



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

MODELO DE INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÃO ENTRE SISTEMAS ISOLADOS  
PARA IMPLEMENTAÇÃO DE APLICAÇÕES DE HEALTHCARE

MARLOS ANDRÉ SILVA RODRIGUES

MANAUS-AM

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

MARLOS ANDRÉ SILVA RODRIGUES

MODELO DE INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÃO ENTRE SISTEMAS ISOLADOS  
PARA IMPLEMENTAÇÃO DE APLICAÇÕES DE HEALTHCARE

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica, área de concentração Controle e Automação de Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. –Ing. Vicente Ferreira de Lucena Júnior

MANAUS-AM

2016

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

R696m Rodrigues, Marlos André Silva  
Modelo de integração de informação entre sistemas isolados para  
implementação de aplicações de Healthcare / Marlos André Silva  
Rodrigues. 2016  
69 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Vicente Ferreira de Lucena Júnior  
Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade  
Federal do Amazonas.

1. Ambientes Isolados. 2. Dispositivo Móvel. 3. E-Saúde. 4.  
Healthcare. I. Lucena Júnior, Vicente Ferreira de II. Universidade  
Federal do Amazonas III. Título

MARLOS ANDRÉ SILVA RODRIGUES

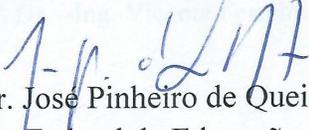
MODELO DE INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÃO ENTRE SISTEMAS ISOLADOS  
PARA IMPLEMENTAÇÃO DE APLICAÇÕES DE HEALTHCARE

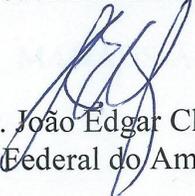
Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica, área de concentração Controle e Automação de Sistemas.

Aprovado em, 20 de dezembro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Dr. –Ing. Vicente Ferreira de Lucena Júnior  
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

  
Prof. Dr. José Pinheiro de Queiroz Neto  
Instituto Federal de Educação – IFAM

  
Prof. Dr. João Edgar Chaves Filho  
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Dedico este trabalho à minha família, em especial minha esposa Maria Ediene Rodrigues pela compreensão e apoio e minha mãe Maria das Graças Rodrigues minha eterna incentivadora.

# Agradecimentos

Inicialmente a Deus, por ter me concedido esta oportunidade de concluir mais uma etapa de minha vida.

A minha mãe Maria das Graças Rodrigues e minha esposa Maria Ediene Rodrigues, pela presença, apoio e incentivo.

Aos meus colegas do laboratório de TV Digital Vandermi Silva, Orlewilson Maia, Ricardo Erikson pelo apoio e incentivo a minha pesquisa.

Ao orientador, professor Vicente Ferreira de Lucena Junior, por todo suporte durante o Mestrado.

A todos os professores e coordenação técnica do Programa de Mestrado em Engenharia Elétrica da UFAM por contribuírem direta e indiretamente para minha formação acadêmica.

Ao CNPq, CAPES, SAMSUNG, UFAM e CETELI, pelo apoio financeiro através de bolsa de estudo e laboratórios para o desenvolvimento da pesquisa.

# Resumo

A automação doméstica consiste em utilizar dispositivos e tecnologias que por meio de suas funcionalidades tornem automáticas as tarefas domésticas, por exemplo, a aplicação da automação residencial para ajudar as pessoas a controlar tarefas rotineiras como a de tomar remédios, pois a correta administração de medicamentos ao paciente pode ser a diferença entre vida e morte. Considera-se que o uso de dispositivos móveis integrado ao ambiente doméstico pode possibilitar um acompanhamento de horário de tomada de medicação. Visando isto, o presente trabalho propõe um modelo de comunicação entre dispositivos móveis, dispositivos domésticos e TV digital de modo a dar suporte a um sistema automático de informações entre o consultório médico e o ambiente doméstico considerando os ambientes isolados a fim de dar suporte a um sistema eletrônico de prescrição e acompanhamento de medicação. Foi utilizado um cenário para avaliação da implementação do modelo proposto composto de dois atores sendo o paciente e o médico e de dois ambientes denominados de Consultório e Residência.

Palavras-chaves: Ambientes Isolados, Dispositivo Móvel, E-Saúde

# Abstract

Home automation consists of using devices and technologies that, through their functionalities, make household tasks automatic, for example, the application can be used to help people to control routine tasks such as taking medicines, since the correct administration of medicines to the Patient relationship can be the difference between life and death. It is considered that the use of mobile devices integrated to the domestic environment can allow a monitoring of the appropriated time of taking medications. Aiming at this context, to support an Electronic prescription system and medication monitoring, the presented work proposes a model of communication among mobile devices, household devices and digital TV to support an automatic information system to connect the doctor's office and the home environment, considering them isolated. It was chosen a scenario to evaluate the implementation of the proposed model composed of two actors, the patient and the physician, and two environments called the medical Office and patient's Residence.

Keywords: Isolated Environments, Mobile Device, E-Health

# Lista de Siglas

API	Application Programming Interface
ATSC	Advance Television System Comitee
CETELI	Centro de Tecnologia Eletrônica e Telecomunicações
DTN	Rede Tolerante a Atrasos e Desconexões
DVB	Digital Vídeo Broadcasting
EPS	Electronic Prescription System
EMR	Registro Médico Eletrônico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IP	Internet Protocol
ISDB	Integrated Services Digital Broadcasting
JSF	Java Server Faces
JSP	Java Server Pages
NCL	Nested Context Language
OHA	Open Handset Alliance
OSGi	Open Services Gateway Initiative
SBTVD-T	Sistema Brasileiro de Televisão Terrestre
STB	set-top box
SOA	Arquitetura Orientada a Serviços
TCP	Transmission Control Protocol
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
TVDi	Televisão Digital Interativa
WEB	Rede de Computadores de Alcance Mundial
WAN	Wide Area Network

# *Lista de Figuras*

Figura 1 – Custos Evitáveis em saúde.....	14
Figura 2 - Mulas arquitetura de 3 camadas. ....	21
Figura 3 - Plataforma Android. ....	24
Figura 4 - Modelo proposto em Ghinea. ....	27
Figura 5 - Arquitetura Wedjat. ....	29
Figura 6 - Arquitetura Maglogiannis.....	30
Figura 7 – Arquitetura de Framework.....	31
Figura 8 - Arquitetura proposta. ....	36
Figura 9 - Módulo Consultório.....	37
Figura 10 - Exemplo de Prescrição. ....	38
Figura 11 - Módulo Dispositivo Móvel.....	40
Figura 12 - Módulo Ambiente Doméstico. ....	41
Figura 13 - Arquitetura Completa. ....	43
Figura 14 - Caso de Uso Módulo WEB. ....	46
Figura 15 - Uso de Tag Library.....	47
Figura 16 - Uso de dataproviders .....	47
Figura 17 - Diagrama de estados para a receita.....	48
Figura 18 – Arquivo XML. ....	49
Figura 19 - Diagrama de Pacotes .....	50
Figura 20 - Diagrama de Sequencia Gateway.....	53
Figura 21 – Cenário.....	55
Figura 22 – Prescrição.....	57
Figura 23 – Telas no dispositivo móvel. ....	58
Figura 24 - Tela TV Digital.....	60
Figura 25 - Relatório de Acompanhamento do Médico. ....	62

## *Lista de Tabelas*

Tabela 1 - Comparativo entre trabalhos relacionados. ....	33
Tabela 2 - Receita para o Experimento. ....	61

# *Sumário*

Capítulo 1- Introdução .....	13
1.1 Motivação.....	14
1.2 Objetivos .....	17
1.2.1 Objetivo Geral .....	17
1.2.2 Objetivos Específicos .....	17
Capítulo 2 – Fundamentos e Trabalhos Relacionados .....	19
2.1 Fundamentos Teóricos .....	19
2.1.1 Redes DTN.....	19
2.1.2 Gateway Residencial .....	21
2.1.3 TV Digital .....	22
2.1.4 Plataforma Android.....	23
2.2 Trabalhos Relacionados .....	24
2.2.1 Comparação entre os trabalhos relacionados .....	32
2.6 Conclusão.....	34
Capítulo 3 – Arquitetura Proposta.....	35
3.1 Concepção .....	35
3.1.1 Módulo Consultório .....	37
3.1.2 Módulo Dispositivo Móvel .....	39
3.1.3 Módulo Ambiente Doméstico .....	40
3.2 Descrição da Comunicação entre os Módulos .....	41
3.3 Conclusão.....	44
Capítulo 4 – Implementação da Arquitetura Proposta .....	45
4.1 Requisitos do protótipo .....	45
4.2 Módulo Consultórios.....	45

4.2.1 Camada de Visualização .....	46
4.2.2 Camada Modelo .....	47
4.2.3 Camada de Controle .....	48
4.2.4 Regras de funcionamento .....	48
4.3 Módulo Dispositivo Móvel .....	48
4.3.1 Pacotes e Classes .....	50
4.3.2 Módulo Ambiente Doméstico .....	52
4.3.3 Gateway Doméstico .....	52
4.3.4 Dispositivos Domésticos .....	53
4.4 Conclusão .....	54
Capítulo 5 – Avaliação do Sistema .....	55
5.1 Descrição do Cenário: Prescrição da Receita e alerta na residência gerenciado por Smartphone e Gateway Residencial. ....	55
5.2 Servidor Web .....	56
5.3 Dispositivo Móvel .....	57
5.4 Gateway .....	59
5.5 Dispositivo Doméstico.....	59
5.6 Experimento realizado no Cenário.....	60
5.5 Conclusão .....	62
Capítulo 6 – Considerações Finais .....	63
Referências.....	65
Apêndice A – Publicações.....	68

# Capítulo 1- Introdução

Um sistema de automação doméstica consiste em utilizar dispositivos e tecnologias que por meio de suas funcionalidades tornem automáticas as tarefas domésticas. Por exemplo, vários dispositivos podem ser integrados em uma interface comum de modo a permitir que um morador tenha acesso às operações básicas como ligar/desligar equipamentos, verificar valores de sensores, entre outras (Maia, 2009). Uma outra possibilidade para a aplicação de automação residencial seria também ajudar as pessoas a controlar tarefas rotineiras como, por exemplo, tomar remédios.

A correta administração dos medicamentos ao paciente pode ser a diferença entre vida e morte. Os profissionais de saúde precisam garantir que o remédio certo seja administrado na hora certa. Como os dispositivos móveis hoje são aparelhos de uso extremamente difundido possuindo diversas funções, levanta-se inicialmente a hipótese de equipar este aparelho com um *software* que pudesse informar ao paciente a hora correta para administração de seu medicamento, além de também possibilitar ao médico, por meio de um relatório, verificar se o paciente tomou ciência da hora de ingerir seus medicamentos por meio de alertas nos horários de ingestão dos mesmos. Ao mesmo tempo tem-se o ambiente doméstico, que por meio da automação residencial, está cada vez mais sendo automatizado.

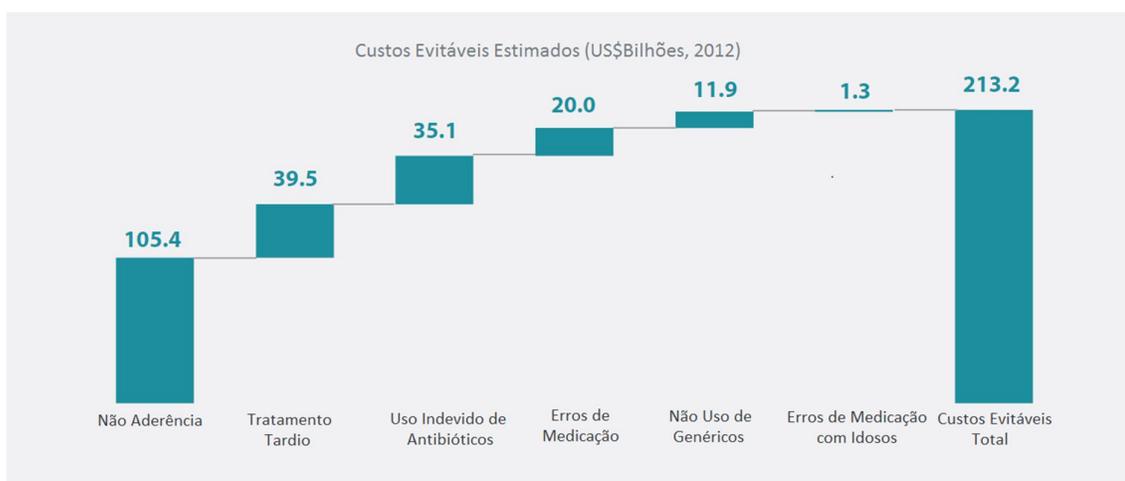
Percebe-se a importância de que estas informações estejam disponíveis em outros dispositivos domésticos como, por exemplo, a televisão que hoje está presente na maioria dos lares brasileiros e passa pela mudança do sistema analógico para o sistema digital. Esta pode ser usada para ajudar o paciente a lembrar da hora de administração de seu medicamento e da dose indicada pelo médico.

Neste trabalho propõem-se um modelo de comunicação entre dispositivos móveis, dispositivos domésticos e *Set top Box* de modo a dar suporte a um sistema automático de informações, entre o consultório médico e o ambiente doméstico, que será avaliado com a implementação de um cenário para acompanhamento de medicação.

## 1.1 Motivação

O Instituto for Healthcare Informatics (IMS) em 2013 mostrou por meio de um estudo realizado em 2012 que mais de 200 bilhões de dólares em custos poderiam ser evitados com o uso mais responsável de medicamentos. Observa-se no estudo que estes custos surgem quando os pacientes não recebem os medicamentos certos na hora certa ou da maneira certa ou simplesmente não os tomam. A Figura 1 apresenta seis custos evitáveis em seis áreas envolvendo diferentes doenças e situações de cuidado. O primeiro deles e maior refere-se a não aderência do paciente a medicação com 105,4 bilhões de custos evitáveis em saúde, O segundo com 39,5 bilhões refere-se ao tratamento tardio de doenças. No terceiro tem-se 35,1 bilhões de custos referente ao uso indevido de antibióticos. Seguido de 20 bilhões com erros de medicação, 11,9 bilhões com pacientes que não usam genéricos e por fim erros de medicação com idosos com 1,3 bilhão (AITKEN, 2013).

**Figura 1 – Custos Evitáveis em saúde.**



**Fonte: Adaptado de Aitken, 2013.**

I D Alexa (2013) afirma que a aderência à terapia com medicamentos ainda representa um problema sem solução ainda mais severo em idosos, pois essa parte da população frequentemente possui diversas doenças que necessitam de inúmeros medicamentos, e isto sugere que estes tipos de pacientes tenham métodos mais eficientes e eficazes para ajudá-los

em seus tratamentos de doenças. Logo, o tele monitoramento (monitoramento remoto) e sistemas de e-saúde que segundo Della Mea (2001) significa o uso combinado de comunicação eletrônica e tecnologia da informação no setor de saúde, tornam-se métodos mais interessantes para pacientes idosos, uma vez que a dificuldade destes pacientes está no não cumprimento do horário correto para a administração de medicamentos que faz parte de um problema conhecido como não adesão a medicação.

Os erros de medicação em pacientes também podem ser considerados um problema a ser observado e minimizado com o uso da tecnologia disponível no século atual. Néri (2011), por exemplo, em seus estudos sobre o perfil dos erros de medicação na etapa da prescrição em um hospital universitário destaca que a baixa legibilidade das prescrições, principalmente as manuscritas, é uma importante causa de falha na comunicação entre profissionais envolvidos na assistência hospitalar sendo um dos fatores contribuintes para erros de medicação e que estes erros poderiam ser minimizados com a adoção da prescrição eletrônica. Em um estudo exploratório em 2007, Néri determinou a taxa de segurança do processo de prescrição de 75,80%. Os resultados obtidos evidenciaram que os erros de prescrição são comuns e devem ser enfrentados pelos profissionais envolvidos na assistência à saúde. Em seus estudos, Néri afirma que o processo de prescrição é complexo e permeado por erros, sendo estes erros multifatoriais e originários de falhas ativas ou condições que induzem ao erro, geralmente agindo juntas para causá-los, e ainda que o enfrentamento da problemática dos erros de prescrição é um desafio mundial devendo ser uma meta institucional.

Nos últimos anos, com o avanço da tecnologia e suas novas descobertas fizeram com que a medicina avançasse bastante e com isso tanto médicos quanto pacientes foram beneficiados. Para Della Mea (2001) avanços constantes da tecnologia nos permitiram migrar de desktops para notebooks, smartphones e dispositivos portáteis. Esses utensílios são instrumentos que transformam o modo como as pessoas vivem e interagem, tendo grande potencial para apoiar os profissionais de saúde através do e-saúde.

Para D'Agostino (2014) as tecnologias de informação e comunicação (TIC) e os aplicativos de e-saúde tem uma função essencial na facilitação do acesso aos serviços de Saúde. Bosworth (2010) afirma que intervenções que possam estimular uma melhor adesão à medicação, mesmo que leves, podem significativamente melhorar a saúde pública.

Lee (2009) realizou uma investigação do potencial de dispositivos domésticos para melhorar a adesão à correta administração de medicamentos com grupos de pessoas de meia

idade e idosos para avaliar o potencial valor de um sistema conceitual de um Agendador doméstico para lembrar a hora da medicação. Esse tipo de sistema conceitualmente utilizaria um set-top box, celulares e outros dispositivos domésticos a fim de avisar o paciente da hora de tomar o medicamento. Nesse estudo concluiu-se que o principal valor do sistema conceitual foi sua habilidade em fornecer múltiplos canais para alertar o paciente da hora da administração da medicação.

Na América Latina ainda persistem grandes desigualdades de acesso aos serviços de saúde em função de vários fatores que impedem um atendimento médico de qualidade, entre os fatores que contribuem para isso tem-se a escassez de recursos humanos, de infraestrutura, de equipamentos, de medicamentos e a distância física e cultural entre os serviços públicos e a população (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2011).

As dificuldades de acesso à Internet em áreas remotas do interior impossibilitam que os cuidados a saúde se beneficiem com o uso das tecnologias atuais, conforme apresentado em uma pesquisa nacional por amostra de domicílios, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2011, que investigou o acesso à Internet e a posse de telefone móvel para uso pessoal. Observou-se que na região norte o acesso à internet passou de 1/10 em 2005 para mais de 1/3 em 2011, e as demais regiões apresentaram mais de 50% de sua população maior de 10 anos, tendo acessado a Internet, ou seja, na região norte o acesso à Internet é menor que nas demais regiões do país.

Uma alternativa para essas comunidades isoladas é a utilização de mulas de dados (Data Mule, acrônimo de Mobile Ubiquitous LAN Extensions) que é a utilização de dispositivos para levar informações de um lugar a outro. A convergência de aplicações, serviços e dispositivos de redes baseadas em IP está nos conduzindo a novos modelos de negócios e a adaptabilidade da rede será o critério fundamental para responder a essas rápidas mudanças e fazer redes que possam responder as necessidades e requisitos diversificados (DIXIT & PRASAD, 2008).

Viana (2009), afirma que “atualmente uma das principais dificuldades em se definir uma arquitetura genérica para Home Networks está na diversidade de provedores de serviços, fabricantes de dispositivos e tecnologias de comunicação”.

Devido à essa grande diversidade, há a necessidade de criarmos uma arquitetura capaz de prover serviços de cuidados com a saúde em locais isolados ou ambientes residenciais que

não dispõem de acesso à Internet. Este trabalho aborda o estudo de redes sem fio, dispositivos domésticos, gateways domésticos e set-top Box para proposição de um modelo de comunicação entre estes dispositivos, de modo a dar suporte a um sistema automático de informações para a melhoria da adesão à medicação que foi avaliado com a implementação de um cenário para Healthcare. Com a implementação desse modelo de comunicação entre dispositivos espera-se contribuir para a melhoria da assistência à saúde.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Propor um modelo de software de comunicação e processamento da informação entre consultórios médicos, dispositivos móveis e ambientes domésticos, considerando-os sistemas isolados, a fim de dar suporte a um sistema eletrônico de prescrição e acompanhamento de medicação.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar na literatura apropriada arquiteturas de comunicação entre sistemas isolados, dispositivos domésticos e TV Digital.
- Analisar as arquiteturas de comunicação encontradas destacando atributos importantes para o problema estudado.
- Propor uma arquitetura que viabilize a construção de um sistema de comunicação e processamento da informação entre consultórios médicos, dispositivos móveis, e ambientes domésticos.
- Implementar um sistema eletrônico de prescrição e acompanhamento de medicação baseado na arquitetura proposta.
- Avaliar o sistema a partir de um cenário de teste a apontar possíveis melhorias.

Para cumprir os objetivos deste trabalho faz-se necessário a criação de um modelo de comunicação entre o computador do médico, o Smartphone, os dispositivos domésticos e o

set-top Box, para validar este modelo será implementado em um cenário descrito no capítulo 5.

O presente trabalho foi organizado em 6 capítulos. Na Introdução apresenta-se a problemática desenvolvida. No capítulo 2, são apresentados os fundamentos teóricos que envolvem as tecnologias utilizadas no desenvolvimento deste trabalho e uma avaliação de trabalhos selecionados em periódicos nacionais e internacionais relacionados aos objetivos desta dissertação. No Capítulo 3 apresentada a arquitetura proposta neste trabalho. No Capítulo 4 é apresentada a implementação desta arquitetura. No capítulo 5 tem-se a avaliação do sistema Implementado a partir de um cenário de testes. Segue-se as considerações finais no capítulo 6.

# Capítulo 2 – Fundamentos e Trabalhos Relacionados

Neste capítulo são apresentados os fundamentos teóricos que envolvem as tecnologias utilizadas no desenvolvimento deste trabalho e após é apresentada uma avaliação de trabalhos selecionados em periódicos nacionais e internacionais relacionados aos objetivos desta dissertação. A busca por estes trabalhos foi realizada para entender melhor o problema de não aderência a medicação e como a tecnologia está sendo aplicada para resolver este problema bem como esta tecnologia pode ser aplicada em ambientes isolados ou com dificuldades de acesso à internet. O estudo destes trabalhos contribuiu para a proposição desta dissertação. Ao final deste capítulo é apresentada uma tabela comparativa entre os trabalhos.

## 2.1 Fundamentos Teóricos

Para compreender os conceitos e a solução proposta nesta dissertação apresentamos algumas tecnologias que contribuiram ou foram utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho, são apresentados os conceitos de Redes DTN, Gateway Residencial, TV Digital e plataforma Android.

### 2.1.1 Redes DTN

Redes Tolerantes a atrasos e desconexões (DTNs) são redes que consideram dificuldades apresentadas pelo protocolo TCP/IP. Este protocolo utilizado na Internet, foi projetado para atuar em diferentes meios físicos de rede, pressupõe a existência de conectividade fim a fim durante todo o tempo em que durar a sessão de comunicação. No entanto, diversos ambientes como comunicação sem fio, comunicação entre dispositivos móveis, comunicação entre dispositivos com restrição de energia, comunicação rural, ambientes isolados, apresentam em comum a dificuldade de manter uma comunicação fim a

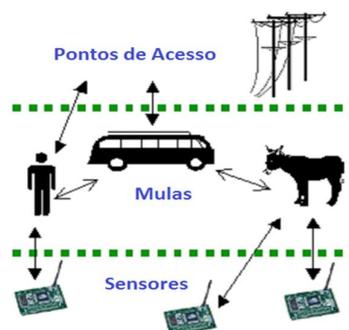
fim com baixa latência e baixa probabilidade de perda de pacotes, fatores essenciais para garantir o sucesso da comunicação utilizando-se TCP/IP.

O objetivo da arquitetura das Redes DTNS é prover interoperabilidade de comunicação entre uma ampla variedade de redes que podem apresentar características pobres e desempenhos desiguais como Redes Móveis Terrestres – essas redes podem inesperadamente ficarem divididas devido a mobilidade do nó ou mudança na intensidade do sinal; Redes de Mídia Singulares – Incluem satélites de baixa altitude, links de rádio ou óticos de distância muito elevada; Redes Militares Ad-Hoc – podem operar em ambientes hostis onde a mobilidade e fatores do ambiente ou interferência intencional podem ser motivos de desconexão; Redes de Sensores/Atuadores – caracterizadas pelos nós apresentarem pouca potência de sinal, pouca memória e pouca capacidade de processamento (FALL, 2003).

Uma aplicação de redes DTNs é a utilização de Mula de dados (Data MULES) que são equipamentos que transportam dados de um local a outro, de forma automática com o propósito de criar uma conexão entre esses locais. A Figura 2, ilustra uma arquitetura de três camadas de Mulas de dados, proposta em Rahul (2003), a camada mais alta é composta por dispositivos conectados por WAN, a camada do meio por agentes de transporte e a camada mais baixa composta de sensores sem fio fixos. A arquitetura fornece ampla conectividade para uma rede de sensores dispersos, explorando o uso de agentes móveis como: pessoas, animais ou veículos que se deslocam no ambiente como meio de transporte para os dados oriundos dos sensores.

Mula de dados tem sido usada como meio de transporte de dados em locais normalmente afastados dos grandes centros, normalmente regiões rurais ou regiões residenciais habitadas por pessoas de baixo poder aquisitivo (OLIVEIRA, 2008).

Figura 2 - Mulas arquitetura de 3 camadas.



Fonte: Adaptado de Rahul, 2003.

Encontramos um exemplo de utilização de Data Mules no projeto DARKNet (PENTLAND, 2007), onde mulas de dados são utilizadas para conectar redes ao redor de vilas isoladas, a mula utilizada foi um computador portátil que viajava em um ônibus que fazia a rota entre as vilas assistidas pelo projeto. Cada vila tem um quiosque com *wifi* e quando o ônibus se aproxima os dados são trocados.

Neste trabalho o conceito de mula de dados foi utilizado na arquitetura proposta para viabilizar seu funcionamento adequado em regiões que apresentem serviços precários de internet ou em ambientes isolados.

### 2.1.2 Gateway Residencial

Com o rápido crescimento do número de dispositivos inteligentes em residências, de equipamentos de entretenimento a aparelhos e dispositivos médicos, criou-se a oportunidade de uma nova gama de serviços, mas para que esses serviços possam prover uma experiência unificada ao usuário faz-se necessário o uso de um equipamento centralizador para promover a interoperabilidade entre esses dispositivos domésticos.

Um gateway residencial é um dispositivo de hardware e software que faz a ponte entre dispositivos conectados em rede e os ambientes externos (SILVA, 2010). Neste trabalho o gateway é utilizado para garantir que os dispositivos domésticos apresentem os alertas de horário de administração de medicamentos.

### 2.1.3 TV Digital

Foram criadas várias especificações para a TV Digital no mundo, os principais modelos de referência são: O Americano *Advance Television Systems Comitee* (ATSC), o Japonês *Integrated Services Digital Broadcasting* (ISDB) e o Europeu *Digital Video Broadcasting* (DVB). O Sistema Brasileiro de Televisão Digital Terrestre (SBTV-D-T) adotou o padrão de sinais Japonês com algumas modificações (ISDB-TB).

Com o surgimento da TV Digital criou-se a possibilidade de executar no aparelho de TV aplicações interativas para que os usuários através de um canal de retorno pudessem interagir com a programação, o que passou a ser chamado de TVDI – TV Digital interativa.

O Set-top Box ou Unidade de Recepção e Decodificação – URD é o dispositivo responsável por receber o sinal e decodifica-lo para exibição na TV outra função do Set-top Box é o suporte a execução dos aplicativos interativos, sendo composto por 3 camadas o Hardware, o sistema operacional e o Middleware.

Middlewares são máquinas de execução posicionadas entre o código a ser executado e sistema operacional ou plataforma de hardware utilizada constituindo-se ainda de bibliotecas de funções para permitir o rápido desenvolvimento de aplicações como persistência de dados, acesso à internet, etc.

O middleware da TV Digital Brasileira é o Ginga, que é a união de dois outros middlewares desenvolvidos pela UFPB e pela PUC-Rio. O Ginga fornece um ambiente capaz de executar as aplicações interativas por meio de conteúdo procedural o Ginga-J que usa a linguagem Java e as aplicações são chamadas de xlets e o ambiente declarativo o Ginga-NCL, que interpreta documentos NCL (Nested Context Language), sendo possível também neste a integração com a linguagem Lua (GINGA, 2016).

O Middleware Ginga torna possível a criação de aplicativos para TV Digital Brasileira como Enquetes, Comentários sobre o programa sendo exibido, Educação a distância, Serviços Sociais, entre outros.

### 2.1.4 Plataforma Android

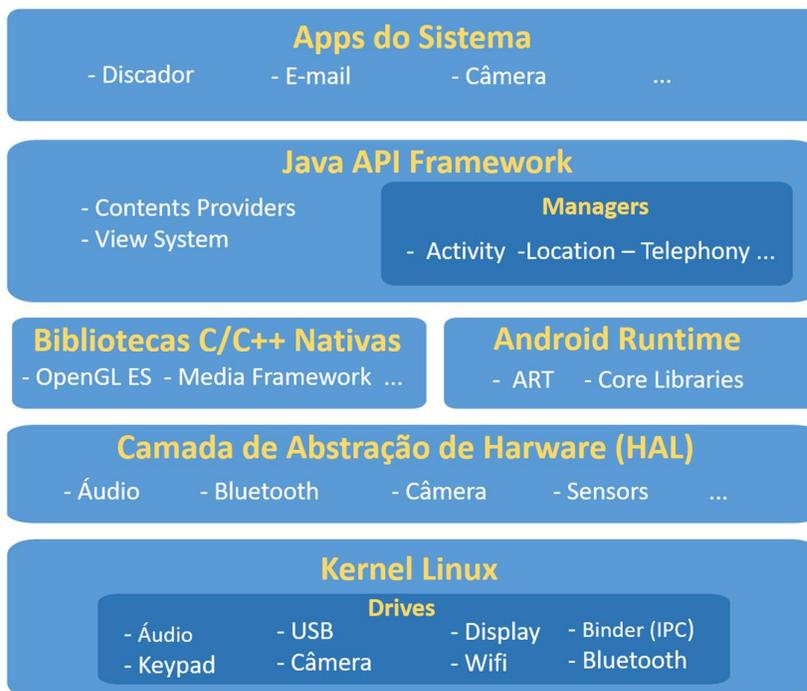
O Android é uma plataforma de desenvolvimento de aplicativos móveis que contém um sistema operacional baseado em Linux, foi criado por um grupo de empresas chamado Open Handset Alliance (OHA), lideradas pelo Google.

O software utilizado para o desenvolvimento de aplicações Android pode ser o Android SDK, que tem um emulador para simular alguns dispositivos smartphones e tablets, ferramentas utilitárias e uma API completa para linguagem Java. Também é possível plugar um dispositivo real para execução direta de uma aplicação em desenvolvimento. O SDK é suportado pelas plataformas Windows, Mac OS e Linux e ambientes de desenvolvimento Eclipse, Netbeans, IntelliJ IDEA e mais atualmente foi adotado o Android Studio que passou a ser a IDE oficial do Android oferecendo os mesmos recursos que o Android SDK.

Cada versão do sistema operacional Android é conhecida como uma plataforma, então podemos dizer que existem diversas plataformas diferentes do Android e um código identificador para cada uma chamada de *API Level*, necessário para definir quais serão os aparelhos alvos de cada aplicação.

Na Figura 3 é possível visualizar os principais componentes da plataforma Android. O Kernel Linux que é a fundação da plataforma Android. A camada HAL – Camada de Abstração de Hardware composta de bibliotecas que implementam interfaces para os componentes de hardware. O Android Runtime a partir da versão 5.0 cada uma das apps roda em sua própria instância da Android Runtime (ART), nas versões anteriores era utilizada a máquina Dalvik. Native C/C++ Libraries alguns componentes e serviços do Android escritos em C ou C++. Java API Framework conjunto de recursos do sistema operacional Android disponível através de APIs escritas na linguagem Java que formam blocos de construção para a criação de aplicativos Android. System Apps é o conjunto de aplicativos incluídos na plataforma (ANDROID DEVELOPER, 2016).

**Figura 3 - Plataforma Android.**



**Fonte: Adaptado de Android Developer, 2016.**

A utilização da plataforma Android neste trabalho deu-se por ser uma plataforma moderna e flexível de código aberto e livre para celulares, sendo hoje o sistema operacional para dispositivos móveis mais utilizado no mundo inteiro.

## 2.2 Trabalhos Relacionados

Os trabalhos apresentados nesta seção foram selecionados por tratarem do uso de tecnologia aplicada a área de cuidados com a saúde, prescrição eletrônica de medicamentos, alertas sobre medicação, arquiteturas de software aplicadas a Healthcare e uso de dispositivos móveis e dispositivos domésticos aplicados a saúde. Na penúltima seção será apresentada a comparação entre os trabalhos relacionados.

No trabalho de Lee (2009) foi apresentado uma investigação para avaliar o potencial dos dispositivos domésticos para a melhoria da adesão a medicação. A amostra da

investigação foi de cinco grupos de idosos e pessoas de meia idade que viviam de forma independente em suas próprias casas. Elas avaliaram por meio de entrevistas, com a utilização de guia visual, um sistema de lembrete de medicação.

Lee (2009) identificou uma série de dificuldades citadas pelos participantes em tomar medicamentos como:

- Esquecimento: devido a diferentes razões como cansaço, distração no horário de administração do fármaco;
- Complexidade do Regime: os participantes citaram dificuldades com prescrições mais complicadas que o regime de uma vez ao dia ou medicações prescritas para o meio do dia;
- Mudança na Rotina e Medicamentos: mudanças no próprio regime de medicação como a introdução de um novo remédio ou uma prescrição temporária.

Assim, Lee observou que o principal valor percebido pelos participantes foi a capacidade do seu sistema conceitual proposto fornecer vários canais para os usuários serem lembrados de tomarem medicamentos, sendo o celular, devido suas vantagens como portabilidade e privacidade, considerado o dispositivo mais útil para receber lembretes.

A maioria dos participantes relatou que o uso de outros dispositivos da casa, como a TV, o PC e outros dispositivos domésticos para entrega de lembretes de medicação seria muito útil citando o quarto, o banheiro e a cozinha como locais adequados e onde costumam guardar seus medicamentos.

Entre os pontos negativos do trabalho de Lee (2009) pode-se citar a falta de implementação do modelo conceitual proposto na sua investigação, apesar de ter identificado possíveis requisitos para o desenvolvimento de um sistema de lembrete de medicação.

No trabalho de Kart (2008), apresentou-se a construção de um sistema de E-Healthcare distribuído que utiliza SOA (Arquitetura Orientada a Serviços), a proposta do sistema foi automatizar a prescrição médica de modo a tornar efetiva a comunicação entre o médico, paciente, enfermeiras, farmacêuticos e outros profissionais da área médica. O sistema divide-se em 6 módulos. O primeiro é chamado de Módulo Clínica, responsável pelo suporte às atividades dos médicos e enfermeiras. O segundo é o Módulo Farmácia, no qual se mantém os registros das prescrições médicas. O terceiro é a Interface do Paciente, onde encontra-se o

agendamento de consultas. Seguido de Web Services que proporciona interoperabilidade entre as aplicações. Além do software de reconhecimento de voz da Dynaspeak para fazer a prescrição médica e por fim o Módulo Atom que é utilizado para sincronizar as informações no desktop, servidores e os handhelds.

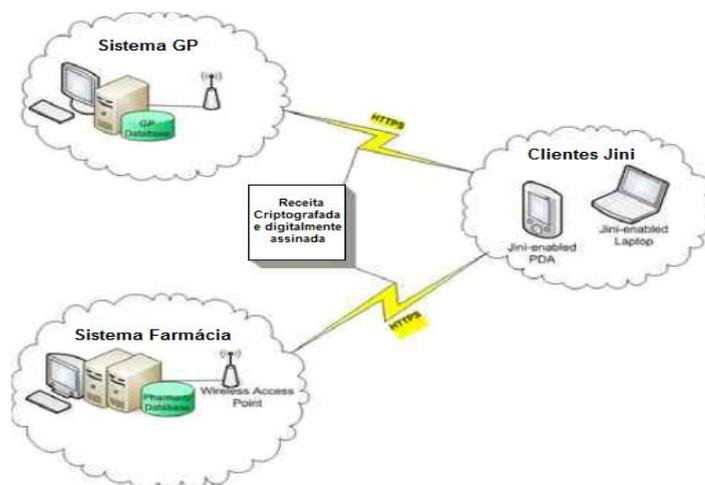
O sistema de Kart (2008) também pode ser interligado com outros aplicativos que forneçam informações sobre medicamentos e dosagens. Apesar de esta funcionalidade estar disponível não foi apresentado nenhum teste com a mesma. Entre os pontos negativos do trabalho pode-se citar a falta de um modelo de comunicação entre os diversos dispositivos, a não utilização da TVDI e de uma interface com Smartphones.

No trabalho de Viana (2009) foi proposto um novo modelo para a troca de dados entre a TV Digital Interativa Brasileira e Dispositivos de Automação Doméstica como sensores, celulares, etc. Nesta infraestrutura é utilizado o framework para dispositivos de rede Open Services Gateway Initiative (OSGi), e o middleware Brasileiro para TV digital Ginga. Para testar as funcionalidades do modelo foram criados cenários de validação de gerenciamento de serviços envolvendo a interação da Televisão Digital Interativa (TVDi) com celulares e sensores eletrônicos utilizando as tecnologias Wifi e Bluetooth. Este Modelo proposto foi dividido em duas partes, um baseado na especificação procedural (Ginga-J Middleware), e outra utilizando as características declarativas do middleware (Ginga-NCL) para prover a integração entre o conteúdo baseado em script e os serviços do framework OSGi. Estes dois aspectos expandem consideravelmente o escopo da automação doméstica que pode ser construída utilizando-se este modelo, porém no trabalho não foi apresentado para o celular a comunicação bidirecional que permitiria a emissão de alarmes e recuperação de informações destes.

No trabalho de Ghinea (2006) foi descrita uma solução baseada em Jini, uma arquitetura de rede, para prescrição eletrônica que permite a transmissão sem fio para farmácias ao alcance aumentando os níveis de serviços prestados ao paciente com informações pertinentes. Uma avaliação do protótipo em uma clínica permitiu comprovar que os sistemas tradicionais de prescrição eletrônica (EPS) apesar de diminuir os problemas causados por prescrição manual, não utilizam os benefícios que um EPS pode oferecer. O protótipo desenvolvido explora a tecnologia Jini para oferecer níveis melhores no serviço de prescrição, no entanto este trabalho limitou-se a resolver somente os problemas ligados a prescrição médica.

A arquitetura proposta no trabalho de Ghinea (2006) pode ser vista na Figura 4. Observa-se que o sistema GP que se encontra no consultório do médico e comunica-se por meio do protocolo HTTPS com o dispositivo do paciente este por sua vez envia a receita para a farmácia escolhida.

**Figura 4 - Modelo proposto em Ghinea.**



**Fonte: Adaptada de Ghinea, 2006.**

No trabalho de Maia (2009) foi apresentada uma proposta para comunicação entre dispositivos domésticos e aplicativos interativos baseados no modelo brasileiro de TV Digital, partindo dos aspectos relevantes para redes domésticas e TV Digital especificamente para o modelo Brasileiro. São analisadas as especificações utilizadas para o gerenciamento de dispositivos domésticos e a utilização da TV/STB como um Gateway Residencial, sendo formulada uma proposta de infraestrutura de comunicação que utiliza o middleware de TV Digital Brasileiro GINGA-NCL e Open Service Gateway Initiative (OSGi), framework para gerenciamento de dispositivos domésticos. É feita uma descrição detalhada deste framework. Também são descritos os componentes que permitem que aplicações de TV Digital utilizem serviços do OSGi e os serviços OSGi acessem aplicações do GINGA-NCL. São criados cenários que usam tecnologias de rede sem fio para a validação da infra-estrutura proposta, que demonstram a viabilidade de utilização da mesma.

Ressalta-se que no trabalho de Maia (2009) a comunicação com o celular não era bidirecional e não foi implementado em um Set-Top Box real, além de não ter sido

considerado os ambientes isolados ou a ausência de conexão com a internet nos ambientes assistidos.

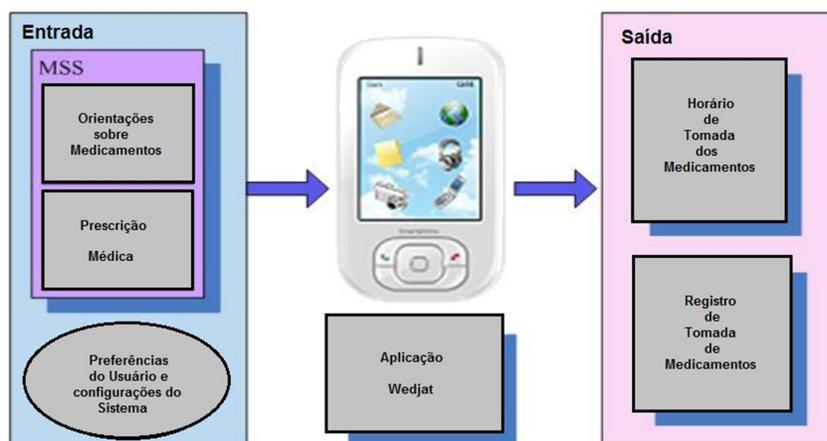
No trabalho de Silva (2010) foi investigada a integração de dispositivos médicos convencionais e proposta uma arquitetura compatível com a TV digital brasileira sendo ainda apresentadas duas implementações de protótipos: uma para medição de frequência cardíaca e outra para medição da pressão arterial. O trabalho fez uso de um gateway residencial, cuja a arquitetura é definida nesse trabalho, para intermediar a coleta de dados entre dispositivos e a TV, sendo também definida a forma de acesso a uma base de dados comum aos dispositivos conectados. Testes foram realizados utilizando-se um emulador de Set-Top Box e dois Set-Top Box, um compatível com o sistema brasileiro de TV digital e outro compatível com o sistema Europeu MHP (Multimedia Home Platform).

Entre os pontos abordados no trabalho de Silva (2010) ressalta-se que a arquitetura foi centralizada no gateway necessitando de conexão com a internet todo o tempo, o trabalho não leva em consideração os ambientes isolados.

No trabalho de Zao (2010) foi apresentado o sistema Wedjat uma aplicação para Smart Phones que ajuda os pacientes a evitarem erros de administração de medicamentos. O sistema lembra o paciente da hora exata de administração de seus medicamentos e guarda o registro no celular para revisões futuras por profissionais de Saúde. Estes registros guardados *On board* podem depois serem sincronizados em um computador desktop com um sistema de registro médico eletrônico (EMR). O sistema Wedjat apresenta diversas funcionalidades, dentre elas, a de poder alertar o paciente sobre possíveis problemas com a interação medicamento com medicamento e medicamento com alimentos, pode realocar os horários de medicação quando alguma dose é perdida e o sistema pode obter a receita através de QR Codes impressos na Receita Médica.

A Figura 5 apresenta o fluxo dos dados do sistema. A entrada da aplicação inclui a prescrição médica e as orientações sobre medicamentos que se combinam para criar as especificações de agendamento dos horários de tomada dos remédios (MSS) e também inclui as preferências do Usuário e configurações do sistema. Na saída da aplicação tem-se o Horário de tomada e o registro de tomadas de medicamentos.

**Figura 5 - Arquitetura Wedjat.**



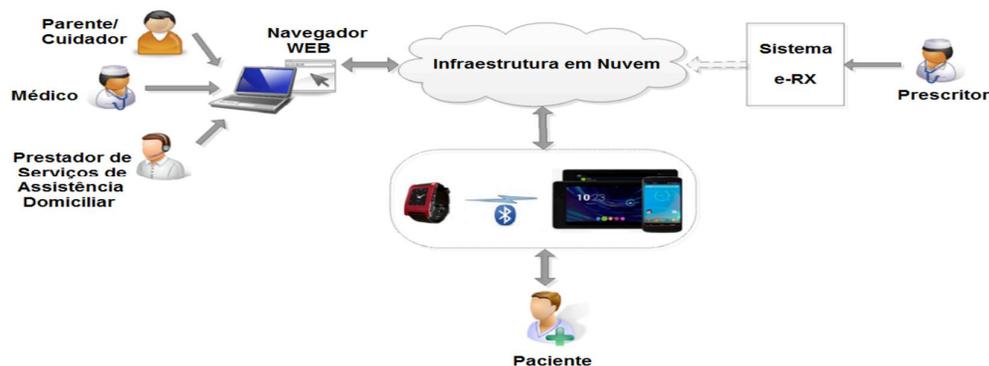
**Fonte: Adaptada de Zao, 2010.**

Observando-se a arquitetura Wedjat proposta por Zao (2010) notamos que ela não leva em consideração a possibilidade de desconexão entre os diversos dispositivos algo comum em nosso país principalmente na região norte e nos ambientes isolados.

No trabalho de Maglogiannis (2014) foi apresentado um sistema de avisos eletrônico, que suporta o uso de dispositivos smart e utiliza o SmartWatch Pebble. O sistema proposto é um sistema de lembretes que funciona em um dispositivo Android e em um SmartWatch que se comunicam via bluetooth.

A arquitetura proposta pode ser vista na Figura 6. A principal funcionalidade desse sistema é a criação de lembretes usando um PC ou um dispositivo Android, sendo estes lembretes armazenados em uma infraestrutura em nuvem. O sistema proposto é um serviço baseado em nuvem que consiste de três módulos de software. O primeiro módulo é uma aplicação web baseada na nuvem, que permite que usuários cadastrados criem lembretes e monitorem a aderência a medicação do paciente. O segundo módulo é um aplicativo Android, que é utilizado pelo paciente para gerenciar os lembretes de medicação, este aplicativo tem um serviço em background que ativa as notificações e se comunica com o Smartwatch. O terceiro módulo roda no Smartwatch Pebble e manuseia as notificações recebidas do dispositivo Android.

**Figura 6 - Arquitetura Maglogiannis.**



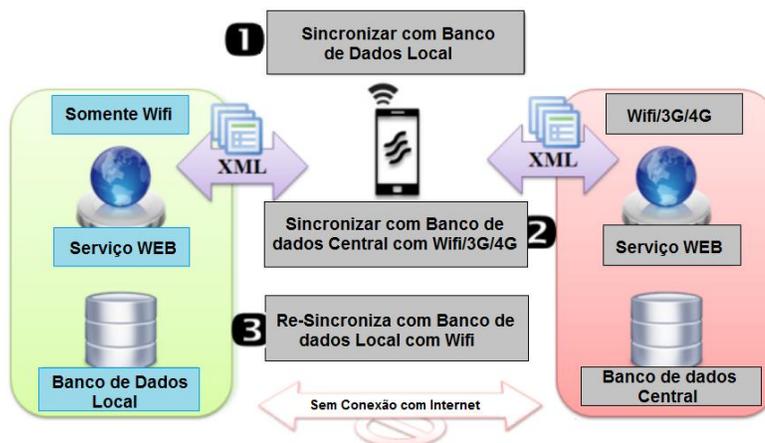
**Fonte: Adaptada de Maglogiannis, 2014.**

Na arquitetura de Maglogiannis (2014) o paciente é notificado no momento escolhido com áudio e alertas visuais, existindo a possibilidade de outras pessoas registradas utilizarem o aplicativo web para criar ou atualizar os lembretes. No entanto, a arquitetura proposta não permite a conexão de outros dispositivos domésticos para exibição dos alarmes e também não apresenta solução para ambientes isolados ou regiões onde o serviço de internet é falho.

No trabalho de Al-Tamimi (2016) foi descrita uma solução para o problema de transferência de dados e informações de saúde de forma segura entre datacenters geograficamente separados especialmente quando serviços de comunicação se mostram caros ou escassos para serem considerados um meio adequado para transferência de informações. Um framework é proposto, sendo composto por celulares como os transportadores (Mulas) para a troca de dados entre datacenters.

A Figura 7 ilustra a arquitetura do Framework proposto, que consiste em três partes principais: um data center local, que geralmente está localizado na zona rural, um centro de dados central que geralmente está localizado no centro de governança com a disponibilidade de Internet e um dispositivo de telefone inteligente que funciona como uma mula de dados que carrega e sincroniza informações entre os datacenters locais e centrais.

Figura 7 – Arquitetura de Framework.



Fonte: Adaptado de Altamimi, 2016.

É assumido que o datacenter local tem capacidade de rede Wi-Fi, sendo sua configuração barata e fácil de manter pois os serviços necessários estão definidos. No centro de dados central é assumido que o mesmo tem acesso a vários meios de comunicação tais como Wi-Fi, 3G e 4G. A área geográfica que separa os datacenters local e central é assumida como tendo meios de comunicação muito caros ou nenhum suporte de conexão de dados.

Observa-se que o trabalho de Al-Tamimi (2016) faz somente o transporte de dados entre datacenters distantes onde o segundo não possui conexão com internet, tendo como premissa que os celulares atuais apresentam boa capacidade de memória, no entanto, faltou a consideração desse dispositivo também poder realizar algum pré-processamento nos dados uma vez que em geral também dispõem de boa capacidade de processamento.

## 2.2.1 Comparação entre os trabalhos relacionados

Um resumo das características dos trabalhos relacionados pode ser visto na Tabela 1. Os itens escolhidos para a comparação são perguntas sobre funcionalidades essenciais para uma plataforma que pretenda diminuir o problema de não aderência a medicação contemplando ambientes isolados ou com serviço de internet muito caros ou ineficientes.

A primeira pergunta “Aceita outros dispositivos domésticos? ”, identifica se está presente nos trabalhos estudados a integração com dispositivos domésticos que tenham algum poder de processamento e possibilidade de emitir um alerta no horário de administração da medicação.

A segunda pergunta “modelo de comunicação entre dispositivos? ”, identifica se nos trabalhos estudados existe a proposição de um modelo ou arquitetura de comunicação entre os dispositivos.

A terceira pergunta “Utiliza o middleware brasileiro GINGA? ”, identifica se nos trabalhos estudados existe a utilização do middleware Ginga utilizado no sistema brasileiro de TV digital, fator que permite que a arquitetura funcione no Brasil

A quarta pergunta “Alerta no Celular? ”, identifica se os trabalhos estudados possuem a apresentação de alarmes no dispositivo móvel do paciente, prevendo a possibilidade de alarmes quando o paciente estiver fora de casa.

A quinta pergunta “Prescrição? ”, identifica se nos trabalhos estudados está integrado um ambiente de prescrição que conforme visto no trabalho de Néri (2011), é muito importante para diminuição nos erros de medicação.

A sexta pergunta “Ambientes Isolados? ”, identifica se os trabalhos consideram a possibilidade de o ambiente doméstico pertencer a um ambiente isolado, como comunidades distantes onde não existe conexão com a internet.

Tabela 1 - Comparativo entre trabalhos relacionados.

	Aceita outros dispositivos domésticos?	Modelo de comunicação entre dispositivos?	Utiliza o middleware brasileiro GINGA?	Alerta no Smartphone?	Prescrição?	Ambientes Isolados?
<i>Kart (2008)</i>	N	N	N	N	S	N
<i>Viana (2009)</i>	S	S	S	N	N	N
<i>Ghinea(2006)</i>	N	N	N	N	S	N
<i>Maia (2006)</i>	S	S	S	N	N	N
<i>Silva (2009)</i>	S	S	S	S	N	N
<i>Zao (2010)</i>	N	N	N	S	N	N
<i>Maglogianis (2014)</i>	N	N	N	S	N	N
<i>Al-Tamimi (2016)</i>	N	S	N	N	N	S
<i>Este Trabalho</i>	S	S	S	S	S	S

Fonte: Elaborada pelo Autor.

O trabalho de Lee (2009) contribuiu com fatores essenciais que não podem ser deixados de lado neste trabalho, pois conduziu um estudo que mostrou que os lembretes de medicação têm grande potencial para melhorar a aderência a medicação.

Os demais trabalhos apresentados na Tabela 1 tratam de arquiteturas de comunicação e serviços de Healthcare, bem como a integração de dispositivos eletrônicos. O estudo apresentado neste capítulo orientou a escolha das tecnologias e dispositivos que compõem a arquitetura apresentada no capítulo 3 deste trabalho.

Todos os trabalhos apresentados são referentes ao tema de cuidados com a saúde mais especificamente com e-saúde. Na Tabela 1 é possível notar que somente o trabalho de Al-Tamimi (2016) trata dos ambientes isolados ou sem infraestrutura de internet, os demais trabalhos tratam de ambientes ou sistemas para melhoria da adesão a medicação.

## **2.6 Conclusão**

Neste capítulo foram apresentados os fundamentos teóricos que envolvem as tecnologias utilizadas no desenvolvimento deste trabalho, Redes DTN, Gateway Residencial, TV Digital e plataforma Android. Em seguida foi apresentada uma avaliação de trabalhos selecionados em periódicos nacionais e internacionais relacionados ao tema da presente dissertação.

A busca por estes trabalhos foi realizada para entender melhor o problema de não aderência a medicação e como a tecnologia está sendo aplicada para resolver este problema, bem como esta tecnologia pode ser aplicada em ambientes isolados ou com dificuldades de acesso à internet. O estudo destes trabalhos contribuiu para a proposição desta dissertação. Uma tabela com comparações entre os trabalhos foi apresentada no final do capítulo.

No próximo capítulo será apresentado o desenvolvimento do modelo arquitetural proposto neste trabalho.

## Capítulo 3 – Arquitetura Proposta

Neste capítulo é apresentada a arquitetura proposta neste trabalho. A arquitetura foi planejada para possibilitar que o médico receba informações sobre a adesão a medicação de seus pacientes mesmo que o ambiente residencial do paciente esteja em ambientes isolados ou com serviço precário de Internet. Na seção 3.1 é mostrada a concepção da arquitetura e a descrição de cada um de seus módulos e no item 3.2 uma completa descrição da comunicação entre os módulos.

### 3.1 Concepção

A concepção da arquitetura fundamentou-se em parte do modelo descrito em Al-Tamimi (2016), no qual há a possibilidade de transmitir informação entre localidades distantes sem o uso de Internet, com o dispositivo móvel sendo responsável pela troca de dados entre datacenters em localizações diferentes, um chamado local e outro central, desta maneira o dispositivo móvel funciona como uma mula de dados. Esta abordagem se mostrou essencial para aplicação em regiões isoladas ou com serviço de Internet precário, onde deseja-se dispor de um ambiente doméstico de cuidados com a saúde. No modelo aqui apresentado, os datacenters local e central passam a ser o ambiente doméstico e o consultório do médico, respectivamente.

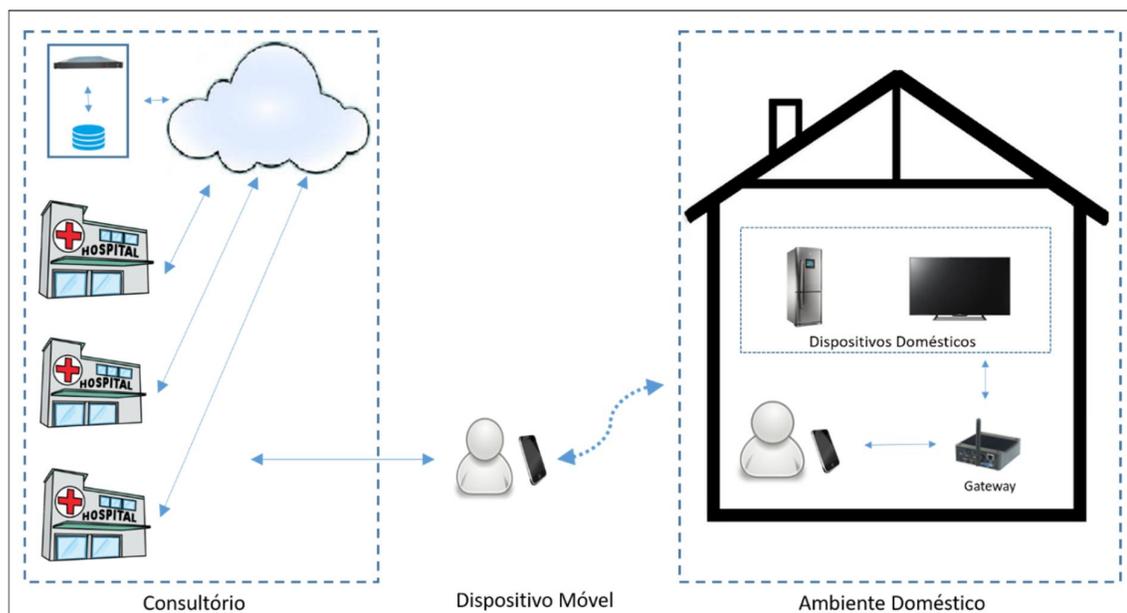
O trabalho proposto por Silva (2010), apresentou uma arquitetura para integração de dispositivos eletrônicos domésticos com a TV digital padrão brasileiro, utilizando um gateway residencial para coleta de dados entre os dispositivos de medição de pressão arterial e frequência cardíaca e envio à TV Digital. No presente trabalho, adaptou-se este gateway para receber dados do dispositivo móvel e disponibilizá-los aos dispositivos domésticos, bem como para a TV, que se encarregam de mostrar a informação ao paciente.

Lee (2009) identificou em sua investigação, por meio de entrevistas com um grupo de usuários de medicamentos, que os dispositivos domésticos seriam um meio útil para os alertas de tomada de medicação. Assim, esta informação veio reafirmar a proposição feita neste trabalho que foi a inclusão de um módulo formado por dispositivos domésticos.

Na Figura 8, ilustra-se a arquitetura proposta neste trabalho. Verifica-se que a mesma é composta por três módulos que interagem para prover ao paciente serviços de saúde:

- O Consultório – Onde o médico realiza a consulta e faz a prescrição dos medicamentos;
- O Dispositivo Móvel - Responsável dentre outras tarefas pelo transporte de informações ao ambiente doméstico;
- O Ambiente Doméstico – responsável por alertar o paciente sobre a agenda de medicação a ser seguida.

**Figura 8 - Arquitetura proposta.**



**Fonte: Elaborada pelo Autor.**

Nas próximas subseções será apresentado cada módulo da arquitetura em separado e suas funcionalidades considerando

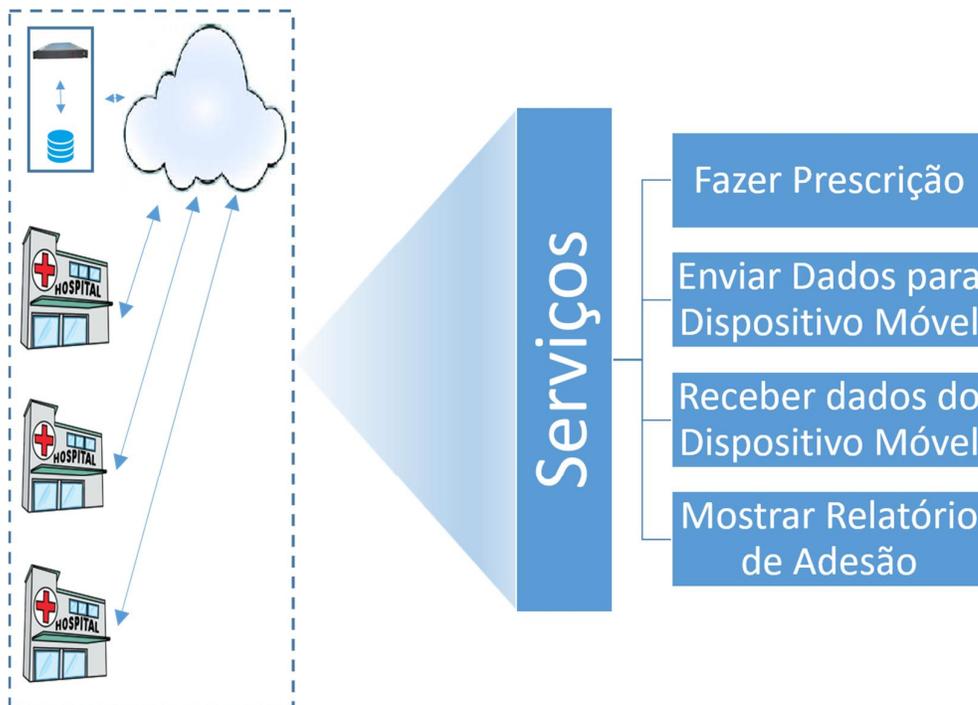
### 3.1.1 Módulo Consultório

O módulo Consultório, apresentado na Figura 9, disponibiliza um software de Prescrição de medicamentos no consultório do Médico, neste software o médico cadastra o paciente e descreve a receita para o tratamento do paciente.

A prescrição de medicamentos eletrônica foi inserida nesse módulo para evitar a falta de informações na prescrição, para facilitar a criação de alertas, para diminuir o risco de confusão com medicamentos de nomes parecidos e os erros de interpretação de escrita que são muito comuns em prescrições manuscritas.

Além disso, nesse módulo há uma camada de serviços responsável por enviar a receita de medicamentos para o Dispositivo Móvel, receber e salvar as informações oriundas do dispositivo móvel em uma base de dados, e disponibilizar para o médico ou cuidador indicado o relatório de adesão à medicação.

Figura 9 - Módulo Consultório.



Fonte: Elaborada pelo autor.



### 3.1.2 Módulo Dispositivo Móvel

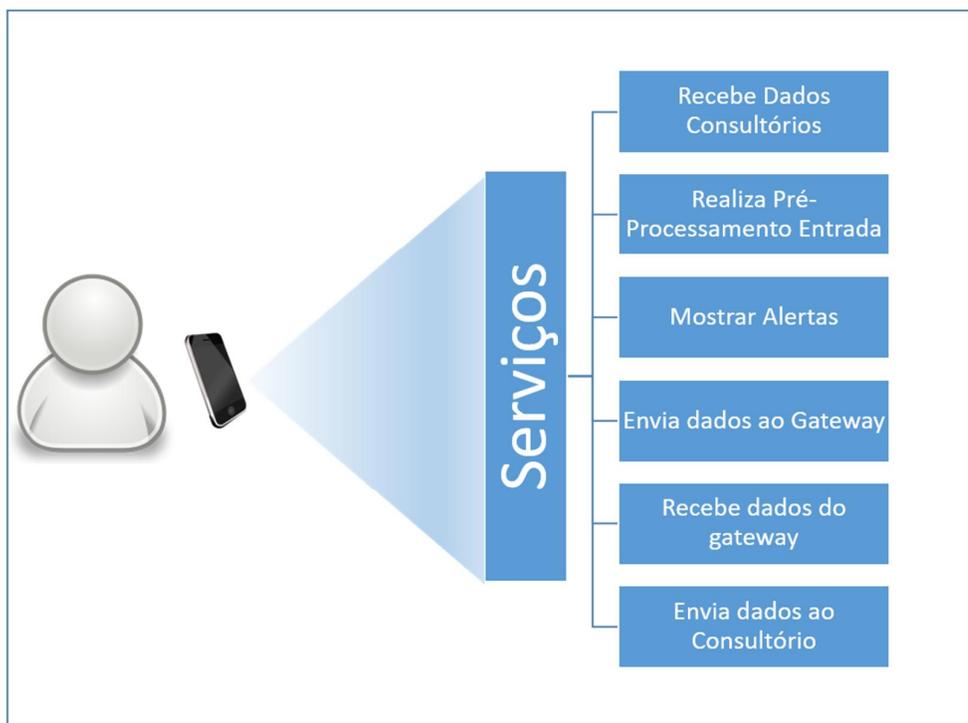
Como atualmente os dispositivos móveis apresentam boa quantidade de memória e também boa capacidade de processamento de dados, foi acrescentada ao módulo Smartphone uma camada de pré-processamento na entrada dos dados, para minimizar a quantidade e complexidades dos dados que serão entregues ao ambiente doméstico permitindo que o gateway seja um dispositivo mais simples e com um custo mais acessível.

Esse módulo possui uma camada responsável por receber os dados oriundos do módulo consultório, uma camada de pré-processamento, que trata os dados recebidos, e os prepara para envio ao ambiente doméstico, uma camada que mostra alarmes no dispositivo móvel e uma camada responsável por manter o Smartphone e o ambiente doméstico sincronizados responsável por enviar e receber dados do Gateway, que uma vez recebidos, ou seja, armazenados no dispositivo móvel, serão enviados ao consultório do médico.

Após receber a receita no escritório do médico e assim que o paciente registrar a primeira dose de cada medicamento da receita, os próximos alertas de cada medicamento serão gerados conforme a receita na camada de pré-processamento.

Na Figura 11 tem-se as atividades realizadas por esse módulo. Cada atividade representa serviços disponíveis no dispositivo móvel.

Figura 11 - Módulo Dispositivo Móvel.



Fonte: Elaborada pelo Autor.

### 3.1.3 Módulo Ambiente Doméstico

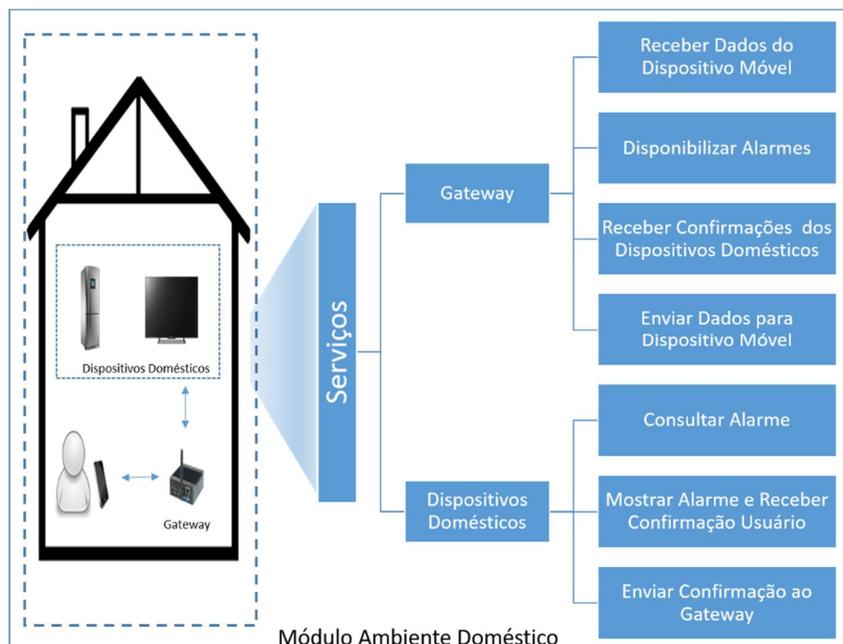
O módulo ambiente doméstico é responsável por mostrar os alertas de tomada de medicação sendo composto por um gateway residencial e por dispositivos domésticos, como por exemplo, televisores, geladeiras, entre outros. A Figura 12 apresenta a ilustração do módulo ambiente doméstico.

Este módulo é responsável pela sincronização com o dispositivo móvel e por disponibilizar a informação de próxima dose para outros dispositivos domésticos responsáveis por alertar o paciente sobre sua próxima dose de medicação.

O gateway que é responsável por receber e enviar os dados do dispositivo móvel disponibiliza alarmes para os aparelhos domésticos e recebe confirmações destes. Os dispositivos apresentam os alertas ao usuário fornecendo um meio úblico para o mesmo lembrar de tomar a medicação. O dispositivo doméstico consulta o gateway sobre o próximo

alarme a ser exibido e quando o horário chegar, apresentará o alarme ao paciente que informará se tomou ou não tomou a medicação, sendo esta informação enviada ao gateway.

**Figura 12 - Módulo Ambiente Doméstico.**



**Fonte: Elaborada pelo autor.**

### 3.2 Descrição da Comunicação entre os Módulos

A comunicação entre os módulos é mostrada na Figura 13, nela observa-se os três módulos: consultório, móvel e ambiente doméstico. O módulo Consultório fica em nuvem para prover acesso onde o médico estiver, porém se a clínica ou consultório não dispuser de serviço de internet o mesmo pode ser disponibilizado na intranet local da clínica ou consultório. Uma vez que a Prescrição seja realizada pelo médico, ficam disponíveis os dados desta para envio ao Dispositivo móvel do Paciente, para tanto o dispositivo móvel do paciente deverá ter o Aplicativo instalado de onde será realizada a ação de receber dados (receitas), através do wifi, do consultório para o paciente informado no dispositivo móvel.

Destaca-se que o módulo Dispositivo móvel recebe os dados do Módulo Consultório, retendo os mesmos e somente quando chegar ao ambiente doméstico disponibilizará estas

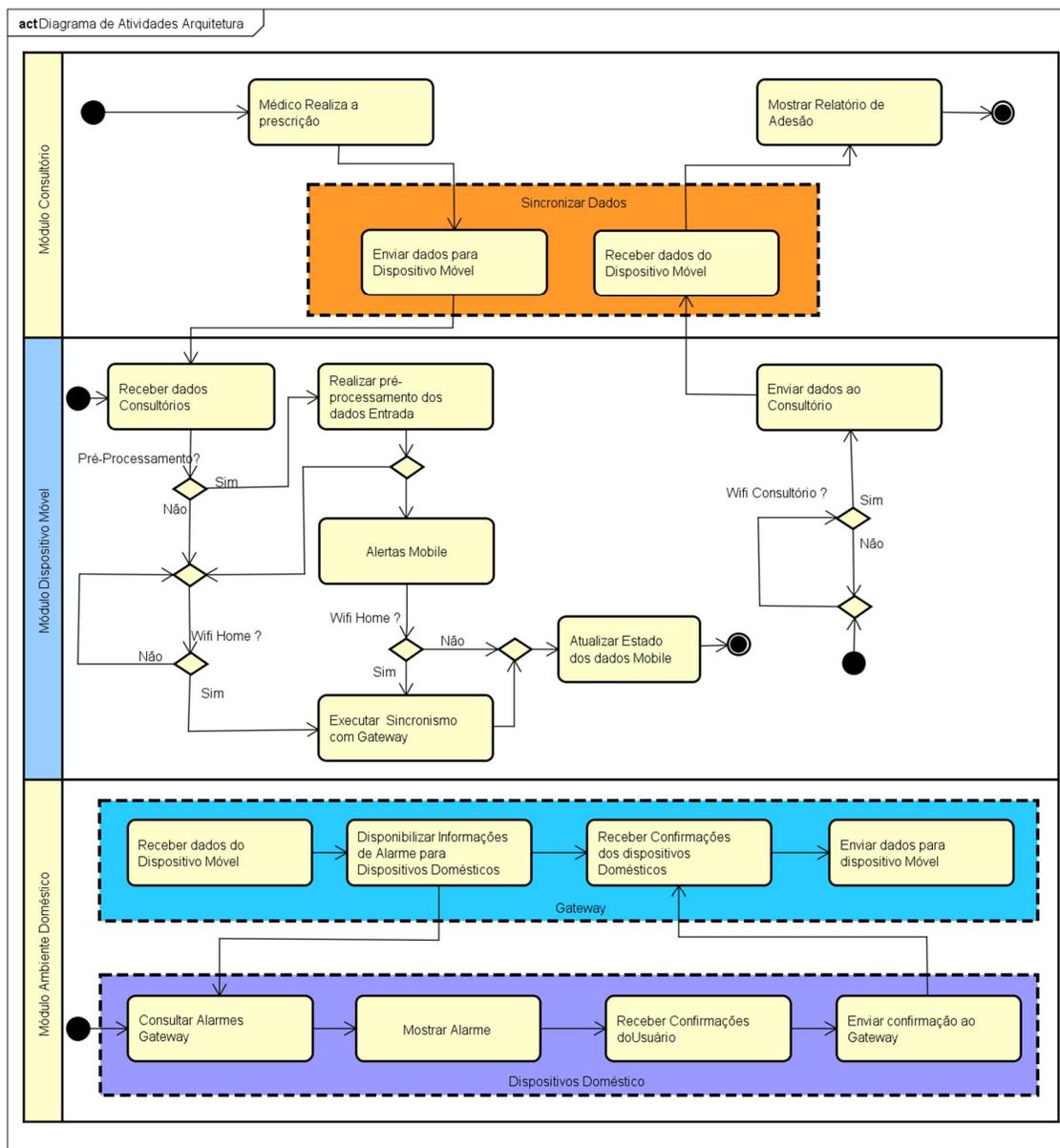
informações ao gateway, podendo assim levar informação para ambientes domésticos de cuidados com a saúde que estejam desconectados, ou seja, sem internet.

O módulo Dispositivo Móvel recebe os dados do consultório e identifica se há necessidade de algum tipo de processamento nestes dados para que eles sejam entregues ao Gateway, sendo os dados da prescrição recebidos no Dispositivo móvel, a camada de pré-processamento realiza a geração dos alarmes, para isso o usuário precisa informar o horário em que iniciou as doses, assim as doses seguintes são geradas com o horário segundo a prescrição e então ficam disponíveis para sincronização com o gateway, sendo os alarmes gerados mostrados no Dispositivo móvel em seus respectivos horários.

Somente ao chegar no ambiente doméstico e a conexão wifi se estabelecer com a rede local da residência os dados são transferidos ao gateway, que disponibilizará esses dados aos dispositivos domésticos.

Os dispositivos domésticos recebem os dados via rede local na residência, por meio da leitura da base de dados no Gateway e em seguida, no horário recebido, exibem em sua tela as informações e aguardam a confirmação pelo usuário, uma vez que o usuário responda ao questionamento, os dados desta confirmação são enviados de volta ao gateway doméstico que numa próxima ação de sincronismo enviará as informações ao dispositivo móvel que enviará ao módulo consultório no momento em que retornar ao ambiente do consultório do médico.

Figura 13 - Arquitetura Completa.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Esta arquitetura foi inicialmente pensada para ser utilizada com a prescrição de medicamentos e as informações de tomada de medicamentos, porém pode-se facilmente acrescentar outros dados como: Glicemia e Pressão, para serem trafegados do ambiente consultório médico ao ambiente doméstico.

### **3.3 Conclusão**

Neste capítulo foi apresentada a arquitetura proposta na íntegra e detalhado cada um dos módulos que compõem a arquitetura, com a apresentação de figuras e a explanação detalhada de cada uma das camadas que constituem os módulos. As interações entre todos os módulos foram mostradas por meio da Figura 13 que apresenta um diagrama de sequência de atividades contempladas na arquitetura proposta.

A importância de se ter uma arquitetura está em apresentar seus componentes, de modo a determinar suas funcionalidades e interações entre os módulos e serviços, constituindo assim uma base para a análise de requisitos e construção de protótipos de software.

Logo, para verificar o funcionamento da arquitetura proposta nesta dissertação, foi construído um protótipo, o qual no próximo capítulo terá sua descrição em detalhes bem como a implementação de cada um dos módulos.

# Capítulo 4 – Implementação da Arquitetura Proposta

Neste capítulo são mostrados os requisitos do protótipo; o mecanismo de como cada um dos módulos do protótipo foi desenvolvido; os casos de usos; a descrição das interações de cada usuário na arquitetura bem como das ferramentas utilizadas e dos ambientes de execução utilizados para construção de cada módulo da arquitetura proposta.

## 4.1 Requisitos do protótipo

Para a implementação da arquitetura proposta foram identificados os seguintes requisitos:

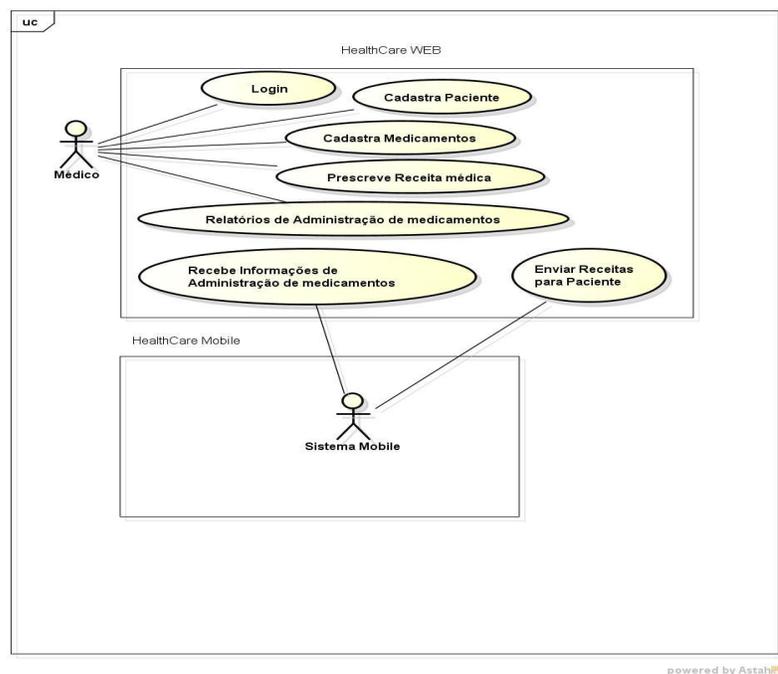
- A data e hora da dose inicial de cada medicamento deve ser flexível, pois o sistema deve permitir ao usuário prover esta informação;
- O protótipo deve informar por meio do dispositivo móvel ou dispositivos domésticos, com capacidade para interagir com o gateway doméstico, o horário correto para a ingestão do medicamento;
- Se o paciente não tomar a medicação no horário correto o sistema deve enviar alarmes para pessoas cadastradas no sistema;
- O protótipo deve ser capaz de gerenciar mais de uma prescrição;
- Deve ser possível gerenciar mais de um medicamento em cada prescrição.

## 4.2 Módulo Consultórios

A implementação do módulo consultório foi desenvolvida para ambiente WEB. Utilizou-se o framework JSF (Java Server Faces), que é uma especificação Java para frameworks MVC baseada em componentes o que facilita o desenvolvimento da interface gráfica. O caso de uso deste módulo é ilustrado na Figura 14, onde tem-se dois atores que são o médico e o sistema mobile. Cada ator realiza ações no sistema, como por exemplo, o

Médico, realiza *login*; cadastra paciente; cadastra medicamentos; prescreve receita médica e consulta relatórios de administração de medicamentos.

**Figura 14 - Caso de Uso Módulo WEB.**



**Fonte: Elaborado pelo autor.**

### 4.2.1 Camada de Visualização

A camada de visualização foi feita através de páginas JSP – Java Server Pages, onde foram definidos os componentes de interface como: campos de texto, botões e tabelas. Esses componentes foram obtidos utilizando-se a tecnologia de tag libraries. Um trecho de código de utilização de tag libraries é apresentado na Figura 15. Observa-se na Figura que cada página JSP é associada a uma classe que segue o formato Java Bean.

Figura 15 - Uso de Tag Library.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<jsp:root version="1.2" xmlns:f="http://java.sun.com/jsp/core" xmlns:h="http://java.sun.com/jsp/html"
  <jsp:directive.page contentType="text/html; charset=UTF-8" pageEncoding="UTF-8"/>
  <f:view>
    <ui:page binding="#{Usuarios.page1}" id="page1">
      <ui:html binding="#{Usuarios.html1}" id="html1">
        <ui:head binding="#{Usuarios.head1}" id="head1">
          <ui:link binding="#{Usuarios.link1}" id="link1" url="/resources/stylesheet.css"/>
        </ui:head>
        <ui:body binding="#{Usuarios.body1}" id="body1" style="-rave-layout: grid">
          <ui:form binding="#{Usuarios.form1}" id="form1">
            <div style="left: 0px; top: 0px; position: absolute">
              <jsp:directive.include file="MenuHeader.jspf"/>
            </div>
            <h:panelGrid binding="#{Usuarios.gridPanel1}" id="gridPanel1" style="height:
              <ui:messageGroup binding="#{Usuarios.messageGroup1}" id="messageGroup1"/>
            <h:panelGrid binding="#{Usuarios.gridPanel2}" id="gridPanel2" style="width:
              <ui:button action="#{Usuarios.btnNovo_action}" binding="#{Usuarios.bt
                <ui:table augmentTitle="false" binding="#{Usuarios.table1}" id="table
                  <script>...</script>
                <ui:tableRowGroup binding="#{Usuarios.tableRowGroup1}" id="tableR

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4.2.2 Camada Modelo

A camada modelo é baseada em *Datasources* que utilizam pool de conexão no servidor web. O servidor foi o Tomcat 5.0.28. Os *Datasources* funcionam como interfaces entre a camada de negócio e as tabelas do banco de dados. Para cada tabela do banco de dados existe uma classe correspondente. No Studio Creator é usado o conceito de *DataProviders* que são os responsáveis por cuidar de questões de transações, conforme a Figura 16 mostra o uso de *dataproviders* como observa-se na linha destacada o uso do *usuarioDataProvider*.

Figura 16 - Uso de dataproviders

```

public String btnSalvar_action() {
  // TODO: Process the button click action. Return value is a navigation
  // case name where null will return to the same page.
  if ( usuarioDataProvider.canAppendRow() ) {
    try {
      RowKey rowKey = usuarioDataProvider.appendRow();
      usuarioDataProvider.setCursorRow(rowKey);
      usuarioDataProvider.setValue("usuario.id_grupo_usuario", rowKey, drdGrupo.getValue());

      usuarioDataProvider.setValue("usuario.tx_nome_usuario", rowKey, txtNome.getValue());
      usuarioDataProvider.setValue("usuario.tx_login", rowKey, txtLogin.getValue());
      usuarioDataProvider.setValue("usuario.tx_senha", rowKey, txtSenha.getValue());
      usuarioDataProvider.commitChanges();
      usuarioDataProvider.refresh();
      Integer tid = (Integer)usuarioDataProvider.getValue("usuario.id_usuario", rowKey);
      grupo_usuario_actionRowSet_Insert.setObject(1, drdGrupo.getValue());
      grupo_usuario_actionRowSet_Insert.execute();

      grupo_usuario_actionDataProvider_Insert.cursorFirst();

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

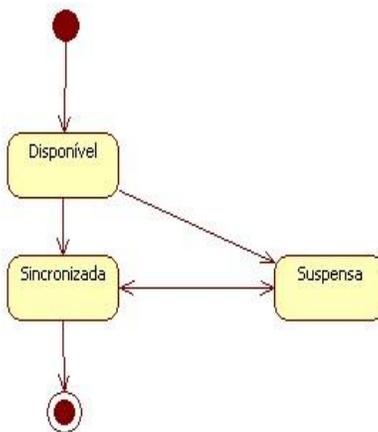
### 4.2.3 Camada de Controle

No JSF a camada de controle não é implementada pelo desenvolvedor, ela é provida pelo framework e trata os comandos e informações fornecidas pelos usuários destinando-as a seus devidos lugares, está implementada no framework com o nome de FacesServlet.

### 4.2.4 Regras de funcionamento

Uma vez que a prescrição seja feita pelo médico esta fica no estado Disponível, quando for enviada para o dispositivo móvel passará para o estado sincronizada e se o médico cancelar a receita a mesma assumirá o estado Suspensa, conforme ilustra-se na Figura 17.

Figura 17 - Diagrama de estados para a receita.



Fonte: Elaborada pelo autor.

## 4.3 Módulo Dispositivo Móvel

O Módulo Smartphone foi implementado utilizando-se a plataforma Android por ser uma plataforma amplamente adotada no mundo inteiro. No módulo Smartphone é possível receber as receitas e mostrá-las na tela para o usuário ou farmácia para que não haja erros na compra do medicamento. Ainda neste módulo deve ser informado a ingestão da primeira dose

para que sejam gerados os alarmes das próximas doses que serão mostradas no smartphone, e quando no ambiente doméstico os alarmes são transferidos para o gateway doméstico.

A Figura 18 apresenta um arquivo no formato xml trocado entre o Servidor Web e o módulo mobile, contendo as informações da receita, medicamento, cpf Paciente e Médico responsável pela receita.

**Figura 18 – Arquivo XML.**

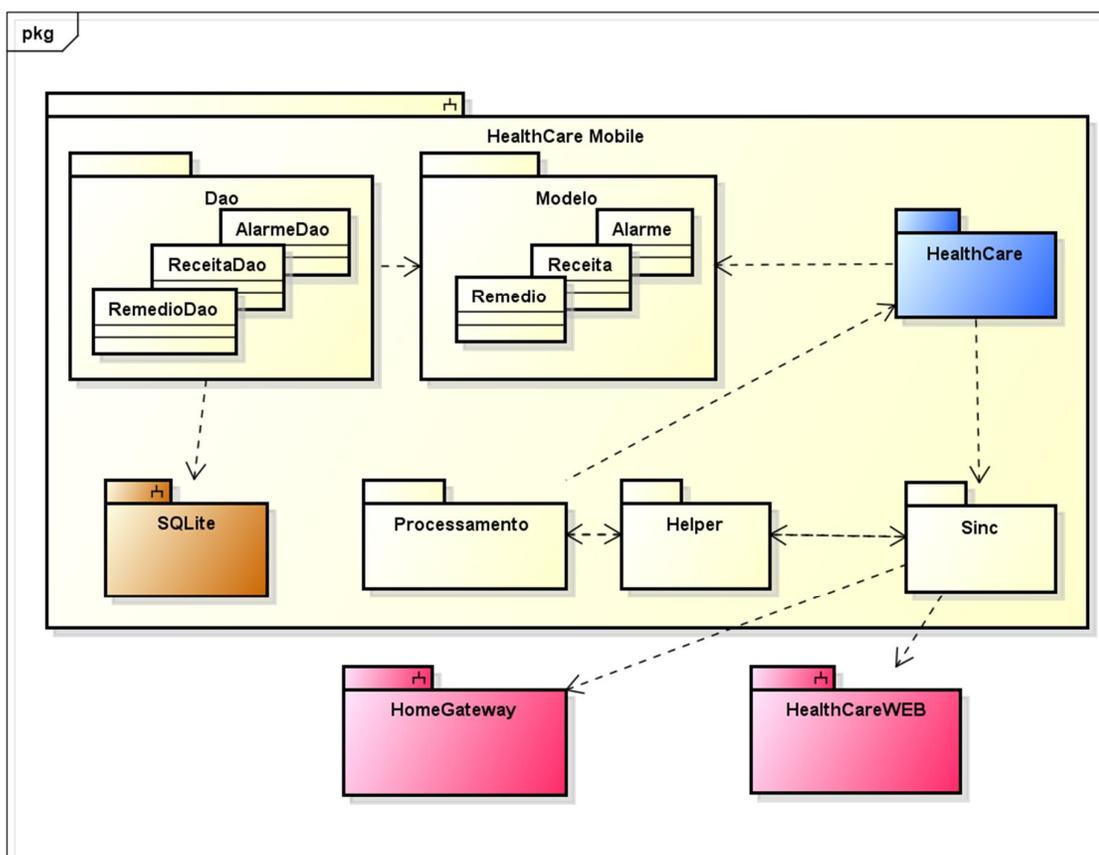
```
<receitasAtivas>
  <paciente>
    <cpf>307541782-33</cpf>
    <receitas>
      <receita>
        <idReceita>1</idReceita>
        <crm>123</crm>
        <nomeMedico>Marlos Rodrigues</nomeMedico>
        <status>1</status>
        <data>2015-11-18</data>
        <remedios>
          <remedio>
            <id>1</id>
            <nome>Dipirona Sodica</nome>
            <frequencia>6</frequencia>
            <periodo>2</periodo>
            <dose>1 comprimido</dose>
          </remedio>
        </remedios>
      </receita>
    </receitas>
  </paciente>
</receitasAtivas>
```

**Fonte: Elaborada pelo autor.**

### 4.3.1 Pacotes e Classes

O diagrama de pacotes da aplicação do dispositivo móvel pode ser visto na Figura 19. Observa-se que o pacote principal (*br.com.marlos.healthcare*) é onde ocorrem as interações com o usuário e o lançamento dos serviços principais da aplicação. As classes nesse pacote são implementações de listas e funcionalidades que permitem ao Paciente verificar e responder as ações do sistema. Possui os recursos: configurações do Paciente, Sincronizar Receitas Com Servidor Web, Listar Receitas, Listar Alarmes de Medicamento e confirmar Tomada de Medicamento.

Figura 19 - Diagrama de Pacotes



powered by Astah

Fonte: Elaborada pelo autor.

O pacote *dao* (*br.com.marlos.healthcare.dao*) possui as classes usadas para manipulação das informações das entidades presentes na aplicação com o SQLite, sistema de armazenamento de dados utilizado no Android.

As classes que representam o modelo da aplicação estão no pacote *Modelo* (*br.com.marlos.healthcare.modelo*), são as Classes Receita, Remédio e Alarme. Apesar de serem classes presentes também nos outros subsistemas desta aplicação as mesmas tem uma implementação voltada para o atendimento dos requisitos de alertas de administração de medicamentos.

O pacote *processamento* (*br.com.marlos.healthcare.processamento*) contém como principais classes o Agendador, Despertador e Notificador, que gerenciam a administração de medicamentos do paciente, a classe Agendador implementa a camada de pré-processamento responsável por realizar o cálculo e registro dos agendamentos de administração de medicamentos na base de dados e também registra no SO Android a chamada para o despertador executar o alerta que será mostrado para o paciente através do Notificador, recebendo dele a confirmação da tomada do medicamento.

As classes do pacote *sincronismo* (*br.com.marlos.healthcare.sinc*) proveem as interfaces de comunicação com os outros subsistemas. Dentre as atividades realizadas pela classe estão a verificação de mudança de conectividade, para avaliar se o paciente está com seu dispositivo conectado à rede Wi-fi doméstica, a qual o Home Gateway e os demais dispositivos HealthCare estão também conectados, ou se está fora de sua residência utilizando uma rede móvel. Por meio desta verificação ou a partir de algumas ações de interação do usuário com a aplicação a classe GerenteSincronizador avalia qual é a necessidade de sincronismo e encaminha as demandas de comunicação para as respectivas classes responsáveis pela interação com os outros subsistemas

O pacote *helper* (*br.com.marlos.healthcare.helper*) possui as classes assistentes que auxiliam na execução de atividades presentes nos outros pacotes.

O ambiente utilizado para desenvolvimento de aplicativo Android foi o Eclipse Juno for Mobile Developers.

### **4.3.2 Módulo Ambiente Doméstico**

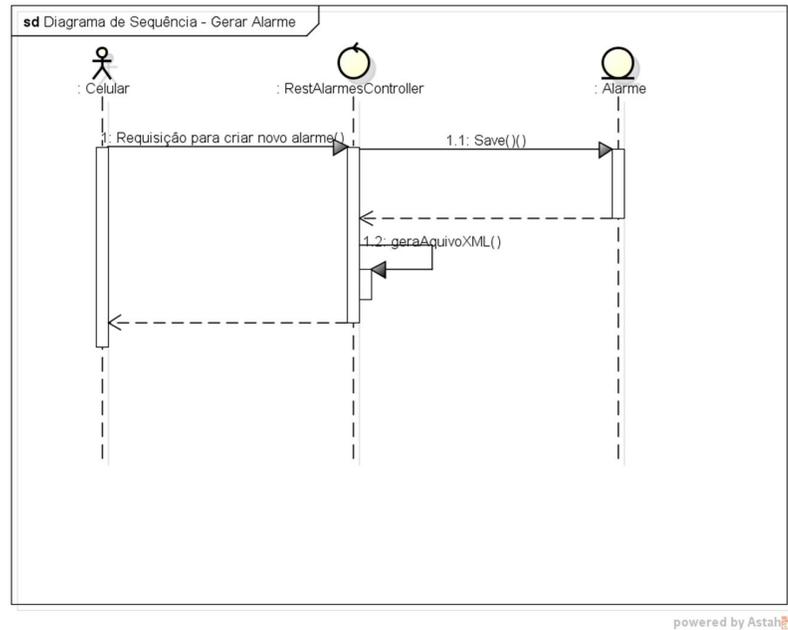
No capítulo 3 foi apresentada a arquitetura proposta no trabalho que se divide em três módulos dentre eles o módulo Ambiente Doméstico que se divide em Gateway Doméstico e Dispositivos Domésticos, sendo o gateway responsável pela comunicação com os dispositivos móveis externos ao ambiente doméstico e os dispositivos domésticos que apresentem interfaces para exibição dos alertas de medicação e capacidade de comunicação com o gateway.

### **4.3.3 Gateway Doméstico**

O módulo Gateway foi implementado utilizando-se um PC, a linguagem utilizada foi o PHP mais especificamente o CakePHP que é um framework para tornar a construção de aplicações mais simples, rápida e ao mesmo tempo requerendo menos código. Este módulo foi baseado na arquitetura apresentada em Silva (2010), tendo sido adicionado a capacidade de salvar os alarmes em banco de dados para melhor gerenciamento do sincronismo de informações com o dispositivo móvel.

O diagrama de sequência do Gateway é ilustrado na Figura 20, onde nota-se as tarefas executadas, uma vez que o gateway receba um alarme vindo do dispositivo móvel, por meio de uma requisição que traz os dados para que o gateway crie um novo alarme, o gateway persiste o alarme no banco de dados e salva as informações em arquivo XML para a consulta dos dispositivos domésticos.

**Figura 20 - Diagrama de Sequencia Gateway.**



**Fonte: Elaborada pelo autor.**

#### 4.3.4 Dispositivos Domésticos

Para a implementação em dispositivos domésticos a TV foi escolhida por estar presente na maioria dos lares brasileiros. Para teste da apresentação dos alarmes na TV foi realizada uma ampliação das funcionalidades no Software mostrado em Silva (2010), a aplicação recebeu mais um botão para capturar o horário de tomada do medicamento e enviar o retorno ao gateway.

## 4.4 Conclusão

Neste capítulo apresentou-se os requisitos do protótipo para orientar o desenvolvimento dos módulos. Em seguida foi realizada a descrição de como cada um dos módulos foi desenvolvido sendo apresentados os casos de usos que mostram as interações de cada usuário na arquitetura e as ferramentas utilizadas bem como os ambientes de execução utilizados para construção de cada módulo da arquitetura proposta.

O objetivo deste capítulo deste capítulo foi apresentar de forma detalhada a implementação dos componentes que compõem a arquitetura proposta para que no próximo capítulo possa realizada a avaliação em um cenário proposto.

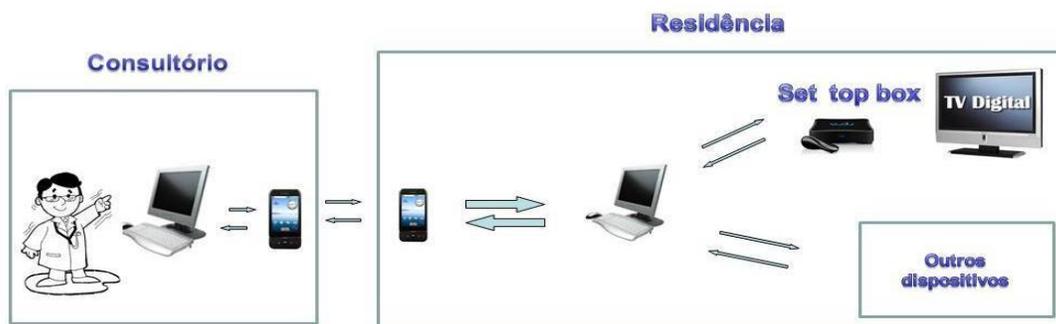
## Capítulo 5 – Avaliação do Sistema

Neste capítulo será apresentada a avaliação do sistema eletrônico implementado a partir de um cenário de teste. Inicialmente descreve-se o cenário para em seguida serem abordados os dispositivos utilizados na avaliação assim como o experimento de funcionalidades executados no cenário proposto. Ressalta-se que o software do módulo consultório foi disponibilizado para esta avaliação na WEB por meio do serviço Jelastic.

### 5.1 Descrição do Cenário: Prescrição da Receita e alerta na residência gerenciado por Smartphone e Gateway Residencial.

Para avaliação do sistema eletrônico de prescrição e acompanhamento de medicação implementado, foi proposto um cenário com dois atores o *Médico* e o *Paciente* e dois ambientes denominados de *Consultório* e *Residência*. No *Consultório* o *Médico* possui acesso ao software de prescrição médica e na *Residência* o *Paciente* será alertado quanto ao horário para tomada de medicamento, conforme ilustra-se na Figura 21.

Figura 21 – Cenário.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 21 observa-se que o *Médico* a partir de seu computador no *Consultório* acessa um aplicativo de um servidor WEB e prescreve a receita que é transferida para o smartphone do *Paciente* onde é realizado o pré-processamento dos dados e gerado os alarmes. Ao chegar em casa, o smartphone do *Paciente se conecta a rede wifi* e transfere os alarmes da receita para o gateway que está conectado ao conversor digital da TV através de rede local. O conversor digital interativo e o smartphone avisarão ao *Paciente* por meio de alertas visuais, na TV, gerados no horário de administração do medicamento. Neste momento será solicitado ao *Paciente* que informe se tomou ou não a dose correspondente de acordo com a prescrição médica. Se a informação não for efetuada a mensagem continuará sendo mostrada até que o *Paciente* confirme que a medicação foi tomada ou não.

Ressalta-se que neste cenário o acesso à internet não está presente na *Residência*, pois o *Paciente* reside em uma comunidade isolada. Por isso, o smartphone será utilizado como meio de transporte das informações de horário de tomada dos medicamentos. Quando o *Paciente* retornar ao *Consultório* ou encontrar-se em algum lugar onde a internet esteja disponível, as informações contidas no smartphone serão transferidas para o servidor WEB.

Nas próximas seções serão abordados os dispositivos utilizados na avaliação para melhor compreensão do sistema eletrônico de prescrição e acompanhamento de medicação proposto no presente trabalho.

## 5.2 Servidor Web

A aplicação WEB desenvolvida foi hospedada no serviço Jelastic Cloud que é uma plataforma escalável e automatizada para aplicações web e é oferecida no Brasil pela empresa Locaweb, desde 2013. O ambiente de execução para a aplicação web compreende Servidor Apache Tomcat 6.28 e banco de dados MySQL 5.6. A aplicação está disponível em <http://health.jelasticlw.com.br/HealthCare>. Para execução dos testes o sistema foi alimentado com dados de prescrição, medicamentos, Pacientes e Médicos.

A Figura 22 apresenta a tela da aplicação web onde o *Médico* realiza a prescrição. Nela o médico poderá visualizar todas as receitas para cada paciente e realizar um filtro pela descrição da receita. Pode-se cadastrar novas receitas, bem como visualizar o tratamento por meio dos dados obtidos do dispositivo móvel do *Paciente*. Para excluir uma receita foi criado

um botão Delete. Uma mensagem de confirmação aparecerá, e para efetivar a exclusão clique em Sim.

Figura 22 – Prescrição.



Fonte: Elaborada pelo autor.

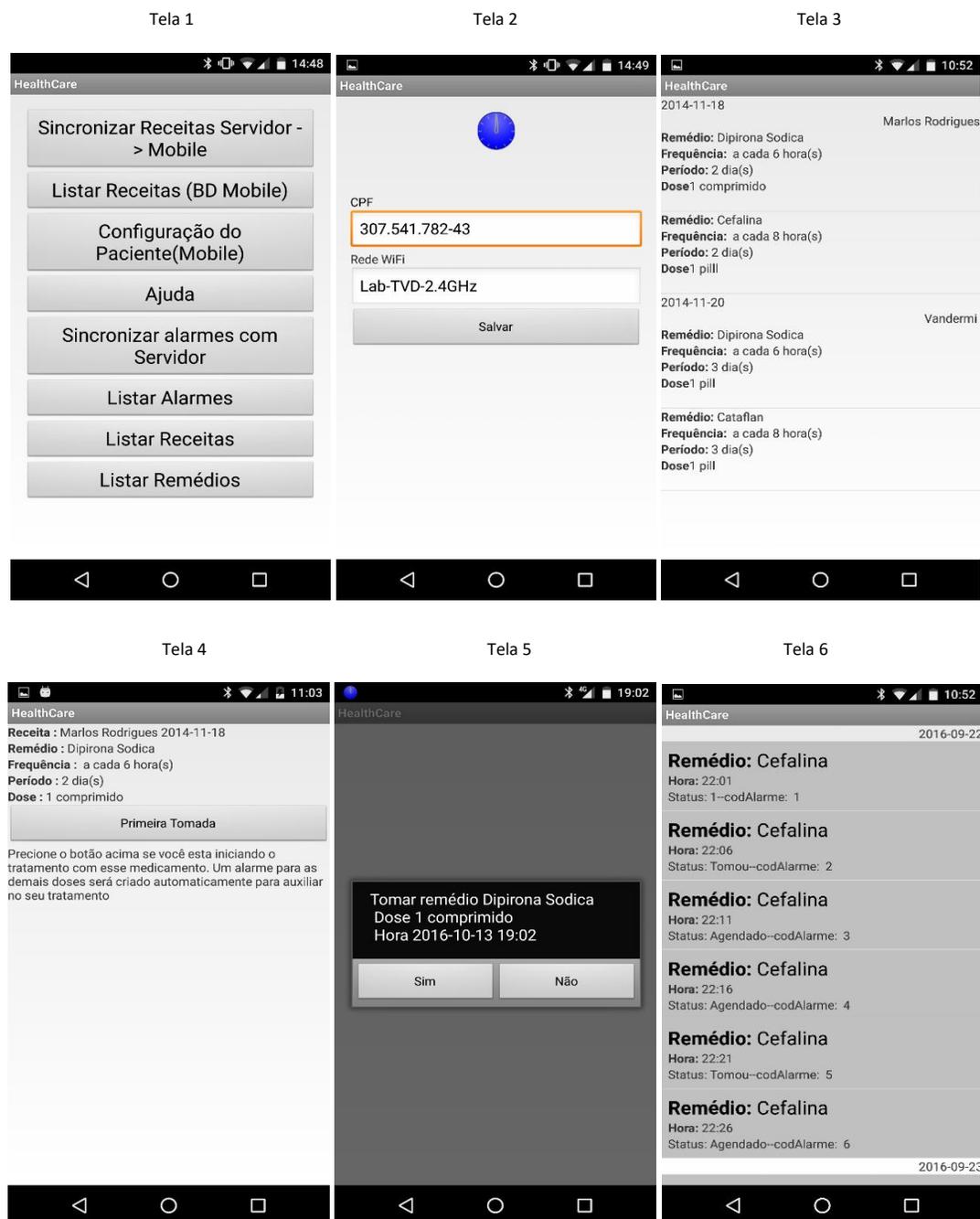
### 5.3 Dispositivo Móvel

A aplicação desenvolvida foi instalada em um smartphone Nexus 5 com processador de 2,3 GHz Quad Core, Ram de 2GB, memória de 16GB e Android versão 6.0.1 – Marshmallow, tendo ocupado apenas 3,09 MB de armazenamento interno e 2,2 MB de memória RAM em média.

Na Figura 23 é possível visualizar seis telas do Aplicativo desenvolvido, a tela 1 apresenta os itens de Menu *Sincronizar Receitas Servidor*, *Visualizar Receitas*, *Configuração do Paciente*, *Ajuda*, *Listar Alarmes*, *Listar Receitas* e *Listar Remédios*. A primeira ação a ser realizada pelo *Paciente* no aplicativo deve ser selecionar o item *Configuração do Paciente* no qual será exibida a Tela 2 com as informações do CPF e o nome da rede wifi do ambiente doméstico. A segunda ação a ser realizada deve ser sincronizar as receitas através do item *Sincronizar Receitas Servidor*. Logo após a sincronização será possível visualizar a Tela 3 por meio do item de menu *Visualizar Receitas* que é a Lista de Receitas do Paciente que foram recebidas do Servidor Web. Ao clicar em cada um dos remédios das receitas apresentadas na Tela 3 o *Paciente* é direcionado para a Tela 4 onde é possível informar a hora inicial, ou seja, o horário da primeira dose do medicamento que se faz ao clicar no botão *Primeira Dose*. Este registrará o horário da tomada de medicamento para geração dos alarmes consequentes.

A Tela 5 apresenta o alerta de tomada de medicamentos, que traz as informações: Nome do Medicamento, dose, data e hora para administrar a medicação. A Tela 6 mostra todos os alarmes da receita e seus estados, mas só será mostrada quando for acionado o item *Listar Alarmes* da tela inicial.

**Figura 23 – Telas no dispositivo móvel.**



Fonte: Elaborada pelo autor.

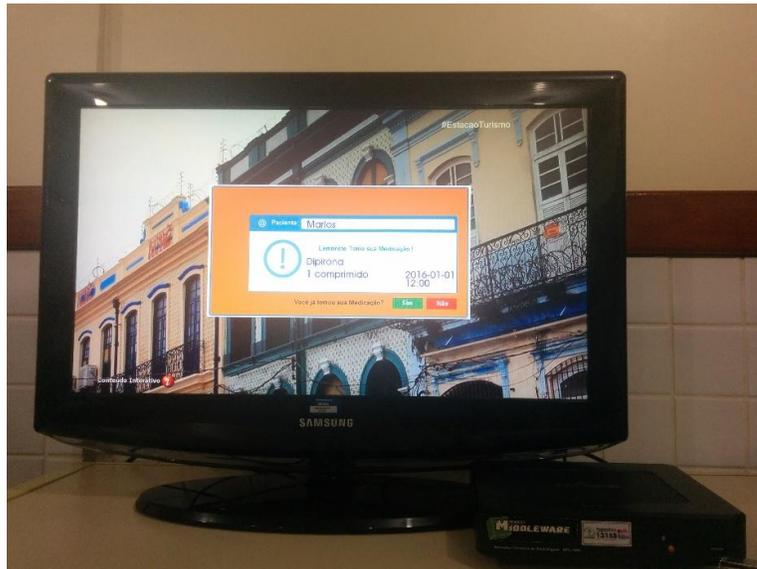
## 5.4 Gateway

Para avaliar o software do Gateway foi utilizado um Notebook I5 com 4G de RAM, o espaço utilizado no disco rígido foi de cerca de 100 mB, foi utilizado o software WAMP 2.5, que inclui os softwares Apache 2.2.11, PHP 5.3.0 + PECL, SQLitemanager, MySQL 5.1.36 e Phpmyadmin.

## 5.5 Dispositivo Doméstico

Para desenvolvimento do teste, a aplicação ginga NCL desenvolvida foi executada em um Set-Top Box Proview modelo XPS-1000 com Ram 256 MB que está conectada a uma TV Samsung de 26 Polegadas sem conversor digital interno. O Set-Top Box, através de uma aplicação Ginga, acessa o Gateway através de rede ethernet cabeada, buscando pelos alertas de tomada de medicação.

Na Figura 24 tem-se o Set-top box e a TV exibindo sua programação e sobreposta a ela a tela de aviso de medicação é mostrada. Para a confirmação da tomada de medicamento o Paciente deverá informar se tomou a medicação pressionando o botão verde do controle remoto e para informar que não tomou o botão vermelho. Esta informação é então enviada através do canal de retorno, rede ethernet cabeada, do set-top box para o Gateway e salvo em seu banco de dados aguardando um próximo momento de sincronização com o dispositivo móvel.

**Figura 24 - Tela TV Digital.**

**Fonte: Elaborada pelo autor.**

Na próxima seção serão abordados os experimentos de funcionalidades realizados no cenário proposto. O objetivo do uso de um cenário para esta avaliação é verificar por meio de um experimento a viabilidade da utilização do sistema eletrônico de prescrição e acompanhamento de medicação a partir da inserção de receitas na aplicação de prescrição de medicamentos que está no servidor Web.

## 5.6 Experimento realizado no Cenário

Para realizar o experimento com o sistema eletrônico de prescrição e acompanhamento proposto, foram inseridas duas receitas na Aplicação de prescrição de medicamentos que está no servidor Web para um mesmo Paciente. A primeira receita possuía 1 remédio com frequência de 6 horas e tratamento com duração de dois dias e a segunda com dois remédios com duração de seis e de oito horas e tratamento com duração de 1 dia.

Na Tabela 2, observa-se que a primeira receita possuía como primeiro remédio a Dipirona que deve ser tomada 4 vezes ao dia por dois dias, resultando em um total de 8 alarmes mostrados no Smartphone e na TV. A segunda receita possuía como primeiro remédio o Paracetamol que deve ser tomado quatro vezes ao dia por um dia com um total de quatro

alarmes. O segundo remédio Ácido Ascórbico que deve ser tomado três vezes ao dia por um dia com um total de 3 alarmes. Tem-se então para avaliação duas receitas que possuem um total de 15 alarmes.

**Tabela 2 - Receita para o Experimento.**

<b>Receita</b>	<b>Remédio</b>	<b>Frequência (h)</b>	<b>Doses por dia</b>	<b>Duração (dias)</b>	<b>Alarmes</b>
<b>1</b>	Dipirona	6	$24/6 = 4$	2	8
	Paracetamol	6	$24/6 = 4$	1	4
<b>2</b>	Ácido Ascórbico	8	$24/8 = 3$	1	3

**Fonte: Elaborada pelo autor.**

Observou-se que os alarmes foram gerados e apresentados nos dispositivos Smartphone e TV de forma esperada. Observa-se na Figura 25 o relatório de acompanhamento do médico gerado na aplicação de Prescrição de Medicamento localizada no servidor Web.

**Figura 25 - Relatório de Acompanhamento do Médico.**

## HEALTHCARE

## Receita

Paciente: José Bonifácio

Receita: Resfriado

Remédio: Ácido Ascórbico

Data Hora Prevista	Data Hora Tomada
01/11/2016 07.30.17	01/11/2016 07.30.17
01/11/2016 15.30.17	01/11/2016 15.31.41
01/11/2016 23.30.17	01/11/2016 23.32.37

Remédio: Dipirona Sodica

Data Hora Prevista	Data Hora Tomada
01/11/2016 12.21.09	01/11/2016 12.21.09
01/11/2016 18.21.09	01/11/2016 18.23.21
02/11/2016 00.21.09	02/11/2016 00.22.49
02/11/2016 06.21.09	02/11/2016 06.24.31
02/11/2016 12.21.09	02/11/2016 12.21.59
02/11/2016 18.21.09	02/11/2016 18.21.44
03/11/2016 00.21.09	03/11/2016 00.24.51
03/11/2016 06.21.09	03/11/2016 06.25.15

Remédio: Paracetamol

Data Hora Prevista	Data Hora Tomada
01/11/2016 08.34.34	01/11/2016 08.34.35
01/11/2016 14.34.34	01/11/2016 14.37.39
01/11/2016 20.34.34	01/11/2016 20.36.22
02/11/2016 02.34.34	02/11/2016 02.35.54

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

## 5.5 Conclusão

Neste capítulo foi apresentada a avaliação do sistema eletrônico implementado a partir de um cenário de teste. Para isso foram inseridas uma receita médica com remédios prescritos pelo médico para avaliar o potencial valor do Paciente possuir um agendador doméstico para lembrar a hora da medicação. Observou-se o sistema utilizando uma abordagem qualitativa, pois entendeu-se que o que poderia ser organizado por meio de papéis e lembretes hoje pode ser substituído pela tecnologia. O sistema também possibilita o acompanhamento do médico das receitas dos seus pacientes, considerando alguns fatores apresentados, como por exemplo, o nome do remédio que foi ingerido; a data e o horário da tomada de medicação entre outros.

## Capítulo 6 – Considerações Finais

No desenvolvimento deste trabalho, buscou-se propor uma arquitetura de comunicação e processamento da informação entre consultórios médicos, dispositivos móveis e ambientes domésticos, considerando-os sistemas isolados, a fim de dar suporte a um sistema eletrônico de prescrição e acompanhamento de medicação, de modo a facilitar a organização da administração dos medicamentos prescritos a pacientes que apresentem a necessidade de alerta na hora indicada para administração de medicamentos pelo seu médico, possibilitando a este o acompanhamento dos horários de tomadas de medicamentos.

Para realizar o desenvolvimento deste trabalho executou-se um estudo sobre os aspectos relevantes, tecnologias aplicáveis e identificou-se na literatura diversos trabalhos que tratam do uso de tecnologia utilizada na área de cuidados com a saúde, prescrição eletrônica de medicamentos, alertas sobre medicação e uso de dispositivos móveis e dispositivos domésticos aplicados a saúde. Estes trabalhos e tecnologias foram analisados e a partir desta análise identificou-se os requisitos necessários para a arquitetura.

Após a proposição da arquitetura, composta dos módulos Consultório, Dispositivo Móvel e Ambiente Doméstico, foi realizada a implementação e uma descrição detalhada da mesma. Em seguida, efetuou-se a avaliação da implementação em um cenário proposto para este fim, conclui-se que o sistema implementado baseado na arquitetura cumpriu sua missão apresentando os alarmes esperados e gerando o relatório de tomada de medicamentos para o médico.

Como sugestão de trabalhos futuros pode-se destacar que a integração de outros serviços, como o armazenamento de imagens que poderiam tornar o sistema mais próximo de um gerenciador de prontuários, o que demandaria a adoção de padrões como o DICOM e o HL7. Outra possibilidade seria a compatibilização deste trabalho a projetos de prédios inteligentes que permitam localizar o indivíduo alvo da receita de medicamentos em qualquer cômodo de sua residência, o que diminuiria ainda mais a possibilidade do paciente deixar de tomar sua medicação. Por fim, para dar maior praticidade de uso do aplicativo pelo paciente, poderia ser adicionado ao cenário um SmartWatch para uso do Paciente e conectado ao dispositivo móvel.

Espera-se que este trabalho venha a contribuir na literatura sobre desenvolvimento de modelos de comunicação entre dispositivos móveis, dispositivos domésticos e TV digital que deem suporte a um sistema automático de informações entre o consultório médico e o ambiente doméstico.

## Referências

- AL-TAMIMI, A. K. and KHALIFEH, A. "Mobile mules: Modular e-health information synchronization framework," *2014 8th International Symposium on Medical Information and Communication Technology (ISMICT)*, Firenze, 2014, pp. 1-5. doi: 10.1109/ISMICT.2014.6825234
- AITKEN, Murray; VALKOVA, Silvia. Avoidable Costs in U.S. Healthcare. IMS Institute for Healthcare Informatics Junho – 2013 62p.
- ANDROID DEVELOPERS. Disponível em <<http://developer.android.com>>. Acesso em 13 de Outubro de 2016.
- BOSWORTH HB. Medication adherence. In: *Improving Patient Treatment Adherence: A Clinician's Guide*. New York: Springer Science + Business Media; 2010:69-95
- D'AGOSTINO, Marcelo. Programas de e-Saúde nas Américas: mais próximos do acesso universal à saúde. RNP em revista Ano 2 nr 1 ano 2014. Rede Nacional de Ensino e Pesquisa.
- DELLA MEA V, What is e-Health (2): The death of telemedicine?. *J Med Internet Res* 2001;3(2):e22 URL: <https://www.jmir.org/2001/2/e22> DOI: 10.2196/jmir.3.2.e22 PMID: 1720964 PMCID: PMC1761900
- DIXIT, S; PRASAD, S. *Technologies for Home Networking*. New York: John Wiley & Sons, 2008. 218 p.
- FALL, K. (2003). A delay-tolerant network architecture for challenged internets. Em *ACM SIGCOMM*, p. 27–34. ACM Press
- I. D. ALEXA, G. I. PRADA, V. I. DONCA, L. M. Mos and O. ALEXA, "Improving quality of life of elderly people aged 85 and older by improving treatment adherence," *E-Health and Bioengineering Conference (EHB)*, 2013, Iasi, 2013, pp. 1-4. doi: 10.1109/EHB.2013.6707380
- IBGE. Sinopse dos Resultados do Censo 2010. Maio 2011. Acessado em Maio de 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>.
- GINGA Digital TV Middleware Specification. Disponível em: <<http://www.ginga.org.br/>>. Acesso em 05 Mai. 2016.

- GHINEA, G., MORADI, A., ASGARI, Shervin, A., Serif, T.(2006). Electronic Prescription: A Ubiquitous Solution using Jini, IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops 2006.
- KART F., L. E. Moser and P. M. Melliar-Smith, "Building a Distributed E-Healthcare System Using SOA," in *IT Professional*, vol. 10, no. 2, pp. 24-30, March-April 2008. doi: 10.1109/MITP.2008.22
- LEE, Y. S., TULLIO J., NARASIMHAN, N., KAUSHIK P., ENGELSMA R., BASAPUR Santosh (2009). Investigating the Potencial of In-Home Devices for Improving Medication Adherence. IEEE International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, 2009.
- MADRUGA, Célia Maria Dias, EURÍPEDES Sebastião Mendonça de Souza. Manual de Orientações Básicas para prescrição médica Conselho Regional de Medicina da Paraíba, João Pessoa, 2009. CDU: 616:159.9
- MAGLOGIANNIS, I.; SPYROGLOU, G.; PANAGOPOULOS, C.; MAZONAKI, M.; TSANAKAS, P., "Mobile reminder system for furthering patient adherence utilizing commodity smartwatch and Android devices," in *Wireless Mobile Communication and Healthcare (Mobihealth), 2014 EAI 4th International Conference on* , vol., no., pp.124-127, 3-5 Nov. 2014 doi: 10.1109/MOBIHEALTH.2014.7015925
- MAIA, O.B. Uma Infra estrutura de Comunicação entre Dispositivos Domésticos e o Modelo Brasileiro de TV Digital. Dissertação(Mestrado) - Universidade Federal do Amazonas,2009.
- NÉRI, Eugenie Desiree Rabelo; GADÉLHA, Paulo Gean Chaves ; MAIA, Sâmia Graciele ; PEREIRA, Ana Graziela Da Silva ; ALMEIDA, Paulo César De ; RODRIGUES, Carlos Roberto Martins ; PORTELA, Milena Pontes ; FONTELES, Marta Maria De França . Erros de prescrição de medicamentos em um hospital brasileiro. Revista da Associação Médica Brasileira (1992. Impresso), v. 57, p. 306-314, 2011.) Doi:10.1590/S0104-42302011000300013
- OLIVEIRA, C. T., TAVEIRA, D. M., BRAGA, R. B., DUARTE, O. C. M. B., “Uma Proposta de Roteamento Probabilístico para Redes Tolerantes a Atrasos e Desconexões”. In: XXVI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC 2008), Rio de Janeiro, RJ, Brasil, maio 2008.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. ESTRATÉGIA E PLANO DE AÇÃO SOBRE E-SAÚDE (2012-2017) [Internet]. 51º Conselho Diretor da OPAS, 63ª sessão do

- Comitê Regional da OMS para as Américas; 26 a 30 de setembro de 2011; Washington (DC), Estados Unidos. Washington (DC): OPAS 2011. Disponível em: <[http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=14574&Itemid=>](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=14574&Itemid=>). Acesso em 31 de maio de 2016.
- PENTLAND A., FLETCHER R. and HASSON A., "DakNet: Rethinking connectivity in developing nations", *Computer*, vol. 37, no. 1, pp. 78-83, 2007
- SILVA, V J da (2010). Implementação de serviços de cuidados com a saúde (Healthcare), integrados em um gateway compatível com o modelo brasileiro de TV digital. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, (2010).
- RAHUL C. Shah; ROY, Sumit; JAIN, Sushant; BRUNETTE, Waylon. "Data MULEs: Modeling a Three-tier Architecture for Sparse Sensor Networks" Intel Research Tech Report IRS-TR-03-001 January, 2003
- VIANA, N. S. (2009). Integração entre o Middleware Brasileiro de TV Digital e Serviços de Dispositivos Eletrônicos em Redes OSGI. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Amazonas, 2009.
- ZAO K. John, Wang M., Tsai, P., Jane W. S. L.(2010). Smart Phone Based Medicine In-take Scheduler, Reminder and Monitor. E-Health Networking Application and Services (Healthcom)(2010).

## **Apêndice A – Publicações**

RODRIGUES, MARLOS A. S; SILVA, VANDERMI J. ; DE LUCENA, VICENTE F. . An intelligent medication system designed to improve the medication adherence. In: 2015 IEEE 5th International Conference on Consumer Electronics Berlin (ICCE Berlin), 2015, Berlin. 2015 IEEE 5th International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin), 2015. p. 46

DA SILVA, V. J; MAIA, O. B; RODRIGUES, M; DE LUCENA, V. F. . Universal system for integrating commercial medical devices with standardized digital TV system. In: 2016 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), 2016, Las Vegas. 2016 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), 2016. p. 301.