). O sistema fornece diagnósticos de saúde enriquecidos baseado na informação adquirida pela aplicação móvel. Por exemplo, se um usuário inicia um diagnóstico de saúde remoto, o Sistema gerará um novo diagnóstico com as coordenadas S 3° 45' 48.6429", W 38° 36' 28.7434" às 17:00 em 03/02/2013. Além disso, a aplicação móvel captura dados de saúde dos sensores médicos (temperatura corporal, pressão sanguínea, batimento cardíaco, etc), e o usuário é requisitado a adicionar seus sintomas de saúde e SUS ID. De acordo com a Figura 11, todos os dados adquiridos são agrupados para serem em seguida publicados/registrados no banco de dados do LARIISA.

Caso o dispositivo móvel, por conta da ausência de conexão, não adquira informações do nome da localização e clima local, a interface do sistema deve ser capaz de obter essa informação baseada nas informações de contexto. Os *Web Services* especializados fornecem o estado do clima para tempos presentes e futuros. Para resolver esse problema, foi proposto um mecanismo para capturar essa informação usando um *HTML parser* de forma a conseguir o nome da localização e o histórico do clima para aquela região. Esse *parser* lê a página *Web DailyHistory* do *WeatherUnderground* e obtém o estado do clima relacionado com a informação de contexto, fornecida pela aquisição dos dados (BRAGA et al., 2011). Quando a aplicação gera o conteúdo para registrar todos os dados de estado de saúde, o terceiro passo do Sistema proposto pode ser iniciado.

3.3. PROPOSTA DE UM CENÁRIO PARA O LARIISA

Será apresentado nesta seção um cenário que foi proposto em 2013 para integração das aplicações no contexto do LARIISA. Trata-se de um cenário evoluído a partir de (GARDINI et al., 2013).

A Figura 12 representa uma síntese das tecnologias utilizadas no projeto, demonstrando suas integrações com cada módulo do LARIISA. A descrição deste cenário inicia-se pelo módulo de "Diagnóstico Remoto", que trata a coleta das

informações de saúde dos pacientes, seja através do seu próprio dispositivo móvel pessoal, via TV Digital, via *set-top-box*, sensores médicos instalados na residência do paciente ou ainda via dispositivos móveis dos agentes de saúde. Nessa etapa do cenário (Diagnóstico Remoto) as informações sobre a saúde do paciente são coletadas conforme descrito no módulo de aquisição dos dados (seção 3.3). Trabalhos voltados para esse módulo do LARIISA foram propostos em (TELES, 2013) e (VIEIRA, 2015). O uso intensivo de sensores ou dispositivos que coletem informações de saúde do paciente alavancará a capacidade de tomada de decisão do LARIISA, que é calcada em dados que alimentam sistemas inteligentes para auxiliar a tomada de decisão dos gestores de saúde.

No módulo de inteligência do LARIISA, encontram-se as bases de dados do sistema e conectores com outros módulos ou sistemas externos. Com o objetivo de aumentar a qualidade na tomada de decisão do LARIISA, buscamos conexões com outros sistemas através de *Linked Data*⁴ (seção 6.3). Esse módulo do LARIISA também é responsável por armazenar importantes informações que serão relacionadas com informações de saúde obtidas dos pacientes. Projetos como o SISA (ANTUNES, 2011) especificaram sistemas que adicionam informações contextuais para aprimorar as tomadas de decisão em saúde. O Diga-saúde WEB (SANTOS, 2011) também faz uso das informações presentes no módulo de inteligência do LARIISA para prover, para usuários na WEB, informações sobre monitoramento de sua saúde, prescrições médicas e vídeos demonstrativos para ajudar a melhorar a saúde de pacientes (exercícios para serem realizados pelo paciente, aulas expositivas sobre assuntos da doença do paciente, etc). Ainda nesse módulo serão construídos, a partir das informações disponíveis na base de dados do LARIISA ou acessados via *Linked Data* de outras fontes externas, *Dashboards* com indicadores na área de saúde para auxiliar os gestores na condução da governança de saúde de suas regiões.

Como foi visto anteriormente, a partir dos dados obtidos dos pacientes e das inferências realizadas a partir dos sistemas inteligentes, serão tomadas decisões de nível local e global pelo LARIISA. Essas decisões locais e globais dispararão ações para os agentes de saúde, paciente, secretaria de saúde ou

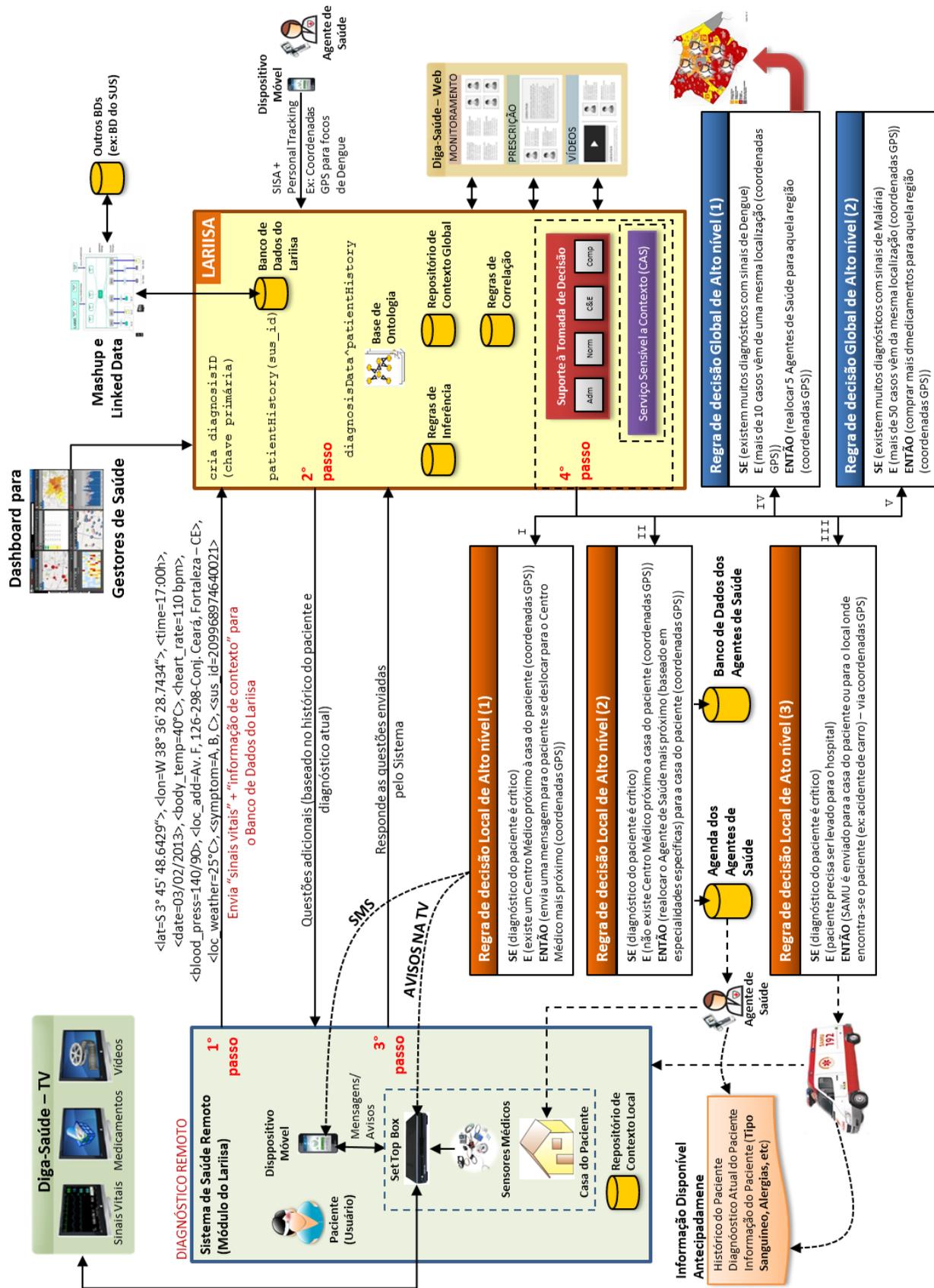
⁴ *Linked Data*: O conceito de *linked data* (dados ligados entre si) é um conjunto de práticas introduzidas por Tim Berners-Lee em suas notas de Arquitetura *Web*, com função de publicar e estruturar dados na *Web*.

ambulâncias que socorrerão pacientes em estados mais graves. Especialidades dos agentes de saúde e horários de trabalho serão levados em consideração na tomada de decisão de deslocamento de um agente de saúde para atendimento de um paciente específico. Adicionalmente, informações prévias do paciente (histórico de doenças, diagnóstico atual, alergias, tipo sanguíneo, etc) estarão disponíveis para os profissionais de saúde encaminhados para atendimento de um paciente específico. Para aviso ao paciente sobre decisões de nível local serão utilizados os mecanismos de SMS (através do mesmo dispositivo móvel utilizado para realização do diagnóstico remoto), TV Digital ou o Diga Saúde *Web*.

A partir desse cenário (que será apresentado na próxima página), que é uma evolução da arquitetura inicial do LARIISA e do projeto SISA (ANTUNES, 2011), uma série de trabalhos foram propostos com o objetivo de tornar realidade as ideias que norteiam esses projetos.

O cenário proposto baseia-se no princípio de demonstração dos principais componentes e seus relacionamentos com ações propostas entre eles. Isso facilitou o direcionamento de projetos dentro dos módulos de integração, inteligência e/ou aquisição de dados.

Figura 12 - Cenário proposto para o LARIISA



Fonte: (GARDINI et al., 2013)

Abaixo serão descritas, passo-a-passo, as etapas que exemplificam um cenário de tomada de decisão a partir de um diagnóstico remoto enviado para o sistema pelo paciente (Figura 12):

- 1° Etapa: Usuário inicia a aplicação de diagnóstico no dispositivo móvel, e o sistema (depois dos processos de Aquisição de Dados e Processamento dos Dados) registra os dados enriquecidos de saúde do paciente no banco de dados do LARIISA. Um “identificador do diagnóstico (*diagnoses ID*)” é criado como a chave primária dos dados armazenados no banco de dados.
- 2° Etapa: O *framework* LARIISA analisa os dados enriquecidos de saúde do paciente considerando dados atuais e históricos de sua saúde. A seguir, o sistema faz inferências e correlações e então envia perguntas adicionais ao usuário.
- 3° Etapa: Usuário responde à pergunta adicional que foi enviada pelo Sistema, provendo mais informações contextuais relacionadas ao seu estado de saúde. As respostas para as questões são muito importantes porque o sistema aumenta a precisão no diagnóstico de saúde do paciente.
- 4° Etapa: Baseado em todas as informações contextuais fornecidas pelo usuário, o *framework* LARIISA está apto a tomar uma decisão consistente considerando ambos contextos locais e globais.

Por exemplo, um usuário está registrando um novo diagnóstico no sistema proposto. Nesse momento, o usuário está no seu escritório de trabalho, e o resultado do diagnóstico é crítico baseado no contexto fornecido pelo LARIISA. O *framework* LARIISA está então apto a tomar a decisão e enviar uma mensagem ao usuário, sugerindo a ele ou a ela irem ao posto de saúde mais próximo (baseado nas coordenadas GPS). De outro lado, se muitos casos de uma doença vêm da mesma região (baseado nas coordenadas GPS), então o LARIISA está apto a realocar agentes de saúde para aquela região, ou alertar sistemas públicos de saúde a comprarem mais medicamentos e evitar ausência de medicamentos em um caso real de epidemia.

No *framework* proposto, informações de saúde coletadas dos pacientes são enviadas pela Internet (dos dispositivos móveis) para o banco de dados do LARIISA. Como o *framework* lida com informações de saúde pessoal, todos os dados enriquecidos são enviados ao banco de dados do LARIISA fazendo uso de protocolos seguros para garantir a privacidade dos pacientes. O protocolo de criptografia *Transport Layer Security* (TLS), padronizado pelo IETF⁵, é usado para transportar a informação do dispositivo móvel para o sistema LARIISA. Este mecanismo é usado para evitar vazamento de informações de saúde para terceiros ou pessoas mal intencionadas sem o consentimento do paciente. O protocolo TLS usa criptografia assimétrica para autenticação e confidencialidade durante a troca de chaves, criptografia simétrica para confidencialidade dos dados/mensagem, e códigos de autenticação de mensagens para integridade da mensagem (BHARGAVAN et al., 2012). Muitas versões do protocolo estão em uso em uma grande variedade de aplicações tais como navegadores *Web*, mensagens eletrônicas (*e-mail*), mensagens instantâneas e voz sobre IP (VoIP).

A partir deste cenário proposto uma séria de dissertações de mestrado foram defendidas (GERMANNO, 2013)(SANTOS, 2014)(SENA, 2015)(VIEIRA, 2015).

3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi descrito o cenário de aplicação da arquitetura em evolução do LARIISA, a primeira contribuição do autor desta dissertação. O cenário proposto condensou todas as tecnologias usadas no projeto no sentido de permitir o LARIISA atuar nos cinco domínios de inteligência de governança (ANDRADE, 2012): inteligência de Gestão do conhecimento, inteligência Normativa, inteligência Clínica e Epidemiológica, Inteligência Administrativa e inteligência de Gestão Compartilhada. Foi também introduzido o conceito de metadado que fortaleceu a característica de sensibilidade ao contexto da arquitetura a ser proposta.

⁵ <https://www.ietf.org/>

4. ARQUITETURA DO LARIISA

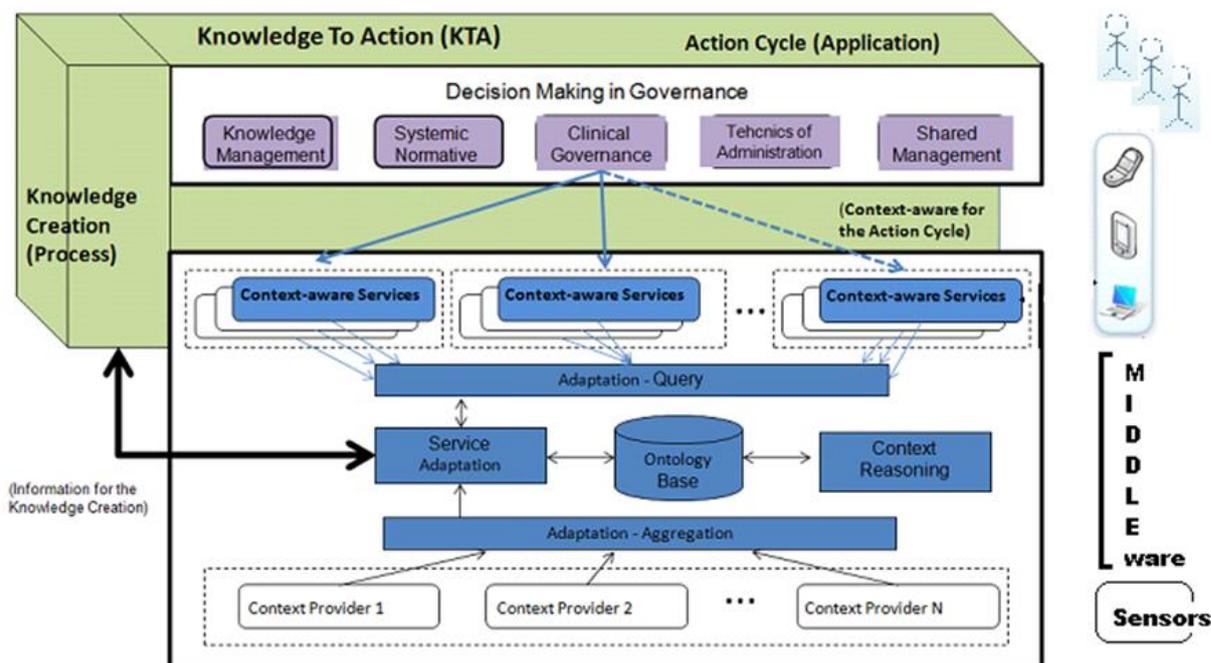
Este capítulo trata as evoluções arquiteturais do LARIISA, desde sua idealização (OLIVEIRA et al., 2009), até os dias atuais. As arquiteturas propostas trataram os conceitos de contexto, ontologia e integração de dados, permitindo ao LARIISA utilizar mecanismos inteligentes capazes de promover inferências para tomada de decisão no sistema, a partir de dados coletados e dados existentes.

4.1. ARQUITETURA BASEADA EM CONTEXTO

Essa arquitetura proposta (Figura 13) para o *framework* LARIISA concentra as principais tecnologias do projeto, desde os cinco domínios de inteligência de governança em saúde até os provedores de contexto. Apesar de essa arquitetura já abordar os conceitos de Ontologia, seu foco concentrava-se nos estudos relacionados à sensibilidade diante do contexto das aplicações e a aplicabilidade do modelo *Knowledge To Action* (KTA) em toda a estrutura do *framework* (GRAHAM et al., 2006).

É importante destacar o modelo KTA, pois este conceito será decisivo para a construção do Cubo LARIISA, apresentado no capítulo 7. Por ser um conceito que permeia todos os outros domínios de inteligência propostos (ANDRADE e POLAND, 2006), a transversalidade do KTA em relação aos componentes de inteligência da arquitetura LARIISA foi percebida em 2009 (OLIVEIRA et al., 2009). Em relação aos cuidados de saúde (*health care*), experiências mostram que a implementação na vida real de bases de conhecimentos, originados em pesquisas, é complexa e com muitos obstáculos. Portanto, dados de pesquisas disponíveis precisam ser sintetizados e o conhecimento resultante precisa ser contextualizado antes da implementação. Além disso, intervenções para introduzir conhecimentos baseados em evidências na prática podem precisar ser adaptadas para superar barreiras locais específicas. Geração de conhecimento e a implementação de novas e existentes soluções é um processo cíclico complexo que tem sido resumido por Graham como o “*Knowledge-to-action*” *framework* (GRAHAM et al., 2006).

Figura 13 – Arquitetura baseada em contexto (2009)



Fonte: (OLIVEIRA et al., 2009)

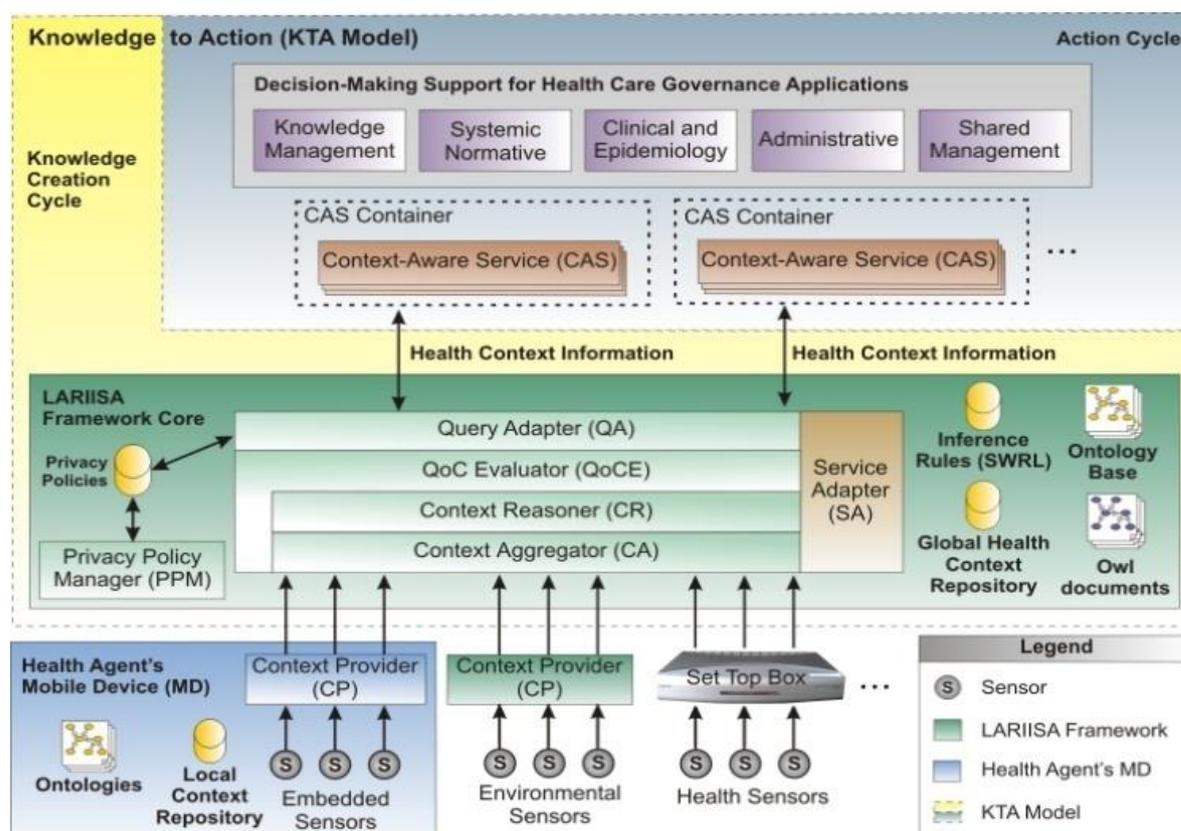
Durante a concepção dessa arquitetura apresentada, novos estudos em direção à aplicação de ontologia no *framework* foram conduzidos.

4.2. ARQUITETURA BASEADA EM CONTEXTO E ONTOLOGIA

O LARIISA objetiva o desenvolvimento de tecnologia numa área de fronteira de conhecimento técnico-científico da saúde coletiva, mais especificamente, do planejamento e gestão em saúde pública e saúde da família; e, do outro lado, da tecnologia da informação, mais especificamente, mecanismos de inferência que auxiliem a tomada de decisão.

A arquitetura apresentada abaixo (Figura 14) foi proposta em (OLIVEIRA et al., 2010). Esta arquitetura aborda com maior profundidade os conceitos de contexto e ontologia. A figura mostra também os Provedores de Contexto que irão produzir informações relevantes do paciente, do ambiente e da comunidade que o cercam para aumentar a eficiência na tomada de decisão pelos gestores de saúde.

Figura 14 – Arquitetura baseada em contexto e ontologia (2010)



Fonte: (OLIVEIRA et al., 2010)

O diagrama de blocos do LARIISA é dividido em três partes principais:

- a) Módulo de Inteligência de Gestão na Saúde: O *framework* do LARIISA deve prover facilidades de contexto (*context-aware*) para os diversos atores envolvidos (usuários, gerentes, agentes de saúde, etc). Por outro lado, o *framework* deve considerar os requisitos do processo de tomada de decisão de forma a obter um sistema de saúde integrado e efetivo. O LARIISA adota o KTA, proposto por Graham (GRAHAM et al., 2006), para gerir os processos de criação do conhecimento, detecção do contexto e aplicação do conhecimento de forma a ajudar os usuários do sistema a interagir e entender a influência de cada um no sistema de saúde. O KTA é dividido em dois ciclos:
- b) *Knowledge Creation Cycle*: O conhecimento é adquirido através da experiência pessoal e da pesquisa. A criação do conhecimento é um processo adaptativo, resultado das pesquisas desenvolvidas para resolver problemas identificados pelos usuários.

- c) *Action Cycle*: Graham sugere modelos para a especificação e implementação do *action cycle*. O LARIISA oferece mecanismo para facilitar a transferência do conhecimento adquirido para o *action cycle* e sua utilização para as aplicações de tomada de decisão. O *Context-aware Service* usa as informações de contexto obtidas pelo LARIISA *Framework* para compor as aplicações de tomada de decisão desenvolvidas.

Os componentes do LARIISA *Framework Core* são:

- a) *Context Provider (CP)*: O CP, ou Provedor de Contexto, é o responsável pela coleta de dados brutos com contexto de um ambiente. Contexto de sensores móveis (ex: dispositivo móvel de agente de saúde) e residências de famílias (usando *set-top-box*), podem ser enviados ao CA (ver a seguir). Esses sensores podem estar fisicamente conectados ao *set-top-box* da TV digital e dispositivos móveis ou podem estabelecer uma conexão externa (ex: através de WiMAX, GSM/GPRS/3G ou similares) com o sistema para transmitir dados recuperados do contexto. O projeto LARIISA recupera sinais vitais do usuário final, através da integração de sensores com o *set-top-box*, como a temperatura do corpo, batimento cardíaco, pulso, taxa respiratória e pressão sanguínea.
- b) *Context Agregator (CA)*: O CA, ou Agregador de Contexto, é responsável por receber informação com contexto de saúde oriundas de vários Provedores de Contexto e por executar operações de agregação de contexto. O principal objetivo do CA é obter um contexto de alto nível representado pela ontologia de Contexto Local de Saúde.
- c) *Context Reasoner (CR)*: O CR, ou Raciocinador de Contexto, executa processos de inferência e derivação nas informações de contexto de saúde, descritas pelas instâncias do Contexto Local de Saúde, com o objetivo de obter uma semântica de alto nível de informação contextual e gerar informações para o Contexto Global de Saúde.. A linguagem SRWL é utilizada para descrever as regras de inferência e derivação.

- d) *QOC Evaluator (QoCE)*: O QoCE, ou Avaliador de Qualidade de Contexto, avalia informações de qualidade do contexto e gera indicadores de qualidade a cada conceito de contexto. É utilizado para melhorar as decisões em governança de saúde (ex: precisão e atualização da localização espacial).
- e) *Service Adapter (SA)*: O SA, ou Adaptador de Serviço, é a camada principal do projeto LARIISA. Ela é responsável pela identificação de informação relevante de contexto de saúde para um dos três seguintes ciclos: i) processo de criação de conhecimento; ii) processo de tomada de decisão em governança de saúde; e iii) ações de cuidados de saúde. Além disso, lida com as seguintes funções: (i) adaptação sensível ao contexto de regras de decisão local de saúde, tendo em vista as decisões de governança (adaptação *top-down*); (ii) adaptação sensível ao contexto de regras de decisão local de saúde, tendo em vista o contexto de saúde local; (iii) oferecer indicadores de saúde, sensíveis ao contexto que descrever o contexto global de saúde, para as entidades de criação de conhecimento e aplicações de tomada de decisão em governança (adaptação *bottom-up*). O SA também é responsável por executar automaticamente regras de decisão local e global, utilizando Pellet⁶.
- f) *Context-aware Service (CAS)*: O CAS, ou Serviço Sensível ao Contexto, utiliza informações dos contextos local e global de saúde obtidas do SA para adaptar suas funcionalidades. Serviços sensíveis ao contexto irão compor as aplicações de tomada de decisão em governança de saúde projetadas de acordo com o Ciclo de Ação do modelo KTA.
- g) *CAS Container (CasC)*: O CasC, ou serviço de contêiner sensível ao contexto, representa um grupo de CAS. Uma aplicação de tomada de decisão em governança é composta por um ou mais CasC.
- h) *Query Adapter (QA)*: O QA, ou Adaptador de Consulta, manipula consultas contextuais dos Serviços Sensíveis ao Contexto e de entidades do ciclo de conhecimento, extraindo informações

⁶ <http://clarkparsia.com/pellet>

contextuais relevantes do *Context Global health Repository* (ver Figura 8). As políticas de privacidade protegem informações contextuais e são armazenadas e executadas pela *Privacy Policy Management* (ver Figura 14).

4.3. ARQUITETURA BASEADA EM CONTEXTO, ONTOLOGIA E INTEGRAÇÃO DE DADOS

A globalização e o incessante avanço tecnológico tornaram-se exigentes de mais recursos para um número crescente de intervenções. Um sistema de saúde para funcionar como se fora um único sistema (interligado, integrado, interdependente), como mostrado na Figura 15, abaixo, necessita manter uma integração fundada em cinco pontos: Aquisição de dados; Armazenamento; Integração; Processamento de dados; e Visualização (GARDINI et al., 2013).

Dentro do contexto de sistemas públicos de saúde, a integração de dados provenientes de diferentes bases de dados (sistemas externos) torna-se crítica para tomadas de decisão pelos gestores de saúde. Pode-se observar que a integração de dados externos às bases do LARIISA não foi abordada na Figura 14. Sendo assim, a arquitetura proposta na Figura 15 provê uma camada específica para a integração de dados com bases externas ao LARIISA, cujo objetivo final é aprimorar a capacidade de inferência do sistema e, por consequência, as tomadas de decisão pelos gestores de saúde.

A arquitetura apresentada nesta seção do trabalho teve como base, para sua criação, as outras duas arquiteturas apresentadas nas seções anteriores (Figura 13 e Figura 14). O modelo em camadas proposto nesta arquitetura tem como objetivo principal tornar-se referência para o desenvolvimento de aplicações (protótipos) dentro do projeto LARIISA.

Abaixo serão descritas as camadas presentes na Figura 15:

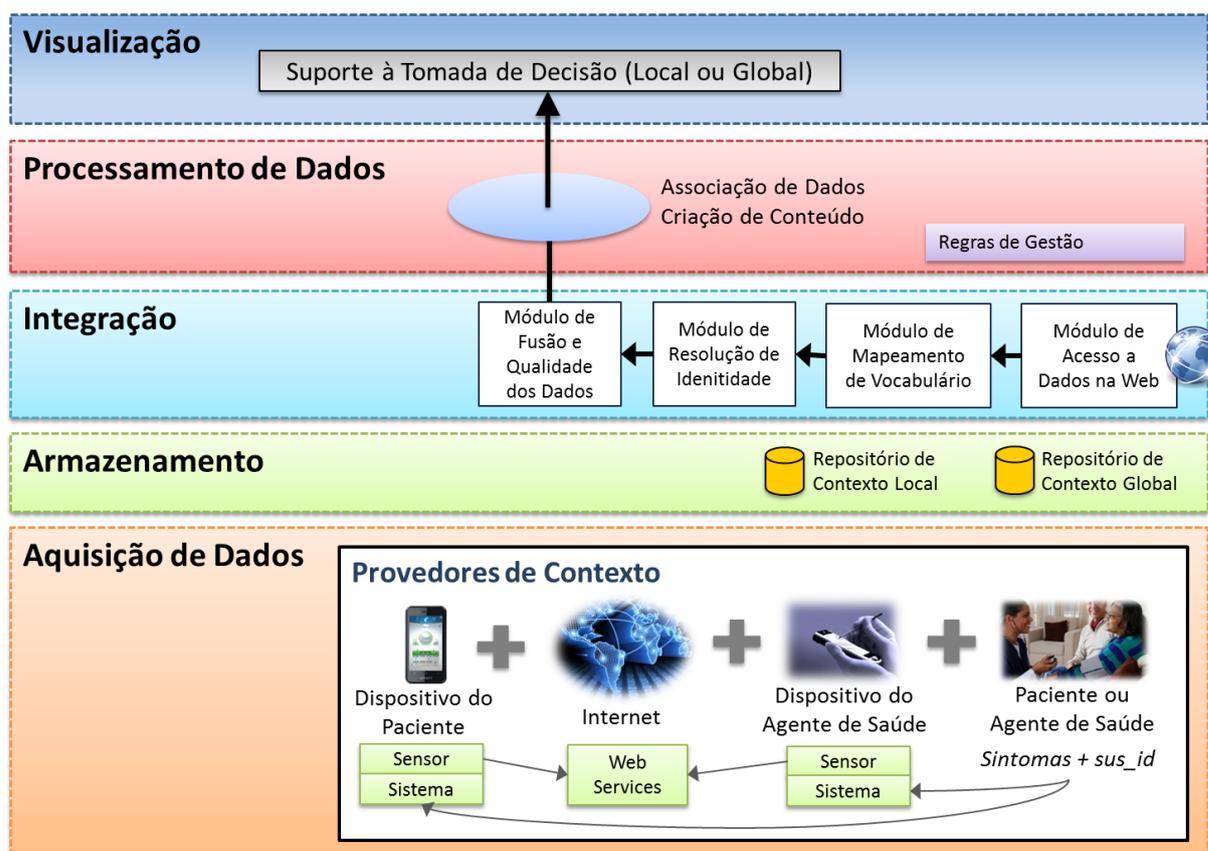
- a) Aquisição de Dados: camada responsável pelas classes relacionadas aos provedores de contexto dentro do sistema. Nesta camada serão especificados os provedores de contexto e os tipos de dados coletados que serão inseridos no padrão de metadados apresentado no capítulo 3, para então serem inseridos nas bases de dados do LARIISA. Além dos dados de contexto, nesta etapa também são

especificadas as coletas de dados de identificação do paciente, agente de saúde, especialista, gestores de saúde, etc.

- b) Armazenamento: camada responsável por especificar os padrões de armazenamento dos arquivos nas bases de dados do LARIISA, considerando ambos contexto local e contexto global. Esta camada recebe os dados formatados da camada anterior (Aquisição de Dados) já formatados para serem modelados na camada de armazenamento.
- c) Integração: camada responsável por garantir a integração de dados externos ao LARIISA às bases de dados do sistema. Esta camada, que terá seus componentes detalhados nos próximos parágrafos, implementa o *Linked Data Integration Framework*⁸.
- d) Processamento de Dados: nesta camada os dados armazenados nas bases do LARIISA e os dados integrados (provenientes de bases externas) serão processados dentro das regras de gestão de cada domínio de inteligência. Por exemplo, dentro das regras de gestão do domínio de inteligência clínico e epidemiológico, o processamento realizado garantiria a produção de uma inferência a partir dos dados coletados, armazenados ou integrados ao LARIISA. Esta camada especifica os mecanismos de inteligências usados no sistema.
- e) Visualização: esta camada provê para os profissionais de saúde as informações processadas na camada anterior e que agora possuem inferências para auxiliar os gestores de saúde nas tomadas de decisão.

⁸ <http://dif.wbsg.de/>

Figura 15 – Arquitetura baseada em contexto, ontologia e integração



Fonte: Elaborado pelo autor

Uma das camadas mais importantes deste modelo apresentado na figura acima é a camada de Integração, que contém 4 (quatro) módulos importantes para a integração de dados presentes em bases de dados internas/externas no processo de agregação de informação para realização de inferências e tomada de decisão. A seguir descreveremos os módulos presentes nessa camada:

- Módulo de Acesso a Dados na Web:** Este módulo tem como objetivo consultar dados disponíveis na *Web*, e que sejam importantes para o processo de tomada de decisão do LARIISA. Para realização desse acesso e integração dos dados com o *framework*, é necessário aplicarmos regras de padronização como as definidas pelo RDF.
- Módulo de Mapeamento de Vocabulário:** Este módulo traduz dados *Web* que são representados usando termos de diferentes vocabulários dentro de um simples vocabulário alvo. Para esta etapa são usadas consultas de linguagem SPARQL, que facilitam o aprendizado. A expressividade da linguagem permite que o módulo

negocie com todos os requerimentos quando traduzindo *Linked Data* da *Web* dentro de uma representação alvo. Simples mapeamentos de classes, que frequentemente formam a maioria em um caso de uso de integração, também podem ser expressadas em OWL/RDFs

- c) Módulo de Resolução de Identidade: Este módulo emprega um *framework* de descoberta para encontrar diferentes *Uniform Resource Identifiers* (URIs), que são usadas dentro de diferentes origens de dados para identificar a mesma entidade do mundo real. Para cada conjunto de duplicados os quais foram identificados pelo *framework* de descoberta, o *Linked Data Integration Framework* (LDIF) substitui todos os alias URI com um único URI alvo dentro dos dados de saída. Adicionalmente, este módulo adiciona links apontando para as URIs originais, o que torna possível para aplicações se referirem de volta aos dados de origem na *Web*. Se os dados de entrada LDIF já contêm links, as URIs referenciadas são normalizadas adequadamente.
- d) Módulo de Fusão e Avaliação da Qualidade dos Dados: Este procedimento consiste em dois passos separados: primeiro, o módulo designa cada esquema, nomeado dentro dos dados processados em uma ou várias pontuações, baseado na configuração do usuário com relação às políticas de avaliação da qualidade. Essas políticas combinam uma função de avaliação com a definição da informação a qual deveria ser usada no processo de avaliação. Então, o módulo utiliza as pontuações de qualidade como entrada e resolve conflitos de dados baseado nas pontuações de avaliação.

4.4. PROTÓTIPOS IMPLEMENTADOS

Nesta seção do trabalho serão apresentados dois protótipos implementados a partir dos casos de uso propostos no cenário da Figura 12.

4.5.1 LARIISA_Bay

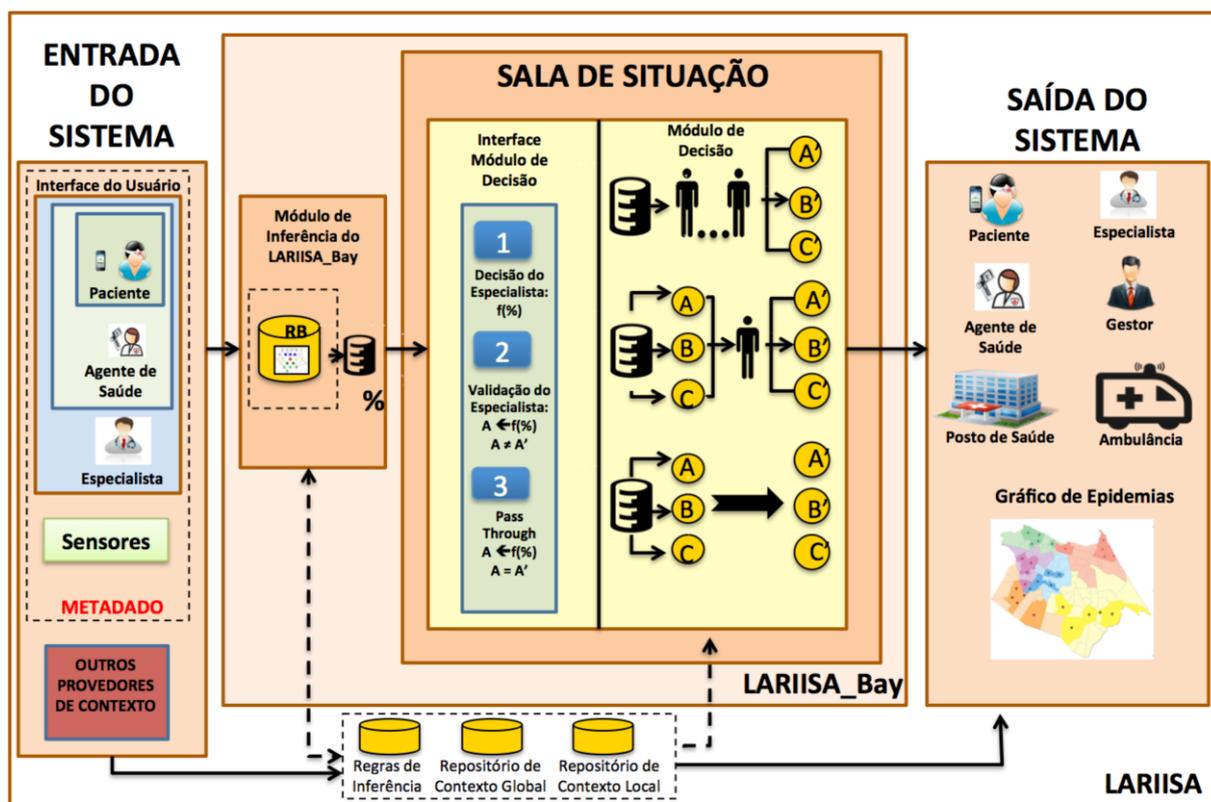
Esse trabalho (TELES, 2013) propôs o uso de redes Bayesianas no apoio à tomada de decisão em agravos de dengue para o projeto LARIISA. O trabalho especificou e implementou o LARIISA_Bay, um componente baseado em redes Bayesianas agregado à plataforma LARIISA. Esse componente auxilia uma equipe de especialistas para melhor diagnosticar casos de dengue a partir de dados coletados dos usuários do LARIISA, classificando-os em: emergencial (dengue hemorrágica), grave (existência de dengue) ou normal (não existência da enfermidade). A partir desta classificação, a equipe de especialistas poderá tomar a decisão mais conveniente como, por exemplo, a providência imediata de uma ambulância ou a visita ao usuário de um agente de saúde ou, simplesmente, uma notificação de orientação ao usuário. Um protótipo do LARIISA_Bay foi descrito com interfaces para os três principais atores do sistema: paciente, agente de saúde e especialista. Os dados coletados por essas interfaces alimentam a rede Bayesiana do sistema. Para tanto, o metadado (apresentado na seção 3.3 desta dissertação) utilizado entre os atores e o sistema contém o SUS_ID (identificação do usuário no SUS), além de outras informações necessárias ao processo de inferência da rede (geolocalização, biométricas, etc).

A Figura 16 contém a arquitetura funcional da aplicação LARIISA_Bay que é dividida em três módulos:

- a) Entrada do sistema/Interface do usuário: contempla a interface para o usuário do sistema que irá inserir as informações de saúde do paciente na aplicação.
- b) Módulo de inferência/Sala de situação: nesta parte do sistema são utilizados os dados armazenados nos repositórios do LARIISA (previamente coletados na Interface do usuário) para serem processados no módulo de inferência e tomada de decisão no Módulo de decisão (Sala de situação).
- c) Saída do sistema: módulo onde as ações propostas na sala de situação serão seguidas, desde a plotagem de um mapa epidemiológico até o envio de uma ambulância para a casa de um paciente em estado grave.

Para construção da arquitetura funcional do LARIISA_Bay, utilizou-se como base a arquitetura de referência do LARIISA proposta na Figura 15.

Figura 16 – Arquitetura funcional do LARIISA_Bay



Fonte: (TELES, 2013)

A figura abaixo apresenta a interface WEB da aplicação desenvolvida resultante da arquitetura funcional do LARIISA_Bay, que reforça o uso dos conceitos do LARIISA que foram apresentados nos capítulos anteriores (geolocalização, estrutura de metadados, SUS_ID e arquitetura de referência).

Figura 17 – Telas do protótipo construído (LARIISA_Bay)



Fonte: (TELES, 2013)

A rede Bayesiana do LARIISA_Bay leva em consideração uma tabela de probabilidades construída com o auxílio de profissionais da área. Além de permitir o apoio à decisão sobre a gravidade do caso de dengue, filtrando casos prováveis de dengue para a classificação acima citada, o LARIISA_Bay utiliza mecanismos de geolocalização que podem ser usados como entrada em sistemas de detecção e monitoramento de epidemias em diversas regiões.

4.5.2 EMILIA

Dentro do módulo de aquisição de dados do LARIISA, o protótipo EMILIA, uma especificação de um modelo de internação domiciliar, foi implementado a partir de um trabalho de dissertação (VIEIRA, 2015). O objetivo do EMILIA é fornecer uma visão computacional de cenários propostos para auxiliar o cuidador e/ou a equipe multiprofissional a prestarem melhor acompanhamento ao paciente (com foco nos pacientes idosos) em internação domiciliar. Esta visão consiste na modelagem destes cenários e na implementação de um protótipo como prova de conceito (PoC) dos cenários propostos no contexto do projeto NextSAUDE. O protótipo utiliza a tecnologia da TV digital como interface com o seu usuário: cuidador, equipe multidisciplinar e, eventualmente, o paciente. O EMILIA é o primeiro protótipo do NextSAUDE, projeto financiado pela Fundação Cearense para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Ceará.

Figura 18 – Protótipo EMILIA (envio de mensagens)



Fonte: (VIEIRA, 2015)

A Figura 18 demonstra o protótipo em funcionamento enviando uma mensagem para o cuidador, usando como meio a TV que está instalada na casa do paciente. Para concepção deste protótipo, a arquitetura de referência (Figura 15) apresentada no capítulo 4 bem como os cenários e casos de uso apresentados no capítulo 3 foram usados como base para construção da aplicação.

4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo tratou da linha evolutiva das arquiteturas do LARIISA, desde a arquitetura baseada em contexto até a arquitetura proposta pelo autor deste trabalho, que enfatiza a integração de dados para o sistema. Adicionalmente, foram apresentados dois protótipos resultantes das arquiteturas propostas para o LARIISA. Ambos os protótipos conduzem, atualmente, a implementação dos projetos GISSA E NextSAUDE que estão relacionados, respectivamente, aos protótipos LARIISA_BAY e EMILIA.

No próximo capítulo serão apresentados estes dois projetos bem como suas relações com os dois protótipos implementados.

5. Projetos GISSA E NextSAUDE

5.1. GISSA

O crescimento demográfico, a produção exponencial do conhecimento associado à necessidade permanente de incorporação tecnológica, além do processo de globalização financeira, produzem na saúde uma situação de constante evolução. Conseqüentemente, as estruturas organizacionais de serviços de saúde se tornam cada dia mais complexas e impõem aos seus gestores desafios permanentes quanto à gestão e a tomada de decisão nos sistemas de saúde.

É neste contexto que se insere o GISSA (Governança Inteligente de Sistemas de Saúde), um dos projetos fruto das pesquisas realizadas com o LARIISA. O GISSA será dirigido ao suporte à tomada de decisão sendo constituído por um conjunto de componentes para coletar informações em tempo real de contextos de saúde e alimentar mecanismos inteligentes capazes de produzir informações qualificadas, voltadas para os mais variados atores (pacientes, agentes de saúde, médicos, secretários de saúde) tomadores de decisão do sistema de saúde.

O projeto envolverá áreas de fronteira do conhecimento técnico-científico, em dois aspectos: de um lado, no campo da saúde coletiva, mais especificamente o planejamento e gestão em saúde pública e saúde da família; de outro lado, no campo da tecnologia da informação, mais especificamente através dos mecanismos de inferência, baseados em técnicas de inteligência artificial e modelos de ontologias para representação de contextos.

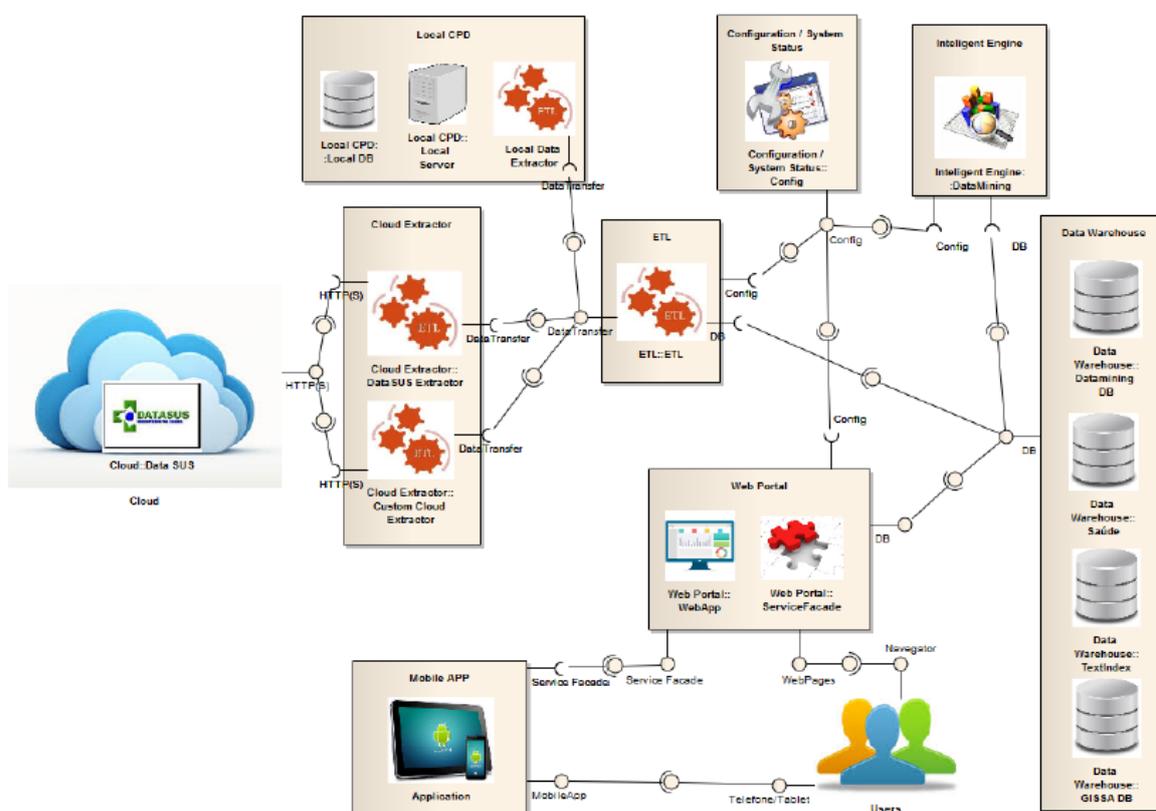
Estruturalmente, o GISSA fornecerá inteligência de governança na tomada de decisão a partir dos cinco domínios clássicos da área de Gestão em Saúde: sistêmico, normativo, funcional, clínico e de cuidados, integrando os sistemas de informação em saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS) e Cartão Nacional de Saúde (CNS) e gerindo a produção, o aprimoramento, o compartilhamento e a aplicabilidade das informações de forma sistêmica.

Desta forma, o GISSA promoverá a integração sistêmica, o que pressupõe um alinhamento de todo processo de pensar e executar o Sistema de Saúde; suportará a integração normativa, permitindo que se expressem de forma homogênea os valores da sociedade, das organizações e dos atores envolvidos;

induzirá a integração funcional, permitindo a manifestação do conjunto de elementos presentes nos serviços de saúde, referentes ao suporte operacional ou executivo; articulará a integração clínica de equipes multidisciplinares, fornecendo mecanismos que mobilizam a diversidade de competências e conhecimentos e coordenará a integração de cuidados de saúde, organizando de forma sustentável as práticas clínicas em torno de problemas de saúde específicos de cada paciente (CONTANDRIOPOULOS et al., 2001).

A Figura 19 mostra a arquitetura do GISSA. Percebe-se uma perfeita sintonia entre as arquiteturas do GISSA e a do LARIISA apresentada na Figura 15.

Figura 19 – Arquitetura GISSA



Fonte: GISSA (2014)

O módulo de *Data Warehouse* contém informações extraídas de bancos de dados relacionais à geração de informações de inteligência para auxiliar as gestões nos conhecimentos sobre as situações de saúde e, assim, tomar melhores decisões. Os usuários e aplicação móvel concentram-se, na arquitetura proposta no capítulo 4, na parte de Sistema de Saúde Remoto. A área de *cloud* demonstrada na

estratégia de interoperabilidade do Sistema Cartão Nacional de Saúde, com a intervenção do DATASUS, adaptado às necessidades do Ministério da Saúde.

Reconhecendo uma demanda latente por um ambiente integrado sintática e semanticamente nessa área, o NextSAÚDE propõe a estruturação de uma rede envolvendo grupos de excelência em desenvolvimento e inovação de diversas Instituições de Ensino e Pesquisa do país, que já realizam ações relacionadas com a busca de soluções tecnológicas avançadas de grande interesse para o sistema brasileiro de saúde, buscando garantir a interoperabilidade semântica para a gestão da informação do CNS. Assim, distribuídos em vários estados do país, os Núcleos de Excelência do NextSAÚDE disponibilizarão uma estrutura similar ao Centro de Excelência em SOA, mas com o objetivo voltado ao desenvolvimento, inovação e aperfeiçoamento de tecnologias de interoperabilidade semântica para sistemas de saúde, focado nos interesses do Ministério da Saúde do Brasil com a intervenção do DATASUS.

O projeto NextSAÚDE insere-se, portanto, no contexto de inovação das tecnologias da Informação e comunicações aplicadas à saúde, agregando valor aos produtos resultados do Centro de Excelência em SOA, acima citados.

A exemplo do Centro Nacional em SOA, o NextSAÚDE precisa estar em sintonia com vários projetos em curso no âmbito do DATASUS, tais como:

- a) Ponto de vista de Aplicação: Projeto Cartão Nacional de Saúde (CNS): desenvolvimento e implantação de sistema nacional de informação em saúde.
- b) Projeto do Registro Eletrônico de Saúde (RES): informações coletadas de diferentes sistemas de informação, a partir de um barramento de serviços que implementa a interoperabilidade dos sistemas fontes,
- c) Programa de Adoção de Arquitetura Orientada a Serviço (SOA) do Ministério da Saúde: estruturação de sistemática de desenvolvimento do Barramento de Serviços de Saúde e interoperabilidade de sistemas do MS, em suporte ao Projeto do RES Nacional no contexto do Projeto Sistema Cartão Nacional. Estudo e Definição da Arquitetura de Informação e de Serviços do Registro Eletrônico de Saúde (RES) do Brasil.

A particularidade do sistema de saúde pública do Brasil obriga o país a desenvolver soluções próprias, uma vez que dificilmente poderiam ser adquiridas soluções importadas adequadas à realidade brasileira. Para ilustrar, cabe destacar a importante questão das redes de saúde e de sua integração sistêmica. Considerando que nenhum ente ou organização consegue isoladamente garantir a integralidade da atenção à saúde, em razão da interdependência existente entre todos os entes e órgãos - ainda que autônomos entre si - essa questão adquire uma complexidade maior no caso do sistema brasileiro, posto que este compreende, ainda, a característica da gestão da saúde sob uma perspectiva interfederativa. Isso leva a imaginar que, qualquer que seja a solução tecnológica que venha a apoiar os gestores de saúde na governança desse complexo sistema, essa deve ser, necessariamente, uma solução endógena, que contemple as idiossincrasias do modelo brasileiro.

Devido às características descritas, esta solução dificilmente poderá aparecer fora de um ambiente de pesquisa, desenvolvimento e inovação, uma vez que muitos problemas inéditos deverão aparecer e que exigirão soluções também inéditas. Questões relacionadas como, por exemplo, Sistemas de Saúde Pessoal, Serviços de Orientação a Pacientes, Registro de Segurança e Saúde, Reutilização de Informações de Saúde e TIC voltada para o envelhecimento e o Bem Estar precisam, necessariamente, estar integrados e suportados por uma Base de Informações consistente, confiável, e cujas informações sejam interpretadas da mesma forma, seja por humanos, seja por máquinas e/ou sistemas computacionais. A normalização é um domínio chave que pode apoiar a interoperabilidade dos sistemas de informação em saúde, dispositivos, software, serviços e sistemas e a sua importância é particularmente fundamental no contexto da presente proposta.

A interoperabilidade mencionada deve ser pensada tanto no nível das tecnologias relacionadas com a infraestrutura física que dará suporte a todo o Sistema Único de Saúde como no nível das aplicações e disponibilização de informações tanto do aspecto clínico quanto gerencial para os tomadores de decisão. Visualizando essa questão num modelo em camadas está se tratando especificamente da camada física e da camada de aplicação. Nesse contexto, o uso de modelos de informação baseados em Ontologias constitui um elemento fundamental e obrigatório, dado que é esperado que todo esse macro sistema esteja disponibilizado num ambiente baseado em WEB Semântica, e que é necessário

garantir completude e não ambiguidade das informações referentes ao domínio do SUS.

Uma vez que os conceitos existentes num sistema de informação em saúde são bem consolidados, o uso de modelos de ontologias possibilita que a evolução dos sistemas seja feita sem problemas de perda de qualidade da informação, sendo possível, então, reuso de códigos durante todo o tempo de vida útil da informação no ambiente de saúde. Ou seja, uma vez que um determinado conceito esteja modelado segundo as premissas de Ontologias, esse modelo será utilizado de forma transparente em todos os sistemas atuais e futuros com garantia total de uniformidade no entendimento do mesmo. Em complemento a esses aspectos, cabe destacar a importância dos fatores ligados à mobilidade uma vez que muitas das ações serão desenvolvidas por Agentes de Saúde, distribuídos pelo país, e o uso de tecnologias baseadas em *Smartphones* e *Tablets*, por exemplo, é uma tendência natural. Nesse aspecto valem as mesmas preocupações relativas à interoperabilidade, tanto a tecnológica quanto a semântica, em função do uso de dispositivos diversos que utilizam diferentes Sistemas Operacionais.

Dada a complexidade do campo da saúde, o maior desafio para o desenvolvimento de padrões não é o desenvolvimento de artefatos individuais, mas a garantia de um ajuste apropriado com outros padrões, mais especificamente todos os que possam ter necessidade de ser usados em conjunto para suprir uma Base Única de Informações em Saúde no Brasil. Tomando-se por base as tecnologias atualmente adotadas, esse ajuste somente se torna possível com o uso de modelos de Ontologias.

5.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou o GISSA e o NextSAUDE, dois projetos atualmente em desenvolvimento pelo Instituto Atlântico e pelo Laboratório de Redes de Computadores (LAR-A), respectivamente, concebidos a partir de pesquisas realizadas no projeto LARIISA (OLIVEIRA et al., 2010). LARIISA.

6. TRABALHOS RELACIONADOS E ARTIGOS PUBLICADOS

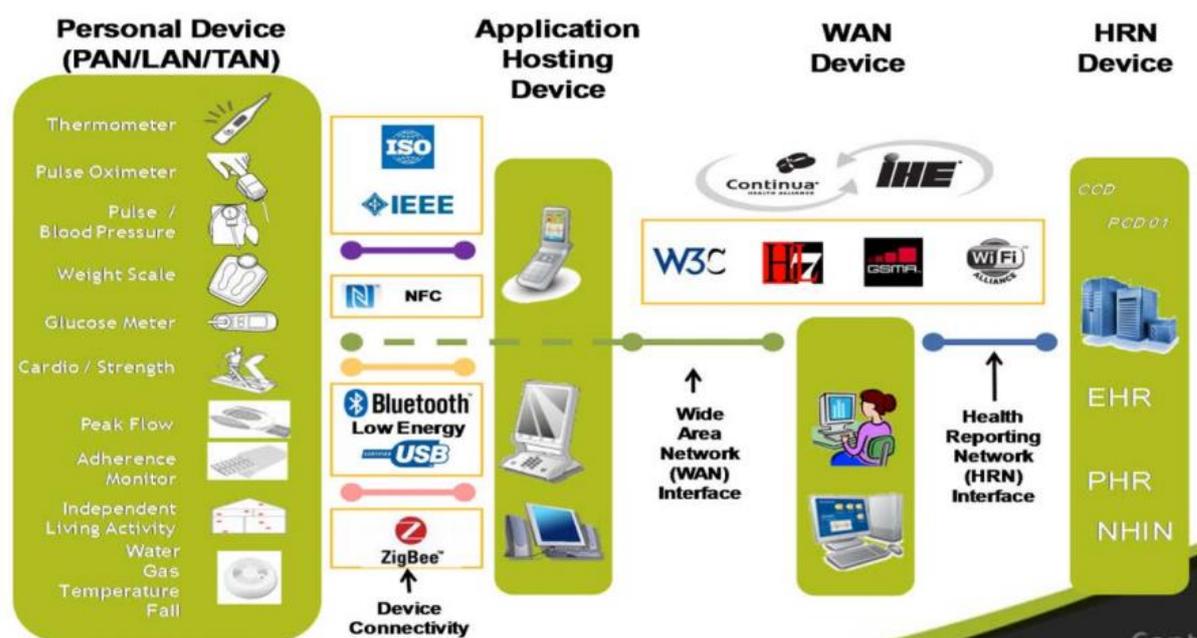
6.1. TRABALHOS RELACIONADOS

Esta seção do trabalho descreverá os trabalhos relacionados que foram objeto de estudo para criação do modelo de referência proposto no próximo capítulo.

6.1.1 Arquitetura de referência para coleta de dados de saúde dos cidadãos

Este trabalho apresenta uma arquitetura (Figura 21) que atua como uma referência comum para áreas de negócio e soluções de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) relacionadas à coleta de dados de saúde de cidadãos. O Plano Nacional de Disseminação de Telemedicina identificou este trabalho como uma área que pode contribuir para o aumento da eficiência no setor de cuidados de saúde. Sendo assim, o framework proposto deve ser construído de forma simples e baixo custo para disseminação nacional de soluções de telemedicina (FALKENBERG, 2013).

Figura 21 – *Continua Framework*



Fonte: (FALKENBERG, 2013)

Essa arquitetura de referência visa suportar a disseminação de soluções de telemedicina através da garantia de uma maneira padronizada e mais simples para a coleta de dados e fazendo eles disponíveis para gestores de saúde.

Uma parte significativa desta arquitetura de referência é baseada no *Continua Framework*¹⁰.

O *Continua Framework*, representado na Figura 21, é desenvolvido e mantido pela Continua, uma aliança industrial aberta e sem fins lucrativos composta por uma série de empresas médicas e de tecnologia; trabalhando juntas para melhorar a qualidade dos cuidados de saúde pessoal (*personal healthcare*).

O objetivo principal deste trabalho é acelerar a disseminação, bem como reduzir os custos de estabelecer e futuramente desenvolver soluções de telemedicina através de maneiras padronizadas na qual a coleta de dados é comunicada de dispositivos de monitoramento e dispositivos de armazenamento de aplicações para dispositivos WAN¹¹. Ao disponibilizar dados para profissionais da saúde como um conjunto de dados ou como documentos, os dados são disponibilizados de uma forma simples e eficiente para todas as partes relevantes que trabalham juntas para um cidadão individual.

6.1.2 Uma arquitetura de referência de alto nível para *mobile health*

O GSMA¹² acredita que o ecossistema móvel deveria definir uma arquitetura de referência que suportará o mercado de *mobile health* (dispositivos móveis aplicados na área da saúde) e integrará isso dentro dos sistemas atuais. Esta arquitetura deveria focar em três áreas principais:

- a) Definir as capacidades existentes que a indústria móvel (*mobile*) pode entregar para soluções de *mobile health*.
- b) Destacar os benefícios de trabalhar diretamente com uma operadora móvel ao invés de buscar um “fornecedor especializado” e como um operador móvel é diferenciado de um fornecedor tradicional de soluções TIC para *healthcare*.

¹⁰ <http://www.continuaalliance.org/>

¹¹ WAN: Pode ser descrita como uma rede de longa distância. É uma rede de computadores que abrange uma grande área geográfica.

¹² GSMA: *Groupe Speciale Mobile Association* (GSMA), formado em 1995, é uma associação de operadoras móveis e companhias relacionadas com o objetivo de suportar a padronização, desenvolvimento e promoção de sistemas de telefonia móvel GSM.

- c) Desenvolver uma arquitetura que permitiriam operadoras móveis a suportar a alta demanda de produtos, serviços e dispositivos de *mobile health*.

A arquitetura apresentada neste trabalho também procurou fornecer detalhes sobre:

- a) Orientação em como integrar uma solução de *mobile health* dentro de arquiteturas de redes atuais das operadoras móveis.
- b) Descrever os diferentes componentes de uma solução de *mobile health* juntamente com a informação crítica em torno de leis e regulamentações que cada um dos componentes estará sujeito.
- c) Avaliar as capacidades existentes que podem ser melhoradas para suportar novos serviços para soluções de cuidados em saúde (*healthcare*), como exemplo o uso do UICC (*Universal Integrated Circuit Card*).

O diagrama da Figura 22 demonstra como a arquitetura dos componentes lógicos foi proposta contemplando casos de uso e as partes interessadas dentro de um ecossistema de *mobile health*.

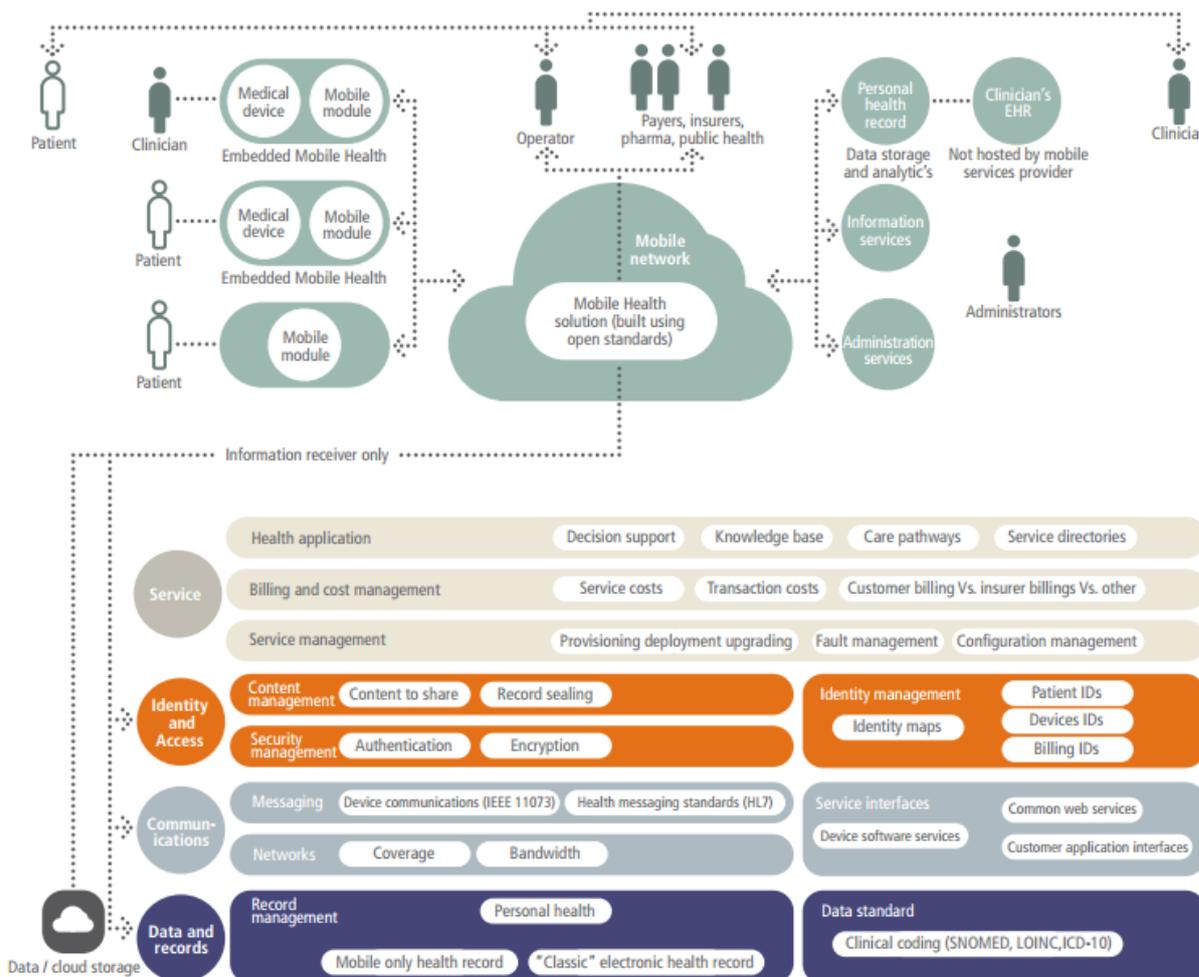
Os objetivos de abrir soluções de *mobile health* e fornecer os padrões para permitir que todas as partes interessadas desenvolvam componentes que adequem-se às suas habilidades, são atingidos claramente através da principal conexão no centro do diagrama.

A Figura 22 contém duas partes principais, uma que objetiva a coleta dos dados de saúde seja de pacientes ou entidades de saúde (indústria farmacêutica, convênios de saúde, sistemas de saúde pública, administradores e operadores de saúde) e outra que contempla os principais componentes do sistema que gerenciará estas informações de saúde coletadas.

Na parte superior do diagrama (Figura 22) é possível observar que as informações das entidades de saúde e dos pacientes são coletadas a partir de dispositivos móveis. Estas informações são então registradas no sistema, a partir da base inferior (*Data and records*). Outros elementos da arquitetura de referência demonstrada (*Communications, Identity and Access, and Service*) são fundamentais para definir todos os entregáveis do sistema. O elemento Services traz, no

componente de aplicação de saúde (*Health application*), o item de suporte a decisão (*Decision support*), que se relaciona diretamente com a principal função do LARIISA – auxiliar o processo de tomada de decisão em sistemas de saúde pública.

Figura 22 – Uma arquitetura de referência de alto nível para *mobile health*



Fonte: (GSMA, 2011)

Outras partes interessadas podem fazer uso desses sistemas abertos conectando os mesmos dentro de soluções de usuário final usando padrões comuns. Isso inclui:

- Seguradoras e contribuintes estarão aptos a melhor determinar o custo dos serviços.
- Empresas farmacêuticas interessadas em fortalecer sua cadeia de suprimentos.
- Agências de monitoramento de saúde pública interessadas em tendências de cuidados de saúde a monitoramento de doenças.

6.2. ARTIGOS PUBLICADOS

Esta seção do trabalho apresentará os artigos científicos aprovados e/ou publicados em conferências nacionais e internacionais com participação do autor deste trabalho.

6.2.1 IADIS 2013 – Multi Conference on Computer Science and Information Systems

O artigo científico *Applying ontology and context awareness concepts on health management system: A dengue crisis case study*, publicado na conferência internacional IADIS 2013 (OLIVEIRA et al., 2013), apresentou um protótipo do LARIISA que faz uso de mecanismos de inteligência para auxiliar a tomada de decisão em sistemas de gestão de saúde pública. Ele permite a implementação de ontologias refletindo diferentes níveis de saúde pública (ex: nível de estado, nível local, etc) através dos modelos semânticos local e global do LARIISA. O protótipo coleta informação de contexto sobre saúde de famílias usando o sistema de integração LISA – LARIISA – um sistema expansível cujo objetivo é facilitar a inclusão e exclusão de provedores de contexto (SOARES e OLIVEIRA, 2012). O LISA por sua vez faz uso do SISA, uma aplicação de gestão de saúde que percebe o status de emergências epidemiológicas e adapta-se em tempo real a situações de risco. Desta forma, o protótipo apresentado pode direcionar agentes de saúde para verificar e solucionar problemas epidemiológicos ou detectar surtos de dengue, por exemplo. A plotagem de um mapa epidemiológico pela aplicação também permite que gestores de saúde (médicos, secretários de saúde, governo de estado, etc) possam contribuir para a tomada de decisão de uma forma rápida e eficiente.

No artigo científico *A home care prototype based on the digital TV Brazilian system for a health management system* (OLIVEIRA et al., 2013), publicado também na conferência IADIS 2013, foi apresentado o Diga-Saúde, um protótipo de baixo custo que fornece serviços de cuidados de saúde na casa do paciente através de uma interface interativa de TV Digital. Para conectar o Diga-Saúde aos demais módulos do LARIISA, foi feito o uso do LISA – LARIISA *Integration System*.

6.2.2 15th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (IEEE Healthcom 2013)

O conceito de sensibilidade ao contexto tem sido incluído com sucesso nas aplicações de dispositivos móveis motivado principalmente pela presença de diversos sensores e acessos a diversas redes de comunicação. O artigo científico CLARIISA, *a context-aware framework based on geolocation for a health care governance system* (GARDINI et al., 2013), publicado no IEEE Healthcom 2013, apresentou um framework sensível a contexto baseado em geolocalização para um sistema de governança de saúde que resultou no desenvolvimento de um protótipo Web. Este protótipo, ao habilitar um diagnóstico de saúde remoto de um paciente através do seu próprio dispositivo móvel (smartphone), enriquece os dados de saúde do paciente com dados de geolocalização antes de enviar as informações para a base de dados do LARIISA. Para permitir a coleta de informação do estado de saúde de um paciente, a aplicação proposta usa dispositivos móveis equipados com sensores médicos, e na ausência destes, as informações podem ser inseridas manualmente pelos usuários da aplicação. Enquanto registra remotamente o diagnóstico de saúde de um determinado paciente fazendo uso de um dispositivo móvel, o sistema permite a criação de uma descrição enriquecida do contexto do usuário (ex.: clima, localização e data). As principais contribuições deste artigo científico incluem diagnóstico de paciente provido remotamente, suporte a decisão em sistemas de saúde, e informação de contexto para sistemas de saúde sensíveis a contexto.

6.2.3 XXXI Simpósio Brasileiro de Telecomunicações (SBrT'2013)

O artigo científico *A context-aware application for public health scenario based on ontology and personal tracking* (OLIVEIRA et al., 2013) apresentou uma aplicação sensível a contexto baseada em ontologia e tecnologias de rastreabilidade pessoal. Este trabalho, apresentado no SBrT 2013, integra o campo de aplicações epidemiológicas do LARIISA. Esta aplicação permite que o LARIISA perceba o estado de uma emergência epidemiológica e então se adapte em tempo real para uma situação de risco. Para obter informações sobre saúde das famílias, esta aplicação faz uso da TV digital e aplicações para dispositivos móveis. Ao registrar a

trajetória de um dispositivo móvel, ele permite que agentes de saúde criem documentos multimídia (ex.: fotos, áudio, vídeo), os quais são conectados a uma descrição enriquecida do contexto do usuário.

6.2.4 Advance 2013 International Workshop

Neste artigo científico apresentado no *Advance 2013* (OLIVEIRA et al., 2013), com o título *Towards a cost-effective homecare for a public health management system in Brazil*, foi dada continuidade aos estudos realizados na aplicação Diga-Saúde já descrita nas seções anteriores. Objetivando atender públicos das classes D e E da sociedade brasileira, este artigo propôs o desenvolvimento de um sistema de baixo custo usando dispositivos móveis e o receptor *set-top-box* (STB) brasileiro para a TV digital de forma a prover serviços de cuidados à saúde nas casas dos pacientes.

6.2.5 The 4th Global Information Infrastructure and Networking Symposium - GIIS 2013 (IEEE)

Sensibilidade a contexto, como exploramos nos capítulos anteriores, é uma característica importante para aplicações de *eHealth*¹³, uma vez que ela permite que sistemas percebam situações e ambientes de usuários em um processo de tomada de decisão relativo a cuidados de saúde. Contudo, o desenvolvimento de tais aplicações introduzem outro nível de complexidade que frequentemente impactam seu desenvolvimento e manutenção. No artigo científico *Towards an integrated development environment for building semantic context-aware applications* (ALCANTARA et al., 2013), aprovado no GIIS 2013, foi proposta uma IDE¹⁴ (*Integrated Development Environment*) para auxiliar desenvolvedores na implementação de aplicações *eHealth* sensíveis a contexto, e também enriquecer as aplicações com informações semânticas usando ontologia sobre contextos. Este

¹³ *eHealth*: É um termo relativamente recente para a prática de cuidados em saúde suportada por processos e comunicações eletrônicas.

¹⁴ IDE: É um ambiente de programação que tem sido denotado como um programa de aplicação, tipicamente consistindo de um editor de código, um compilador, um depurador (*debugger*) e um construtor de interface gráfica de usuário (GUI).

trabalho apresentou a arquitetura, especificação e prototipagem da IDE proposta, assim como os resultados obtidos no contexto do LARIISA.

7. CUBO LARIISA

7.1. CONSTRUÇÃO DO CUBO

Esta seção introduzirá uma nova concepção do LARIISA baseada em três dimensões, ampliando, assim, a integração de todos os conceitos que norteiam o LARIISA e facilitando a construção de aplicações futuras para o projeto. Esta visão tridimensional amplia a abrangência do sistema bem como oferece para os desenvolvedores uma granularidade maior para a construção de aplicações que sejam específicas (ou não) para cada domínio de inteligência do LARIISA.

Para iniciar esta concepção, algumas alterações foram propostas nas Figura 2, Figura 12 e Figura 13 vistas em capítulos anteriores. O objetivo dessas mudanças é, exatamente, adequar todos os estudos que já foram realizados para uma plataforma unificada. Dentro dos cinco domínios de inteligência para tomadas de decisão em gestão de saúde, apresentados na Figura 2 (capítulo 2), a realocação do domínio de gestão do conhecimento aconteceu por tratar-se de um domínio presente em todos os ciclos de atividade do LARIISA, não específico da área de tomada de decisão. A Figura 23, abaixo, apresenta os domínios de inteligência para tomada de decisão reorganizados.

Com relação ao domínio Normativo Sistêmico, é necessário ressaltar a importância deste módulo dentro do contexto do LARIISA, que visa garantir a conformidade do sistema com todas as normas e leis de saúde presentes no país. Nesse domínio também serão estudados e futuramente desenvolvidas aplicações que garantam a segurança dos dados de saúde dos pacientes, entidades e gestores de saúde.

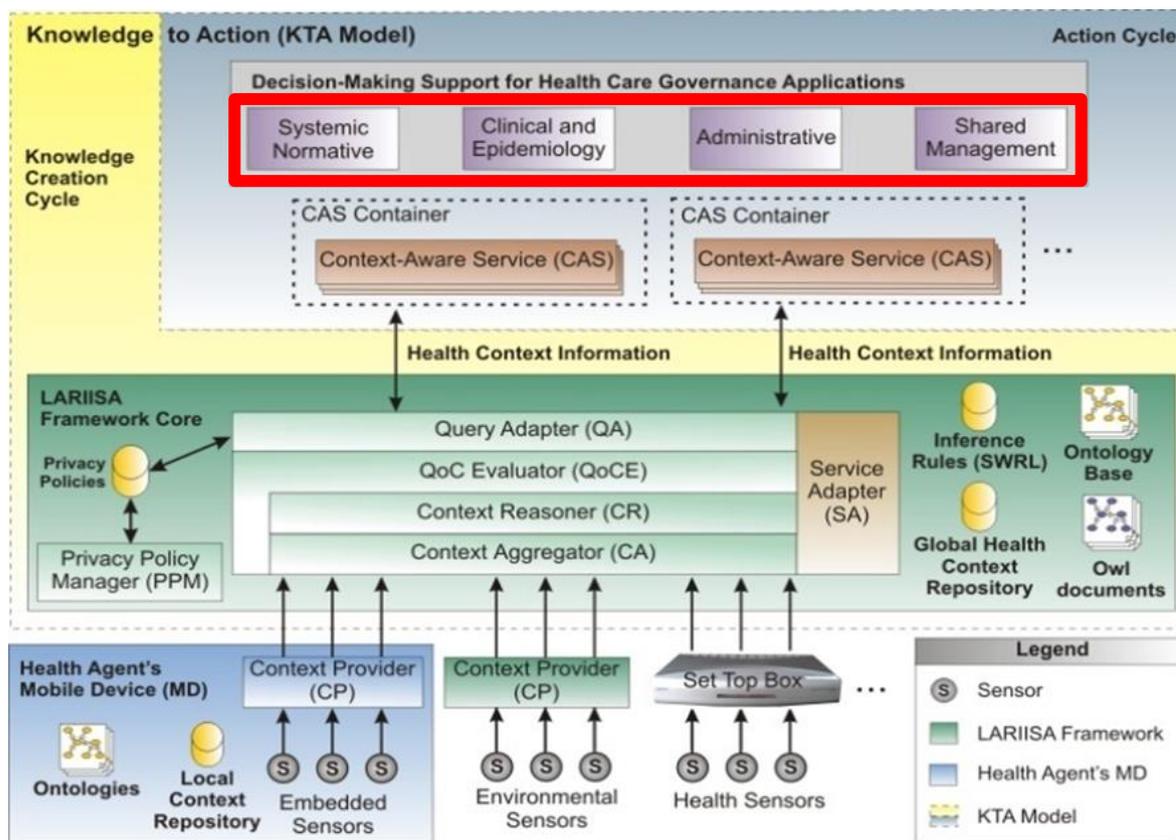
Figura 23 - Domínios de conhecimento da nova arquitetura



Fonte: Adaptado pelo autor

A adaptação da figura acima também ocasionará a adaptação da arquitetura apresentada na Figura 14. Ao retirarmos o conceito de Gestão do Conhecimento das antes cinco inteligências de governança de saúde, será necessário agora incluir essa inteligência de forma transversal aos outros quatro domínios de inteligência. Dessa forma, esta inteligência será adicionada ao modelo tecnológico do cubo proposto, como poderá ser visto mais adiante. Importante destacar que a arquitetura abaixo adaptada já contemplava, em sua concepção, uma abordagem tridimensional, como pode ser observada na Figura 24. Nessa arquitetura, os autores já previam a necessidade de manter o conceito de gestão de conhecimento (KTA) de forma transversal aos demais componentes do *framework* LARIISA.

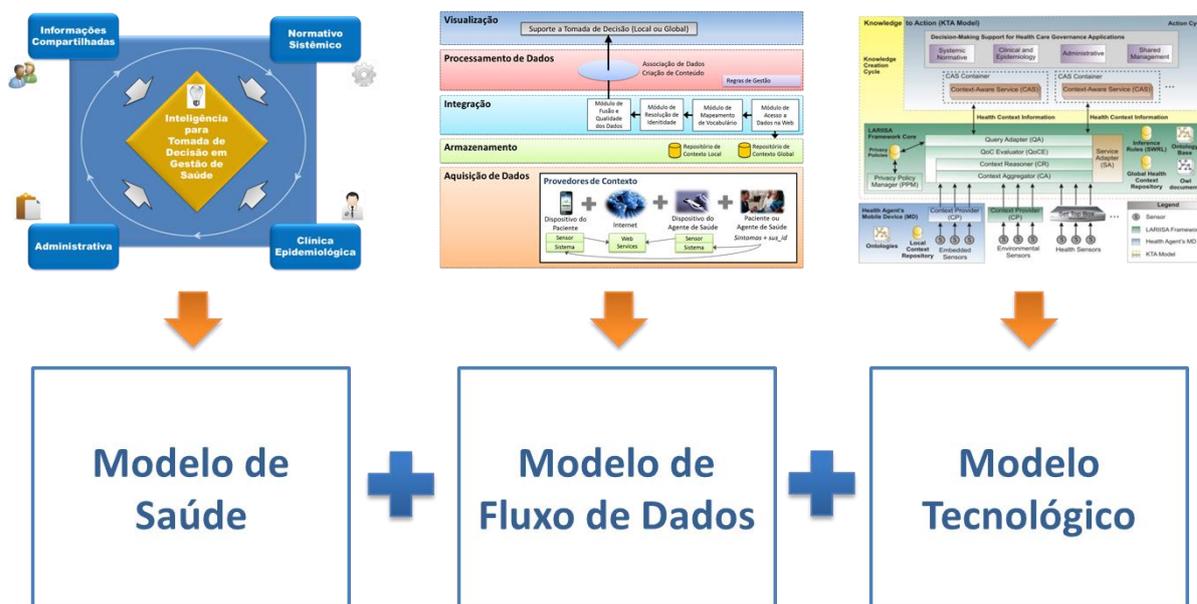
Figura 24 – Adaptação da arquitetura baseada em contexto e ontologia



Fonte: (OLIVEIRA et al 2010) Adaptado pelo autor

A partir dos três conceitos mais importantes do LARIISA que tratam da arquitetura bidimensional, proposta no início do projeto, das agora, quatro inteligências para tomada de decisão em saúde e de um modelo de camadas para a construção de aplicações, foi mapeado para cada conceito um modelo específico: Modelo de Saúde, Modelo Tecnológico e Modelo de Fluxo de Dados (Figura 25). Isso permitiu um melhor mapeamento e transversalidade das áreas de conhecimento do projeto LARIISA, o que garante maior integração das aplicações e torna mais eficientes as tomadas de decisão pelo sistema, que é um dos pontos principais deste projeto.

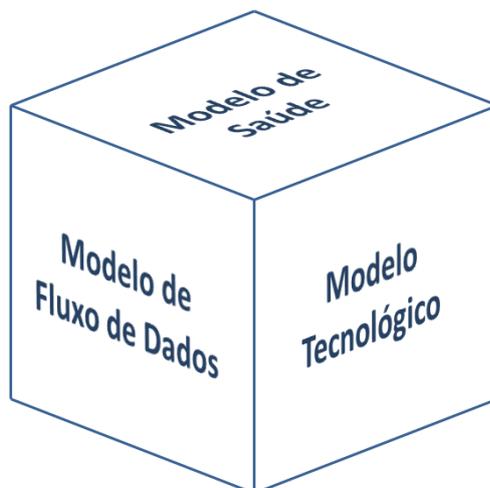
Figura 25 - Agrupamento dos modelos na nova arquitetura



Fonte: Elaborado pelo autor

Com o objetivo de agrupar as principais tecnologias atualmente aplicadas ao *framework* LARIISA, foi desenvolvido um cubo que contempla os principais elementos e suas relações norteadoras do atual projeto (Figura 26). O cubo proposto prevê três planos de conhecimentos e, conseqüentemente, diferentes níveis de compartimentalização das especialidades envolvidas (e dos esforços necessários para a elaboração dos entregáveis do projeto). Importante salientar que especialidades de diferentes planos são transversais e devem ser combinadas (por exemplo, uma inteligência artificial para uma inteligência normativa).

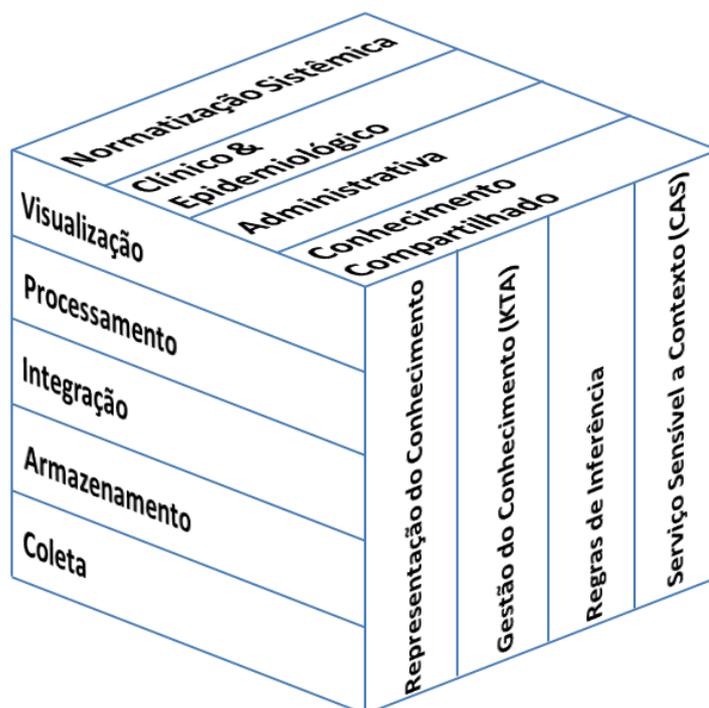
Figura 26 - Cubo formado pelos modelos propostos



Fonte: Elaborado pelo autor

Uma vez distribuídos os modelos em cada plano do cubo, o próximo passo foi inserir os principais componentes de cada modelo nos planos do cubo para ilustrar todos os principais conceitos que atualmente estão envolvidos no projeto LARIISA, como pode ser observado na Figura 27.

Figura 27 - Conceitos de cada módulo



Fonte: Elaborado pelo autor

O primeiro plano especifica as tecnologias propostas no projeto LARIISA (contexto, regras de inferência, gestão do conhecimento e inteligência artificial).

O segundo plano exhibe as cinco inteligências para tomada de decisão. São áreas díspares e requerem especialistas de cada área.

O terceiro plano exhibe as cinco partes importantes para coleta, armazenamento, integração, processamento e visualização dos dados para tomada de decisão. A camada de integração se dá de duas maneiras: integração aos padrões nacionais e internacionais recomendados pelo Ministério da Saúde (SNOMED, CIAP2, OpenEHR, LOINC, etc.) e integração aos sistemas do DATASUS (SISAB, CNS, SISRCS, eSUS AB, etc.). A não consideração desses dois aspectos de integração deixariam os entregáveis do projeto LARIISA pouco úteis aos possíveis clientes.

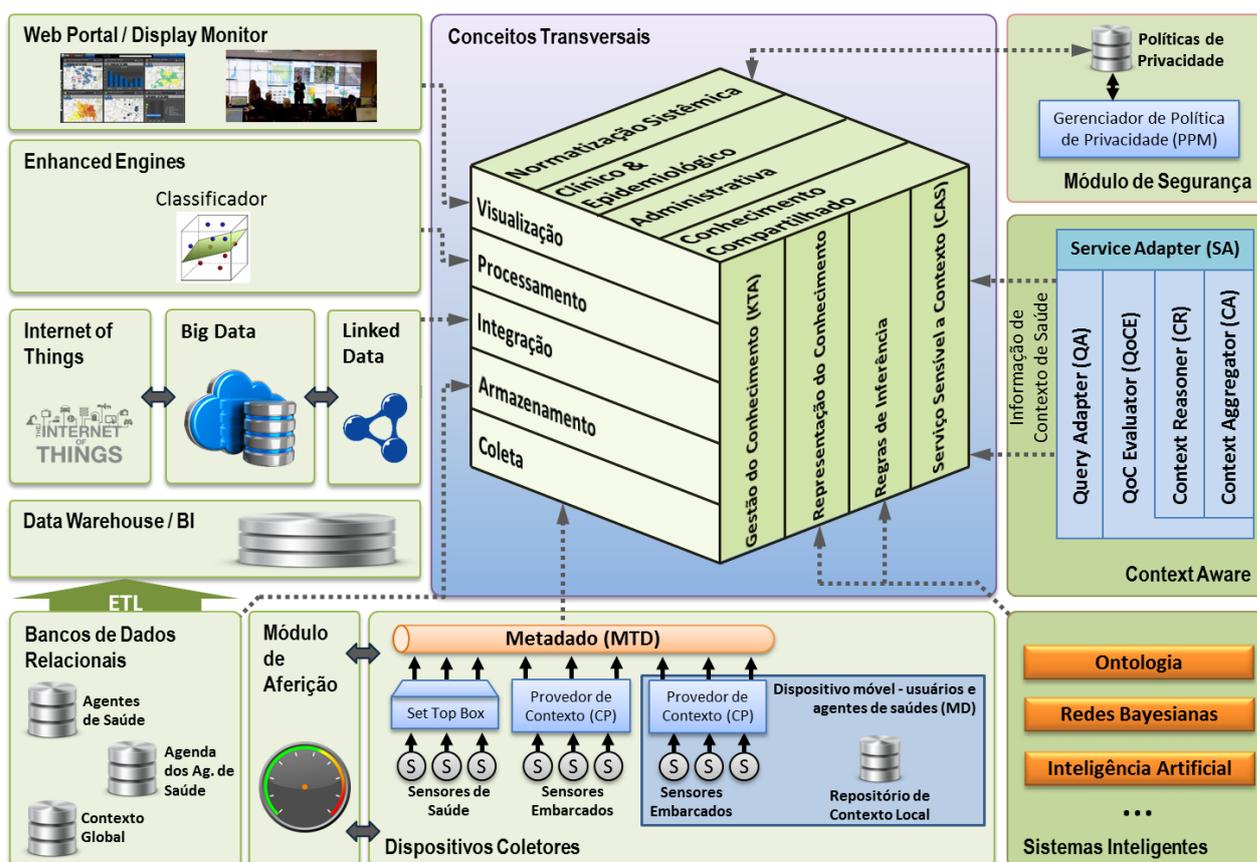
7.2. ARQUITETURA DE REFERÊNCIA PROPOSTA

Para concepção da nova arquitetura do projeto LARIISA, foi adaptada a arquitetura bidimensional apresentada no capítulo 4 ao cubo apresentado na seção anterior, chegando assim a uma arquitetura informal tridimensional. Essa arquitetura tridimensional amplia a integração entre os domínios de conhecimento nas áreas funcionais, computacionais e de saúde do projeto LARIISA, facilitando assim a construção de aplicativos capazes de aperfeiçoar o processo de tomada de decisão do sistema.

Esta nova arquitetura permite que as novas aplicações do LARIISA sejam integradas com “granularidade” dentro do projeto. Isso significa dizer que, na arquitetura proposta anteriormente, existia uma visão macro de cada módulo, mas a relação existente entre cada componente do sistema não tinha muita visibilidade – o que já é realidade nesta nova arquitetura proposta.

A Figura 28 mostra a proposta para o framework LARIISA, baseado no cubo apresentado na seção anterior, já integrada com os conceitos da arquitetura de referência apresentada na seção 4.4.

Figura 28 - Arquitetura de referência proposta para o framework LARIISA



Fonte: Elaborado pelo autor

A seguir, serão descritos os módulos deste modelo de referência para detalhar, em alto nível, a função de cada componente do Cubo LARIISA.

- Conceitos Transversais:** Como descrito no início deste capítulo, os conceitos funcionais, computacionais e de saúde que norteiam o LARIISA foram agregados em um formato tridimensional, que possibilitou a integração transversal de cada elemento. Dessa forma, podemos decompor cada elemento transversal em microcubos como veremos ainda neste capítulo (Figura 29, Figura 30 e Figura 31).
- Módulo de Segurança:** Este módulo tem o objetivo de garantir a confidencialidade das informações de saúde dos pacientes e entidades de saúde privadas ou públicas. Existem regulamentações específicas para a área de saúde no Brasil e no exterior que regulam o acesso, armazenamento e disponibilização de informações de saúde. Um exemplo de regulamentação mundialmente conhecida é a HIPAA (*Health Insurance Portability and Accountability Act*) (HIPAA,

2015). Para garantir alinhamento do LARIISA com as regulamentações brasileiras e mundiais, faz-se necessária a adição deste módulo no *framework*.

- c) Dispositivos Coletores: Neste módulo da arquitetura são tratados todos os aspectos e padrões relacionados aos coletores de informações contextuais para o *framework* LARIISA. Fazem parte deste módulo o *set-top-box*, as TVs Digitais, os sensores médicos instalados nos hospitais ou casas de pacientes, e os sensores embarcados em dispositivos móveis (*smartphones*, relógios, etc). Para garantir que as informações de saúde coletadas pelos sensores médicos e outros dispositivos cheguem à base de dados do LARIISA em um formato compreensível para o *framework*, um componente de metadado foi inserido, garantindo assim que as informações contextuais sejam classificadas e ordenadas em *tags* pelo sistema.
- d) Módulo de Aferição: Este módulo da arquitetura, interligado diretamente ao módulo dos dispositivos coletores, prevê mecanismos de aferição para os coletores de sinais vitais dos pacientes. Um sensor que colete sinais vitais, seja ele embarcado em algum dispositivo ou instalado na casa de um paciente ou local público (ex: posto de saúde ou hospital), precisa ser preciso nas suas medições. Caso contrário, um sensor médico que não colete sinais vitais confiáveis, poderá comprometer toda a cadeia de tomada de decisão do LARIISA. Trata-se de um assunto ainda não aprofundado no *framework* LARIISA e que carece de maiores estudos, pois exerce papel importante na confiabilidade geral do sistema.
- e) Inteligência Artificial: Módulo onde são especificados e implementados os mecanismos de inteligência do LARIISA para auxílio no processo de tomada de decisão. Estudos já foram aprofundados no uso de aplicações sensíveis a contexto, ontologias e redes *bayesianas*. Este módulo conecta-se ao cubo através dos conceitos transversais presentes no modelo tecnológico, que compreende as regras de inferência e a representação do conhecimento. Trata-se de um dos módulos mais importantes da arquitetura, pois representa o núcleo do

framework LARIISA – sistemas inteligentes para auxílio na tomada de decisão em sistemas de governança de saúde.

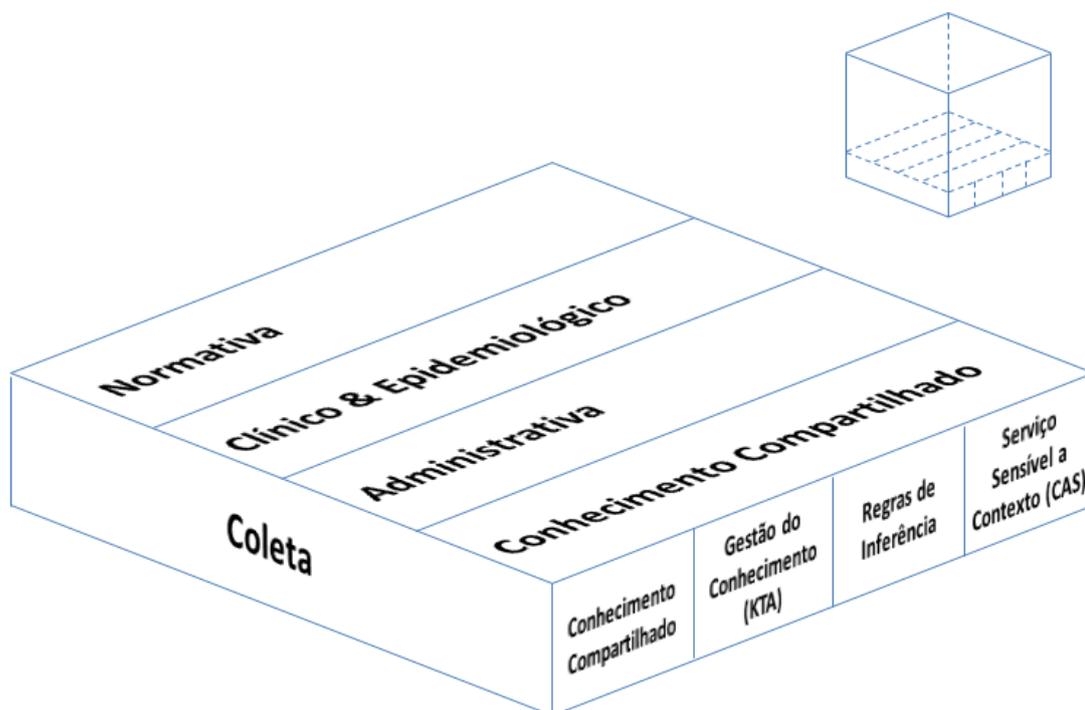
- f) *Internet das Coisas (Internet of Things)*: Módulo inserido na arquitetura do LARIISA e que vem sendo discutido no âmbito da *Internet* desde 1999, porém nos últimos anos têm ganhado mais força com o advento dos microcomputadores em diversos dispositivos e com a diversidade de possibilidades de conectividade com a *Internet*. Apesar de necessitar de maiores estudos de como este módulo agregará fundamentalmente ao LARIISA, é possível já percebermos as grandes oportunidades em utilizar dados de outros dispositivos (ex: eletrodomésticos, sistemas de transportes públicos, etc) que auxiliem no processo decisório do LARIISA. Este módulo está integrado diretamente ao *Big Data* e ainda necessita de maiores estudos para garantir total integração com o *framework*.
- g) Bancos de Dados Relacionais: Este módulo possui os bancos de dados relacionais que armazenam os dados coletados pelos dispositivos coletores e os dados persistentes relacionados aos agentes de saúde cadastrados, suas especialidades e seus horários de trabalho. Essas informações serão tratadas pelo componente ETL e então armazenadas em um *Data Warehouse* que será descrito a seguir.
- h) *Data Warehouse*: Este módulo é o responsável por receber os dados do módulo acima (bancos de dados relacionais) através de um processo de ETL (*Extract, Transform and Load*). A partir deste módulo serão gerados relatórios inteligentes com informações sobre saúde para auxiliar nos processos de tomada de decisão pelos gestores de saúde.
- i) *Linked Data*: Este módulo da arquitetura trabalha na camada de integração do modelo de fluxo de dados e tem como objetivo garantir a padronização na busca das informações em bases externas ao LARIISA, bem como sua relação com as informações presentes na camada de armazenamento também do modelo de fluxo de dados da arquitetura apresentada. Em (SENA, 2015) um trabalho de dissertação explorou este módulo da arquitetura ao propor um

processo de integração de dados para um sistema inteligente de saúde.

- j) *Big Data*: Através deste módulo o LARIISA estará apto a consultar informações armazenadas em entidades externas ao *framework*. Através do módulo de *Linked Data*, descrito anteriormente, este módulo proporcionará a integração de informações essenciais para tomadas de decisão em nível de contexto global.
- k) *Enhanced Engines*: Este módulo, interligado à camada de processamento do modelo de fluxo de dados, tem como objetivo aumentar a capacidade do *framework* durante o processamento de informações contextuais de saúde. Através de mecanismos de geolocalização, é possível correlacionar os dados de localização e assim obter inferências globais e locais. Isso pode ser observado no cenário da seção 4.3 desta dissertação. Outro mecanismo presente neste módulo da arquitetura são os classificadores (GARDINI et al., 2014), cuja principal função é, através de aprendizado, ser capaz de escolher o melhor mecanismo de inteligência para tomar a decisão com base nas informações de saúde coletadas.
- l) *Context Aware*: Este módulo consiste nos componentes apresentados na seção 3.4 desta dissertação e trata de um dos principais mecanismos do *framework*, cuja função é tornar as informações contextuais de forma que possam ser usadas pelo sistema.

Ao se explorar uma das camadas do cubo apresentado (Figura 29), nota-se a transversalidade das camadas do cubo e a possibilidade de unificar os conceitos. Neste sentido, é possível perceber que os 4 (quatro) domínios de inteligência para tomada de decisão em saúde possuem uma correlação com a camada de Serviço Sensível a Contexto/*Context Aware Service* (CAS), pertencente ao plano do modelo tecnológico. Nesse sentido, aplicações que contemplem os 4 (quatro) domínios poderão utilizar os serviços fornecidos pela camada CAS. Adicionalmente, os serviços fornecidos pelas camadas do plano do modelo de fluxo de dados também estarão disponíveis para cada domínio de inteligência.

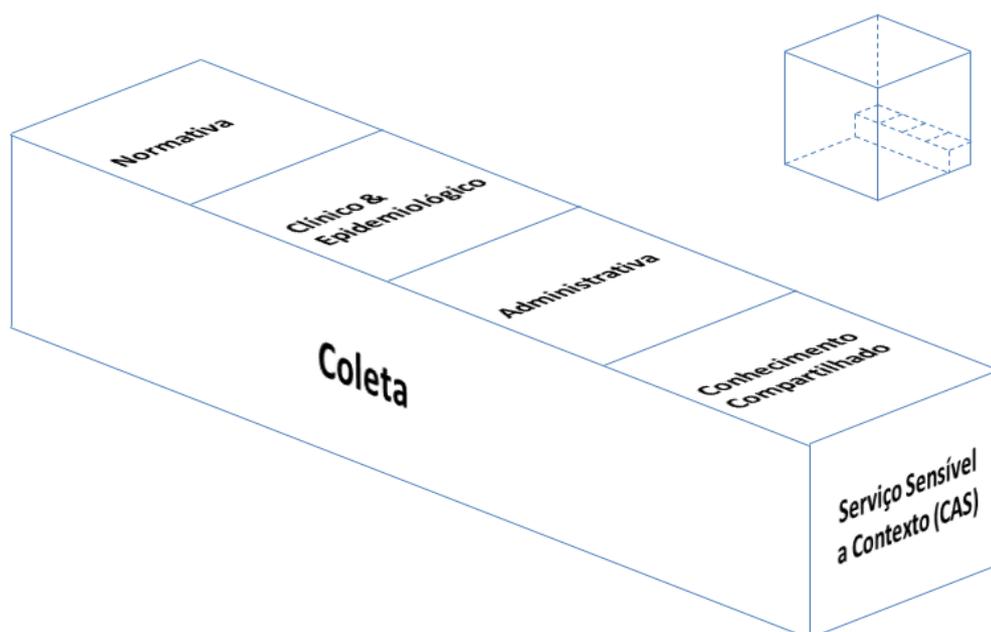
Figura 29 - Decomposição de uma camada do cubo proposto



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 30 observa-se que, através da decomposição do cubo, é possível explorar a relação de cada elemento presente nos modelos funcionais, computacionais e de saúde.

Figura 30 - Decomposição de uma camada do cubo proposto



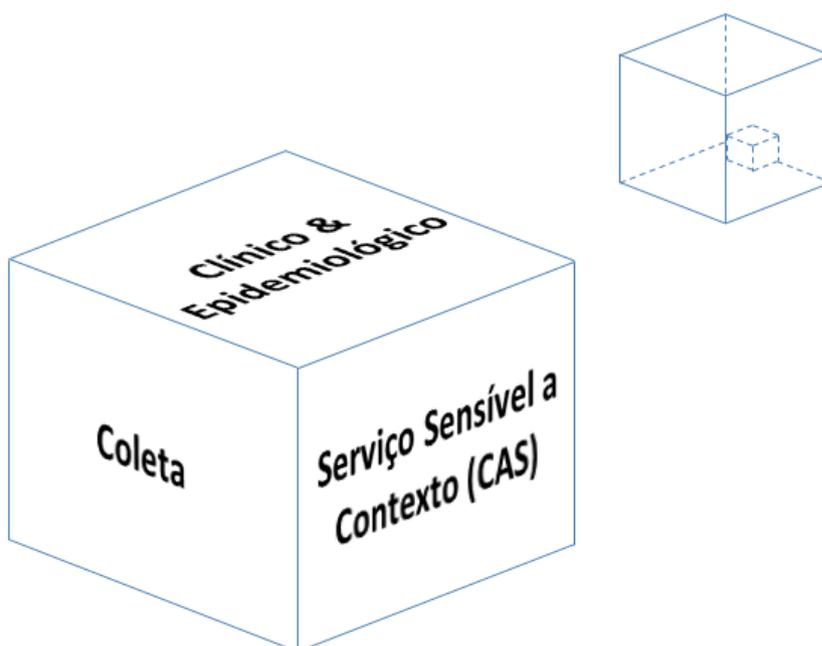
Fonte: Elaborado pelo autor

Dividindo o cubo em sua menor parte, chega-se à transversalidade entre três componentes singulares que, no caso apresentado na Figura 31, seriam o Clínico & Epidemiológico (Plano do Modelo de Saúde), a Coleta (Plano do Modelo de Fluxo de Dados) e o Serviço Sensível a Contexto (Plano do Modelo Tecnológico). Com esse nível máximo de granularidade pode-se observar que, a partir dessa arquitetura, as aplicações poderão ser desenvolvidas com maiores modularidades e especificidades, o que era menos visível com a arquitetura anterior.

Tomando como referência o micro cubo apresentado na Figura 31, é possível citar como exemplo uma aplicação com sensores de saúde coletando (coleta) informações de saúde (clínico & epidemiológico) e criando informações contextuais (Serviço Sensível a Contexto) que então serão usadas no processo decisório do LARIISA.

Importante destacar que, mesmo com a granularidade a que se chegou no microcubo da Figura 31, é necessário que os desenvolvedores de aplicações para o LARIISA tenham preocupação e atenção quanto à integração de todos os microcubos que formam o cubo apresentado na Figura 27. Ou seja, os microcubos possuem funcionamentos especializados, porém fazem parte de um conglomerado de micro cubos que interagem entre si.

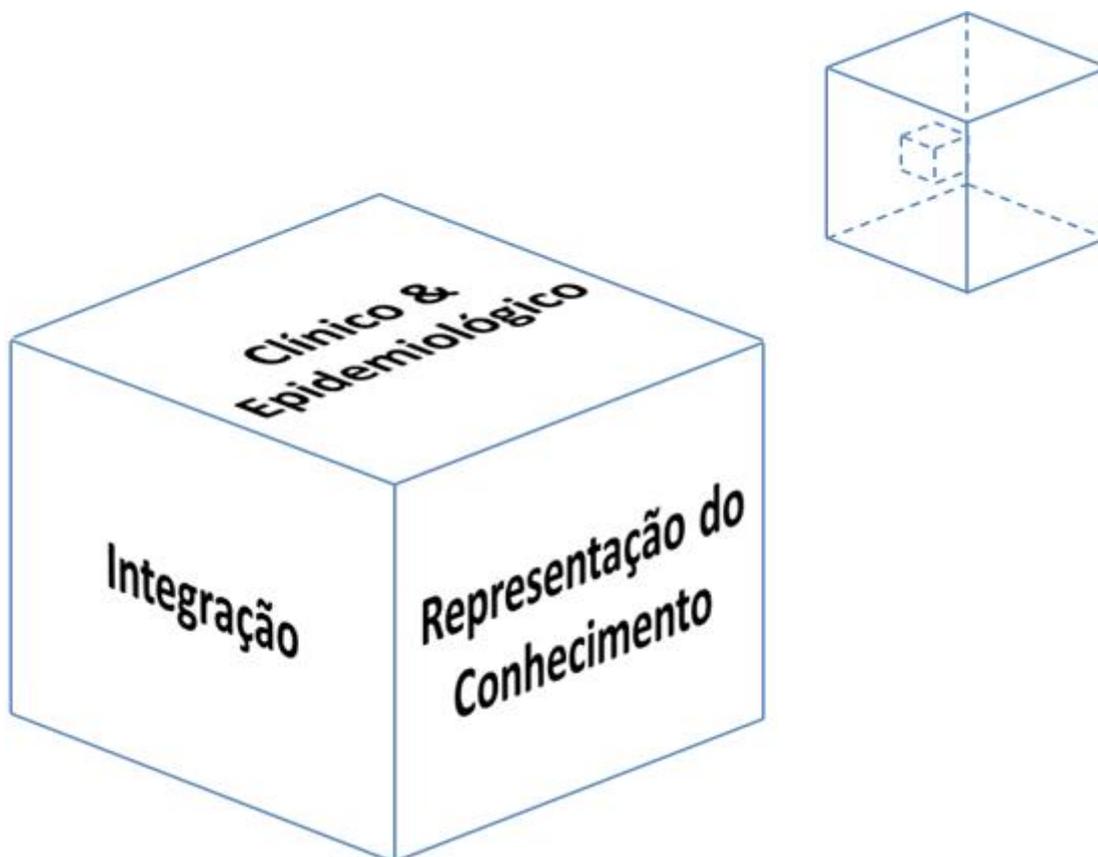
Figura 31 - Menor decomposição do cubo proposto (Next Saúde)



Fonte: Elaborado pelo autor

Na Figura 32, observa-se outro microcubo relacionando os conceitos de Integração, Clínico & Epidemiológico e Representação do Conhecimento. Esta e outras abordagens mais relacionadas aos mecanismos de inferência e representação de conhecimento do LARIISA estão sendo amplamente estudadas e implementadas no projeto GIISA. Mais uma vez fica evidenciada a vertente prática com entregáveis para a sociedade que o LARIISA possui.

Figura 32 - Menor decomposição do cubo proposto (GIISA)



Fonte: Elaborado pelo autor

Como exemplo, podem ser citados dois microcubos que relacionam o conceito de representação do conhecimento (ex: ontologia) no modelo tecnológico, o conceito de clínico & epidemiológico no modelo de saúde, e então um dos microcubos relaciona o conceito de integração no modelo de fluxo de dados e o outro relaciona o conceito de armazenamento no mesmo modelo. Dessa forma, fica evidente que uma aplicação para resolver o problema do microcubo descrito acima, que trabalha na camada de armazenamento do modelo de fluxo de dados, tratará das ontologias em nível de armazenamento, e o outro microcubo que trabalha na

camada de integração do modelo de fluxo de dados tratará da integração das ontologias de domínio presentes em bases externas ao LARIISA.

7.3. INTEGRAÇÃO DE DADOS PARA UM SISTEMA INTELIGENTE DE SAÚDE

Em (SENA, 2015) um trabalho apresentou uma especificação do processo de integração de dados para o LARIISA, o que permitirá à plataforma a criação de uma base de conhecimento mais rica e resultará em realização de inferências mais eficientes, pois a especificação proposta considera dados oriundos de fontes heterogêneas, independentes e distribuídas, como, por exemplo, dados oriundos dos sistemas mantidos pelo Ministério da Saúde, ou por outras esferas do governo. O trabalho também resultou uma arquitetura capaz de guiar o desenvolvimento de aplicações para o LARIISA que considerem a utilização de dados integrados. Os resultados desse trabalho são obtidos através da utilização dos conceitos de dados linkados (*Linked Data*) e ontologias, que se destacam no contexto da Web Semântica.

7.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou a arquitetura de referência proposta para o framework LARIISA. Esta arquitetura em forma tridimensional inaugura uma nova etapa na evolução do projeto a medida que ela objetiva orientar o futuro desenvolvimento das aplicações do LARIISA dentro de uma perspectiva mais metodológica. A expectativa é de que este modelo de referência ajude no desenvolvimento das aplicações ao disponibilizar novas APIs, protocolos comuns, além de outros mecanismos que possam ser compartilhados pelas novas aplicações.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

8.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo evolutivo do projeto LARIISA, desde seu nascimento em 2009, apontam para um viés prático do projeto na direção de grandes ganhos para a sociedade. O projeto tem servido a vários trabalhos de pesquisa e de desenvolvimento, resultando em cerca de uma dezena de dissertações de mestrado, duas propostas de teses de doutorado, duas dezenas de artigos publicados em eventos internacionais e dois projetos financiados por agências de fomento, o GISSA (FINEP) e o NextSAUDE (FUNCAP), que envolvem mais de 10 pesquisadores, 40 desenvolvedores profissionais e dezenas de bolsistas.

Do ponto de vista tecnológico, com a inclusão do conceito de metadados no *framework* LARIISA e aprofundamento dos estudos de geolocalização e suas correlações, foi possível avançar a plataforma para um modelo padronizado de coleta e inserção de dados nas bases de dados do LARIISA. Esses componentes também potencializaram o poder de tomada de decisão das aplicações através de informações contextuais e enriquecidas com geolocalização.

A construção do cenário apresentado na Figura 12 possibilitou a criação de estudos e desenvolvimento de aplicações específicas trazendo assim novas funcionalidades ao *framework*. Através desse mesmo cenário, foi possível observar no capítulo 5 as ligações diretas da arquitetura do GISSA com o cenário proposto em 2013. Dentro do processo de amadurecimento do LARIISA, foi possível observar que a criação e evolução de cenários favorece a visualização de novas aplicações que agreguem funcionalidades para a plataforma.

A evolução do LARIISA na direção de uma arquitetura tridimensional, demonstra a potencialidade do *framework* do projeto. Com a adoção do cubo, fica evidente a interligação de cada conceito do LARIISA no tangente aos modelos funcional, computacional e de saúde do *framework*.

Como já enfatizado, esta arquitetura em forma tridimensional inaugura uma nova etapa na evolução do LARIISA, a medida que ajuda desenvolvimento das aplicações do LARIISA ao disponibilizar novas APIs, protocolos comuns, além de outros mecanismos que possam ser compartilhados pelas novas aplicações.

Conclui-se que com esta nova arquitetura apresentada, ocorrerá uma potencialização no desenvolvimento de aplicações especializadas dentro do sistema LARIISA, uma vez que é possível decompor todos os elementos em micro cubos (Figura 31) permitindo assim a correlação de cada classe de conhecimento dentro do mesmo domínio de saúde

Finalmente, a abordagem que se quer dar ao LARIISA, ao ser construído o cubo, pode também ser pensada de forma semelhante ao que atualmente é operacionalizado pela Apple e outras grandes empresas de smartphones e sistemas operacionais (ex: Microsoft, Google). Essas empresas desenvolveram um sistema operacional e conectores/interfaces padrões cujas especificações estão disponíveis para todos os desenvolvedores que desejem criar novas aplicações para os equipamentos móveis (smartphones). Seguindo no mesmo caminho, a definição do cubo traz ao LARIISA semelhante abordagem, uma vez que aplicações especializadas poderão ser desenvolvidas por terceiros que conheçam apenas a estrutura do cubo proposto e suas interfaces padrões.

8.2. TRABALHOS FUTUROS

Desde sua concepção, o projeto LARIISA está em constante evolução. Como trabalhos futuros, a partir desta dissertação, citam-se alguns exemplos abaixo:

- a) Desenvolver aplicações para o módulo de segurança que objetiva o cumprimento de leis e regulamentos internacionais.
- b) Ampliar os estudos e agregação dos conceitos de *Big Data* e *Internet of Things*, acoplando essas melhorias ao cubo proposto.
- c) Por fim desenvolver mecanismos específicos para aferição dos sensores provedores de contexto.

REFERÊNCIAS

Abowd, G.D., Dey, A.K., Brown, P.J., Davies, N., Smith, M., Steggles, P.: Towards a better understanding of context and context-awareness. In Gellersen, H.W., ed.: HUC. Volume 1707 of Lecture Notes in Computer Science., Springer (1999) 304-307

ALCÂNTARA, T. P. D. A. PAOLA: UMA PLATAFORMA PARA O DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES BASEADAS EM ONTOLOGIAS PARA O PROJETO LARIISA. [s.l.] UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ, 2012.

Alcântara, T. P. A., Gardini, L. M., Andrade, L. O. M., Garcia A. S., Silveira, R., Oliveira, A. M.. Towards an Integrated Development Environment for Building Semantic Context-Aware Applications. The 4th Global Information Infrastructure and Networking Symposium - GIIS 2013 (IEEE) - Trento, Italy.

ANDRADE, L. O. M. DE. Inteligência de Governança para apoio à Tomada de Decisão. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 17, n. 4, p. 829–832, abr. 2012.

ANDRADE, Luiz Odorico Monteiro de e Blake Poland. **Redes Assistenciais, Inteligência Epidemiológica e Inteligência de Gestão para Tomada de Decisão no modelo de gestão e de atenção integral à saúde do Sistema Municipal de Saúde de Fortaleza**. Mimeo, Fortaleza: 2006.

Antunes F. Um Protótipo Sensível Ao Contexto Para A Governança De Sistemas De Saúde Baseado Na Tv Digital Brasileira. Master of Science Thesis on Computer Science at the State University of Ceará (Brazil). 2011.

ANTUNES, F. SISA – Uma aplicação sensível ao contexto para agravos de Dengue : uma prova de conceito do projeto LARIISA. 2011.

Bhargavan, K., Fournet, C., Corin, R., Zalinescu, E.. Verified Cryptographic Implementation for TLS. *ACM Transactions on Information and System Security*, Vol. 15, No. 1, Article 3, Publication date: March 2012

Braga, R. B., Tahir, A., Bertolotto, M., Martin, H.. 2012. Clustering user trajectories to find patterns for social interaction applications. In *Proceedings of the 11th international conference on Web and Wireless Geographical Information Systems (W2GIS'12)*

Braga, R.B., Martin, H.: **Captain: A context-aware system based on personal tracking**. In: *The 17th International Conference on Distributed Multimedia Systems/ DMS 2011, Florence, Italy, KSI (2011)*

Clements, P., Bass, L., Kazman, R.. *Software Architecture in Practice*. Addison-Wesley Professional; 2 edition (2003)

Contandriopoulos A-P, Denis J-L, Touati N, Rodriguez R. Intégration des soins: dimensions et mise-en-oeuvre. *Ruptures* 2001; 8:38-52

DEY, A. K. Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications. [s.l.] Georgia Institute of Technology, 2000.

Falkenberg, P. et al. National eHealth Authority. REFERENCE ARCHITECTURE FOR COLLECTING HEALTH DATA FROM CITIZENS, 2013

FENSEL, D. Ontologies. [s.l.] Springer Berlin Heidelberg, 2001.

GARDINI, L. M. et al. CLARIISA, a context-aware framework based on geolocation for a health care governance system. 2013 IEEE 15th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom 2013), n. Healthcom, p. 334–339, out. 2013.

Gardini, L. M., Teles, G., Ramos, R., Cunha, P. R. F., Andrade, L. O. M., Oliveira, M.. An intelligent classifier framework for enhancing the decision making process on the Clariisa system. International Workshop ADVANCE 2014 – Miami, USA

GRAHAM, I. D. et al. Lost in knowledge translation: time for a map? *The Journal of continuing education in the health professions*, v. 26, n. 1, p. 13–24, jan. 2006.

GRUBER, T. R. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, v. 5, n. 2, p. 199–220, jun. 1993.

Guenther, R., Radebaugh, J.. National Information Standards Organization (2004). Understanding Metadata (PDF). Bethesda, MD: NISO Press. ISBN 1-880124-62-9. Retrieved 2 April 2014.

HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act) Disponível em: <http://www.hhs.gov/ocr/privacy/hipaa/understanding/summary/index.html>. Acesso em: 13 mai. 2015.

Horrocks, I., Sattler, U., Tobies, S... Practical reasoning for very expressive description logics. *Logic Journal of the IGPL*, 8(3):239–264, 2000.

HUNER, K., Otto, B., Oesterle, H.. "Collaborative management of business metadata" *International Journal of Information Management* 31.4 (2011): 366-373.

Jahnke, J. H., Bychkov, Y., Dahlem D., Kawasme, L.. “Implicit, Context-Aware Computing for Health Care”, <http://www.ics.uci.edu/lopes/bspc04documents/Jahnke.pdf>, 2004.

Jahnke, J. H., Bychkov, Y., Dahlem, D., Kawasme, L.. Context-Aware Information Services for Health Care. KI-04 Workshop on Modeling and Retrieval of Context. CEUR Volume 114, ISSN 1613-0073, 2004

Jennings K, Miller K, Materna S. Changing health care. Santa Monica: Knowledge Exchange, 1997

MacKenzie, Ken Laskey, Francis McCabe, Peter F Brown, Rebekah Metz, Booz Allen Hamilton. OASIS - Reference Model for Service Oriented Architecture 1.0. OASIS Standard, 12 October 2006.

Maier, Mark, and Eberhardt Rechtin. The Art of Systems Architecting, 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2000.

Merriam Webster Dictionary. Disponível em <http://www.merriam-webster.com/dictionary/metadata>. Acesso em: 14 mai. 2015.

MICROSOFT 2010. Connected Health Framework Architecture and Design Blueprint (Microsoft). Disponível em: http://download.microsoft.com/download/E/0/B/E0B6D528-51FB-49A7-A003-1C86605D5917/MSInsuranceExchangeDatasheet.pdf?WT.z_evt=ReportsClick. Acesso em: 20 jul 2015.

Oliveira, M. Cunha, P. R. F.. Implementing Home Care Application in Brazilian Digital TV. IEEE GIIS Global Information Infrastructure Symposium. Tunisia, 2009.

OLIVEIRA, M. et al. A context-aware framework for health care governance decision-making systems: A model based on the Brazilian Digital TV. 2010 IEEE International Symposium on “A World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks” (WoWMoM), p. 1–6, jun. 2010.

Oliveira, A. M., Andrade, L. O. M., Antunes, F., Olavo, C., Garcia, A. S., Gardini, L. M.. Applying Ontology and Context Awareness Concepts on Health Management System: A Dengue Crisis Study Case. 6th IADIS - Multi Conference on Computer Science and Informations Systems – Prague, Czech Republic, 2013.

Oliveira, A. M., Andrade, L. O. M., Santos, M., Frota, J. B., Olavo, C., Gardini, L. M.. A Home Care Prototype Based on the Digital TV Brazilian System for a Health Management System. 6th IADIS - Multi Conference on Computer Science and Informations Systems – Prague, Czech Republic, 2013.

Oliveira, A. M., Andrade, L. O. M., Olavo, C., Santos, M., Gardini, L. M., Melo, P. A.. Towards A Cost-Effective Homecare for A Public Health Management System In Brazil. ADVANCE 2013 International Workshop – Valença, BA.

Oliveira, A. M., Andrade, Braga, R., Antunes, F., Santos, M., Gardini, M.. A Context-aware Application for Public Health Scenario based on Ontology and Personal Tracking. SBrT 2013 – Fortaleza, CE.

Oliveira, M., Andrade, L. O. M., Braga, R. B., Antunes, F., Santos, M., Gardini, L. M.. A Context-aware Application for Public Health Scenario based on Ontology and Personal Tracking. 2013

Rodden, T., Cheverst, K., Davies, K., Dix, A.. **Exploiting context in HCI design for mobile systems**, in Workshop on Human Computer Interaction with Mobile Devices. Citeseer, 1998, p. 21–22.

ROUSSEY, C. et al. An Introduction to Ontologies and Ontology Engineering. In: Ontologies in Urban Development Projects. Advanced Information and Knowledge Processing. London: Springer London, 2011. v. 1p. 9–39.

Rozanski. N., Woods, E.. Software Systems Architecture: Working With Stakeholders Using Viewpoints and Perspectives. Addison-Wesley Professional (2005)

SANTOS, I.; TELES, G.; OLIVEIRA, M. Interface do mecanismo de apoio à decisão baseado em redes bayesianas para a plataforma LARIISAVI CONGRESSO TECNOLÓGICO INFOBRASIL TI & TELECOM. Anais...2013

SANTOS, M. E. D. S. DIGA SAÚDE - UMA PROPOSTA DE SISTEMA DE APOIO A SERVIÇOS DE HOME CARE BASEADO NO MODELO BRASILEIRO DE TV DIGITAL. 2011.

SENA, O. S. UM PROCESSO DE INTEGRAÇÃO DE DADOS PARA UM SISTEMA INTELIGENTE DE SAÚDE, 2015.

SMITH, R.. The future of healthcare systems. BMJ, Volume 34. 1997

TELES, G. G. DO A. UM MECANISMO DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO EM AGRAVO DE DENGUE BASEADO EM DADOS PROBABILÍSTICOS. 2013.

Viana, W., Filho, J.B., Gensel, J., Oliver, M.V., Martin, H.: **Photomap-automatic spatiotemporal annotation for mobile photos**. In: W2GIS'07: Proceedings of the 7th international conference on Web and wireless geographical information systems, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag (2007) 187-201.

VIEIRA, R. EMILIA: ESPECIFICAÇÃO DE UM MODELO DE INTERNAÇÃO DOMICILIAR BASEADO NA TV DIGITAL, 2015.