



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Vitor de Carvalho Melo Lopes

<Título da Dissertação>

Fortaleza – CE

31 de maio de 2017



Vitor de Carvalho Melo Lopes

## <Título da Dissertação>

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Linha de Pesquisa: Computação aplicada

Orientador: <Nome do Orientador>

Coorientador: <Nome do Coorientador>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PRPI)

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCC)

Fortaleza – CE

31 de maio de 2017





Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)  
Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PRPI)  
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PPGCC)

Vitor de Carvalho Melo Lopes

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, sendo aprovada pela Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará e pela banca examinadora:

---

**Orientador: <Nome do Orientador>**  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do  
Ceará (IFCE)

---

**Coorientador: <Nome do Coorientador>**  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do  
Ceará (IFCE)

---

<Nome do Professor A>  
<Instituição do Professor A> (<Sigla A>)

---

<Nome do Professor B>  
<Instituição do Professor B> (<Sigla B>)

Fortaleza – CE  
31 de maio de 2017



*Este trabalho é dedicado às crianças adultas que,  
quando pequenas, sonharam em se tornar cientistas.*



# Agradecimentos

Os agradecimentos principais são direcionados à Gerald Weber, Miguel Frasson, Leslie H. Watter, Bruno Parente Lima, Flávio de Vasconcellos Corrêa, Otavio Real Salvador, Renato Machnievscz<sup>1</sup> e todos aqueles que contribuíram para que a produção de trabalhos acadêmicos conforme as normas ABNT com L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X fosse possível.

Agradecimentos especiais são direcionados ao Centro de Pesquisa em Arquitetura da Informação<sup>2</sup> da Universidade de Brasília (CPAI), ao grupo de usuários *latex-br*<sup>3</sup> e aos novos voluntários do grupo *abnTEX2*<sup>4</sup> que contribuíram e que ainda contribuirão para a evolução do abnTEX2.

---

<sup>1</sup> Os nomes dos integrantes do primeiro projeto abnTEX foram extraídos de <<http://codigolivre.org.br/projects/abntex/>>

<sup>2</sup> <<http://www.cpai.unb.br/>>

<sup>3</sup> <<http://groups.google.com/group/latex-br>>

<sup>4</sup> <<http://groups.google.com/group/abntex2>> e <<http://www.abntex.net.br/>>



“<*Citação Célebre*>”  
(<*Autor da citação*>)



# Resumo

A expectativa de vida do brasileiro aumentou de 45,5 para 75,5 anos entre 1940 e 2015, segundo dados do IBGE. Os idosos, por conta da fragilidade inerente à idade, podem necessitar de maiores cuidados hospitalares, com maior tempo de recuperação, o que aumenta o gasto com saúde por parte do Estado. Nesse sentido, a Assistência Domiciliar à Saúde (ADS) - uma modalidade de atenção ao paciente realizado em seu próprio domicílio, – apresenta-se como opção mais adequada ao paciente, além da redução dos gastos hospitalares. Um dos problemas identificados nesse cenário de ADS é a necessidade de auxiliar o paciente e o cuidador, tendo em vista que, geralmente, o cuidador não possui os conhecimentos necessários para atender o doente e o acompanhamento por parte da equipe médica também não é constante. Vale ressaltar que o paciente nem sempre conta com a figura do cuidador diariamente ou, em algumas situações, essa figura é inexistente. Naturalmente, a Tecnologia de Informação pode fornecer mecanismos e instrumentos eficazes para esse tipo de atendimento. Considerando que o televisor é um equipamento presente em praticamente todos as residências, este trabalho propõe a TVHealthDasCoisas (THECA), uma solução inteligente para o ambiente de ADS baseada no modelo brasileiro de TV digital e na tecnologia Internet das Coisas. A THECA é um sistema embarcado em um “*Set-Top Box*” (conversor digital) que coleta dados de diversos sensores existentes no ambiente de ADS, além de servir como interface a diversas aplicações interativas. Estes dados coletados alimentam modelos de ontologia que permitem a inferência de informações necessárias à tomada de decisão dos atores do ADS: paciente, cuidador, equipe de saúde, familiares, etc. Assim, os diversos atores citados podem receber alertas, informações etc, via TV ou dispositivos móveis integrados ao sistema. A THECA é um componente do NextSAÚDE, uma plataforma de interoperabilidade em saúde baseada no padrão OpenEHR. Ela faz uso de arquétipos para integrar-se ao NextSAÚDE e, assim, compartilhar serviços disponíveis pela plataforma (regulação, farmácia etc) e pelos outros diversos módulos existentes no projeto (Dengosa, Vite, SisAPP etc). A THECA é uma arquitetura orientada a contexto (*context-aware concept*), enriquecida com conceitos da plataforma *OpenIoT* (Plataforma de Internet das Coisas). Um protótipo da THECA já se encontra operacional e sua versão IoT tem suas arquiteturas funcional e de engenharia formalmente especificadas.

**Palavras-chave:** atenção domiciliar. computação ubíqua. computação pervasiva.



# Abstract

This is the english abstract.

**Keywords:** latex, abntex, text editoration.



# Listas de ilustrações

Figura 1 – (a) Representação gráfica das categorias defendida por Tavolari, Fernandes e Medina; (b) Representação gráfica das categorias defendida por Giacomozi. . . . .	35
Figura 2 – Representação gráfica das influências nas áreas de sistemas embarcados, computação ubíqua/pervasiva e meios de comunicação. . . . .	39
Figura 3 – Arquitetura plataforma <i>OpenIoT</i> . . . . .	42
Figura 4 – Visão geral dos cenários abordados. . . . .	49
Figura 5 – Visão geral arquitetural da solução . . . . .	54
Figura 6 – Visão de engenharia da arquitetura proposta. . . . .	55
Figura 7 – Camadas do sistema embarcado . . . . .	60
Figura 8 – Tela principal do STB. Destaque para o menu “Sua Saúde”. . . . .	75
Figura 9 – Tela principal do menu “Sua Saúde”. . . . .	75
Figura 10 – Notificação do tipo caixa de diálogo. . . . .	76
Figura 11 – Notificação do tipo <i>pop-up</i> . . . . .	76
Figura 12 – Tela principal do módulo <i>service.dado</i> . . . . .	77
Figura 13 – Aviso para tranquilizar o usuário em situação de emergência. . . . .	77
Figura 14 – Diagrama Entidade/Relação para módulo <i>web</i> . . . . .	78
Figura 15 – Diagrama de Caso de Uso para módulo <i>service.notification</i> . . . . .	78
Figura 16 – Diagrama de Atividades para módulo <i>service.notification</i> . . . . .	79
Figura 17 – Diagrama de Sequência para módulo <i>service.notification</i> . Alerta do tipo caixa de diálogo. . . . .	80
Figura 18 – Diagrama de Sequência para módulo <i>service.notification</i> . Alerta do tipo <i>pop-up</i> . . . . .	80
Figura 19 – Diagrama de Caso de Uso para módulo <i>service.dado</i> . . . . .	81
Figura 20 – Diagrama de Atividades para módulo <i>service.dado</i> . . . . .	81
Figura 21 – Diagrama de Sequência para módulo <i>service.dado</i> . . . . .	82
Figura 22 – Diagrama de Caso de Uso para módulo <i>service.panicbutton</i> . . . . .	82
Figura 23 – Diagrama de Atividades para módulo <i>service.panicbutton</i> . . . . .	83
Figura 24 – Diagrama de Sequência para módulo <i>service.panicbutton</i> . . . . .	83



# **Lista de tabelas**

Tabela 1 – Especificação STB. . . . .	59
Tabela 2 – Lista de métodos disponíveis por API. . . . .	61



# Lista de algoritmos



# Listas de códigos

1	Conteúdo da requisição de uma mensagem . . . . .	62
2	Definição do método utilizado para apresentar as notificações no modo <i>pop-up</i> . . . . .	63
3	Definição do método utilizado para apresentar as notificações no modo ok . . . . .	63
4	Definição de método utilizado para capturar dados do controle remoto e apresentar através de um alerta. . . . .	64
5	Definição de método utilizado para capturar situação de emergência enviada pelo usuário . . . . .	65



# **Lista de abreviaturas e siglas**

ABS	Anti-lock Breaking System
ADS	Assistência Domiciliar à Saúde
API	Application Programming Interface
FUNCAP	Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento
JSON	JavaScript Object Notation
SAMDU	Serviço de Assistência Médica Domiciliar e de Urgência
SUS	Sistema Único de Saúde
SUDS	Sistema Único e Descentralizado de Saúde
STB	Set-Top Box



# List of symbols

$\Gamma$  Greek letter Gamma

$\Lambda$  Lambda

$\zeta$  Greek letter minuscule zeta

$\in$  Pertains



# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO . . . . .</b>	<b>29</b>
<b>1.1</b>	<b>Motivação para a Dissertação . . . . .</b>	<b>31</b>
<b>1.2</b>	<b>Descrição do problema . . . . .</b>	<b>31</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos Geral e Específicos . . . . .</b>	<b>32</b>
<b>1.4</b>	<b>Produção científica . . . . .</b>	<b>32</b>
<b>1.5</b>	<b>Estrutura da Dissertação . . . . .</b>	<b>32</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA . . . . .</b>	<b>33</b>
<b>2.1</b>	<b>Aspectos de Saúde . . . . .</b>	<b>33</b>
2.1.1	Assistência Domiciliar à Saúde . . . . .	34
2.1.1.1	Envolvidos . . . . .	34
2.1.1.2	Terminologia . . . . .	35
<b>2.2</b>	<b>Aspectos Tecnológicos . . . . .</b>	<b>36</b>
2.2.1	Sistemas Embarcados . . . . .	36
2.2.1.1	Arquitetura . . . . .	37
2.2.2	Computação ubíqua e pervasiva . . . . .	38
2.2.3	Aplicações Sensíveis ao Contexto . . . . .	40
2.2.4	Plataforma OpenIoT . . . . .	41
<b>3</b>	<b>TRABALHOS RELACIONADOS . . . . .</b>	<b>45</b>
<b>4</b>	<b>PROPOSTA . . . . .</b>	<b>49</b>
<b>4.1</b>	<b>Descrição de cenários . . . . .</b>	<b>49</b>
4.1.1	Ambiente A . . . . .	49
4.1.2	Ambiente B . . . . .	50
4.1.3	Ambiente C . . . . .	51
4.1.4	Simulações . . . . .	51
4.1.4.1	Doente sozinho . . . . .	51
4.1.4.2	Doente com um familiar . . . . .	52
4.1.4.3	Doente com um cuidador profissional . . . . .	52
4.1.4.4	Doente em situação de emergência . . . . .	53
<b>4.2</b>	<b>Descrição da solução . . . . .</b>	<b>53</b>
<b>4.3</b>	<b>Visão de Engenharia . . . . .</b>	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO . . . . .</b>	<b>59</b>
<b>5.1</b>	<b>TV-Health . . . . .</b>	<b>59</b>

5.1.1	<i>Hardware</i> utilizado . . . . .	59
5.1.2	<i>Software</i> utilizado . . . . .	60
5.1.3	Aplicações interativas . . . . .	60
5.1.3.1	Módulo <i>web</i> . . . . .	61
5.1.3.2	Módulo <i>service.notification</i> . . . . .	61
5.1.3.3	Módulo <i>service.dado</i> . . . . .	63
5.1.3.4	Módulo <i>service.panicbutton</i> . . . . .	64
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> . . . . .	<b>67</b>
<b>6.1</b>	<b>Resultados práticos</b> . . . . .	<b>67</b>
<b>6.2</b>	<b>Expectativas</b> . . . . .	<b>67</b>
<b>6.3</b>	<b>Trabalhos futuros</b> . . . . .	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .		<b>69</b>
<b>APÊNDICES</b>		<b>73</b>
<b>APÊNDICE A – TV-HEALTH</b> . . . . .		<b>75</b>
<b>A.1</b>	<b>Software</b> utilizado . . . . .	<b>75</b>
<b>A.2</b>	<b>Diagramas UML</b> . . . . .	<b>78</b>
A.2.1	Módulo <i>service.notification</i> . . . . .	78
A.2.2	Módulo <i>service.notification</i> . . . . .	78
A.2.3	Módulo <i>service.dado</i> . . . . .	81
A.2.4	Módulo <i>service.panicbutton</i> . . . . .	82

# 1 Introdução

O Brasil vem passando por um processo de envelhecimento da população e um aumento da expectativa de vida crescente desde a década de 1960. Com os atuais índices, a taxa do envelhecimento populacional atingirá, em 2025, cerca de 15% da população brasileira com indivíduos acima de 60 anos (GONÇALVES et al., 2006).

Os mais idosos, por conta da fragilidade inerente à idade, necessitam de cuidados especiais na hospitalização, além de demandarem mais tempo na recuperação. Muitas vezes há uma demanda de vários profissionais de uma equipe médica multidisciplinar para a total recuperação do doente.

Essa situação afeta políticas públicas dos governos municipais, estaduais e federal - que, segundo a Constituição Federal, devem prover atendimento hospitalar universal à população - tornando o gasto público com hospitalização de idosos maiores a cada ano (SILVEIRA et al., 2013).

Esse processo que a população brasileira vem atravessando, ocasiona mudanças nos paradigmas de atendimento à saúde. Nessa perspectiva, surge a atenção domiciliar ou *home care*, modelo definido como o tratamento do paciente em seu próprio lar, com a presença ou não, de um cuidador<sup>1</sup> - figura responsável por acompanhar o idoso em suas atividades diárias, ao assumir um papel de fundamental importância no acompanhamento do paciente em seu cotidiano.

Pesquisas indicam que esse método traz benefícios, pois o paciente encontra-se em um ambiente conhecido, podendo contar com a presença de seus familiares (HERMANN; LACERDA, 2007; DAY, 2010). E o ambiente seguro é mais propício para uma completa recuperação.

Assim, estudos realizados indicam uma mudança gradativa no modelo de tratamento de idosos. A escolha da atenção domiciliar em substituição da hospitalização mostra-se positivo nos planos social, psicológico e econômico.

No que concerne às políticas públicas desenvolvidas pelo Estado, a vantagem é de reduzir os custos com internação. Estudos na área da saúde pública revelam que é possível economizar, ao se substituir a internação hospitalar por uma abordagem em atenção domiciliar nos casos de menor gravidade, ou seja, casos em que o paciente não corre risco de morte (BOURDETTE et al., 1993).

Na atenção domiciliar, é de grande importância o acompanhamento do paciente.

---

<sup>1</sup> Neste trabalho, a figura do cuidador refere-se tanto a familiares, amigos ou um profissional com remuneração.

Essa tarefa é realizada por uma equipe médica que se desloca até o domicílio do idoso e executa a aferição de seus sinais vitais, além de conversar com o próprio paciente, eles também conversam com o cuidador e verificam, ainda, se o ambiente domiciliar está propício à melhoria do doente.

A televisão está presente em praticamente todos os domicílios brasileiros. Com isso, o Governo Brasileiro instituiu, através do decreto número 4901 de 26 de novembro de 2003, o Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTVD) no país. Além da melhoria técnica, com a troca do sinal analógico para o sinal digital, promovendo, assim, melhoria na qualidade da imagem e som, a inserção da TV Digital trouxe o conceito de interatividade, permitindo que o telespectador saia da condição de espectador e passe a interagir com a televisão. Além disso, através do decreto, o Governo tenta promover a inclusão social ao “propiciar a criação de uma rede universal de educação à distância” (REPÚBLICA, 2003).

O avanço tecnológico nas áreas de sistemas embarcados e tecnologia da informação e comunicação permite o desenvolvimento e a produção de dispositivos cada vez mais potentes e eficientes no processamento e no consumo de energia. Além disso, a miniaturização dos dispositivos possibilitam o surgimento de novas aplicações e soluções voltadas para áreas antes não atendidas por essas tecnologias.

A área da assistência domiciliar à saúde se beneficia do aperfeiçoamento na tecnologia ao ser atendida por dispositivos implantados no ambiente doméstico. Pesquisas realizadas apontam para a utilização de equipamentos que monitorem o cotidiano do paciente e os auxilie nas formas de alertas para o paciente e o cuidador, além de informar à equipe de saúde ou a emergência sobre questões pertinentes ao paciente.

Neste trabalho, é proposta a TVHealthDasCoisas (THECA), um sistema embarcado em um *Set-Top Box* (STB) - dispositivo responsável por receber o sinal da televisão digital e apresentá-lo na TV. Este dispositivo foi utilizado como ponto principal em uma arquitetura composta por ele (STB), sensores e outros equipamentos para prover uma solução inteligente de atenção domiciliar.

O STB, além de realizar suas tarefas básicas explicadas anteriormente, tem poder de processamento para executar outras funções. Ele conta com interface de comunicação Wi-Fi, portas *ethernet* e HDMI e o padrão RCA para conexão com a TV, além de portas *USB*. Sendo assim, uma vez conectado à Internet, o STB servirá de *gateway* na casa do usuário, comunicando-se com sistemas de informática para saúde e com o próprio paciente.

Através dos sensores é possível coletar dados referentes ao paciente e ao contexto em que ele está inserido, como por exemplo, se ele está acamado ou se possui certa autonomia, ou, ainda, se o doente está acompanhado. Em seguida, os dados coletados são repassados ao STB que os concentra e realiza um processamento. Estes dados vão alimentar também, modelos de ontologias, permitindo a inferência de informações necessárias para a tomada de

decisão por parte dos atores envolvidos (paciente, cuidador, equipe de saúde e familiares).

Dessa maneira, o sistema pode auxiliar os atores envolvidos, emitindo alertas, informações, mensagens etc por meio da televisão ou dispositivos móveis integrados ao sistema. A THECA comunica-se com o NextSAÚDE - uma plataforma de interoperabilidade em saúde baseada no padrão OpenEHR - para compartilhar serviços internos disponíveis (regulação, farmácia, leitos etc).

Portanto, a THECA é uma arquitetura orientada a contexto (*context-aware concept*), enriquecida com tecnologia da Internet das Coisas (*IoT*), que através de um STB coleta dados e apresenta alertas e informações processadas e comunica-se com a plataforma NextSAÚDE através de arquétipos do padrão OpenEHR. Até o momento uma parte desse processo já foi implementada, tal como as notificações dos alertas enviados ao doente e cuidador. A fase seguinte dirá a respeito ao envio constante dos dados para a equipe médica.

## 1.1 Motivação para a Dissertação

Observo na sociedade atual, através de notícias divulgadas nos meios de comunicação, de conversas informais, de filmes etc, que está cada vez mais crescente a preocupação com os idosos, haja vista o aumento da expectativa de vida. Pergunto-me como é possível essas pessoas terem uma qualidade de vida na velhice se sabemos que, nessa idade, os problemas de saúde são acentuados, tais como falta de autonomia, dificuldades de locomoção, preocupação com remédios, entre outros.

Em muitos casos, cresce o número de internações hospitalares e, consequentemente, os gastos do Estado - que precisam ser mantidos, mas que podem ser mitigados ou melhor aproveitados. Visando enfrentar essa realidade, a comunidade acadêmica começa a se perguntar sobre os cuidados aos idosos no espaço domiciliar.

A linha de pesquisa de computação aplicada à saúde é vista como uma parte importante para a melhoria na qualidade dos serviços prestados na área. Por meio de pesquisas, a comunidade acadêmica possibilitou o avanço no campo da atenção domiciliar, desenvolvendo sistemas inteligentes que auxiliem no tratamento e ajudem os envolvidos.

## 1.2 Descrição do problema

Tendo em vista o cenário de atenção domiciliar no qual o paciente encontra-se em tratamento e deve ser observado constantemente, se faz necessário um acompanhamento por parte do cuidador, que, ao perceber a piora do paciente realiza algum procedimento e em alguns casos, entra em contato com o socorro médico ou a equipe médica responsável pelo paciente.

O cuidador, como já afirmamos, é geralmente um familiar, amigo, ou profissional remunerado, sem formação médica apropriada para a função que desempenha e sem, necessariamente, disponibilizar todo o seu horário para o paciente. Do exposto, percebe-se a dificuldade do cuidador de realizar um procedimento médico mais elaborado ou auxiliar o paciente durante 24 horas do dia.

Já a equipe médica, devido a não proximidade com o doente, carece de informações prévias para um socorro direcionado ao paciente, diminuindo assim, as chances de sucesso do atendimento realizado.

A partir das observações citadas anteriormente, constata-se que a assistência domiciliar é possível e desejável, desde que alguns obstáculos sejam superados. O auxílio ao paciente, ao cuidador ou, ainda, à equipe médica que o acompanha, necessita de soluções eficientes e acessíveis.

### 1.3 Objetivos Geral e Específicos

Oferecer uma solução que auxilie, através de sistemas de informática, tecnologia de Internet das Coisas e os meios de comunicação (Televisão Digital e *smartphones*) ao cuidador, ao doente e à equipe de saúde no tratamento do paciente em domicílio.

- Permitir um acompanhamento constante da equipe médica ao paciente;
- Facilitar as atividades diárias do cuidador em relação aos procedimentos destinados ao doente;

### 1.4 Produção científica

Durante este projeto de mestrado, os seguintes trabalhos científicos foram aceitos e publicados, a saber:

- produção 1

### 1.5 Estrutura da Dissertação

## 2 Fundamentação Teórica

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica, separada em aspectos de saúde e tecnológicos. As seções de saúde abordam termos como Assistência Domiciliar à Saúde e suas particularidades, além de explanar, brevemente, sobre a história da hospitalização no Brasil. A seção 2.2 trata das tecnologias e conceitos tecnológicos utilizados neste trabalho.

### 2.1 Aspectos de Saúde

Segundo Mello (2008), uma das primeiras instituições voltadas para o cuidado com a saúde foi a fundação da Santa Casa de Misericórdia de Santos, em 1543, cuja principal atividade era prestar assistência de cunho caritativo a pessoas pobres e desabrigados. Tal estrutura permanece inalterada até o final do século XIX, e início do século XX.

Com o Governo Getúlio Vargas, a partir de 1930, ocorre no Brasil o processo de industrialização, que trouxe crescimento rápido e desordenado às cidades, principalmente São Paulo e Rio de Janeiro. As transformações econômicas e sociais resultantes desse processo, a falta de saneamento básico, a pobreza etc foram motivos para que parte da população reivindicasse mais atenção do Governo em relação aos cuidados de saúde (CARVALHO, 1984).

Carvalho (1984) indica, ainda, que apesar dessa pressão, não existiu uma política de saúde clara por parte das autoridades. Muitas vezes, algumas ações se voltavam para a criação de condições sanitárias mínimas, que se mostravam limitadas frente às reais necessidades da população. Dessa forma, as décadas subsequentes não foram significativas no tocante a uma ampliação dos serviços de saúde oferecidos à população.

Conforme análise de Mello (2008), ainda nos anos 1970, surgem tentativas de universalizar o acesso à assistência à saúde. Alguns programas e sistemas foram iniciados, sendo válido citar, (i) Sistema Único e Descentralizado de Saúde, o SUDS e (ii) o Sistema Único de Saúde, o SUS. Entretanto, em virtude da vigência da ditadura militar, implantada em 1964, que levou o país a vivenciar um estado de exceção, tais propostas não conseguiram se concretizar. Assim, somente no período da redemocratização, ocorrida em meados dos anos 1980, é que o SUS foi criado oficialmente pela Constituição Federal de 1988, Lei 8080/90<sup>1</sup>, com o objetivo de garantir à população Brasileira, o acesso universal às ações e serviços de saúde.

Paralelo à criação do Sistema Único de Saúde (SUS), ocorreu o avanço tecnológico que alcançou a prática médica, aperfeiçoando, com isso a infraestrutura hospitalar.

---

<sup>1</sup> Acessível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8080.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8080.htm)>

Dessa forma, os hospitais deixaram de ser espaços para abrigarem pobres desamparados e passaram a proporcionar tratamentos mais elaborados. O hospital passa a oferecer procedimentos cirúrgicos, atendimentos de urgência, internações, tornando a instituição complexa, com uma atuação de caráter menos íntimo e acolhedor. Além disso, estudiosos começam a identificar a possibilidade de tratamentos e cuidados com a saúde que não estejam, necessariamente, vinculados ao ambiente hospitalar.

Como consequência, surgiram diversas mudanças no atendimento, onde a Assistência Domiciliar à Saúde (ADS) se tornou uma modalidade disponível.

### 2.1.1 Assistência Domiciliar à Saúde

A Assistência Domiciliar à Saúde (ADS) divide-se basicamente em grupos de enfermagem e fisioterapia - nas modalidades mais básicas - até um atendimento multiprofissional, possibilitando um apoio ao paciente como um todo. A ADS pode ser provida tanto pelo setor privado quanto pelo setor público (AMARAL et al., 2001).

Os primeiros registros da ADS no Brasil surgem em 1967, na cidade de São Paulo, no Hospital do Servidor Público. O principal objetivo dessa abordagem era a liberação de leitos no hospital, levando para o domicílio procedimentos básicos, de baixa complexidade clínica.

No começo da década de 90, segundo Tavolari, Fernandes e Medina (2000), houve um aumento na quantidade de empresas privadas provendo o serviço de ADS, com atuação de cinco empresas que prestavam esse tipo de serviço. Já em 1999, esse número subiu, consideravelmente; para mais de 180 (TAVOLARI; FERNANDES; MEDINA, 2000).

Amaral et al. (2001) define a ADS como uma sequência de serviços residuais a serem oferecidos, depois que o indivíduo já recebeu atendimento primário e prévios, ou seja, aquele que já recebeu atendimento primário com consequente diagnóstico e tratamento.

Amaral et al. (2001) lembram, ainda, que o atendimento domiciliar pode acelerar a recuperação do paciente e promover a redução de custos hospitalares, além de ser uma solução mais humanista para os portadores de doenças crônicas ou de longa duração, frente à hospitalização. Dessa forma, a assistência domiciliar à saúde tem como objetivos principais: (1) humanização no atendimento; (2) maior rapidez na recuperação do paciente, devido à proximidade com os seus familiares; (3) diminuição do risco de infecção hospitalar; (4) Otimização de leitos hospitalares para pacientes que deles necessitem; e (5) Redução do custo/dia da internação.

#### 2.1.1.1 Envolvidos

Para o entendimento geral da modalidade ADS, faz-se necessário separar e explicar a atuação de cada um dos envolvidos. O paciente, para quem está voltado, fundamentalmente,

todo o sistema, é aquele que sofre algum problema físico ou mental. A família é responsável por prover um ambiente propício à melhora do paciente.

Outra figura importante na atenção ao paciente é a equipe multiprofissional - composta de médicos, enfermeiros, psicólogos, terapeutas, assistentes sociais, farmacêuticos, cuidadores e outros - visando propiciar, através da integração das diversas áreas de conhecimentos, a melhoria efetiva do paciente.

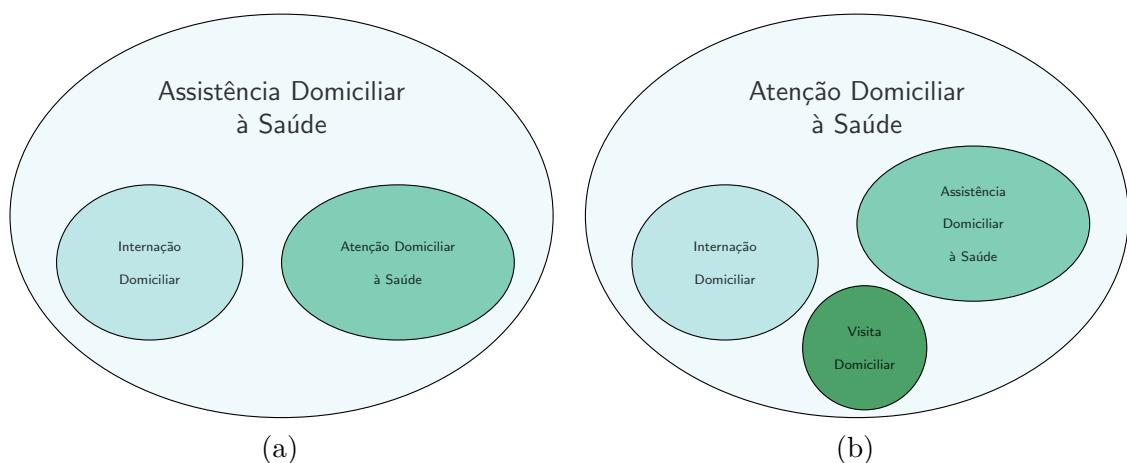
O cuidador, muitas vezes, é um familiar, alguém próximo à família ou alguém contratado. Seu papel principal é cuidar do paciente, ajudando nas tarefas diárias, como alimentação, lazer, socialização, limpeza do paciente, entre outros (AMARAL et al., 2001).

### 2.1.1.2 Terminologia

Apesar de não haver uma definição formal, a Assistência Domiciliar à Saúde pode ser separada em três modalidades, diferenciadas, principalmente, pelo grau de atenção dispensada ao paciente.

É defendido por Tavolari, Fernandes e Medina, que o termo Assistência Domiciliar à Saúde é genérico e referente a todo e qualquer procedimento de saúde realizado em domicílio, não importando o grau de complexidade. Já o termo Internação Domiciliar é aplicado quando, dos procedimentos realizados, o cuidado intensivo e multiprofissional é perceptível, caracterizando-se ainda, pelo transporte de parte da estrutura hospitalar para o domicílio do paciente. O paciente, nesse caso, é categorizado com complexidade alta ou moderada. Já no Atendimento Domiciliar, o paciente encontra-se num estado de menor complexidade médica, e a atenção a ele dispensada pode ou não ser realizada por uma equipe multiprofissional (TAVOLARI; FERNANDES; MEDINA, 2000).

Figura 1 – (a) Representação gráfica das categorias defendida por Tavolari, Fernandes e Medina; (b) Representação gráfica das categorias defendida por Giacomozzi.



Fonte: Próprio autor.

Giacomozzi e Lacerda (2006) faz uma inversão das categorias propostas por Tavolari, Fernandes e Medina (2000) e define Atenção Domiciliar à Saúde como um termo mais genérico, englobando o atendimento, a visita e as internações domiciliares (GIACOMOZZI; LACERDA, 2006). Segundo a autora, a atenção domiciliar é “um componente do *continuum* dos cuidados à saúde, pois os serviços de saúde são oferecidos ao indivíduos e sua família [...] minimizando os efeitos das incapacidades ou doenças, incluindo aquelas sem perspectiva de cura.” Já o termo Assistência Domiciliar à Saúde, é formado por atividades de cunho ambulatorial, adicionando a essa categorização a modalidade Visita Domiciliar, voltada para verificar a realidade do paciente, além de realizar ações educativas.

A despeito da diversidade de categorização apresentada pelos autores, ao nosso trabalho interessa tanto aqueles pacientes que inspiram maiores cuidados, correndo, inclusive, risco de vida, quanto aqueles que demandam menos preocupações - mas que, invariavelmente, estão sob os cuidados fora do ambiente hospitalar.

## 2.2 Aspectos Tecnológicos

Este trabalho foi amparado em tecnologias bem conhecidas, permitindo assim, que os objetivos fossem alcançados.

### 2.2.1 Sistemas Embarcados

Sistemas Embarcados estão inseridos em nossos cotidianos. Aparelhos como *smartphones*, *tablets* - com alto poder de processamento, produtos comumente encontrados em nossas casas, a exemplo do forno de micro-ondas, geladeiras e máquinas de lavar roupas, até computadores de bordo e controle de freios ABS (*Anti-lock Breaking System*)<sup>2</sup> em nossos carros, contêm sistemas embarcados. Essa diversidade de aplicações explicita a importância dessa área.

Nos exemplos citados anteriormente, temos uma classificação quanto à sua funcionalidade, porém, sua definição não é simples, nem muito menos taxativa, uma vez que possuem uma grande complexidade em sua composição. Dessa forma, podemos definir, a princípio, sistemas embarcados como qualquer dispositivo/equipamento que disponha de um sistema programável e que seu objetivo não seja o de um computador de propósito geral<sup>3</sup> (WOLF, 2012).

<sup>2</sup> ABS: Tecnologia de freio considerada segura pois seu funcionamento impede que, em uma brecada brusca, as rodas deslizem, tornando difícil controlar o veículo

<sup>3</sup> Computador de propósito geral é aquele em que é possível executar as mais diversas tarefas, tais como, navegar na Internet, escrever documentos, executar jogos etc, ou seja, não há uma função específica a ser realizada. Pelo exposto, percebe-se a complexidade da definição de sistemas embarcados, uma vez que, muitos deles, desempenham funções que antes cabiam apenas ao computador de propósito geral.

Marwedel define: “Sistemas Embarcados (como) sistemas de processamento de informações incorporados à produtos.”, e, adicionado à esta definição, lista 5 características que devem levar em consideração:

- Segurança - ou seja, os dados confidenciais transmitidos ou recebidos pelo equipamento devem permanecer confidenciais e a comunicação deve ser autêntica;
- Seguro - característica indicativa de que o sistema não causará nenhum dano àqueles que o utilizam;
- Disponibilidade - sistema disponível para executar as funções para as quais foi programado;
- Confiabilidade - probabilidade que o sistema tem de que não falhará em sua execução; e
- Manutenabilidade, caso o sistema venha a falhar, deverá ser consertado em uma determinada janela de tempo.

Além disso, propriedades como sensores coletando informações do ambiente físico e atuadores controlando o ambiente no qual estão inseridos também caracterizam um sistema embarcado (MARWEDEL, 2010).

#### 2.2.1.1 Arquitetura

A literatura divide o sistema embarcado em duas áreas, o *hardware* e o *software*. O primeiro é composto pelas partes físicas do sistema, tal como o processador, memória, interfaces de entrada e saída etc. O segundo é composto pelos componentes lógicos do sistema, ou seja, os programas que irão executar as funções previamente definidas do sistema embarcado.

No processo de *design* do sistema embarcado considera-se, dentro dos requisitos de *hardware*, quais dos processadores disponíveis no mercado atende melhor a necessidade do projeto, assim como é necessário identificar a quantidade de memória a ser utilizada pelo *software*.

Ainda referente ao processo de *design* é necessário determinar quais serão as interfaces de entrada (responsáveis por receber os dados para posterior processamento) e as interfaces de saída (responsáveis por apresentar os dados processados). Em paralelo, os requisitos de *software* são alinhados para que o *hardware* seja melhor aproveitado (WOLF, 2012).

A depender da finalidade do produto, esses requisitos diferem bastante. Por exemplo, o sistema embarcado responsável por controlar uma máquina de lavar é simples (em termos de funcionalidade, processamento, consumo de energia etc), uma vez que aplica um componente microcontrolador de baixo poder de processamento (tal qual um microprocessador PIC de 16 bits) e um circuito auxiliar para atender as especificações de

entrada e saída do sistema, assim como uma possível comunicação com outros sistemas.

Já o sistema embarcado em um *smartphone* realiza diversas funções, tem um alto nível de processamento de dados e consome muita energia. Para atender a estes requisitos, a equipe responsável pelo *design* utiliza vários processadores de alto poder computacional (tal qual processadores ARM), como interface de entrada e saída uma tela sensível ao toque e faz uso, ainda, de diversos sensores para ajudar na usabilidade do dispositivo.

Semelhante aos *smartphones*, o sistema embarcado utilizado neste trabalho, o Set-Top Box (STB), processa grande quantidade de dados, além de realizar diferentes funções. Em que pese tais diferenças, o *hardware* utilizado é bastante semelhante.

### 2.2.2 Computação ubíqua e pervasiva

A convergência das diversas tecnologias pode ser observado no nosso dia-a-dia através de: informações constantes que recebemos nos dispositivos móveis, nos meios de comunicação, do monitoramento em tempo real do tráfego nas cidades de grande porte, dos relógios com tecnologia embarcada (*smartwatches*), das vestimentas inteligentes etc.

Percebemos, também, o distanciamento ou o desaparecimento da figura “computador pessoal (PC)”, em nosso cotidiano. A tecnologia está difundida ao ponto do termo “era pós pc” ser encontrado em diversos estudos (BONILLA; PRETTO, 2011; CHEN, 2011; PRESS, 1999) nas áreas de sistemas embarcados e tecnologias móveis.

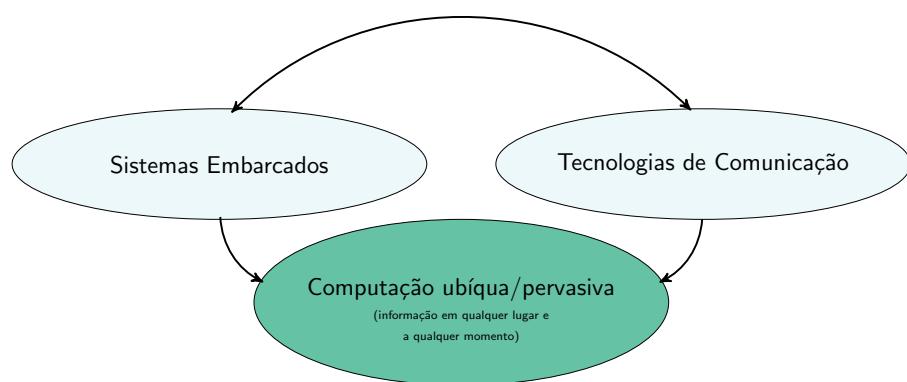
À essa tecnologia “em todo lugar” e ao distanciamento do usuário com o computador pessoal deu-se o nome de computação ubíqua. Mark Weiser, considerado o pai desse termo, antecipou que encontrariamos tecnologia nos diversos objetos do nosso cotidiano, tais como etiquetas de roupas e alimentos, cadeiras, geladeiras, lixeiras, interruptores de luzes etc (WEISER, 1991). Essa previsão de Weiser já se concretizou em vários dispositivos.

Através de sensores e meios de comunicação, esses objetos ganham novas funções. A patente de Yang registra uma lixeira inteligente que abre sua tampa de acordo com a proximidade do usuário (YANG, 2005). Já a pesquisa de Wang demonstra a utilização de sensores em uma geladeira. A partir de um sistema de gerenciamento da geladeira é possível ter informações das comidas e recomendar receitas para o usuário de acordo com os alimentos disponíveis, além de verificar quais itens estão próximos do final da validade ou faltantes e gerar uma lista de compras personalizada (WANG; WANG; HOU, 2013).

Muitas vezes, a tecnologia inserida nesses objetos é invisível para o usuário final e essa transparência era defendida por Weiser para apresentar um outro termo, a “computação pervasiva”, assim definida pelo autor: “(...) criar um computador tão embarcado, tão natural que o usaríamos sem nem pensar sobre ele”. Além disso, computação pervasiva está relacionada à capacidade de dispositivos serem embarcados no mundo físico, obtendo informações do meio para auxiliar na computação, integrando, dessa forma, o ambiente

físico e o mundo virtual (BOLSONI; CARDOSO; SOUZA, 2009; ARAUJO, 2003). A figura 2 demonstra a interligação entre as áreas de sistemas embarcados, computação ubíqua e pervasiva com as tecnologias de comunicação.

Figura 2 – Representação gráfica das influências nas áreas de sistemas embarcados, computação ubíqua/pervasiva e meios de comunicação.



Fonte: Próprio autor.

Segundo Hansmann, a computação pervasiva tem 4 princípios fundamentais, detalhados a seguir (HANSMANN et al., 2013):

**Descentralização** os diversos dispositivos cooperam entre si e realizam pequenas tarefas e funções, contribuindo para o estabelecimento de uma dinâmica rede de comunicação; Podemos citar como exemplo os diversos dispositivos implantados na casa proporcionando conectividade em toda a extensão da casa.

**Diversificação** diferente do computador de propósito geral - que proporciona a execução de várias tarefas - cada dispositivo tem um propósito específico atendendo a necessidades únicas; podemos citar, como exemplo, um sensor para leitura do nível de oxigênio no sangue, um relógio inteligente que conta quantos passos uma pessoa deu durante o dia etc; dentro dessa diversidade, cada um desempenha uma função específica.

**Conectividade** os dispositivos devem interagir de maneira transparente e aqueles que são móveis, devem mudar entre redes heterogêneas, sem o auxílio de um usuário; a conectividade diz respeito, também, à relação transparente entre dispositivo e usuário;

**Simplicidade** as funções desempenhadas pelos dispositivos devem ser simples e de fácil execução. Existem tipos de dispositivos que não requerem uma interação com o usuário; outros, no entanto, exigem alguma configuração e, nestes casos, a interação deve manter-se simples, capaz de oferecer acesso rápido ao usuário.

No que concerne à assistência domiciliar à saúde, as pesquisas nas áreas de computação ubíqua e pervasiva são as mais diversas. Isso porque o domicílio é um ambiente propício à aplicação dessas técnicas. A utilização de sensores, como demonstrado no estudo de Warren, em que sensores vestíveis são empregados na leitura de oxigênio do paciente e o envio dos dados à um sistema de monitoramento pessoal para posterior processamento (WARREN; YAO; BARNES, 2002) exemplifica a utilização da computação pervasiva, uma vez que os dados coletados se tornam disponíveis a qualquer momento.

### 2.2.3 Aplicações Sensíveis ao Contexto

O dicionário Houaiss define contexto como um conjunto de palavras, frases ou texto que precede ou se segue a determinada palavra, frase ou texto e que contribuem para o seu significado. Podemos entender desta definição que contexto são circunstâncias que acompanham a situação ou determinado fato. A depender do contexto, nos portamos de maneira diferente, como por exemplo: nos portamos de uma maneira no ambiente de trabalho (contexto) e de uma maneira diferente quando estamos na praia (contexto).

Apesar de exemplificar de maneira clara o que é contexto, esse tipo de definição apresentada anteriormente é de difícil aplicação na área da computação. Outras abordagens com definições mais específicas foram surgindo com o passar do tempo. No trabalho de Schilit et al são definidos 3 aspectos importantes para o contexto, (1) onde você está, (2) com quem você está e (3) quais recursos estão próximos (SCHILIT; ADAMS; WANT, 1994). Pascoe define contexto como um conjunto de estados de interesse conceituais e físicos para uma entidade em particular (PASCOE, 1998).

O desenvolvedor precisa identificar se determinada informação é contexto ou não para determinada aplicação em determinado momento. Tomando como exemplo uma aplicação móvel de acompanhamento de um *tour* em um museu a céu aberto, tanto as informações de tempo (clima, precipitação, umidade etc) quanto as informações de pessoas (quantidades em cada setor) são informações de contexto, já em locais fechados, a informação de tempo não representa uma informação de contexto.

Davies realizou um trabalho semelhante ao apresentado acima. Foi desenvolvido uma aplicação de guia turístico sensível a contexto para a cidade de *Lancaster* na Inglaterra. A solução combinava computação móvel, comunicação sem fio e sistemas embarcados para prover aplicações interativas (DAVIES et al., 1999).

No sentido de simplificar o desenvolvimento de aplicações sensíveis ao contexto, Dey define "contexto (como) qualquer informação que pode ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade. Uma entidade pode ser uma pessoa, um lugar ou um objeto que é considerado relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação, incluindo o usuário e a aplicação".

É possível, portanto, definir que um sistema computacional é sensível ao contexto se ele fizer uso do contexto para prover informações ou serviços relevantes para o usuário de acordo com a sua tarefa no momento (DEY, 2001).

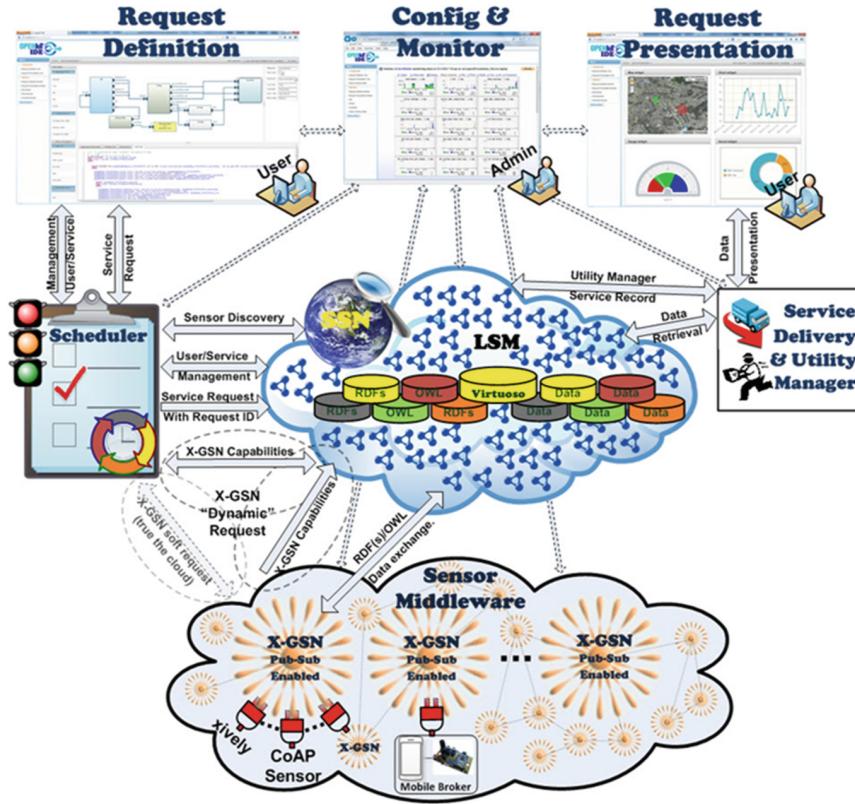
No que concerne a assistência domiciliar à saúde, os sistemas sensíveis a contexto podem fazer uso de informações de sensores médicos (leitura de sinais vitais do paciente), sensores de propósito geral (leituras no ambiente), ou ainda sensores virtuais (conjunto de programas cuja função é varrer as redes sociais e extrair informações válidas para determinada situação).

#### 2.2.4 Plataforma OpenIoT

O OpenIoT é um esforço conjunto da União Européia para Pesquisa e Inovação (FP7 - *European Union's Research and Innovation*). A plataforma *OpenIoT* tem como objetivo principal a implantação de uma infraestrutura de *middleware* capaz de integrar soluções de Internet das Coisas.

O projeto enfatiza a convergência de Internet das Coisas e computação em nuvem, habilitando esses dois tópicos através de interoperabilidade semântica e dados ligados (*Linked Data*), desse modo, será possível fornecer aos interessados uma "nuvem de coisas". A figura 3 a seguir representa as partes que compõem a plataforma OpenIoT.

Figura 3 – Arquitetura plataforma *OpenIoT*



Fonte: SOLDATOS et al., 2015.

A plataforma foi arquitetada com 3 grandes seções: (1) Aplicações e Utilitários, (2) Plano virtualizado e (3) Plano físico. Diversos componentes compõem as seções, listados abaixo, com uma visão *top-down*:

## Aplicações e Utilitários

**Request Presentation** Responsável pelas apresentações das saídas dos serviços, ou seja, permite a seleção de mashups a partir de uma biblioteca com o intuito de facilitar a apresentação dos objetos configurados em uma interface web. Para isso, esse módulo comunica-se diretamente com o módulo Service Delivery and Utility Manager).

**Request Definition** Conjunto de serviços responsáveis por especificar e formular requisições - em tempo de execução - para a plataforma OpenIoT.

**Configuration and Monitoring** Habilita uma visão de gerenciamento, monitoramento e configuração das funcionalidades dos sensores e serviços acoplados à plataforma OpenIoT.

## Plano Virtualizado

**Scheduler** Processa as solicitações de serviços a partir do módulo Request Definition.

Além disso, tem como outro objetivo encontrar sensores para serem adicionados à plataforma OpenIoT.

**Linked Stream Middleware** Equivalente a base de dados na nuvem. Persiste os dados provenientes da camada de sensores (reais e virtuais). Nesse módulo também são guardados as configurações e informações gerais referente ao funcionamento da rede OpenIoT.

**Service Delivery and Utility Manager** Recebe consultas (geralmente SPARQL) para fornecer streams de dados do serviço requisitado. Além disso, realiza uma medição de utilização dos serviços fornecidos pela plataforma.

## Plano Físico

**Sensor Middleware** extende as funções do Global Sensor Network (GSN), se tornando o X-GSN. É responsável pela aquisição de dados de sensores reais e/ou virtuais. Ele atua como um gateway entre o mundo físico e a plataforma OpenIoT. Tem sua base de funcionamento em sistemas distribuídos - várias instâncias do sistema que podem ou não pertencer a entidades diferentes.



### 3 Trabalhos relacionados

Neste capítulo é apresentado os trabalhos relacionados à pesquisa. Peculiaridades de cada uma das soluções encontradas, seus pontos fortes e fracos de acordo com a visão do autor.

O trabalho de Isern et al. (2011) descreve uma arquitetura descentralizada baseada em agentes para o home care. A arquitetura é dividida em três camadas: (1) Camada de conhecimento, representando um registro eletrônico de saúde (RES), ontologias e bancos de dados de atividades que podem ser realizadas por outros atores descritos no sistema. (2) Camada de abstração de dados é responsável por recuperar os dados de fontes e tecnologias diferentes, como por exemplo os dados das ontologias, de RES e de base de dados relacionais, esta camada é uma espécie de middleware. (3) A camada baseada em agentes contém a interface web que os atores (equipe de saúde e pacientes) utilizam para interagir com o sistema. Além disso conta com os agentes, que são entidade que agem de maneira semi automática no sentido de realizar diversas tarefas do sistema.

O trabalho, no entanto, não explica de que maneira será possível acompanhar o doente no seu dia-a-dia, além de não aplicar ou permitir, na descrição da arquitetura, que haja um acompanhamento constante.

A arquitetura funcional, descrita no trabalho de Capozzi e Lanzola (2010), envolve a criação de duas áreas de interesse. Parte da arquitetura é chamada de "Unidade de tratamento remoto"(Remote Care Unit - RCU), responsável pela interação do usuário, no caso o doente, com o sistema implantado no centro de tratamento, nomeado de "Unidade Central de Tratamento de Saúde"(Health Care Center Unit - HCCU). Nesta camada estão descritos os sistemas utilizados pela equipe de saúde que acompanha o doente.

Além de usar dispositivos médicos para adquirir os sinais vitais, o trabalho enfatiza, ainda, a solução criada para melhor acquisitar os dados médicos do paciente. Foi utilizado reconhecimento de voz através de ligações para um sistema implantado no HCCU. Na comunicação entre essas partes, trafegam, ainda, alertas, lembretes, informações para alimentar o RES do paciente e informações das atividades diárias do doente.

Do ponto de vista computacional, Capozzi optou por uma arquitetura baseada em agentes, um agente servidor, responsável por ser um ponto de encontro dos agentes móveis - (computadores de propósito geral ou smartphones para repassar os dados adquiridos pelos dispositivos). Há ainda, nos agentes móveis, espaço para a utilização de domínios de conhecimentos através de ontologias.

Apesar da inovação ao utilizar reconhecimento de voz para realizar a aquisição

de dados, o trabalho não faz nenhum estudo relacionado a usabilidade dessa solução no cotidiano do doente. Além disso, não ficou claro se os dados coletados trafegam dentro do sistema através de um protocolo aberto.

O trabalho de Bajo et al. (2010) descreve a solução THOMAS, uma arquitetura modular composta por serviços. Ela é dividida em três camadas, Facilitador de Serviços (1), Sistema de Gerenciamento Organizacional e Núcleo da Plataforma. O Facilitador de Serviços age como um gateway para terceiros terem acesso ao sistema e para que duas entidades possam se comunicar, permitindo a utilização de um serviço. O sistema de Gestão da Organização é responsável pelo ciclo de vida de uma organização. Para o sistema, uma organização pode ser é o atendimento em domicílio e é estruturado por meio de unidades, por exemplo, a unidade de alerta, unidade de tratamento, unidade de localização etc. No Núcleo da Plataforma é onde reside os serviços necessários para uma arquitetura multi-agente, permitindo que vários agentes se comuniquem entre si.

O trabalho de Costa et al. (2012) descreve uma plataforma de três camadas, a camada de baixo nível de nome “Aquisição de dados e processamento”, realiza funções básicas de sistemas de monitoramento, coleta e processamento de dados dos sensores. A camada intermediária chamada “Detecção de atividades” tem o propósito de detectar atividades humanas a partir dos dados coletados na primeira camada. A camada “Agendamento e tomadas de decisão” provê agendamento de alertas, consultas etc. além de servir de interface para o restante do sistema.

A aquisição de dados dar-se prioritariamente a partir de cameras, uma vez que os autores do trabalho em questão já trabalharam com esse tipo de dispositivo. Outra fonte de dados são os *smartphones*, possibilitando por exemplo, se determinado indivíduo sofreu uma queda. A camada intermediaria utiliza algoritmos de visão computacional para detectar atividades do dia-a-dia, repassando estas informações para a terceira camada. O agendamento utiliza as informações das outras camadas para realizar suas ações.

Apesar do descrito, o trabalho não informa se há a utilização de outros sensores no ambiente que não as câmeras. Também não deixa claro quais técnicas são utilizadas para o agendamento e as tomadas de decisão.

O trabalho de Palumbo et al. (2014) mostra a infraestrutura de redes de sensores necessários para atender um ambiente de atenção domiciliar. Sensores médicos são utilizados no intuito de monitorar o paciente continuamente. Com isso, o sistema pode emitir alarmes referentes a possíveis problemas eminentes ou a longo prazo (de acordo com os dados coletados). Adiciona-se a essa abordagem um *middleware* com padrão OSGi e uma aplicação sensível a contexto.

Neste trabalho, além do *middleware*, há uma infraestrutura de software composta de serviços responsáveis por interligar várias funcionalidades, tais como o serviço de

---

armazenamento, responsável por persistir os dados remotamente e o monitoramento inteligente que permite o acesso ao reconhecimento de atividades e ao contexto.

Adicionado a isso, o sistema permite uma visita remota a partir da utilização de um robô, neste momento são discutidas as atividades do doente assim como os dados adquiridos pelos sensores.

Apesar de não aparecer explicitamente os termos computação ubíqua ou Internet das Coisas, percebe-se a utilização de técnicas e tecnologias referentes a estes assuntos. O trabalho espera ainda, que o paciente esteja sempre próximo de um smartphone que é usado como gateway para o restante do sistema na nuvem. No entanto, não há uma abordagem na utilização de técnicas de inferência como aprendizagem de máquinas ou ontologias.

Spinsante e Gambi (2012) apresenta uma arquitetura sem fio centrada no domicílio para monitorar a saúde do paciente, através dela, o usuário têm pouca ou nenhuma interação com os dispositivos médicos, facilitando assim a utilização do sistema pelos idosos. Spinsante utiliza um *framework* OSGi para lidar com os dispositivos médicos e uma aplicação interativa instalada no Set-top Box conectado a tela da TV, além disso, um serviço na nuvem recebe os dados adquiridos pelos sensores. O gateway é a figura central da arquitetura proposta, ele é responsável por receber os dados dos sensores médicos através da tecnologia *bluetooth* e transmiti-los para um repositório virtual na nuvem. Já as aplicações interativas instaladas no STB tem acesso aos dados através de uma API. A aplicação remota disponibiliza os dados através de uma interface web, que pode ser acessada pela equipe médica.

O trabalho deixa em aberto, no entanto, qual dispositivo desempenhará o papel do gateway, podendo ser um tablet, um *smartphone* ou PDA. Além disso, não utiliza nenhum tipo de inferência ou inteligência no sistema para que se possa alertar o paciente ou a equipe de saúde sobre uma possível anomalia.

Niiranen et al. (2002) utiliza a melhoria tecnológica proveniente da mudança da TV analógica para a TV digital para a criação da “TV Digital para cuidados médicos”. Focando na funcionalidade interativa da televisão digital, Niiranen cria uma aplicação para Set-top Box para que o usuário utilize através do controle remoto, entrando com valores das medições realizadas por ele ou um cuidador. Além de serem apresentados na tela da televisão, os dados são salvos em um banco de dados para posterior averiguação. Este trabalho foca na parte técnica da televisão digital e na interação que ela proporciona, não mencionando termos como sensores, informações de contexto ou inteligência artificial.

O trabalho de Chan, Ray e Parameswaran (2008) aborda a criação de um ambiente de monitoramento remoto baseado em sistemas de tecnologia da informação modernos. Para isso, uma arquitetura de vários agentes para dispositivos móveis foi desenvolvida, a

arquitetura permite a coleta de dados e posterior recomendações para pacientes e equipe de saúde. Chan separa a arquitetura em 3 áreas de comunicação, (1) *Body Area Network* (BAN), responsável pela comunicação entre os sensores médicos com comunicação Bluetooth e o dispositivo móvel do paciente. (2) *Personal Area Network* (PAN), responsável pela comunicação do dispositivo móvel (smartphone) com a rede de telefonia móvel (3G/4G), um agente é responsável por enviar para o servidor na nuvem os dados através de web services. (3) *Wide Area Network* (WAN), permite à equipe de saúde, acompanhar o estado do paciente através de um dispositivo móvel ou um computador de propósito geral (interface web).

Apesar da descrição com viés para a tecnologia de telecomunicação, Chan apresenta características que encontramos em outros trabalhos descritos anteriormente, tais como sensores médicos, monitoramento remoto e acompanhamento por parte da equipe de saúde. Tópicos como sistemas inteligentes, aplicações sensíveis a contexto e TV digital, no entanto, não entram no escopo do trabalho.

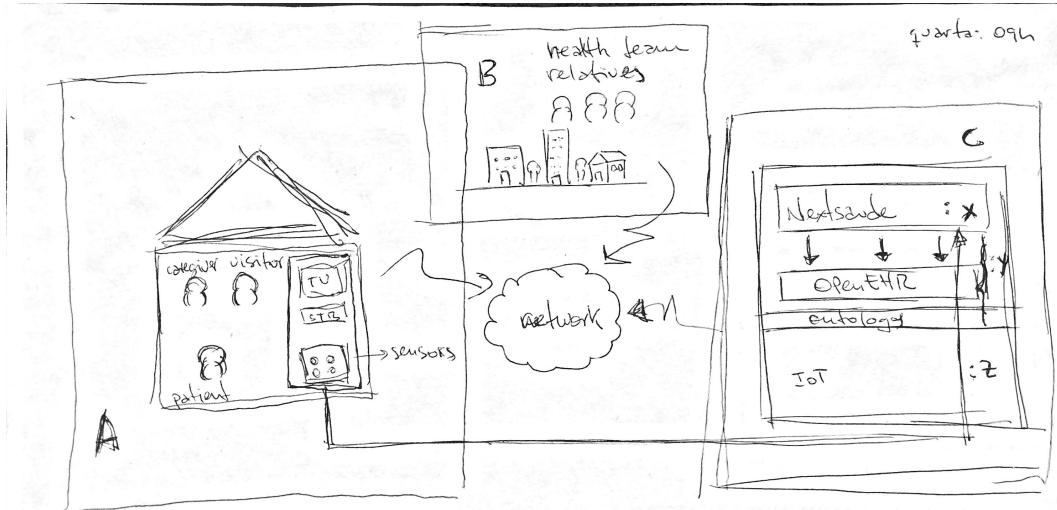
# 4 Proposta

Neste capítulo serão abordadas as etapas que constituem a estrutura geral do sistema de informática voltado para o atendimento de paciente no espaço domiciliar. Na primeira seção são apresentados o cenário e situações do cotidiano exemplificando o uso da solução. Em seguida, a descrição da arquitetura é exposta. Por fim, uma visão de engenharia é descrita.

## 4.1 Descrição de cenários

A figura 4 representa, de maneira generalista, o cenário base para a aplicação da solução. Nela podem ser verificados três ambientes. O ambiente A diz respeito ao domicílio do paciente. Já o ambiente B diz respeito aos atores móveis, tais como, equipe de saúde, parentes, amigos etc. O ambiente C representa os serviços disponibilizados pela solução.

Figura 4 – Visão geral dos cenários abordados.



Fonte: Próprio autor.

### 4.1.1 Ambiente A

O ambiente A representa o domicílio do usuário, seus atores locais (paciente, visitantes e cuidador e/ou parentes), os equipamentos responsáveis por realizar a aquisição dos dados, o *Set-Top Box (gateway)*, a televisão e outros dispositivos capazes de apresentar dados e informações úteis para a assistência domiciliar à saúde.

Neste ambiente, o ator principal é o paciente, o monitoramento constante proporcionado pela tecnologia nos permite acompanhar com mais clareza a situação do doente. A partir do monitoramento é possível avisar, por exemplo, à equipe de saúde (Ambiente B) uma leitura de sinais vitais. Nesse sentido, é possível também lembrar ao paciente a necessidade de tomar determinado remédio em um horário específico.

O cuidador também tem papel importante na recuperação ou no cotidiano do paciente. A tecnologia, portanto, inserida neste ambiente tem função de ajudar este ator. O sistema pode enviar mensagens no intuito de auxiliar o cuidador no que concerne ao tratamento para com o paciente ou idoso, informando como lidar com determinada situação ou simplesmente relembrá-lo da agenda diária do paciente, como por exemplo atividade física, encontro com amigos etc.

Os familiares e visitantes, figuras constantes em um ambiente domiciliar, também podem ser informados sobre um fato novo na agenda do doente, algo inusitado ou ainda uma situação de urgência/emergência.

Nesse sentido, podemos inserir no ambiente domiciliar um conjunto de dispositivos dotados de sensores com o intuito de captar eventos no domicílio. É possível a utilização de sistemas para captar os sinais vitais do paciente, tais como nível de oxigênio no corpo, batimentos cardíacos, temperatura corporal etc. Outros tipos de sensores podem ser implantados para captar informações do ambiente, disponibilizando assim informações de contexto para o sistema, tais como ruído sonoro nos cômodos, presença dos atores no domicílio, temperatura ambiente etc. Os sensores médicos e sensores gerais caracterizam um ambiente com tecnologia de Internet das Coisas (*Internet of Things - IoT*).

O STB, equipamento que tinha como principal função o recebimento do sinal televisivo, seu processamento e a exibição do sinal na tela, ganha novas funcionalidades a partir do momento em que aumentamos seu poder de processamento e o conectamos à Internet. Os dados coletados pelos sensores são, então, repassados ao STB, que os processa, os apresenta através da tela do televisor ou ainda através de *smartphones* conectados ao sistema.

#### 4.1.2 Ambiente B

O ambiente B diz respeito aos atores móveis do cenário geral. Os atores externos são a equipe de saúde, os familiares e amigos do paciente. Estes três atores estão em constante movimento e não visitam o doente frequentemente. Nesse sentido, o sistema disponibiliza meios para que fiquem a par da situação do paciente.

Estando os atores de porte de um *smartphone* e este dispositivo conectado ao sistema, é possível receber alertas relacionados ao paciente. Os alertas podem envolver desde o *status* atual do doente, considerações acerca do cuidador até mensagens de cunho

emergencial.

Já através da interface *web*, os atores mais beneficiados são a equipe de saúde e os familiares, pois eles têm acesso a informações mais detalhadas do paciente através desta forma de visualização de dados. Nesse modelo, os dados apresentados vão desde a leitura de alguns sensores instalados na casa até a visualização de sinais vitais do paciente.

#### 4.1.3 Ambiente C

O ambiente C aborda de forma geral os serviços oferecidos e de que forma eles se relacionam com a parte A e B. Podemos descrever a parte C a partir de uma leitura *top-down* da figura 4. No subitem X temos a plataforma NextSAÚDE, esta plataforma oferece meios de comunicação para que outros sistemas possam se comunicar com ela, possibilitando uma integração entre vários sistemas.

Parte dessa integração é realizada através do padrão OpenEHR (subitem Y), sua função é permitir que sistemas informatizados de saúde, no caso a plataforma NextSAÚDE, se comunique de maneira transparente com outros sistemas de saúde ou instâncias de sistemas de saúde, tal como a aplicação TV-Health (seção 5.1 na página 59). A utilização do OpenEHR possibilita que toda a solução proposta se comunique, com o menor esforço possível, com outros sistemas de saúde.

Na última camada da pilha - no subitem Z - pautamos a Internet das Coisas ou *IoT*. A partir deste conceito será possível realizar a aquisição de dados dos sensores médicos conectados ao paciente e sensores instalados no domicílio (ambiente A), proporcionando um monitoramento constante dos atores envolvidos, o que é ideal para uma situação de internação domiciliar. Este serviço fará uso de tópicos apresentados na plataforma *OpenIoT* (seção 2.2.4 na página 41).

#### 4.1.4 Simulações

No sentido de exemplificar os ambientes descritos anteriormente, esta subseção traz simulações (situações fictícias) do doente em cenários que a solução proposta nesta dissertação pode auxiliar. As três primeiras subseções (Doente sozinho, Doente com um familiar e Doente com um cuidador profissional) remetem ao Ambiente A. Já a simulação Doente em situação de emergência remete ao Ambiente B.

##### 4.1.4.1 Doente sozinho

Luisa, aposentada, 75 anos, vive sozinha em seu apartamento. Quando não está realizando refeições e lavando pratos, passa boa parte do seu dia na sala de estar, lendo ou assistindo à televisão. Infelizmente, Luisa sofre de uma doença crônica e seu médico recomenda caminhada uma vez ao dia, durante 30 minutos. Além disso, foi prescrito à

Luisa alguns medicamentos necessários para evitar as dores - cada um deles deveria ser ingerido em horários específicos.

Através do *Set-Top Box* acoplado à televisão e conectado à Internet, é possível enviar à Luisa avisos e notificações lembrando de suas atividades diárias - como por exemplo, a caminhada de 30 minutos recomendada pelo médico além do medicamento a ser ingerido.

Através da leitura de sinais vitais, proporcionada pelos sensores médicos, e conectados ao STB, será possível enviar leituras de sinais vitais específicos de Luisa para o médico que a acompanha. Assim, Luisa poderá receber tratamento diferenciado ou comparecer a uma consulta de maneira antecipada caso seja detectado a necessidade para tal.

Portanto, esta simulação de uso exemplifica uma aplicação prática do sistema proposto.

#### 4.1.4.2 Doente com um familiar

Roberto é autônomo, trabalha em casa consertando televisores e mora com sua filha de 16 anos. Apesar do constante contato com os televisores, em seu momento de descanso, assiste aos seus programas favoritos.

Certo dia, Roberto não sente-se bem e deita-se, tendo instalado à sua televisão o STB com as aplicações da solução proposta, ele conta com a disponibilidade de diversas funcionalidades que podem auxiliá-lo neste momento. Poderá, por exemplo, acessar uma das aplicação através do controle remoto, a aplicação apresenta um conjunto de imagens na tela da televisão, cada uma exemplificando um sintoma. Usando o controle remoto, seleciona os sintomas que melhor exemplificam o que está sentindo. Essa informação é processada e, em seguida, a aplicação apresenta uma notificação contendo uma segunda opinião, informando também a necessidade de se apresentar a um médico. É importante ressaltar que o sistema não oferece ou indica nenhum tipo de medicamento.

É possível ainda que a aplicação sugira, em determinados casos, procedimentos a serem realizados no paciente, momento em que a filha de Roberto teria o papel de cuidadora informal ao realizar tais procedimentos. A aplicação guiaria o cuidador informal em um processo passo a passo. Nesta simulação, percebe-se a importância de contar com um dispositivo que auxilie o cuidador e o paciente em situações de risco à saúde.

#### 4.1.4.3 Doente com um cuidador profissional

Dona Clélia, aposentada, contratou um cuidador profissional para acompanhar seu marido Francisco. Infelizmente, Francisco sofre da doença de Parkinson. Por conta do seu contrato, o cuidador fica na casa apenas nos horários da manhã e tarde.

Sabendo que o casal de idosos utiliza a solução proposta neste trabalho, e sendo o cuidador ciente das necessidades do doente, o cuidador poderá receber em seu celular ou acompanhar através da televisão auxílio para a realização de um procedimento inerente a um paciente com Parkinson, ou ainda, o *status* das atividades diárias.

#### 4.1.4.4 Doente em situação de emergência

Maria é dona de casa e passa suas manhãs organizando e limpando a casa. Apesar de todo esse apreço pela casa, Maria não se cuida e, além de ser hipertensa, esquece de tomar seu remédio em algumas ocasiões, tamanho é o seu desleixo.

Certa manhã, após preparar o almoço, Maria senta-se para assistir televisão - que conta com o STB com a solução proposta. Passado alguns minutos, ela sente uma forte dor no peito seguido por um desconforto no braço esquerdo. Neste momento, Maria certa de que precisa de ajuda, pode acionar no controle remoto o "botão de pânico".

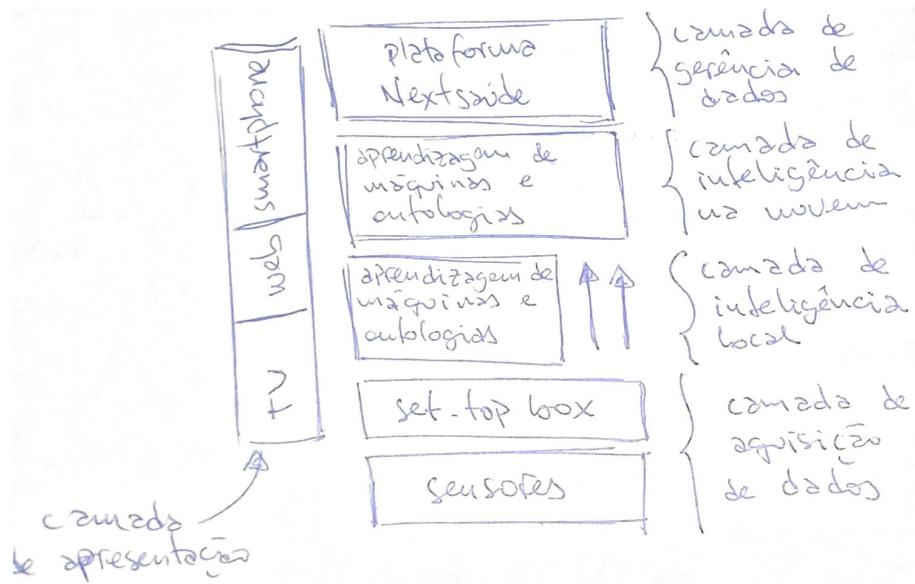
A aplicação percebe o acionamento e toma algumas medidas, tais como, enviar mensagens de socorro através de SMS ou através de serviços de mensagens pela Internet para a equipe de saúde, para os amigos e familiares. Por fim, a aplicação pode enviar uma notificação para ser exibida na televisão no sentido de tranquilizar o usuário.

Além disso, os sensores médicos utilizados por Maria auxiliam os atores externos (equipe de saúde, familiares e amigos) a tomarem as medidas necessárias para o melhor atendimento de Maria. Em determinados casos, é possível, ainda, que a aplicação envie, através de notificações, sugestões de medidas a serem tomadas enquanto o socorro médico não chega.

## 4.2 Descrição da solução

A arquitetura proposta soluciona o problema relatado na seção 1.2 na página 31. Ela é composta de 5 camadas distintas mas que se comunicam entre si. As camadas são, (1) “Camada de aquisição de dados” responsável por adquirir os dados brutos dos sensores, (2) “Camada de Inteligência local” responsável por inferir sob os dados acquisitados ainda no STB, (3) “Camada de Inteligência na nuvem”, responsável por realizar inferências que não podiam ser realizadas localmente, (4) “Camada de Gerência de dados”, responsável por gerenciar parte dos dados coletados no ambiente domiciliar, cruzando com dados oriundos de outros módulos da plataforma NextSaúde e (5) “Camada de Apresentação de informações” - responsável por apresentar os dados nos mais diversos dispositivos. A figura 5 representa graficamente a arquitetura proposta.

Figura 5 – Visão geral arquitetural da solução



Fonte: Próprio autor.

A “Camada de aquisição de dados” (1) representada por 2 blocos na figura 5 caracteriza toda a parte de baixo nível da arquitetura. Fazem parte dela os sensores médicos, sensores gerais e o próprio *Set-Top Box*. A comunicação entre esses dois blocos dar-se através da rede Wi-Fi disponibilizada na residência. Os dados adquiridos são persistidos no próprio STB. Caso seja necessário, alguns desses dados são repassados adiante para posterior processamento.

A “Camada de inteligência local” (2) é representada pelo dispositivo STB. O STB contém em sua lógica de funcionamento, a capacidade de inferir sobre determinadas situações. Dados provenientes dos sensores e que são úteis para a conclusão de um fato são utilizados como entrada para domínios de conhecimento na forma de ontologias. O próprio STB, portanto, pode decidir em eventuais situações, fornecendo uma resposta rápida e evitando assim, tráfego de dados desnecessário através da Internet.

A função da “Camada de inteligência remota” (3) é extender a camada de número 2. Ao transmitir dados do ambiente domiciliar para um sistema na nuvem, a solução incorpora o poder de processamento disponibilizado por essa abordagem. Além de realizar inferências através de ontologias, podemos preparar os dados para inteligência artificial por meio de aprendizagem de máquinas, aumentando o poder de inferência do sistema.

Já a “Camada de gerência de dados” (4) trata os dados gerenciais, aqueles referentes ao paciente e a logística de um atendimento especializado em domicílio, podendo ainda, realizar a integração com o ambiente hospitalar, caso seja necessário uma transferência do doente. A plataforma NextSaúde, projeto financiado pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico (FUNCAP) e liderado pelo Laboratório de Redes

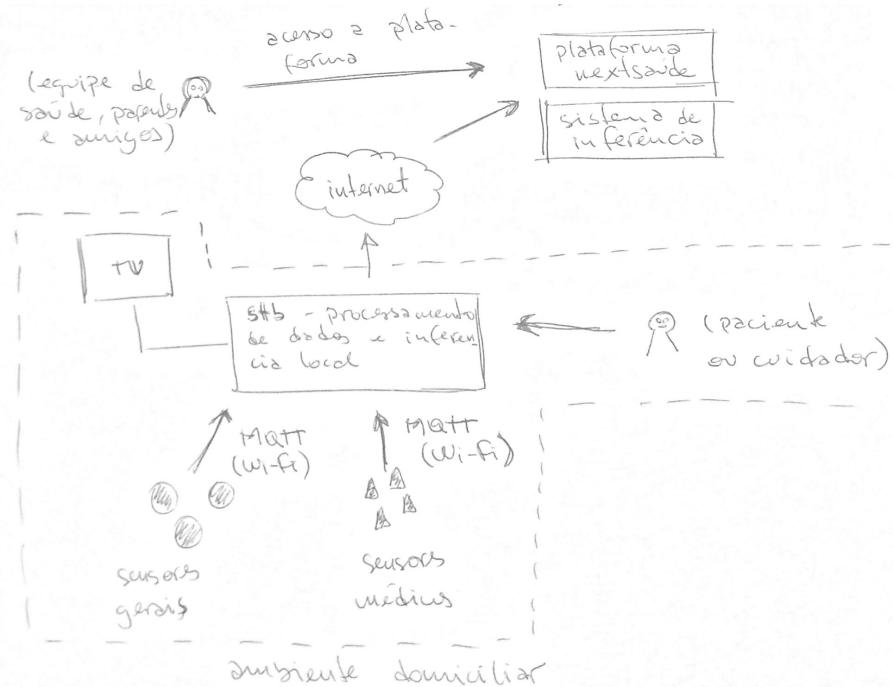
de Computadores de Aracatí (LAR-A) é utilizada nesta camada para prover os serviços necessários, tais como, o Registro Eletrônico de Saúde<sup>1</sup> (RES), integração com áreas hospitalares, farmácias etc.

Por fim, a “Camada de apresentação” (5) se encarrega de apresentar os dados brutos ou as informações processadas nos dispositivos conectados à plataforma. Essa camada encontra-se distribuída em toda a arquitetura. Sendo assim, é possível que os diversos atores interajam por meio de *smartphones*, computadores e a tela da televisão.

### 4.3 Visão de Engenharia

A figura 6 representa a visão de engenharia da arquitetura proposta. Ela tem como ponto principal a utilização de um *Set-Top Box*, quando se conectam a ele sensores implantados no ambiente, sensores de dispositivos como *smartphones* e *smartwatches* do paciente e do cuidador, e sensores médicos do doente.

Figura 6 – Visão de engenharia da arquitetura proposta.



Fonte: Próprio autor.

Esse processo é composto de três momentos distintos, mas interligados, no qual o primeiro é relativo à aquisição de dados do ambiente e do paciente, e a transmissão destes

<sup>1</sup> Documento estrutural responsável por manter um conjunto de informações de saúde e assistência de um paciente durante toda a sua vida.

dados ao STB. O segundo diz respeito ao processamento dos dados brutos. O terceiro momento o envio dos dados processados para a plataforma NextSaúde.

Neste sentido, os sensores gerais, relativos ao ambiente domiciliar, coletam informações como temperatura e umidade da residência, qualidade do ar e localização do paciente ou cuidador nos cômodos. A partir desses dados é possível dizer ao software se determinado espaço está muito quente, se a qualidade do ar não está favorável à melhoria do paciente etc. Dados extraídos de celulares, como a localização, também cooperam com o contexto, a exemplo da informação proveniente do celular do cuidador que informa, à equipe médica ou aos parentes, se este está junto ao paciente.

Já os sensores médicos têm como função principal coletar os sinais vitais do paciente (pressão arterial, frequência cardíaca, níveis de oxigênio no sangue etc). Em ambos os casos - sensores gerais e sensores médicos -, as informações coletadas pelos dispositivos repassam esses dados para o STB, seja através de interfaces com tecnologia *Bluetooth*, *NFC* ou *Wi-Fi*.

Ao utilizarmos sensores com *Wi-Fi*, por exemplo, os dados são transferidos ao STB utilizando um protocolo de transferência de mensagens entre máquinas, o MQTT<sup>2</sup>. Foi instalado no STB um servidor MQTT para gerenciar os dados de entrada.

Para que o sistema de inferência local funcione de maneira adequada, parte dos dados que chegam devem ser persistidos em um banco de dados local, a partir da persistência, o STB pode tomar decisões no âmbito domiciliar, parte dos dados referentes ao contexto deverão ser tratados e processados diretamente no equipamento. Já os dados referentes aos sinais vitais são enviados para plataforma. Dessa maneira, ocorre um processamento nos dados para tomada de decisões a nível clínico, por exemplo, indicar uma consulta na especialidade cardiológica.

O restante de dados enviada ao STB deverá então ser processada e encaminhada para a plataforma NextSaúde e para a camada de inferência remota. O processamento é referente ao tratamento do dado bruto recebido e a tradução para o padrão OpenEHR entendido pela plataforma NextSaúde. Em seguida a transmissão dos dados é feita através de uma arquitetura cliente/servidor. Já no sistema na nuvem, o dado relacionado ao paciente é extraído e persistido.

A partir da lógica de transferência de dados e informações, persistência dos dados, inferência local ou na nuvem, é possível a geração de alertas e notificações para o paciente e o cuidador. Os atores locais (paciente/cuidador) recebem as notificações principalmente através da tela da televisão conectada ao STB e através do *smartphone*. Os atores móveis (equipe de saúde) podem visualizar os dados e receber informações referentes ao paciente

---

<sup>2</sup> O MQTT é um protocolo de transferência de mensagens de baixo custo computacional e reside em cima da camada TCP/IP. O sistema funciona a partir de um *publish/subscriber*. Utiliza-se um concentrador como um servidor MQTT.

a partir da interface *web* ou a partir do *smartphone*.



# 5 Aspectos de implementação

Neste capítulo será abordado os aspectos de implementação. Dificuldades e as soluções encontradas para construir o *software*, que é um dos componentes da arquitetura apresentada no capítulo ?? na página ??.

## 5.1 TV-Health

A partir do considerado na seção 2.2, surge o protótipo TV-Health, com o intuito de resolver alguns dos problemas da assistência domiciliar à saúde.

### 5.1.1 Hardware utilizado

O *Set-Top Box* escolhido possui especificações técnicas robustas, listadas na tabela 1. Este STB foi resultado de um projeto de pesquisa fomentado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e foi reutilizado neste trabalho por se tratar de uma pesquisa em que o autor participou efetivamente.

Tabela 1 – Especificação STB.

Seção	Propriedade	Especificação
Plataforma	Sistema Operacional	GNU/Linux Debian
	Chipset	A20 Allwinner
	Processador (CPU)	1.2 GHz
	Processador Gráfico (GPU)	Mali 400
Entrada e Saída	USB 2.0 (quantidade)	4
	Infravermelho	Sim
Rede	Ethernet	Sim
	Wi-Fi	Sim
Memória	NAND	4 GB
	RAM	2 GB
	Espaço para cartão	Sim (Até 32 GB)
Vídeo	HDMI	Sim
	RCA	Sim
	RGB	Não
Alimentação	Externa	Sim (9V)
	Bateria	Não

Fonte: Próprio autor.

### 5.1.2 Software utilizado

Por se tratar de um sistema embarcado robusto, faz-se necessário a instalação de programas capazes de gerenciar o *hardware* disponível. Para tanto, o sistema operacional escolhido foi o GNU/Linux distribuição Linaro (derivado da distribuição Ubuntu) *kernel* 3.4 portável para a arquitetura ARM com *drivers* específicos para a plataforma desenvolvida.

Figura 7 – Camadas do sistema embarcado



Fonte: Próprio autor.

Na camada de usuário utilizamos o *software XBMC* - um gerenciador de mídia - como plataforma de exibição gráfica. É através dele que o usuário irá interagir com as aplicações desenvolvidas. Foram necessárias algumas modificações por conta dos objetivos específicos definidos para esta pesquisa, e do contexto do trabalho desenvolvido. Na figura 8 (Apêndice A na página 75) destaque para a tela inicial do *software XBMC* e para o menu “Sua Saúde”. Os outros menus representam funcionalidades padrão do *software* em questão, tais como acesso a mídias (imagens, vídeos e áudios) e acesso a TV Digital aberta.

Ao clicar no menu “Sua Saúde”, acessamos a tela com os módulos desenvolvidos para este trabalho (figura 9 - Apêndice A na página 75).

### 5.1.3 Aplicações interativas

O intuito das aplicações é melhorar a comunicação entre o doente e cuidador com a equipe médica e seus parentes, além de permitir que o usuário utilize o controle remoto como um “botão de pânico”. Por fim, um dos módulos da aplicação permite ao usuário escolher dentre os sintomas, aqueles que mais caracterizam a sua situação e obter uma resposta do sistema relacionada às escolhas. As aplicações propostas foram validadas através da conclusão do projeto NextSaúde e da aprovação de artigos acadêmicos apresentados em Congressos.

Nossa solução foi projetada para atender aos requisitos que uma plataforma embarcada - com as características da tabela 1 - demanda. Apesar das especificações do *hardware*,

o desenvolvimento foi encaminhado para obtermos um *software* simples em consumo de recursos.

As soluções foram implementadas utilizando, quando necessário, o paradigma de programação Orientada a Objetos. O desenvolvimento procedural foi aplicado com o intuito de realizar pequenas tarefas no sistema, tais como agendamento de execução de tarefas, atualização das aplicações, desligamento automático etc.

Além disso, também fizemos uso de *webservices* através da Internet, acessando outros sistemas e complementando as funcionalidades desejadas. As linguagens escolhidas para compor o sistema foram as linguagens *Python* e *Shell Script*.

#### 5.1.3.1 Módulo *web*

Foi necessária a implantação de um módulo *web* para gerenciar as informações básicas do usuário. Neste sistema será possível cadastrar um paciente, seus alertas e contatos de emergência. O sistema foi desenvolvido na linguagem *Python* e funciona no STB. Ele pode ser acessado através de um navegador conectado a rede Wi-Fi local. A tabela 2 apresenta a API disponível no sistema. A figura 14 na página 78 representa o diagrama de entidades e relação da aplicação.

Tabela 2 – Lista de métodos disponíveis por API.

Método	Caminho	Descrição
GET	/api/alertas/	Lista alertas cadastrados
POST	/api/alertas/	Cadastra alertas cadastrados na base de dados
PUT	/api/alertas/	Atualiza alertas cadastrados
DELETE	/api/alertas/	Deleta alertas cadastrados da base de dados
GET	/api/contatos/	Lista contatos cadastrados
POST	/api/contatos/	Cadastra contatos na base de dados
PUT	/api/contatos/	Atualiza informação de contatos
DELETE	/api/contatos/	Atualiza informação de contatos

Fonte: Próprio autor.

#### 5.1.3.2 Módulo *service.notification*

Este módulo é responsável por apresentar na tela da televisão as notificações e alertas recebidos no STB. Existem dois tipos de exibição de mensagens, a primeira delas, denominada “caixa de diálogo” (figura 10 na página 76 - Apêndice A), aparece no meio da tela, ocupando boa parte da mesma. Esse tipo de notificação é utilizada quando é necessário tirar a atenção do usuário da programação televisiva e passar a atenção para a

mensagem exibida. Mensagens importantes e de cunho emergencial podem utilizar esse tipo de notificação.

O segundo tipo de notificação é denominada de *pop-up*, com esse modelo, a mensagem é exibida no canto superior direito da tela, fazendo com que a atenção do usuário não seja totalmente requerida. Mensagens de cunho informativo podem utilizar esse tipo de notificação. A figura 11 (Apêndice A) mostra esta outra possibilidade em ação.

O módulo *service.notification* foi desenvolvido utilizando a linguagem *Python* e sua lógica faz com que constantemente execute um *pooling* à aplicação em nuvem buscando por mensagens destinadas à esta instância de *software*. Caso a pergunta tenha uma resposta negativa, o programa espera um tempo e refaz a requisição. Caso a resposta seja positiva, ou seja, exista alguma mensagem para aquele usuário, o programa faz o *download* e agenda a exibição.

A resposta da requisição carrega informações pertinentes, um exemplo no formato JSON é apresentado a seguir:

```
{
  "id": "70e34cbb2b",
  "startDateTime": "2016-12-26T11:40:30.000000Z",
  "expirationDateTime": "2016-12-31T11:40:30.000000Z",
  "content": {
    "header": "Title",
    "message": "Body"
  },
  "type": "1",
  "critical": "True"
}
```

Listing 1 – Conteúdo da requisição de uma mensagem

O *software* no STB verifica o conteúdo JSON, atentando-se para os campos *startDateTime* e *expirationDateTime* que representam quando iniciar a exibição da mensagem e quando não exibir mais a mensagem respectivamente, o tipo de notificação - se será do tipo *pop-up* ou caixa de diálogo -, a criticidade da mensagem - indicando se ela deve ser exibida interrompendo a programação ou não e o conteúdo da mensagem.

Após a correta leitura do conteúdo JSON, a mensagem é preparada para ser exibida. O código 2 faz uso da API do aplicativo *XBMC* para apresentar a mensagem no formato *pop-up* representado pela figura 11 na página 76.

O método representado no código 3 faz uso de um outro método da API, obtendo o resultado visto na figura 10 na página 76.

A mensagem será exibida na tela de acordo com o tipo de notificação escolhida.

```

def showNotificationPopup(self, id, header, message):
    try:
        header = header.encode('utf-8')
        message = message.encode('utf-8')
        if XBMC_ENABLE == True:
            message_content = 'Notification("{0}", "{1}")'.format(header, message)
            xbmc.executebuiltin(message_content)
    except Exception, e:
        logging.error("Erro -> notificacao POPUP ID: %s : %s" % (id, e))

```

Listing 2 – Definição do método utilizado para apresentar as notificações no modo *pop-up*

```

def showNotificationOk(self, id, header, message):
    try:
        header = header.encode('utf-8')
        message = message.encode('utf-8')
        if XBMC_ENABLE == True:
            xbmcgui.Dialog().ok(header, message)
    except Exception, e:
        logging.error("Erro -> notificacao OK ID: %s : %s" % (id, e))

```

Listing 3 – Definição do método utilizado para apresentar as notificações no modo ok

### 5.1.3.3 Módulo *service.dado*

O funcionamento deste módulo baseia-se no acionamento da aplicação através do controle remoto do *Set-Top Box* e a interação através de suas telas no televisor do usuário. O módulo apresenta uma tela inicial como a apresentada na figura 12 na página 77.

O módulo *service.dado* foi desenvolvido utilizando a linguagem *Python*. O usuário pode iniciar a aplicação através do menu “Sua Saúde” (figura 8 na página 75) e em seguida escolher a opção “Não está se sentindo bem?” (figura 9 na página 75) no *Set-Top Box* através do controle remoto. A tela inicial do módulo é apresentada na figura 12 na página 77.

O funcionamento deste módulo baseia-se no acionamento da aplicação através do controle remoto do *Set-Top Box* e a interação através de suas telas no televisor do usuário.

A partir da tela principal da aplicação, o usuário que se sente mal escolhe dentre um conjunto de sintomas, aqueles que representam o seu estado atual. Em seguida, esses sintomas são enviados através de um *webservice* para um módulo de inferência. A conclusão é retornada para o STB, que a processa e apresenta para o usuário.

O código 4 demonstra a captura dos sintomas através do controle remoto do usuário, a requisição à um serviço externo e a apresentação do resultado através de um alerta. Cada elemento da tela tem um *ID*, assim, é possível identificar qual elemento foi escolhido

```

def onClick(self, controlID):
    if not (controlID in [7011, 7012]):
        if not (SINTOMS[controlID] in self.selectedSintoms):
            self.selectedSintoms.append(SINTOMS[controlID])
    # ...
    if controlID == 7016:
        if len(self.selectedSintoms) != 0:
            self.server.requestSession()
            self.server.requestPatient(self.selectedSintoms)
            self.diseases = self.server.parseRequestPatient()
            header = 'Conclusão'
            message = 'Possíveis doenças são: {}.\nProcure seu médico.'
            .format(', '.join(self.diseases))
            xbmcgui.Dialog().ok(header, message)
    # ...

```

Listing 4 – Definição de método utilizado para capturar dados do controle remoto e apresentar através de um alerta.

pelo usuário através do controle remoto. Os sintomas estão dispostos em um dicionário da linguagem *Python* em que cada chave é um *ID* e o valor, o nome do sintoma (variável **SINTOMS**). Quando o usuário escolhe um sintoma, este sintoma é adicionado à variável **selectedSintoms**, em seguida essa variável é repassada como parâmetro para a requisição. A resposta da requisição é apresentada através de um alerta do tipo caixa de diálogo.

#### 5.1.3.4 Módulo *service.panicbutton*

O módulo *service.panicbutton* tem como objetivo, permitir que o usuário utilize o controle remoto para reportar um momento que precisa de ajuda emergencial. Ao acionar a tecla reservada para tal função, o sistema percebe e prepara um conjunto de tarefas a serem executadas. Dentre elas, o envio de mensagens via (1) Serviço de Mensagem Simples (SMS) e (2) serviços de comunicação pela Internet (como por exemplo o aplicativo *Telegram*) para parentes, amigos, cuidador e a equipe médica que o acompanha. Além de entrar em contato com o serviço de urgência e emergência.

Em seguida, o aplicativo exibe uma notificação na tela da televisão no intuito de acalmá-lo. A figura 13 exibe a mensagem tranquilizando o usuário.

O módulo foi desenvolvido utilizando a linguagem *Python* e acessando serviços externos para o envio das mensagens. O código 5 exibe o método que é executado quando o usuário executa o botão de pânico no controle remoto. Os contatos cadastrados são requisitados no módulo *web*, em seguida, as mensagens são enviadas, por fim, um aviso é apresentado para o usuário na tela do televisor.

```
def onClick(self, controlID):
    # ...
    if controlID == 7020:
        contacts = self.server.getContacts()
        self.server.sendSMS(contacts)
        header = 'Conclusão'
        msg = "Você ativou o botão de pânico. "
        msg = msg + "Os contatos cadastrados estão sendo notificados. "
        msg = msg + "Aguarde e mantenha a calma"
        xbmcgui.Dialog().ok(header, msg)
    # ...
```

Listing 5 – Definição de método utilizado para capturar situação de emergência enviada pelo usuário



# 6 Conclusão

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

## 6.1 Resultados práticos

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

## 6.2 Expectativas

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur

auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

### 6.3 Trabalhos futuros

  Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

## Referências

- AMARAL, N. d. et al. Assistência domiciliar à saúde (home health care): sua história e sua relevância para o sistema de saúde atual. *Rev Neurociencias*, v. 9, n. 3, p. 111–17, 2001. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 35.
- ARAUJO, R. B. de. Computação ubíqua: Princípios, tecnologias e desafios. In: *XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores*. [S.l.: s.n.], 2003. v. 8, p. 11–13. Citado na página 39.
- BAJO, J. et al. The thomas architecture in home care scenarios: A case study. *Expert Systems with Applications*, Elsevier, v. 37, n. 5, p. 3986–3999, 2010. Citado na página 46.
- BOLSONI, E. P.; CARDOSO, C.; SOUZA, C. H. M. d. Computação ubíqua, cloud computing e plc para continuidade comunicacional diante de desastres. *V Seminário Internacional de Defesa Civil-DEFENCIL*, 2009. Citado na página 39.
- BONILLA, M. H. S.; PRETTO, N. D. L. *Inclusão digital: polêmica contemporânea*. [S.l.]: EDUFBA, 2011. Citado na página 38.
- BOURDETTE, D. N. et al. Health care costs of veterans with multiple sclerosis: implications for the rehabilitation of ms. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, WB SAUNDERS CO INDEPENDENCE SQUARE WEST CURTIS CENTER, STE 300, PHILADELPHIA, PA 19106-3399, v. 74, n. 1, p. 26–31, 1993. Citado na página 29.
- CAPOZZI, D.; LANZOLA, G. An agent-based architecture for home care monitoring and education of chronic patients. In: IEEE. *Complexity in Engineering, 2010. COMPENG'10*. [S.l.], 2010. p. 138–140. Citado na página 45.
- CARVALHO, A. J. L. de. *PRONAN, o alimento da dominação: controle político e persistência da miséria em Fortaleza*. 1984. Citado na página 33.
- CHAN, V.; RAY, P.; PARAMESWARAN, N. Mobile e-health monitoring: an agent-based approach. *IET communications*, IET, v. 2, n. 2, p. 223–230, 2008. Citado na página 47.
- CHEN, T. M. 30th anniversary of the pc and the post-pc era [editor's note]. *IEEE Network*, v. 25, n. 5, p. 2–3, September 2011. ISSN 0890-8044. Citado na página 38.
- COSTA, Â. et al. Sensor-driven agenda for intelligent home care of the elderly. *Expert Systems with Applications*, Elsevier, v. 39, n. 15, p. 12192–12204, 2012. Citado na página 46.
- DAVIES, N. et al. 'caches in the air': disseminating tourist information in the guide system. In: IEEE. *Mobile Computing Systems and Applications, 1999. Proceedings. WMCSA '99. Second IEEE Workshop on*. [S.l.], 1999. p. 11–19. Citado na página 40.
- DAY, C. B. Benefícios da atenção domiciliar ao idoso portador de dano crônico: revisão sistemática da literatura. 2010. Citado na página 29.
- DEY, A. K. Understanding and using context. *Personal and ubiquitous computing*, Springer-Verlag, v. 5, n. 1, p. 4–7, 2001. Citado na página 41.

- GIACOMOZZI, C. M.; LACERDA, M. R. A prática da assistência domiciliar dos profissionais da estratégia de saúde da família. *Texto contexto enferm*, SciELO Brasil, v. 15, n. 4, p. 645–53, 2006. Citado na página 36.
- GONÇALVES, L. H. T. et al. Perfil da família cuidadora de idoso doente/fragilizado do contexto sociocultural de florianópolis, sc. *Texto Contexto Enferm*, SciELO Brasil, v. 15, n. 4, p. 570–7, 2006. Citado na página 29.
- HANSMANN, U. et al. *Pervasive computing handbook*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2013. Citado na página 39.
- HERMANN, A. P.; LACERDA, M. R. Atendimento domiciliar à saúde: um relato de experiência. *Cogitare Enfermagem*, v. 12, n. 4, 2007. Citado na página 29.
- ISERN, D. et al. Agent-based execution of personalised home care treatments. *Applied Intelligence*, Springer, v. 34, n. 2, p. 155–180, 2011. Citado na página 45.
- MARWEDEL, P. *Embedded system design: Embedded systems foundations of cyber-physical systems*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2010. Citado na página 37.
- MELLO, I. M. *Humanização da Assistência Hospitalar no Brasil: conhecimentos básicos para estudantes e profissionais*. 1. ed. São Paulo: Rede Humaniza - FMUSPHC, 2008. Acesso em: 16 maio 2016. Citado na página 33.
- NIIRANEN, S. et al. Personal health care services through digital television. *Computer methods and programs in biomedicine*, Elsevier, v. 68, n. 3, p. 249–259, 2002. Citado na página 47.
- PALUMBO, F. et al. Sensor network infrastructure for a home care monitoring system. *Sensors*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 14, n. 3, p. 3833–3860, 2014. Citado na página 46.
- PASCOE, J. Adding generic contextual capabilities to wearable computers. In: IEEE. *Wearable Computers, 1998. Digest of Papers. Second International Symposium on*. [S.l.], 1998. p. 92–99. Citado na página 40.
- PRESS, L. Personal computing: the post-pc era. *Communications of the ACM*, ACM, v. 42, n. 10, p. 21–24, 1999. Citado na página 38.
- REPÚBLICA, P. da. *Sistema Brasileiro de Televisão Digital - SBTVD*. 2003. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2003/D4901.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4901.htm)>. Citado na página 30.
- SCHILIT, B.; ADAMS, N.; WANT, R. Context-aware computing applications. In: IEEE. *Mobile Computing Systems and Applications, 1994. WMCSA 1994. First Workshop on*. [S.l.], 1994. p. 85–90. Citado na página 40.
- SILVEIRA, R. E. da et al. Gastos relacionados a hospitalizações de idosos no brasil: perspectivas de uma década. *Einstein (16794508)*, v. 11, n. 4, 2013. Citado na página 29.
- SOLDATOS, J. et al. Openiot: Open source internet-of-things in the cloud. In: *Interoperability and open-source solutions for the internet of things*. [S.l.]: Springer, 2015. p. 13–25. Citado na página 42.

- SPINSANTE, S.; GAMBI, E. Remote health monitoring by osgi technology and digital tv integration. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, IEEE, v. 58, n. 4, 2012. Citado na página 47.
- TAVOLARI, C. E. L.; FERNANDES, F.; MEDINA, P. O desenvolvimento do home health care no brasil. *Revista de Administração em Saúde*, v. 3, n. 9, p. 15–18, 2000. Citado 3 vezes nas páginas 34, 35 e 36.
- WANG, X.; WANG, X. Y.; HOU, R. C. A food management system based on iot for smart refrigerator. In: *Mechanical Engineering, Industrial Electronics and Information Technology Applications in Industry*. [S.l.]: Trans Tech Publications, 2013. (Applied Mechanics and Materials, v. 427), p. 2936–2939. Citado na página 38.
- WARREN, S.; YAO, J.; BARNES, G. E. Wearable sensors and component-based design for home health care. In: *Proceedings of the Second Joint 24th Annual Conference and the Annual Fall Meeting of the Biomedical Engineering Society] [Engineering in Medicine and Biology*. [S.l.: s.n.], 2002. v. 3, p. 1871–1872 vol.3. ISSN 1094-687X. Citado na página 40.
- WEISER, M. The computer for the 21st century. *Scientific american*, Nature Publishing Group, v. 265, n. 3, p. 94–104, 1991. Citado na página 38.
- WOLF, M. *Computers as components: principles of embedded computing system design*. [S.l.]: Elsevier, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 36 e 37.
- YANG, F. *Trash can with sensor*. [S.l.]: Google Patents, 2005. US Patent App. 11/074,140. Citado na página 38.



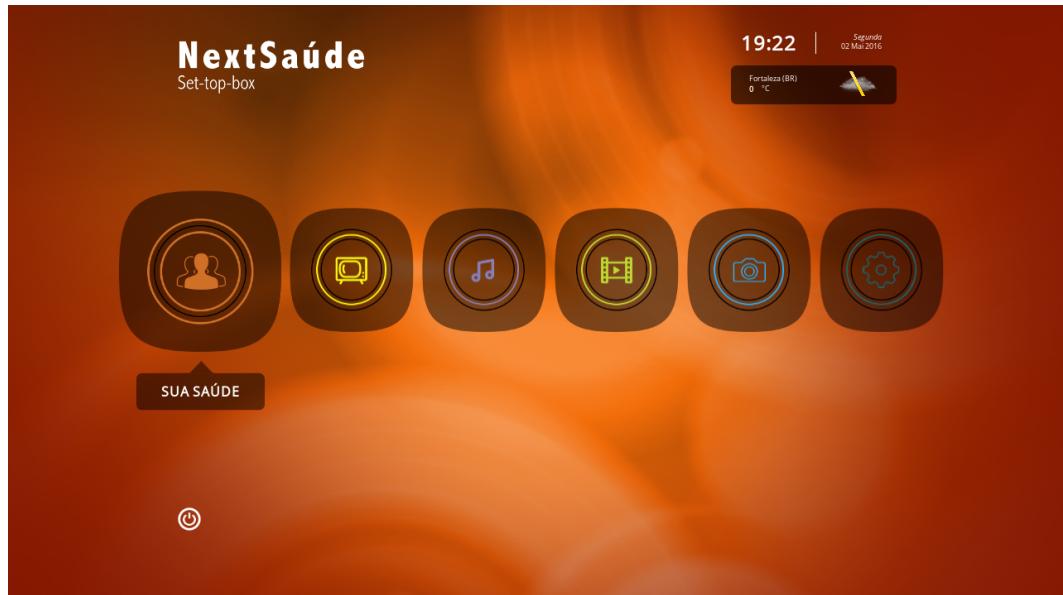
# Apêndices



# APÊNDICE A – TV-Health

## A.1 Software utilizado

Figura 8 – Tela principal do STB. Destaque para o menu “Sua Saúde”.



Fonte: Próprio autor.

Figura 9 – Tela principal do menu “Sua Saúde”.



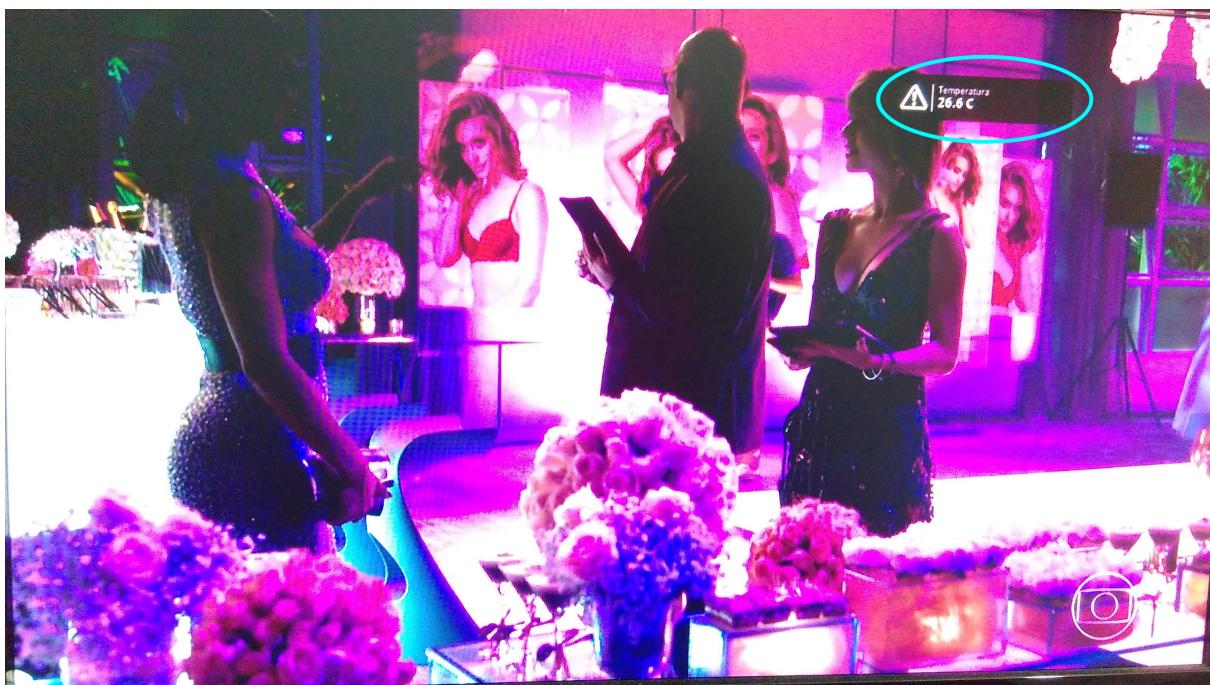
Fonte: Próprio autor.

Figura 10 – Notificação do tipo caixa de diálogo.



Fonte: Próprio autor.

Figura 11 – Notificação do tipo *pop-up*.



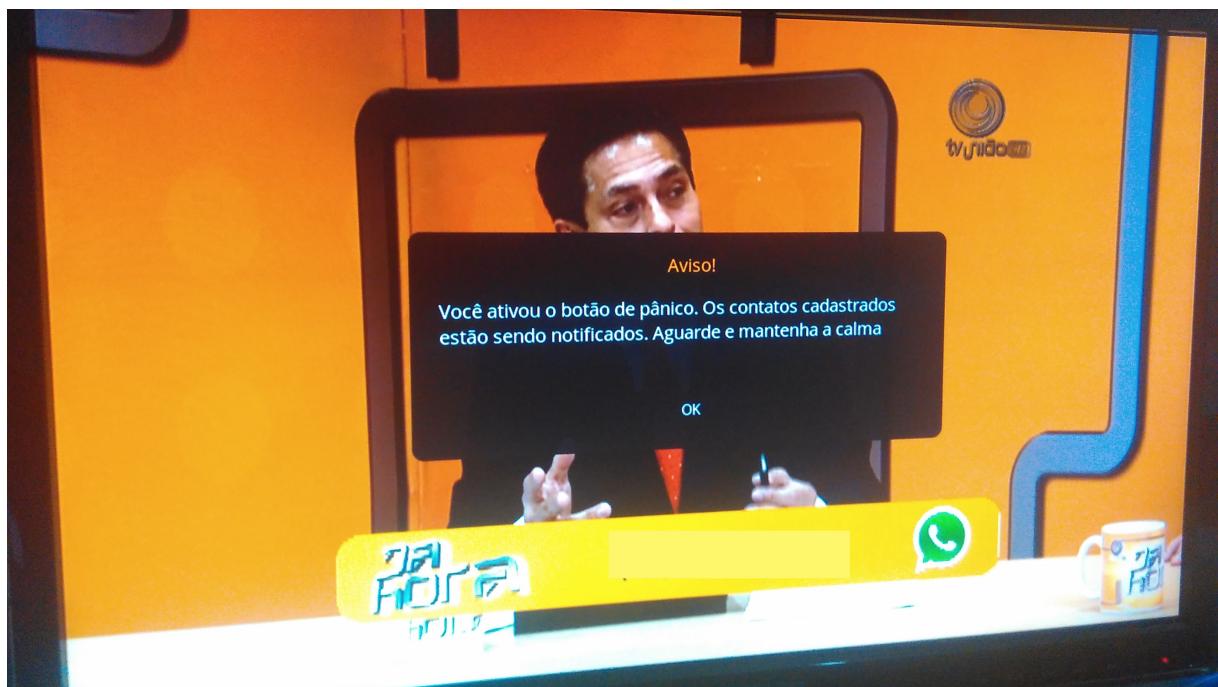
Fonte: Próprio autor.

Figura 12 – Tela principal do módulo *service.dado*.



Fonte: Próprio autor.

Figura 13 – Aviso para tranquilizar o usuário em situação de emergência.

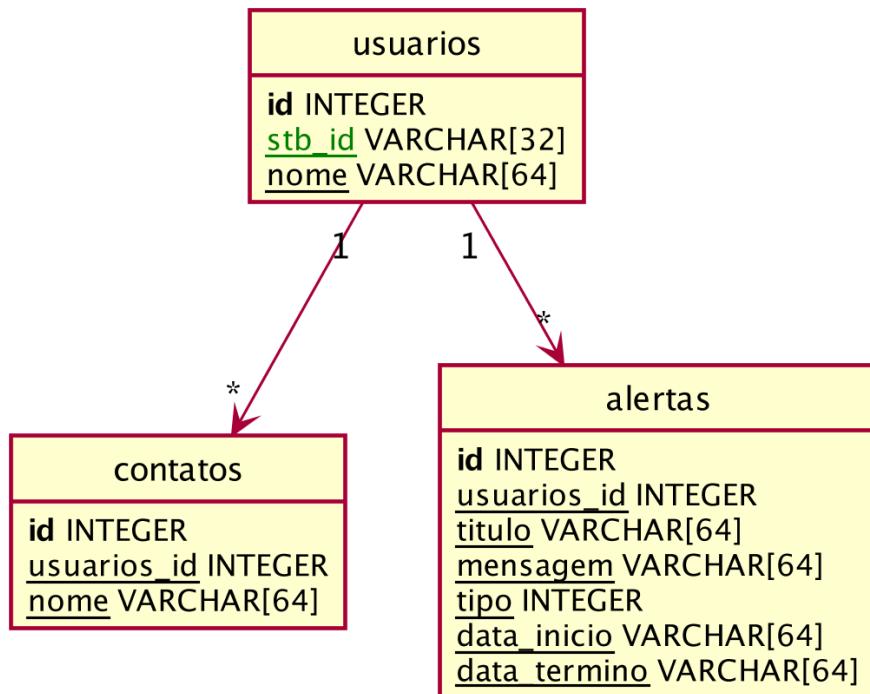


Fonte: Próprio autor.

## A.2 Diagramas UML

### A.2.1 Módulo *service.notification*

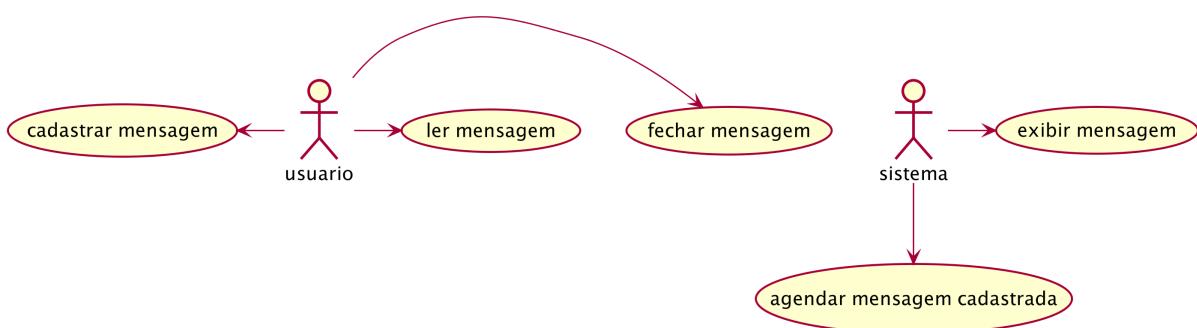
Figura 14 – Diagrama Entidade/Relação para módulo *web*.



Fonte: Próprio autor.

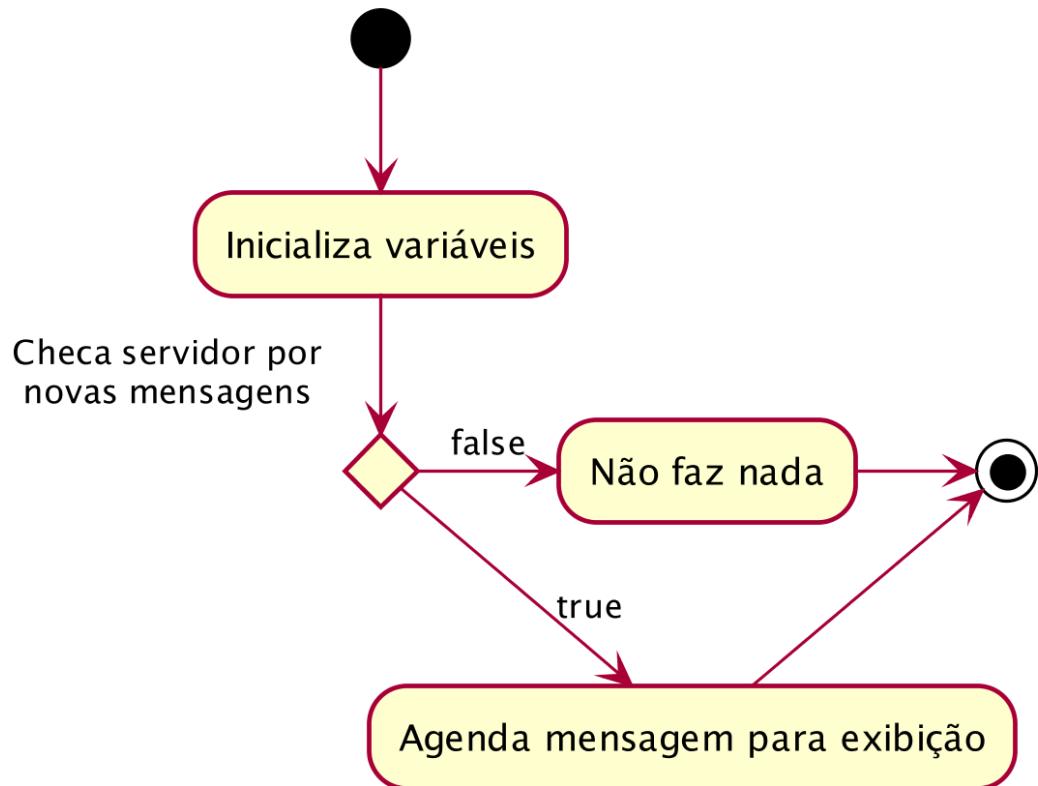
### A.2.2 Módulo *service.notification*

Figura 15 – Diagrama de Caso de Uso para módulo *service.notification*.



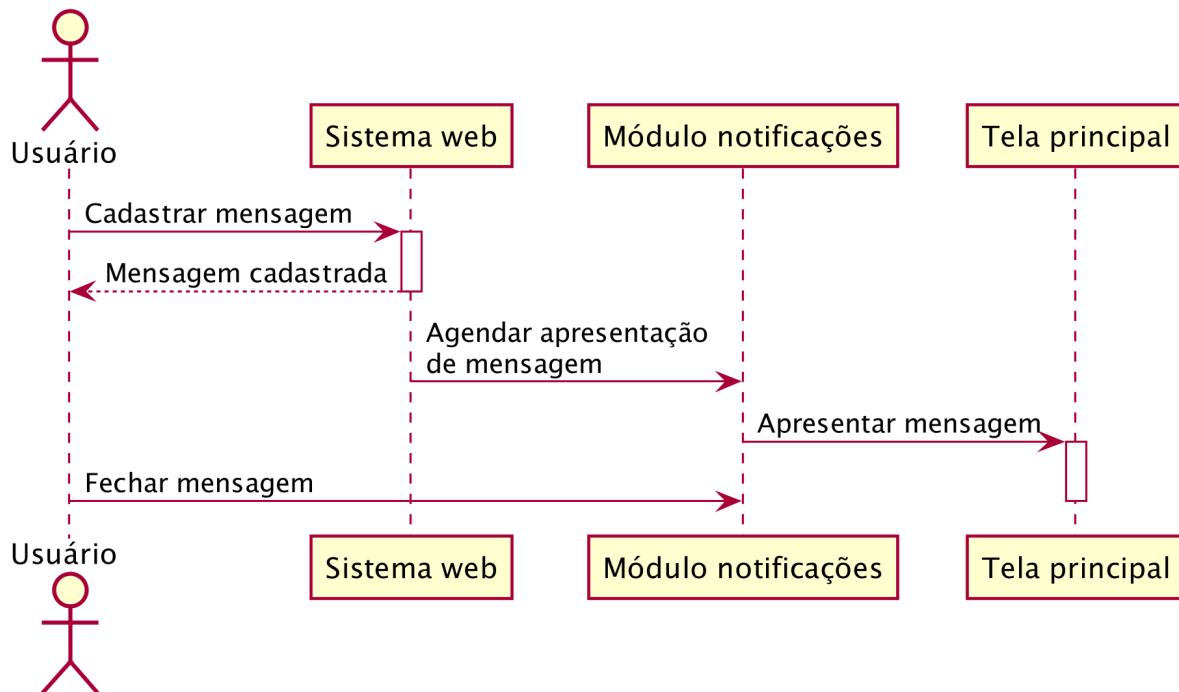
Fonte: Próprio autor.

Figura 16 – Diagrama de Atividades para módulo *service.notification*.



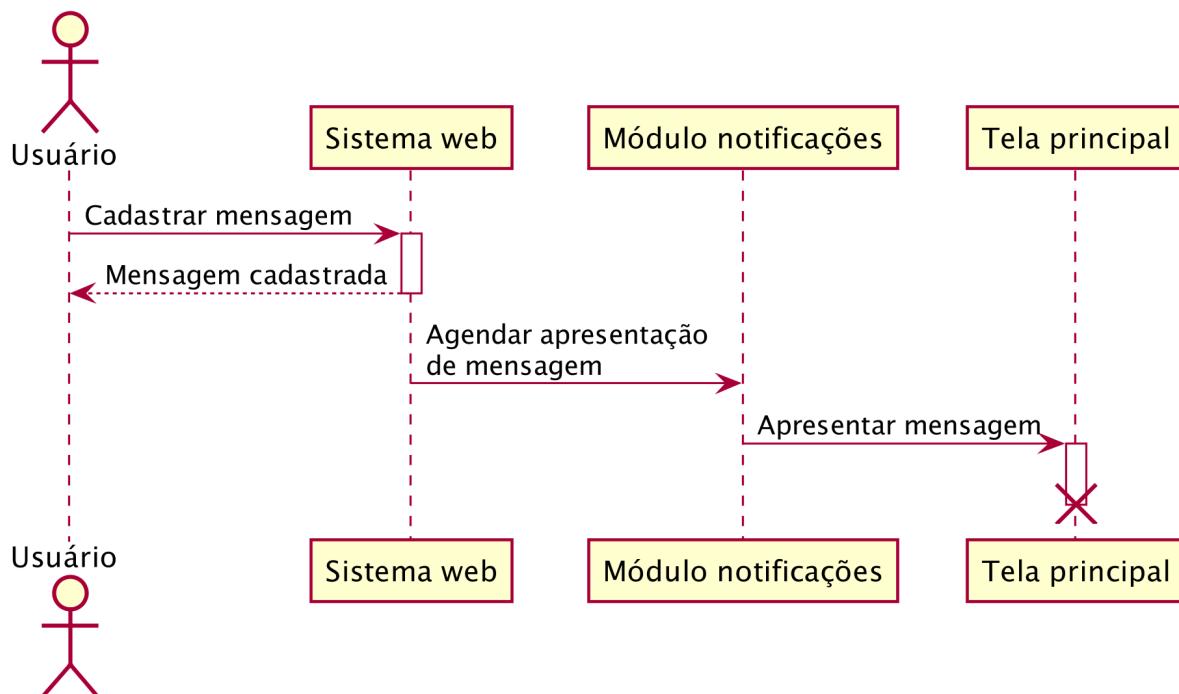
Fonte: Próprio autor.

Figura 17 – Diagrama de Sequência para módulo *service.notification*. Alerta do tipo caixa de diálogo.



Fonte: Próprio autor.

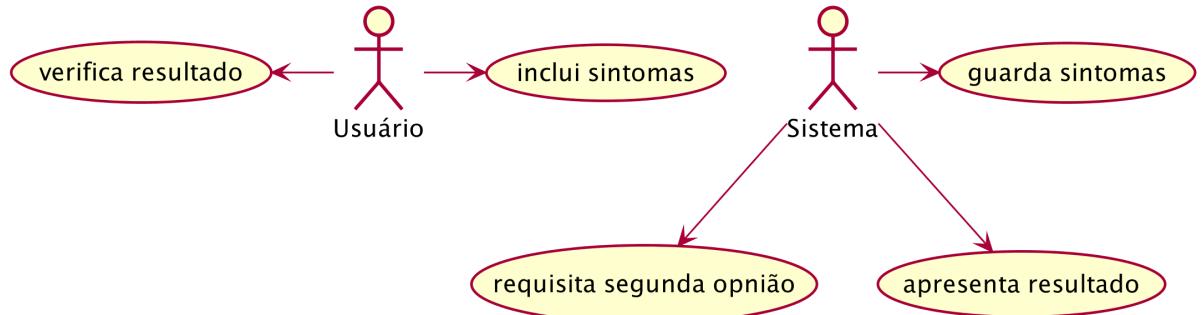
Figura 18 – Diagrama de Sequência para módulo *service.notification*. Alerta do tipo pop-up.



Fonte: Próprio autor.

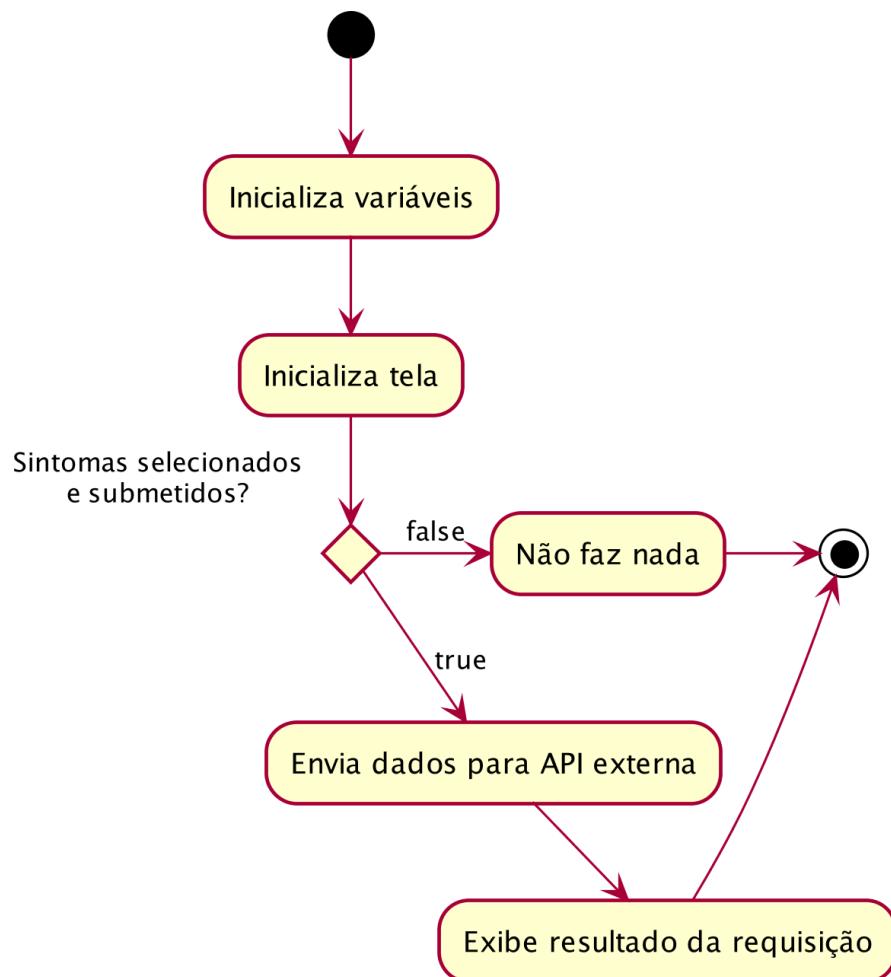
### A.2.3 Módulo *service.dado*

Figura 19 – Diagrama de Caso de Uso para módulo *service.dado*.



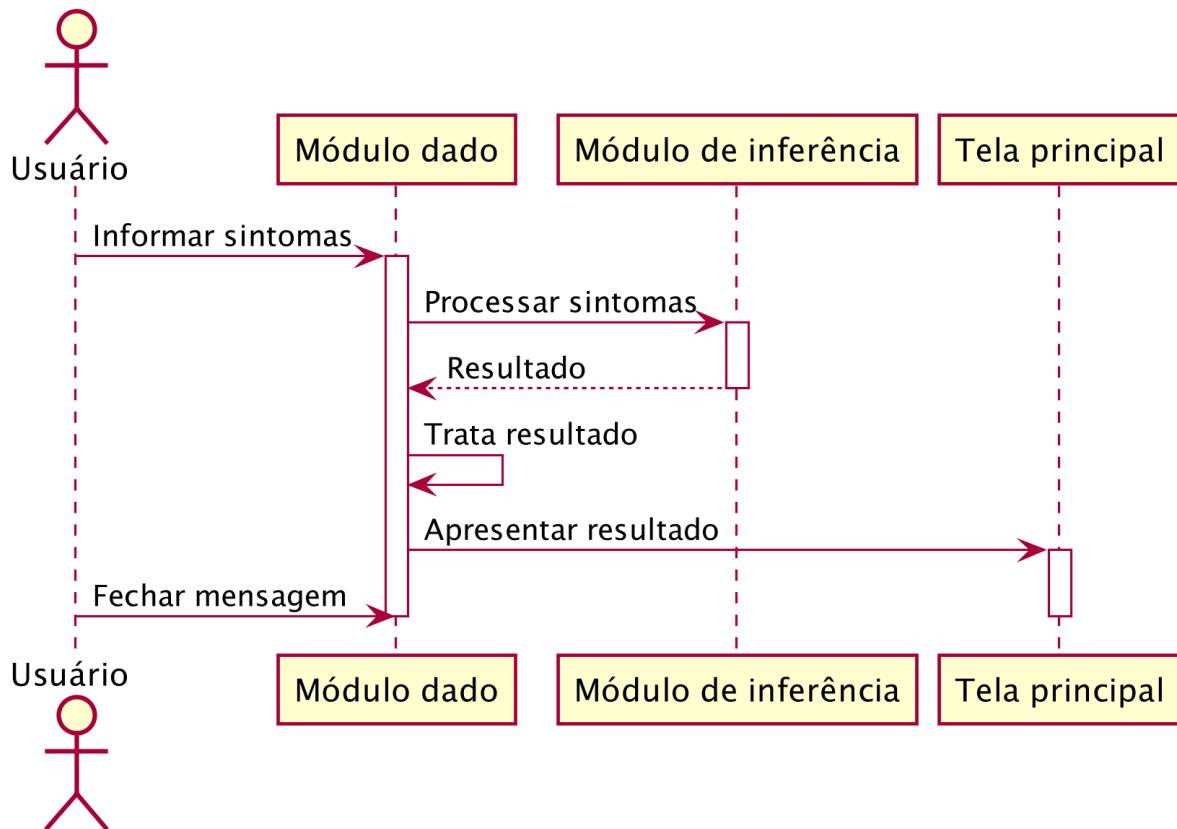
Fonte: Próprio autor.

Figura 20 – Diagrama de Atividades para módulo *service.dado*.



Fonte: Próprio autor.

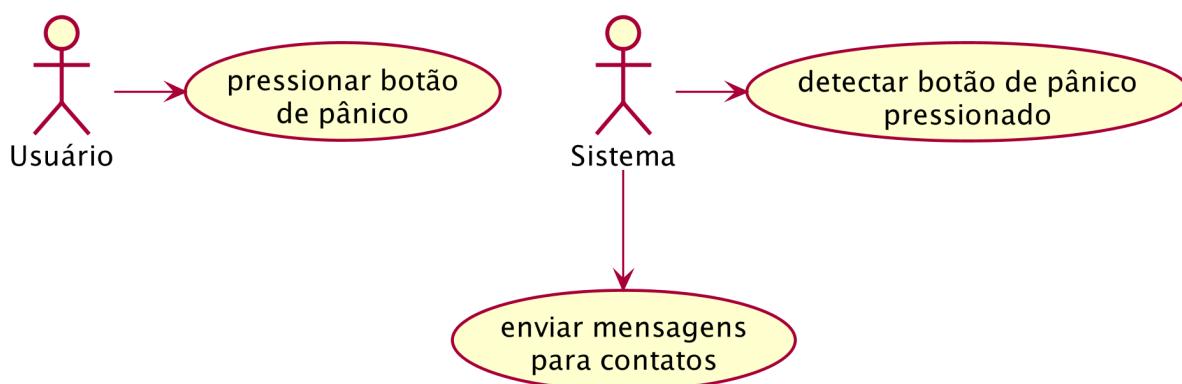
Figura 21 – Diagrama de Sequência para módulo *service.dado*.



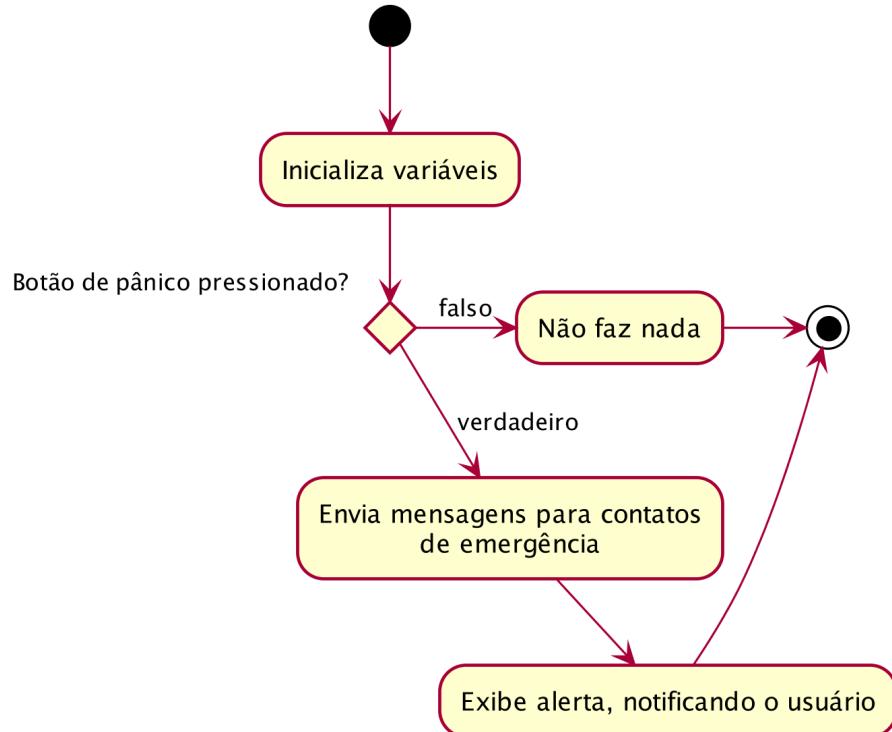
Fonte: Próprio autor.

#### A.2.4 Módulo *service.panicbutton*

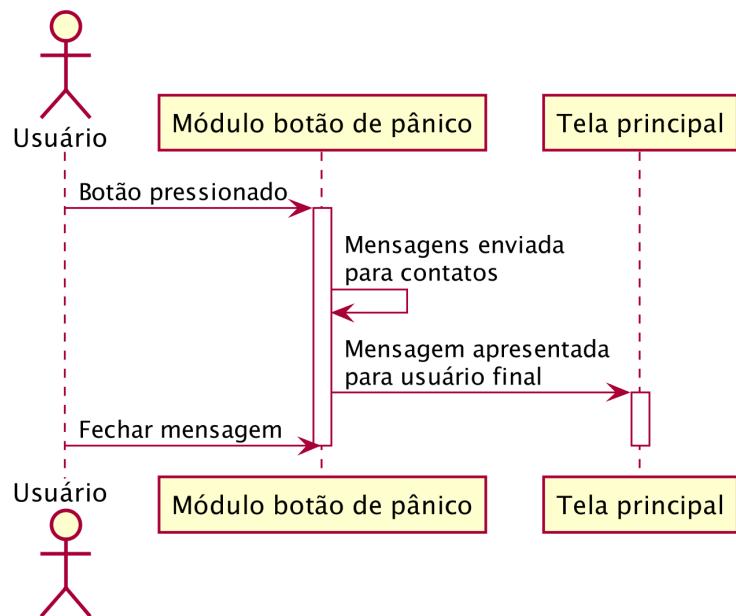
Figura 22 – Diagrama de Caso de Uso para módulo *service.panicbutton*.



Fonte: Próprio autor.

Figura 23 – Diagrama de Atividades para módulo *service.panicbutton*.

Fonte: Próprio autor.

Figura 24 – Diagrama de Sequência para módulo *service.panicbutton*.

Fonte: Próprio autor.