



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ (UECE)
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa (PROPGPq)
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DO CEARÁ (IFCE)
Diretoria de Ensino/Pós-Graduação (DIREN/PG)



MESTRADO PROFISSIONAL EM COMPUTAÇÃO APLICADA - MPCOMP

João Batista Bezerra Frota

**PROPOSTA DE SOLUÇÃO DE INTEGRAÇÃO DE
PROVEDORES DE CONTEXTO AO SISTEMA LARIISA**

Fortaleza – CE

Abril de 2011

João Batista Bezerra Frota

**PROPOSTA DE SOLUÇÃO DE INTEGRAÇÃO DE
PROVEDORES DE CONTEXTO AO SISTEMA LARIISA**

Dissertação apresentada ao 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 obtenção do título de Mestre em Computação Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Mauro Barbosa de Oliveira

Fortaleza – CE
Abril de 2011

Frota, João Batista Bezerra, 1967

Proposta de solução de integração de provedores de contexto ao Sistema LARRISA. [Fortaleza]

,80p., 29,7 cm (UECE/IFCE, M. Sc., Computação Aplicada, 2011)

Dissertação, Universidade Estadual do Ceará / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, MPCOMP.

I – Redes de Computadores, II – E-Health, III – Integração de Sistemas.

I – MPCOMP/UECE-IFCE

Título do trabalho: Proposta de solução de Integração de Provedores de Contexto ao Sistema LARIISA.

Autor: João Batista Bezerra Frota

Dissertação defendida e aprovada em ___/___/___ **Conceito obtido:** _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Mauro Barbosa de Oliveira (UECE/IFCE)

Orientador

Prof. Dr. Luis Odorico M. Andrade (UFC)

1º Membro Externo

Prof. Dr. Antônio Barros Serra (IFCE)

2º Membro Externo

Agradecimentos

Agradeço a Deus por toda força que me deu para superar as dificuldades e concluir este trabalho, pela saúde que me presenteia e pela família amada com que me abençoou.

Ao professor Mauro Oliveira pela honestidade e por acreditar na minha capacidade e na minha sincera vontade de querer alcançar meus objetivos.

Ao professor Ricardo Taveira que me indicou o caminho das pedras para o desenvolvimento deste trabalho.

À professora Verônica Pimentel por sua insistência em me ajudar, por sua disponibilidade, atenção e dedicação que me trouxeram até aqui.

Aos meus pais pela ajuda, incentivo e amor de toda uma vida.

À minha amada e dedicada esposa Tatiane que, com sua paciência e doçura, esteve ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus filhos Gabriela, Isabele, Rafaela e João Pedro que me impelem a lutar por um futuro de amor, dignidade e conquistas para todos.

Sumário

Lista de Tabelas	viii
Lista de Figuras	ix
Lista de Abreviaturas	x
Resumo	xi
Abstract.....	xii
1. Introdução.....	1
1.1 Motivação.....	3
1.2 Objetivos.....	4
1.3 Organização desse trabalho.....	5
2. Estado da Arte do LARIISA.....	6
2.1 Objetivo do LARIISA.....	6
2.2 Modelo Orientado a Contexto do LARIISA.....	9
2.3 Arquitetura do LARIISA.....	15
2.4 O Projeto Piloto.....	19
2.5 Impactos do LARIISA.....	22
2.6 O LARIISA como ferramenta para o desenvolvimento do Estado do Ceará.....	22
3. Estado da Arte – Organismos e Padrões em eHealth.....	24
3.1 Organismos e Normas oficiais relacionados com eHealth.....	24
3.2 Organismos e normas específicas relacionadas com eHealth.....	27
3.3 Considerações Finais.....	29
4. Integração de Sistemas.....	30
4.1 Desafios da Integração de Sistemas.....	30
4.2 Critérios para a Integração de Sistemas.....	31
4.3 Tecnologias de Integração de Sistemas.....	32

4.4	Conceitos Básicos de Sistema de Mensagem (Messaging)	33
4.5	Interfaceando Aplicativos ao Sistema de Mensagens.	35
4.6	Sistemas de Mensagens Comerciais.	36
4.7	Trabalhos Relacionados.	37
5.	LISA – LARIISA INTEGRATION SYSTEM ARCHITECTURE	39
5.1	Requisitos da LISA	39
5.2	Avaliação dos Modelos de Integração Aplicados ao LARIISA	40
5.3	Arquitetura do LARIISA acrescida da LISA	41
5.4	Camadas da Arquitetura.....	42
5.5	Arquitetura geral da LISA	46
6.	Protótipo Implementado.....	48
6.1	O Projeto Piloto do LARIISA.....	48
6.2	Arquitetura de Integração do LISA-MCP ao Projeto Piloto	49
6.3	Aspectos de implementação do LISA-MCP.....	51
6.4	Cenário de Aplicação	57
7.	Conclusões.....	61
7.1	Contribuições	62
7.2	Trabalhos futuros.....	63
8.	Referências Bibliográficas	64

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Fichas do SIAB	50
---------------------------------	----

Lista de Figuras

Figura 1 – Cinturão Digital.....	3
Figura 2 – Contexto de Saúde Local	10
Figura 3 – Contexto de Saúde Global.....	11
Figura 4 – Diagrama de Blocos do LARIISA.....	16
Figura 5 – Integração por transferência de arquivo.	32
Figura 6 – Integração por compartilhamento de banco de dados.....	32
Figura 7 – Integração por chamada de procedimento remoto.	33
Figura 8 – Integração por canal de mensagens.....	33
Figura 9 – Envio de mensagem através do canal.....	35
Figura 10 – Diagrama de Blocos do LARIISA acrescido da LISA.....	42
Figura 11 – Interligação de aplicativos específicos do LARIISA.....	44
Figura 12 – Interligação de aplicativos em Plataforma Embedded	44
Figura 13 – Interligação de Aplicativos em Plataforma Fechada ao LARIISA.....	45
Figura 14 – Interligação dos canais no Contexto Agregador do LARIISA.....	46
Figura 15 – Arquitetura da LISA	47
Figura 16 – Fluxo de dados ao Banco de dados do LARIISA.....	50
Figura 17 – Diagrama de Classe do LISA-MCP	52
Figura 19 – Tela de Abertura do LISA-MCP e seus submenus.	54
Figura 20 – Tela <i>Cadastro da Família</i> e seus submenus.....	55
Figura 21 – A Tela de Moradia e Saneamento e seus submenus.	56
Figura 22 – Tela de Outras informações e seus submenus.....	57
Figura 23 – Cenário do LARIISA acrescido do LISA e LISA-MCP.....	58

Lista de Abreviaturas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BDT	Telecommunication Development Bureau
CAS	Context-aware Service
CEN	European Committee for Standardization
CFL	Componentes Framework LARIISA
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
ECA	Event Condition Action.
ESB	Enterprise Serial Bus
ICT	Information and Communication Technologies.
ITU	International Telecommunication Union.
ISO	International Organization for Standardization
HL7	Health Level Seven
KTA	Knowledge To Action.
LARA	Laboratório de Redes de Computadores & Inteligência Artificial
LARIISA	Laboratório de Redes Inteligentes e Integradas de Saúde Aplicada ao Projeto Cinturão Digital
LISA	Lariisa Integration System Architecture
LISA-MCP	LISA Mobile Context Provider
OWL	Web Ontology Language
RPC	Remote Procedure Call
SIAB	Sistema de Informação da Atenção Básica
SiSAAGES	Sistema Sensível-ao-Contexto de Apoio a Agentes de Saúde Baseado no Modelo Brasileiro de TVD
SOA	Service Oriented Architecture
SUS	Sistema Único de Saúde
W3C	World Wide Web Consortium
WTDC	World Telecommunication Development Conference

Resumo

Este trabalho apresenta uma proposta para o ambiente de integração de provedores de contexto heterogêneos ao Projeto LARIISA – um modelo que faz uso de sistemas inteligentes para a tomada de decisão de governança voltados à saúde pública. Os provedores de contexto, formados por decodificadores da TV digital brasileira, equipamentos de sensoriamento ambientais e biométricos e dispositivos móveis, fornecem ao LARIISA informações extraídas da comunidade que permitirão a implementação de ontologias para tomada de decisão de governança tanto no modelo de contexto de saúde global quanto no modelo de contexto de saúde local do LARIISA. Esta dissertação apresenta a LISA – LARIISA Integration System Architecture, arquitetura de integração de provedores de contexto heterogêneos ao LARIISA de forma a permitir sua expansibilidade, flexibilidade e facilidade de retirada/inclusão de provedores de contextos mesmo que não tenham sido especificamente preparados para interfaceamento ao modelo. É implementado um protótipo de provedor de contexto em dispositivo móvel, para a coleta de informações sociais, espaciais e de saúde como contribuição ao piloto do LARIISA e ser desenvolvido na cidade de Tauá.

Abstract

This work presents a proposal of an Integration Environment between Context Providers and the LARIISA – an intelligent decision-making model for public health systems. Context providers is based on set top box using GINGA, middleware developed for the Brazilian Digital TV, embedded systems, for collecting biometrics and environmental context, and mobile equipment, for collecting social and economics context from the community. This information is used on ontologies for decision making on LARIISA Local and Global Model contexts. This work presents LISA (LARIISA Integration System Architecture) to provide expansibility, flexibility and versatility to include/exclude context providers even if this was not originally prepared to interface with the model. A context provider prototype is implemented on a mobile device to collect social, economic and spatial context as a contribution to LARIISA pilot project to be implemented in the city of Tauá.

1. Introdução

A gestão de saúde pública, nos níveis federal, estadual e municipal, carece de mecanismos eficientes de monitoramento que permitam aos gestores a atuação quando do aparecimento de endemias (dengue, viroses, etc) ou para uso mais eficiente de modelos pró-ativos de saúde como o Programa de Saúde da Família (Ministério da Saúde, 2010).

O desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação, aliado a sua aplicação na área de saúde, tem se tornado um fator de transformação nas condições de saúde em ambientes urbanos e rurais. O desenvolvimento de aplicações e serviços na área de saúde, através das ICTs (Information and Communication Technologies), tem crescido em quantidade e resultados desde o primeiro World Telecommunication Development Conference (WTDC), em 1994. Em 2005, o World Health Assembly recomendou e-health como uma forma eficiente de utilizar ICTs, em aplicações de saúde, e sugeriu aos países membros a criação de planos de desenvolver e implementar aplicações de e-health (eHealth Master Plan). (ITU, 2008)

A utilização de dispositivos móveis, sua disseminação na população e sua aplicação em e-health demandaram uma nova área de pesquisa e desenvolvimento

chamada m-health, que trata da aplicação desses dispositivos (telefones celulares, PDAs, Smartphones, dispositivos de monitoramento biomédico, ambientais, etc) em aplicações voltadas à saúde tendo o ITU criado grupo de estudo para tratar desse tema, em 2006. (ITU, 2010)

O interesse por m-health é facilitado por alguns fatores:

- Plataformas baratas, estruturas de comunicação disponíveis e com processadores com performance cada vez melhor.
- Consolidação na população da disseminação e confiança na tecnologia de comunicação celular.
- Consolidação de dispositivos móveis como padrão de videoconferência, comunicação, etc.
- Necessidade urgente de melhorar o atendimento médico com menor acréscimo nos gastos com saúde.
- Necessidade de garantir serviço médico de qualidade para a população independente de sua localização geográfica e mobilidade.

A implantação do Cinturão Digital (ETICE, 2010), estrutura de 4 mil Km de fibra óptica no Estado do Ceará, motivou o Projeto LARA (Oliveira, 2009), que visa promover o desenvolvimento socioeconômico do estado através da utilização de tecnologias inovadoras a serem utilizadas no Cinturão. Dentre as tecnologias destacam-se o WiMax e o Context Awareness para a criação de ambientes ubíquos e adaptáveis ao perfil dos usuários na perspectiva da futura tecnologia 4G de ambientes de telecomunicações.

O projeto RIISO (Andrade, 2009) é um sistema de inteligência de governança, para tomada de decisão em sistemas integrados de saúde, com base nos pressupostos: inteligência de gestão do conhecimento, inteligência normativa, inteligência epidemiológica, inteligência técnica administrativa e inteligência de gestão compartilhada.

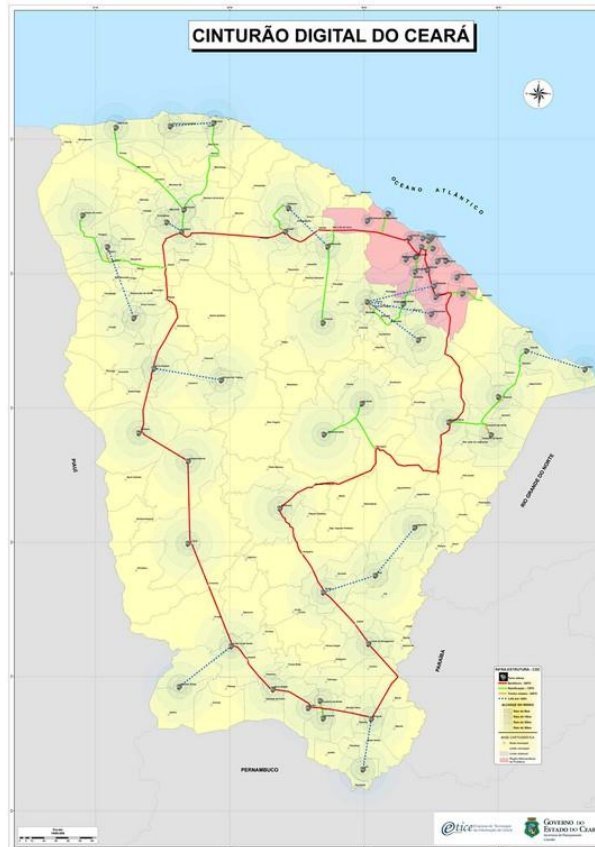


Figura 1 – Cinturão Digital

O Projeto LARIISA (Laboratório de Redes Inteligentes e Integradas de Saúde Aplicada ao Projeto Cinturão Digital) (Oliveira, et al., 2010) tem o objetivo de unir esforços para conceber, implementar e adaptar ao Cinturão Digital um sistema de saúde pública para tomada de decisão, baseado nos cinco pressupostos do RIISO, suportado por novas tecnologias de comunicação com o conceito de adaptação de contexto (context awareness concept). LARIISA é uma aplicação e-health com vistas a melhorar as condições de saúde, notadamente de cidades afastadas dos grandes centros urbanos. Por outro lado, o estudo e o desenvolvimento de provedores de contexto estão inserido nos temas de interesse de m-health.

1.1 Motivação

A coleta de dados ambientais (temperatura, umidade, pluviometria, etc) socioeconômicos (escolaridade, renda, fotografias, etc) e biomédicos (pressão, temperatura, glicemia, peso, altura, etc) necessitam de outros tipos de provedores de contexto que, aliado ao settop box, efetuem a coleta de informações e seu envio, através do Cinturão Digital ou de outro meio de comunicação, para armazenamento

no banco de dados e extração de informações gerenciais que subsidiem os gestores quanto à atuação de maneira eficiente na população.

Provedores de contexto podem ser aplicações desenvolvidas para o LARIISA ou implementadas a partir de uma aplicação com protocolo aberto ou proprietário. As aplicações podem ser executadas em plataformas distintas, distribuídas geograficamente. Algumas aplicações podem ser realizadas no mesmo ambiente físico do LARIISA e outras, por serem proprietárias, podem ser de difícil integração.

è preciso acrescentar à arquitetura LARIISA um modelo de integração de sistemas que permita a obtenção de contexto de plataformas heterogêneas de forma a se conseguir uma estrutura que permita a recepção dos contextos, independente da plataforma, com menores custos financeiros e operacionais e melhores performances possíveis.

O Projeto Piloto do LARIISA prevê inicialmente a utilização do settop box com o GINGA (Soares, et al., 2006), middleware do Sistema Brasileiro de TV Digital, como provedor de contexto e interatividade com o usuário. A prototipação de provedor de contexto utilizando dispositivos móveis agrega ao piloto uma ferramenta de interatividade com agentes de saúde além de acrescentar informações espaciais, temporais e sociais que poderão ser utilizadas no desenvolvimento de diversas aplicações baseadas em contexto.

1.2 Objetivos

Esta dissertação se propõe a especificar a arquitetura de integração entre o LARIISA e provedores de contexto heterogêneos e prototipar um provedor de contexto baseado em dispositivo móvel para o download de informações socioeconômicas, espaciais e temporais para o Framework do LARIISA para uso no projeto piloto de Tauá.

Assim, os objetivos específicos deste trabalho são:

- Escolher a arquitetura de integração a ser utilizada no LARIISA.
- Definir a estratégia de integração dos diversos tipos de provedores de contexto ao LARIISA framework.

- Especificar a LISA, LARIISA Integration System Architecture, estrutura de integração entre os provedores de contexto e o LARIISA framework.
- Prototipar provedor de contexto baseado em dispositivos móveis para uso no projeto piloto em Tauá.

1.3 Organização desse trabalho

As demais seções deste trabalho são organizadas da seguinte forma. O Capítulo 2 apresenta o LARIISA, seus objetivos e módulos para o desenvolvimento de aplicações baseadas em contexto para a saúde. O Capítulo 3 mostra os organismos, normas, protocolos e padrões existentes relacionados com ehealth que estão sendo adotados em outros países. O Capítulo 4 expõe as plataformas de integração existentes e detalha a estrutura de integração a ser utilizada no LARIISA. O Capítulo 5 traz a LISA e indica as soluções de integração a serem utilizadas para cada tipo de provedor de contexto. O Capítulo 6 aborda o protótipo do provedor de contexto desenvolvido, baseado em dispositivos móveis, a ser usado no projeto piloto do LARIISA. Por fim, o Capítulo 7 relata as conclusões da dissertação além de sugerir trabalhos futuros sobre o tema em questão.

2. Estado da Arte do LARIISA

Este capítulo apresenta o LARIISA, uma arquitetura orientada a contexto para um sistema de tomada de decisão em saúde pública. Ele utiliza o settop box do Sistema Brasileiro de TV Digital, dispositivos móveis e sistemas embedded para provimento de contexto e o Cinturão Digital como estrutura de comunicação. A Plataforma 'context aware' do LARIISA será capaz de fornecer inteligência de governança na tomada de decisão a partir dos cinco domínios na área de Gestão em Saúde: sistêmico, normativo, funcional, clínico e de cuidados, para a Rede de Atenção Básica, integrando sistemas de informação em saúde, no âmbito do Sistema Único de Saúde – SUS. O LARIISA conectará informações coletadas/enviadas às famílias com as aplicações de saúde, via mecanismos de inferência.

2.1 Objetivo do LARIISA

O LARIISA objetiva a pesquisa e o desenvolvimento de uma plataforma capaz de fornecer inteligência de governança na tomada de decisão na saúde a partir de

informações coletadas/enviadas prioritariamente nas residências, em todo o Estado do Ceará, tratadas por mecanismos eficientes de gestão do conhecimento.

Para tanto, o LARIISA fará uso do set-top-box das TVs digitais, de dispositivos móveis e de sistemas dedicados para a captura da informação em tempo real nas residências e de sistemas inteligentes para, a partir das informações coletadas/enviadas, inferir às aplicações de saúde elementos à tomada de decisão em diversos níveis da gestão. A infraestrutura de comunicação do LARIISA será o Cinturão Digital além de outras formas de comunicação disponíveis, tais como links WiMax, WiFi e GPRS, que conectarão todos os atores do sistema.

Caracterizada pela informação em tempo real e sistemas de inferência baseada em um modelo de ontologias, a plataforma será orientada a contexto o que confere às aplicações maior adaptabilidade da tomada de decisão à realidade em questão, no caso, a área da saúde.

Para este objetivo, deverão ser alcançadas as seguintes metas:

- Hardware e software embarcado: especificação e implementação de provedores de contexto sociais, econômicos, ambientais e biométricos em plataformas móveis e dedicadas e no settop box.
- Engenharia de Software: modelagem e desenvolvimento de um sistema integrado inteligente para gestão da atenção básica da saúde da família em plataforma baseada em serviços (SOA), além da garantia da observância às normas da Sociedade Brasileira de Informática na Saúde e da Segurança da Informação nos seus aspectos transacionais.
- Gestão do Conhecimento: Desenvolvimento de plataforma que integre a base de dados (dados sociais, econômicos, ambientais e biométricos) à base de conhecimento para suporte aos containeres (serviços orientados a contexto) das aplicações de tomada de decisão.
- Aplicações na área de saúde: Desenvolvimento de aplicações inteligentes para apoio à tomada de decisão, análise e criação de ontologias, no campo da epidemiologia e da clínica, na área da saúde materno-infantil, análise da viabilidade socioeconômica para verificação da efetividade,, relacionada à redução do tempo de

resposta na tomada de decisão, baseada em informações de tempo real e do aumento da qualidade de informação, levando em consideração a aceitabilidade do usuário.

- Conteúdo interativo: Desenvolvimento de conteúdos de TV Digital a serem encaminhados ao usuário.

Ao final, um protótipo deverá integrar as metas acima, tendo o seguinte cenário que envolve o agente de saúde como prova de conceito do LARIISA:

“Informações de contexto serão captadas por smartphones em poder dos integrantes do sistema (agentes de saúde, fiscais, auditores ou outro indivíduo envolvido com a problemática da saúde), por dispositivos biométricos de coleta de dados de pacientes ou através de programa interativo na área de saúde pública que será transmitido em broadcast pela TV Ceará, onde os usuários captarão esses programas em seus set-top-boxes (residências) e interagirão com esse programa recebendo/provendo informações. As informações de contexto serão enviadas, via Cinturão Digital, GPRS, Wimax e outros meios de comunicação disponíveis, aos módulos de inteligência do LARIISA (mecanismos de inferência, ontologias, bancos de dados, etc.). Esses módulos produzirão resultados que alimentarão tanto os serviços orientados ao contexto dos integrantes do sistema (localização, disponibilidade, perfil profissional, prioridade, etc.) como as aplicações de saúde que proverão as salas de situação dos gestores (governador, prefeitos, hospitais, postos de saúde, etc.) com prognósticos, sugestões, prioridades.”

Em consequência, espera-se nesse cenário, respectivamente, que as agendas dos agentes de saúde sejam escalonadas dinamicamente (adaptadas ao contexto) e que os gestores de saúde tenham em mão elementos realísticos para tomar decisões mais adequadas à realidade, tanto no aspecto temporal quanto qualitativo e quantitativo.

2.2 Modelo Orientado a Contexto do LARIISA

Com base na definição de contexto de Dey (Dey, et al., 2001), o contexto de saúde pode ser descrito como qualquer informação que pode ser usada para caracterizar a situação de uma entidade em um sistema de saúde. Uma entidade é um membro da família, agente de saúde, gestor de saúde, etc, que é considerado relevante para as interações entre um usuário e um sistema de saúde, a fim de tomar decisões.

É necessário definir um modelo formal de contexto saúde, para facilitar sua representação, seu compartilhamento e sua interoperabilidade semântica no sistema de governança da saúde. Foram definidas duas ontologias OWL-DL (W3C, 2010) para modelagem de informações de âmbito local e global da saúde, respectivamente. Contexto de saúde local (CxtSL) (Figura 2) descreve a situação de qualquer entidade que interage com o sistema de governança, tais como usuários finais (pacientes), os gestores de saúde, agentes de saúde, etc.

Esta informação é usada para definir regras de decisão local decorrentes de informações de contexto de saúde global. Assim, Contexto de Saúde Global (CxtSG) (Figura 3) descreve a informação de alto nível, proveniente de contexto de saúde local que é usado para a tomada de decisões de governança da saúde. Por exemplo, ele descreve o número de casos de dengue confirmados em uma região (bairro, cidade, comunidade, etc.), durante um determinado período de tempo (um dia, uma semana, etc.). Na verdade, essas informações podem ser vistas como indicadores globais utilizados para melhorar as decisões de governança.

Com base na “*Context top Ontology*,” proposta em (Viana, et al., 2007), classificam-se as informações de contexto local e global da saúde de acordo com cinco dimensões:

- Espacial: qualquer informação que caracteriza a situação do espaço (por exemplo, localização, local, coordenadas GPS).
- Temporal: todas as informações que caracterizam a situação de dimensão de tempo (por exemplo, intervalo, período do dia, mês, ano, dia, estação).

- Espacial-temporal: todas as informações que caracterizam a situação que é dependente tanto da dimensão espacial como da temporal, ou seja, condições climáticas, temperatura, ruído, luminosidade.
- Social: todas as informações que caracterizam a situação das relações sociais.
- Computacional: as informações que descrevem a situação das características computacionais (por exemplo, as capacidades do dispositivo do usuário).

Acrescentam-se a estas dimensões as informações de contexto do ponto de vista da saúde (por exemplo, a frequência cardíaca, pulso, blood_pressure).

Foi utilizado GeoRSS (GeoRSS, 2010), conceito para descrever as coordenadas GPS e relações geométricas espaciais, e OWL-Time (W3C, 2010) para expressar o conteúdo temporal. A partir do conceito de contexto descrito, foram definidas duas subclasses, Global_Health_Context e Local_Health_Context, que juntas formam o contexto geral.

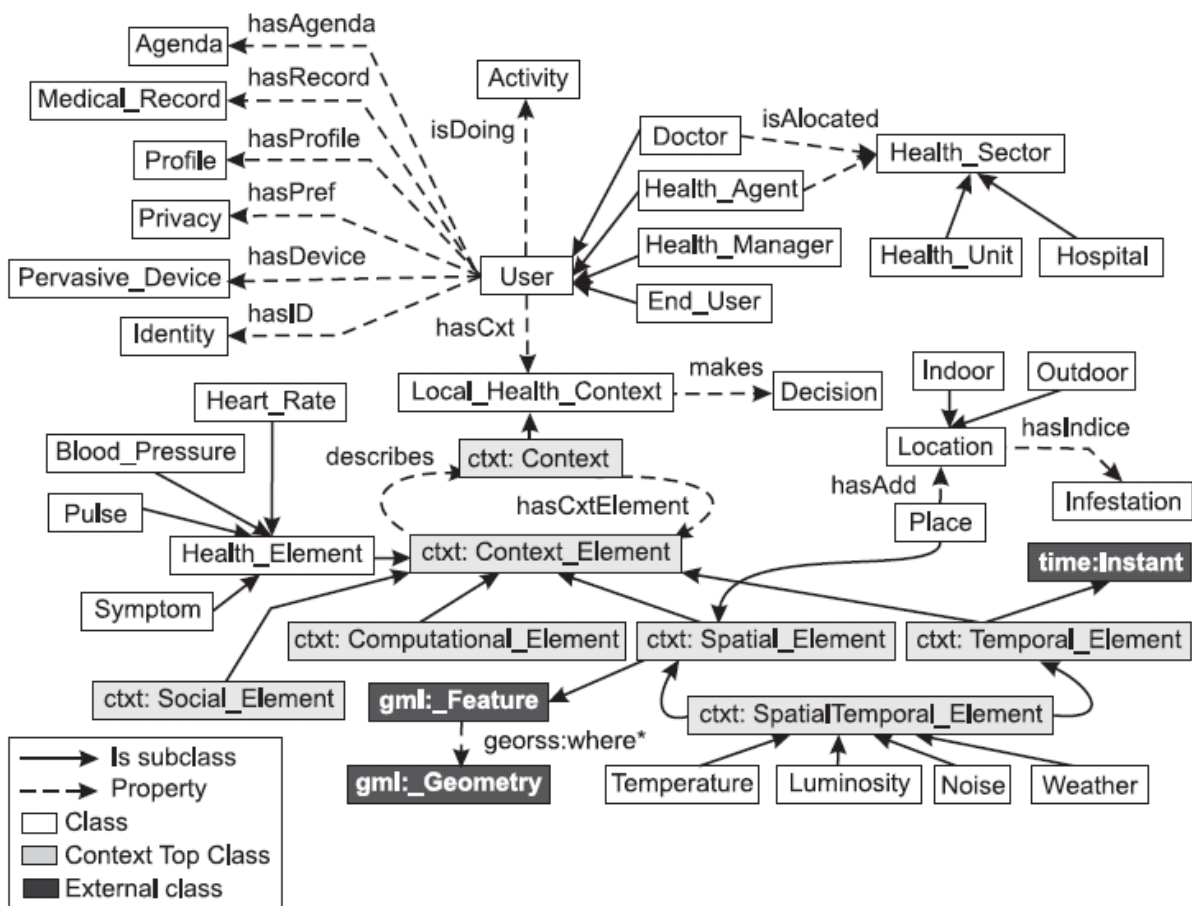


Figura 2 – Contexto de Saúde Local

Estes conceitos capturam do contexto todas as informações que caracterizam a situação que é relevante para melhorar as decisões de governança com os cuidados da saúde, ou seja, ele pode ser usado para definir regras de decisão local e global da saúde.

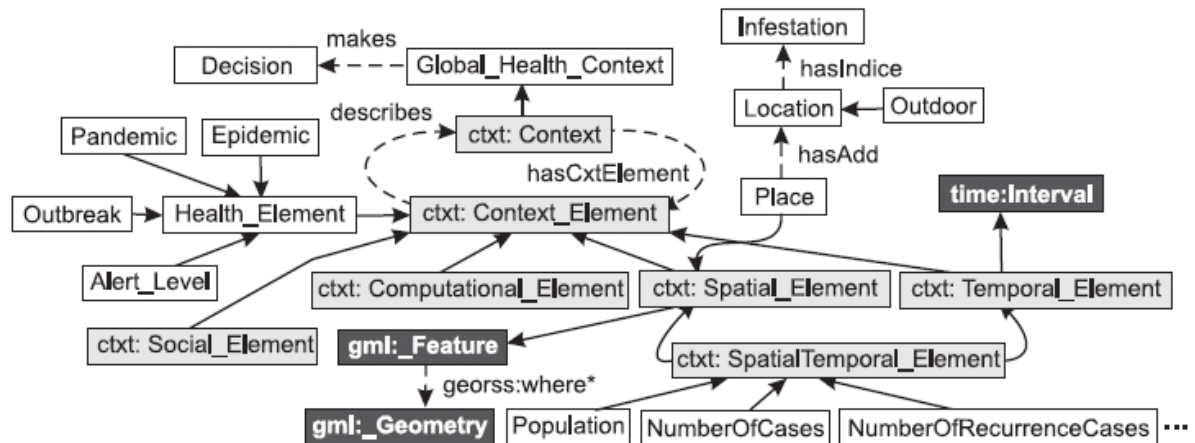


Figura 3 – Contexto de Saúde Global

Usa-se como base o modelo ECA (*Event-Condition-Action*) (Bailey, et al., 2002) para descrever regras de decisão global e local, que se traduzem em regras SRWL (W3C, 2010). *Event* representa a identificação das mudanças do contexto, *Condition* descreve um conjunto de restrições de contexto válido, e *Action* descreve a decisão.

LARIISA está sendo especificado para atuação nos campos de governança proposto em (Andrade, 2009). A seguir, definem-se os campos e apresentam-se os exemplos de utilização de modelos de contexto de saúde local (CxtSL) e global (CxtSG) para a solução de problemas de governança específicos:

- **Gestão do Conhecimento:** Compreende as estratégias e práticas utilizadas por organizações para identificar, criar e representar experiências de cuidados de saúde. Estas práticas/estratégias são utilizadas para a manutenção / transferência de experiências, por meio de pesquisa formal e processos empíricos, e outras formas de geração de novos conhecimentos e melhorias.

Exemplo de decisão de governança: Criar um Emergency Room (ER) para o manejo clínico de casos graves (ER-SC).

Exemplo de regra de decisão global:

IF ((numberOfDengueRecurrenceCases(region Y, period Z) > X) **THEN** {Alert: to create an ER in the region Y}

Regra SWRL equivalente:

Global_Health_Context(?ghc) ^ Location(?Y) ^ time:Interval(?Z)

^ hasContextElement(?ghc, ?Y)

^ hasContextElement(?ghc, ?Z)

^ NumberOfRecurrenceCases(?W) ^ hasContextElement(?ghc, ?W)

^ swrlb:greaterThan(?W, X)

_ MakingDecision(?ghc, "Alert: to create an ER in the region Y")

Exemplo de uma regra de decisão local:

IF ((the patient has contracted Dengue more than once) **AND** (she lives in an area of high infestation indices) **AND** (she has symptoms A,B,C)) **THEN** {the patient must consult the ER-SC about this case}

Regra SWRL equivalente:

End_User(?patient) ^ Local_Health_Context(?lhc) ^ Location(?region)

^ Infestation(?deng) ^ Symptom(?A) ^ Symptom(?B) ^ Symptom(?C)

^ Medical_Record(?dengue)

^ hasContext (?patient, ?lhc)

^ hasRecord(?patient, ?dengue)

^ swrlb:greaterThan(?dengue, 1)

^ hasContextElement(?patient, ?region)

^ hasIndice(?region, ?infestation)

^ hasContextElement(?patient, ?A) ^ hasContextElement(?patient, ?B)

`^hasContextElement(?patient,?C)`

`_ MakingDecision(?lhc,"Alert: the patient must consult the ER-SC about this case")`

Executando estas regras, é possível reduzir os índices de mortalidade causada por dengue.

- **Sistêmica Normativa:** Refere-se à participação de funcionários públicos e gestores de saúde para a utilização e elaboração de leis, a fim de gerar padrões de consistência, de concretude e de segurança dos sistemas de saúde.

Exemplo de decisão de governança: Avaliar o valor e aplicação de sanções previstas na Lei X.

Exemplo de regra de decisão local:

IF ((the waste deposit of an establishment did not obey the law) **AND** (it is a recidivist)) **THEN** {Alert: to apply the fine and close the establishment}

Executando estas regras, é possível otimizar a atuação dos fiscais e inspetores com vistas a atuar em tempo real para reduzir irregularidades sanitárias de estabelecimentos comerciais.

- **Clínica e Epidemiológica:** O que garante o conhecimento dos processos de saúde-doença, a partir do conceito de que saúde é determinada por fatores biológicos, sociais, econômicos, genéticos e fatores de estilo de vida, influenciando o serviço dos sistemas de cuidados de saúde.

Exemplo de decisão de governança: Implantação do processo de hidratação venosa nas unidades de saúde dos distritos.

Exemplo de regra global:

IF ((there are cases of disease re-infection in the districts) **AND** (there are indicators of epidemic disease)) **THEN** {Alert: to create in the health unit a new intravenous hydration procedure and classify that district in red alert}

Regra SWRL equivalente:

Global_Health_Context(?ghc) ^ Location(?district) ^ time:Interval(?inter)

^ Epidemic(?dengue)

^ hasContextElement(?ghc, ?district)

^ hasContextElement(?ghc, ?inter)

^ NumberOfRecurrenceCases(?cases) ^ hasContextElement(?ghc, ?cases)

^ swrlb:greaterThan(?cases, 0)

^ hasContextElement(?ghc, ?dengue)

_ MakingDecision(?ghc, " to create in the health unit a new intravenous hydration procedure")

Alert_Level(?red) ^ hasContextElement(?ghc, ?red)

A atuação do sistema prova a melhoria da gestão de casos graves em hospitais, transferindo o fluxo de atendimento para as unidades de saúde.

- Administrativo: Refere-se ao ato de dirigir os profissionais para a realização de um objetivo determinado e da responsabilidade da manutenção / supervisão das entidades relacionadas com esse objetivo.

Exemplo de decisão de governança: Alocação de profissionais treinados para pontos críticos e a definição das áreas de treinamento a serem priorizadas.

Exemplo de uma Regra Global:

IF (the global quantity X of trained professionals) $<$ (amount of trained professional in the hospitals and health units) **THEN** {Alert: request M new employees and train N professionals in X, Y, Z skills}

Regra SWRL equivalente:

Local_Health_Context(?lhc) ^ User(?professional)

^ hasContext(?professional, ?lhc)

^ (< X Health_Unit)(?professional)

^ (< X Hospital)(?professional)

_ MakingDecision(?ghc,"Alert: request *M* new employees and train *N* professionals in *X*, *Y*, *Z* skills")

O sistema indica a necessidade de contratação de profissionais para os setores deficitários e a necessidade de treinamento de profissionais com características profissionais específicas.

- **Gestão Compartilhada:** Refere-se à capacidade de compartilhar saberes em sistemas de saúde, fornecendo visões de gestão global dos processos internos, as competências do governo, as experiências da sociedade e suas instituições representativas, manter um relacionamento harmônico com os outros estados federados e entidades internacionais.

Exemplo de decisão de governança: Mobilização da sociedade civil e de organizações de saúde para a criação de uma comissão especial de monitoramento.

Exemplo de Regra Global:

IF ((the building is in construction for more than *X* months) **AND** (it is located in an area where the disease infestation > 50%)) **THEN** {this building is being included in the "red list" for monitoring by the Special Committee}

A regra sugerida permite o envolvimento da sociedade civil no acompanhamento / monitoramento de ações voltadas ao combate a endemias, com a conseqüente redução dos índices de infestação de doenças como a dengue.

2.3 Arquitetura do LARIISA

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, da inteligência artificial.

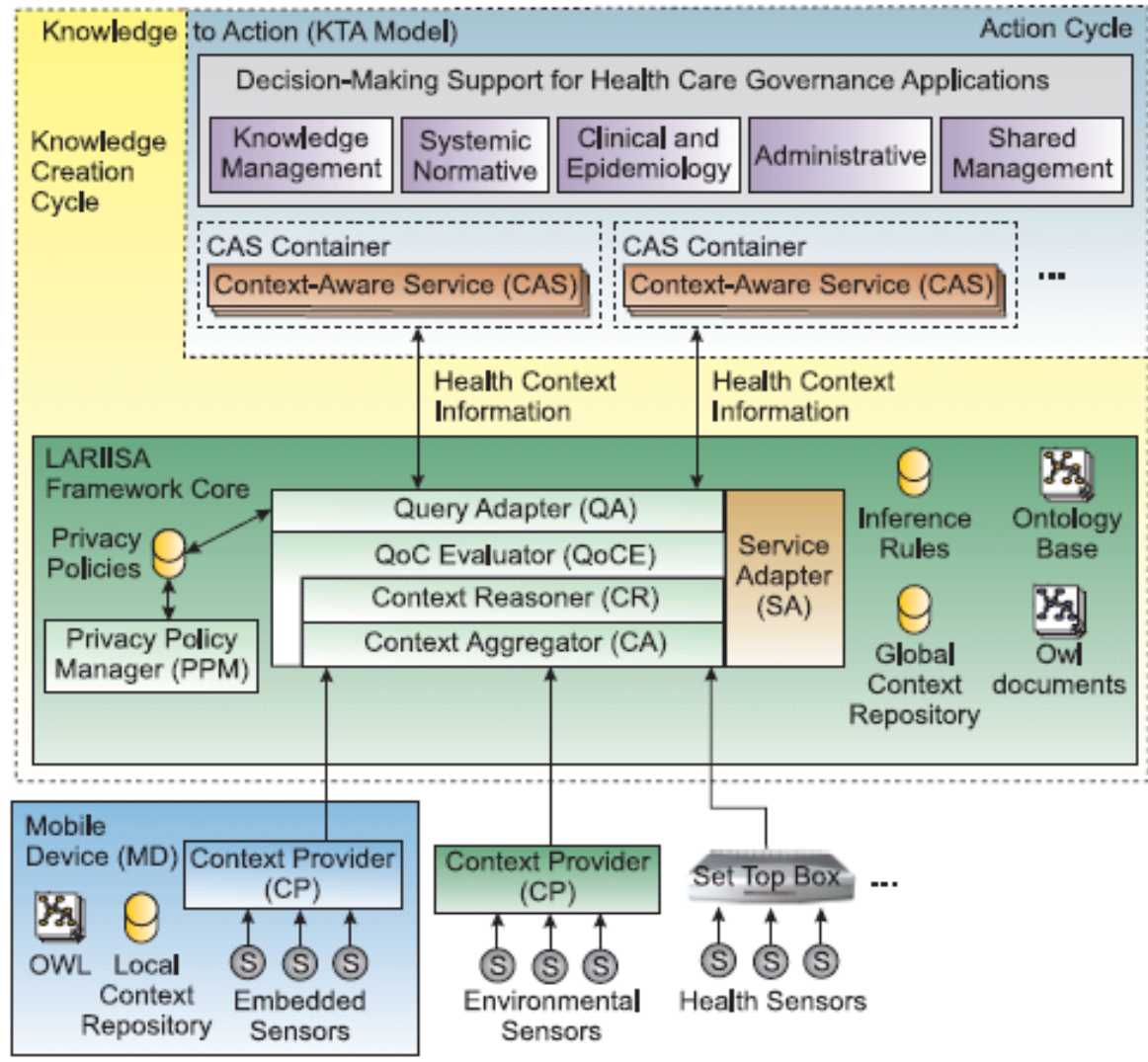


Figura 4 – Diagrama de Blocos do LARIISA

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

2.3.1. Módulo de Inteligência de Gestão na Saúde: O Framework do LARIISA deve prover facilidades de '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 - Knowledge to Action, 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:

2.3.1.1. Knowledge Creation Cycle: O conhecimento é adquirido através da experiência pessoal e da pesquisa. A criação do conhecimento é um processo adaptativo onde pesquisas são desenvolvidas para resolver problemas identificados pelos usuários.

2.3.1.2. Action Cycle: Graham sugere modelos para a especificação e implementação do action cycle. O LARIISA oferece mecanismo de context-aware 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.

2.3.2 LARIISA Core Framework

Os componentes do Lariisa Core Framework são:

- Contexto Provider (CP): O Provedor de contexto é responsável por coletar informações das famílias, do ambiente, de dispositivos móveis, equipamentos médicos e integrá-los ao LARIISA através do Context Agregator.

Provedores de contexto podem ser aplicações desenvolvidas para o LARIISA ou implementadas a partir de uma aplicação com protocolo aberto ou proprietário. As aplicações podem ser realizadas em plataforma distintas e estar distribuídas geograficamente. Algumas aplicações podem rodar no mesmo ambiente físico do LARIISA e outras, por serem proprietárias, podem ser de difícil integração.

Faz-se necessário acrescentar à arquitetura LARIISA um modelo de integração de sistemas que permita a obtenção de contexto de plataformas heterogêneas de forma a se obter uma estrutura que permita a recepção dos contextos, independente da plataforma, com os menores custos financeiros e operacionais e melhores performances possíveis;

- Contexto Agregator (CA): É responsável pelo recebimento de informações de contexto de saúde de vários provedores de contexto, executando operações de agregação de contexto, de forma a ter informações úteis, de contexto de alto nível, representadas por *Local Health Context Ontology*;

- Contexto Reasoner (CR): Executa os processos de inferência / dedução de informação em saúde, no contexto descrito por instâncias de *Local Health Context*, a fim de conseguir informações de alto nível sobre o contexto semântico e para gerar informações de *Global Health Context*. Por exemplo, o CR é capaz de inferir uma situação de epidemia (ou seja, a saúde *Global Health Context*) a partir de informações *Local Health Context*, obtidas de residências e de agentes de saúde. Ele usa SRWL para descrever regras de inferência / dedução.
- QOC Evaluator (QoCE): Avalia a informação de Qualidade do Contexto (QOC) [15], gerando indicadores QOC atribuídos a cada contexto, os quais serão usados para melhorar as decisões de cuidados de saúde de governança (por exemplo, precisão e atualidade de localização).
- Service Adapter (SA): É a camada principal de LARIISA. É responsável pela identificação de informações de contexto de saúde que são relevantes para os três ciclos seguintes: i) processo de criação de conhecimento, ii) processo de tomada de decisão em governança de saúde, e iii) ações de saúde. Ademais, o SA lida com as seguintes funções: (i) a adaptação ao contexto das regras de decisão local de saúde, tendo em conta as decisões da governança (adaptação top-down), (ii) a adaptação ao contexto de regras de decisão local de saúde, tendo em conta o contexto de saúde local, (iii) oferecer indicadores sensíveis ao contexto de saúde, que descrevam contexto da saúde global para as entidades de criação do conhecimento e aplicações e de tomada de decisão de governança (adaptação bottom-up). O SA é responsável também por impor, automaticamente, regras de decisão global e local, usando Pellet (Clarkparsia, 2011).
- Context-aware Service (CAS): Utiliza informações de contexto local e global, obtidas no AS, para adaptar as suas funcionalidades. CASs irão compor aplicações de cuidados de saúde para a tomada de decisão de governança projetada de acordo com o ciclo de ação do modelo KTA.
- CAS Container (CASC): Representa um grupo de serviços CAS. A aplicação de governança de tomada de decisão é composta por um ou mais CASCs.
- Query Adapter (QA): Ele trata de consultas dos CASs e das entidades do ciclo do conhecimento, extraindo informações relevantes do *Context Global*

Health Repository. As políticas de privacidade protegendo informações de contexto são armazenadas e executadas pela Privacy Policy Management (PPM).

2.4 O Projeto Piloto

Para se atingir o objetivo e alcançar as metas de se conceber uma plataforma inteligente de governança, para a tomada de decisão e saúde, acima descrita, decidiu-se pela implantação de um projeto piloto no Município de Tauá/Ceará. A escolha desse município se deve a dois fatores principais:

- Tauá tem uma cultura e estrutura adequadas no que se refere ao chamado mundo digital, o que facilitará, sobremaneira, a implantação do protótipo, tanto no que diz respeito aos usuários dos set-top-boxes, quanto na infraestrutura local de comunicação de dados.
- Por tratar-se de um município relativamente distante de Fortaleza, os resultados obtidos em Tauá servirão para validar o projeto em situação que envolva longas distâncias em que os desafios são bem maiores.

A metodologia adotada no projeto piloto LARIISA a ser implantado em Tauá está estruturada em três componentes:

- Componente APLICAÇÃO SAÚDE (CAS), relativo aos diagnósticos e produção de conhecimento na área de saúde, com o objetivo de instrumentalizar os mecanismos de tomada de decisão. Será realizado o diagnóstico da saúde do Município de Tauá, através do levantamento dos indicadores do SIAB, SIH e SINAN, para o desenvolvimento de um Sistema de Informação em Saúde do Município de Tauá (SISMT), que deverá servir de base para o desenvolvimento da ferramenta de governança para a tomada de decisão do SISMT.
- Componente MIDDLEWARE GINGA (CMG), para a captura de informações e interatividade com a família, com o objetivo de fornecer dados em tempo real para as tomadas de decisão. O projeto piloto prevê a utilização do settop box para o provimento de contexto e canal de interatividade entre o LARIISA e os usuários do sistema. Deverá ser especificada, desenvolvida e prototipada a Health@Home, API que será embarcada no settop box para a interatividade e comunicação do usuário com o LARIISA.

- Componente FRAMEWORK LARIISA (CFL), destinada ao tratamento inteligente e integrado da informação fornecida pela Componente 2, com o intuito de produzir aplicações para a tomada de decisão produzidas pela Componente 1 do projeto. Deverão ser especificados e implementados os componentes de hardware e software, que integram a arquitetura LARIISA, bem como a prototipação de um Sistema de Tomada de Decisão Epidemiológica para validar o projeto.

2.4.1 SiSAAGES

O Sistema Sensível ao Contexto de Apoio a Agentes de Saúde Baseado no Modelo Brasileiro de TVD consiste em uma aplicação de gestão para tomada de decisão e otimização de agenda dos agentes de saúde comunitária que servirá como protótipo do LARIISA.

O SiSAAGES (Figura 5) foi especificado para dar suporte ao controle da dengue, atuando, portanto, na Inteligência Epidemiológica, com ações nos contextos de saúde local e global (i.e., CxtSL, CxtSG).

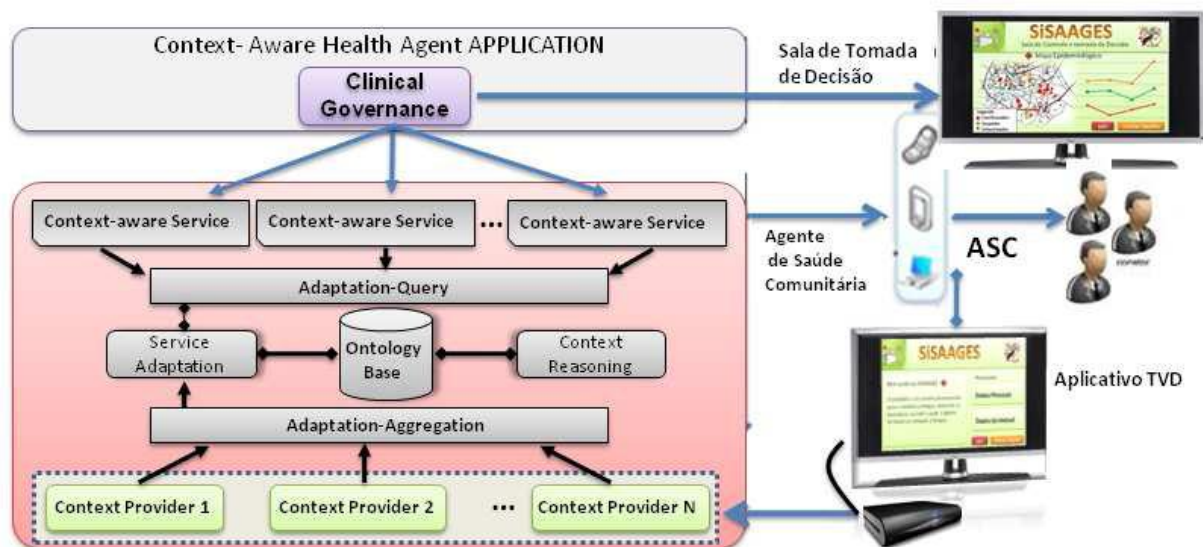


Figura 5. Arquitetura do LARIISA integrado com o SiSAAGES

A arquitetura do SiSAAGES é dividida em quatro módulos principais:

Módulo Remoto: Onde o lado servidor do SiSAAGES está implantado, utilizando a tecnologia de Web Service para comunicação dentro de uma plataforma SOA.

Módulo de Aplicação/Captura: Este módulo consiste na aplicação interativa de TVD desenvolvida em NCL (*Nested Context Language*). Ele estará disponível através do *broodcast*, podendo ser instalado no Set-Top Box. Através desse módulo, as informações de saúde local dos usuários são obtidas por meio de questionários interativos.

· **Módulo de Agente de Saúde Comunitária:** Este módulo permite realizar buscas e acessar as informações resultantes da execução das regras de inferência executadas pelo SiSAAGES pelos agentes de saúde. O sistema poderá disparar alerta ou alterar a lista de prioridade e a agenda de um ASC, baseado no contexto recebido pela aplicação instalada no módulo de captura, após a execução do motor de inferência presente no módulo remoto;

· **Módulo de Decisão:** Este módulo consiste na visão resumida que o gestor, secretário de saúde ou governador, terá do status atual de combate à dengue. Este módulo executa em cima de um aplicativo específico de TVD que obtém, após a autenticação no sistema, mapas e dados estatísticos que auxiliam na tomada de decisão, seja no aumento/remanejamento do número de agentes para uma determinada região ou de disparar uma licitação para a aquisição de medicamentos e suprimentos para o tratamento da doença.

Portanto, O SiSAAGES utiliza a tecnologia de TVD, por meio de uma aplicação Interativa, que possibilita ao cidadão indicar os sintomas dos membros de sua família que podem caracterizar casos de suspeita de dengue. Considerando a comunicação com a infraestrutura do Cinturão Digital, os dados capturados pela aplicação interativa são enviados ao módulo remoto do SiSAAGES, onde serão agregados, enriquecidos e salvos em uma base de dados convencional, além de serem exportados seguindo uma representação semântica baseada em ontologias para a aplicação das regras de inferência associadas. A(s) decisão(ões) resultante(s) é(são) então encaminhada(s) aos níveis de atuação, sendo a primária o agente de saúde comunitário – ASC, uma vez que o agente de saúde mantém contato direto com a comunidade.

Esta dissertação apresenta uma solução de integração de sistemas para o interfaceamento entre os provedores de contexto e o LARIISA Framework de forma que as informações de contexto extraídas da família, através do settop box, sejam

tratadas e as ações de governança geradas sejam repassadas ao SiSAAGES. A dissertação também contribui com o projeto piloto de Tauá no desenvolvimento de um Coletor de Dados de Contexto da Família (LISA-MCP), que efetuará a coleta de contexto, através de dispositivos móveis de posse dos agentes de saúde comunitária, contribuindo com outras informações de contexto que serão utilizadas pelo Framework do LARIISA.

2.5 Impactos do LARIISA

O LARIISA fornecerá maior eficiência nas tomadas de decisões dos gestores da área de saúde e proverá:

- Melhoria da assistência primária à saúde.
- Multiplicação do potencial de atendimento.
- Aumento do índice de detecção precoce em patologias críticas.
- Aumento da resolutividade.
- Redução de deslocamentos dispensáveis de pacientes/profissionais.
- Diminuição de internações desnecessárias.
- Redução do tempo médio das internações.

2.6 O LARIISA como ferramenta para o desenvolvimento do Estado do Ceará

O planejamento de estratégias de longo prazo para desenvolver e executar serviços e infraestrutura de e-health (e-health master plan) necessita do trabalho conjunto de profissionais da área de telecomunicações e saúde para definir como compartilhar recursos para reduzir custos e como integrar as políticas de segurança e privacidade inerentes a cada área. (ITU, 2008) foi publicado com o objetivo de orientar os tomadores de decisão na área de saúde, tecnologia da informação e telecomunicações, especialmente de países em desenvolvimento, a criar e-health master plans. Este trabalho detalha os objetivos, metodologia de avaliação, papéis dos envolvidos (organismos internacionais, pesquisadores da academia, tomadores de decisão nacionais e regionais, profissionais da área de saúde, doadores,

organizações não-governamentais, empresas privadas, imprensa, etc), aspectos jurídicos, administrativos e de regulação, além de uma análise e síntese das lições aprendidas a partir de experiências anteriores de trabalhos conjuntos nas áreas de ICT e saúde. O LARIISA está totalmente inserido no contexto de e-health, sendo este trabalho importante para um conhecimento abrangente sobre as ações e cuidados necessários para que o projeto tenha sucesso.

A partir de decisão do WTDC, em Doha (2006), O BDT iniciou estudos sobre Mobile Health, que foi discutido em encontro no Japão, em 2008, e definido como um serviço com extraordinários benefícios para países em desenvolvimento. O ITU criou grupo de estudo com o objetivo de orientar a introdução e o uso em grande escala de serviços de m-health, utilizando dispositivos móveis e clínicas móveis conectadas por redes móveis para hospitais, visto que o número de telefones móveis superaram em quantidade as linhas fixas. (ITU, 2010) apresenta os resultados finais do grupo de estudo indicando como as tecnologias móveis de telecomunicações podem oferecer cuidados para a saúde a populações de acesso remoto ou com pouco suporte de profissionais, hospitais e laboratórios de análises clínicas. O documento relata todas as questões relacionadas com m-health e apresenta soluções em desenvolvimento em países como Alemanha, Itália, Rússia, Uganda, Nepal, tailândia, entre outros. Vários trabalhos apresentados podem ser desenvolvidos no âmbito do LARIISA visto que foram relatados como soluções factíveis para países com recursos escassos para a área de saúde.

Apesar de estar inserido no contexto de public health, área do e-health que mais pode se beneficiar do uso de ICTs, e no contexto de healthcare, quando relacionado ao uso de dispositivos móveis, o Projeto LARIISA não evidencia através dos seus artigos e documentos a devida importância aos conceitos citados. Este trabalho visa assim explicitar aos gestores do projeto a importância dos temas e do seu potencial de contribuição para que o LARIISA atue com sucesso no Sistema de Saúde Pública do Estado do Ceará.

3. Estado da Arte – Organismos e Padrões em eHealth

Aplicações em ehealth são distintas, uma vez que cada hospital, laboratório de análises clínicas, centros de imagem, consultórios e demais entidades relacionadas com saúde possui seus próprios requisitos para manusear, acessar, arquivar e dividir dados clínicos, imagens e outras informações relacionadas com a empresa envolvida, sendo ainda submetida aos órgãos de normatização e políticas públicas de cada país onde o serviço de saúde é prestado. Este capítulo mostra alguns dos principais organismos, padrões e especificações existentes para a troca de informações de dados em saúde com o objetivo de nortear a especificação das estruturas de software da arquitetura de integração do LARISSA.

3.1 Organismos e Normas oficiais relacionados com eHealth

Existem diversos organismos internacionais para a padronização de produtos e processos, compostos por organismos nacionais de padronização, que asseguram um consenso nas normas e sua adoção pelos países.

O International Standard for Normalization and Standardization (ISO, 2011) é uma rede de Institutos de Normatização, com 148 países membros, localizado em Genebra, responsável pelo desenvolvimento de normas técnicas nas mais diversas áreas da atuação humana. O Comitê Técnico 215 é voltado para o

desenvolvimento de padrões em informática para a saúde, com grupos de trabalho nas áreas de Estrutura de Dados, Troca de Dados, Semântica, Segurança, Cartões de Saúde, Equipamentos, Requisitos para Armazenamento de Dados Médicos e Harmonização. Em princípio, as normas e padrões indicados pela ISO são adotados pelos países membros através dos organismos nacionais de padronização.

Nos estados Unidos, o American National Standards Institute (ANSI, 2011) controla todas as normas e padrões vigentes mesmo em áreas que não estejam cobertas pela normatização da ISO. O HISB (Healthcare Informatics Standards Board) é um órgão do ANSI que coordena uma rede de organizações que desenvolvem padrões em informática voltada para a saúde nos Estados Unidos. O ANSI HISB é composto por 27 membros com direito a voto e mais de 100 participantes, incluindo organizações de desenvolvimento de padrões, sociedades profissionais, associações comerciais, empresas relacionadas com ehealth, agências federais, etc.

Na Europa, o European Committee for Standardization (CEN, 2011), fundado em 1961 pelos organismos de normatização dos países membros da Comunidade Europeia, é o responsável pela definição de normas e padrões para o livre comércio, segurança, trabalhadores e consumidores, interoperabilidade de redes, proteção ambiental e demais áreas do conhecimento humano. Em 2005, ehealth foi inserido como tema de importância no Plano de Ação da Europa tendo sido criado um grupo de estudo focado no desenvolvimento de padrões de informática na saúde, formado por quatro grupos de trabalhos em modelos de informação (WGI), Bases de Conhecimento (WGII), Segurança e Qualidade (WGIII) e Tecnologias para Interoperabilidade (WGIV), sendo estes trabalhos geridos pelo TC251.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2011) é o órgão responsável pela normalização técnica no Brasil, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro. Membro fundador da ISO, a ABNT é o único Foro Brasileiro Oficial de Normalização sendo que a Comissão de Saúde Especial de Informática em Saúde (CEE-78) trata especificamente das normas de interesse em ehealth. As normas existentes no momento são:

- ABNT ISO/TR 17119:2008 - Framework para estabelecimento de perfis de informática em saúde. Relatório Técnico que provê um framework com o objetivo de estabelecer perfis em informática em saúde (FPIS) e fornecer um método consistente para descrever e classificar artefatos no domínio dos padrões de informática em saúde.
- ABNT ISO/TR 20514:2008 - Registro eletrônico de saúde - Definição, escopo e contexto. Relatório Técnico que estabelece um conjunto de categorias e definições para registro eletrônico em saúde, para descrever o escopo de aplicação da família de padrões de RES atualmente programada para desenvolvimento pela ISO.
- ABNT ISO/TS 18308:2008 - Requisitos para uma arquitetura do registro eletrônico de saúde. Esta especificação técnica tem como objetivo coletar e organizar um conjunto de requisitos clínicos e técnicos para uma arquitetura do registro eletrônico de saúde (ARES) que apóie a utilização, o compartilhamento e o intercâmbio de registros eletrônicos entre diferentes setores países e modelos de prestação de serviços de assistência à saúde.
- ABNT NBR 20301:2010 - Cartões de saúde — Características gerais. Esta Norma foi desenhada para confirmar as identidades tanto de provedores de aplicações de atenção à saúde quanto do portador do cartão de saúde, de forma que estas informações possam ser trocadas para uso de cartões emitidos para serviço em saúde.

As normas citadas são retiradas da ISO, de forma que, com o passar do tempo, todas as normas consolidadas pela ISO serão adaptadas para ser utilizadas no Brasil. Assim, A criação de produtos de software e hardware, relacionados com ehealth no Brasil, deve ser desenvolvida com a premissa de seguir as normas da ABNT existentes e nas Normas da ISO relacionadas que deverão ser adaptadas à realidade brasileira.

3.2 Organismos e normas específicas relacionadas com eHealth

As normas e padrões oficiais, no entanto, não definem todas as áreas, produtos e serviços da atividade humana, de tal forma que existem diversas organizações que se dedicam à normatização de áreas específicas.

A Twain (TWAIN, 2011) é uma organização que desenvolve um padrão de protocolo de software e API, que regula a comunicação entre aplicações de software e provedores de imagens. A Twain foi criada, em 1992, por fabricantes de produtos de imagem dada a necessidade de padronização do protocolo para transferência de imagem. O objetivo da Twain é propor um padrão universal para o interfaceamento entre dispositivos de aquisição de imagem e as aplicações de software. Diversos fabricantes de equipamentos médicos de imagens utilizam a Twain para a transferência de imagens médicas, dentre eles_ Fujitsu, Epson, Kodak e HP.

A introdução de equipamentos digitais de coleta de imagens médicas, nos anos 70, e o uso de computadores para o processamento dessas imagens levou o American College of Radiology (ACR) e o National Electrical Manufacturers Association (NEMA) a criarem um comitê para a padronização dos métodos de transmissão e tratamento de imagens médicas que publicou o padrão ACR-NEMA Num. 300, em 1985. Até então, não havia uma padronização para a transferência de imagens médicas, de tal maneira que cada fabricante tinha seu formato proprietário para a transferência das imagens e dos dados médicos associados. A versão 3 do padrão ACR-NEMA, lançada em 1993 com o nome de Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM, 2011), tem se consolidado como o protocolo padrão para a transferência de imagens e dados médicos associados entre os fabricantes de equipamentos médicos. O objetivo do DICOM é compatibilizar e melhorar a eficiência na troca de dados entre sistemas de imagens médicas e aplicações de ehealth em geral. O DICOM é utilizado virtualmente por todas as especialidades que utilizam equipamentos de aquisição de imagens médicas, incluindo cardiologia, odontologia, ortopedia, endoscopia, mamografia, pediatria, radioterapia, radiologia, etc. O DICOM também trata da integração de informações produzidas pelas diversas

especialidades médicas no banco de dados de informações médicas dos pacientes (EHR), definindo os serviços de rede e de intercâmbio de dados e permitindo o acesso e armazenamento de dados dos objetos DICOM nos sistemas de EHR. A tendência mundial de fabricantes de equipamentos médicos, hospitais, órgãos públicos é utilizar o DICOM como protocolo padrão de transferência de dados médicos, dada sua adoção como organismo acreditado pelos organismos oficiais de normatização para a transferência de dados relacionados à ehealth.

Outro gargalo relacionado com a ehealth é a adoção de um padrão para a troca de mensagens entre aplicativos devido às especificidades de cada órgão/setor relacionado com as atividades concernentes à saúde. A Health Level Seven International (HL7, 2011) foi fundada, em 1987, com o objetivo de criar um padrão baseado em sistema de mensagem para a troca, gerenciamento e integração de informações de ehealth. A organização é certificada pela ANSI e CEE como representante de organizações envolvidas em ehealth (organizações internacionais, desenvolvedores de sistemas, consultores, integradores, revendedores da área e agências públicas e privadas de fomento à saúde) para a compilação de uma coleção de formatos para a troca de mensagens e padrões clínicos, provendo um framework onde os dados podem ser trocados. O HL7 define globalmente o padrão para a troca de mensagens para interoperabilidade de sistemas de ehealth. O HL7 é o padrão dominante para a troca de mensagens nos Estados Unidos, Canadá, Alemanha, Holanda, Austrália, entre outros, tendo membros em 55 países.

Com o advento da Internet, sua difusão e uso em todas as áreas do conhecimento humano, fez-se necessária a adoção de regras, normas e padrões que seja adotada pelos usuários da rede de forma espontânea. O World Wide Web Consortium (W3C) é uma comunidade internacional para o desenvolvimento de padrões para a web. Seu principal objetivo é o desenvolvimento de protocolos e especificações técnicas para assegurar o crescimento de longo prazo para a web. Existem mais de uma centena de grupos para o desenvolvimento de padrões para a web nas mais diversas tecnologias (W3C, 2010), dentre elas os grupos de Health Care and Life Sciences (Semantic Web), Geospatial, Mobile Web Applications, OWL Web Ontology Language. As especificações técnicas e

diretrizes são desenvolvidas através de um processo que maximiza o consenso sobre os relatórios técnicos para assegurar sua aprovação e utilização pela comunidade.

3.3 Considerações Finais

O desenvolvimento de sistemas de ehealth de grande porte deve manter aderência com as normas e protocolos em consolidação na área para facilitar tanto a absorção de produtos desenvolvidos por outros grupos de trabalho no mundo quanto sua difusão e adoção por outros organismos. A tendência seguida nos últimos vinte anos para a padronização de produtos e serviços relacionados com a ehealth deve ser adotada sob pena de criar produtos sem possibilidades de crescimento e difusão externas.

4. Integração de Sistemas

O objetivo básico da LISA (LARIISA Integration System Architecture) é permitir a conexão de provedores de contexto ao LARIISA independente da plataforma de hardware e software da aplicação. A solução de integração escolhida deve permitir que os dados de contexto nos seus diferentes protocolos, formato de dados e outros pré-requisitos existentes no aplicativo possam ser repassados ao LARIISA, uma vez que as alterações em sistemas e equipamentos legados são difíceis (se não impossíveis) de ser realizados. Neste capítulo, apresentam-se as tecnologias de Integração de Sistemas existentes e detalha-se a arquitetura de Sistemas de Mensagem que foi a abordagem escolhida para o desenvolvimento da LISA.

4.1 Desafios da Integração de Sistemas

As Soluções de Integração de Sistemas devem tratar das seguintes questões:

- Redes de Comunicação não são confiáveis e são lentas: Soluções de Integração devem transportar dados entre aplicações através da rede. Os dados deverão trafegar através de roteadores, links, chaveadores e outros

sistemas que podem falhar, além de causar atrasos na transmissão dos dados.

- Aplicações são distintas: Soluções de Integração devem permitir a transferência de dados entre aplicações com diferentes plataformas operacionais, linguagens de programação, formato de dados, etc.
- Aplicações são mutáveis: Soluções de Integração deverão minimizar a interdependência entre as aplicações, uma vez que pode haver mudanças nas aplicações existentes, além de poderem ser agregadas novas aplicações à arquitetura.

4.2 Critérios para a Integração de Sistemas

Para que seja definida a estratégia de integração de sistema a ser implementada, deve-se levar em conta critérios para nortear e direcionar a escolha. Pode-se avaliar os critérios em relação ao:

- Acoplamento: A integração de sistemas deve minimizar a dependência entre as aplicações de tal forma que a plataforma de integração seja capaz de permitir a integração, mas ter flexibilidade para eventuais mudanças de implementação da solução.
- Invasividade: A integração de aplicações necessita do desenvolvimento de código tanto nas aplicações quanto no ambiente de integração de tal forma que se deve avaliar se a solução de menor impacto leva a uma integração de sistemas otimizada.
- Escolha da Tecnologia: Cada solução de integração existente requer o uso de softwares/hardwares especializados. A tecnologia escolhida deve levar em conta seus custos de realização e permanência no mercado.
- Formato de dados: A integração de sistemas pressupõe a necessidade de padronização dos dados trocados. A mudança de formato de dados de sistemas pré-existentes é uma tarefa inviável, na maioria das vezes, de tal forma que deve ser avaliada a possibilidade de translação de formato de dados entre os sistemas.

- Perda de Tempo: A solução deve minimizar o tempo perdido para a troca de dados entre as aplicações.

4.3 Tecnologias de Integração de Sistemas

As implementações de Integração de Sistemas baseiam-se em:

- Transferência de Arquivos: Uma aplicação escreve em um arquivo que deverá ser lido pela aplicação destino (Figura 5). As aplicações devem concordar com o nome, formato e localização do arquivo, o intervalo de criação dos arquivos, quem será responsável por apagar o arquivo, etc.

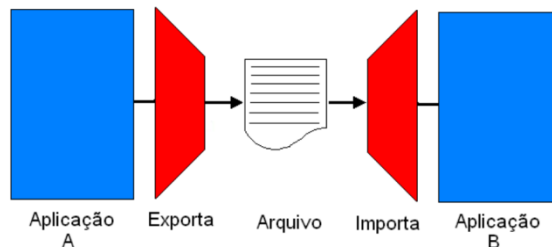


Figura 5 – Integração por transferência de arquivo.

- Compartilhamento de Banco de Dados: Múltiplas aplicações compartilham dados localizados em um único banco de dados físico (figura 6). Como o banco de dados não é duplicado, os dados não podem ser transferidos diretamente de uma aplicação para outra.

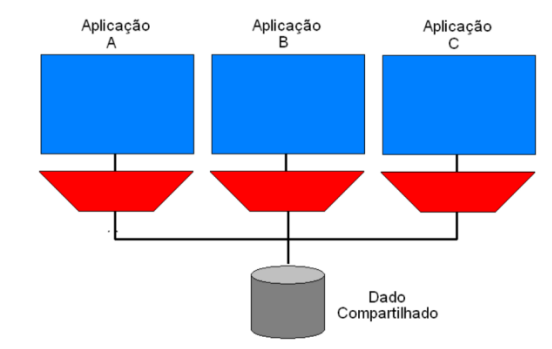


Figura 6 – Integração por compartilhamento de banco de dados.

- Chamada de Procedimento Remoto: Uma aplicação disponibiliza dados que podem ser acessados remotamente por outra aplicação (figura 7). A RPC utiliza uma estratégia de comunicação em tempo real e síncrona.

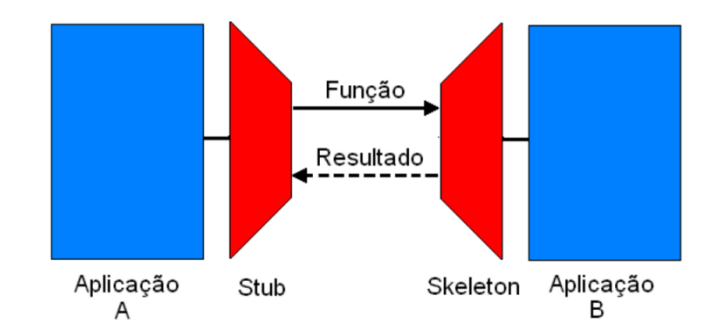


Figura 7 – Integração por chamada de procedimento Semoto.

- Sistema de Servidor de Mensagem: Uma aplicação envia uma mensagem através de um canal de comunicação que poderá ser recebida por outra aplicação posteriormente (Figura 8). As aplicações devem concordar com o canal e formato da mensagem e a comunicação é assíncrona.

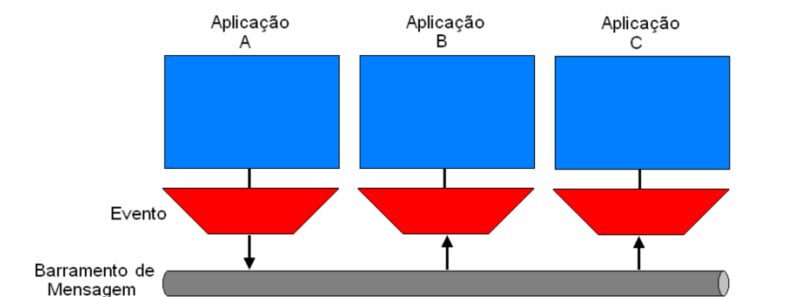


Figura 8 – Integração por canal de mensagens

O Sistema de Mensagem será a estratégia de integração a ser utilizada na LISA, sendo dados a seguir alguns conceitos básicos desta estratégia.

4.4 Conceitos Básicos de Sistema de Mensagem (Messaging).

Sistema de Mensagem é uma tecnologia que permite a comunicação entre aplicações em alta velocidade, de forma assíncrona e com entrega confiável dos dados (Hohpe, et al., 2004). A comunicação é feita através do envio de pacotes de dados chamadas *mensagens*, que são enviadas por um *canal* lógico interligando o *transmissor* ou *produtor*, aplicação que escreveu a mensagem no canal, e o *receptor* ou *consumidor*, aplicação que recebeu e deletou a mensagem do canal. A mensagem é composta por duas partes: o *cabeçalho*, que contém informações sobre o transmissor/receptor da mensagem, e o *corpo*, que contém o dado efetivo enviado pelo transmissor ao receptor.

Segue a seguir o detalhamento dos blocos constituintes de um Sistema de Mensagem de forma a melhorar o entendimento desta solução de integração de sistemas.

- 4.4.1 Channels: As aplicações enviam dados através de um *canal de mensagens*, um tubo virtual que conecta o transmissor ao receptor da mensagem. Um sistema de mensagem, inicialmente, não contém nenhum canal. O usuário deve determinar como as aplicações devem se comunicar e criar canais para viabilizar a comunicação. O administrador deve instalar o sistema de mensagem e criar os canais que as aplicações necessitam para se comunicar. Existem dois tipos: *Point-to-Point Channel* em que a mensagem é enviada para apenas um receptor, ou *Publish-Subscribe Channels* onde a mensagem é enviada para um grupo de receptores.
- 4.4.2 Messages: Uma mensagem é um pacote de dados que pode ser transmitido pelo canal. Para transmitir dados, o transmissor deve particionar a mensagem em pacotes, envelopar a mensagem e enviá-la ao receptor que deverá desenvolver a mensagem para efetuar seu processamento. Uma mensagem é composta de duas partes: o header, que contém informações que descreve os dados transmitidos, sua origem, destino, etc e o *body*, que é composto pela mensagem que efetivamente está sendo transmitida, sendo ignorada pelo sistema de mensagem.
- 4.4.3 Filters and Pipes: São utilizados para efetuar ações nas mensagens depois que foram enviadas pelo transmissor e antes de serem recebidas pelo receptor. O transmissor pode enviar mensagens em um formato diferente daquele que o receptor espera, de forma que é necessário um componente que seja capaz de converter o formato enviado pelo receptor para aquele esperado pelo receptor.
- 4.4.4 Routers: Em grandes corporações, com uma grande quantidade de aplicações e canais, uma determinada mensagem tenha que trafegar por vários canais até ser entregue ao receptor. O roteador é um componente que determina como a mensagem deve navegar pelos canais até sua entrega ao destino.

4.4.5 Endpoints: As aplicações podem não possuir interfaces que permitam sua conexão com o sistema de mensagens. Os endpoints são componentes específicos, desenvolvidos na aplicação, de forma a adequar os dados para que sejam enviados pelo canal.

4.4.6 Channel Adapter: Caso não seja possível a alteração da aplicação para que esta seja integrada ao sistema de mensagem, é preciso criar uma interface entre a aplicação e o canal de mensagem para que as mensagens enviadas/recebidas pela aplicação possam ser trafegadas pelo sistema de mensagem.

4.5 Interfaceando Aplicativos ao Sistema de Mensagens.

De maneira geral, uma mensagem é transmitida em cinco passos (Figura 9): Inicialmente, o transmissor cria a mensagem e insere os dados a serem transmitidos. A seguir, o transmissor insere a mensagem em um canal. No próximo passo, o sistema de mensagem move a mensagem do computador do transmissor para o computador do receptor deixando-a apta para a leitura. Depois da chegada completa da mensagem, o receptor lê a mensagem do canal e, por fim, o receptor extrai o dado da mensagem e efetua seu processamento. Deve-se salientar que quando o transmissor insere a mensagem no canal, esta é armazenada pelo sistema de mensagem no computador do transmissor, de tal forma que o transmissor pode continuar seu processamento. O sistema de mensagem encarregar-se-á de enviar a mensagem entre o computador fonte e destino e a armazenará no computador destino até que a mensagem tenha sido completamente transferida e torne-se apta a ser lida pelo receptor.

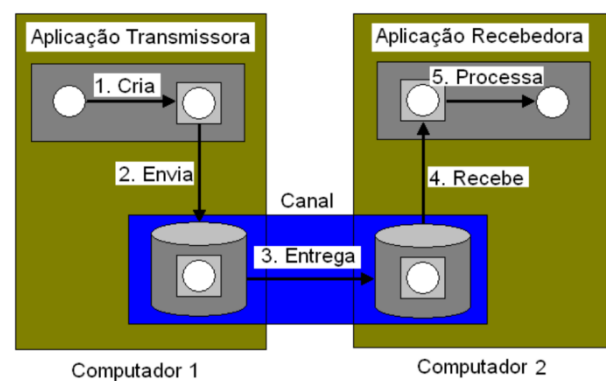


Figura 9 – Envio de mensagem através do canal.

Deve-se salientar que quando o transmissor insere a mensagem no canal, esta é armazenada pelo sistema de mensagem no computador do transmissor, de tal forma que o transmissor pode continuar seu processamento. O sistema de mensagem encarregar-se-á de enviar a mensagem entre o computador fonte e destino e a armazenará no computador destino até que a mensagem tenha sido completamente transferida e torne-se apta a ser lida pelo receptor.

4.6 Sistemas de Mensagens Comerciais.

A integração de sistemas utilizando comunicação assíncrona levou ao desenvolvimento de plataformas de sistemas de mensagens e outras ferramentas que podem ser agrupadas em quatro categorias:

- 4.6.1 **Sistemas Operacionais:** Dada a necessidade de desenvolvimento de sistemas de mensagens, foi acrescida toda uma infraestrutura de software aos sistemas operacionais e plataforma de banco de dados. Assim, o Microsoft Windows 2000 e o XP possuem o MSMQ (Microsoft Message Queuing service Software) e a Oracle AQ faz parte da plataforma de banco de dados da Oracle.
- 4.6.2 **Servidores de Aplicação:** A Sun Microsystems incorporou o JMS (Java Messaging Service) na especificação J2EE 1.2, de forma que, praticamente, todo servidor de aplicação J2EE (IBM WebSphere e BEA WebLogic) provê o JMS. A Sun também incorporou o JMS no J2EE JDK.
- 4.6.3 **EAI suítes:** Diversos pacotes proprietários implementam soluções de sistemas de mensagem. Dentre os produtos existentes no mercado, têm-se: IBM WebSphere MQ, Microsoft BizTalk, TIBCO, WebMethods, SeeBeyond, Vitria, CrossWorlds.
- 4.6.4 **Web Service Toolkits:** Diversos fabricantes trabalham em ferramentas que executam roteamento, transformação e gerenciamento de aplicações de servidores de mensagens baseado em web services, dentre eles: WS-Reliability e ebMS.

4.7 Trabalhos Relacionados.

A integração de sistemas em ehealth pressupõe a troca de mensagens entre diferentes equipamentos, softwares, setores e tipos de usuários. Determinada informação deve ser compartilhada por um ou mais software/aplicativo que não necessariamente foi desenvolvido pela mesma empresa, daí a necessidade de seguir normas e protocolos existentes e adotar uma estrutura de integração que facilite a interoperabilidade entre tais sistemas.

O Hospital Saisekey Kumamoto Hospital, o maior provedor de healthcare do sudeste do Japão, adotou uma estrutura de integração baseada no Microsoft Connected Health Framework, ancorado no servidor de mensagens Biztalk, para aumento da eficiência dos serviços aos usuários. Com esta infraestrutura, o setor de tecnologia da Informação do hospital obteve uma melhor integração dos dados clínicos e administrativos. Em 2009, o hospital iniciou um processo de adequação dos sistemas para se adaptar aos padrões de compartilhamento e padronização de informações em saúde. Biztalk também foi escolhido por inúmeros hospitais e clínicas como o Hospital Distrital de Helsinki e Uusimaa, da Finlândia, com mais de 445.000 usuários de Healthcare (US), o Park Nicollet Health Services, situado em Minnessota, Estados Unidos, que opera um hospital e 25 clínicas espalhadas pelo estado, com troca de mensagens baseadas no HL7, tem se consolidado como padrão em ehealth ao redor do mundo.

O University College London Hospitals, com carteira de 500.000 pacientes por ano, desenvolveu solução de acompanhamento de pacientes com alertas para o caso de demora no tratamento de paciente específico (devido a uma resolução do Governo Inglês que determinou que o tratamento deve ser iniciado com, no máximo, 18 semanas do primeiro atendimento clínico). Os dados do paciente são inseridos no sistema somente uma vez. Vale salientar que o número de sistemas e aplicativos internos que podem entrar/receber tais informações chega a 270. A solução adotada foi o Websphere da IBM que também é utilizado pela Duke University no seu sistema de ehealth interno.

A integração de sistemas através de troca de mensagem tem se consolidado como solução para os sistemas públicos de saúde dos países da Europa com a adoção dos padrões indicados pelo ISO e CEN e adoção de outros protocolos específicos como DICOM, HL7 (V3), e outros protocolos e padrões gerais como SOAP, XML, SAML, UTF8, MIME, dentre outros.

5. LISA – LARIISA INTEGRATION SYSTEM ARCHITECTURE

Este capítulo apresenta a LISA de forma a permitir que aplicações e equipamentos se conectem ao LARIISA para envio de dados de contexto.

A LISA permitirá a integração dos diferentes provedores de contexto a disponibilizarem seus dados ao LARIISA baseado no modelo de canais de mensagens. O objetivo da LISA é prover uma forma uniforme de integração de provedores de contexto independente da natureza do provedor, criando uma estratégia única e uniforme de agregar provedores de contexto existente ou não, com protocolos abertos ou fechados e independentes da plataforma do dispositivo que provê a informação.

5.1 Requisitos da LISA

A LISA foi especificada considerando os seguintes requisitos básicos:

- A LISA deverá transportar dados dos provedores de contexto para o LARIISA através da rede, passando por roteadores, links, chaveadores e outros sistemas que causam atrasos e interrupções.

- A LISA deverá transmitir informações entre o LARIISA e provedores de contexto com diferentes plataformas operacionais, linguagens de programação, formato de dados, etc.
- A LISA deverá minimizar a interdependência entre o LARIISA e os provedores de contexto visto que provedores de contexto podem ser atualizados além de novos provedores de contexto poder ser agregados à arquitetura.

5.2 Avaliação dos Modelos de Integração Aplicados ao LARIISA

Na adoção do modelo de integração baseado em transferência de arquivos, os provedores de contexto escrevem em um arquivo que deverá ser lido pelo CAS. Neste modelo, as aplicações devem concordar com o nome, formato e localização do arquivo, o intervalo de criação dos arquivos, quem será responsável por apagar o arquivo, etc. A implementação dos provedores de contexto utilizando transferência de arquivos pressupõe que a equipe de integração deverá ser responsável pela captura dos dados, colocá-los em um formato de arquivo compatível com o LARIISA e se preocupar em transferir o arquivo entre as aplicações. No LARIISA, os provedores de contexto estão distribuídos geograficamente e em plataformas heterogêneas além de um contexto poder ser utilizado por diversos serviços do LARIISA de tal forma que tal abordagem se mostra inadequada para a LISA.

O compartilhamento do Banco de Dados do LARIISA como estratégia de integração de sistemas não é uma alternativa razoável visto que, em princípio, os provedores de contexto não estão definidos *a priori*. Acrescentar novas informações de contexto (que não estavam previstas) pressupõe a necessidade de reajustar o Banco de Dados às novas informações. Tal integração de sistema se mostra inadequada dadas as características heterogêneas dos provedores de contexto e necessidade de escalabilidade da arquitetura.

Chamada de Procedimento Remoto utiliza uma estratégia de comunicação em tempo real e síncrona de forma que serviços do LARIISA deveriam esperar a resposta do provedor de contexto para continuar o processamento reduzindo a performance do sistema.

Sistemas de mensagem foi o modelo escolhido para a LISA, pois:

- O sistema de mensagem é fracamente acoplado. A LISA deve minimizar a dependência entre as aplicações para permitir sua integração, mas ter flexibilidade para eventuais mudanças de implementação.
- O sistema de mensagem é pouco invasivo: Existe a necessidade de implementação de código para a integração de sistemas. Na LISA, é preciso a realização de interface entre a aplicação e o sistema de mensagem, mas não haverá necessidade de desenvolvimento de código no ambiente de integração.
- O sistema de mensagem é assíncrono: Aplicações podem transferir dados e continuar o processamento local independentemente se a aplicação destino esteja apta a receber os dados. Tal característica é importante na LISA visto que provedores de contexto devem funcionar independentes do LARIISA e estarem apto a receber dados naquele instante.
- O sistema de mensagens é confiável: A comunicação assíncrona permite que a aplicação fonte continue seu processamento, mesmo que a comunicação esteja temporariamente não disponível, sabendo que a aplicação destino receberá o dado em algum tempo após o envio. A LISA deverá assegurar que os dados entregues pelos provedores de contexto sejam entregues ao LARIISA quando a rede de comunicação for re-estabelecida.

5.3 Arquitetura do LARIISA acrescida da LISA

A Figura 10 mostra o cenário de integração do LARIISA aos provedores de contexto acrescido com a LISA.

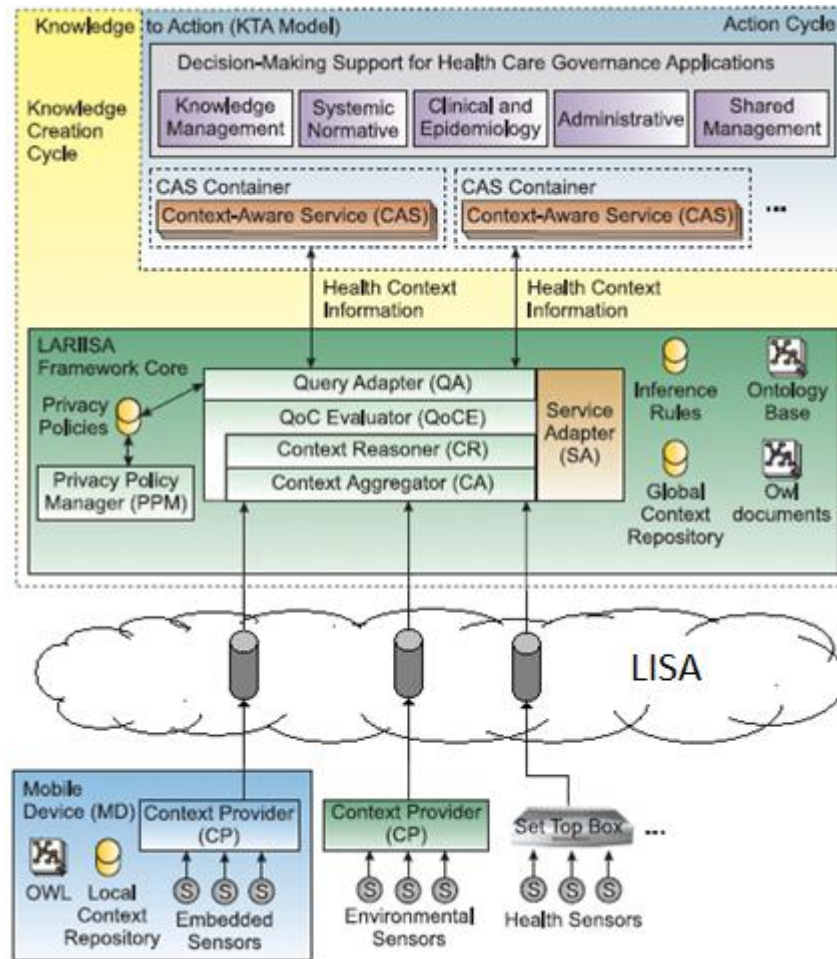


Figura 10 – Diagrama de Blocos do LARIISA acrescido da LISA

5.4 Camadas da Arquitetura

Os provedores de contexto são os responsáveis pela coleta de dados “brutos” de saúde no contexto do ambiente, a partir de sensores móveis (dispositivos móveis dos agentes de saúde), das residências (Set Top box), de sensores ambientais (temperatura, umidade, pluviometria), de equipamentos médicos (ecg, eeg, pulsação, etc) e do settop box, que será enviado ao bloco agregador de contexto (CA) da arquitetura. Provedores de contexto podem ter sido desenvolvidos especificamente para o LARIISA de tal forma que seja possível desenvolver uma interface interna para sua conexão com a LISA ou podem ter sido desenvolvidos para outra aplicação, visto ser necessária a criação de interface externa para sua conexão com a LISA. Apresenta-se a seguir a interface da LISA com os provedores de contexto e o CA do LARIISA.

5.4.1 Provedores de contexto desenvolvidos para o LARIISA em dispositivos móveis.

Dispositivos móveis serão plataformas que deverão ser utilizadas como plataforma de provedores de contexto uma vez que possuem boa capacidade de processamento, grande memória de dados, sensores embarcados, tais como GPS, acelerômetro, bússola digital, câmeras, sistema de áudio e outros elementos de hardware que podem prover informações de contexto que poderão ser úteis para a criação de ontologias. Tais dispositivos possuem ainda ambientes operacionais que permitem o desenvolvimento de aplicações dedicadas em C, Java e outras linguagens de programação.

Os provedores de contexto desenvolvidos especificamente para o LARIISA em dispositivos móveis ou no settop box deverão ter webservice para receber os dados no protocolo desenvolvido e desenvolver *message endpoint* para que os dados de contexto sejam inseridos na LISA. O Código do *Message Endpoint* é customizado para a aplicação e a API do sistema de mensagem utilizado de tal forma que o sistema de mensagem e seus detalhes de implementação ficam transparentes para a aplicação embarcada. O tipo de canal de mensagem a ser utilizado depende do tipo de informação de contexto suprida: dados que podem ser utilizados por mais de uma ontologia deverão utilizar canais *publish-subscribe channels*, enquanto informações que sejam usadas por apenas uma aplicação podem se valer de *point-to-point channel*. A Figura 11 mostra os blocos da interface de conexão entre um aplicativo embarcado em dispositivo móvel e no settop box e a LISA.

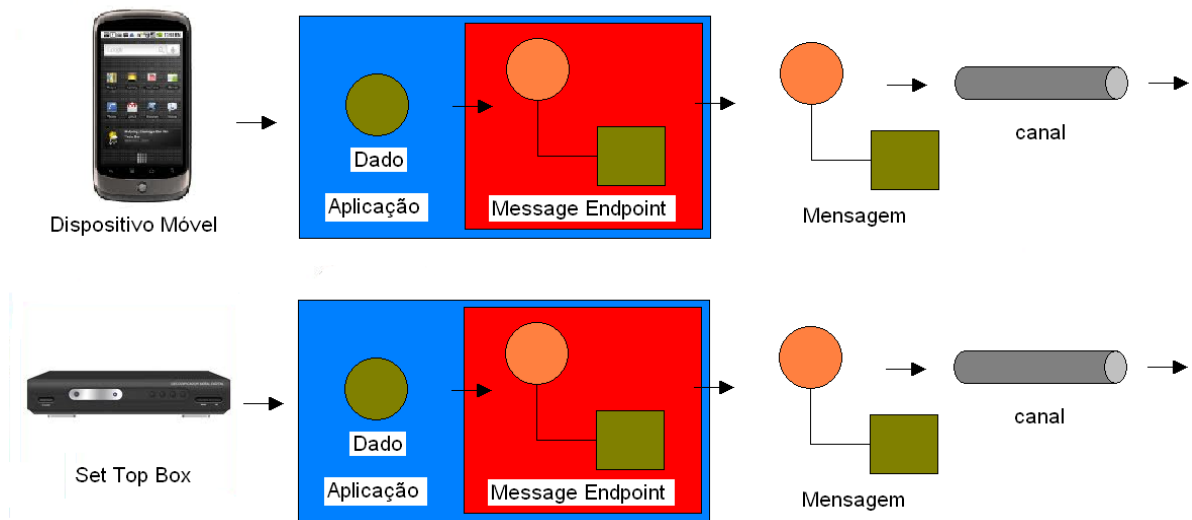


Figura 11 – Interligação de aplicativos específicos do LARIISA

5.4.2 Provedores de contexto desenvolvidos para o LARIISA em plataforma embedded.

Caso o provedor de contexto tenha sido desenvolvido em plataforma dedicada (8051, PIC, MSP430, etc), será necessário o desenvolvimento de um *channel adapter* para que os dados de contexto sejam inseridos no sistema de mensagem (Figura 12). O *channel adapter* pode ser desenvolvido em dispositivo móvel (sensores ambientais) no settop box ou em ambiente desktop.



Figura 12 – Interligação de aplicativos em Plataforma Embedded

5.4.3 Provedores de contexto em plataforma fechada.

A coleta de informações de contexto de equipamentos específicos necessita que seja realizado um interfaceamento para sua adequação ao sistema de mensagem. O *channel adapter* deverá permitir o controle do dispositivo de maneira local ou através da rede. Equipamentos médicos, sensores ambientais e aplicativos

de software, que não tenham sido especificamente projetados para o LARIISA, deverão ser conectados através de webservices que utilizarão *message translators* para a conversão dos dados ao formato requerido pelo LARIISA. A Figura 13 mostra o interfaceamento de equipamento de sensoriamento biométrico ao LARIISA com o settop box usado como plataforma de interfaceamento uma vez que o settop box estará presente nas residências. Caso o equipamento esteja efetuando um sensoriamento ambiental, o dispositivo mais adequado para o interfaceamento será um dispositivo móvel.

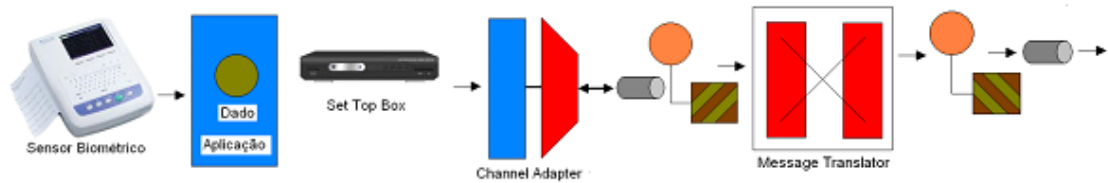


Figura 13 – Interligação de Aplicativos em Plataforma Fechada ao LARIISA.

5.4.4 Contexto Agregador do LARIISA.

É responsável por receber informações de contexto de saúde de vários provedores de contexto para a aplicação das ontologias. As informações de contexto recebidas podem ser utilizadas em diversas aplicações.

As informações recebidas pelo *channels publisher/subscriber* são recebidas pelos *message filters* de cada aplicação que repassam a informação para o message endpoint da aplicação (Figura 14). Informações de contexto dedicadas, tais como leitor de dados de ECG, EEG, tomógrafos, etc, podem utilizar *point-to-point channel* para a comunicação com o contexto agregador. As informações recebidas são repassadas através de webservices para o LARIISA que efetuará os processamentos relativos a cada mensagem recebida.

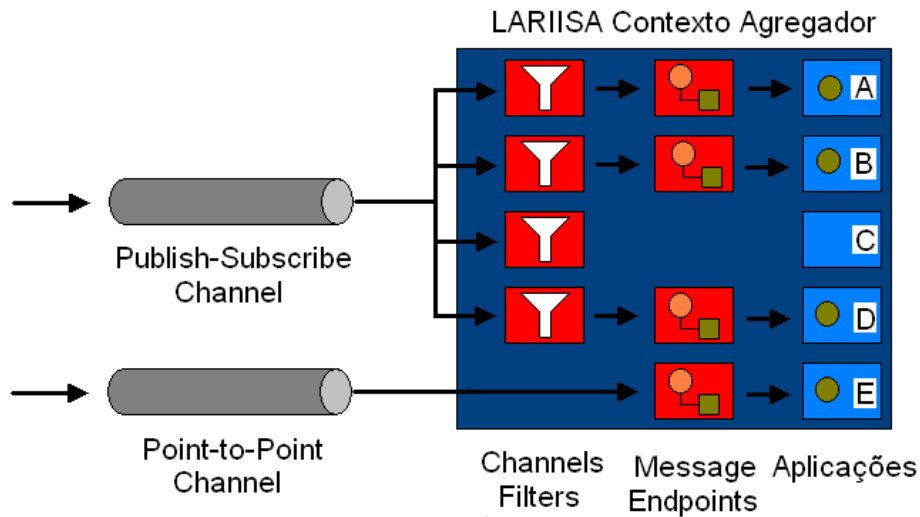


Figura 14 – Interligação dos canais no Contexto Agregador do LARIISA

5.5 Arquitetura geral da LISA

Considerando os avanços de sistemas de informática em saúde, o desenvolvimento do LARIISA deve observar as normas da ABNT em vigor. Também as normas da ISO que não foram ainda adotadas pela ABNT devem ser seguidas visto que elas deverão vir a ser adotadas pelo organismo de normatização oficial brasileiro. O DICOM deve ser adotado como padrão para a transferência de imagens e dados clínicos. HL7 especifica formatos de pacotes para a integração de sistemas através de troca de mensagens. W3C tem desenvolvido normas para utilização pela web de forma espontânea, sendo que algumas de suas especificações já estão em uso no LARIISA. A plataforma de integração a ser adotada pode ser websphere, biztalk ou outro ambiente existente, no entanto, open ehealth é uma plataforma de integração aberta específica para aplicações de integração em saúde sendo uma possibilidade que vai ao encontro às diretrizes de desenvolvimento de ambientes open source.

Os diversos provedores de contexto devem ser interligados ao barramento de integração, através de webservers específicos, de forma que aplicações de smarthphone, TV digital, equipamentos médicos e outras estruturas de armazenamento, entrada e saída de dados têm um adaptador de serviço que coleta as informações nos diferentes padrões e protocolos específicos (Dicom, Xml, Ginga

Ncl), encapsula tais informações em mensagens HL7 que serão repassadas em canais apropriados (*point-to-point* ou *publish-subscribe*) aos sistemas de interesse.

Para uma melhor visualização do que foi descrito, a Figura 15 mostra a arquitetura completa da LISA considerando os tipos de provedores de contexto avaliados.

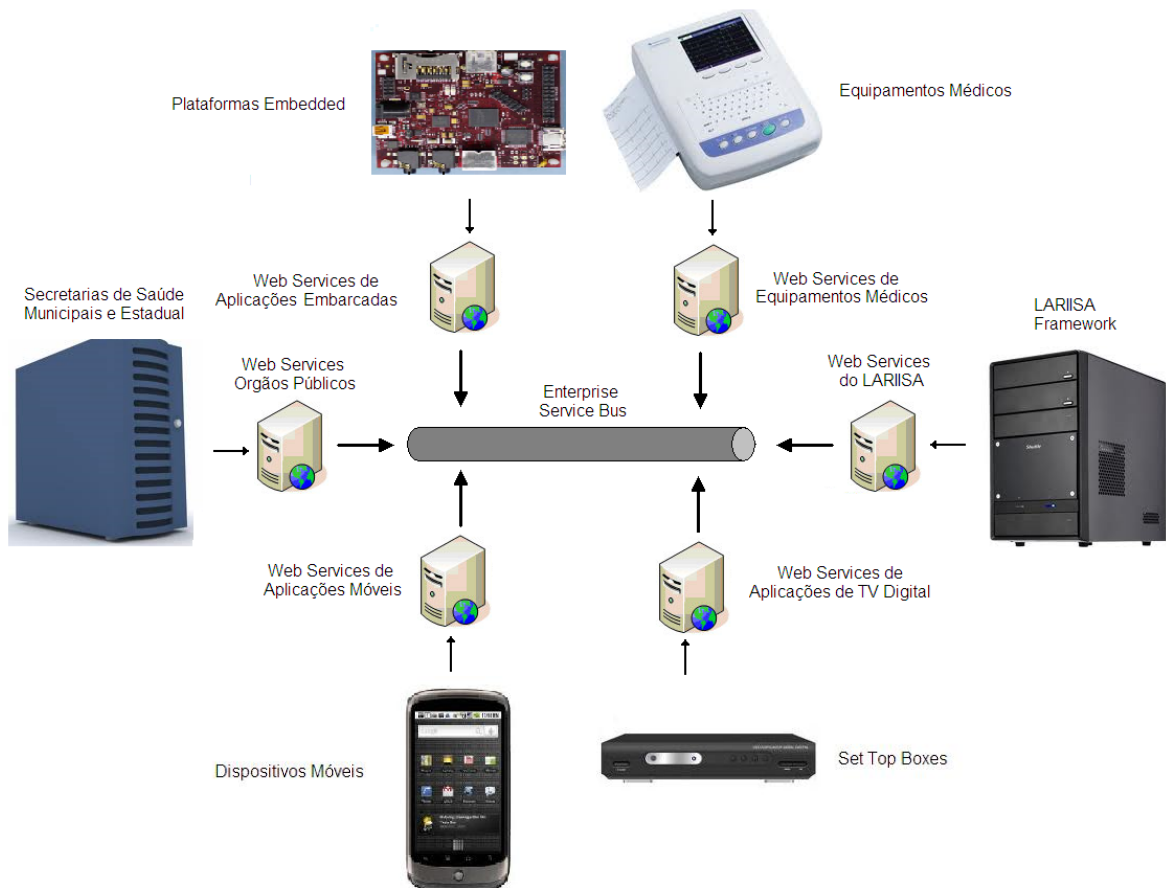


Figura 15 – Arquitetura da LISA

6. Protótipo Implementado

Este capítulo apresenta o protótipo com o objetivo de demonstrar a interligação de um dos provedores de contexto ao LARIISA e disponibilizá-lo para uso no projeto piloto da arquitetura.

6.1 O Projeto Piloto do LARIISA

Para a validação da arquitetura LARIISA, faz-se necessário um projeto piloto em um município que disponibilizasse recursos humanos e materiais para o desenvolvimento dos estudos e que se situasse fora da região metropolitana de Fortaleza.

A metodologia adotada no projeto piloto a ser implantado em Tauá está estruturada em três componentes:

- Componentes APLICAÇÃO SAÚDE (CAS), relativo aos diagnósticos e produção de conhecimento na área de saúde, com objetivo de instrumentalizar os mecanismos de tomada de decisão.

- Componente MIDDLEWARE GINGA (CMG), para captura de informações e interatividade com a família, com o objetivo de fornecer dados em tempo real para as tomadas de decisão.
- Componente FRAMEWORK LARIISA (CFL), destinado ao tratamento inteligente e integrado da informação fornecida pelo CMG, com o intuito de produzir aplicações para a tomada de decisão produzidas pela CAS.
- SISAAGES (Sistema Sensível-ao-Contexto de Apoio a Agentes de Saúde Baseado no Modelo Brasileiro de TVD) consiste em uma aplicação de gestão para a tomada de decisão e otimização da agenda dos agentes de saúde comunitária focada no uso do settop box da TVD como canal de interatividade com a família.

Este trabalho apresenta as seguintes contribuições ao projeto piloto em Tauá.

- Introdução do Componente LARIISA INTEGRATION SYSTEM ARCHITECTURE(LISA), com objetivo de efetuar a integração de provedores de contexto ao LARIISA de forma a disponibilizar os dados em tempo real para as tomadas de decisão através de provedores de contexto disponíveis (Settop Box, Dispositivos Móveis e Sensores)
- Prototipação do LISA – Mobile Context Provider (LISA-MCP). Aplicativo com o objetivo de efetuar coleta de dados e interatividade com a família através de dispositivos móveis baseados na Ficha A do SIAB, acrescidos de informações de georreferenciamento e imagens. O LISA-MCP pressupõe o uso de smartphones como provedor de contexto ao LARIISA, utilizando os agentes de saúde comunitária como canal de interatividade com a família.

6.2 Arquitetura de Integração do LISA-MCP ao Projeto Piloto

Os dados de informações da saúde são coletados e enviados ao SIAB – Sistemas de Informações da Atenção Básica. As informações são coletadas através de formulários preenchidos pelos agentes de saúde e posteriormente colocadas em

Banco de Dados. A Tabela 1 mostra as fichas utilizadas para as coletas de dados das famílias. Detalhes sobre as fichas podem ser obtidas em (Datusus, 2010).

FICHA	OBJETIVO
FICHA A	Cadastro da Família
FICHA B-DIA	Acompanhamento de Diabéticos
FICHA B-GES	Acompanhamento de Gestantes
FICHA B-HÁ	Acompanhamento de Hipertensos
FICHA B-TB	Acompanhamento de Tuberculose
FICHA D	Registro de Atividades, Procedimentos e Notificações
PMA2	Relatório de produção e de marcadores para avaliação
SSA2	Relatório da situação de saúde e acompanhamento das famílias na área/equipe

Tabela 1 – Fichas do SIAB

O LISA-MCP é um aplicativo embarcado em dispositivo móvel operado pelo agente de saúde que efetua a coleta de dados das famílias e as disponibiliza on line para o sistema de banco de dados, tornando eficiente a análise dos dados pelo LARIISA e disponibilizando informações de contexto global e local para a intervenção dos gestores em eventuais problemas detectados.

Os dados enviados pelos LISA-MCPs são mandados para o webservice, que efetua a integração com a plataforma de troca de mensagem, a qual leva ao webservice do LARIISA os dados que são colocados no seu Banco de Dados.

Os dados do SIAB de Tauá (Banco de Dados Legado) deverão ser repassados ao Banco de Dados do LARIISA e atualizados em fluxo contínuo pelos LISA-MCPs, conforme Figura 16.

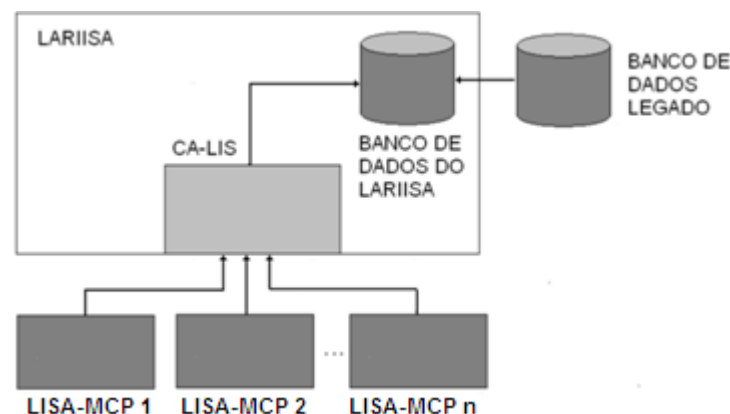


Figura 16 – Fluxo de dados ao Banco de dados do LARIISA

6.3 Aspectos de implementação do LISA-MCP

Existem diversas plataformas para o desenvolvimento de aplicativos embarcados em smartphones, tais como Windows Mobile, Palm OS, Symbian, Apple. A plataforma de desenvolvimento escolhida foi smartphone nexus one da Google (HTC, 2010). com Sistema Operacional Android (Rogers, et al., 2009). A escolha desta plataforma foi motivada pelo fato do Android ser open-source, visto que o serviço público tem priorizado o desenvolvimento de sistemas em plataforma abertas. Android foi desenvolvido pelo Google em conjunto com mais de quarenta outras grandes empresas que formam a OHA (Open Handset Alliance).

Para o desenvolvimento nesta plataforma faz-se necessária a utilização das seguintes ferramentas:

SDK (software development kit) – O SDK fornece as ferramentas e APIs necessárias para desenvolver aplicações na plataforma Android usando a linguagem de programação JAVA.

ADT Plugin (Android Development Tools) – É um plugin para a integração do Android com ambientes de desenvolvimento de aplicações, tendo sido utilizada a versão 7.0 do ADT.

Eclipse IDE – Ambiente de desenvolvimento que, junto com o ADT plugin, fornece uma poderosa e ágil forma de desenvolver aplicações para Android, tendo sido utilizado para este desenvolvimento do Eclipse Galileo.

Os dados de contexto da família são coletados pelo agente de saúde através de smartphone com o LISA-MCP. A utilização dos smartphone permite a coleta de dados da família e agrega informações de contexto espacial (coordenadas GPS) e social (fotos) não presentes na ficha A e que deverão ser utilizadas no LARIISA. O Diagrama de classe resultante da modelagem do LISA-MCP está exposto na Figura 17.

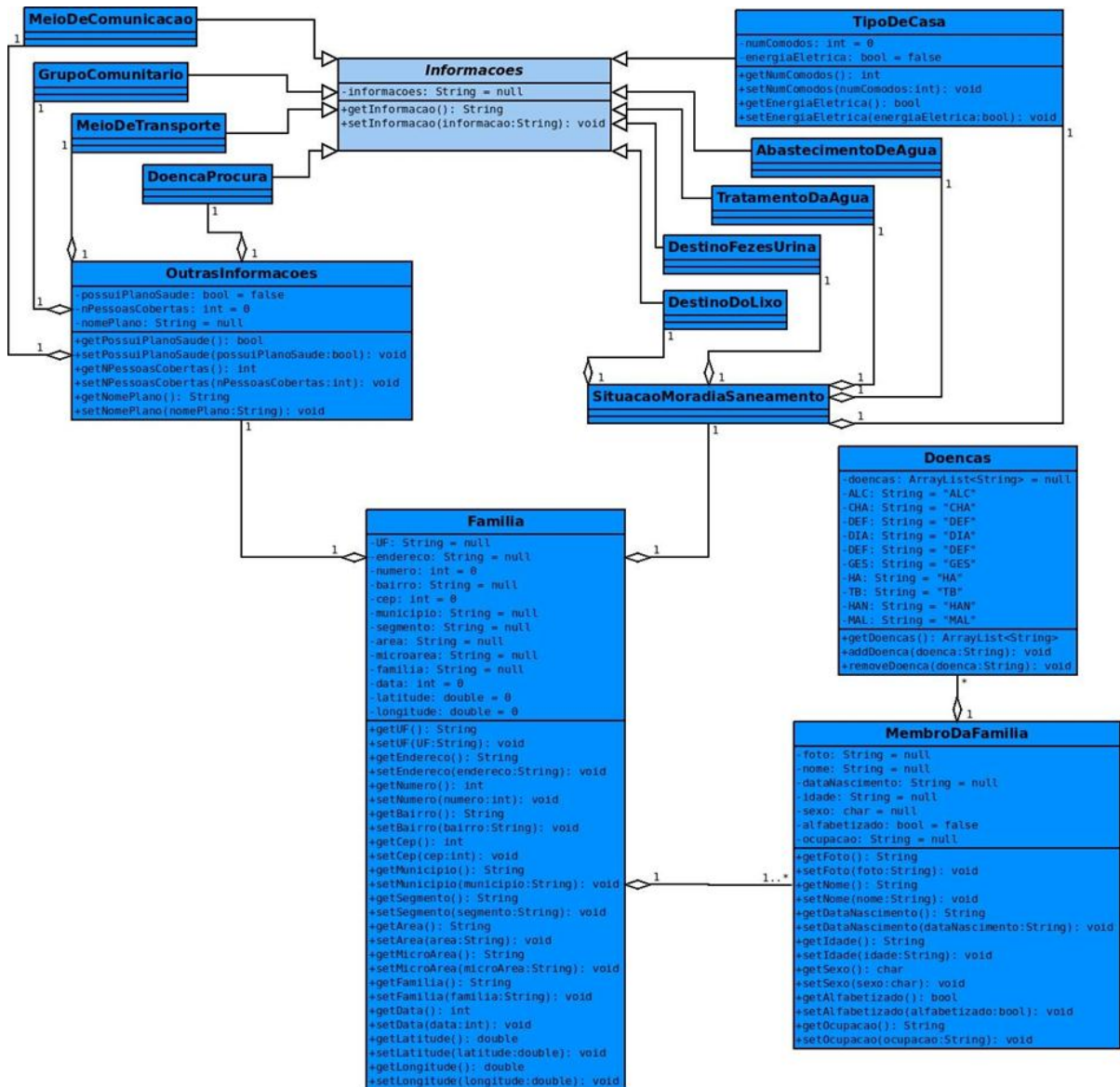


Figura 17 – Diagrama de Classe do LISA-MCP

Para uma maior facilidade no armazenamento e envio dos dados para o servidor do LARIISA, utilizou-se o Banco de Dados SQLite. A Figura 18 mostra as classes persistidas no Banco.

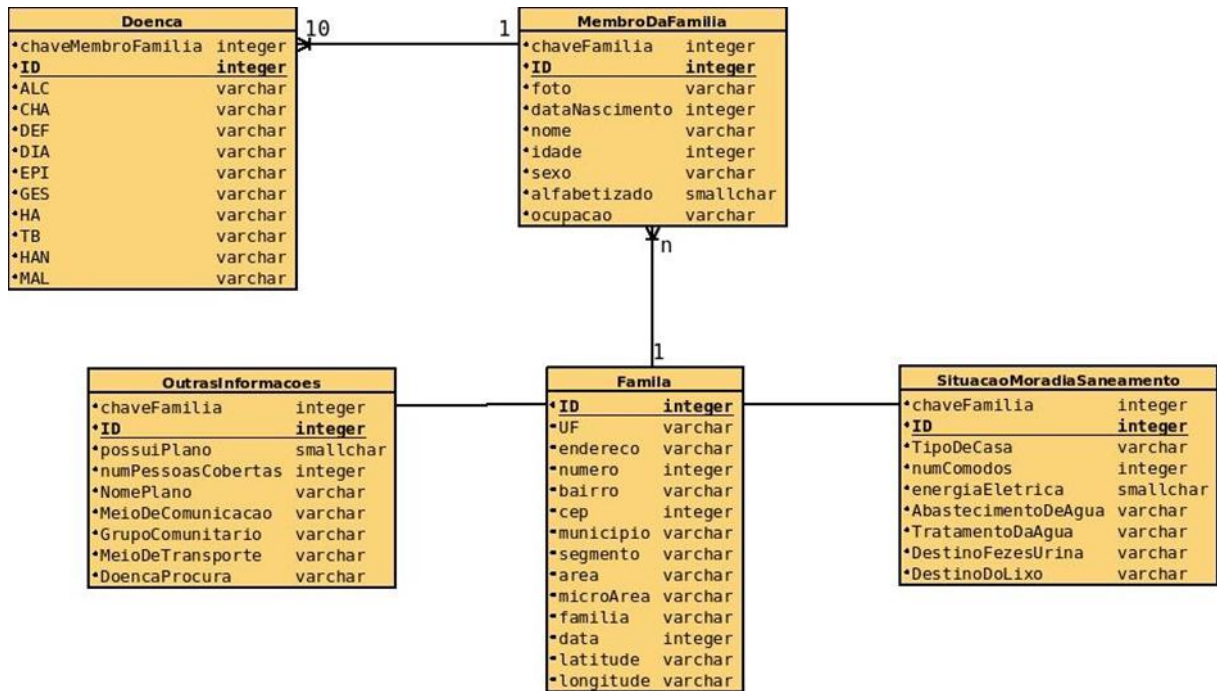


Figura 18 – Estrutura do Banco de Dados do LISA-MCP

O LISA-MCP é composto por diversas telas que devem ser preenchidas pelo agente de saúde.

Na tela de Abertura do LISA-MCP, o agente de saúde insere o endereço da família, efetua a coleta de posição do GPS da residência e acessa a tela de cadastro da família (Figura 19).

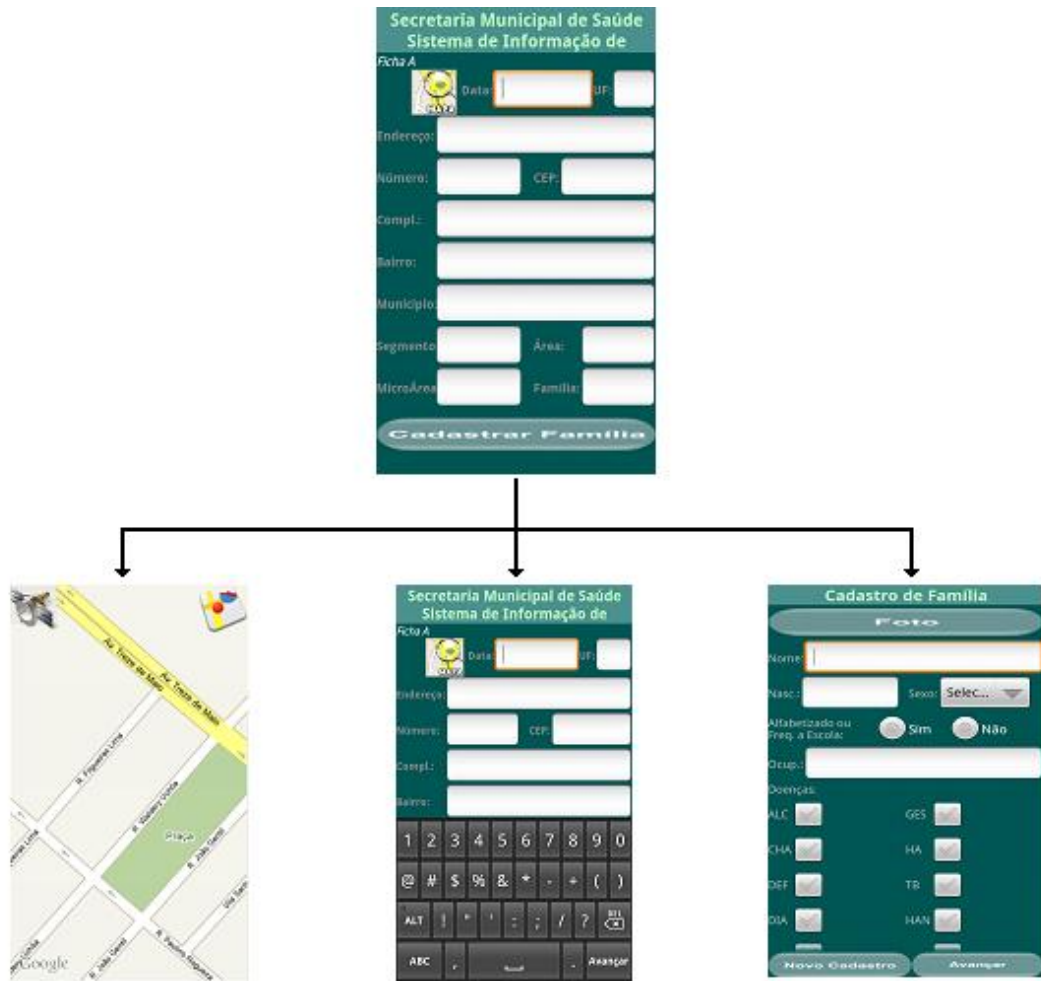


Figura 19 – Tela de Abertura do LISA-MCP e seus submenus.

A partir da tela de cadastro da família, o agente de saúde efetua o cadastro dos elementos da família, inserindo informações gerais de doenças e a foto (Figura 20). A partir da Tecla Novo Cadastro, é possível entrar com as informações de todos os membros da família. A tecla *Avançar* remete ao preenchimento de informações de moradia e saneamento e outras informações de interesse sobre a família.

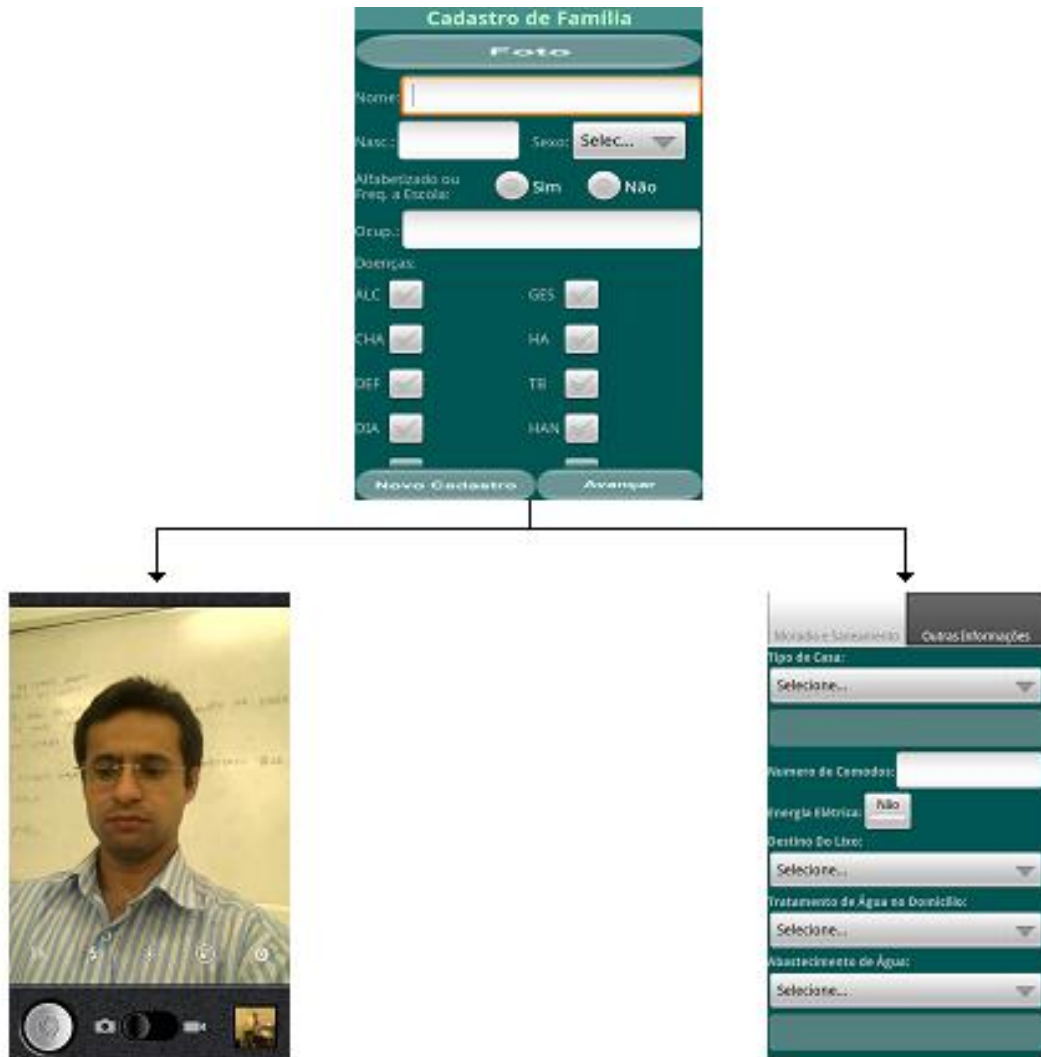


Figura 20 – Tela *Cadastro da Família* e seus submenus.

A tela moradia e o saneamento permitem a coleta de informações sobre as condições hidrossanitárias da família que fornecem contexto para diversas análises pelos gestores do sistema. As informações estão mostradas abaixo (Figura 21).

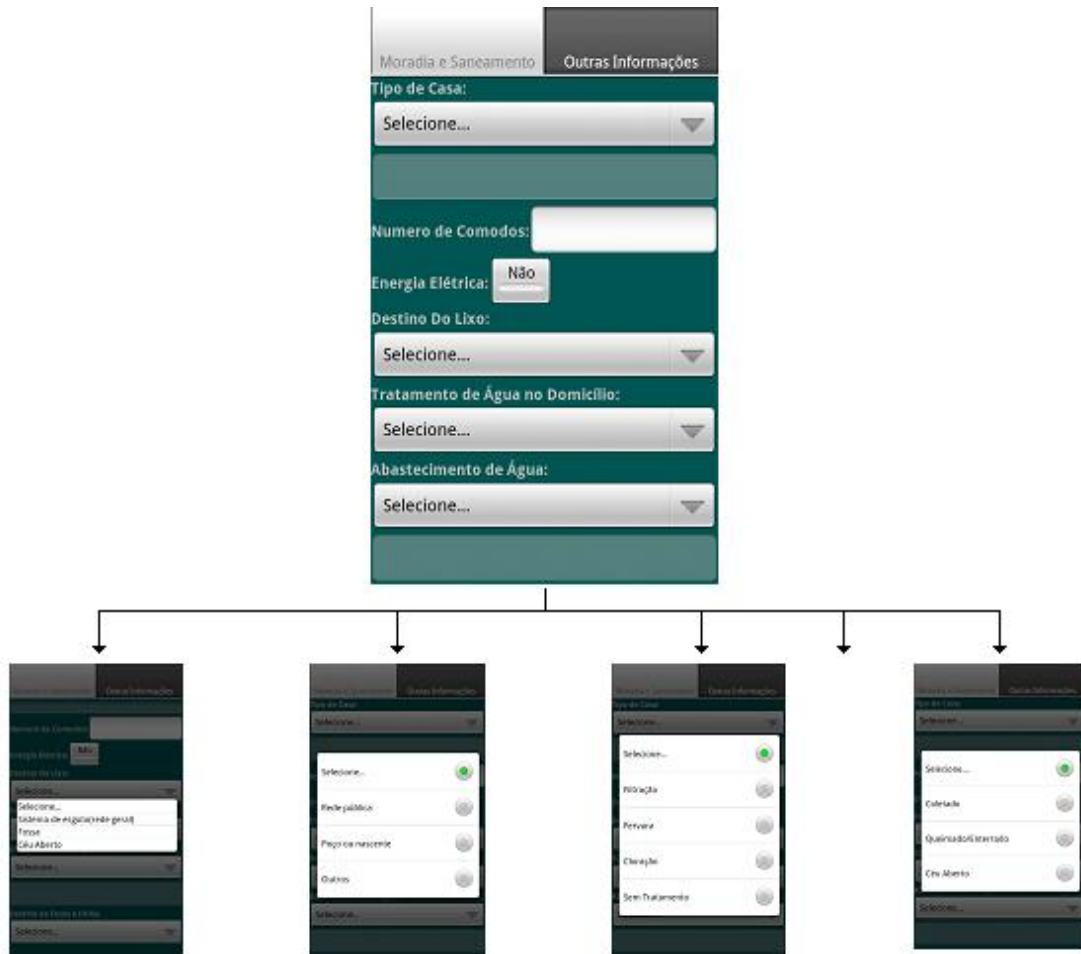


Figura 21 – A Tela de Moradia e Saneamento e seus submenus.

A tela *Outras Informações* (figura 22) coleta informações sobre onde e de que forma a família tem acesso a serviços médicos, recebe serviços médicos e outras informações socioeconômicas de interesse.

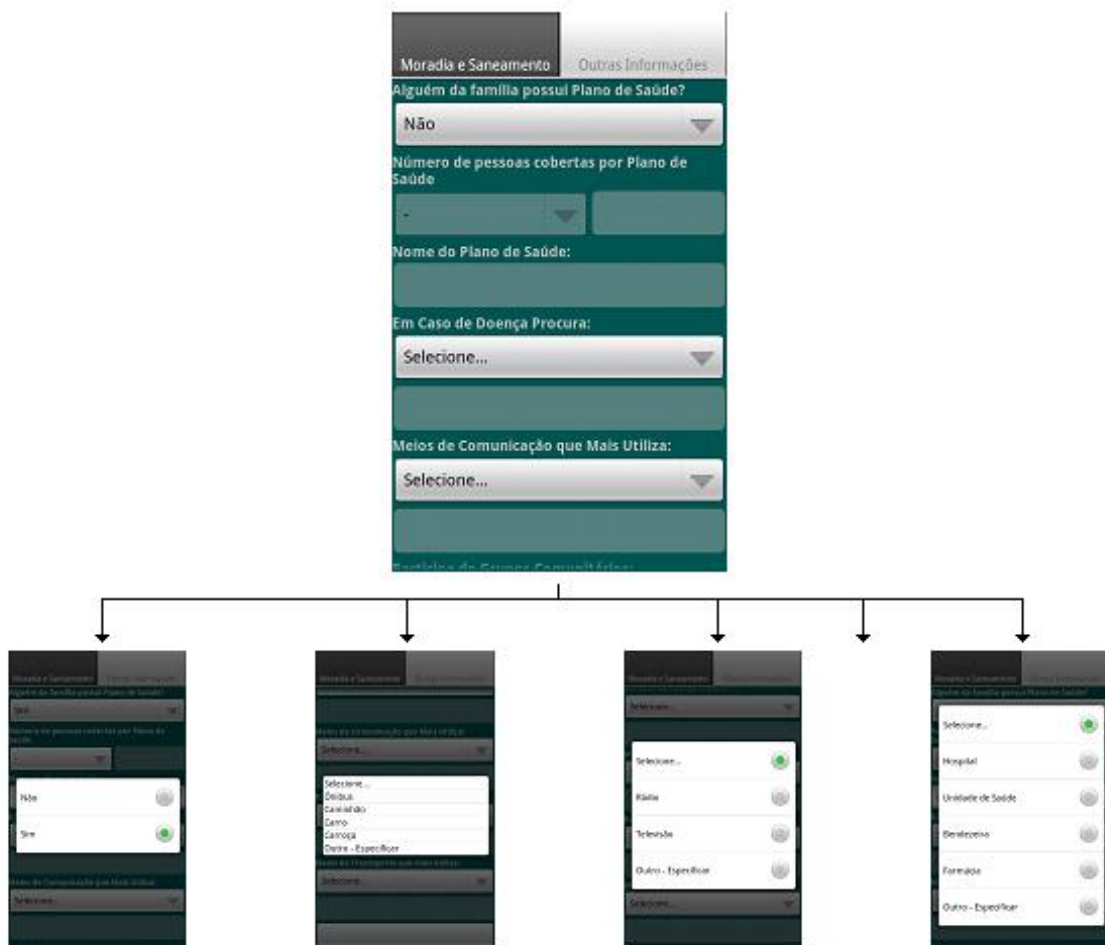


Figura 22 – Tela de Outras informações e seus submenus.

Uma vez os dados tenham sido coletados pelo agente de saúde, eles são repassados ao webservice que adequará os dados aos padrões e protocolos e ferramentas de integração de sistemas adotados pela equipe do LARIISA.

A plataforma sugerida para o LARIISA é a Open eHealth sendo fortemente indicada a adoção dos protocolos DICOM para a transferência de imagens e dados clínicos, o HL7 como padrão de formato para troca de mensagens, os padrões W3C relacionados com a aplicação (O LARIISA já adota alguns dos padrões W3C no desenvolvimento de ontologias) além das normas da ABNT e ISO adotadas para o desenvolvimento de sistemas de informática na saúde.

6.4 Cenário de Aplicação

A Figura 23 mostra o cenário de aplicação do LARIISA e o uso dos módulos desenvolvidos em dois contextos de atuação do LARIISA.

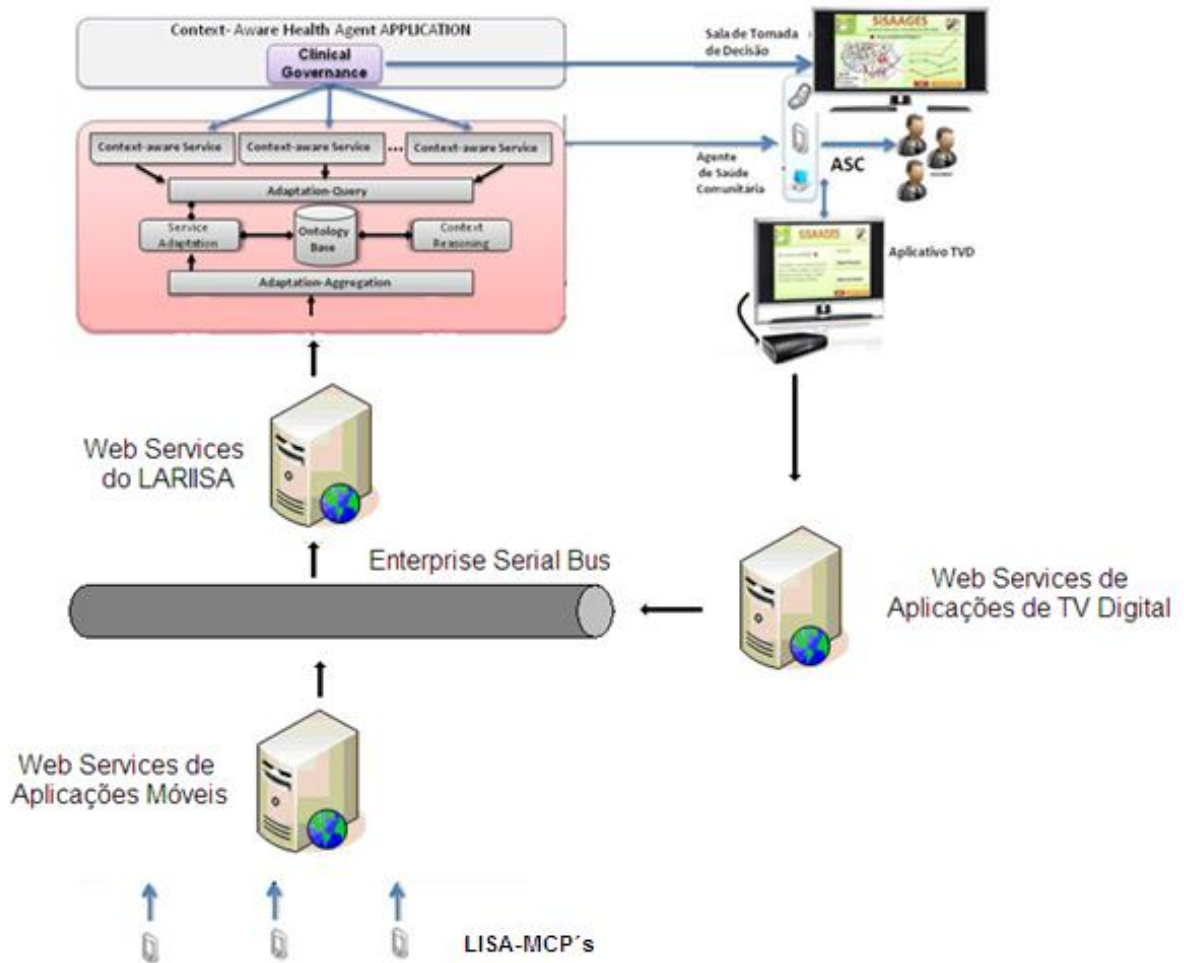


Figura 23 – Cenário do LARIISA acrescido do LISA e LISA-MCP

6.4.1 Estudo de caso: Criação de Sala de Emergência para Controle de Dengue.

O contexto de saúde global descreve a informação de alto nível, proveniente de contexto de saúde local que é usado para a tomada de decisões de governança da saúde. As informações de contexto da família são coletadas pelo agente de saúde, através do preenchimento da Ficha A no LISA-MCP. Os dados são enviados pela LISA para o LARIISA que avalia os parâmetros: *número de ocorrência de dengue, localização geográfica dos casos e período de estudo* e sugere ao gestor a criação de sala de emergência na região para o combate à dengue.

IF ((numberOfDengueRecurrenceCases(region Y, period Z) > X) **THEN** {Alert: to create an ER in the region Y}

Regra SWRL equivalente:

Global_Health_Context(?ghc) ^ Location(?Y) ^ time:Interval(?Z)

\wedge hasContextElement(?ghc, ?Y)

\wedge hasContextElement(?ghc,?Z)

\wedge NumberOfRecurrenceCases(?W) \wedge hasContextElement(?ghc,?W)

\wedge swrlb:greaterThan(?W,X)

_ MakingDecision(?ghc,"Alert: to create an ER in the region Y")

Neste estudo de caso, observa-se que a atuação do LARIISA em tempo real permite uma ação pró-ativa dos gestores de saúde no combate às endemias.

6.4.2 Estudo de caso: Identificação de pacientes com recidiva de dengue

O contexto de saúde local descreve a atuação de qualquer entidade que interage com o sistema de governança, tais como usuários finais (pacientes), os gestores de saúde, agentes de saúde, etc. As informações de contexto da família são coletadas pelo agente de saúde, através do preenchimento da Ficha A no LISA-MCP. Os dados são enviados pela LISA para o LARIISA que avalia os parâmetros: paciente, sintomas apresentados, caso anterior de dengue, *número de ocorrência de dengue na região*, e alerta ao agente de saúde, através de mensagem a sua agenda, que o paciente específico deve procurar atendimento no posto de saúde.

IF ((the patient has contracted Dengue more than once) **AND** (she lives in an area of high infestation indices) **AND** (she has symptoms A,B,C)) **THEN** {the patient must consult the ER-SC about this case}

Regra SWRL equivalente:

End_User(?patient) \wedge Local_Health_Context(?lhc) \wedge Location(?region)

\wedge Infestation(?deng) \wedge Symptom(?A) \wedge Symptom(?B) \wedge Symptom(?C)

\wedge Medical_Record(?dengue)

\wedge hasContext (?patient, ?lhc)

\wedge hasRecord(?patient,?dengue)

\wedge swrlb:greaterThan(?dengue,1)

\wedge hasContextElement(?patient, ?region)

^hasIndice(?region,?infestation)

^hasContextElement(?patient,?A) ^hasContextElement(?patient,?B)

^hasContextElement(?patient,?C)

_ MakingDecision(?lhc,"Alert: the patient must consult the ER-SC about this case")

Neste estudo de caso, observa-se que a atuação do LARIISA em tempo real pode diminuir a gravidade e mortalidade dos casos de doenças graves detectadas.

7. Conclusões

A utilização de tecnologias de comunicação e informação no desenvolvimento de aplicações voltadas à melhoria das condições de saúde da população tem sido tema de interesse como forma de melhorar o atendimento à saúde principalmente em regiões remotas e carentes de infraestrutura física e de recursos humanos especializados. O desenvolvimento de aplicações de e-health pressupõe a integração de especialistas e instituições de áreas distintas que devem ser gerenciadas para que os objetivos sejam alcançados e os recursos investidos tenham o retorno esperado. O ITU sugere a criação de um 'e-health master plan' para que os países criem mecanismos e aplicações de e-health, indicando os parceiros, sua forma de atuação e os cuidados para que as aplicações tenham sucesso.

O uso de dispositivos móveis e do settop box permite a coleta de dados dos atores envolvidos e atuação na população, seja através de programas interativos, pesquisas dirigidas, monitoramento biométrico com agilidade para a atuação dos gestores na solução de problemas relacionados à saúde, em suas diversos domínios de gestão.

Sistemas de ehealth em desenvolvimento no mundo têm convergido para a adoção de protocolos e normas que facilitem a interoperabilidade entre aplicações sendo que normas e padrões presentes na ABNT e ISO devem ser seguidos, enquanto protocolos e especificações específicos para ehealth, como DICOM, HL7 e normas específicas do W3C, devem ser observados para facilitar sua adoção por outros organismos e empresas.

A especificação de uma arquitetura de integração que permita a interligação de equipamentos heterogêneos para a coleta de dados leva em conta aspectos de confiabilidade, versatilidade, expansibilidade e uniformidade de acesso de forma que a inclusão, a remoção e a atualização de dispositivos e dos dados a serem disponibilizados possam ser feitas com o mínimo de intervenção física, de confiabilidade e de performance do sistema.

Partindo desses pontos de vista, este trabalho contextualiza o LARIISA nas linhas de interesse de e-health e m-health e sugere que sejam avaliadas as sugestões de planejamento, desenvolvimento e acompanhamento desse tipo de aplicação para que seus objetivos sejam alcançados. O ambiente de integração sugerido atende aos requisitos necessários para a interligação dos provedores de contexto à base de dados do LARIISA e seu posterior uso no contexto para um sistema de tomada de decisão em saúde pública.

O protótipo implementado acrescenta às informações já presentes na ficha A dados de contexto espacial (coordenadas de GPS da residência) e social (fotos de pessoas e de situações de interesse sanitários, médico, etc) que poderão ser utilizados nos contextos de governança em saúde local e global.

7.1 Contribuições

Este trabalho contribui com o LARIISA pela definição e especificação do modelo de integração entre os diversos tipos de provedores de contexto com o framework do LARIISA.

Durante o levantamento do estado da arte para esta investigação, verificou-se o grande interesse por e-health e m-health para o desenvolvimento de soluções

voltadas à saúde com a utilização de ICTs, incluindo os padrões e normas específicas em adoção por empresas e organismos na Europa, Estados Unidos e outros países espalhados pelo mundo. Este trabalho situou o LARIISA nesses contextos.

Além disso, contribui, de forma efetiva, com um protótipo de provedor de contexto baseado em dispositivos móveis, aumentando o leque de estudos que podem ser realizados no projeto piloto do LARIISA.

7.2 Trabalhos futuros

Com base nos trabalhos desenvolvidos nesta dissertação, a seguir são elencadas sugestões para trabalhos futuros:

- Desenvolver Plano de Gestão em e-health (*e-Health Master Plan*) para o Estado do Ceará, conforme sugerido pelo ITU, tendo o LARIISA como embrião.
- Desenvolver provedor de contexto embarcado no settop box para a coleta de dados da família com a estrutura de integração proposta.
- Desenvolver provedor de contexto para coleta de dados biométricos a partir de um equipamento de monitoramento comercial utilizando o settop box como conectividade ao LARIISA.
- Desenvolver provedor de contexto ambiental utilizando plataforma embedded e usando dispositivo móvel como conectividade ao LARIISA.
- Desenvolver contexto agregador do LARIISA para a recepção dos dados enviados pelos provedores de contexto utilizando a arquitetura de integração proposta.

8. Referências Bibliográficas

ITU. 2010. *Mobile eHealth solutions for developing countries*. Genebra-Suíça : www.itu.int/publications, 2010.

ABNT. 2011. ABNT Homepage. *Associação Brasileira de Normas Técnicas*. [Online] 2 de 3 de 2011. [Citado em: 2 de 3 de 2011.] www.abnt.org.br.

Andrade, Luis O M. 2009. Sistemas integrados de saúde, redes e linhas de Cuidado: construção de modelagem para estudo Comparado Brasil Canadá. Projeto Pós-Doutoral na Universidade de Quebec – Canadá. *CAPES*. 2009.

ANSI. 2011. American National Standards Institute . *American National Standards Institute* . [Online] 2 de 03 de 2011. [Citado em: 2 de 3 de 2011.] www.ansi.org.

Bailey, J, Poulouvassilis, A e Wood, P T. 2002. An event-conditionaction language for xml. . *Bailey, A. Poulouvassilis, and P. T Proc. of the 11th international conference on World Wide Web*. 2002.

CEN. 2011. European Committee for Standardization . *European Committee for Standardization* . [Online] 2 de 3 de 2011. [Citado em: 2 de 3 de 2011.] www.cen.org.

Clarkparsia. 2011. Clark & Parsia Homepage. *Clark & Parsia Homepage*. [Online] 2 de 3 de 2011. [Citado em: 2 de 3 de 2011.] www.clarkparsia.com.

Datasus. 2010. Sistema de Informação da Atenção Básica. *Datasus*. [Online] 15 de 12 de 2010. [Citado em: 15 de 12 de 2010.] <http://siab.datasus.gov.br/SIAB/index.php?area=01>.

Dey, A K, Salber, D e Abowd, G D. 2001. A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications. *Article for Special Issue on Context-Awareness*. 2001.

DICOM. 2011. DICOM Homepage. [Online] 2 de 3 de 2011. [Citado em: 2 de 3 de 2011.] <http://medical.nema.org/>.

ETICE. 2010. Cinturão Digital. *Etíce*. [Online] 15 de 12 de 2010. [Citado em: 15 de 12 de 2010.] <http://www.etice.ce.gov.br/categoria1/cinturao/>.

GeoRSS. 2010. GeoRSS. *GeoRSS*. [Online] 15 de 12 de 2010. [Citado em: 15 de 12 de 2010.] <http://www.georss.org/>.

Graham, I D, et al. 2006. Lost in Knowledge Translation: Time for a Map? *I.D. Graham, J. Logan, M.B. Harrison, S.E. Straus, J. Tetroe, W. Caswell, and N. Robinson. Lost in KnJournal of Continuing Education in the Health Professions*. 2006, Vol. 26.

HL7. 2011. Health Level Seven International Homepage. *Health Level Seven International Homepage*. [Online] 2 de 3 de 2011. [Citado em: 2 de 3 de 2011.] www.hl7.org.

Hohpe, G e Woolf, B. 2004. *Enterprise Integration Patterns – Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions*. s.l. : Addison-Wesley, 2004.

HTC. 2010. Nexus One Overview. [Online] 15 de 12 de 2010. [Citado em: 15 de 12 de 2010.] <http://www.htc.com/www/product/nexusone/overview.html>.

ISO. 2011. International Standard for Normalization and Standartization Homepage. *International Standard for Normalization and Standartization Homepage*. [Online] 2 de 3 de 2011. [Citado em: 2 de 3 de 2011.] <http://www.iso.org>.

ITU. 2008. *Implementing e-Health in Developing Countries – guidance and principles*. Genebra - Suíça : www.itu.int/publications, 2008.

Ministério da Saúde. 2010. Programa Saúde da Família. *Ministério da Saúde*. [Online] 15 de 12 de 2010. [Citado em: 15 de 12 de 2010.] http://portal.saude.gov.br/portal/saude/cidadao/area.cfm?id_area=149.

Oliveira, Antônio M B. 2009. LARA, Laboratório Redes de Computadores & Inteligência Artificial - Projeto Pós-Doutoral na Universidade de Otawa – Canadá. *CNPQ*. 2009.

Oliveira, Antônio M, Andrade, Luis O e all, et. 2010. A Context-Aware Framework for Health Care Governance Decision-Making Systems: A model based on the Brazilian Digital TV. *IERHSS 2010*. Montreal : s.n., 2010.

Richards, M, Monson-Haefel, R e CHAPPELL, D A. 2009. *Java Message Service*. s.l. : O'Reilly, 2009.

Rogers, R, et al. 2009. *Android Application Development*. s.l. : O'Reilly, 2009.

Soares, Luis F G, Rodrigues, R M e Moreno, M F. 2006. Ginga-NCL: the Declarative Environment of the Brazilian Digital TV System. *Journal of the Brazilian Computer Society*. 2006. V. 13, 1.

TWAIN. 2011. Twain - Standard for image aquisition devices. *Twain - Standard for image aquisition devices*. [Online] 2 de 3 de 2011. [Citado em: 2 de 3 de 2011.] <http://www.twain.org/>.

Viana, W, et al. 2007. A semantic approach and a web tool for contextual annotation of photos using camera phones. In WISE, pages 225– 236, 2007. *Wise*. 2007.

W3C. 2010. OWL-Guide. *World Wide Web Consortium Homepage*. [Online] 15 de 12 de 2010. [Citado em: 15 de 12 de 2010.] <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>.