

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PELOTAS
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E TECNOLÓGICAS
MESTRADO EM ENGENHARIA ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO

CLEITON DA GAMA GARCIA

**Uma Arquitetura para Contribuir com a
Acessibilidade de PCDVs Explorando a
Internet das Coisas**

Proposta de Dissertação apresentada como requisito
parcial para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Eletrônica e Computação

Orientador: Prof. Adenauer Correa Yamin

Pelotas
2016

CIP — CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Garcia, Cleiton da Gama

Uma Arquitetura para Contribuir com a Acessibilidade de PCDVs Explorando a Internet das Coisas / Cleiton da Gama Garcia. – Pelotas: 2016.

89 f.: il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Católica de Pelotas. 2016. Orientador: Adenauer Correa Yamin.

I. Yamin, Adenauer Correa. II. Título.

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PELOTAS

Reitor: Prof. José Carlos Pereira Bachettini Júnior

Pró-Reitor-Acadêmico: Profa. Patrícia Haertel Giusti

Coordenador de Pesquisa e Pós-Graduação Stricto Sensu: Prof. Ricardo Tavares Pinheiro

Diretor do Centro de Ciências Sociais e Tecnológicas: Profa. Ana Cláudia Lucas

Coordenador do Mestrado em Engenharia Eletrônica e Computação: Prof. Eduardo Antonio César da Costa

*Dedico em especial à minha família,
♡ esposa Vanessa e meus filhos Larissa e Lorenzo.*

AGRADECIMENTOS

"Durante a nossa vida: Conhecemos pessoas que vem e que ficam, Outras que vem e passam. Existem aquelas que, vem, ficam e depois de algum tempo se vão. Mas existem aquelas que vem e se vão com uma enorme vontade de ficar. Cada pessoa que passa em nossa vida, passa sozinha, É porque cada pessoa é única e nenhuma substitui a outra! Cada pessoa que passa em nossa vida passa sozinha e não nos deixa só porque deixa um pouco de si e leva um pouquinho de nós. Essa é a mais bela responsabilidade da vida e a prova de que as pessoas não se encontram por acaso."

Charles Chaplin

Agradeço acima de tudo a Deus e todos os anjos do Céu. Agradeço ao Prof. Adenauer pelo apoio irrestrito e por ter acreditado na minha capacidade, mais que um mestre e amigo é um irmão para mim. A toda minha família e amigos pela paciência, aos meus colegas de trabalho por aturar minhas exasperações. Aos integrantes do projeto HELIX, Patrícia, Patrick, Rociele, William, Yuri e a PCDV Simone Martins. À Escola Especial Louis Braille. Aos meus alunos da UCPel pelas colaborações descontraídas no WhatsApp.

***Oh! quão bom e quão suave é que os irmãos vivam em união.
É como o óleo precioso sobre a cabeça, que desce sobre a barba, a barba de
Arão, e que desce à orla das suas vestes.
Como o orvalho de Hermom, e como o que desce sobre os montes de Sião,
porque ali o Senhor ordena a bênção e a vida para sempre.
—(SALMOS 133)***

***Ata-os para sempre ao teu coração, envolve-os junto ao teu pescoço.
Quando caminhares, eles te guiarão; quando te deitares, eles te protegerão
durante o sono; quando acordares, eles dialogarão contigo!
Porque o mandamento é lâmpada, o ensino é luz, e as advertências da
disciplina são o caminho que conduz à vida;
—(PROVÉRBIOS 6: 21-23)***

RESUMO

A Computação Ubíqua, também chamada de UbiComp, tem como premissa incorporar dispositivos computacionais em todos os lugares, e ativos em todos os momentos, auxiliando o ser humano de forma natural, e o mais transparente possível, minimizando a exigência de intervenção de seu usuário e ajustando o seu comportamento de acordo com o estado atual do contexto de interesse do usuário.

A ideia é que, cada vez mais, o mundo físico e o digital se tornem um só, onde serviços serão oferecidos para os usuários através de dispositivos distribuídos pelo ambiente. Contribuindo para a materialização desta integração, tem-se a crescente disponibilização de redes de computadores com ou sem fio através das quais dispositivos podem se comunicar compartilhando seus estados contextuais. Com este significativo crescimento dos níveis de conectividade, vem se consolidando atualmente a Internet das Coisas (IoT).

Apesar do crescente desenvolvimento tecnológico, constatou-se a existência de poucas soluções no âmbito nacional que contribuam com a liberdade de mobilidade das Pessoas Com Deficiência Visual (PCDVs). Considerando também que, o número de PCDVs no Brasil atinge a significativa cifra de 18,60 % da população (IBGE, 2010), surge a motivação central para a criação do Projeto HELIX, enquanto uma abordagem para promover à acessibilidade de portadores de deficiência visual.

Sensível a esta mesma motivação a Reitoria da Universidade Católica de Pelotas, procurou o Mestrado de Pós-Graduação em Engenharia Eletrônica e Computação solicitando o desenvolvimento de uma alternativa focada em atender os membros de sua comunidade com deficiência visual. Isto promoveu que a presente dissertação constituísse o primeiro trabalho acadêmico do Projeto HELIX.

Esta dissertação foi desenvolvida com objetivo geral de contribuir para com a acessibilidade de PCDVs através de uma arquitetura de hardware e software que emprega os princípios da Computação Ciente de Contexto, da Computação Móvel e da Internet das Coisas.

O esforço de concepção do Projeto HELIX considera a arquitetura de software do middleware EXEHDA, bem como seus princípios operacionais. Os resultados atingidos se mostraram promissores, e apontam para continuidade dos esforços de estudo e pesquisa.

Palavras-chave: Internet das Coisas. UbiComp. Acessibilidade. PCDV.

An Architecture to Contribute to the Accessibility of PCDVs Exploring the Internet of Things

ABSTRACT

The Ubiquitous Computing, also called UbiComp, has as premise to incorporate computational devices in all places, and active at all times, helping the human in a natural way, and as transparent as possible, minimizing the requirement of intervention of its user, and adjusting its behavior according to the current state of the context of interest of the user.

The idea is that, more and more, the physical and digital worlds become one, where services will be offered to users through devices distributed by the environment. Contributing to the materialization of this integration, we have the growing availability of wired or wireless computer networks through which devices can communicate by sharing their contextual states. With this significant growth in connectivity levels, the Internet of Things (IoT) has now been consolidated.

In spite of the growing technological development, it was verified the existence of few solutions at the national level that contribute to the freedom of mobility of PCDVs. Considering also that the number of PCDVs in Brazil reaches the significant number of 18.60 % of the population (IBGE, 2010), the central motivation for the creation of the HELIX Project arises, as an approach to promote the accessibility of visually impaired people.

Considering this same motivation, the Rector of the Catholic University of Pelotas, sought the Master's Degree course in Electronic Engineering and Computing, requesting the development of an alternative focused on serving the members of its community with visual impairment. This promoted that the present dissertation constituted the first academic work of Project HELIX.

This dissertation was developed with the general objective of contributing to the Accessibility of PCDVs through a hardware and software architecture that employs the principles of Context-aware Computing, Mobile Computing and the Internet of Things.

The design effort of the HELIX Project will consider the software architecture of the EXEHDA middleware as well as its operational principles. The results achieved were promising, and point to the continuity of study and research efforts.

Keywords: Internet of Things, UbiComp, Accessibility, Blind Persons.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AA Assistente de Acessibilidade
- ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária
- CCC Computação Ciente do Contexto
- CES 2015 Consumer Electronics Show 2015
- ECA Evento Condição Ação
- EPC Electronic Product Code
- FEUP Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
- G3PD Grupo de Pesquisa em Processamento Paralelo e Distribuído
- GIS Geographic Information Systems
- GPS Global Positioning System
- HTTP Hypertext Transfer Protocol
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IBSG Internet Business Solutions Group
- IEC International Electrotechnical Commission
- IoT Internet of Things
- ISO International Organization for Standardization
- MATLAB Matrix Laboratory
- MC Monitor dos Cuidadores
- MIT Massachusetts Institute of Technology
- PCD Pessoas Com Deficiência Visual
- PCD Pessoas Com Deficiência

POIs Pontos de interesse

PPGCA Programa de Pós Graduação em Computação Aplicada

PPGEEC Programa de Pós Graduação em Engenharia Eletrônica e Computação

QR-Code Quick Response Code

RFID Radio Frequency Identification

SIoT Social Internet of Things

SOA Service-oriented Architecture

TCP/IP Transmission Control Protocol/Internet Protocol

UbiComp Computação Ubíqua

UCPEL Universidade Católica de Pelotas

UML Unified Modeling Language

UNISINOS Universidade do Vale dos Sinos

UPC Universal Product Code

URI Uniform Resource Identifier

WoT Web of Things

WWW World Wide Web

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Resultado da amostragem do censo demográfico de 2010 por tipo de deficiência	13
Figura 3.1	Evolução da internet em cinco fases.....	30
Figura 3.2	Internet das Coisas como resultado de diferentes visões.....	32
Figura 3.3	Domínios de aplicação e cenários de maior relevância.....	33
Figura 4.1	Pulseiras vibratórias do vEye	37
Figura 4.2	Visão geral do vEye.....	37
Figura 4.3	Diagrama de classes simplificado do vEye.....	38
Figura 4.4	Arquitetura do modelo BlindShopping.....	39
Figura 4.5	Uso de etiquetas RFID no piso e QR-Code nos produtos para auxílio à navegação dos deficientes.....	39
Figura 4.6	Componentes do sistema SmartVision	40
Figura 4.7	Acima: bengala com sensor de RFID. Abaixo: Proposta de layout das Tags de RFID espalhadas no piso.....	41
Figura 4.8	Arquitetura em três camadas do SmartVision	42
Figura 4.9	Arquitetura do modelo Tirésias	43
Figura 4.10	Telas do Tirésias	44
Figura 4.11	Execução dos testes de avaliação.....	45
Figura 4.12	Conceito geral do sistema Icané	46
Figura 4.13	Mapa de densidade de tags empregada.....	46
Figura 5.1	Arquitetura funcional proposta do Projeto HELIX	51
Figura 5.2	Arquitetura de software do middleware EXEHDA	53
Figura 5.3	Ambiente ubíquo	54
Figura 5.4	Subsistema de Reconhecimento de Contexto e Adaptação do EXEHDA.....	57
Figura 5.5	Diagrama de sequência das funcionalidades do Servidor do HELIX.....	58
Figura 5.6	Tela do Assistente de Acessibilidade - AA.....	60
Figura 5.7	Diagrama de sequência do Assistente de Acessibilidade - AA	61
Figura 5.8	Telas do componente Monitor dos Cuidadores do HELIX	65
Figura 5.9	Tela de cadastro dos atores do HELIX	66
Figura 5.10	Tela de cadastro dos sensores dos componentes do HELIX.....	67
Figura 5.11	Tela de visualização do histórico das leituras das etiquetas QR-Codes de uma determinada PCDV	67
Figura 6.1	Códigos de barras uni e bi-dimensionais	71
Figura 6.2	Comparativo entre os principais códigos bidimensionais existentes no mercado..	73
Figura 6.3	Fórmula de cálculo do alfa de Cronbach	77
Figura 6.4	Foto de uma das reuniões realizadas durante esta dissertação na Escola Especial Louis Braille da cidade de Pelotas - RS	77
Figura 6.5	Resultado do TAM aplicado aos professores e cuidadores na Escola Louis Braille	79
Figura 6.6	Gráfico de barras representando o TAM aplicado aos professores e cuidadores na Escola Louis Braille	80
Figura 6.7	Colaboradora PCDV do Projeto HELIX realizando testes controlados com o protótipo.....	80
Figura A.1	Nebulosa de Helix.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 <i>Framework</i> 5W+1H.....	23
Tabela 4.1 Comparação entre os trabalhos relacionados.	48
Tabela 6.1 Tipos e capacidade de dados do código QR-Code	72
Tabela 6.2 Cálculo do Alfa de Cronbach do TAM utilizado.....	78

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Tema	15
1.2 Motivação e Objetivos	15
1.3 Estrutura do texto	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DO TRABALHO	18
2.1 UbiComp: Principais Características e Conceitos	18
2.1.1 Características da Computação Ubíqua	19
2.2 Ciência do Contexto	21
2.2.1 Classificação do Contexto.....	22
2.2.2 Obtenção de Dados Contextuais	23
2.3 Acessibilidade	24
2.4 Considerações sobre o Capítulo	26
3 ESCOPO DO TRABALHO: INTERNET DAS COISAS	27
3.1 História da IoT	27
3.2 Fases da IoT	28
3.3 Visões da IoT	30
3.4 Domínios de aplicação na IoT	31
3.5 Interoperação de objetos na IoT	33
3.6 Considerações sobre o Capítulo	35
4 TRABALHOS RELACIONADOS	36
4.1 vEye	36
4.2 BlindShopping	38
4.3 SmartVision	40
4.4 Tirésias	43
4.5 Icané	45
4.6 Discussão dos trabalhos relacionados	47
4.7 Considerações sobre o capítulo.....	49
5 HELIX: CONCEPÇÃO	50
5.1 Arquitetura e Funcionalidades	50
5.2 Componentes do HELIX	52
5.2.1 Middleware EXEHDA	52
5.2.2 Servidor do Projeto HELIX	56
5.2.3 Assistente de Acessibilidade (AA)	59
5.2.4 Monitor Dos Cuidadores (MC).....	63
5.2.5 Gerenciamento dos recursos	64
5.3 Considerações sobre o capítulo	66
6 HELIX: CENÁRIO DE USO E TECNOLOGIAS UTILIZADAS	68
6.1 Principais Tecnologias Empregadas	68
6.2 Avaliação de Usabilidade e Aceitação de Tecnologia	76
6.3 Considerações sobre o capítulo	81
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
7.1 Trabalhos futuros	83
7.2 Publicações.....	83
REFERÊNCIAS	85
ANEXO A — NEBULOSA DE HELIX	89

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão delineadas as principais motivações que nortearam a concepção desta dissertação bem como serão apresentados os objetivos perseguidos durante o desenvolvimento do trabalho. Para auxiliar a leitura, ao final desse capítulo é resumida a estrutura empregada no texto.

A deficiência visual é um dano do sistema visual total ou parcial, podendo variar quanto às suas causas (traumatismo, doença, má-formação, fatores nutricionais) e/ou natureza (congenita, adquirida, hereditária) e o que por consequência se reflete na redução ou perda da capacidade para a realização de tarefas visuais, tais como ler, reconhecer objetos e rostos, entre outros (SILVA et al., 2010).

No Brasil existem 45,6 milhões de Pessoas com Deficiência (PCD), ou seja 23,9% do total da população, segundo dados mensurados no censo mais recente realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2010). Esses cidadãos enfrentam inúmeras dificuldades no dia-a-dia devido a falta de recursos para acessibilidade. Eles necessitam de suporte para que possam efetivamente exercer a cidadania plena.

De acordo com IBGE (2010), as deficiências foram classificadas em: visual, auditiva, motora e mental ou intelectual. A prevalência da deficiência variou de acordo com a natureza delas, mostrada na figura 1.1.

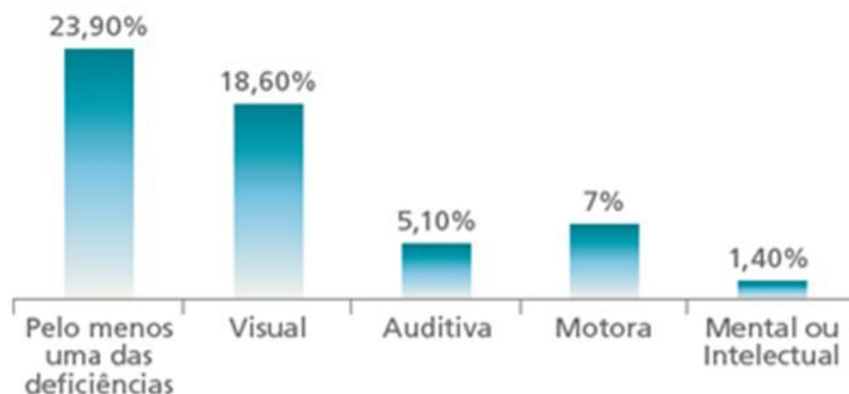


Figura 1.1 – Resultado da amostragem do censo demográfico de 2010 por tipo de deficiência. Fonte: (IBGE, 2011)

Conforme a figura 1.1, a deficiência visual foi a que apresentou a maior ocorrência afetando 18,60% dos entrevistados, isto é, 35,7 milhões de pessoas afirmaram ter dificuldades para enxergar, mesmo que com o auxílio de facilitadores como óculos e lentes de contato. Segundo o mesmo levantamento, os idosos brasileiros representam cerca de 21 milhões de

peçoas, o equivalente a 10,8% da população brasileira. Destes 49,6% das peçoas de 65 anos ou mais declararam ser portadoras de alguma deficiência ou incapacidade representando assim, aproximadamente de 22,84% do total de PCD no país.

Estima-se que até 2025 chegue a marca de 30 milhões de peçoas, representando assim, cerca de, 15% da população brasileira (SILVA et al., 2010). Embora a legislação brasileira assegure os direitos para essa parcela da população, muito ainda precisa ser feito, principalmente na perspectiva tecnológica, para que ocorra melhora na qualidade de vida. Alguns trabalhos indicam que um dos aspectos-chave para a promoção da acessibilidade está no projeto de abordagens adequadas para usuários especiais (TELLES; BARBOSA; RIGHI, 2016). Ou seja, os autores afirmam que abordagens que contemplem estratégias concebidas considerando as demandas das Peçoas com Deficiência Visual (PCDVs), com operação distribuída e que utilizem tecnologias assistivas consolidadas se mostram centrais quando se necessita qualificar a interação entre o usuário PCDV e o ambiente que o cerca. Nesse cenário, a Computação Ubíqua, também chamada de UbiComp, tem como premissa incorporar dispositivos computacionais em todos os lugares, e ativos em todos os momentos, auxiliando o ser humano de forma natural, e o mais transparente possível, minimizando a exigência de intervenção de seu usuário e mantendo o seu comportamento de acordo com o seu contexto de interesse (CACERES; FRIDAY, 2011).

A ideia é que, cada vez mais, o mundo físico e o digital se tornem um só, onde serviços serão oferecidos para os usuários através de dispositivos distribuídos pelo ambiente. Contribuindo para a materialização desta integração, temos a crescente disponibilização de redes de computadores com ou sem fio através das quais dispositivos podem se comunicar compartilhando seus estados contextuais (SOUZA et al., 2015).

Com este crescimento dos níveis de conectividade, vem se consolidando a Internet das Coisas (IoT) (MARQUES; GARCIA; POMBO, 2016). A IoT se caracteriza por um conjunto de objetos ou dispositivos interconectados à Internet, unicamente identificados, e com capacidade para coletar e trocar dados entre si e com o usuário, independentemente de localização, rede, dispositivo ou tecnologias empregadas, o que a torna bastante associada aos preceitos da UbiComp. Esta associação, que aproveita a ubiquidade inerente à infraestrutura computacional provida pela Internet, faz com que a IoT esteja ganhando dimensão prática enquanto uma abordagem para a materialização da UbiComp.

Com este cenário de conectividade em vista, aconteceu o desenvolvimento dessa dissertação de mestrado com a premissa de buscar uma abordagem para apoiar a acessibilidade de PCDVs total ou parcial, tendo como intenção central contribuir com a inclusão social destas peçoas portadoras de deficiência visual, promovendo uma maior independência e aumento de

sua qualidade de vida. Assim, foi concebida uma proposta considerando demandas usuais de PCDVs, a qual foi materializada através de uma arquitetura que integra recursos de hardware e software. Nesta arquitetura é explorada de forma autônoma a Ciência de Contexto na Internet das Coisas, constituindo uma tecnologia assistiva com baixo nível de intrusão nas rotinas diárias das PCDVs. Outro aspecto considerado quando da concepção desta arquitetura foi a de explorar o emprego de hardwares disponíveis comercialmente no mercado nacional, quando da definição das suas interfaces com as PCDVs através de recursos de computação móvel.

Os trabalhos realizados neste mestrado vem acontecendo no âmbito do Projeto HELIX, em desenvolvimento no curso de Mestrado em Engenharia Eletrônica e Computação do Centro de Ciências Sociais e Tecnológicas da UCPEL.

1.1 Tema

Esta dissertação de mestrado tem como tema central de pesquisa o tratamento de desafios inerentes à concepção de soluções de hardware e software com operação distribuída. Será considerada a experiência do grupo de pesquisa (G3PD - Grupo de Pesquisa em Processamento Paralelo e Distribuído) da Universidade Católica de Pelotas na concepção de abordagens para provimento de Ciência de Contexto. A pesquisa desenvolvida teve foco no provimento de soluções assistivas minimamente intrusivas através da computação móvel explorando a infraestrutura provida pela Internet das Coisas.

1.2 Motivação e Objetivos

Apesar do crescente desenvolvimento tecnológico, constatou-se a existência de poucas soluções no âmbito nacional que contribuam com a liberdade de mobilidade das PCDVs, em diversos ambientes, assistidos por tecnologias de computação distribuída que amparem as suas necessidades de acessibilidade (TELLES; BARBOSA; RIGHI, 2016). Considerando também que, o número de PCDVs no Brasil atinge a significativa cifra de 18,60% da população (IBGE, 2010), surge a motivação central para a criação do Projeto HELIX, enquanto uma abordagem para suporte à acessibilidade de portadores de deficiência visual ou também para cadeirantes, idosos e crianças.

Sensível a esta mesma motivação a Reitoria da Universidade Católica de Pelotas, procurou o Mestrado de Pós-Graduação em Engenharia Eletrônica e Computação (PPGEEC) solici-

tando o desenvolvimento de uma alternativa focada em atender os membros de sua comunidade com deficiência visual. Isto promoveu que a presente dissertação constituísse o primeiro trabalho acadêmico do Projeto HELIX.

Esta dissertação foi desenvolvida com o **objetivo geral** de contribuir para com a acessibilidade de PCDVs através de uma arquitetura de hardware, firmware e software que emprega os princípios da Computação Ciente de Contexto, Computação Móvel e Internet das Coisas.

Para atender este objetivo geral, os esforços de estudo e pesquisa desenvolvidos nesta dissertação de mestrado consideraram os seguintes **objetivos específicos**:

- Sistematizar o estado da arte na área de acessibilidade na perspectiva da UbiComp, consolidando decisões de pesquisa, e produzindo materiais para qualificar as publicações a serem realizadas;
- Dotar a abordagem proposta de mecanismos que facultem a personalização das suas funcionalidades considerando os interesses das PCDVs e dos seus cuidadores;
- Explorar um comportamento autônomo dos diversos componentes da arquitetura minimizando a intervenção dos usuários envolvidos, tanto PCDVs, como cuidadores;
- Perseguir na concepção da proposta o emprego de tecnologias disponíveis no mercado nacional e de uso consolidado;
- Modelar a relação entre as PCDVs e seus cuidadores através de regras, explorando o conceito de rede social, garantindo flexibilidade quando da interoperabilidade entre PCDVs, seus objetos e pessoas responsáveis pelo seu acompanhamento;
- Avaliar a abordagem proposta para o Projeto HELIX junto a comunidade envolvida com PCDVs, através do emprego de um *Technology Acceptance Model* (TAM);
- Divulgar na comunidade científica os resultados atingidos pela pesquisa através de publicações de artigos em revistas e eventos da área.

Todo esforço de concepção do Projeto HELIX considera a arquitetura de software do middleware EXEHDA, apresentado na seção 5.2.1, bem como seus princípios operacionais.

1.3 Estrutura do texto

Além deste capítulo com a Introdução, o trabalho está dividido em mais seis capítulos, nos quais serão tratados aspectos conceituais, as decisões de concepção empregadas, bem como

a arquitetura proposta e sua avaliação. Também ao longo de todo o texto são apresentadas considerações decorrentes do desenvolvimento do esforço de estudo e pesquisa desenvolvido.

No capítulo dois serão abordados os fundamentos conceituais sobre UbiComp, Ciência do Contexto e acessibilidade, evidenciando os principais aspectos de cada uma.

O Escopo do Trabalho é apresentado no capítulo três, no qual fundamentos e tecnologias da Internet das Coisas são introduzidos.

No capítulo quatro são apresentados os trabalhos relacionados, discutidas suas funcionalidades, bem como os seus cenários típicos de uso.

A Concepção do HELIX é tratada no Capítulo 5, sendo discutidas as suas funcionalidades e os componentes da sua arquitetura, sendo sistematizada a sua relação com o *middleware* EXEHDA.

No capítulo seis são apresentadas as principais tecnologias empregadas no desenvolvimento deste mestrado, bem como a avaliação de usabilidade e aceitação da proposta desenvolvida para o Projeto HELIX.

O capítulo sete é utilizado para o fechamento do trabalho, sendo apresentadas as considerações finais, trabalhos futuros e as publicações envolvendo o projeto HELIX.

E por fim são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas neste trabalho, e o Anexo A no qual é introduzida origem do nome do Projeto HELIX.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DO TRABALHO

Este capítulo sistematiza os conceitos relacionados ao trabalho desenvolvido nesta dissertação. São apresentadas definições sobre a Computação Ubíqua, sendo abordadas suas características e conceitos. Também são feitas considerações relacionadas à Ciência do Contexto, e à acessibilidade, discutindo suas particularidades na perspectiva do Projeto HELIX.

2.1 UbiComp: Principais Características e Conceitos

O termo Computação Ubíqua, foi introduzido pelo cientista Mark Weiser, que no início dos anos 90, já previa um aumento nas funcionalidades e na disponibilidade de serviços de computação para os usuários finais. Neste contexto, onde a computação torna-se imersa ao cotidiano, as pessoas convivem com os computadores e não somente os utilizam. Nestes ambientes, ditos ubíquos, existiria uma intensa interação entre os dispositivos que os compõem com a finalidade de auxiliar os usuários na execução de suas tarefas.

A UbiComp tem a premissa que os computadores estão incorporados no cotidiano, de tal forma que a interação com as pessoas aconteceria de maneira natural, sendo em alguns casos imperceptível aos usuários leigos (CACERES; FRIDAY, 2011). Para isto, estes dispositivos precisam explorar as formas naturais de comunicação dos usuários e fazer a captura dos estados contextuais dos mesmos.

O objetivo da UbiComp é a criação de um ambiente focado no usuário e nas atividades que ele deseja realizar. Neste sentido, as abordagens Ubíquas precisam ter uma arquitetura com características que ofereçam suporte à mobilidade. Tanto de equipamentos e usuários, neste caso denominada mobilidade física, como também dos componentes da aplicação e serviços, chamada de mobilidade lógica. Para isso, as aplicações devem ter o estilo "siga-me", isto é, facultando que o usuário possa acessar seu ambiente computacional independente da localização, do tempo e do dispositivo utilizado (LOPES et al., 2014).

Para tanto, as aplicações precisam "entender" e reagir ao ambiente compreendendo o contexto em que estão inseridas. Essa nova classe de sistemas computacionais, Cientes do Contexto, abre perspectivas para o desenvolvimento de aplicações muito mais ricas, elaboradas e complexas, que exploram a natureza dinâmica e a mobilidade do usuário. Uma proposta importante desse tipo de aplicação é possibilitar que as mesmas reajam continuamente ao ambiente e permaneçam funcionando mesmo quando o indivíduo se movimentar ou trocar de dispositivo (LOPES et al., 2014).

Assim, o ambiente computacional ubíquo é heterogêneo e dinâmico, composto de aplicações capazes de considerar às mudanças de contexto, a disponibilidade de recursos, bem como as políticas e perfis dos usuários.

A Computação Ubíqua é entendida como sendo o terceiro grande paradigma computacional, precedido pelo império dos *mainframes* e pela onda da computação pessoal. Com foco em demandas administrativas no passado e hoje presente em cenários específicos, os computadores de grande porte foram concebidos sobre uma arquitetura onde, poucas máquinas de imenso poder de processamento, são compartilhadas simultaneamente por inúmeros usuários. Com o domínio dos microcomputadores, observamos a máquina como peça de uso pessoal e exclusivo. Por fim, na Computação Ubíqua, veremos a tecnologia formando uma malha de dispositivos inteligentes em torno de cada indivíduo.

2.1.1 Características da Computação Ubíqua

Para satisfazer os requisitos definidos pela computação ubíqua, uma série de características são necessárias. Estas características são recorrentes em projetos de pesquisa na área, seja no meio acadêmico, ou no meio empresarial (em centros tecnológicos e laboratórios de empresas) (LOPES et al., 2014):

- Onipresença dos serviços: permitir a movimentação física do usuário, dando a ele a percepção de estar levando consigo os serviços computacionais;
- Invisibilidade: não deve ser interpretada literalmente. Seu significado neste contexto é de tornar a computação não perceptível no foco de atenção do usuário. O usuário deve concentrar-se na tarefa, não no computador. A invisibilidade não é uma questão apenas de interface de software, ela envolve a forma como visualizamos a tecnologia, como interagimos com ela e como a utilizamos para obter os resultados desejados;
- Ciência do Contexto: capacidade de coletar informações sobre o ambiente onde está sendo utilizado. Isto pode gerar informações relevantes a respeito do ambiente, o excesso desta, caso não corretamente filtrada e interpretada, pode ser prejudicial ao meio. O gerenciamento adequado das informações sobre o ambiente, assim como a disponibilização e correta utilização das mesmas são pontos fundamentais para o sucesso de qualquer ambiente ubíquo;
- Captura de experiências: capacidade de capturar e registrar experiências para uso

posterior, se um sistema pode identificar usuários, objetos e dispositivos inseridos em um meio e conhecer a sua localização, então o potencial para gerar informações a respeito deste ambiente é elevado. Este potencial pode ser utilizado para adequar o meio a uma nova realidade ou estado, ou até mesmo para reconhecer padrões de comportamento de usuários e, de forma pró-ativa, se antecipar a comandos explícitos do mesmo;

- Comportamento adaptável ou dinamismo de tarefas: capacidade de, dinamicamente, adaptar os serviços disponíveis ao ambiente onde está sendo utilizado dentro de suas limitações;
- Composição de funcionalidades: capacidade de, a partir de serviços básicos, montar uma determinada funcionalidade requerida pelo usuário;
- Interoperabilidade espontânea: capacidade de alterar os "parceiros" durante a sua operação conforme a sua movimentação;
- Heterogeneidade de dispositivos: prover mobilidade da aplicação através de dispositivos heterogêneos;

A UbiComp também chamada de tecnologia tranquila (*Calm Technology*), Inteligência Ambiental (*Intelligence Ambient*), Computação Pró-ativa (*Proactive Computing*), Computação Invisível (*Invisible Computing*) entre outros nomes, atualmente a denominação mais praticada é Internet das Coisas (*Internet of Things*) (vide capítulo 3).

Em um ambiente ubíquo ou espaço ubíquo ou também chamado de *smart space*, computadores e outros dispositivos digitais estão totalmente integrados ao ambiente do usuário e objetivam auxiliá-lo em suas tarefas diárias. Este é um ambiente altamente dinâmico e heterogêneo. Os recursos, incluindo serviços, dispositivos e aplicações, disponíveis podem alterar-se rapidamente. Espaços heterogêneos têm diferentes tipos de recursos disponíveis e diferentes políticas de uso dos recursos. Programas em execução neste ambiente devem ser capazes de se adaptar à troca do contexto e disponibilidade de recursos. Isto coloca um desafio para os desenvolvedores que devem especificar como o programa deve se comportar em distintos contextos e quando diferentes tipos de recursos estão disponíveis. Além disso, ambientes ubíquos podem ter diferentes modos de executar a mesma tarefa devido a possibilidade de alterar os serviços ou a aplicações ou até mesmo os recursos. O desenvolvedor não pode prever como as várias tarefas serão executadas nos diferentes espaços ubíquos. Assim, programadores necessitam de

abstrações de alto nível para programar aplicações em um ambiente ubíquo sem precisar ter consciência dos recursos disponíveis, contexto, políticas e preferência dos usuários.

Devido a crescente evolução em sistemas de comunicação e computação, está se tornando frequente a integração da computação às atividades humanas. Microprocessadores estão cada vez menores e baratos o suficiente para serem colocados em quase tudo - não somente em dispositivos digitais, carros, eletroeletrônicos, brinquedos, ferramentas, mas também em objetos (lápiz, por exemplo) e roupas. Todos esses artefatos devem estar interligados e conectados através de padrões de rede de diferentes naturezas.

A próxima seção explana sobre Ciência de Contexto, considerando a perspectiva de seu emprego no Projeto HELIX.

2.2 Ciência do Contexto

A Computação Ciente do Contexto (CCC) refere-se à capacidade de um sistema computacional perceber características do meio ambiente que sejam de seu interesse.

A definição de contexto considerada neste trabalho é: "Qualquer informação que pode ser usada 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 usuário e uma aplicação, incluindo o próprio usuário e a aplicação" (SANTOS, 2016).

As abordagens cientes do contexto conhecem o ambiente no qual estão sendo utilizadas e tomam decisões de acordo com mudanças no mesmo. Tais sistemas reagem a ações executadas por outras entidades, que podem ser pessoas, objetos ou até mesmo outros sistemas, que modifiquem o ambiente. Essas aplicações, de um modo geral, tomam ciência de modificações que venham a acontecer no ambiente de seu interesse, as quais se traduzem em informações contextuais que devem ser adquiridas do modo mais transparente possível.

O contexto pode ser tudo que está ao redor do sistema computacional em questão, tudo que ocorre em um determinado ambiente, tudo que é relevante aos usuários.

A construção do suporte à Ciência do Contexto para as aplicações apresenta inúmeros desafios, dentro eles (SOUZA et al., 2015).

- A caracterização dos elementos de contexto;
- A aquisição do contexto a partir de fontes heterogêneas e distribuídas;
- A representação de um modelo semântico formal de contexto;

- O processamento e interpretação das informações de contexto adquiridas;
- A disseminação do contexto a entidades interessadas de forma distribuída e no momento oportuno;
- O tratamento da qualidade da informação contextual.

2.2.1 Classificação do Contexto

O contexto é uma construção dinâmica e, embora em algumas situações o contexto seja relativamente estável e previsível, existem muitas outras onde isso não acontece. Na maioria dos casos é bastante complexo para o projetista de uma abordagem Ciente do Contexto identificar o conjunto de todos os estados contextuais que podem existir na aplicação, bem como definir que ações devem ser executadas para os diferentes estados.

Algumas classificações para as informações contextuais foram propostas na literatura com o propósito de apoiar a identificação dos elementos de contexto. Uma dessas classificações divide as informações contextuais em dois tipos:

1. Contexto primário, básico ou de baixo nível:

Indica elementos contextuais que podem ser percebidos, automaticamente, por sensores físicos ou lógicos (localização, tempo, condições ambientais, etc).

2. Contexto complexo ou de alto nível:

Refere-se a informações de contexto fornecidas pelo próprio usuário ou deduzidas, por motores de inferência, a partir de um conjunto de informações de baixo nível (situação do indivíduo, situações e/ou atividades sociais).

A representação chamada *framework* 5W+1H identifica seis questões básicas que devem ser respondidas quando se deseja auxiliar um indivíduo a compreender algo do qual não tem conhecimento prévio. Informações de percepção (consciência de contexto), portanto, são respostas a essas seis perguntas fundamentais, como descritas a seguir na Tabela 2.1 (SANTOS V., 2011).

Em combinação com as características de aplicações Cientes do Contexto, o trabalho Costa, Yamin e Geyer (2008), discute a utilização destas dimensões semânticas de informações de contexto para auxiliar projetistas e desenvolvedores na especificação, na modelagem e na estruturação de informações de contexto de suas aplicações.

Tabela 2.1 – *Framework 5W+1H*

Quem (<i>Who</i>)	Informação de presença e disponibilidade dos indivíduos no grupo, e de identificação dos participantes envolvidos num evento ou numa ação.
O quê (<i>What</i>)	Informação sobre a ocorrência de um evento de interesse ao grupo.
Onde (<i>Where</i>)	Informação espacial, de localização, o local onde o evento ocorreu.
Quando (<i>When</i>)	Informação temporal sobre o evento, o momento em que o evento ocorreu.
Como (<i>How</i>)	Informação sobre a maneira como o evento ocorreu.
Por que (<i>Why</i>)	Informação subjetiva sobre as intenções e motivações que levaram à ocorrência do evento.

2.2.2 Obtenção de Dados Contextuais

Está associada com a forma na qual as informações contextuais são obtidas, podendo ser: (i) Sentida - este tipo de informação pode ser adquirida do ambiente por meio de sensores (temperatura, nível de ruído, dispositivos presentes); (ii) Derivada - este é o tipo de informação que pode ser obtida em tempo de execução. Por exemplo, é possível calcular a idade de uma pessoa baseada na sua data de nascimento; (iii) Provida - informação que é explicitamente fornecida à aplicação. Por exemplo, os dados cadastrais de um usuário que são fornecidos diretamente à aplicação por meio de um formulário.

A interpretação de contexto pode ser entendida como o conjunto de métodos e processos que realizam a abstração, o mapeamento, a manipulação, a agregação, a derivação, a inferência e demais ações sobre as informações contextuais, com o propósito de facilitar o entendimento de um determinado contexto pelas aplicações e auxiliar na tomada de decisões. O processo de interpretação de contexto consiste na manipulação e refinamento das informações contextuais de um ambiente (LOPES et al., 2014).

O processo de interpretação de contexto pode ser bastante simples, como derivar o nome de uma rua a partir de suas coordenadas geográficas, ou bastante complexo e oneroso, como inferir o humor de um usuário baseado em seu perfil e na atividade em que ele está realizando. Além disso, os ambientes em Computação Ubíqua usualmente são extremamente dinâmicos e complexos. As informações contextuais podem estar espalhadas e distribuídas em qualquer lugar e/ou com alto grau de mobilidade. Essa complexidade faz com que exista a necessidade de um suporte computacional às aplicações, de maneira a auxiliá-las na realização de interpretações de contextos.

Tais atividades onerosas devem ser abstraídas das aplicações e um módulo para processamento de Contexto torna-se, portanto, um componente essencial em uma plataforma de suporte a tais aplicações. Este módulo deve ser capaz de obter e prover informações contextuais em diferentes níveis de abstração, conforme a necessidade do usuário e de suas aplicações. Via de regra esse tipo de módulo é provido por middlewares os quais incorporam as funções passíveis de serem automatizadas, tanto na coleta das informações contextuais, como no seu processamento (KNAPPEYER et al., 2013).

Uma aplicação pode necessitar tanto informações mais brutas, de mais baixo nível, ou informações mais abstratas e elaboradas, de mais alto nível, provenientes de um processo de refinamento e interpretação.

2.3 Acessibilidade

Indivíduos com deficiência física enfrentam constantemente limitações em sua vida diária. Essas limitações estão intimamente relacionadas a problemas de acessibilidade, ou seja, às condições que permitam o exercício da autonomia e a participação social do sujeito, podendo interferir ou prejudicar no seu desenvolvimento ocupacional, cognitivo e psicológico, contribuindo para o processo de exclusão social (ACESSIBILIDADE, 2015).

Muitas das limitações das PCD não se devem a uma falta de habilidade de se adaptarem ao ambiente, mas a uma deficiência de espaço construído de abrigar meios que facilitem a inclusão destes. Neste caso a deficiência em si não é o fator causador da limitação e/ou incapacidade e sim, a falta de adequação do meio. As barreiras físicas colocam mais obstáculos para as PCD à participação da sociedade do que as suas limitações funcionais. A eliminação dessas barreiras é considerada indispensável para obter a igualdade de oportunidades para essas pessoas. (SILVA et al., 2010).

Entende-se que na sociedade moderna, o suporte de uma legislação adequada as questões de acessibilidade, é instrumento necessário para alinhamento das iniciativas públicas e privadas quando da busca de soluções no assunto. O direito fundamental à acessibilidade tem promovido discussões, ocasionadas por leis jurídicas implementadas no ordenamento jurídico brasileiro, principalmente na última década, com a consolidação constitucional do Decreto nº 5.296/04.

Este Decreto, do mesmo modo que a Norma Brasileira 9050 da Associação Brasileira de Normas Técnicas regulamentam e definem a acessibilidade, como sendo a condição para utilização, com segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de co-

municação e informação por meio de PCD (ABNT, 2015). Um conceito bastante abrangente vê a acessibilidade como o processo de conseguir a igualdade de oportunidades e a participação plena em todas as esferas da sociedade e no desenvolvimento social e econômico do país pelas PCD. Esse conceito está intrinsecamente associado à eliminação de barreiras de acesso e compromisso de melhorar a qualidade de vida das PCD (PUPO; MELO; FERRÉS, 2009).

Assim entendemos acessibilidade como um processo gerador da liberdade individual, através da mobilidade. Este processo é baseado no modo como as pessoas, em condições físicas normais, ou sob o efeito de limitações variadas, podem vivenciar de forma plena e completa, possibilitando à sociedade através da participação nas atividades, e desta forma garantindo a cidadania. Através do desenvolvimento tecnológico, somos constantemente beneficiados pelas novas ferramentas a disposição que favorecem e agilizam nossa comunicação, mobilidade, trabalho, lazer, cuidados pessoais e de saúde.

Quando o desenvolvimento tecnológico traz respostas aos problemas funcionais encontrados por PCD e desenvolve para elas ferramentas ou práticas que agilizem, ampliem ou promovam habilidades necessárias do cotidiano, estamos nos referindo ao conceito de Tecnologia Assistiva. (BECKER et al., 2009).

A tecnologia assistiva é uma área do conhecimento, de características interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (JACCOTTET et al., 2013).

A área de pesquisa dedicada à aplicação da UbiComp e tecnologias associadas (como a Internet das Coisas) enquanto solução assistiva é denominada Acessibilidade Ubíqua, também chamada de u-accessibility. Além de aspectos técnicos à ubiquidade, a Acessibilidade Ubíqua trata de atender aspectos sociais de acesso a locais e de forma personalizada (CARNEIRO, 2016).

Por fim, (CARNEIRO, 2016) defende que a acessibilidade deve assegurar que qualquer pessoa com deficiência, incluindo as sem recursos financeiros, tenham acesso às tecnologias assistivas. O objetivo da Acessibilidade Ubíqua é permitir a acessibilidade, em qualquer lugar, invocando tecnologias assistivas a partir de dispositivos, móveis ou não, com acesso à Internet. A expectativa é que sejam empregadas tecnologias de mercado, cujo custo final não seja elevado.

2.4 Considerações sobre o Capítulo

Neste capítulo foram apresentados os principais conceitos sobre a Computação Ubíqua, e também foram feitas considerações sobre Ciência do Contexto e acessibilidade. Foram priorizados quando da revisão de literatura os aspectos relacionados as premissas do Projeto HELIX, sobretudo aquela de exigir o menor envolvimento possível dos usuários, e em particular das PCDVs.

No próximo capítulo será apresentado o escopo do trabalho, contemplando uma discussão de aspectos relacionados à Internet das Coisas.

3 ESCOPO DO TRABALHO: INTERNET DAS COISAS

Neste capítulo será abordado o escopo do trabalho, sendo apresentados os principais conceitos relacionados a Internet das Coisas, seu histórico e evolução.

A Internet das Coisas é entendida como escopo desta dissertação de mestrado tendo em vista que é a partir das premissas de conectividade oferecidas pela mesma, que as principais funcionalidades do Projeto HELIX são organizadas por esta dissertação.

3.1 História da IoT

O termo Internet das Coisas foi cunhado no laboratório de pesquisa Auto-ID Center do MIT (Massachusetts Institute of Technology) e foi mencionado pela primeira vez em 1998 por Kevin Ashton, em uma apresentação onde relata “A Internet das Coisas tem o potencial de mudar o mundo, assim como a Internet fez. Talvez até mais” (ASHTON, 2009). Mais tarde, em 2001 o termo surge publicado, através do artigo intitulado “The Electronic Product Code (EPC): A naming Scheme for Physical Objects” (BROCK, 2001). No artigo o autor introduz este novo conceito relatando “Nossa visão é a de criar um Smart World, isto é, uma infraestrutura inteligente que liga objetos, informações e pessoas através da rede de computadores. Esta nova infraestrutura permitirá a coordenação universal de recursos físicos através do monitoramento e controle remoto por seres humanos e máquinas. Nosso objetivo é criar padrões abertos, protocolos e linguagens para facilitar a ampla adoção mundial desta rede - formando a base para uma nova “**Internet das Coisas**”.

Para tal o artigo propõe a substituição do popular código de barras, chamado sistema UPC (Universal Product Code), por um sistema que usufruiria das capacidades da Internet e da globalização. O novo sistema EPC apresenta como vantagem a possibilidade de cada produto possuir uma identificação própria, ao contrário do UPC que identificava apenas a qual tipo o produto pertencia, além de realizar o acompanhamento do objeto físico ao longo do seu tempo de vida através de etiquetas (tags) RFID (Radio Frequency Identification).

A informação sobre o seu estado, localização e outras informações úteis não se encontram diretamente armazenadas nos produtos, e sim em servidores acessíveis pela Internet. O trabalho, portanto teve como objetivo criar um sistema global de registro de bens com identificação única chamado EPC com o intuito de apoiar o uso generalizado de RFID em redes comerciais modernas de todo o mundo, e criar os padrões globais liderados pela indústria para o sistema EPC. Esses padrões são projetados principalmente para melhorar a visibilidade do

objeto (ou seja, a rastreabilidade de um objeto e a consciência de seu status, localização atual, etc.). Este é sem dúvida um componente chave, mas não o único, do caminho para a plena implantação da visão IoT.

Um termo que surgiu quando o grupo de pesquisadores do MIT estava trabalhando no campo de identificação de frequência de rádio em rede (RFID) e tecnologias de sensor emergentes hoje torna-se um novo paradigma da Internet, a Internet das Coisas. Em uma outra perspectiva, a IoT surge no momento exato em que o número de “coisas ou objetos” conectados à Internet supera o número de pessoas que habitam o planeta. De acordo com pesquisa do grupo Cisco IBSG (Internet Business Solutions Group) (EVANS, 2011), em 2003 havia aproximadamente 6,3 bilhões de pessoas vivendo no planeta e 500 milhões de dispositivos conectados à Internet.

Ao dividir o número de dispositivos conectados pela população mundial, constata-se que existia menos de um (0,08) dispositivo por pessoa. Com base nestes dados a IoT não era uma realidade em 2003, pois o número de objetos conectados era relativamente pequeno. Mas com o elevado crescimento no uso de Smartphones e Tablets o número de dispositivos conectados à Internet passou para 12,5 bilhões em 2010, à medida que a população humana chegou a 6,8 bilhões, tornando o número de dispositivos conectados por pessoa superior a 1 (exatamente 1,84).

No entanto, segundo o Cisco IBSG ao realizar um refinamento destes números, a IoT surge entre 2008 e 2009, período onde estima-se que efetivamente o número de dispositivos por pessoa tenha ultrapassado a 1 pela primeira vez na história. Nos primeiros dias de 2015, o mundo registrou 25 bilhões de dispositivos conectados à Internet segundo uma das maiores feiras de tecnologias do mundo, a CES 2015 (Consumer Electronics Show 2015), denotando que a Internet das Coisas além de ser uma realidade, vem ganhando destaque e está sendo considerada a revolução tecnológica que representa o futuro da computação e comunicação.

3.2 Fases da IoT

A Internet tradicional é uma rede global de dispositivos que tem como objetivo fornecer uma variedade de serviços de informação e comunicação. A sua existência permitiu que informações fossem disponibilizadas e compartilhadas de maneira acessível. Possibilitou a aproximação de pessoas oriundas de diferentes países e com culturas diversas. Disponibilizou uma nova forma de acesso a produtos e serviços. A permanente presença da Internet alterou a forma de pensar e agir da sociedade, tornando inimaginável um mundo não conectado.

Em sua evolução a Internet passou por cinco fases (PERERA et al., 2014), como mostra a Figura 3.1. A primeira fase surge no final dos anos 1960 onde a comunicação entre dois computadores se torna possível através de uma rede de computadores.

No início de 1980 inicia a segunda fase com a criação da pilha de protocolos TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) e mais tarde, em 1991, a WWW (World Wide Web) é disponibilizada tornando a Internet popular e estimulando seu rápido crescimento.

A terceira fase inicia com o surgimento de dispositivos móveis com capacidade de processamento e conexão a Internet.

Já na quarta fase os usuários começam a possuir identidades virtuais através de seus perfis em redes sociais passando a trocar informações entre si.

Por fim, a Internet do futuro vai admitir um grande número de objetos que, por meio de protocolos de comunicação padrão e esquemas de endereçamento únicos, forneçam informações e serviços aos usuários finais. Na verdade, espera-se que milhares de milhões de objetos ao assumir um papel ativo importante na rede, tragam dados do mundo físico para o mundo dos conteúdos e serviços digitais. O paradigma resultante dessa rede é referida como a Internet das Coisas.

Com a tecnologia atual é possível inferir que algumas dessas premissas já são utilizadas. Essa rede fornece um conjunto fundamental de oportunidades para os usuários, fabricantes e prestadores de serviços com uma ampla aplicabilidade em muitos setores produtivos. Estes incluem monitoramento ambiental, cuidados de saúde, inventário e gestão de produtos, casas inteligentes e locais de trabalho, segurança e vigilância, e muitos outros.

Um outro paradigma que surgiu com a evolução da Internet foi a Web das Coisas, do inglês Web of Things (WoT). Este paradigma de desenvolvimento de aplicações inspirado na ideia da Internet das Coisas se baseia no uso de protocolos e padrões amplamente aceitos e já em uso na Web tradicional, tais como HTTP (Hypertext Transfer Protocol) e URIs (Uniform Resource Identifier) (GUINARD, 2010).

O objetivo da WoT é alavancar a visão de conectividade entre o mundo físico e o mundo digital, fazendo com que a Web atual passe a englobar também objetos do mundo físico (chamados objetos inteligentes, do inglês “smart things”) os quais passarão a ser tratados da mesma forma que qualquer outro recurso Web. A WoT propõe que os objetos que serão interligados a Internet adotem os padrões Web com o intuito de oferecer uma base comum para que diferentes tipos de dispositivos possam ser beneficiados pelas tecnologias existentes na Web, facilitando seu uso e desenvolvimento de aplicativos para tais dispositivos, além de possibilitar a integração às inúmeras aplicações existentes na Web.

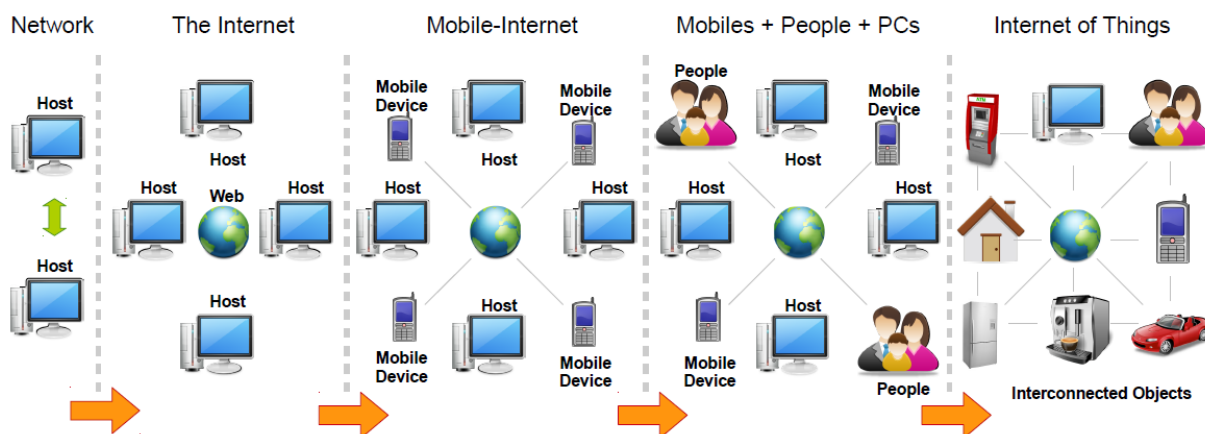


Figura 3.1 – Evolução da internet em cinco fases. Fonte: Adaptada de (PERERA et al., 2014).

Na Internet das Coisas, tudo o que é real torna-se virtual: cada pessoa ou coisa tem um endereço localizável e legível na Internet. Neste cenário, os objetos, animais ou pessoas possuem a capacidade de se comunicarem e transferir dados através da Internet sem a necessidade da interação humana. Utensílios, sistemas de transportes, redes de energia, equipamentos pessoais, sistemas agrícolas e até o nosso corpo poderão ter sensores capazes de gerar e compartilhar informações automaticamente, podendo produzir e consumir serviços e colaborar com outras congêneres em direção a um objetivo comum. Isto é possível graças à uma intensa interação entre objetos, que colaboram para realizar serviços complexos. Isso trouxe o desenho de novas gerações de "objetos inteligentes" capazes de descobrir novos serviços, iniciar novas amizades, trocar informações, conectar com serviços externos e explorar as capacidades de outros objetos.

O objetivo é novamente a troca de informação relevante, mas na IoT, esta informação é proveniente de todo o tipo de objeto e dispositivo com capacidade de processamento e comunicação. Porém esse cenário só será possível mediante convergência entre tecnologias sem fio, dispositivos eletrônicos e a Internet. Os princípios da IoT apoiam-se na evolução de infraestruturas normalizadas, escaláveis, abertas e seguras no âmbito das tecnologias de informação e comunicação. Como por exemplo, a miniaturização e decréscimo dos custos de dispositivos eletrônicos, evolução das redes sem fios, desenvolvimento de novas tecnologias e protocolos de comunicação, aplicações e frameworks (GOUVEIA, 2013).

3.3 Visões da IoT

A IoT apresenta três visões que se diferenciam dependendo do termo empregado: Internet, Coisas ou Internet das Coisas (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010), levando a focos de pesquisa distintos, conforme mostrado a seguir.

- **Visão orientada a Internet:** foco de pesquisa do ponto de vista de redes. Pesquisas direcionadas a esta visão procuram criar modelos e técnicas para a interoperabilidade dos dispositivos em rede.
- **Visão orientada as Coisas:** foco de pesquisa na integração dos objetos (Coisas) presentes em um cenário IoT. Pesquisas nesta visão procuram apresentar propostas que garantam o melhor aproveitamento dos recursos dos dispositivos e sua comunicação.
- **Visão orientada a Semântica:** esta visão parte de uma análise semântica da expressão composta “Internet das Coisas”. O significado da junção destas palavras denota semanticamente uma rede mundial de objetos heterogêneos e endereçáveis, interligados e se comunicando através da Internet por meio de protocolos de comunicação padronizados. Portanto possui foco de pesquisa do ponto de vista da comunicação e troca de informações entre dispositivos distintos. Trabalhos nesta visão apresentam propostas que estão focadas na representação, armazenamento, interconexão, pesquisa e organização da informação gerada na IoT, buscando soluções para a modelagem das descrições que permitam um tratamento adequado para os dados gerados pelos objetos.

A Figura 3.2 ilustra as três diferentes visões da IoT e alguns de seus componentes. Mostra a IoT como um elo de ligação entre as visões e demonstra que os componentes não precisam pertencer necessariamente a uma única visão.

É possível observar que as definições IoT tendem a descrever uma ou mais visões da Internet das Coisas. Como por exemplo a **Definição 2**, da sub seção anterior, que traduz a análise das palavras “Internet + Coisas” de onde parte a visão orientada a Semântica e a **Definição 3**, que representa a união do que é referido nas três visões, por possuir uma dimensão mais ampla.

3.4 Domínios de aplicação na IoT

A IoT possui potencialidades que permitem o desenvolvimento de aplicações em diversos domínios. Aplicações estas que visam melhorar a qualidade de nossas vidas em diferentes situações, como por exemplo, em casa, viagem, no trabalho, quando estamos doentes, em movimento, se exercitando, dentre outras e que podem ser agrupadas nos seguintes domínios (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010):

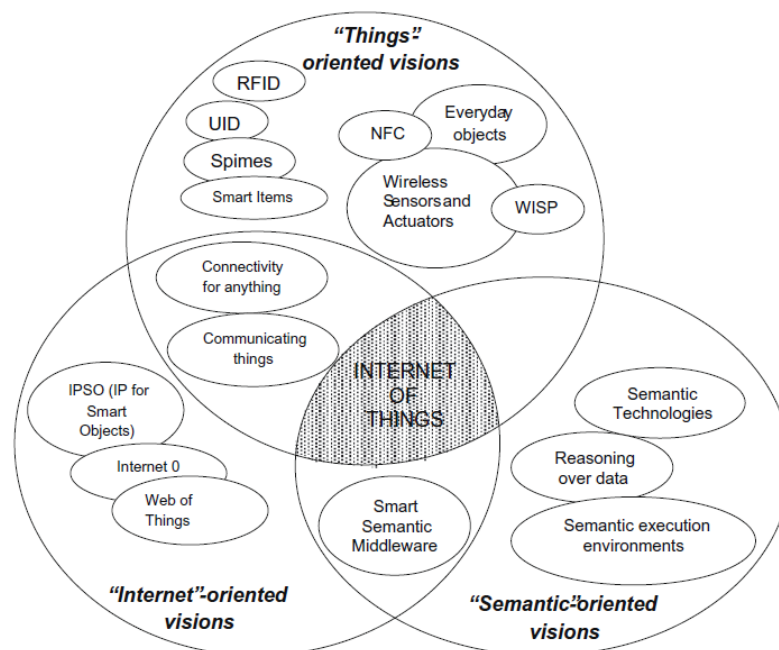


Figura 3.2 – Internet das Coisas como resultado de diferentes visões. Fonte: (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010).

- **Transporte e Logística**
- **Saúde**
- **Ambientes Inteligentes (casa, escritório, fábrica)**
- **Pessoal e Social**

Os cenários de maior relevância para cada domínio são apresentados na Figura 3.3, onde também é mostrado um domínio de aplicações futuristas, que recebem esta denominação devido aos cenários não serem possíveis no presente momento, uma vez que as tecnologias necessárias e/ou a sociedade não estão prontas para sua implantação.

Segundo uma outra referência (PERERA et al., 2014), o domínio de aplicações IoT pode ser dividido, de forma mais ampla, de acordo com seu foco em três categorias: Indústria, ambiente e sociedade. Abaixo alguns exemplos de cenários de aplicações pertencentes a estas três categorias:

- **Indústria:** gerência da cadeia de fornecimento; transporte e logística; aeroespaciais; aviação e automotiva.
- **Ambiente:** agricultura e criação; reciclagem; alerta de desastres e monitoramento ambiental.

- **Sociedade:** telecomunicações; tecnologia médica; cuidados de saúde; edifício, casa e escritório inteligente; mídia, entretenimento e emissão de bilhetes.

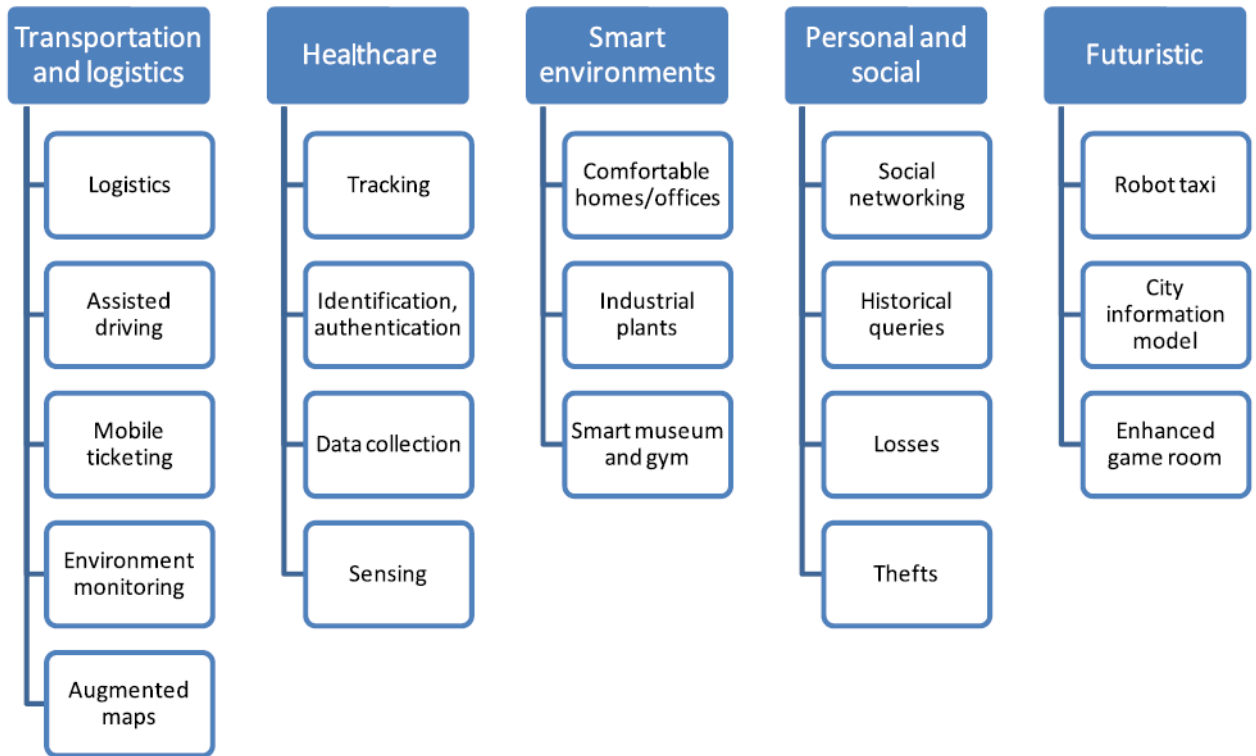


Figura 3.3 – Domínios de aplicação e cenários de maior relevância. Fonte: (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010).

3.5 Interoperação de objetos na IoT

De acordo com Atzori, Iera e Morabito (2014), a tecnologia proporciona uma ampla gama de exemplos que têm sido utilizados, graças às suas habilidades, para determinar a definição de objetos inteligente e considerar, sem dúvida, um constituinte elemento da Internet das Coisas.

No entanto, objetos inteligentes é apenas a primeira etapa de um processo evolutivo que está afetando os dispositivos de comunicação modernos e têm sido desencadeadas pelo advento da Internet das Coisas no cenário das telecomunicações. No momento, observa-se um salto de geração de objetos com certo grau de inteligência a objetos com Consciência social real.

Em analogia à evolução humana a partir do *homo sapiens* ao *homo agens* usado em estudos sociológicos, pode-se falar de um caminho evolutivo semelhante de uma *res sapiens*

(objetos inteligentes) para o que chamamos de uma *res agens* (um objeto agindo), que é capaz de traduzir a Consciência de conhecimento da mudança e evolução do seu ambiente em ações.

Conforme (ATZORI; IERA; MORABITO, 2014) há um outro passo importante no processo da evolução de objetos, sem o qual o total desenvolvimento de uma IoT povoada por trilhões de objetos não pode ser alcançado. A evolução para um novo tipo de objeto que pode ser considerado um objeto social ou *res socialis*, mais uma vez em analogia com o *homo socialis*. O termo refere-se a um objeto que faz parte de e age em uma comunidade social de objetos e dispositivos o que, no nosso caso, é a rede social da Internet das Coisas.

Res Sapiens

Na *res sapiens* a maioria das soluções foram inicialmente concebidas e construídas de forma isolada, o que resulta em pequenas e limitadas ilhas de objetos inteligentes desconectados entre si. Esta é a consequência natural de estudos isolados e desenvolvimentos realizados sem ter em mente uma ampla e reconhecida arquitetura de interoperabilidade. Isto impede a implementação de um real ecossistema de Internet das Coisas em cima da qual, aplicações poderiam ser facilmente desenvolvidas.

Uma medida óbvia, mas eficaz, para Internet das Coisas fragmentada, consiste em permitir que a *res sapiens* utilize protocolos de WEB para se comunicar com o mundo externo. Neste caso tem-se a conexão com outras redes de objetos e redes sociais com humanos.

Res Agens

O passo evolutivo chamado *res agens* na IoT na verdade, introduz a noção de objetos que não são simplesmente incluídos e ficam à disposição dos humanos uma rede social, mas manifesta seu próprio comportamento. Algumas das idéias fundadores remontam ao início dos anos 2000 onde foram desenvolvidos redes sociais (na época ainda em sua infância) e a introdução de sensores na Internet das Coisas.

As redes interligadas através de telefones celulares facilitavam as interações entre os seres humanos e seu ambiente físico. Isto era conseguido graças a soluções de software embarcado com capacidade sensorial.

Res Socialis

As Redes Sociais de Internet das Coisas (SIoTs), são redes baseadas em relacionamentos entre os objetos, que podem oferecer serviços para os seres humanos de forma eficiente através da troca de informações através das relações sociais que eles estabeleceram em rede. De acordo com (ATZORI; IERA; MORABITO, 2014) um dos primeiros exemplos de SIoT é o *Toyota Friend Network*, uma rede social privada criada para veículos interagirem entre si sem a interferência dos humanos a fim de prover melhores serviços aos usuários dos veículos dessa marca, apresentando informações diversas e traçando rotas mais viáveis ao condutor (ATZORI; IERA; MORABITO, 2014). Este é o padrão de interconexão explorado por esta dissertação para o Projeto HELIX.

3.6 Considerações sobre o Capítulo

Neste capítulo foram resumidos diferentes aspectos da Internet das Coisas enquanto frente de estudo e pesquisa, perseguindo a premissa de caracterizar seu significado na perspectiva do Projeto HELIX. Considerando isto, seu histórico foi sistematizado, bem como os diferentes tópicos pertinentes a sua evolução nos últimos anos.

No próximo capítulo serão apresentados alguns trabalhos relacionados ao provimento de acessibilidade à pessoas com algum tipo de deficiência.

4 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo estão contemplados alguns dos principais trabalhos relacionados pesquisados. O critério de seleção adotada no desenvolvimento desta dissertação foi sua proximidade com os objetivos perseguidos pelo Projeto HELIX. Serão explorados os aspectos principais de cada projeto, e por fim será apresentada uma tabela comparativa destacando os quesitos considerados mais relevantes para o desenvolvimento desta dissertação de mestrado.

4.1 vEye

O vEye é um sistema de apoio à navegação para deficientes visuais para uso em ambiente externo, que utiliza um dispositivo háptico como mecanismo de saída para fornecer instruções de navegação, baseadas em padrões de vibração.

O objetivo principal do vEye é fornecer ao deficiente visual um auxílio para realizar a macro-navegação (direções de viagem de um ponto a outro), sobretudo em locais desconhecidos.

O dispositivo háptico integrado ao vEye, tem o formato de duas pequenas pulseiras, figura 4.1. De acordo com (RODRIGUES, 2008), o uso de duas pulseiras não interfere na audição que é o principal sentido utilizado pelos deficientes para perceber o mundo ao seu redor.

O sistema desenvolvido é composto de dois componentes principais, o vEye Mobile e o vEye Core. O primeiro é um *wearable computer*, baseado em um Smartphone que executa a função de cliente do sistema vEye, além de se integrar através de tecnologia Bluetooth com um receptor de GPS e com as pulseiras vibratórias. O vEye Mobile utiliza a rede de dados de telefonia celular para acessar, via Internet, o vEye Core, que provê todos os serviços necessários para o funcionamento do sistema. Esse último também é responsável pela integração do vEye com serviços externos, mais especificamente com o GIS - Geographic Information Systems, e com o sistema de reconhecimento e síntese de voz.

O fluxo de execução do sistema vEye é dividido em 4 eventos, sendo o primeiro um comando de voz para o seu Smartphone, o segundo evento determina a posição e a direção do deficiente através do GPS, o terceiro evento processa a informação de áudio com o destino e envia para o servidor do vEye através de uma conexão com a internet que calcula a rota e devolve ao dispositivo Smartphone, o quarto e último evento é instruir o deficiente através



Figura 4.1 – Pulseiras vibratórias do vEye. Fonte: (RODRIGUES, 2008)

de padrões vibratórios nas pulseiras instaladas nos pulsos do deficiente, figura 4.2. Caso o deficiente saia da rota estabelecida, o vEye torna a se conectar com o servidor e reinicia o processo até que o mesmo alcance o seu destino.



Figura 4.2 – Visão geral do vEye. Fonte: (RODRIGUES, 2008)

O servidor do vEye (vEye Core) é responsável pela disponibilização dos serviços necessários ao funcionamento do sistema e utiliza uma arquitetura orientada a serviços (SOA, do inglês Service-oriented Architecture) baseada em webservices.

Na figura 4.3 observa-se o diagrama de classes do vEye Core e percebe-se que o componente vEyeFacade segue o padrão de projeto Facade (FACADE, 2016), agregando todos os serviços de outros módulos do vEye. Também é possível observar a relação desse componente

com os subsistemas do Microsoft Speech e do Microsoft Mappoint, bem como os componentes UserController e SoundCommandController, responsáveis pelo gerenciamento de usuários e pelo processamento de comandos de voz, respectivamente.

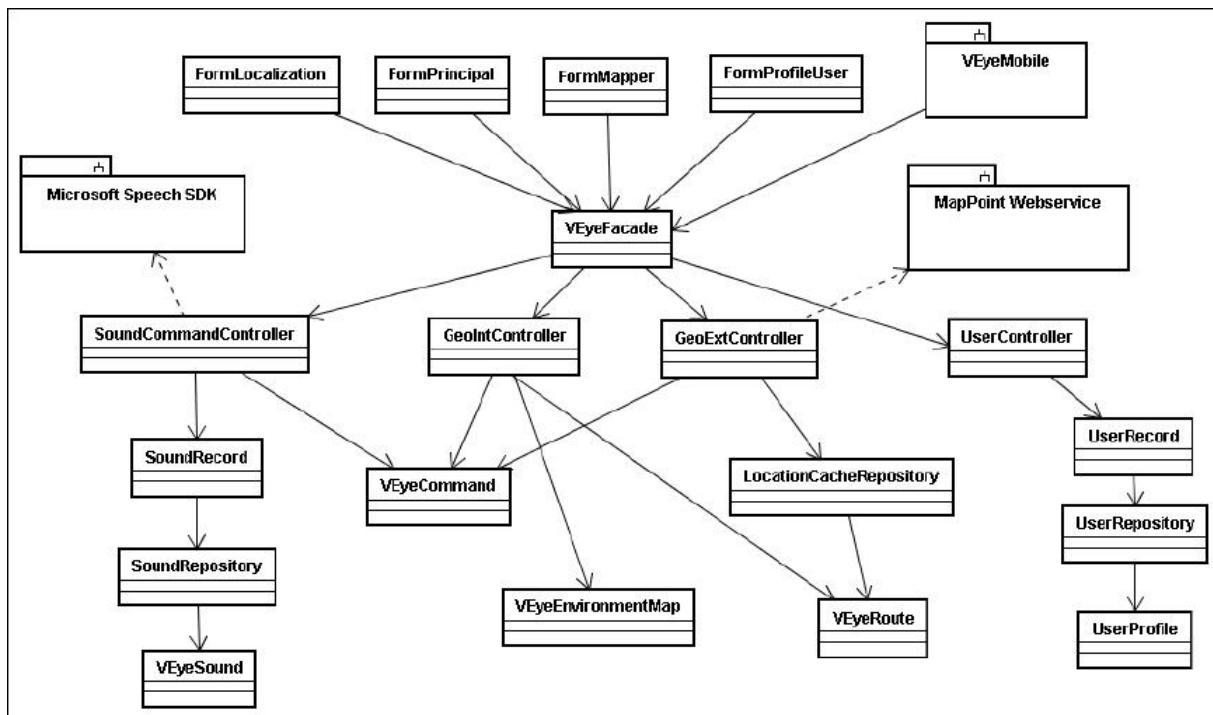


Figura 4.3 – Diagrama de classes simplificado do vEye. Fonte: (RODRIGUES, 2008)

4.2 BlindShopping

O BlindShopping (IPINÑA; LORIDO; LÓPEZ, 2011) descreve uma solução a fim de proporcionar às PCDVs o suporte à navegação Indoor possibilitando que o mesmo transite livremente dentro de um supermercado e também prover meios do deficiente escolher e comprar os produtos de interesse de forma autônoma.

A operação do sistema de navegação é inicializada por meio de uma solicitação do usuário através do desenho de um "L" na tela de um Smartphone ou através de um comando de voz "Location". Este procedimento inicia o sistema de navegação dentro do supermercado que, para saber a sua localização, aguarda o usuário ler em uma TAG RFID no piso através de um sensor de RFID adaptado na ponta de uma bengala, ou realizar a leitura de uma etiqueta QR-Code anexado à um produto ou prateleira através da câmera do Smartphone.

O Smartphone mantém uma conexão Bluetooth com o leitor RFID para manter o controle de onde o usuário está em todos os momentos. O aplicativo utiliza uma plataforma Android

e dá indicações de navegação verbal ("ir em frente", "vire à esquerda", "virar-se" e assim por diante) até que a seção onde se encontra o produto alvo é atingida. Sempre que a PCDV seguir uma rota errada, o sistema detecta automaticamente e corrige a informação de onde o mesmo deve seguir. Serviços Web são acessados através de uma conexão Wi-Fi. A figura 4.4 demonstra a arquitetura do modelo.

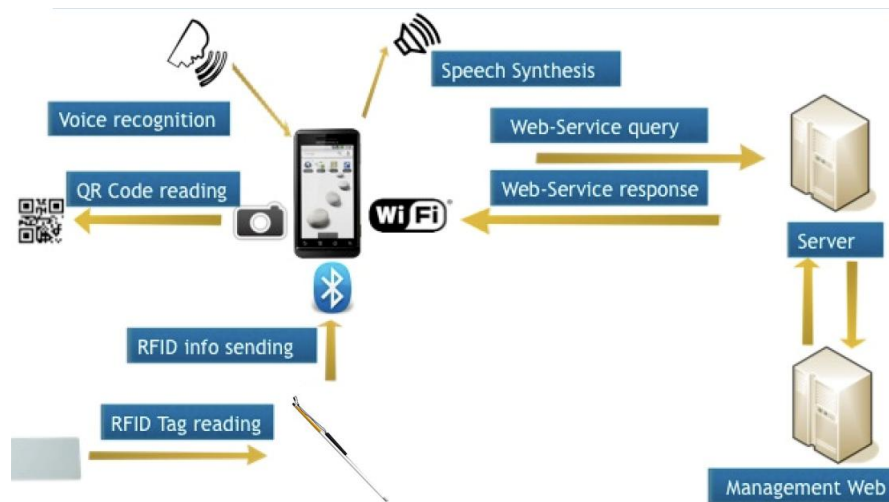


Figura 4.4 – Arquitetura do modelo BlindShopping. Fonte: (Lopez 2011)

Desenhando um "P" na tela ou emitindo um comando de voz "produto", o usuário acessa o componente de reconhecimento de produto que permite a obtenção de informações sobre um produto. Neste componente, o sistema pede ao usuário para apontar o Smartphone para as prateleiras, para que a câmera possa reconhecer uma QR-Code e assim, acessar o servidor para obter detalhes sobre qualquer produto. Usando síntese de fala, o aplicativo informa ao usuário sobre os detalhes do produto, por exemplo, seu nome, fabricante e preço, figura 4.5.

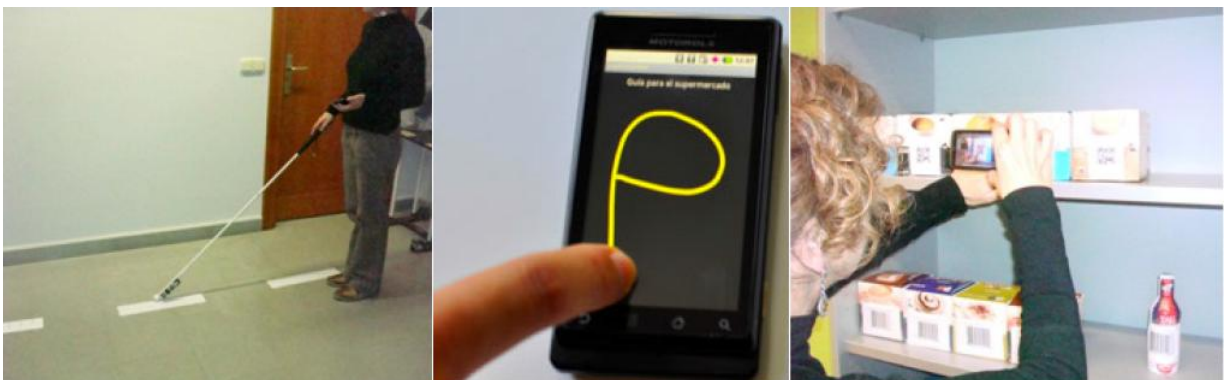


Figura 4.5 – Uso de etiquetas RFID no piso e QR-Code nos produtos para auxílio à navegação dos deficientes. Fonte: (Lopez 2011)

4.3 SmartVision

O SmartVision é um sistema de navegação e orientação para cegos que foi desenvolvido no campus da UTAD - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Foi idealizado para funcionar em ambientes Indoor e Outdoor, recorrendo a diversas tecnologias de apoio. De entre estas tecnologias, destaca-se a localização híbrida que permite aferir a posição do utilizador em interiores e exteriores de edifícios de modo redundante, assegurando a localização em qualquer instante (TEIXEIRA, 2010).

A proposta da solução SmartVision utiliza para a navegação de PCDVs em ambiente Outdoor tecnologias GPS e em ambientes Indoor utiliza-se de etiquetas com tecnologia RFID - (Radio Frequency Identification) e redes WI-FI.

A figura 4.6 representa o funcionamento global do SmartVision.

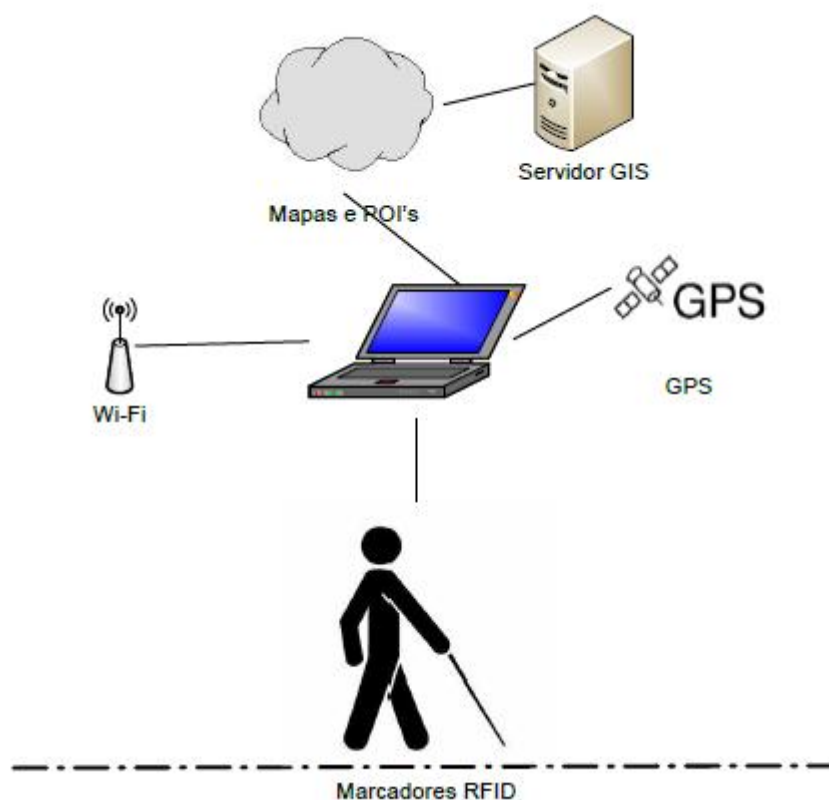


Figura 4.6 – Componentes do sistema SmartVision. Fonte:(Teixeira, 2010)

O equipamento central na arquitetura física do sistema é um computador portátil de dimensões e peso reduzido. Este equipamento é transportado pelo utilizador durante a sua mobilidade e permite a interligação dos diversos componentes físicos utilizados, sendo também o ponto central de toda a arquitetura lógica.

Para o sistema de navegação indoor foi desenvolvido um agente de aquisição de dados baseado na tecnologia Wi-Fi. Este agente consulta a interface sem fios do computador portátil de forma a obter informação sobre a potência de sinal recebida pelos pontos de acesso que estão ao seu alcance e, por meio de triangulação de antenas, consegue inferir a localização da PCDV. Uma vez que os pontos de acesso possuem um alcance reduzido no exterior de edifícios, devido à característica de propagação de sinal inerente à própria tecnologia, esta interface é apenas utilizada no interior, sendo a sua informação descartada em caso do utilizador se encontrar no exterior.

No entanto, os pontos de acesso Wi-Fi ainda não são ubíquos, portanto, segundo o autor uma solução à prova de falhas é necessária de modo a que o utilizador ainda possa ser assistido. Tags RFID ativas com posições calibradas ao longo do percurso são utilizados e lidos por um sensor de RFID na ponta de uma bengala para auxílio à navegação, figura 4.7.

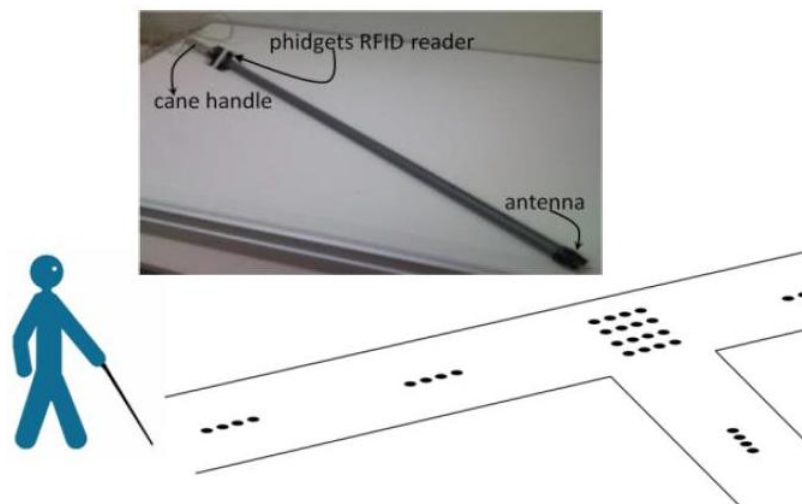


Figura 4.7 – Acima: bengala com sensor de RFID. Abaixo: Proposta de layout das Tags de RFID espalhadas no piso. Fonte: Adaptado de (BUF et al., 2010)

A ideia básica é que o sistema do usuário sempre tenha um mapa global com detalhes suficientes ao longo do percurso planejado. O mapa local é atualizado pelo servidor GIS, por exemplo, em um raio de poucos quilômetros. Desta forma, o utilizador pode sempre consultar o GIS para tirar o melhor ou o mais curto caminho para um destino e para conhecer os principais pontos de referência ao longo da rota.

Para a localização Outdoor é utilizada uma antena GPS. Este equipamento liga-se ao computador portátil através da interface Bluetooth.

Os módulos de navegação lidam com aspectos relacionados com o cálculo da rota que o usuário deve seguir, a partir da posição inicial ou real para o destino escolhido. Em termos de

funcionalidade, todos os POIs – (Pontos de Interesse) locais na base de dados são transmitidos para o utilizador pelo módulo de interface, a fim de escolher uma opção desejada. Em seguida, as instruções de navegação são emitidas usando o algoritmo de roteamento SPF – (Shortest Path First) também chamado de algoritmo de Dijkstra (BUF et al., 2010). Este algoritmo pode calcular, num gráfico, o caminho mais curto a partir de um vértice inicial para um vértice de destino, e esse algoritmo fornece uma solução equilibrada entre a eficiência de cálculo e simplicidade de implementação.

Dado o fato de que o Wi-Fi não está disponível em todos os lugares, a totalidade ou a maioria das informações necessárias para uma navegação global devem ser armazenadas no protótipo SmartVision. Desta forma, é possível ter acesso à informação seja qual for o cenário, Indoor ou Outdoor, sem a necessidade de consultar regularmente o servidor GIS. A informação geográfica armazenada no protótipo é atualizada quando a conexão à Internet está disponível, através do uso de webservices. As informações são armazenadas em arquivos de mapas digitais e os detalhes em um banco de dados MySQL. Para a distribuição de informação geográfica, a arquitetura adotada é de três camadas cliente / servidor, figura 4.8. Neste modelo, a aplicação do cliente, isto é, o protótipo SmartVision, processa e fornece a informação geográfica para o utilizador.

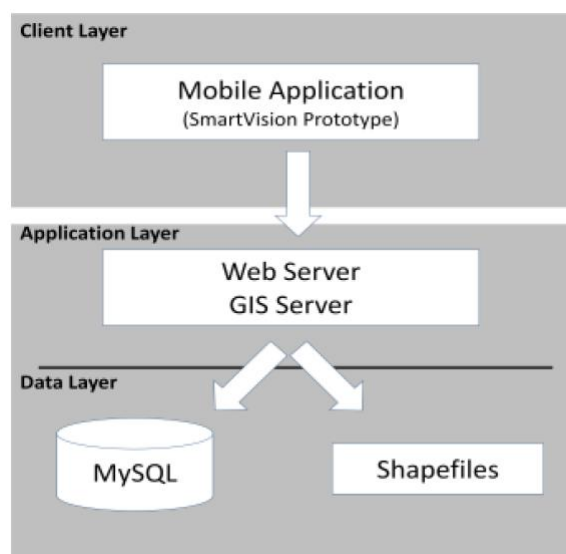


Figura 4.8 – Arquitetura em três camadas do SmartVision. Fonte: (BUF et al., 2010)

4.4 Tirésias

O modelo Tirésias foi desenvolvido pelo Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada (PPGCA) da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) , no Brasil em 2013.

O modelo Tirésias é composto por três módulos (saída, entrada e configuração) e um agente assistente pessoal (AAP). O AAP do Tirésias é uma especialização do assistente pessoal proposto pelo Hefestos (TAVARES, 2011), focado na acessibilidade de PCDV. Através do AAP, o Tirésias acessa o Hefestos, principalmente, para obtenção de perfis de usuários e recursos disponíveis nos contextos para suporte à acessibilidade.

O Hefestos propõe um modelo de suporte à acessibilidade que utiliza a UbiComp para o gerenciamento de recursos para acessibilidade, e com isso, enfoca em diversos padrões de acessibilidade, não sendo orientado a um tipo específico de deficiência, apesar de ter sido validado com pessoas com deficiência motora. O Tirésias pode ser compreendido como uma especialização do Hefestos voltado especificamente para PCDV (FALK; TAVARES; BARBOSA, 2013). A Figura4.9 mostra a arquitetura do Tirésias.

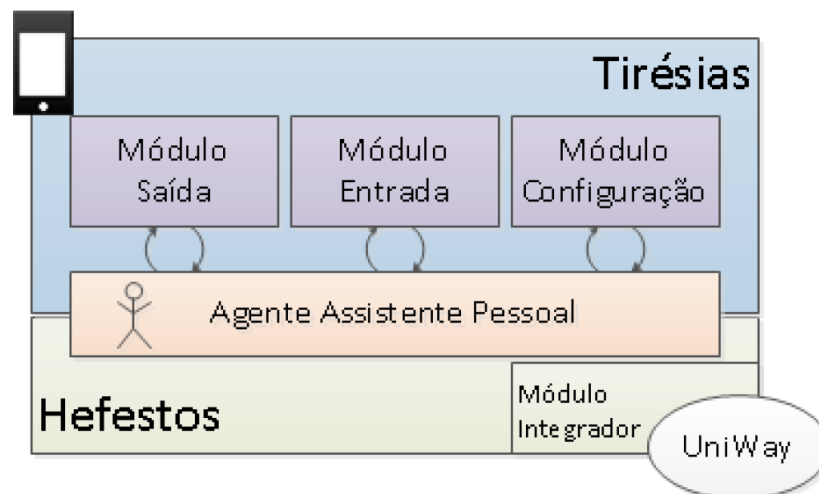


Figura 4.9 – Arquitetura do modelo Tirésias. Fonte: (Tavares,2011)

Os três módulos e o assistente pessoal do modelo Tirésias serão descritos a seguir:

- O módulo de entrada é composto por uma tela sensível ao toque onde os movimentos dos dedos na tela do dispositivo permitem a seleção e leitura dos recursos por meio audível;

- O módulo de saída utiliza a leitura de tela por meio audível para informar ao usuário a execução dos seus comandos. Os recursos são lidos de forma ordenada de acordo com a distância, ou seja, o recurso mais próximo é lido inicialmente, seguido dos mais distantes. Além disso, este módulo também possui alertas vibratórios que indicam que o usuário chegou ao local esperado, no qual, é interrompida quando o usuário mover o aparelho em qualquer outra direção;
- O módulo de configuração é constituído por um controle da frequência e de volume que a informação é lida, além de configurar se deseja ou não receber as notificações do APP sobre mudanças de recursos no ambiente de utilização;
- O Agente Assistente Pessoal é responsável por fazer a interface do usuário com módulos.

O protótipo do Tirésias foi desenvolvido para iPhone utilizando a linguagem Objective-C. O projeto considerou recursos reais de mapeamentos no campus da UNISINOS, onde pontos considerados relevantes para as PCDV foram mapeados por coordenadas GPS (do inglês, Global Positioning System) . A figura 4.10 apresenta a "Tela Inicial" do protótipo, a tela "Lista de Recursos" onde o usuário escolhe o seu destino em uma lista de opções, após o usuário é conduzido para "Detalhamento de Recursos" para que possa ter suporte das informações relevantes por meio audível (FALK; TAVARES; BARBOSA, 2013).



Figura 4.10 – Telas do Tirésias. Fonte: (Falk, 2013)

Para avaliação de aplicabilidade do Tirésias foram criados cenários executados por um usuário deficiente visual pré-instruído sobre as funcionalidades da interface do APP e portando

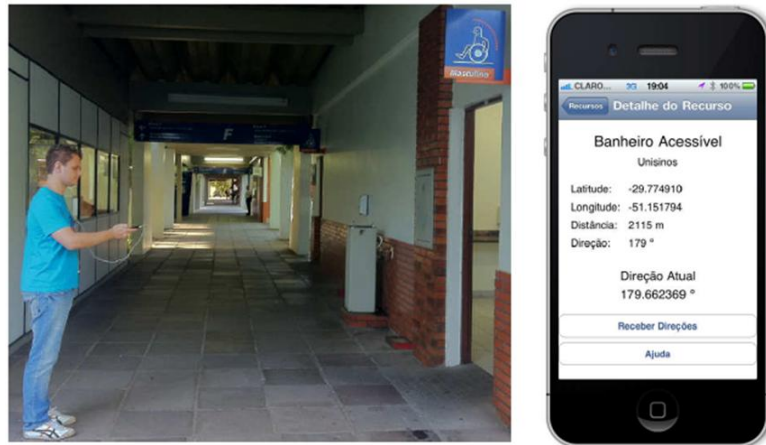


Figura 4.11 – Execução dos testes de avaliação. Fonte: (Falk, 2013)

um iPhone 4 e se deslocando no ambiente mapeado dentro da UNISINOS, conforme evidenciado na figura 4.11.

A equipe de pesquisa de posse dos resultados da avaliação dos cenários avaliou o projeto como satisfatório e suficientemente flexível para aplicação em outras situações e sugeriu para que no futuro seja feita um estudo de usabilidade envolvendo profissionais e instituições envolvidas diretamente na questão de acessibilidade para PCDV (FALK; TAVARES; BARBOSA, 2013).

4.5 Icané

Icané é um projeto de localização e orientação "Indoor" desenvolvido por Jorge Peixoto Barbosa Neiva, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), em Portugal, no ano de 2012. O trabalho aborda a concepção de um sistema de auxílio à localização e orientação de PCDV total ou parcial, recorrendo à tecnologia RFID (do inglês, Radio Frequency Identification). O sistema é composto por um leitor RFID, várias tags e um Smartphone como ilustra a figura 4.12.

O projeto utiliza um leitor de RFID passivo na sola do calçado do usuário, de maneira a estar o mais próximo possível do chão, local onde serão colocadas as tags, tal como ilustra a figura 4.13. Assim como o leitor, também as tags são passivas e de baixa frequência. As tags possuem um identificador único e a informação relativa à sua posição absoluta definida dentro da área de utilização (NEIVA et al., 2012).

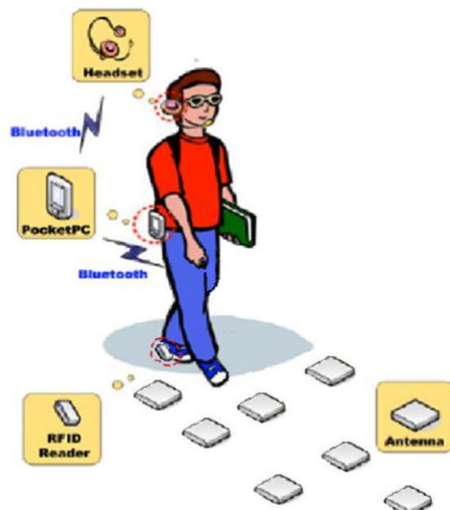


Figura 4.12 – Conceito geral do sistema Icané. Fonte: (Neiva, 2012)

O posicionamento das tags foi feita de maneira a permitir às PCDV terem autonomia de movimentação e orientação. Por isso, estas foram posicionadas de forma estratégica, de modo a garantir a integridade física do usuário no desvio de obstáculos e de estar o máximo de tempo possível em contato com tags informando a sua posição. A figura 4.13 exemplifica o posicionamento das tags realizadas em um andar da FEUP, em destaque nas linhas pontilhadas na cor azul.

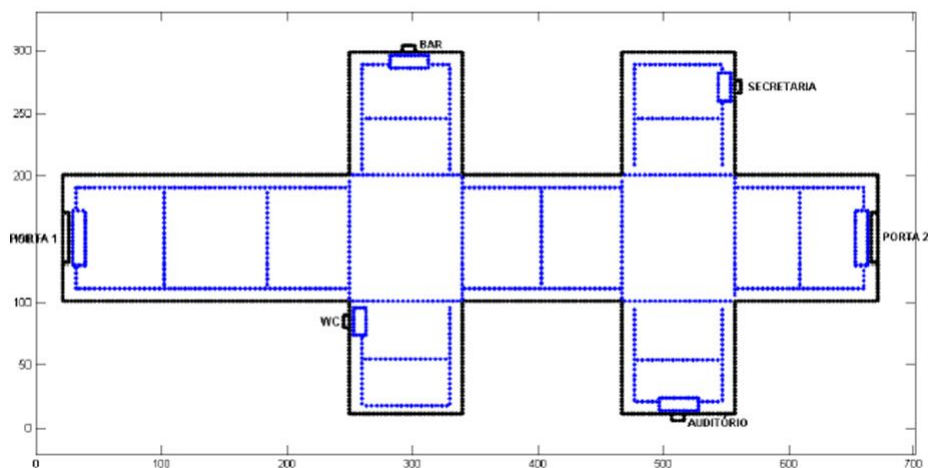


Figura 4.13 – Mapa de densidade de tags empregada. Fonte: (Neiva, 2012).

O processamento da informação de posição acontece por meio de um assistente pessoal, no caso um Smartphone, de forma que através de uma aplicação compatível com a comunicação do leitor RFID, recebe os dados provenientes do leitor RFID. Essa comunicação é feita utilizando a tecnologia Bluetooth e sendo necessário que o leitor também seja compatível com essa mesma tecnologia (NEIVA et al., 2012).

Sendo assim, sempre que o usuário utilizador passar por uma tag, sua posição será lida pelo leitor RFID e transmitida para o Smartphone via comunicação Bluetooth, de modo a permitir o processamento da informação por um aplicativo específico, no qual, transmite também através de Bluetooth para um fone tipo Headset a informação relativa à posição atual do utilizador por meio audível (NEIVA et al., 2012).

De modo a avaliar a eficiência espacial e temporal do sistema, o autor do trabalho utilizou simulações por meio do software MATLAB (do inglês, MATrix LABoratory) . Para tal, foi utilizado simulações de diversos, cenários partindo de alguns parâmetros de entrada selecionados, tais como: posição inicial, destino, velocidade do movimento, ângulo de entrada na posição inicial, erro de direção do movimento do utilizador e correção de previsão de trajetória (NEIVA et al., 2012).

Através da análise dos resultados obtidos, o autor pode avaliar o desempenho do sistema. O autor concluiu a eficiência espacial, obteve valores acima de 90% de assertividade, considerado bastante satisfatório. Quanto à eficiência temporal, o sistema foi capaz de permitir que o usuário chegasse ao seu destino em um tempo médio muito próximo de uma pessoa sem deficiência visual, isto considerando que ambas as pessoas já estejam familiarizadas com o ambiente (NEIVA et al., 2012).

4.6 Discussão dos trabalhos relacionados

Apresentadas as principais características e funcionalidades dos trabalhos relacionados, nesta seção é feita a discussão acerca dos mesmos, considerando as principais premissas para concepção do modelo HELIX proposto, listadas a seguir:

- (a) suporte à navegação Indoor e Outdoor;
- (b) integração social com os cuidadores ou outras PCDVs;
- (c) tecnologia utilizada para obter a localização da PCDV;
- (d) hardware específico;

Na Tabela 4.1 é apresentada a comparação dos trabalhos.

Conforme os dados apresentados na Tabela 4.1, nota-se que todas as plataformas analisadas com o objetivo de prover navegação externa utilizam o GPS como tecnologia para fornecimento de dados de localização e orientação. Já para as plataformas desenvolvidas para

Tabela 4.1 – Comparação entre os trabalhos relacionados.

Critério	vEye	BlindShopping	SmartVision	Tirésias	Icane
a	Outdoor	Indoor	Híbrido	Híbrido	Indoor
b	Não	Não	Não	Ao solicitar ajuda, um funcionário da instituição atenderá o chamado. Não faz integração social com outras PCDVs	Não
c	GPS e GIS	QR-Codes e RFID	GIS, RFID, Wi-Fi e GPS	GPS	RFID
d	Sim, pulseira vibratória	Sim, bengala com bluetooth e leitor de RFID	Sim, bengala com bluetooth e leitor de RFID e um GPS ligados a um net book	Não, somente um Smartphone	Sim, bengala e sapatos com bluetooth e leitor de RFID

ambientes internos, o recurso mais utilizado foi etiquetas RFID espalhadas por pontos conhecidos do ambiente e a localização da PCDV era obtida através de informações fornecidas por um servidor. A solução mais barata em termos financeiros foi utilizada pelo BlindShopping com o uso de etiquetas QR-Codes.

Também se pode observar que os modelos SmartVision e Tirésias provem recursos de apoio à navegação híbrida ou seja o sistema tanto pode ser utilizado em ambientes Indoor como em ambientes Outdoor, uma característica relevante para diversos cenários de uso.

É possível afirmar que inúmeras tecnologias podem ser utilizadas, porém algumas possuem custo proibitivo para a maioria das PCDVs. Uma das intenções na abordagem HELIX é elaborar um modelo com custo reduzido, para tal o HELIX utiliza etiquetas QR-Code como uma forma de minimizar o custo da solução Indoor e GPS como solução Outdoor, fazendo-se valer das tecnologias disponíveis em Smartphones, evitando o desenvolvimento de hardware específico.

Por fim, registre-se que nenhum dos trabalhos encontrados na revisão de literatura explorou o emprego de uma estratégia de comunicação parcialmente autônoma, enquanto modo de prover uma solução de acessibilidade mais confortável para as PCDVs.

4.7 Considerações sobre o capítulo

Neste capítulo foram apresentados e discutidos os trabalhos relacionados a pesquisa desenvolvida nesta dissertação de mestrado, cujos objetivos são similares aos pretendidos para o Projeto HELIX. Importante ressaltar que a principal diferença da proposta do HELIX com relação aos outros trabalhos é sua estratégia de explorar a conectividade dos Smartphones, e assim minimizar o envolvimento de seus usuários nos aspectos de gerência operacional.

No próximo capítulo será apresentado o modelo proposto por esta dissertação para o Projeto HELIX.

5 HELIX: CONCEPÇÃO

Neste capítulo será apresentada a contribuição desta dissertação de mestrado para o Projeto HELIX. Este projeto está sendo concebido no Centro de Ciências Sociais e Tecnológicas da Universidade Católica de Pelotas, enquanto parte dos esforços de estudo e pesquisa do Curso de Mestrado em Engenharia Eletrônica e Computação. A proposta do projeto é promover a acessibilidade às pessoas com deficiência visual, integrando as mesmas com seus familiares, e favorecendo assim a inclusão social de PCDVs como um todo.

O título do projeto tem como inspiração a Nebulosa de HELIX, a qual pelo seu formato é conhecida na comunidade científica como o "Olho de Deus que nos vigia", o que faz alusão à função ao objetivo do trabalho desenvolvido que é de auxiliar no acompanhamento dos deficientes por parte dos seus cuidadores. Para maiores detalhes vide o Anexo A.

5.1 Arquitetura e Funcionalidades

O Projeto HELIX concentra-se na área de tecnologia assistiva. Sua premissa é atender às necessidades das PCDVs, proporcionando uma maior autonomia as mesmas de modo o mais transparente possível, empregando para isto conceitos de Ciência de Contexto na UbiComp, e recursos da computação móvel.

A arquitetura funcional proposta para o Projeto HELIX é apresentada na figura 5.1. Nesta arquitetura pode-se observar a presença de alguns atores, os quais tem as seguintes características:

- Cuidador Pessoal: indivíduo responsável por prover auxílio à PCDVs, pode ser um indivíduo familiar ou até mesmo um profissional contratado que fique disponível para atender as diferentes notificações do HELIX referente às PCDVs. Uma mesma PCDV poderá ter diferentes cuidadores pessoais cadastrados os quais serão acionados em sequência cuja ordem deverá ser previamente definida.
- Cuidador Corporativo: indivíduo responsável pela zeladoria, auxílio e segurança de pessoas em ambientes corporativos. O qual também irá atender às notificações do HELIX referentes às PCDVs na sua área de cobertura empresarial.
- PCDV Indor: pessoa com deficiência visual que está ativa em ambientes internos, a qual irá realizar a leitura de QR-Codes enquanto mecanismo de localização. Alguns QR-Codes localizados em posições estratégicas, de conteúdo fixo ou dinâmico

(provido por Totens), também poderão ser empregados para disponibilização de informações especializadas.

- PCDV Outdoor: pessoa com deficiência visual atuando em ambientes externos, para a qual o HELIX irá em períodos de tempo previamente cadastrados informar automaticamente a localização da PCDV.
- Servidor da IoT: servidor capaz de executar as atividades de reconhecimento de contexto e prover suporte à operação da IoT. Este servidor possui ainda uma figura humana contratada, Gerente do HELIX, o qual estará disponível 24 horas por dia para atendimentos às chamadas que os demais cuidadores corporativos e pessoais não estejam disponíveis para atender.

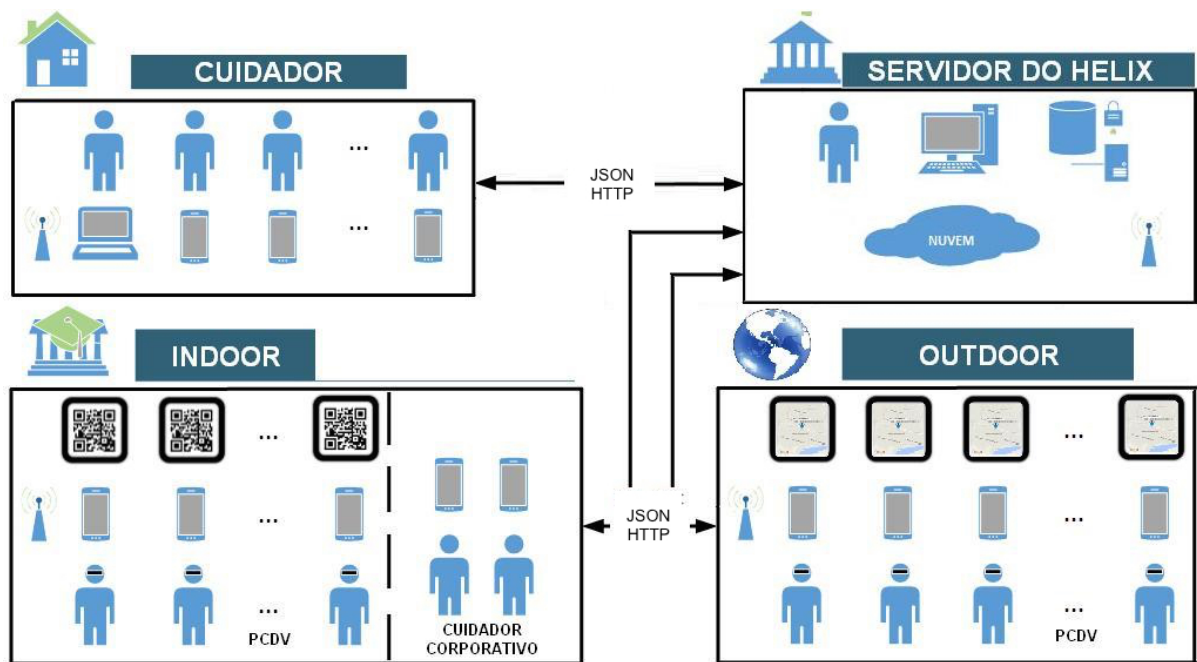


Figura 5.1 – Arquitetura funcional proposta do Projeto HELIX. Fonte: Próprio Autor.

As PCDVs e seus cuidadores deverão utilizar um Smartphone com recurso de GPS no qual os aplicativos móveis do HELIX serão instalados. Particularmente os Smartphones das PCDVs deverão dispor de câmera fotográfica.

As funcionalidade do HELIX exploram os recursos do Subsistema de Adaptação e Reconhecimento de Contexto do middleware EXEHDA (LOPES et al., 2014).

A função do middleware é promover um serviço de Ciência de Contexto de forma distribuída, que ofereça suporte às etapas de aquisição, armazenamento e processamento das informações contextuais no ambiente a ser coberto pelo Projeto HELIX provendo ciência de contexto.

Na próxima seção, serão especificados os componentes de cada um dos módulos que formam a arquitetura funcional do HELIX bem como caracterizar as funcionalidades dos Assistentes Móveis empregados pelos atores do HELIX, os quais são constituídos por Servidores de Borda do EXEHDA.

5.2 Componentes do HELIX

O Projeto HELIX é formado por aplicações móveis que executam em Smartphones e aplicações que executam em um servidor Linux, que empregam os fundamentos operacionais do EXEHDA para implementação de suas funcionalidades. Estes assistentes serão detalhados nas próximas sub seções, sendo que seus códigos para *download* estão disponíveis em (OLARIA, 2016)

5.2.1 Middleware EXEHDA

Esta seção registra, de modo resumido, a revisão feita sobre o middleware EXEHDA e seus subsistemas, proposto inicialmente em (YAMIN, 2004). Esta revisão é necessária para o entendimento de como os componentes propostos nesta dissertação são mapeados na arquitetura do middleware EXEHDA. O EXEHDA é um middleware adaptativo ao contexto e baseado em serviços que visa criar e gerenciar um ambiente ubíquo, bem como promover a execução, sob este ambiente, das aplicações que expressam a semântica siga-me. Estas aplicações são distribuídas, móveis e adaptativas ao contexto em que seu processamento ocorre, estando disponíveis a partir de qualquer lugar, todo o tempo (LOPES et al., 2013).

Aspectos funcionais e arquiteturais

O middleware EXEHDA tem como objetivo definir a arquitetura para um ambiente de execução destinado às aplicações da computação ubíqua, no qual as condições de contexto são proativamente monitoradas e o suporte à execução deve permitir que tanto a aplicação como ele

próprio utilizem estas informações na gerência da adaptação de seus aspectos funcionais e não-funcionais. Entende-se por adaptação funcional aquela que implica a modificação do código sendo executado. Por sua vez, adaptação não funcional é aquela que atua sobre a gerência da execução distribuída. Também a premissa siga-me das aplicações ubíquas deverá ser suportada, garantindo a execução da aplicação do usuário em qualquer tempo, lugar e dispositivo (LOPES et al., 2013).

As aplicações alvo são distribuídas, adaptativas ao contexto em que executam e compreendem a mobilidade lógica e a física. Na perspectiva do EXEHDA, entende-se por mobilidade lógica a movimentação entre dispositivos de artefatos de software e seu contexto, e por mobilidade física o deslocamento do usuário, portando ou não seu dispositivo.

Arquitetura de software do EXEHDA

A arquitetura de software do middleware EXEHDA é apresentada na figura 5.2.

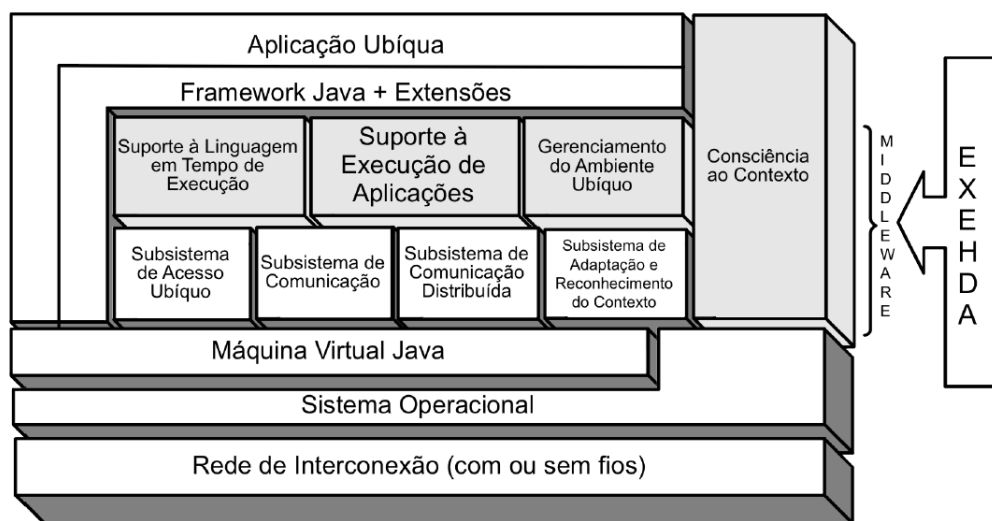


Figura 5.2 – Arquitetura de software do middleware EXEHDA. Fonte: Adaptada de (LOPES et al., 2014)

Os principais requisitos que o EXEHDA deve atender são: (i) gerenciar tanto aspectos não funcionais como funcionais das aplicações, de modo independente; (ii) dar suporte à adaptação dinâmica de aplicações; (iii) disponibilizar mecanismos para obter e tratar informações de contexto; (iv) empregar informações de contexto na tomada de decisões; (v) decidir as ações adaptativas de forma colaborativa com a aplicação, e; (vi) disponibilizar a semântica siga-me, permitindo ao usuário iniciar as aplicações e acessar dados a partir de qualquer lugar.

Ambiente ubíquo disponibilizado

O ambiente ubíquo é equivalente ao ambiente computacional onde recursos e serviços são gerenciados pelo EXEHDA com o propósito de atender os requisitos da computação ubíqua. A composição deste ambiente envolve tanto os dispositivos dos usuários, como os equipamentos da infraestrutura de suporte, todos instanciados pelo seu respectivo perfil de execução do middleware. A integração dos cenários da computação em grade, da computação móvel e da computação consciente de contexto é mapeada em uma organização composta pelo conjunto de células de execução do EXEHDA, conforme pode ser observado na figura 5.3 (LOPES et al., 2013).

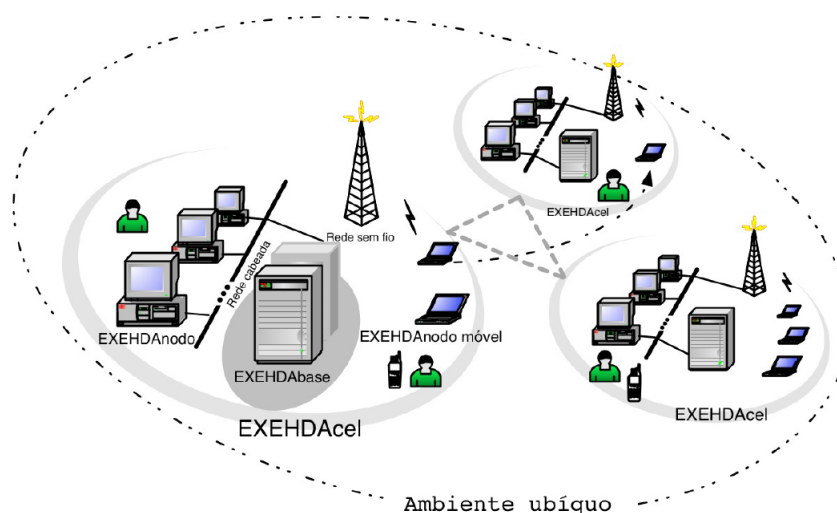


Figura 5.3 – Ambiente ubíquo. Fonte: (LOPES et al., 2014)

O meio físico sobre o qual o ambiente ubíquo opera é definido por uma rede infraestruturada, cuja composição final pode ser alterada pela agregação dinâmica de nodos móveis. Os recursos da infraestrutura física são mapeados para três abstrações básicas, as quais são empregadas na composição do ambiente ubíquo (LOPES et al., 2013):

- EXEHDAcels: indica a área de atuação de uma EXEHDAbase, e é composta por esta e por EXEHDAodos. Os principais aspectos considerados na definição da abrangência de uma célula são: o escopo institucional, a proximidade geográfica e o custo de comunicação;
- EXEHDAbase: é o ponto de convergência para os EXEHDAodos. É responsável por todos os serviços básicos do ambiente ubíquo e, embora constitua uma referência lógica única, seus serviços, sobretudo por questões de escalabilidade e desempenho, poderão estar distribuídos entre os vários dispositivos;

- EXEHDA_{node}: são os dispositivos de processamento disponíveis no ambiente ubíquo, sendo responsáveis pela execução das aplicações. Um subcaso deste tipo de recurso é o EXEHDA_{node} móvel. São os nodos do sistema com elevada portabilidade, tipicamente dotados de interface de rede para operação sem fio e, neste caso, integram a célula a qual seu ponto-de-acesso está subordinado. São funcionalmente análogos aos EXEHDA_{nodes}, porém eventualmente com uma capacidade mais limitada (por exemplo, PDAs).

O ambiente ubíquo é formado por dispositivos multi institucionais, o que gera a necessidade de adotar procedimentos de gerência análogos aos utilizados em ambientes de grade computacional (Grid Computing) (LOPES et al., 2013; YAMIN, 2004). A proposta de organização celular do ambiente ubíquo, dentre outros aspectos, resguarda a autonomia das instituições envolvidas.

Apesar de não contemplar mecanismos de gerência específicos para recursos especializados como impressoras, scanners, dentre outros, o EXEHDA permite a catalogação de tais recursos como integrantes de uma determinada célula do ambiente ubíquo, tornando-os, desta forma, passíveis de serem localizados dinamicamente e serem utilizados pelas aplicações ubíquas.

Composição de serviços

A prerrogativa de operação em um ambiente altamente heterogêneo, onde não só o hardware exhibe capacidades variadas de processamento e memória, mas também as bibliotecas de software disponíveis em cada dispositivo, motivaram a adoção de uma abordagem na qual um núcleo mínimo do middleware tem suas funcionalidades estendidas por serviços carregados sob demanda. Esta organização retrata um padrão de projeto referenciado na literatura como microkernel. Some-se a isto o fato de que esta carga sob demanda tem perfil adaptativo.

Deste modo, poderá ser utilizada versão de um determinado serviço, melhor sintonizada às características do dispositivo em questão. Isto é possível porque, na modelagem do EXEHDA, os serviços estão definidos por sua interface, e não pela sua implementação propriamente dita. A contraproposta à estratégia microkernel de um único binário monolítico, cujas funcionalidades cobrissem todas as combinações de necessidades das aplicações e dispositivos, se mostra inviável na computação ubíqua, cujo ambiente computacional apresenta uma alta heterogeneidade de recursos de processamento. Entretanto, o requisito do middleware em manter-se operacional durante os períodos de desconexão planejada motivou, além da concep-

ção de primitivas de comunicação adequadas a esta situação, a separação dos serviços que implementam operações de natureza distribuída em instâncias locais ao EXEHDA_{nodo} (instância nodal), e instâncias locais a EXEHDA_{base} (instância celular).

Portanto, observe-se que a EXEHDA_{base} é, por definição, uma entidade estável dentro da EXEHDA_{cel}, permitindo que os demais integrantes (recursos) da célula tenham um caráter mais dinâmico com relação a sua disponibilidade (presença estável) na célula.

O EXEHDA no que se refere à IoT, possui dois tipos de servidores: (i) Servidor de Borda, responsável por interagir com ambiente através de sensores e atuadores, realizando a coleta dos dados de contexto, bem como a execução de regras de contingência (prioritárias) e o armazenamento temporário das informações contextuais coletadas, em caso de falha de comunicação; e (ii) Servidor de Contexto, responsável por prover o armazenamento e o processamento dos dados contextuais, integrando informações históricas e aquelas provenientes de diferentes Servidores de Borda distribuídos no ambiente ubíquo. Estes servidores são alocados em células do ambiente ubíquo gerenciado pelo EXEHDA, onde cada célula possui um único Servidor de Contexto e pode possuir vários Servidores de Borda (vide figura 5.4).

5.2.2 Servidor do Projeto HELIX

O Servidor para o Projeto HELIX proposto por esta dissertação é executado em uma EXEHDA_{base}. Para que seja possível ao servidor executar ações no cenário da IoT, no qual é usual acontecerem eventos assíncronos e simultâneos, é necessário estabelecer regras para a tomada de decisões e assim priorizar os atendimentos.

O servidor de contexto do projeto HELIX utiliza regras do tipo ECA - Evento Condição Ação para determinar a prioridade de atendimento das solicitações. Na figura 5.5 é possível visualizar a sequência de operações típicas envolvendo os atores previstos para o Projeto HELIX. Este diagrama de sequências foi elaborado utilizando-se linguagem unificada de modelagem (UML do inglês *Unified Modeling Language*).

Suas funcionalidades de notificação e configuração estão descritas a seguir:

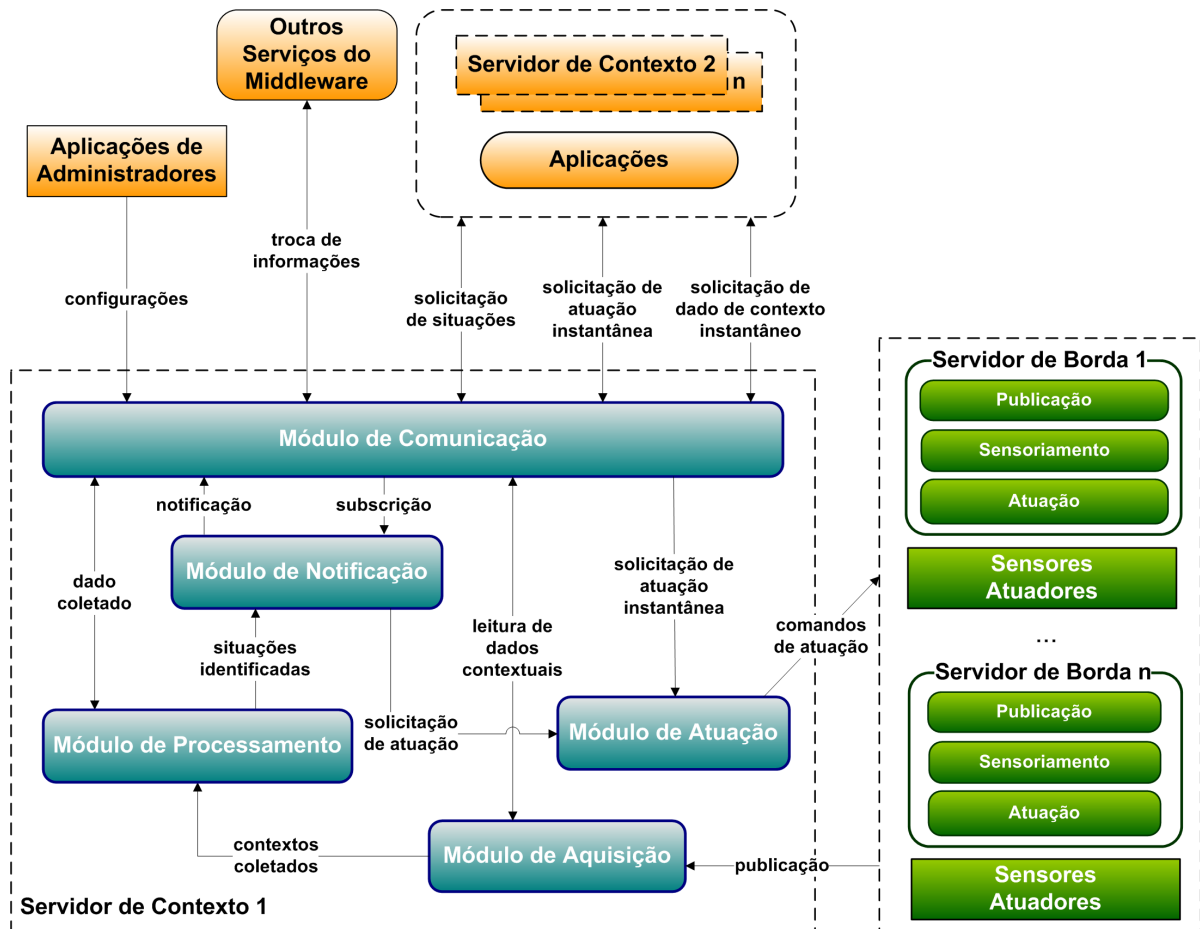


Figura 5.4 – Subsistema de Reconhecimento de Contexto e Adaptação do EXEHDA. Fonte: (LOPES et al., 2014).

- **Notificação de atividade:** O objetivo desta funcionalidade é caracterizar para o servidor do HELIX que os dispositivos móveis (Servidores de Borda) se encontram operacionais na rede, e portanto habilitados para participar das operações previstas para o HELIX. Os SmartPhones das PCDVs e Cuidadores enviam uma notificação de atividade periódica com tempo configurável, por exemplo a cada um minuto. Esta notificação é conhecida em telecomunicações pelo termo BEACON¹. Serão excluídos temporariamente da lista de cuidadores aqueles que não estiverem se anunciado ao servidor nos últimos 5 eventos de BEACON.
- **Notificação de desvio de rota:** O objetivo desta funcionalidade é alertar para a PCDV e para seus cuidadores que houve um desvio de rota pré programada. Por exemplo, o servidor do HELIX é capaz de identificar o contexto do local e horário previamente cadastrado de onde a PCDV deve se encontrar. Quando a PCDV se afastar 1Km do ponto de referência, o servidor irá disparar uma mensagem de alerta

¹BEACON - A tradução imediata é “farol”, nome dado à tecnologia de dispositivos que envia sinais sem fio rastreáveis periodicamente para um servidor.

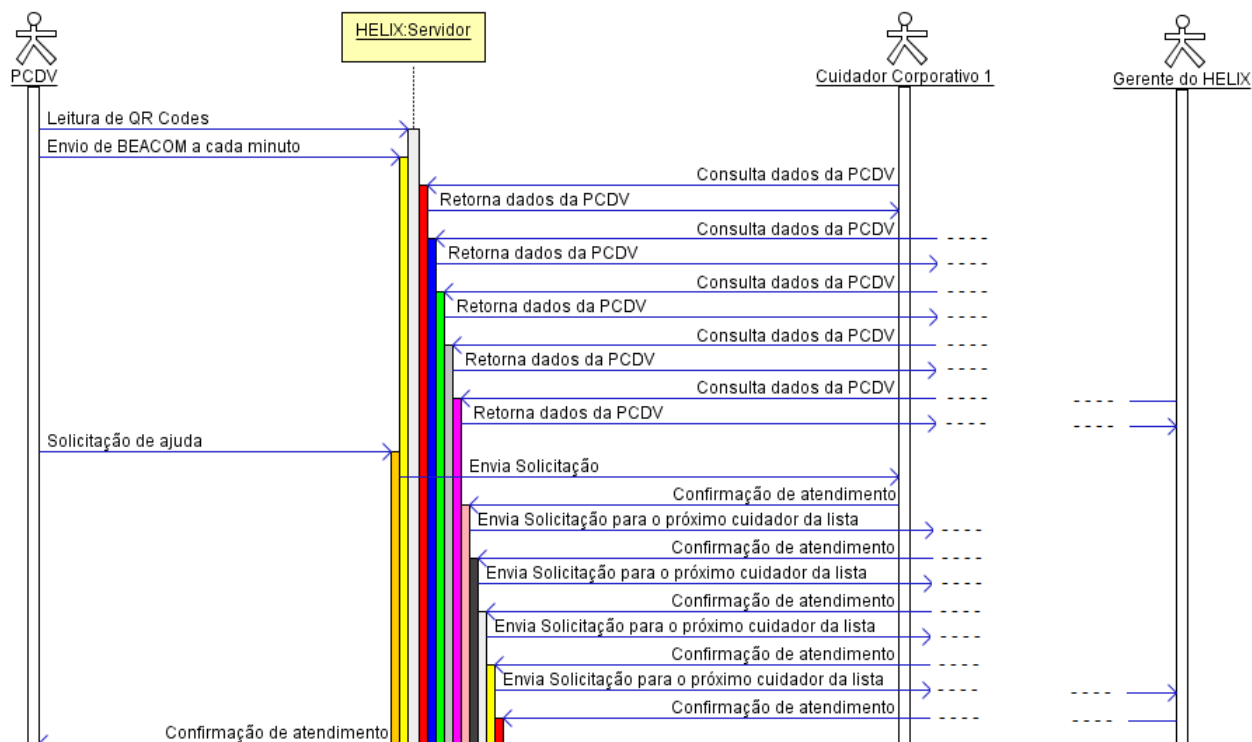


Figura 5.5 – Diagrama de sequência das funcionalidades do Servidor do HELIX. Fonte: Próprio Autor.

informando aos cuidadores e à PCDV que ela está fora da sua rota. Além disso, para o componente dos cuidadores, o HELIX enviará um número configurável de coordenadas GPS - (tracking). Esta funcionalidade poderá ser útil caso a PCDV estiver sozinha se deslocando para um local incorreto daquele previamente cadastrado ou ainda em casos de sequestros.

- **Configuração:** Esta funcionalidade tem o objetivo de permitir aos usuários do HELIX realizarem todas as configurações prévias que o componente necessita para funcionar. São elas:
 - Configuração de cuidadores e sua posição na lista de prioridade de atendimento de alertas de acordo com o ambiente e faixas de horários, podendo inclusive incluir cuidadores voluntários nesta lista;
 - Configuração da distância máxima de voluntários ao redor da PCDV para que sejam incluídos na lista de atendimento de prioridades de atendimento;
 - Configuração dos tempos de resposta de cada cuidador para que o servidor possa procurar o próximo cuidador da lista em caso de não haver confirmação de atendimento do cuidador atual.

- Configuração de quem poderá ter acesso ao seu histórico de informações;
- Configuração dos pontos de referência bem como o raio de ação para o disparo de alertas de desvio de rotas;
- Configuração do tempo para envio periódico da notificação de atividade (BEACON) de cada usuário do HELIX;
- Configuração do número de coordenadas que deverão ser enviadas como tracking para o cuidador quando a PCDV se desviar de sua rota.

Na figura 5.5 estão considerados somente os atores que se anunciaram previamente na rede, aos quais a PCDV pode enviar uma solicitação de ajuda.

5.2.3 Assistente de Acessibilidade (AA)

O AA - Assistente de Acessibilidade é o componente que fica de posse da PCDV. Ele é responsável por prestar suporte diretamente na obtenção das informações contextuais relevantes a localização do usuário e também prestar auxílio, caso o usuário se encontre perdido ou tenha alguma eventual emergência. O AA explora a possibilidade de através da memorização, PCDVs com experiência poderem utilizar aplicativos sem a possibilidade de olharem para o dispositivo (BECKER et al., 2009).

Apesar da possibilidade da memorização dos recursos oferecidos por uma interface, com o sentido de qualificar a relação com o seu usuário PCDV, o AA utiliza um processo de leitura audível de sua interface. Essa leitura acontece sempre que o usuário manter o dedo pressionado sobre um dos botões que compõem a sua interface por alguns segundos, assim, o usuário terá a certeza de qual botão está selecionando sem executar o comando referente ao botão.

O retorno audível empregado pelo AA utiliza a mesma linguagem padrão selecionada nas configurações de idioma do Smartphone, portanto, se o usuário trocar a linguagem nativa do seu Smartphone, a linguagem audível do AA também mudará automaticamente. Essa característica do AA facilita a utilização do mesmo por PCDVs de outras nacionalidades.

O AA consiste de uma ferramenta capaz de interpretar e ler o conteúdo das Etiquetas de Acessibilidades distribuídas pelo ambiente, assim, fornecendo as PCDV um meio para obter as informações de seu interesse sem precisar de auxílio de terceiros, figura 5.6.

O AA possui dois botões, um para leitura de etiquetas QR CODE , e um botão de emergência chamado "*Panic Button*" o qual será responsável pela solicitações de ajuda pelo PCDV.



Figura 5.6 – Tela do Assistente de Acessibilidade - AA. Fonte: Próprio autor.

Na implementação das funções de execução de cada botão também foram aplicadas estratégias de retorno audível e/ou por vibração do Smartphone para informar cada evento ao usuário deficiente visual.

A seguir serão caracterizadas as funcionalidades do AA:

- **Botão "Ler Etiqueta":** Ao ser pressionado emite um comando que provoca uma vibração no Smartphone e logo após abre uma tela de leitura de Etiqueta de Acessibilidade. O processo de leitura da etiqueta consiste em aproximar a câmera do Smartphone da etiqueta, para que o AA possa obter os dados da mesma. O AA avisa por meio audível o usuário com a mensagem "aguardando leitura", caso a etiqueta ainda não tenha sido capturada, mas caso tenha sido capturada com sucesso também é informado por meio audível, através de um "bip" e acompanhado com uma vibração do Smartphone. A funcionalidade de leitura da etiqueta emprega a mensagem "R-Code Identificado" através da qual são enviadas ao Servidor do HELIX as informações relacionadas abaixo:
 - ID e nome da PCDV;
 - Número do telefone;
 - Etiqueta lida, somente será enviada a informação a primeira vez, caso a PCDV realize novamente a leitura da mesma etiqueta o Servidor de Borda é capaz de interpretar a leitura duplicada e não enviar a leitura sobreposta;
 - Coordenadas GPS do dispositivo, somente envia a coordenada se a posição GPS variar de um ambiente para outro.

- Situação da bateria do Smartphone, somente envia a informação se houver variação em relação à última situação da bateria enviada;
 - Horário de coleta de cada uma destas informações.
- **Botão "Panic Button"**: O botão vermelho com a exclamação é denominado "Panic Button". A sua função é informar servidor do HELIX a existência de uma situação de emergência por parte da PCDV, na qual o mesmo necessita de ajuda imediata.

Na figura 5.7 pode ser observado os diferentes estados que pode se encontrar o AA quando da sua operação pela PCDV.

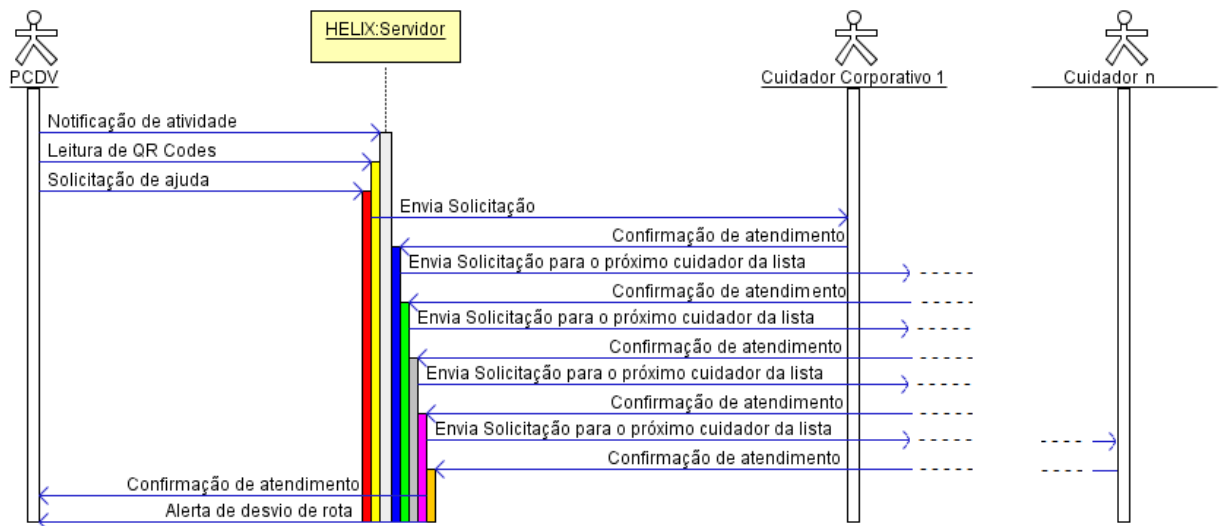


Figura 5.7 – Diagrama de sequência do Assistente de Acessibilidade - AA. Fonte: Próprio Autor.

Primeiramente ocorre a notificação de atividade, mensagem esta que informa periodicamente ao servidor do HELIX que a PCDV está ativa na rede. Após a leitura de alguma etiqueta QR-Code, o servidor de borda verifica se esta contém a mesma informação da última etiqueta lida. Caso negativo, a informação da nova etiqueta lida é transmitida ao servidor.

A solicitação emergência pode ser de duas naturezas. A primeira natureza é na ocorrência da PCDV encontrar-se perdida dentro da área de cobertura do Projeto HELIX - Indoor, assim, ao pressionar esse botão o Smartphone vibra indicando que a solicitação foi enviada, o servidor do HELIX inicia então o processo de busca do cuidador mais próximo baseando-se na lista de cuidadores previamente configurada para o local e horário onde se encontra a PCDV. Caso o primeiro cuidador não responda a solicitação, a mensagem é enviada ao próximo da lista e esta sequência só termina quando um dos cuidadores confirma o atendimento, podendo esta sequência chegar até a figura do Gerente do HELIX. As informações passadas nesta solicitação de atendimento são:

- ID e nome da PCDV
- Número do telefone
- Última etiqueta lida contendo o local e hora para que o cuidador saiba o ambiente onde a PCDV se encontra aproximadamente.
- Situação da bateria do Smartphone, para que o cuidador tenha conhecimento se pode ou não realizar uma chamada telefônica à PCDV.

A segunda natureza é na ocorrência da PCDV encontrar-se fora da área de cobertura do Projeto HELIX - Outdoor, assim, ao pressionar esse botão o Smartphone vibra indicando que a solicitação foi enviada, e o Servidor do HELIX inicia o processo de busca pelo cuidador mais próximo previamente cadastrado para o local e horário onde se encontra a PCDV aproximadamente. Caso o primeiro cuidador não responda a solicitação, a mensagem é enviada ao próximo da lista e esta sequência só termina quando um dos cuidadores confirma o atendimento, podendo esta sequência chegar até a figura do Gerente do HELIX. As informações passadas nesta solicitação de atendimento são:

- ID e nome da PCDV;
- Número do telefone;
- Tracking das últimas coordenadas GPS do dispositivo. O número de coordenadas armazenadas para o tracking é previamente configurado no Servidor do HELIX;
- Situação da bateria do Smartphone, para que o cuidador tenha conhecimento se pode ou não realizar uma chamada telefônica à PCDV.

Em qualquer situação, caso não haja rede disponível, o Dispositivo móvel (Servidor de Borda) do HELIX armazena as informações até que se possa obter uma rede novamente com condições de transmitir os dados ao Servidor do HELIX. Caso a PCDV pressione o "Panic Button" em uma condição off line da rede, então o HELIX entra em discagem automática via telefonia móvel para um número previamente cadastrado no Smartphone da PCDV. Alguns alertas são emitidos automaticamente, sem a necessidade de interação dos usuários, a notificação de desvio de rota conforme já descrito anteriormente e o estado crítico da bateria abaixo de 15% são exemplos de notificações autônomas.

Para o retorno audível empregado pelo AA foi utilizada uma API do Google, na qual, após a captura da Etiqueta de Acessibilidade, realiza a leitura da mesma por meio audível, assim, eliminando a necessidade de realizar pré-gravações do conteúdo das etiquetas e também

de ocupar a memória do dispositivo móvel. O retorno audível utiliza mesma linguagem padrão selecionada nas configurações de idioma do Smartphone, portanto, se o usuário trocar o idioma do seu Smartphone, a linguagem audível do AA também mudará automaticamente. Essa característica do AA facilita a utilização do mesmo por PCDV de outras nacionalidades.

5.2.4 Monitor Dos Cuidadores (MC)

O MC - Monitor dos Cuidadores é o componente que fica de posse pelo responsável da PCDV, sendo facultado que um deficiente visual possa ter mais de um responsável.

O objetivo do MC é informar ao responsável pela pessoa deficiente todos os eventos que acontecem no AA da PCDV, assim, promovendo um acompanhamento da mesma pelo seu respectivo responsável. Inicialmente no âmbito do projeto HELIX, a equipe de pesquisa estava considerando a possibilidade de se utilizar um outro componente do HELIX, o monitor empresarial (ME). Este monitor empresarial chegou a ser prototipado por um integrante da equipe de pesquisa do projeto HELIX enquanto desenvolvia o seu Trabalho de Conclusão de Curso - TCC. No entanto, com o intuito de prover uma solução que não necessita de hardware específico, a equipe optou por utilizar a mesma proposta do monitor empresarial em um Smartphone com as mesmas funcionalidades do Monitor dos Cuidadores apenas se diferenciando um do outro no que tange à sua utilização pessoal. O MC foi concebido para uso pessoal e intransferível, já o ME é o componente que ficará de posse do cuidador corporativo que estiver de serviço naquele momento, passando o Smartphone para o funcionário que assumir o seu posto de trabalho no turno subsequente.

O monitor móvel possui a funcionalidade de receber as mensagens de notificação na tela do Smartphone, caso o usuário queira visualizar o histórico das etiquetas lidas ou a localização da PCDV, estas informações são disponibilizadas na abertura do componente no Smartphone. Botões com os labels de Histórico da PCDV e Localização GPS são disponibilizados ao usuário para que o mesmo possa optar por qual tela o mesmo deseja acompanhar a PCDV. Uma terceira tela é exibida ao cuidador ao receber uma notificação de solicitação de ajuda contendo um botão de confirmação de atendimento.

No caso de receber uma notificação de leitura de etiqueta ou uma notificação de solicitação de ajuda, o componente dos cuidadores executará uma rotina de alertas visuais e sonoros no Smartphone do cuidador, o qual após a confirmação de atendimento efetuada pelo usuário, receberá do servidor do HELIX as seguintes informações referentes ao seu PCDV:

- ID e nome da PCDV;
- Número do telefone;
- Local, data e hora;
- Dados da última etiqueta lida caso a PCDV esteja Indoor;
- Tracking GPS caso a PCDV esteja outdoor;
- Situação da bateria do Smartphone da PCDV (esta informação somente será enviada quando a bateria estiver em nível crítico de 15% ou menos).

Ao confirmar o atendimento da notificação de alerta pelo usuário, o servidor interromperá o processo de busca pelos cuidadores e informará à PCDV que a sua solicitação de atendimento foi atendida. Com as informações passadas ao monitor dos cuidadores pelo servidor do HELIX, o cuidador poderá contatar a PCDV, verificar a sua necessidade e identificar a localização da mesma para atendê-la da forma mais rápida e eficiente possível. Na figura 5.8 podem ser visualizadas as telas do Monitor dos Cuidadores, em a) uma notificação de alerta através de solicitação de ajuda com o botão de confirmação de atendimento; em b) a tela com a localização GPS da PCDV e o botão para o cuidador acessar o histórico das últimas etiquetas lidas; em c) a tela de histórico da PCDV e o botão de acesso à localização GPS da PCDV.

5.2.5 Gerenciamento dos recursos

Atendendo a premissa de que as informações devem estar acessíveis independentemente do dispositivo computacional, as tecnologias utilizadas pelas aplicações no âmbito do projeto HELIX devem possuir recursos que permitam se ajustarem às mudanças ocorridas no ambiente de execução. Considerando isto, no desenvolvimento da aplicação Web foram empregadas tecnologias responsivas no seu layout. O layout é considerado responsivo, quando ele se adapta ao tamanho da tela do dispositivo, sem prejudicar suas funcionalidades. Portanto, a aplicação pode ser acessada da mesma forma, tanto por Desktops e Notebooks como por Tablets e Smartphones.

A aplicação para gerência dos recursos de sensoriamento e atuação desenvolvida para o Servidor de Contexto é responsável por realizar as operações básicas utilizadas em banco de dados relacionais, ou seja, está capacitada a cadastrar, ler, atualizar e remover dados na camada

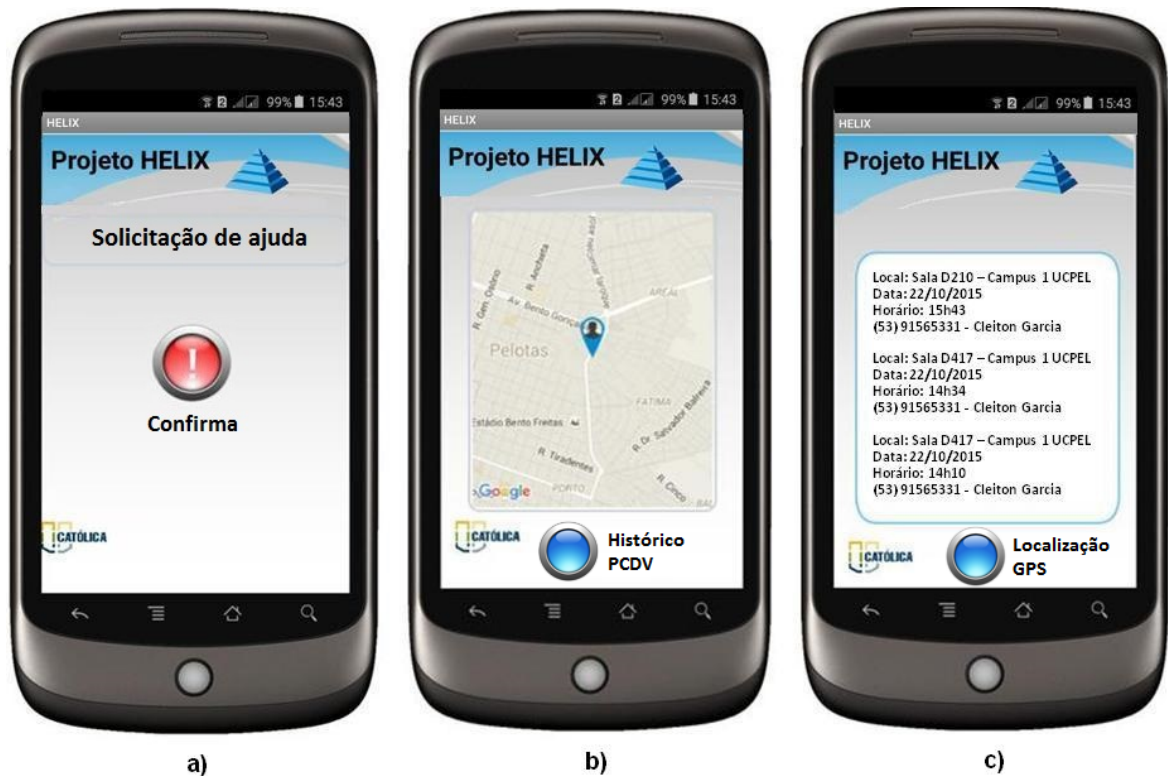


Figura 5.8 – Telas do componente Monitor dos Cuidadores do HELIX. Fonte: Próprio Autor.

de armazenamento do Repositório Híbrido de Informações Contextuais. A aplicação foi desenvolvida utilizando princípios arquiteturais REST, possibilitando que qualquer operação possa ser realizada por uma URI específica. Ao acessar cada URI, parâmetros devem ser passados viabilizando assim que diversas funções requisitadas pelo Servidor de Contexto possam ser efetuadas.

O acesso à aplicação de gerenciamento somente acontece por meio de login, onde o usuário poderá cadastrar os cuidadores da PCDV e a ordem de prioridade de atendimento de alertas conforme o contexto, (local, horário, etc.)

Considerando estes aspectos, algumas funcionalidades foram criadas, as quais estão descritas a seguir:

- **Servidores de borda:** permite cadastrar todos os atores do HELIX, Assistente de Acessibilidade - AA, Monitor dos Cuidadores – MC, pessoal e corporativo e o Gerente do HELIX, figura 5.9.
- **Regras:** permite que sejam carregadas regras em arquivos Python, vinculadas aos AAs e/ou contextos de interesse para serem utilizadas no processamento das informações contextuais.

ID	NOME	DESCRIÇÃO	URL	ACCESS TOKEN	STATUS	
5	Assistente de Acessibilidade	Assistente de Acessibilidade	http://localhost/		●	
4	Monitor Corporativo - UCPEL Institucional	Monitor Corporativo - UCPEL Institucional	http://localhost/		●	
6	Monitor dos Cuidadores - Pessoal 1	Monitor dos Cuidadores - Pessoal 1	http://10.0.1.106:8000/	810a8976ee10d3c40753d90d06869f2add0aca25	●	
7	Monitor dos Cuidadores - Pessoal 2	Monitor dos Cuidadores - Pessoal 2	http://10.0.1.106:8000/	810a8976ee10d3c40753d90d06869f2add0aca25	●	
8	Monitor dos Cuidadores - Pessoal 3	Monitor dos Cuidadores - Pessoal 3	http://10.0.1.106:8000/	810a8976ee10d3c40753d90d06869f2add0aca25	●	
9	Gerente do Helix	Gerente do Helix	http://10.0.1.106:8000/	810a8976ee10d3c40753d90d06869f2add0aca25	●	

© EXEHDA

Figura 5.9 – Tela de cadastro dos atores do HELIX. Fonte: Próprio Autor.

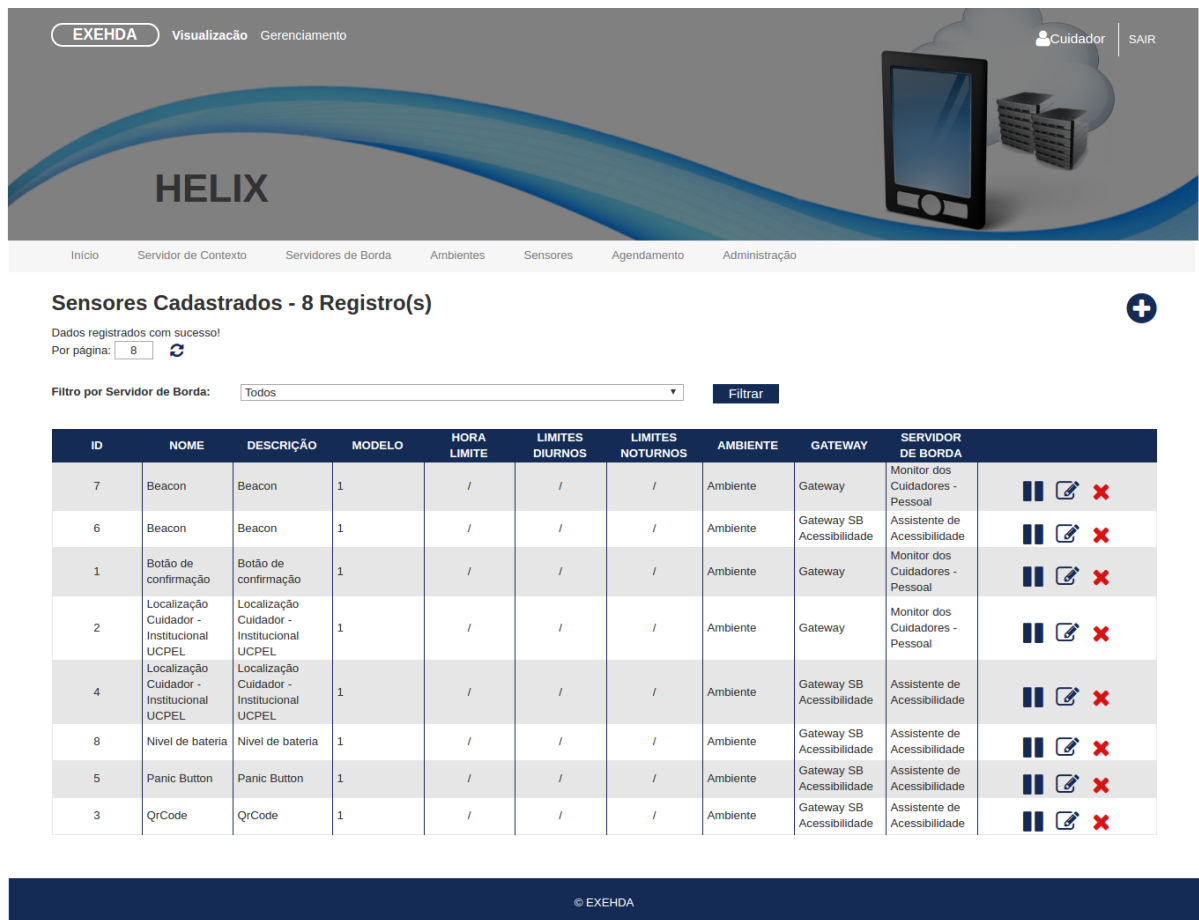
- **Sensores:** responsável por configurar os sensores (botões dos componentes), bem como a vinculação de cada sensor ao componente o qual estará atrelado, figura 5.10;

A aplicação no seu modo de visualização possibilita a seleção de um ou mais sensores, dentro de um contexto de interesse, para exibição do registro histórico das suas informações contextuais. Na figura 5.11 pode-se verificar o histórico de leitura de QR-Codes por uma PCDV, estas informações são apresentadas na forma de um relatório textual.

5.3 Considerações sobre o capítulo

Neste capítulo foi apresentada proposta desta dissertação de mestrado para o Projeto HELIX, sua arquitetura e uma visão das suas funcionalidades, na perspectiva dos diferentes componentes de hardware e software envolvidos.

No próximo capítulo serão abordadas as principais tecnologias utilizadas no desenvolvimento da prototipação, bem como o a avaliação feita junto a comunidade envolvida com PCDVs na cidade de Pelotas.



EXEHDA Visualização Gerenciamento

Cuidador SAIR

HELIX

Início Servidor de Contexto Servidores de Borda Ambientes Sensores Agendamento Administração

Sensores Cadastrados - 8 Registro(s)

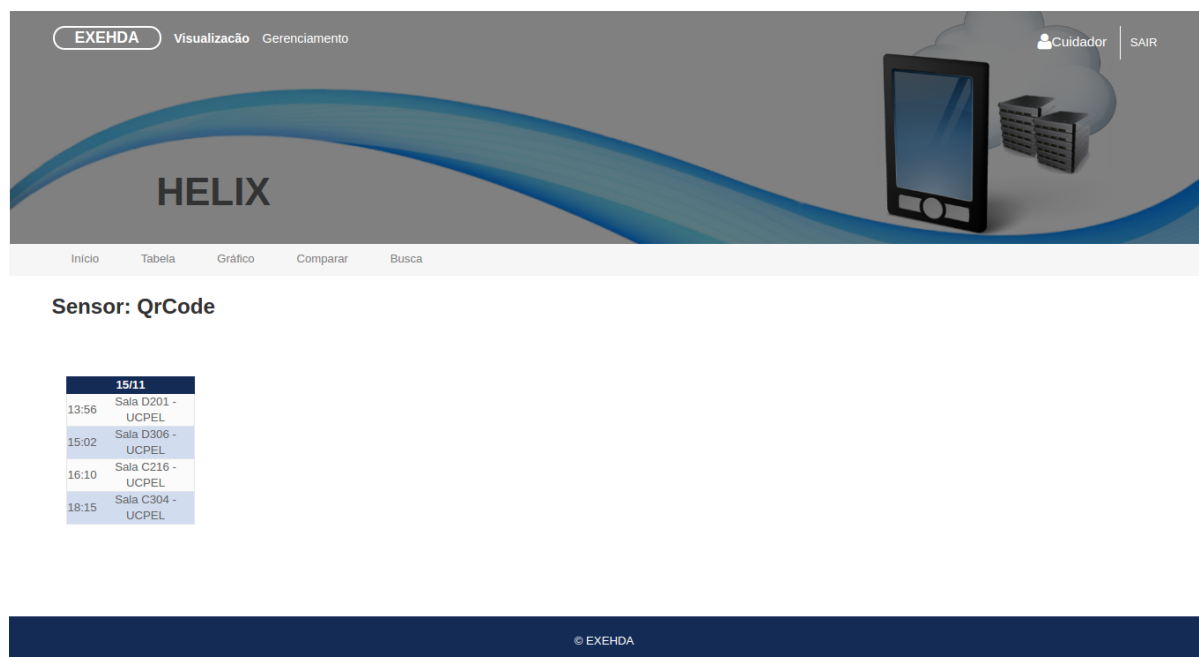
Dados registrados com sucesso!
Por página: 8

Filtro por Servidor de Borda: Todos Filtrar

ID	NOME	DESCRIÇÃO	MODELO	HORA LIMITE	LIMITES DIURNOS	LIMITES NOTURNOS	AMBIENTE	GATEWAY	SERVIDOR DE BORDA	
7	Beacon	Beacon	1	/	/	/	Ambiente	Gateway	Monitor dos Cuidadores - Pessoal	✖
6	Beacon	Beacon	1	/	/	/	Ambiente	Gateway SB Acessibilidade	Assistente de Acessibilidade	✖
1	Botão de confirmação	Botão de confirmação	1	/	/	/	Ambiente	Gateway	Monitor dos Cuidadores - Pessoal	✖
2	Localização Cuidador - Institucional UCPEL	Localização Cuidador - Institucional UCPEL	1	/	/	/	Ambiente	Gateway	Monitor dos Cuidadores - Pessoal	✖
4	Localização Cuidador - Institucional UCPEL	Localização Cuidador - Institucional UCPEL	1	/	/	/	Ambiente	Gateway SB Acessibilidade	Assistente de Acessibilidade	✖
8	Nível de bateria	Nível de bateria	1	/	/	/	Ambiente	Gateway SB Acessibilidade	Assistente de Acessibilidade	✖
5	Panic Button	Panic Button	1	/	/	/	Ambiente	Gateway SB Acessibilidade	Assistente de Acessibilidade	✖
3	QrCode	QrCode	1	/	/	/	Ambiente	Gateway SB Acessibilidade	Assistente de Acessibilidade	✖

© EXEHDA

Figura 5.10 – Tela de cadastro dos sensores dos componentes do HELIX. Fonte: Próprio Autor.



EXEHDA Visualização Gerenciamento

Cuidador SAIR

HELIX

Início Tabela Gráfico Comparar Busca

Sensor: QrCode

15:11	
13:56	Sala D201 - UCPEL
15:02	Sala D306 - UCPEL
16:10	Sala C216 - UCPEL
18:15	Sala C304 - UCPEL

© EXEHDA

Figura 5.11 – Tela de visualização do histórico das leituras das etiquetas QR-Codes de uma determinada PCDV. Fonte: Próprio Autor.

6 HELIX: CENÁRIO DE USO E TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Este capítulo apresenta a avaliação de usabilidade das funcionalidades concebidas para o Projeto HELIX por esta dissertação de mestrado. As avaliações foram feitas considerando a abordagem proposta para o cenário de uso previsto na área de acessibilidade.

Este capítulo também resume as principais tecnologias empregadas no desenvolvimento do protótipo utilizado nas avaliações.

6.1 Principais Tecnologias Empregadas

Esta seção resume as características das principais tecnologias empregadas no protótipo para avaliação das funcionalidades propostas para o Projeto HELIX nesta dissertação.

Plataforma Android

O *Android* é na atualidade o sistema operacional para dispositivos móveis mais difundido. Um total que ultrapassa um bilhão de equipamentos, entre *Smartphones* e *Tablets* emprega o mesmo (ANDROID, 2015). A opção por iniciar os trabalhos no Projeto HELIX empregando o *Android* é decorrência direta do mesmo ser *open-source*, potencializando seu emprego em pesquisas científicas.

Para o desenvolvimento de software para os dispositivos móveis no HELIX foi empregado o *Android Studio* (SMYTH, 2016).

O *Android Studio* é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) oficial para o desenvolvimento de aplicativos para a plataforma *Android* e é baseado no *IntelliJ IDEA*. Além do editor de código e das ferramentas de desenvolvedor avançados do *IntelliJ*, o *Android Studio* oferece diversos outros recursos para aumentar sua produtividade na criação de aplicativos *Android*, como:

- Um sistema de compilação flexível baseado no *Gradle*
- Um emulador rápido com muitos recursos
- Um ambiente unificado onde você pode desenvolver para todos os dispositivos *Android*

- Instant Run para enviar alterações a aplicativos em execução sem compilar um novo APK
- Ferramentas e estruturas de teste abrangentes
- Compatibilidade integrada com o Google Cloud Platform, facilitando a integração do Google Cloud Messaging e do App Engine

Mais especificamente, as aplicações utilizadas nos testes da dissertação foram concebidas empregando o Android Studio versão 2.2, e estão sendo processadas com sucesso nas versões *Android 4.4 KitKat e superiores*.

Padrão arquitetural REST

A *Representational State Transfer* (REST), é uma abstração da arquitetura definida para a World Wide Web (Web), constituindo um estilo arquitetural que consiste de um conjunto de definições arquiteturais aplicadas a componentes, conectores e elementos de dados dentro de um sistema de hipermídia distribuído. O padrão arquitetural REST ignora os detalhes internos da implementação de componentes de software e a sintaxe de protocolos, com o objetivo de focar nos papéis dos componentes, nas restrições sobre sua interação com outros componentes e na sua interpretação de elementos de dados mais significativos.

O termo transferência de estado representacional foi introduzido e definido no ano de 2000 por Roy Fielding, um dos principais autores da especificação do protocolo HTTP que é a base da Internet, na sua tese de doutorado (FIELDING, 2000).

Elementos da arquitetura REST

O padrão arquitetural REST compreende um conjunto de componentes, conectores e dados, cada qual desempenhando um papel específico dentro da arquitetura:

- **Componentes:** constituem as partes dentro de modelo arquitetural que são responsáveis por realizar transformações em dados. São exemplos de transformações, modificar o formato de um dado, mesclar dados, operações matemáticas em geral, etc;
- **Conectores:** são os mecanismos responsáveis por realizar a comunicação e a transferência de dados entre componentes. Como exemplos destes mecanismos, podemos citar protocolos de transferência de mensagens, compartilhamento de informações e fluxos de dados;

- **Dados:** diz respeito aos elementos que contém um conjunto e informações que são transferidas entre os componentes através dos conectores.

O Comportamento e forma de como os componentes se comunicam entre si são regidos pela configuração da arquitetura, por sua vez, o papel funcional de cada componente e como estes são organizados definem as propriedades da arquitetura.

Características do REST

O padrão arquitetural REST prevê um conjunto de características que regem seu padrão operacional. As principais estão resumidas a seguir:

- **Cliente-Servidor:** A adoção de estilo arquitetural Cliente-servidor tem por objetivo separar as responsabilidades entre cliente e servidor, onde o servidor fica responsável pelas operações de manipulação (processamento) e armazenagem de dados, enquanto o cliente fica responsável pela criação de interfaces para integração com o usuário final. Este princípio capacita a arquitetura para cumprir o requisito de escalabilidade na Internet em múltiplos domínios organizacionais.
- **Sem estado:** Esta característica significa que o servidor não armazena informações do cliente, onde o mesmo envia todas informações necessárias para o entendimento das requisições ao servidor. Isto induz a uma Viabilidade, Reabilidade e Escalabilidade. Pode haver uma desvantagem em relação a esta característica, pelo fato de que pode haver uma sobrecarga na rede quando há uma série de requisições com grande volume de informações.
- **Cache:** O sistema de cacheamento reflete em uma maior eficiência na utilização da rede, pois quando uma requisição é rotulada como cacheável, ela permite que seus dados sejam armazenados para uso em requisições equivalentes. Redução esta perceptível ao usuário final, no momento que há uma menor latência nas séries de iterações realizadas.
- **Interface Uniforme:** É a característica que distingue o estilo arquitetura REST de outros estilos baseados em rede por meio de uma interface uniforme entre os componentes. A construção das interfaces entre os componentes seguem as seguintes premissas: identificação de recursos, manipulação de recursos através de representações, mensagens auto descritivas, e hypermedia como o motor de controle de estado da aplicação.

- Sistema Modular: Por meio de um sistema arquitetural modular, capacita a arquitetura a ser composta em camadas hierárquicas onde os componentes não "enxergam" as operações intermediárias à sua iteração cliente-servidor. A combinação de um sistema modular com uma interface uniforme permite componentes individuais configurados de forma particular.
- Código Sobre Demanda: Característica relacionada com a escalabilidade de aplicações REST, pelo fato que esta característica permite que as funcionalidades dos clientes sejam estendidas por meio de download e execução de códigos em forma de applets ou scripts.

Código de Barras QR-Code

O QR-Code é um código de barras de duas dimensões desenvolvida em 1994 pela empresa japonesa Deso-Wave do grupo Toyota, e aprovado como padrão internacional ISO (ISO/IEC 18004, 2006). Este código de barras é considerado de duas dimensões ou bi-dimensional (Barcode 2D), pelo fato de armazenar os dados em duas direções, horizontal e vertical, na sua estrutura matriz, diferenciando-se assim, do código de barras de uma dimensão, no qual, é linear e os dados estão somente na posição horizontal, conforme o ilustrado na figura 6.1.



Figura 6.1 – Códigos de barras uni e bi-dimensionais. Fonte:(WORDPRESS, 2016).

O QR-Code tem seu emprego difundido em vários países do mundo, e apresenta as seguintes características (SOON, 2008; ISO/IEC 18004, 2006):

- Grande capacidade de armazenamento de dados;

- Suportar codificação de diferentes tipos de caracteres: alfanuméricos, kanji (símbolos da escrita japonesa), cyrillic (símbolo da escrita russa), código binário, acessar link da Web, entre outros;
- A empresa Denso-Wave possui a patente da tecnologia e disponibilizou a licença de uso livre para domínio público e sem custos;
- Existem aplicativos de leitura disponíveis gratuitamente para instalação para Smartphones.

Na tabela 6.1 está descrito os tipos de capacidades de dados que um QR-Code pode armazenar.

Tabela 6.1 – Tipos e capacidade de dados do código QR-Code. Fonte: Adaptado de (DENSO, 2016)

Capacidade de dados de etiquetas QR-Code	
Somente Numéricos	Até 7.089 caracteres
Alfanuméricos	Até 4.296 caracteres
Binário	Até 2.953 bytes
Kanji	Até 1.817 caracteres

Comparação do QR-Code em relação a outros códigos de barras

Existem diversos outros tipos de códigos de barras de duas dimensões tal como o QR-Code, alguns são semelhantes, podendo até serem confundidos por pessoas leigas. Entretanto, a diferença não se dá apenas no aspecto visual, mas principalmente na capacidade de armazenamento de informação. Na figura 6.2 tem-se um comparativo entre alguns tipos de códigos de barras bidimensionais.

Como pode-se observar, dependendo do tipo de dado, o QR-Code consegue armazenar o dobro de informação que o DataMatrix, que é o segundo colocado, dentre os demais códigos.

Por sua vez, com relação ao código de barras tradicional, por conter informações tanto na parte horizontal como na vertical, o QR-Code é capaz de codificar a mesma quantidade de dados em cerca de um décimo do espaço.

Uma característica do leitor utilizado no aplicativo HELIX é que além de interpretar QR-Code, ele também é capaz de interpretar código DataMatrix.




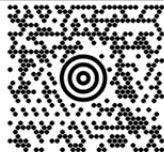
					
		QR Code	PDF 417	Data Matrix	Maxi Code
Desenvolvedor (País)		DENSO Japão	Symbol Technologies EUA	RVSI Acuity CiMatrix EUA	UPS EUA
Capacidade de armazenamento	Numérico	7089	2710	3136	138
	Alfanumérico	4296	1850	2355	93
	Binário	2953	1018	1556	---
	Ideograma Kanji	1817	554	778	---
Principais características		Alta capacidade. Impressão reduzida. Alta capacidade de leitura.	Alta capacidade.	Pequeno tamanho de impressão.	Alta velocidade de leitura.
Principais usos		Todas as categorias	Segmentado	Segmentado	Segmentado
Normalização		AIM International JIS/ISSO	AIM International ISO	AIM International ISO	AIM International ISO

Figura 6.2 – Comparativo entre os principais códigos bidimensionais existentes no mercado. Fonte: (DENSO, 2016).

No Brasil o DataMatrix será amplamente utilizado pelo Sistema de Rastreamento de Medicamentos a partir de 2017, assim, melhorando o sistema de identificação, localização e ao combate de contrabando de medicamentos no país. A utilização desse código foi aprovada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e prevê a sua total implementação até 2019.

Aspectos físicos do QR-Code

Por possuir alta capacidade codificação de dados, o QR-Code se torna relativamente compacto no que diz respeito a necessidade de área.

O QR-Code tem a capacidade de correção de erros. Os dados podem ser restaurados, mesmo que o código esteja parcialmente sujo ou danificado. Pode ser legível em qualquer direção (360°), isto é, o QR-Code por possuir um padrão de localização de referências em sua matriz de construção, localizados nos três cantos do código, assim, independentemente da sua posição ele pode ser decifrado por um interpretador de QR-Code.

Google Cloud Messaging

O Google Cloud Messaging (GCM) é um serviço gratuito, disponibilizado pela Google, que auxilia os programadores a implementarem uma comunicação entre cliente-servidor de uma maneira otimizada através da técnica de Pushing. O GCM pode ter como cliente aplicações Android ou aplicações para o Google Chrome e no lado servidor a aplicação pode ser implementada em qualquer linguagem que seja capaz de realizar conexão através do protocolo HTTP (MACLEAN; KOMATINENI; ALLEN, 2015).

Uma mensagem de alerta do GCM para o dispositivo móvel pode ser de dois tipos: (i) uma mensagem Send-to-Sync, que é uma mensagem que avisa ao dispositivo que há dados a serem obtidos no servidor, como tradicionalmente acontece na técnica de Pushing, ou, (ii) uma mensagem que já carrega consigo os novos dados, ou seja, o GCM pode avisar que há dados a serem obtidos ou pode já diretamente enviar esses dados.

O serviço do Google Cloud Messaging pode ser usado por uma aplicação servidora, podendo ser um webservice ou uma tarefa gerenciada por uma rotina no sistema operacional para enviar mensagens e notificações,

Essas notificações podem disparar a busca de novos dados pelo aplicativo móvel, promover a execução de diferentes rotinas internas, uma vez que a mensagem poderá conter informações que terão diferentes interpretações pelo lado cliente.

Java

A linguagem de programação *Java* é uma linguagem de programação projetada para permitir o desenvolvimento de aplicações que possam ser portadas para uma ampla variedade de plataformas de computação, isto é, a partir de um mesmo código fonte, podem ser produzidos binários executáveis para equipamentos e/ou sistemas operacionais diferentes.

Java vem sendo largamente empregada, de *laptops* a *datacenters*, em supercomputadores científicos, telefones celulares à *Internet*. Deste modo, *Java* é uma tecnologia chave para o desenvolvimento de *software* na Computação Ubíqua, e em particular para o cenário da IoT aonde a heterogeneidade de equipamentos se mostra bastante elevada (GOSLING et al., 2014).

Nesta dissertação de mestrado a linguagem *Java* foi empregada na implementação das aplicações *Android* destinadas aos equipamentos móveis (*Smartphones*).

JavaScript Object Notation

O *JavaScript Object Notation* (JSON) é uma proposta de notação que tem por objetivo apresentar uma fácil interpretação por software, e ao mesmo tempo ser inteligível diretamente pelos usuários.

A JSON é baseada em um subconjunto da linguagem de programação *JavaScript*, *Standard ECMA-262*, empregando formato texto na sua especificação, sendo completamente independente da linguagem de programação a ser utilizada.

As convenções empregadas pelo JSON que são análogas aquelas utilizadas pelas linguagens *C* e familiares, incluindo *C++*, *C#*, *Java*, *JavaScript*, *Perl*, *Python*, dentre outras. Estas propriedades fazem com que *JSON* venha sendo adotado como formato para troca de dados no cenário da IoT, no qual é indispensável o convívio de várias linguagens quando da organização de sistemas de maior porte (SMITH, 2015).

A utilização de JSON nesta dissertação, está associada as diferentes trocas de mensagens e em particular na interação com o *GCM*.

PostgreSQL

PostgreSQL é um SGBDOR (Sistema Gerenciador de Banco de Dados Objeto Relacional) de código aberto. Possui mais de 15 anos de desenvolvimento ativo. Ganhou uma forte reputação de confiabilidade, integridade de dados e correção.

É totalmente compatível com o conceito ACID (Atomicidade, Consistência, Isolamento e Durabilidade) para transações em Banco de Dados, tem suporte completo a chaves estrangeiras, junções (JOINS), visões, gatilhos e procedimentos armazenados (em múltiplas linguagens). Inclui a maior parte dos tipos de dados do ISO SQL:1999, incluindo INTEGER, NUMERIC, BOOLEAN, CHAR, VARCHAR, DATE, INTERVAL, e TIMESTAMP. Suporta também o armazenamento de objetos binários, incluindo figuras, sons ou vídeos. Possui interfaces nativas de programação para C/C++, Java, .Net, Perl, Python, Ruby, Tcl, ODBC, entre outros, e uma excepcional documentação (POSTGRESQL, 2015).

PostgreSQL é executado nos principais sistemas operacionais, incluindo *Linux*, *UNIX(AIX, BSD, HP-UX, SGI, IRIX, Mac OS X, Solaris, TRU64)*, e *Windows* (OBE; HSU, 2012).

Nesta dissertação o PostgreSQL é empregado para tanto para o armazenamento de dados contextuais, como de informações das PCDVs e seus cuidadores.

6.2 Avaliação de Usabilidade e Aceitação de Tecnologia

A abordagem para o Projeto HELIX desenvolvida por esta dissertação foi avaliada empregando o *Technology Acceptance Model* (TAM), proposto por (DAVIS; BAGOZZI; WARSHAW, 1989).

O TAM foi projetado para compreender a relação causal entre variáveis externas de aceitação dos usuários e o uso real de uma tecnologia da informação, buscando entender o comportamento deste usuário através do conhecimento da utilidade e da facilidade de utilização percebida por ele (YOON; KIM, 2007). O TAM normalmente é utilizado para entender os motivos que levam os usuários a aceitar ou rejeitar uma tecnologia de informação e como melhorar a aceitação, oferecendo, desse modo, um suporte para prever e explicar a aceitação.

Nesta avaliação, após apresentação e exploração das funcionalidades do protótipo do HELIX em um ambiente controlado por professores e cuidadores da Escola Especial Louis Braille da cidade de Pelotas - RS, foi aplicado o formulário correspondente ao TAM, considerando os seguintes níveis de afirmação da escala Likert:

- Discordo plenamente;
- Discordo parcialmente;
- Indiferente;
- Concordo parcialmente;
- Concordo plenamente.

A consistência de um questionário ou de uma lista de afirmações refere-se ao grau com que os itens dos mesmos estão correlacionados entre si e com o resultado geral da pesquisa, o que representa uma mensuração da confiabilidade da ferramenta utilizada. Um dos procedimentos estatísticos mais utilizados para mensuração da consistência de um método é o coeficiente alfa de Cronbach, figura 6.3, apresentado por Lee J. Cronbach em 1951 (HORA; MONTEIRO; ARICA, 2010). Neste sentido, uma ferramenta de sondagem é considerado confiável quando o alfa de Cronbach apresentar um valor acima de 0,7.

Onde:

- K = número de itens do formulário;
- S^2_i = variância de cada item;

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \times \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right)$$

Figura 6.3 – Fórmula de cálculo do alfa de Cronbach. Fonte: (HORA; MONTEIRO; ARICA, 2010).

- S^2_t = variância do somatório dos totais de cada participante;

Neste experimento foi empregado o alfa de Cronbach para verificação da confiabilidade do TAM para avaliação de usabilidade da aplicação utilizada no HELIX.

Na figura 6.4 pode-se verificar uma foto do autor desta dissertação na reunião do Projeto HELIX na Escola Especial Louis Braille em que foi aplicado o formulário pertinente ao TAM.



Figura 6.4 – Foto de uma das reuniões realizadas durante esta dissertação na Escola Especial Louis Braille da cidade de Pelotas - RS. Fonte: Próprio Autor.

O projeto HELIX conta com o apoio da colaboradora PCDV Simone Martins, teve importante participação na elaboração das afirmações do TAM relacionadas à demandas da comunidade PCDV. Estas afirmações foram concebidas em reuniões com o grupo de pesquisa e em comum acordo com professores e cuidadores da PCDV colaboradora. Estas afirmações estão elencadas a seguir:

1. Os Aplicativos Móveis do Helix são fáceis de utilizar.

Tabela 6.2 – Cálculo do Alfa de Cronbach do TAM utilizado. Fonte: Próprio Autor.

k	11
Somatório da Variância de cada item	0,5832
Variância dos totais de cada participante	9,3937
Alfa	1,0317

2. Os recursos do HELIX são úteis para prover acessibilidade às PCDVs.
3. O "Panic Button" é um importante diferencial do HELIX para prover segurança para as PCDVs.
4. O envio da mensagem com o estado da bateria com baixa autonomia do Smartphone da PCDV para o cuidador é relevante.
5. O histórico de localização das PCDVs e o envio de alertas é uma funcionalidade efetivamente útil para os cuidadores.
6. O uso do HELIX é recomendado para PCDVs.
7. Deve ser estabelecida uma lista com prioridades de cuidadores para o atendimento de chamadas da PCDV.
8. A responsabilidade de supervisionar a PCDV deve ser repassada automaticamente para o próximo cuidador da lista quando o cuidador principal não estiver online.
9. É realmente uma vantagem utilizar somente o Smartphone e não necessitar de um hardware adicional.
10. O fato do HELIX necessitar de conexão com internet compromete o seu uso na prática.
11. O procedimento de leitura de QR Codes é viável por PDCVs.

Os resultados do TAM foram tabulados em planilha eletrônica e encontram-se disponíveis na figura 6.5. O resultado do cálculo do alfa pode ser visualizado na tabela 6.2. Como precebe-se o resultado pode ser considerado confiável pois o alfa calculado apresenta um valor superior a 0,7.

Na figura 6.6, pode-se observar de forma simplificada a aceitação do grupo participante da pesquisa. Em barra hachurada verde o percentual de respondentes que concordaram plenamente com as afirmações do formulário aplicado.

Participantes	Questões											Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	5	5	2	5	5	5	5	5	2	1	5	45
2	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	54
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	55
4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	54
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	54
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	53
7	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	54
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	55
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	55
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	51
11	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	53
12	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	53
13	4	5	5	5	5	5	5	5	3	1	5	48
14	3	5	5	5	5	5	5	5	2	1	5	46
15	1	5	4	5	5	5	5	5	4	1	5	45
16	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	53
17	5	5	5	4	5	5	4	5	4	1	5	48
18	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	55
19	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	54
20	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	54
21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	54
22	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	5	52
23	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	53
24	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	55
25	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	55
26	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	4	51
27	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	53
Variância	0,74	0,00	0,35	0,04	0,00	0,04	0,07	0,04	0,83	2,68	0,07	9,394

Figura 6.5 – Resultado do TAM aplicado aos professores e cuidadores na Escola Louis Braille. Fonte: Próprio Autor.

As afirmações 9 e 10 foram as que chamaram a atenção pela maior dispersão das opiniões. Em relação à afirmação 9, sabe-se que o HELIX não é uma arquitetura que no momento resolva todas as necessidades de acessibilidade de PCDVs e este foi o maior motivo pelo qual alguns participantes da pesquisa discordaram do aspecto de se usar somente o Smartphone como tecnologia assistiva. Algumas PCDVs possuem outros dispositivos que auxiliam na suas atividades do dia a dia como por exemplo um colorímetro.

No que tange o quesito conexão com internet, alguns participantes da pesquisa realizaram comentários escritos nos formulários a respeito do assunto, e ficou explícito que o problema do uso da tecnologia esbarra em questões financeiras da amostra populacional que respondeu ao formulário TAM.

Não foi foco do TAM aplicado estratificar os respondentes pois a intenção era conhecer no seu nível mais abrangente possível as opiniões de pessoas ligadas à comunidade PCDV.

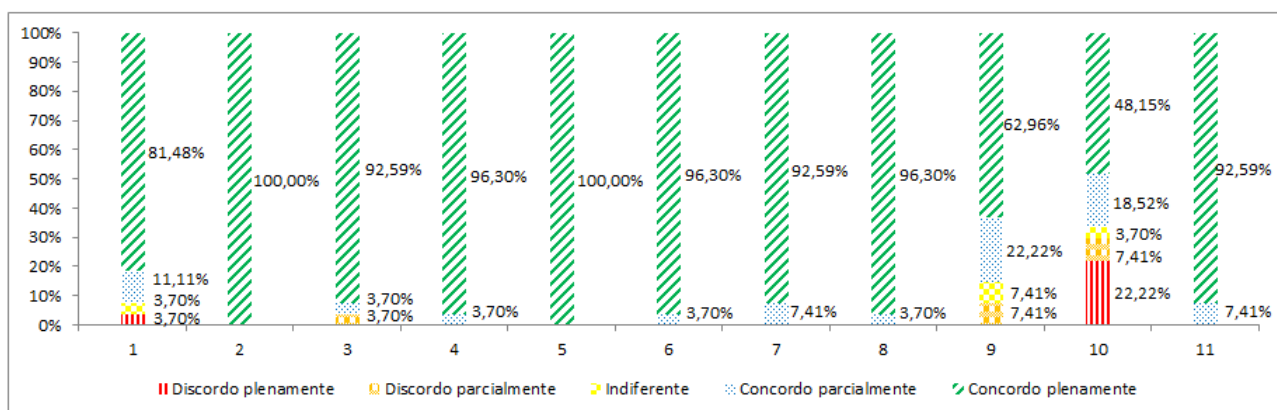


Figura 6.6 – Gráfico de barras representando o TAM aplicado aos professores e cuidadores na Escola Louis Braille. Fonte: Próprio Autor.

Na figura 6.7 pode-se observar o quarto andar da Universidade Católica de Pelotas com as adequações de acessibilidade implementadas, onde, no pavimento está presente o piso tátil na cor amarela conforme determina o plano diretor da Universidade. Ao lado da porta de um dos laboratórios temos presença de etiquetas de acessibilidade do projeto HELIX e a atuação da colaboradora PCDV integrante do grupo de pesquisa do projeto HELIX, a qual foi fundamental na especificação das funcionalidades consideradas nesta dissertação.



Figura 6.7 – Colaboradora PCDV do Projeto HELIX realizando testes controlados com o protótipo. Fonte: Próprio Autor.

6.3 Considerações sobre o capítulo

Neste capítulo foram descritas as principais tecnologias selecionadas para o Projeto HELIX, bem como apresentada a metodologia utilizada para avaliação da proposta desenvolvida.

O próximo capítulo trata das considerações finais deste trabalho bem como da previsão para os trabalhos futuros. Também são elencadas as publicações realizadas e aquelas que estão em andamento.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse último capítulo apresenta as principais conclusões e contribuições trazidas por esta dissertação mestrado, além de relacionar os trabalhos futuros a serem desenvolvidos.

O trabalho que foi desenvolvido, apontou para a viabilidade real do objetivo de propor uma arquitetura para prover Acessibilidade às pessoas com deficiência visuais - PCDVs.

Foi apresentada a fundamentação teórica com a revisão dos principais conceitos da Computação Ubíqua bem como o estudo realizado apontou uma evolução da IoT- Internet das Coisas nos últimos anos, enquanto uma alternativa para promover relações sociais parcialmente autônomas entre seus usuários.

Pela revisão de literatura, e em particular com a análise dos trabalhos relacionados a esta dissertação, foi possível verificar que existe uma preocupação de prover acessibilidade para pessoas com algum tipo de deficiência utilizando-se da Computação Ubíqua, porém observa-se que os mesmos não utilizam conceitos modernos, como a Internet das Coisas explorando o atendimento através de uma rede distribuída de atores e componentes.

A motivação do trabalho além das demandas sociais identificadas através de censos públicos, também considerou o interesse da UCPel em prover alternativas de acessibilidade para sua comunidade, as funcionalidades desenvolvidas nesse trabalho até o momento para o Projeto HELIX, foram avaliadas considerando o perfil típico de uso de uma PCDV enquanto aluno da Universidade Católica de Pelotas. Nessa perspectiva, o Projeto HELIX foi implementado em sua totalidade em ambiente controlado da instituição, para que fosse avaliado.

Como metodologia de avaliação das funcionalidades foi utilizado o método TAM, aplicado à professores e cuidadores de uma escola para deficientes visuais de Pelotas, os quais pelo seu elevado envolvimento com o assunto produziram materiais e sugestões que serão úteis para a continuidade do Projeto HELIX

Apesar de contar com uma PCDV no grupo de pesquisa como colaboradora do projeto HELIX, para a etapa de avaliação não foram consideradas PCDVs, por ser considerada uma experiência com seres humanos, por consequência, seria exigida a abertura de um processo solicitando ao Comitê de Ética, ao Comitê de Acessibilidade da instituição, o que foi entendido como oportuno acontecer em trabalhos subsequentes a esta dissertação.

Pode-se inferir que os resultados da prova de conceito se mostraram, satisfatórios e condizentes com os objetivos inicialmente propostos para esta dissertação.

Por sua vez, a prova de conceito realizada com a proposta desta dissertação, se valeu de uma metodologia de desenvolvimento e testes das funcionalidades dos diferentes componentes

previsto para o Projeto HELIX. Os resultados atingidos se mostraram promissores apontando para continuidade das pesquisas na área.

7.1 Trabalhos futuros

O projeto HELIX, como parte integrante do middleware EXEHDA no que tange a área de acessibilidade, apresenta diversas oportunidades a serem exploradas. Neste sentido, destacam-se os seguintes temas de pesquisas que podem ser considerados em trabalhos futuros:

- **Conexão Bluetooth**, mantendo ainda a premissa de um projeto com baixo custo que utiliza tecnologias acessíveis e disponíveis no mercado nacional, dispositivos micro-controladores de baixo custo dotados de tecnologia bluetooth poderiam ser instalados em diversos ambientes de uma residência com o objetivo de prover a localização mais precisa que a de um GPS para ambientes Indoor.
- **Evoluir a proposta explorando os recursos do GPS**, fornecer à PCDV o recurso de reconhecimento da fala e traçar as rotas para onde a mesma deseje se locomover dentro da faixa de precisão do sinal GPS.
- **Submeter o HELIX ao Comitê de Ética da UCPel**, passo necessário para o prosseguimento da pesquisa envolvendo o projeto HELIX a fim de se realizar testes práticos com PCDVs e assim poder caracterizar uma pesquisa clínica;
- **Revisar a concepção dos componentes do HELIX** para que se tornem compatíveis com os diversos modelos e versões de dispositivos móveis, é necessário que se realizem exaustivos testes com diferentes plataformas;
- **Revisar os aspectos de segurança do HELIX**, com a perspectiva de garantir a privacidade dos usuários é necessário que se estabeleça meios de prover segurança das informações contidas no HELIX, o qual não foi foco desta dissertação de mestrado.

7.2 Publicações

As principais contribuições da pesquisa foram compartilhadas com a comunidade científica através de publicações. Esta seção apresenta as publicações realizadas em decorrência

da pesquisa desenvolvida durante este trabalho de mestrado, no período entre agosto de 2014 e novembro de 2016.

- Garcia, Cleiton, Da G.; Patrick, Fernandes; Silva, William; Acessibilidade Ubíqua: Revisando Abordagens Consciente De Contexto. In 14ªMostra De Pós-Graduação 2015, Universidade Católica De Pelotas (Item 223248).
- Souza, R., Garcia, C., & Yamin, A. (2015, December). Context awareness in Ubi-Comp: An IoT oriented distributed architecture. In 2015 IEEE International Conference on Electronics, Circuits, and Systems (ICECS) (pp. 535-538). IEEE.
- Garcia, Cleiton Da Gama; Prietsch, Rociele; Athaide, Yuri; Yamin, Adenauer Helix: Provendo Acessibilidade Às Pessoas Com Deficiência Visual Através Da IoT. In 15ªMostra De Pós-Graduação 2016, Universidade Católica De Pelotas (Item 224269).
- Garcia, Cleiton; Fernandes, Patrick; Davet, Patricia; Ladislau Lopes, João ; Yamin, Adenauer. HELIX: Uma Abordagem Para Acessibilidade Às Pessoas Com Deficiência Visual Através Da Internet Social Das Coisas. In 14ªERRC, Faculdade Senac Porto Alegre. **(Prêmio De Melhor Artigo Da 14ªERRC - 2016)**.
- Publicação já aceita na Journal of Applied Computing Research, em fase de redação final.

Próximas publicações previstas:

- Journal of Public Health (B1 Eng. IV)
- IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems (A1 Eng. IV)

REFERÊNCIAS

- ABNT. **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. 2015. Disponível em :<<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=344730/>>. Acesso em janeiro de 2016.
- ACESSIBILIDADE. **Acessibilidde Kernel Description**. 2015. <<http://www.acesobrasil.org.br/index.php?itemid=45>>. Accessed: 2015-09-15.
- ANDROID, A. **About Android**. 2015. Disponível em: < <https://www.android.com/> >. Acesso em junho de 2015.
- ASHTON, K. **That ‘internet of things’ thing in the real world, things matter more than ideas**. **RFID J**. 2009.
- ASTRONOO. **Site de astronomia**. 2016. Disponível em:<<http://www.astronoo.com/images/nebuleuses/nebuleuse-helice.jpg/>>. Acesso em fevereiro de 2016.
- ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The internet of things: A survey. **Computer networks**, Elsevier, v. 54, n. 15, p. 2787–2805, 2010.
- ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. From "smart objects" to "social objects": The next evolutionary step of the internet of things. **Communications Magazine, IEEE**, IEEE, v. 52, n. 1, p. 97–105, 2014.
- BECKER, E. et al. Event based experiments in an assistive environment using wireless sensor networks and voice recognition. In: **ACM. Proceedings of the 2nd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments**. [S.l.], 2009. p. 17.
- BROCK, D. L. The electronic product code (epc). **Auto-ID Center White Paper MIT-AUTOID-WH-002**, 2001.
- BUF, J. H. du et al. The smartvision navigation prototype for the blind. 2010.
- CACERES, R.; FRIDAY, A. Ubicomp systems at 20: Progress, opportunities, and challenges. **IEEE Pervasive Computing**, IEEE, n. 1, p. 14–21, 2011.
- CARNEIRO, C. F. R. **Hermes: um modelo para acessibilidade ubíqua dedicado à deficiência auditiva**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2016.
- DAVIS, F. D.; BAGOZZI, R. P.; WARSHAW, P. R. User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. **Management science**, INFORMS, v. 35, n. 8, p. 982–1003, 1989.
- DENSO. 2016. Disponível em:<<http://www.qrcode.com/>>. Acesso em fevereiro de 2016.
- EVANS, D. **Internet das coisas: como a próxima evolução da internet está mudando tudo**. **Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG)**. San Jose, Canada, 2011.
- FACADE. **Facade Design Pattern**. 2016. Disponível em:<<https://en.wikipedia.org/wiki/facadepattern/>>. Acesso em setembro de 2016.

FALK, R. A.; TAVARES, J. E. d. R.; BARBOSA, J. L. V. Tirésias: um modelo para acessibilidade ubíqua orientado à deficiência visual. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 5, n. 1, p. 55–70, 2013.

FIELDING, R. T. **Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures**. Thesis (PhD), 2000. AAI9980887.

GOSLING, J. et al. **The Java Language Specification, Java SE 8 Edition**. 1st. ed. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2014. ISBN 013390069X, 9780133900699.

GOUVEIA, P. R. N. T. **Convergência de redes sem fios para comunicações M2M e internet das coisas em ambientes inteligentes**. Thesis (PhD) — Universidade da Beira Interior, 2013.

GUINARD, D. Towards opportunistic applications in a web of things. In: IEEE. **Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2010 8th IEEE International Conference on**. [S.l.], 2010. p. 863–864.

HORA, H. R. M. da; MONTEIRO, G. T. R.; ARICA, J. Confiabilidade em questionários para qualidade: um estudo com o coeficiente alfa de cronbach. **Produto & Produção**, v. 11, n. 2, p. 85–103, 2010.

HORA, J. L. et al. Infrared observations of the helix planetary nebula. **The Astrophysical Journal**, IOP Publishing, v. 652, n. 1, p. 426, 2006.

IBGE. **Cartilha Censo 2010 - Pessoas com deficiência**. 2010. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/>>. Acesso em setembro de 2015.

IPIÑA, D. López-de; LORIDO, T.; LÓPEZ, U. Indoor navigation and product recognition for blind people assisted shopping. In: SPRINGER. **International Workshop on Ambient Assisted Living**. [S.l.], 2011. p. 33–40.

JACCOTTET, D. P. et al. Uma abordagem para acesso móvel ao exehda-ss. 2013.

KNAPPEMEYER, M. et al. Survey of context provisioning middleware. **Communications Surveys & Tutorials, IEEE, IEEE**, v. 15, n. 3, p. 1492–1519, 2013.

LOPES, J. et al. Uma abordagem autônômica baseada em regras para consciência de situação na computação ubíqua. 2013.

LOPES, J. L. et al. A middleware architecture for dynamic adaptation in ubiquitous computing. **J. UCS**, v. 20, n. 9, p. 1327–1351, 2014.

MACLEAN, D.; KOMATINENI, S.; ALLEN, G. Using google cloud messaging with android. In: _____. **Pro Android 5**. Berkeley, CA: Apress, 2015. p. 667–676. ISBN 978-1-4302-4681-7. Available from Internet: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4302-4681-7_29>.

MARQUES, G.; GARCIA, N.; POMBO, N. A survey on iot: Architectures, elements, applications, qos, platforms and security concepts. In: **Advances in Mobile Cloud Computing and Big Data in the 5G Era**. [S.l.]: Springer, 2016. p. 115–130.

NEIVA, J. P. B. et al. Localização e orientação “indoor” com recurso à tecnologia rfid. **Master Thesis in Electrical and Computer Engineering. Faculty of Engineering of University of Porto**, 2012.

- OBE, R.; HSU, L. **PostgreSQL: Up and Running**. [S.l.]: O'Reilly Media, Inc., 2012. ISBN 1449326331, 9781449326333.
- OLARIA. 2016. Disponível em: <<http://olaria.ucpel.tche.br/cleitong/>>.
- PERERA, C. et al. Context aware computing for the internet of things: A survey. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, IEEE, v. 16, n. 1, p. 414–454, 2014.
- POSTGRESQL. 2015. Disponível em: < <https://www.postgresql.org.br/sobre> >. Acesso em junho de 2015.
- PUPO, D.; MELO, A.; FERRÉS, S. P. Acessibilidade: discurso e prática no cotidiano das bibliotecas. **Social inclusion.**, 2009.
- RODRIGUES, C. E. M. veye: Um sistema de auxílio à negação para deficientes visuais. Universidade Federal de Pernambuco, 2008.
- SANTOS, M. L. d. Beehelp: um aplicativo para compartilhamento de informações de estabelecimentos de saúde baseado em ciência de contexto. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2016.
- SANTOS V., T. P. S. A. Sistemas colaborativos. In: _____. [S.l.]: Elsevier, 2011. chp. 10. Percepção e Contexto.
- SILVA, J. M. et al. Content distribution in trail-aware environments. **Journal of the Brazilian Computer Society**, Springer, v. 16, n. 3, p. 163–176, 2010.
- SMITH, B. **Beginning JSON**. 1st. ed. Berkely, CA, USA: Apress, 2015. ISBN 1484202031, 9781484202036.
- SMYTH, N. **Android Studio Development Essentials**. 7st. ed. USA: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016. ISBN 1535425334, 978-1535425339.
- SOUZA, R. S. d. et al. Gerenciamento proativo de redes de sensores na ubicomp. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 7, n. 3, p. 53–64, 2015.
- TAVARES, J. E. d. R. Hefestos: um modelo para suporte à acessibilidade ubíqua. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2011.
- TEIXEIRA, V. M. M. Sistema de localização híbrido para apoio à navegação de cegos no campus da utad. 2010.
- TELLES, M. J.; BARBOSA, J. L. V.; RIGHI, R. da R. Um modelo computacional para acessibilidade em cidades inteligentes. 2016.
- WORDPRESS. 2016. Disponível em: <<https://cantotech.wordpress.com/tag/codigo-de-barras/>>. Acesso em novembro de 2016.
- YAMIN, A. C. **Arquitetura para um Ambiente de Grade Computacional Direcionada à Aplicações Distribuídas, Móveis e Conscientes de Contexto da Computação Pervasiva**. Dissertation (Tese de Doutorado em Ciência da Computação) — Instituto de Informática-UFRGS, Porto Alegre-RS, 2004.

YOON, C.; KIM, S. Convenience and tam in a ubiquitous computing environment: The case of wireless lan. **Electronic Commerce Research and Applications**, Elsevier, v. 6, n. 1, p. 102–112, 2007.

ANEXO A — NEBULOSA DE HELIX

Descoberta por Karl Ludwig Harding, provavelmente antes de 1824, essa nebulosa é uma das mais próximas da Terra. Sua distância da Terra é de aproximadamente 700 anos-luz.

Figura A.1



Figura A.1 – Nebulosa de Helix. Fonte:(ASTRONOO, 2016).

Durante a chuva de meteoros Leônidas em novembro de 2002, os controladores viraram o Hubble para protegê-lo por cerca de meio dia. Felizmente, a Nebulosa Helix estava quase que exatamente na direção oposta à chuva de meteoros, assim o Hubble pôde fotografar a nebulosa.

Nebulosas planetárias como a Helix são formadas no final da vida de uma estrela (como o Sol) por uma corrente de gases que escapam da estrela morrendo. A Nebulosa de Helix é chamada de "o olho de Deus" por sua posição estar respectivamente de um ponto de vista privilegiado da terra. É como se ela nos vigiasse. Posto então o termo por alguns cientistas, filósofos e milhares de internautas que aderem a essa ideia ou teoria, pois está relacionado ao nome "O olho de Deus a nos vigiar", (HORA et al., 2006).