

**UNIVERSIDADE PAULISTA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**APLICAÇÃO DE INTERNET DAS COISAS E DOMÓTICA
PARA AUXÍLIO ÀS PESSOAS COM
NECESSIDADES ESPECIAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista - UNIP, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

FÁBIO DE ARAÚJO LEITE

**SÃO PAULO
2017**

**UNIVERSIDADE PAULISTA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**APLICAÇÃO DE INTERNET DAS COISAS E DOMÓTICA
PARA AUXÍLIO ÀS PESSOAS COM
NECESSIDADES ESPECIAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista - UNIP, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Redes de Empresas e Planejamento da Produção

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Franco Gonçalves

FÁBIO DE ARAÚJO LEITE

SÃO PAULO

2017

Leite, Fábio de Araújo.

Aplicação de internet das coisas e domótica para auxílio às pessoas com necessidades especiais / Fábio de Araújo Leite. - 2017.
109 f. : il. color. + CD-ROM.

Dissertação de Mestrado Apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2017.

Área de concentração: Gestão de Sistemas de Operação e Desenvolvimento do Produto.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Franco Gonçalves.

1. Internet das coisas. 2. Domótica. 3. Pessoas com necessidades especiais. 4. Idosos. 5. Automação. I. Gonçalves, Rodrigo Franco (orientador). II. Título.

FÁBIO DE ARAÚJO LEITE

**APLICAÇÃO DE INTERNET DAS COISAS E DOMÓTICA
PARA AUXÍLIO ÀS PESSOAS COM
NECESSIDADES ESPECIAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovado em:

Banca Examinadora:

_____/_____
Prof. Dr. Rodrigo Franco Gonçalves (Orientador)
Universidade Paulista – UNIP

_____/_____
Prof. Dr. João Gilberto Mendes dos Reis
Universidade Paulista – UNIP

_____/_____
Prof. Dr. José Medeiros Júnior
Universidade Federal do Piauí – UFPI

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa Fabíola e ao meu filho Gabriel pela paciência e apoio que me deram em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores do Minter que dedicaram seu tempo para investir no crescimento dos mestrandos como pessoas pensantes e futuros pesquisadores, em especial ao meu orientador Rodrigo Franco Gonçalves por todos os momentos de apoio e parceria.

Também agradeço aos familiares e amigos que acreditaram em mim e me apoiaram nesta jornada.

Finalmente, agradeço aos professores Dr. João Gilberto Mendes dos Reis e Dr. José Medeiros Júnior pelas valorosas contribuições dadas para a realização deste trabalho.

*"Quando alguém se interessa pelo que faz
é capaz de empreender esforços até o
limite de sua resistência física."*

(Jean Piaget)

RESUMO

O aumento percentual da população idosa é um fenômeno de alcance mundial. Particularmente no Brasil projeta-se um percentual de 18,8% de pessoas acima dos 60 anos para 2030 (atualmente, 11,8%). Além disso, cada vez mais os idosos tendem a residir sozinhos. Esse fato torna-se uma motivação para estudos sobre robótica e automação, pois a aplicação de projetos que envolvam esses conhecimentos pode facilitar tarefas cotidianas, gerando mais acessibilidade para essas Pessoas com Necessidades Especiais (PNEs). Ao unir Internet das Coisas com a domótica (automação residencial), aumenta-se o potencial de auxílio e integração das PNEs com o meio em que vivem, visto que eles podem interagir com pessoas ou objetos através da rede de computadores (internet). O presente trabalho visa estudar a aplicação de tecnologias emergentes como a Internet das Coisas juntamente com a domótica para apoio de pessoas idosas e outras PNEs. Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas as quatro primeiras etapas da metodologia *Design Science Research* e complementadas com a etapa de prototipagem da metodologia *Design Thinking*, obtendo como resultados principais o protótipo de um chuveiro automatizado e o depósito da patente do produto desenvolvido, destinados a auxiliar os idosos em casos de emergência durante o banho. O produto final desenvolvido trata-se de um equipamento acessível que usa plataformas abertas de *software* e *hardware*, além de propiciar aos idosos mais acessibilidade, segurança e qualidade de vida.

Palavras-chave: Internet das coisas. Domótica. Pessoas com necessidades especiais. Idosos. Automação.

ABSTRACT

The percentage increase of the elderly population is a worldwide phenomenon. Particularly in Brazil, a percentage of 18.8% of people over 60 is projected to 2030 (currently, 11.8%). Besides this, more and more elderly people tend to live alone. This fact becomes a motivation for studies on robotics and automation, because the application of projects involving this knowledge can facilitate daily tasks, generating more accessibility to these People with Special Needs (PSN). By bringing together the Internet of Things with home automation (residential automation), the potential for ministration and integration of PSN with the environment in which they live is increased, seeing that they can interact with people or objects through the computer network (internet). The present work aims to study the application of emerging technologies such as Internet of Things together with home automation to support the elderly people and other PSN. For the development of the work the first four steps of the Design Science Research methodology were used and complemented with the Prototyping step of the Design Thinking methodology, obtaining as main results the prototype of an automated shower and the depository of the developed product patent, destined to assist the elderly people in cases of emergency during the bath. The final product developed, is accessible equipment, which uses open platforms of software and hardware, besides providing the elderly people more accessibility, safety and quality of life.

Keywords: Internet of things. Home automation. People with special needs. Elderly people. Automation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Crescimento do número de idosos vivendo sozinhos	17
Figura 2 – IoT e domótica trabalhando juntas	18
Figura 3 – Organização do trabalho	22
Figura 4 – Etapas do projeto do produto	26
Figura 5 – Etapas da <i>Design Thinking</i>	29
Figura 6 – Tipos de encapsulamento	38
Figura 7 – Detalhe dos pinos do Arduino Uno e Mega	40
Figura 8 – <i>Shield Ethernet W5100</i>	41
Figura 9 – Conexões <i>Shield Ethernet</i>	42
Figura 10 – Pinagem <i>EasyVR 2.0</i>	43
Figura 11 – Fatores de risco de quedas segundo a OMS	55
Figura 12 – Fluxo de entradas e saídas	60
Figura 13 – Conexões entre placas e sensores	62
Figura 14 – Circuito de controle do protótipo	63
Figura 15 – Controle do protótipo, sensores e transdutores	64
Figura 16 – Chuveiro com válvula solenoide de 12V	65
Figura 17 – Tela HTML de <i>login</i> no celular e computador	66
Figura 18 – Tela HTML para acompanhamento vista no celular e computador	67
Figura 19 – Tela de desenvolvimento do software <i>MIT App Inventor 2</i>	68
Figura 20 – Telas do aplicativo Android Chuveiro.apk	69
Figura 21 – Telas do aplicativo Android em emergência	69
Figura 22 – Gravação de som WAV	70
Figura 23 – Aplicativo <i>QuickSynthesis</i>	71
Figura 24 – <i>QuickSynthesis</i> salvando lista de sons	72
Figura 25 – <i>EasyVR Commander</i> – Importando lista de sons	72
Figura 26 – Detalhe do <i>Jumper J12</i>	73
Figura 27 – Comando vocal Grupo 0	73
Figura 28 – Telas de treinamento do comando vocal “IDOSO”	74
Figura 29 – Comando vocal Grupo 1	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Taxonomia das mudanças tecnológicas.....	24
Quadro 2 – Tipos de artefatos.....	28
Quadro 3 – Redes tradicionais versus IoT quanto a segurança.....	34
Quadro 4 – Detalhe dos pinos <i>EasyVR 2.0</i>	44
Quadro 5 – Fatores de risco mais importantes por grupo	57
Quadro 6 – Fatores de risco mais importantes por grupo em ordem decrescente....	57
Quadro 7 – Fluxo funcional	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de pessoas por deficiência.....	16
Tabela 2 – Comparativo de memória entre microcontroladores AVR	39
Tabela 3 – Preço dos materiais do projeto	59
Tabela 4 – Endereços de conexão usados do projeto	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEPRO	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
AMI	Ambiente Inteligente
API	Interface de Programas de Aplicativos (<i>Application Programming Interface</i>)
CDPD	Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência
CI	Círculo Integrado
CLP	Controladores Lógicos Programáveis
CPU	Unidade Central de Processamento (<i>Central Processor Unit</i>)
CSV	Valores Separados por Vírgula (<i>Comma-separated values</i>)
DIP	Compactação em Linha Dupla (<i>Dual in Line Package</i>)
DSL	Linguagem Específica do Domínio (<i>Domain Specific Language</i>)
HTML	Linguagem de marcação de Hipertexto (<i>HyperText Markup Language</i>)
HTTP	Protocolo de transferência de Hipertexto (<i>Hypertext Transfer Protocol</i>)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	Ambiente de Desenvolvimento Integrado (<i>Integrated Development Environment</i>)
IHM	Interface Homem/Máquina
IIOT	Internet das Coisas Industrial (<i>Industrial Internet of Things</i>)
IOT	Internet das Coisas (<i>Internet of Things</i>)
IP	Protocolo de Internet (<i>Internet Protocol</i>)
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachusetts (<i>Massachusetts Institute of Technology</i>)
NEISS-AIP	Sistema Nacional de Vigilância Eletrônica (<i>National Electronic Surveillance System All Injury Program</i>)
OMS	Organização Mundial da Saúde
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produtos
PNE	Pessoas com necessidades especiais
PWM	Modulação por Largura de Pulso (<i>Pulse-Width Modulation</i>)
QFP	Dispositivo Montado em Superfície (<i>Surface Mounted Device</i>)

RAM	Memória de Acesso Randômico (<i>Random-Access Memory</i>)
REST	Estado de Transferência Representacional (<i>Representational State Transfer</i>)
RFID	Identificação por rádio frequência (<i>Radio-Frequency IDentification</i>)
ROM	Memória de Somente Leitura (<i>Read Only Memory</i>)
SPI	Inteface Periférica Serial (<i>Serial Peripheral Interface</i>)
TCP	Protocolo de Controle de Transmissão (<i>Transmission Control Protocol</i>)
TPMS	Sistema de monitoramento da pressão dos pneus (<i>Tire-Pressure Monitoring System</i>)
TXT	Extensão de arquivos de texto
URI	Identificador de fonte uniforme (<i>Uniform Resource Identifier</i>)
WOT	Web das Coisas (<i>Web of Things</i>)
WSN	Rede de sensores sem fio (<i>Wireless Sensor Networks</i>)

SUMÁRIO

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	15
1.1 Introdução	15
1.2 Justificativa.....	16
1.3 Objetivos e escopo.....	19
1.3.1 Escopo	19
1.3.2 Objetivo geral	19
1.3.3 Objetivos específicos	19
1.4 Procedimentos metodológicos	20
1.5 Organização do trabalho	22
2 REVISÃO DA LITERATURA	23
2.1 Inovação tecnológica.....	23
2.2 Processo de desenvolvimento do produto.....	25
2.3 Problemas, desafios e soluções para pessoas idosas com a aplicação da domótica	30
2.4 Domótica a serviço das pessoas com necessidades especiais	31
2.5 <i>Internet of Things</i> (IoT)	33
2.6 <i>Web of the Things</i> (WoT)	35
2.7 Microcontroladores e plataforma Arduino.....	38
2.7.1 Plataforma Arduino	39
2.7.1.1 <i>Shield Ethernet</i>	41
2.7.1.2 <i>Shield EasyVR</i>	43
3 ARTIGO – DOMÓTICA E INTERNET DAS COISAS APLICADAS PARA APOIO A PESSOAS IDOSAS.....	46
4 IMPORTÂNCIA DOS FATORES DE RISCO DE QUEDA DE IDOSOS APRESENTADOS PELA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE	55
4.1 Acidentes com idosos em uma residência	55
4.2 Validação dos principais fatores de risco de queda da OMS	56
5 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO.....	59
5.1 Relação dos componentes físicos do projeto	59
5.2 Fluxograma funcional do protótipo	60

5.3 Conexões entre o módulo de controle e componentes	62
5.4 Layout da página HTML de controle e acompanhamento	65
5.5 Aplicativo Android de acompanhamento e alarme	67
5.6 Passos para gravação dos comandos e respostas pela placa <i>EasyVR</i>	69
5.6.1 Programa <i>Audacity</i>	70
5.6.2 Programa <i>QuickSynthesis</i>	71
5.6.3 Programa <i>EasyVR Commander</i>	72
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS	78
APÊNDICE A – Código Fonte do Microcontrolador	85
APÊNDICE B – Artigo APMS 2016.....	102
APÊNDICE C – Resumo da Patente da Invenção	109

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 Introdução

Os sistemas domóticos permitem a melhoria da qualidade de vida, conforto e adaptabilidade da própria habitação, além de promoverem a inclusão social dos cidadãos, principalmente dos idosos e das pessoas com alguma incapacidade. Para tal, é necessário garantir sempre um estudo prévio da moradia, analisando-a para que desde a fase de projeto até a entrada em funcionamento efetivo, se implementem os sistemas necessários para garantir a satisfação dos requisitos e das expectativas iniciais almejadas por seus habitantes (MOYA; TEJEDOR, 2004).

Atualmente, já existem vários sistemas de automação residencial no mercado, porém o preço para implementação e a frequente necessidade de ajustes dos sistemas dificultam a aquisição pelos usuários (STOPPA et al., 2013).

Nesse contexto, o uso da internet das coisas (IoT), web das coisas (WoT) e de *hardwares/softwares* livres como Arduino e Java aparecem como soluções tecnológicas inovadoras de apoio para a automação residencial, gerando aplicações com alto valor agregado e baixo custo.

No caso específico de pessoas com deficiência visual e motora, situação comum à maioria dos idosos, o banheiro é considerado como um dos locais mais perigosos de uma residência. Tomar banho ou chegar ao chuveiro pode representar altos riscos devido essas pessoas terem que se locomover em torno de pias e áreas de higiene. Por isso, são necessárias várias adaptações para tornar o banheiro um lugar mais seguro contra quedas e outros danos (CAMBIAGHI; ORNSTEIN, 2016).

A queda aparece como a principal causa de morbidade e mortalidade entre a população mais velha, tornando-se um imenso problema de saúde pública, preocupando as sociedades modernas com população envelhecida (KORHONEN, 2014). Com o aumento da expectativa de vida e do eventual processo de crescimento da população idosa, a incidência de quedas tende a aumentar, principalmente nos idosos acima de 80 anos devido às possíveis lesões decorrentes (KORHONEN, 2014).

Como a maioria dos acidentes em uma residência acontecem no banheiro, principalmente devido a quedas, além do rápido crescimento do número de idosos que moram sozinhos, é de extrema importância a implementação de ações que

possam propiciar maior acessibilidade e que permitam o acompanhamento remoto com a tomada de ações de suporte e socorro a esse grupo de pessoas. Dessa forma, esta dissertação propõe o desenvolvimento de um chuveiro automatizado que aplique a IoT, *hardwares* e *softwares* livres como as plataformas Android e Arduino, para gerar mais acessibilidade e segurança para idosos que morem sozinhos, pois em situações de risco de segurança ou quedas durante o banho, o sistema irá comunicar parentes ou amigos através da internet e de um software que se comunica com o sistema desenvolvido.

1.2 Justificativa

Segundo dados do censo 2010 do IBGE, 45 milhões de brasileiros têm algum tipo de deficiência, o que equivale a cerca de 24% da população. Na pesquisa foram verificadas a existência dos tipos de deficiência permanente: visual, auditiva e motora, de acordo com o seu grau de severidade. Os entrevistados respondiam ao questionário, em que era possível declarar ter alguma dificuldade menor, maior ou impossibilidade total. Foram consideradas com deficiência grave as pessoas que se enquadram nas duas últimas categorias (IBGE, 2010).

Dentre as deficiências pesquisadas a que apareceu em maior percentual foi a visual, seguida pela motora, depois pela auditiva e, finalmente, pela mental, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Quantidade de pessoas por deficiência

Total	Apresentam alguma deficiência	Deficiência Visual	Deficiência Motora	Deficiência Auditiva	Deficiência Mental
190.755.799	45.606.048	35.774.392	13.265.599	9.717.318	2.611.536
	23,91%	18,75%	6,95%	5,09%	1,37%

Fonte: IBGE (2010).

A expressão “pessoa com necessidades especiais” é confundida muitas vezes como “pessoa portadora de deficiência”, termo que não deve ser mais utilizado. Sassaki (2003, p. 14) disserta que:

A expressão “pessoa com necessidades especiais” é um gênero que contém as pessoas com deficiência, mas também acolhe os idosos, as gestantes, enfim, qualquer situação que implique tratamento diferenciado. Igualmente se abandona a expressão “pessoa portadora de deficiência” com uma concordância em nível internacional, visto que as deficiências não se portam, estão com a pessoa ou na pessoa, o que tem sido motivo para que se use, mais recentemente, conforme se fez ao longo de todo este texto, a forma “pessoa com deficiência”.

Situações como abrir uma porta, entrar em casa ou tomar banho são simples atividades cotidianas para a maioria das pessoas, porém para as pessoas com necessidades especiais (PNE's) podem ser desafios diários se não existirem condições de acessibilidade local.

Nesse contexto, a população idosa representa uma grande parcela das PNEs que sofrem com problemas cotidianos, devido a problemas decorrentes da idade. Yamazaki e Ferreira (2013) comentam que, segundo o IBGE, a quantidade de idosos com mais de 60 anos irá representar 11% da população brasileira até 2020. Já o relatório da *Global Age Watch Index* (2015), mais atual, relata que o percentual da população idosa no Brasil acima de 60 anos em 2015 já representa 11,8% e que em 2030 será cerca de 18,8%.

Outra situação que está se tornando comum é o aumento do número de PNEs vivendo sozinhas ou contando com assistência por tempo parcial. Assim, essas pessoas apresentam grandes dificuldades com tarefas cotidianas como tomar um banho ou até mesmo solicitar socorro no momento de um acidente. Segundo a Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílio do IBGE, Figura 1, entre 1992 e 2012, o número de idosos morando sozinhos triplicou, representando um aumento de 215%.

Figura 1 – Crescimento do número de idosos vivendo sozinhos

VIVENDO SÓ

Parcela de idosos que moram sozinhos tripla em 20 anos



Fonte: Collucci (2013).

Nos Estados Unidos, estudos realizados pelo Sistema Nacional de Vigilância Eletrônica - *National Electronic Surveillance System All Injury Program* (NEISS-AIP) mostram que os banheiros são os locais mais frequentes de acidentes em uma casa. Cerca de 81,1% das lesões sofridas no banheiro são devidas a quedas, ocorrendo 65,8% na banheira ou no chuveiro e 22,5% próximas ao vaso sanitário (STEFANACCI; HAIMOWITZ, 2014).

No Brasil a situação não é diferente. Estudos como o de Cavalcante, Aguiar e Gurgel (2012) mostram que a maioria das quedas de idosos ocorreram em suas residências por inadequação do ambiente, sendo os pisos escorregadios a principal causa desses eventos.

A domótica, que consiste em aplicar técnicas de automação em residências, aparece como uma ferramenta para agregar condições de acessibilidade para as PNEs, pois utilizando sensores pode devolver uma parte da qualidade de vida e dos sentidos perdidos no caso das pessoas deficientes e idosos. Da mesma forma, a aplicação da internet em conjunto com objetos automatizados, conhecida como internet das coisas (*Internet of Things - IoT*), é uma das maneiras de assegurar o apoio e o acompanhamento remoto da PNE por um familiar ou responsável, conforme pode-se observar no trabalho de Koo et al. (2016), que propõe a aplicação da domótica aliada a IoT em um banheiro com o objetivo de gerar mais segurança a idosos.

Figura 2 – IoT e domótica trabalhando juntas



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

A Figura 2 retrata a interação entre a IoT e a domótica, demonstrando que os mais diversos objetos de uma residência podem se comunicar por meio de redes internas ou da internet com celulares e outros objetos, de forma que os dados lidos

pelos sensores são enviados remotamente e ações podem ser tomadas de forma automática por pessoas que acompanham o idoso.

1.3 Objetivos e escopo

1.3.1 Escopo

De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), as áreas do conhecimento relacionadas à Engenharia de Produção que balizam essa modalidade na Graduação, na Pós-Graduação, na pesquisa e nas atividades profissionais, são: Engenharia de Operações e Processos da Produção, Logística, Pesquisa Operacional, Engenharia da Qualidade, Engenharia do Produto, Engenharia Organizacional, Engenharia Econômica, Engenharia do Trabalho, Engenharia da Sustentabilidade, Educação Em Engenharia de Produção (ABEPRO, 2016).

A Engenharia do Produto é uma área da Engenharia de Produção que estuda o conjunto de ferramentas e processos de projeto, planejamento, organização, decisão e execução envolvidos nas atividades estratégicas e operacionais de desenvolvimento de novos produtos. Essa área é subdividida em três subáreas: Gestão do Desenvolvimento de Produto, Processo de Desenvolvimento do Produto e Planejamento e Projeto do Produto (ABEPRO, 2016).

O trabalho está posicionado de acordo com a ABEPRO na área de Engenharia do Produto.

1.3.2 Objetivo geral

Desenvolver uma aplicação prática de IoT e avaliar as possibilidades oferecidas por essa tecnologia para a melhoria da qualidade de vida e da segurança das PNEs, principalmente dos idosos.

1.3.3 Objetivos específicos

- a) Avaliar as soluções de automação residencial e IoT que estão sendo desenvolvidas,

como também as existentes, com a finalidade de atender as necessidades dos idosos para uma melhor qualidade de vida;

- b) Avaliar a importância da utilização dos fatores da Organização Mundial da Saúde como referência para o estudo do risco de queda em idosos;
- c) Desenvolver uma aplicação de automação residencial de fácil implementação com o objetivo de propiciar mais acessibilidade às PNEs. Especificamente, um chuveiro “inteligente” que utiliza a IoT.

1.4 Procedimentos metodológicos

A metodologia utilizada foi baseada nas quatro primeiras etapas da Pesquisa em Ciência do Projeto - *Design Science Research*, sendo adicionada a etapa de prototipagem da metodologia Projeto de Pensamentos - *Design Thinking*. As metodologias são detalhadas no capítulo 2, item 2.2, do trabalho.

- 1. Na primeira etapa do projeto foram coletadas várias referências bibliográficas sobre PNEs, Gestão da Inovação, domótica, IoT e WoT, com o objetivo de definir as principais necessidades das PNEs em relação à acessibilidade e segurança. Nesse caso, foram pesquisadas as bases de dados: Science Direct, Scielo, Google Acadêmico e IEEE. A compilação dessa etapa da pesquisa faz parte do primeiro artigo que compõe a dissertação.
- 2. Em um segundo momento de definição da pesquisa, foi restringido o conjunto das PNEs beneficiadas com o trabalho, voltando o estudo para os idosos, devido fazerem parte de um grupo crítico, conforme dados do IBGE (2010) e Sousa (2014), além de, quando moram sozinhos, reforçarem a necessidade do acompanhamento remoto. Também nessa etapa foi validada a importância de aplicações para o banheiro para evitar a queda dos idosos, de acordo com os fatores de risco de queda em idosos abordados pela Organização Mundial da Saúde, conforme detalhado no capítulo 4.

Pelo estudo bibliográfico, foi proposta a implementação de um chuveiro automatizado visto que, segundo Stefanacci e Haimowitz (2014) e conclusões apresentadas no capítulo 4, a maioria dos acidentes com deficientes e idosos ocorrem principalmente em áreas de pisos molhados e irregulares tornando, assim, o banheiro e a área do banho locais de extrema relevância para implementação de aplicações.

3.

Como

resultado do primeiro artigo, apresentado no capítulo 3, foram também definidos os materiais necessários para a automação do produto, como também o microcontrolador e a plataforma mais adequados. A plataforma aberta Arduino foi escolhida por sua simplicidade e praticidade, pois permite a rápida reprodução do circuito, como também é uma solução mais viável economicamente para as PNEs. Para atender à demanda verificada no primeiro artigo em termos de mais acessibilidade para os idosos, foi adicionada uma placa para conexão à internet, a fim de propiciar uma integração com as coisas (IoT), além de uma placa para reconhecimento de voz, *EasyVR*. A placa de reconhecimento de voz utiliza um software para tratamento e gravação da voz, o *EasyVRcommander*. Já para controle e proteção das PNEs foram utilizados sensores de presença (infravermelho - PIR e ultrassônico) e uma válvula solenoide para abertura e fechamento do chuveiro ao receber os comandos vocais.

Como melhoria complementar ao projeto foi proposto um acompanhamento remoto por um familiar ou responsável através de uma página HTML, a qual informa dados on-line sobre o funcionamento do chuveiro, podendo gerar alarmes para familiares e amigos. Para gestão e interação dos processos com os sensores e a internet foram selecionadas as linguagens C (específica da plataforma Arduino) e HTML.

4.

Finalmente,

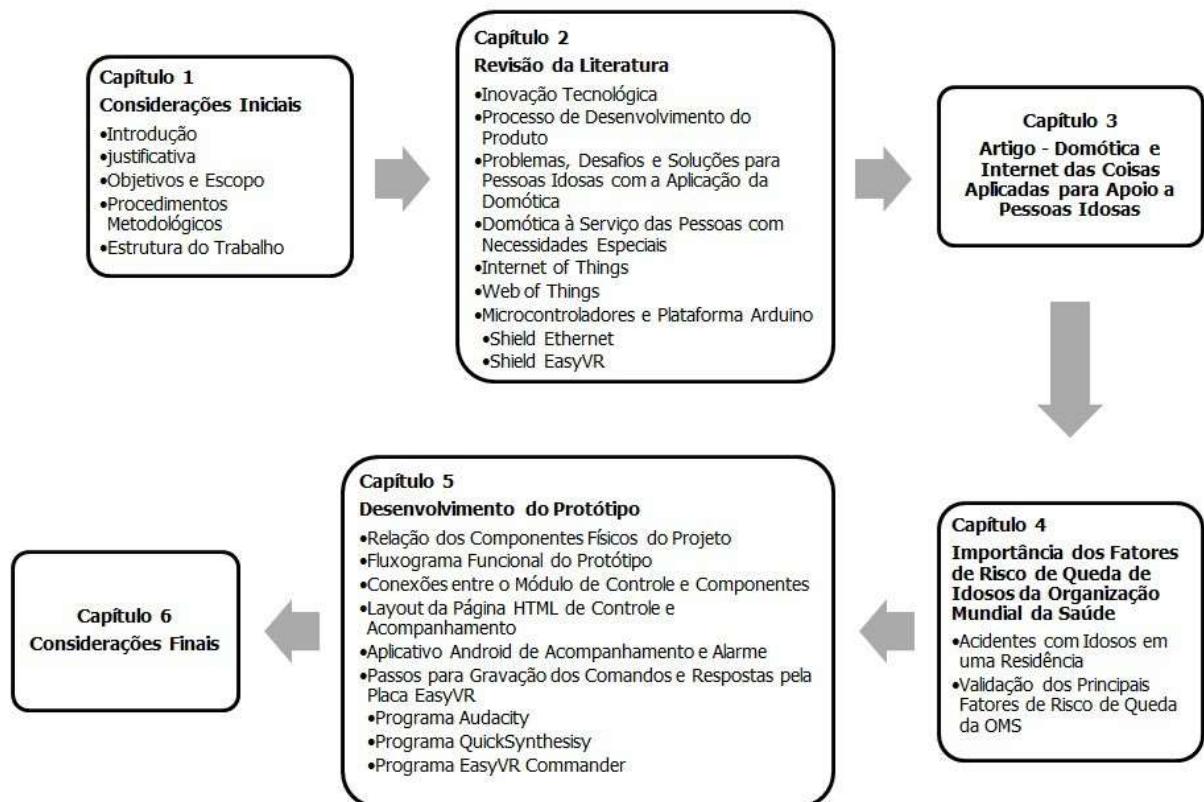
como última etapa, foi realizada a montagem de um protótipo, detalhado no capítulo 5 desta dissertação. Os testes do produto foram realizados pelo próprio autor. As fases de avaliação e comunicação da metodologia *Design Science Research* não serão abordadas diretamente neste trabalho, porém foram realizados testes de funcionamento do produto e

feita uma divulgação em forma de carta patente, descrita no Apêndice C deste trabalho.

1.5 Organização do trabalho

A ordem dos capítulos que formam o trabalho está organizada conforme sequência da Figura 3.

Figura 3 – Organização do trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

O capítulo 1 apresenta as considerações iniciais: introdução, justificativa, os objetivos e escopo, procedimentos metodológicos e a organização do trabalho.

O capítulo 2 apresenta a revisão da literatura sobre assuntos que necessitavam de explanações, além das contidas nos artigos e na descrição da patente.

O capítulo 3 apresenta o artigo escrito no decorrer da elaboração da dissertação, o qual teve como objetivo atender ao primeiro objetivo específico deste trabalho.

O capítulo 4 disserta sobre os acidentes com idosos em uma residência, como também, busca atender ao segundo objetivo específico da dissertação.

No capítulo 5 é detalhado o protótipo do produto, apresentando as informações técnicas e resultados de desempenho do produto, assim atendendo ao terceiro objetivo específico da dissertação.

No capítulo 6 encontram-se as explanações finais e conclusões acerca dos temas abordados. Por fim, apresentam-se as referências utilizadas na dissertação, seguidas dos apêndices do trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo objetiva suprir alguns tópicos que não foram desenvolvidos diretamente nos artigos publicados pelo autor, como também na descrição da carta patente do produto desenvolvido. Desta forma, serão abordados temas como: Inovação tecnológica; processo de desenvolvimento do produto; problemas, desafios e soluções para pessoas idosas com a aplicação da domótica; domótica a serviço das pessoas com necessidades especiais; internet das coisas; *web of things*; microcontroladores e plataforma arduino.

2.1 Inovação tecnológica

Para tratar do tema inovação tecnológica são necessárias algumas explanações e diferenciações sobre a aplicação de tecnologias e de técnicas. De forma simples, a tecnologia pode ser definida como conhecimento sobre técnicas, enquanto as técnicas são aplicações desse conhecimento em produtos, processos e métodos organizacionais (TIGRE, 2006).

Outra distinção que merece importância é a diferença entre invenção e inovação. A invenção se refere à criação de um processo, técnica ou produto inédito. Sua divulgação se dá por meio de artigos técnicos e científicos, registrada em forma de patente, visualizada e simulada através de protótipos e plantas piloto sem, contudo, ter uma aplicação comercial efetiva. Já a inovação ocorre com a efetiva aplicação prática de uma invenção (TIGRE, 2006).

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa que aplica tecnologias emergentes como a IoT e a domótica. Para validar a aplicação das tecnologias foi criada uma invenção, porém com um grau de inovação, devido ao produto ter sido criado com o objetivo de comprovação prática do uso em conjunto das tecnologias.

Mortensen et al. (2005) (Manual de Oslo) caracterizam a inovação em quatro macroáreas: inovação do produto, inovação do processo, inovação organizacional e inovações de marketing.

De acordo com Negri e Cavalcante (2013), a inovação ocorre no produto quando possui características fundamentais (especificações técnicas, componentes e materiais, softwares incorporados, acessibilidade e outras funções ou usos pretendidos) que se diferenciam significativamente das encontradas em outros produtos existentes no mercado. Já para ocorrer no processo é necessária a introdução de novos ou substancialmente aprimorados métodos de produção ou de entrega dos produtos.

Para Mortensen et al. (2005), as inovações organizacionais fazem referência à implementação de novos métodos organizacionais, tais como mudanças em práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas da empresa. Já as inovações de marketing envolvem a implementação de novos métodos de marketing, incluindo mudanças no design do produto e da embalagem, como também ações para a promoção do produto e sua colocação no mercado, além de atuação em métodos para o estabelecimento dos preços de bens e de serviços.

Costa e Canuto (2010) comentam que a inovação de produto deve, em geral, ser acompanhada pela inovação tecnológica do processo produtivo para permitir que essa inovação seja realizada de forma prática e possa atingir o seu potencial público consumidor.

As inovações de processo também incluem a introdução de equipamentos, softwares e técnicas novas ou significativamente aperfeiçoadas em atividades de apoio à produção, tais como: planejamento e controle da produção, medição de desempenho, controle da qualidade, compra, computação (infraestrutura de TI) ou manutenção (NEGRI; CAVALCANTE, 2013).

De acordo com Freeman e Soete (1997), as mudanças tecnológicas são usualmente diferenciadas por seu grau de inovação e pela extensão das mudanças em relação ao que havia antes, assim classificam as inovações por seus impactos de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1 – Taxonomia das mudanças tecnológicas

Tipo de mudança	Características
-----------------	-----------------

Incremental	Melhoramentos e modificações cotidianas.
Radical	Saltos descontínuos na tecnologia de produtos e processos.
Novo sistema tecnológico	Mudanças abrangentes que afetam mais de um setor e dão origem a novas atividades econômicas.
Novo paradigma técnico-econômico	Mudanças que afetam toda a economia envolvendo mudanças técnicas e organizacionais, alterando produtos e processos, criando novas indústrias e estabelecendo trajetórias de inovações por várias décadas.

Fonte: Freeman e Soete (1997).

As inovações incrementais são aquelas realizadas cotidianamente nas organizações por meio do processo de aprendizado. Já as inovações radicais são descontínuas no tempo e no espaço e, geralmente, derivam de atividades de P&D (TIGRE, 2006).

O estágio seguinte nessa sequência evolutiva é o das mudanças no sistema tecnológico, no qual um setor ou grupo de setores é transformado pela emergência de um novo campo tecnológico. Tais inovações são acompanhadas de mudanças organizacionais tanto no interior da firma como em sua relação com o mercado. Nesse contexto, a Internet também pode ser considerada uma mudança no sistema tecnológico, pois vem alterando as formas de comunicação e criando novas áreas de atividade econômica (TIGRE, 2006).

As mudanças no paradigma técnico-econômico, por sua vez, envolvem inovações não apenas na tecnologia como também no tecido social e econômico no qual elas estão inseridas. Tais revoluções não ocorrem com frequência, mas sua influência é pervasiva e duradoura. Um paradigma não é apenas técnico, pois necessita de mutações organizacionais e institucionais para se consolidar (TIGRE, 2006).

2.2 Processo de desenvolvimento do produto

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), o objetivo de projetar produtos e serviços é satisfazer às necessidades e expectativas dos consumidores. Já Keller e Kotler (2005) entendem que um produto deve ser capaz de satisfazer a um desejo ou uma necessidade. Assim, para satisfazer aos consumidores é necessário que os projetistas sigam metodologias específicas para garantir que o produto saia como desejado.

Existem diversas metodologias para o processo de desenvolvimento de produtos (PDP). Keller e Kotler (2005) classificam o PDP em oito estágios: geração de ideias, triagem de ideias, desenvolvimento e teste de conceito, desenvolvimento da estratégia de marketing, análise comercial, desenvolvimento de produto, teste de mercado e comercialização. Autores como Rozenfeld et al. (2006) propõem um modelo de referência do PDP que é constituído por três fases: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. Já Slack, Chambers e Johnston (2009) classificam o PDP em cinco etapas de acordo com a Figura 4.

Figura 4 – Etapas do projeto do produto



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), o resultado da atividade de projeto é uma especificação bem detalhada do produto ou serviço. A especificação compreende um conjunto de informações que definem totalmente o produto ou serviço:

- Conceito – conjunto de benefícios esperados que o consumidor está comprando (especificando a forma, a função e o objetivo global do projeto e os benefícios que trará);
- Pacote de produtos e serviços – conjunto de componentes que proporcionam os benefícios definidos no conceito (especificando todo o conjunto de produtos e serviços individuais que são necessários para apoiar o

conceito);

- Processo – define a relação entre os componentes dos produtos e serviços (é o “mecanismo” do projeto).

Salgado et al. (2010) observam que existem diversos modelos para o desenvolvimento de produtos e que cada autor interpreta o processo de desenvolvimento de produto por uma ótica diferente. Muitos modelos do processo do desenvolvimento de produtos apresentam similaridades, só se diferenciam na quantidade de etapas ou estágios. Os mesmos autores também observaram que o processo de escolha do modelo para projeto e desenvolvimento do produto é feito apenas pela ótica do pesquisador com o produto a ser desenvolvido.

Nesse contexto, as metodologias tradicionais não são bem claras para aplicações em projetos de inovação com ênfase social, visto que objetivam a confecção de produtos e serviços para comercialização por empresas, enquanto os projetos sociais visam atender às demandas e necessidades de grupos específicos, como exemplo, as PNEs.

Essa ênfase nos aspectos sociais modifica diretamente o desenvolvimento do projeto, influindo desde as primeiras etapas em que há a criação de alternativas, passando pelos critérios de seleção, pelo detalhamento do projeto e chegando aos critérios para avaliação e melhoria.

Enquanto os produtos e serviços tradicionais adotam como critérios de avaliação alguns parâmetros ligados ao mercado, como valor ao cliente, satisfação de necessidades, vantagem competitiva e custo, os projetos sociais têm como principais critérios de avaliação o impacto social causado.

Recentemente, algumas técnicas vêm surgindo para fortalecer as pesquisas na área de engenharia de produção e desenvolvimento de produtos, como a *Design Science*. A missão principal da *Design Science* é desenvolver o conhecimento para a concepção dos produtos (artefatos) (AKEN, 2004).

Lacerda et al. (2013) comentam que a *Design Science* é responsável por conceber e validar sistemas que ainda não existem seja criando, recombinação, alterando produtos, processos, softwares ou métodos para melhorar as situações existentes.

Com o intuito de aplicar a “ciência de projetos” é necessário definir a *Design Science Research*, a qual se constitui na metodologia que embasa a *Design Science*, através de um processo rigoroso de projetar artefatos para resolver problemas, avaliar o que foi projetado ou o que está funcionando, e comunicar os resultados obtidos (ÇAĞDAŞ; STUBKJÆR, 2011).

Peffers et al. (2007) detalham que a metodologia do *Design Science Research* é dividida em seis etapas:

- | | |
|----|--|
| 1) | Identificação
do problema e motivação; |
| 2) | Definição de
objetivos para propor uma solução; |
| 3) | Concepção e
desenvolvimento do produto; |
| 4) | Demonstraçã
o do produto; |
| 5) | Avaliação do
produto; |
| 6) | Comunicaçã
o. |

As etapas da metodologia *Design Science Research* são sequenciais, porém dependendo da aplicação escolhida, não serão necessárias todas as etapas.

A primeira etapa da pesquisa visa identificar o problema e a motivação, dessa forma, é necessário um conhecimento do atual estado da arte como também da relevância do problema a ser aplicado o método.

Na segunda etapa devem ser averiguadas as soluções possíveis e viáveis para propor uma solução.

Na terceira fase, os artefatos são criados. Os vários tipos de artefatos podem ser vistos no Quadro 2.

Quadro 2 – Tipos de artefatos

Tipo de Artefato	Descrição
Constructos	Constituem uma conceituação utilizada para descrever os problemas dentro do domínio e para especificar as respectivas soluções. São extremamente valiosos para <i>designers</i> e pesquisadores.

Modelos	É um conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos. Um modelo sempre precisa capturar a estrutura da realidade para ser uma representação útil.
Métodos	É um conjunto de passos (um algoritmo ou orientação) usado para executar uma tarefa. São criações típicas da <i>Design Science</i> .
Instanciações	É a concretização de um artefato em seu ambiente. Instanciações demonstram a viabilidade e a eficácia dos modelos e métodos que elas contemplam.

Fonte: Lacerda et al. (2013).

A quarta etapa da metodologia demonstra o uso do produto manufaturado para resolver o problema. Isso poderia envolver a sua utilização na experimentação, simulação, estudo de caso, prova, ou outra atividade apropriada.

A quinta etapa, ou seja, avaliação, observa e verifica quanto bem o artefato serve como solução para o problema. Essa atividade consiste em comparar os objetivos propostos para a solução com os resultados observados com o uso do artefato produzido. Isso requer conhecimento de métricas relevantes e técnicas de análise.

De acordo com Lacerda et al. (2013) o critério para avaliação do artefato se fundamenta na filosofia pragmática e segue três passos:

- 1) Explicitar o ambiente interno, o ambiente externo e os objetivos de forma clara e precisa;
- 2) Explicitar como o artefato pode ser testado;
- 3) Descrever os mecanismos que medem os resultados.

A última etapa, comunicação, refere-se à disseminação dos novos conhecimentos obtidos pela pesquisa na forma de artigos, dissertações, carta patente ou outros meios.

Outro método social que vem tendo destaque para o desenvolvimento de projetos é o *Design Thinking*. A metodologia objetiva atender uma necessidade da natureza humana, sendo composta por três fases. Dessa forma, diferencia-se dos outros métodos por não ser linear, podendo o projeto ser iniciado em qualquer uma das fases vistas na Figura 5 ou até mesmo utilizar somente algumas delas (VIANNA et al., 2011).

Figura 5 – Etapas da *Design Thinking*



Fonte: Vianna et al. (2011).

2.3 Problemas, desafios e soluções para pessoas idosas com a aplicação da domótica

A característica da população nos países desenvolvidos está mudando, pois atualmente são poucas as pessoas para cuidar do crescente número de idosos. Esse fato torna-se uma motivação para estudos sobre robótica e automação, pois ao invés de deixar o idoso em uma instituição, temos a possibilidade de deixá-lo viver em casa e acompanhá-lo de forma remota. Assim, com o desenvolvimento de tecnologia para os idosos e deficientes podemos ajudá-los a viver mais tempo em suas próprias casas (HARMO et al., 2005).

Domingo (2012) comenta, em seu trabalho, que a taxa de inatividade das pessoas deficientes é 2,5 vezes maior do que as pessoas sem deficiência. Dessa forma, como não conseguem algum emprego, irão ficar ociosas em casa dependendo possivelmente de um familiar ou responsável.

Diversos estudos na área de automação e robótica para auxílio de idosos e deficientes foram realizados nos últimos anos, porém, raramente são ouvidas e consideradas as necessidades deles.

O grupo de pesquisadores do projeto *A vida futura dos idosos - Future Senior Living*, realizou uma pesquisa com o objetivo de detectar e propor soluções residenciais de automação e robótica para atender às reais necessidades dos idosos e deficientes. O resultado desse estudo pode ser encontrado em forma de tabela no

capítulo 3, o qual traz o artigo publicado pelo autor na revista Sodebras. Nessa tabela é possível observar que ainda estão sendo desenvolvidas várias soluções para atender à demanda dos idosos, como também que uma das soluções mais simples é a utilização dos serviços de apoio especializados em casa, porém não são de grande aceitação por parte do idoso, além dos custos desses serviços serem elevados.

Assim, automações residenciais de baixo custo para idosos e deficientes que possam gerar mais qualidade de vida e praticidade podem ser o melhor caminho para resolver esse dilema.

2.4 Domótica a serviço das pessoas com necessidades especiais

Com a evolução constante da tecnologia, chega-se à era da informação e milhões de dados estão acessíveis na rede mundial. Assim, não possuir acesso à internet através de um smartphone ou computador pode ser visto com uma demonstração de atraso cultural na atual “sociedade do consumo”. Nesse contexto, todos os cidadãos, inclusive as PNEs, têm como única alternativa adaptar-se a essa nova visão, independente da habilidade ou vontade.

Como exemplo, um idoso que utiliza o computador, acessa redes sociais e conhece outras pessoas através dessas redes, com certeza, não se considera velho ou obsoleto, pois sempre está informado, atualizado com as mais novas tecnologias e aprende continuamente, o que possibilita uma melhoria de sua qualidade de vida e aceitação pessoal (TUTUNIC, 2013).

Para permitir mais acessibilidade as PNEs, o desenvolvimento de novas tecnologias que utilizam sensores e internet mostram-se como ferramentas de suporte essenciais, pois permitem a interação mais rápida com os objetos informatizados.

A automação de objetos de uma residência chama-se domótica. O nome é a tradução da palavra francesa, *domotique*, termo criado pelo jornalista francês Bruno de Latour, em 1984: “A domótica é um sistema que integra diversas características técnicas de uma habitação (*domus*, em latim = casa), tais como iluminação, segurança, controle de iluminação, monitoramento e controle de energia.” (BOLZANI, 2013, p. 105).

Moya e Tejedor (2004), quando definem domótica, citam a origem latina do termo *domus* (casa) adicionada à palavra “robótica” (controle automatizado de algo). Ou seja, a domótica é o controle automático de nossas casas, o que vulgarmente chamamos de “casas inteligentes”.

Alguns sistemas domóticos mais acessíveis podem ser vistos nos trabalhos de Rosa et al. (2013), Francisco e Trevisani (2013), Tatsiopoulos e Ktena (2009), Moreira et al. (2013) e Leitte et al. (2013). Esses trabalhos têm em comum o fato de aplicarem microcontroladores de baixo custo e comandos via rede. Também foi verificada a preferência pela plataforma microcontrolada Arduino por sua simplicidade e facilidade de implementação. O sistema Arduino será melhor detalhado posteriormente neste trabalho.

Alguns sistemas como o AUTOMADROID, desenvolvido por Leitte et al. (2013), utiliza um smartphone que se comunica com o Arduino e um roteador wireless via o protocolo da internet TCP/IP. O usuário pode comandar remotamente lâmpadas e eletrônicos em uma residência por meio de um dispositivo móvel com sistema operacional *Android*.

O trabalho de Castro Junior, Almeida e Sousa (2010) usa um microcontrolador da família PIC diferente dos demais projetos e tem por objetivo criar um vocalizador digital para auxiliar no processo de comunicação oral, como também auxiliar no processo educacional de pessoas com necessidades especiais.

O uso de comandos de voz é uma forma de facilitar a utilização e aceitação dos sistemas pela maioria das PNEs. O sistema HOMETEC, desenvolvido por Lima (2014), utiliza um smartphone para executar comandos de voz e acionar dispositivos, trabalhando com as plataformas Arduino e Android, além da arquitetura *Bluetooth*. Esse sistema tem a desvantagem de necessitar que o usuário toque inicialmente na tela do dispositivo móvel para acionar os comandos de voz.

No Brasil, foram desenvolvidos projetos para automação de chuveiros utilizando as plataformas Arduino e Android, como exemplo os trabalhos de Franceschi et al. (2015) e Gomes (2011), porém voltados somente para a economia de água e de energia.

Em contrapartida no exterior, projetos como o de Bujnowski et al. (2011) já se preocupam também com a saúde e segurança das pessoas. O sistema é composto por uma banheira que, através de sensores e atuadores, pode controlar o nível de água, temperatura e monitorar a atividade de uma pessoa durante o banho. A

banheira é capaz de distinguir se está preenchida somente com água, com água e uma pessoa, com água e uma pessoa se movendo ou vazia.

Já o trabalho de Koo et al. (2016) propõe uma aplicação da domótica com uma tecnologia emergente, a Internet das Coisas, utilizando a plataforma Arduino para gerar segurança a idosos em um banheiro. Um protótipo em pequena escala chegou a ser desenvolvido para provar o conceito utilizando um sensor de pressão e outro de luminosidade.

2.5 Internet of Things (IoT)

A internet das coisas (IoT) consiste em objetos físicos ou virtuais que são dotados da capacidade de interagir com uma rede interna ou Web, como a internet, trocando informações e tomando ações que podem ter ou não a supervisão humana. O termo *Internet of Things* foi pela primeira vez utilizado em 1999 por Kevin Ashton, cofundador do laboratório Auto-ID do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), em uma apresentação que visava à criação de um sistema global de registo de bens recorrendo ao uso de *Radio-Frequency IDentification* (RFID) e de *Wireless Sensor Networks* (WSN's) (LIMA et al., 2014).

A IoT é uma tendência a ser explorada, aproveitando a situação em que vivemos, já que não conseguimos nos imaginar “desconectados” do mundo digital. A comunicação que usamos atualmente, através de *tablets* e *smartphones*, ganhará a companhia de refrigeradores, fornos de micro-ondas e outros objetos, proporcionando conveniências e, em alguns casos, economia (LUIZ, 2014).

Na visão de Miori e Russo (2014), a IoT não é uma realidade tão distante, ela já faz parte do cotidiano de algumas pessoas e tem um impacto maior do que simplesmente o desenvolvimento de novas tecnologias. A aplicação de sensores, atuadores e redes móveis constituem ferramentas extremamente importantes para o uso desta nova interface homem-máquina (IHM).

Um conceito que caminha lado a lado com a IoT é o de ambiente inteligente (Aml). De acordo com de Freitas et al. (2012), a integração dos ambientes inteligentes (Aml) com a internet, o que é definida como *internet of things*, tem o objetivo de estabelecer uma relação entre objetos e equipamentos com a internet.

Nesse contexto, aparece a definição de IoT *home*, ou seja, a aplicação da internet das coisas em um ambiente residencial, tornando cada vez mais evidente a interação da IoT com a domótica.

A IoT já está presente na vida e no cotidiano de diversas pessoas. Mais ideias estão surgindo, porém, e propondo aplicá-la, por exemplo, a carros que teriam instalados sensores de pressão de ar e detectariam quando um pneu necessita de revisão, emitindo um aviso local ou remoto para seu dono. Essa ideia já é realidade no Brasil e no mundo, tais como nos veículos dos fabricantes Hyundai, Renault, Honda, Toyota e outros que já possuem essa tecnologia conhecida como TPMS, iniciais de Sistema de Monitoramento da pressão dos pneus - *Tire-Pressure Monitoring System* (Bridgestone Americas Tire Operations, 2014).

A IoT é composta por três componentes principais, são eles:

- a) *Hardware* – Uso de sensores, atuadores e sistemas de comunicação embarcados;
- b) *Middleware* – Ferramentas computacionais de armazenamento e tratamento dos dados;
- c) *Presentation* (Apresentação) – Sistemas desenvolvidos para as mais diversas aplicações que facilitam entender e interpretar os resultados obtidos e que permitam conexões através de diferentes plataformas.

Uma das áreas que deverão ser mais exploradas nas aplicações de IoT é a parte de segurança dos sistemas, visto que os objetos que se comunicam possuem dados e informações bem particulares dos usuários.

A IoT se diferencia muito das redes de computadores tradicionais conforme se verifica no Quadro 3, sendo assim são necessárias soluções de segurança exclusivas e complexas para esses sistemas que admitem mais vulnerabilidades.

Quadro 3 – Redes tradicionais versus IoT quanto a segurança

Características	Redes Tradicionais	IoT
Escala	Dezenas ou centenas de nós	Centenas ou milhares de nós
Linguagem de Programação	Python, Java, C, C++ e C#	Eminentemente C e C++
Realização de Tarefas	Independentemente	Colaborativamente
Recursos Computacionais	“Rico”	“Pobre”
Recurso Crítico	Tempo ou memória	Energia
Arquitetura dos Nós	64 ou 32 bits	8, 16 ou 32 bits

Fonte: Teixeira et al. (2014).

Teixeira et al. (2014) desenvolveram a solução de segurança SIoT concebida para evitar ataques que visam explorar falhas nos códigos de IoT, tais como os ataques de Estouro de Memória - *Buffer Overflow* (BOF).

2.6 Web of the Things (WoT)

Aplicando os componentes da IoT para a integração de objetos inteligentes com a Web, nasceu o conceito de Web das Coisas (*Web of Things* – WoT). Esse conceito se baseia no uso de protocolos e padrões amplamente aceitos e já em uso na Web, tais como HTTP (Protocolo de transferência de Hipertexto - *Hypertext Transfer Protocol*) e URIs (Identificador de Recurso Uniforme - *Uniform Resource Identifier*).

O objetivo da WoT é fazer a conexão entre os objetos reais e a internet, aplicando os objetos da mesma forma que qualquer outro recurso Web (FRANÇA et al., 2011). Na WoT, os objetos inteligentes possuem servidores web embutidos ou são acessados por um gateway, aplicando o estilo de arquitetura *Representational State Transfer* (REST) aos objetos do mundo real (MATOS, 2013).

Segundo Nunes e David (2005), o modelo REST utiliza um conjunto de interfaces genéricas para promover interações sem estado (*stateless*) por meio da transferência de representações de recursos, em vez de operar diretamente sobre esses recursos. Quando um Serviço de Rede (*Web Service*) é implementado e utiliza o HTTP com os princípios da arquitetura REST, damos o nome de *RESTful*.

Na WoT os recursos podem ser objetos inteligentes que serão acessados por um *Uniform Resource Identifier* (URI) e suportam os métodos pré-definidos: GET, POST, PUT, DELETE entre outros. Esses recursos, unicamente identificados por um URI, podem ter suas informações acessadas por requisições e possuir links para outros recursos de forma que as aplicações podem seguir links interligados por uma rede de recursos (GUINARD et al., 2011). Assim, clientes de serviços *RESTful* podem acessar os links para interagir com os recursos, da mesma forma que um usuário acessa uma página da web utilizando um navegador web.

Com o uso dos principais métodos do protocolo HTTP (GET, POST, PUT e DELETE) é possível a interação entre as páginas da Web e os objetos inteligentes.

Na WoT, o HTTP é utilizado como mecanismo de suporte padrão a toda interação com os objetos inteligentes. Assim, um objeto físico pode enviar seus dados para pontos descentralizados e esses dados podem ser utilizados e reutilizados em diferentes aplicações (FRANÇA et al., 2011).

Como exemplo, pode-se citar o trabalho de Tatsiopoulos e Ktena (2009) que desenvolveram um sistema WoT utilizando o protocolo *ZigBee*, o qual alimenta uma página web com dados online, coletados por sensores de temperatura e umidade.

Os serviços *RESTful* são usualmente manipulados por Web 2.0 *mashups*. Uma Mistura de Rede (*Web mashup*) é uma aplicação Web ou página Web que geralmente usa interfaces de programação de aplicações para manipular informações de múltiplas fontes, criando um serviço único (VESYROPOULOS; GEORGIADIS, 2013). Um exemplo de *Mashup* é o *Google Maps*, onde nele é possível utilizar todo o conteúdo do site, como também utilizar incrementos de outras ferramentas (*Flickr*, *Wikipedia*, *YouTube* ou um serviço de anúncios), em uma única ferramenta.

Vesypoulos e Georgiadis (2013) abordam três formas de utilizar o conceito de *mashups*:

- a) *Mashups*
Físico-Virtual – Ocorre a interação entre objetos físicos e páginas ou aplicações Web;
- b) *Mashups*
Físico-Físico – Ocorre a interação entre objetos físicos utilizando os conceitos da Web das Coisas;
- c) *Mashups* de Negócios Inteligentes – Integração de vários serviços locais em um único ambiente corporativo com outros serviços ou objetos físicos, como exemplo uso de sensores e leitores RFID para logística. Pode-se observar que a WoT tem uma ligação muito forte com os *mashups* físicos, pois através deles os objetos físicos podem interagir entre si ou com a web.

Existem diversas plataformas para desenvolvimento de *mashups* físicos em nuvem, as quais podem suportar vários dispositivos conectados. Alguns deles são encontrados nos sites:

- [https://www.eetherios.com](https://www.etherios.com)

- <https://www.xively.com>
- <https://www.evythng.com>
- <https://www.thingspeak.com>

A *Etherios* é uma plataforma com várias Interfaces de Programação de Aplicativos (APIs) que oferece um serviço de infraestrutura em nuvem, permitindo a integração dos diversos dispositivos físicos em rede com aplicações *desktop*, web ou móveis. Também é possível adicionar e administrar os recursos remotamente (MATOS, 2013).

A *Xively* possibilita o cadastro e desenvolvimento de produtos e soluções para IoT, em que os dados podem ser enviados por sensores ou *gateways* para um *feed* criado no *Xively*. Os dados são disponibilizados em vários formatos para outras aplicações e sites, como também podem gerar ações executadas por meio de alertas e *scripts* (MATOS, 2013).

Já a plataforma *Evrythng* permite o cadastro de objetos com uma identificação única, conhecida como Identidade Digital Ativa - *Active Digital Identity* (ADI). O *Evrythng* pode ser considerado como uma rede social para objetos do mundo real, pois permite a criação de um perfil para o objeto, armazenando informações e possibilitando sua interação com o perfil de pessoas nas redes sociais, aplicações e serviços (MATOS, 2013).

Thingspeak é uma plataforma que oferece serviços de IoT semelhantes ao do *Xively*, possibilitando também a criação de uma conta de acesso gratuita. Nela são disponibilizadas APIs, aplicações e *plug-ins* para facilitar a integração com os canais, que são as unidades do repositório de dados cadastrados e lidos a partir de sensores e aplicações. Os canais podem ter uma visualização pública e serem customizados e compartilhados em redes sociais (MATOS, 2013).

Como visto, a Web das Coisas requer a incorporação de servidores Web em pequenos dispositivos. Assim, o uso e implementação de protocolos como HTTP/TCP/IP em dispositivos embarcados com pouca memória de RAM e EEPROM é uma necessidade (DUQUENNOY; GRIMAUD; VANDEWALLE, 2009).

2.7 Microcontroladores e plataforma Arduino

De forma simplificada um microcontrolador é um computador em um chip. Nele estão contidos uma unidade central de processamento, memórias e portas de entrada e saída (BATES, 2013).

Bates (2013) também comenta que a unidade central de processamento é o cérebro do microcontrolador. Nela são controlados e processados todos os registros de dados e comunicações binárias que ocorrem entre as mais diversas partes do CI. Já a memória é o local onde os dados são armazenados, podendo ser de forma permanente, memórias ROM, ou de forma transitória, nas memórias RAM. Finalmente, as entradas e saídas representam os caminhos de comunicação do microcontrolador com o mundo real, podendo realizar conexões de dois tipos: analógicas ou digitais.

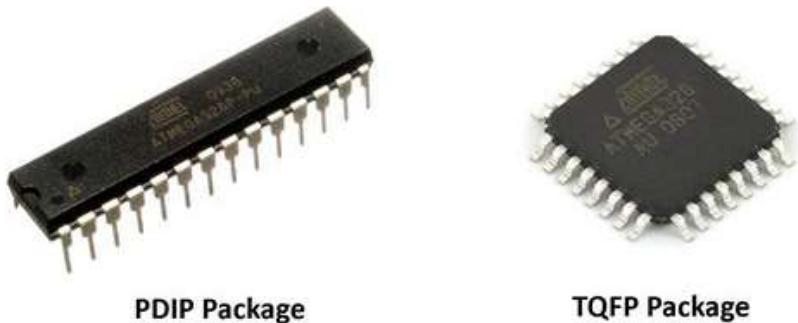
Atualmente, os microcontroladores fazem parte de nosso dia a dia, visto que estão presentes nos mais variados aparelhos e dispositivos, tais como celulares, vídeo games, relógios, carros, Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), câmeras digitais, dentre os mais diversos equipamentos.

Com os avanços da tecnologia, tais como o aumento da velocidade de processamento, aumento da capacidade de armazenamento de dados e da miniaturização dos componentes, os microcontroladores tornaram-se a melhor relação custo/benefício em se tratando de soluções que demandam processamento, baixo custo de *hardware* e pequena necessidade de espaço físico (MARTINS, 2005).

No mercado existem vários fabricantes de microcontroladores, dentre os mais conhecidos estão as empresas Atmel, Intel, Microchip, Motorola, Holtek. Todos esses podem aparecer em vários encapsulamentos de CI's diferentes, sendo os mais comuns o DIP (Compactação em Linha Dupla - *Dual In line Package*) e o QFP (Dispositivo Montado em Superfície - *Surface Mounted Device*) (CARVALHO, 2013) vistos na Figura 6.

Dentre os vários microcontroladores existentes no mercado, os que possuem maiores aplicações na literatura para automação e domótica são os da série PIC do fabricante Microchip e os AVRs (ATmega) do fabricante Atmel.

Figura 6 – Tipos de encapsulamento



Fonte: Xian (2015).

2.7.1 Plataforma Arduino

A plataforma Arduino surgiu em 2005 na Itália, na cidade de Ivrea, quando o professor do Instituto de Interação de Projetos - *Interaction Design Institute*, Massimo Banzi, em parceria com o professor pesquisador David Cuartielles, buscaram o desenvolvimento de um hardware e software de baixo custo e de fácil implementação para aplicações em robótica. Para concluir o desenvolvimento eles contaram com a colaboração do aluno David Mellis, que programou o software para a execução da placa Arduino; e do engenheiro Gianluca Martino, responsável pelo hardware, o qual desenvolveu inicialmente duzentas tiragens da placa para uso dos alunos do *Design Institute* (STOPPA et al., 2013).

O microcontrolador utilizado no Arduino é o ATmega da família AVR, fabricado pela empresa ATMEL em versões de oito e 32 bits. Nas placas Arduino são utilizados somente os microcontroladores de oito bits, tais como o ATmega8, ATmega168, ATmega328, ATmega1280 e ATmega2560, que se diferenciam pela quantidade de entradas e saídas e pela capacidade das memórias FLASH, SRAM e EEPROM (EVANS; NOBLE; HOCHENBAUM, 2013). Na Tabela 2 temos um comparativo da capacidade de memória entre os dois chips ATmega mais utilizados no mercado.

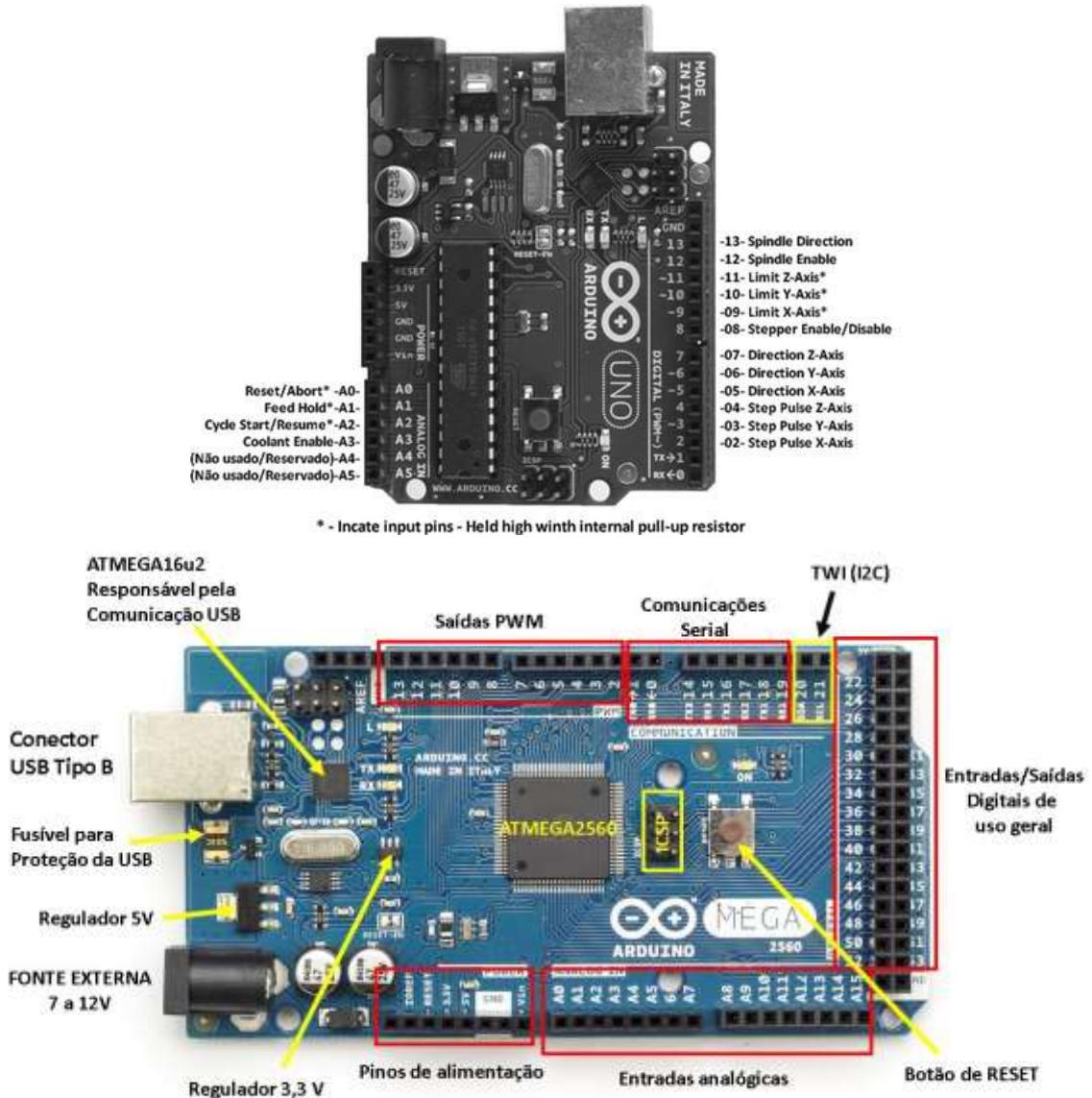
Tabela 2 – Comparativo de memória entre microcontroladores AVR

Tipo de Memória	Chip ATmega328	Chip ATmega2560
Flash	32k bytes, onde 5k são usados para o bootloader.	256k bytes, onde 8k são usados para o bootloader.
SRAM	2k bytes	8k bytes
EEPROM	1k byte	4k bytes

Fonte: ArduinoWebPage (2015).

Existem diversos modelos de placas Arduino, tais como: Uno, Leonardo, Mega, Nano, dentre outros. Na Figura 7 são detalhados os pinos das placas Arduino Uno e Mega. O Arduino Uno utiliza um microcontrolador DIP, ATmega328, sendo a mais utilizada em projetos por sua simplicidade e compatibilidade com os vários *shields* existentes no mercado.

Figura 7 – Detalhe dos pinos do Arduino Uno e Mega



Fonte: André (2015) e Souza (2014).

O Arduino Mega é utilizado em projetos que necessitem de mais conexões e maior capacidade de memória, pois possui um microcontrolador ATmega2560 com 54 pinos de entrada/saída digitais, 16 entradas analógicas e três saídas de comunicação serial.

Com o Arduino é possível controlar sensores e atuadores, tornando as aplicações mais simples e intuitivas. Por ser uma plataforma *open source* é muito fácil encontrar códigos de programas para as mais variadas funções. Existe a comunidade “Arduino.cc” em que programadores de todo o mundo publicam códigos prontos para uso.

O *hardware* do Arduino também é *open source*, sendo assim, empresas e usuários podem desenvolver placas conhecidas como *shields* para conectar os mais variados sensores e dispositivos. Esse nome que significa “escudo”, em inglês, e faz referência ao fato de que as placas são conectadas diretamente sobre o Arduino.

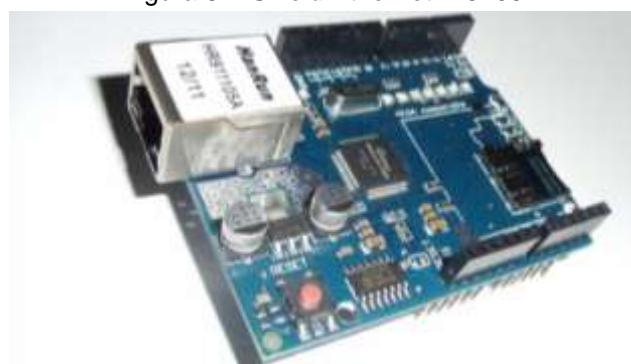
A comunicação do Arduino com o computador é realizada através de um IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado - *Integrated Development Environment*). O IDE do Arduino utiliza uma DSL (*Domain Specific Language*) baseada nas linguagens C/C++ (MOREIRA et al., 2013).

A placa Arduino possui comunicação serial, portas digitais e analógicas. As portas digitais tanto podem ser utilizadas como entrada ou saídas e, em algumas delas, é possível realizar um controle de PWM (Modulação por largura de pulso), de forma que no momento em que os sinais analógicos são lidos pelos pinos com esta finalidade, eles possam ser transformados em um controle digital, facilitando aplicações que necessitem de valores específicos (MOREIRA et al., 2013).

2.7.1.1 **Shield Ethernet**

O *shield Ethernet*, visto na Figura 8, foi baseado no chip Ethernet da empresa Wiznet e permite que as placas Arduino (Uno, Mega e outras compatíveis) se conectem à internet ou intranet, como também possam ler e escrever em um cartão SD (ARDUINO-ETHERNET SHIELD, 2016).

Figura 8 – *Shield Ethernet* W5100



Fonte: Site ArduinoCia (2016).

Sistemas que utilizam esse *shield* podem realizar acessos remotos, transferência de dados, verificação remota de status dos sensores, gravar dados remotos, dentre outras operações usando a rede (ARDUINO-ETHERNET SHIELD, 2016).

A conexão do *shield* com a placa Arduino e com a rede é simples. Na Figura 9 é possível ver a conexão com a placa Arduino Mega, sobreposta pino a pino com o *shield*, como também a conexão com a rede através do cabo padrão RJ45.

Figura 9 – Conexões *Shield Ethernet*



Fonte: Hytekblue (2013).

O *shield* pode servir como servidor (*Webserver*), recebendo conexões ou como cliente (*WebClient*) fazendo conexões externas. A biblioteca suporta quatro conexões simultâneas de entrada e/ou saída. A comunicação com a placa Arduino é feita através da interface serial (SPI), usando os pinos digitais 11,12 e 13 no Arduino Uno e os pinos 50, 51 e 52 no Arduino Mega. Os pinos 10 e quatro são utilizados para escolher em ambas as placas entre o uso da placa de rede ou do cartão de memória, pois não é possível utilizar ao mesmo tempo as duas funções, sendo assim, não podem ser utilizados como entradas ou saídas quando utilizando este *shield*. No Arduino Mega o pino 53 também necessita ser definido como saída no código de programação para a interface SPI funcionar (ARDUINO-ETHERNET SHIELD, 2016).

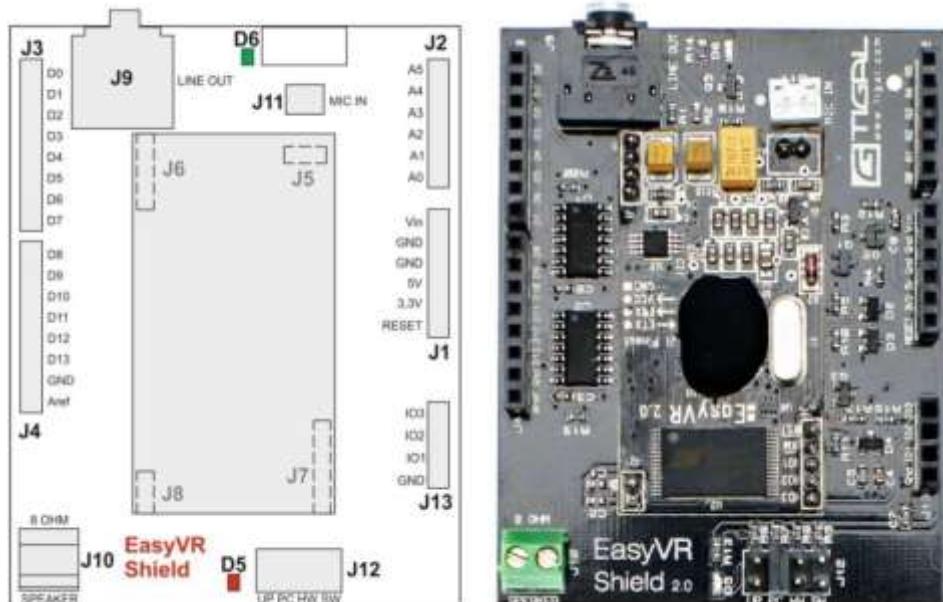
2.7.1.2 Shield EasyVR

O módulo *EasyVR* é uma placa desenvolvida para reconhecimento de voz, que pode aceitar 32 comandos principais definidos pelo usuário (conhecidos como Comandos de Voz Dependentes - *Speaker Dependent* – SD) e 28 comandos secundários (conhecidos como Comandos de Voz Independentes - *Speaker Independent* – SI). O *shield* também possui conectores adicionais para entrada de microfone, uma saída para autofalante de oito ohm, saída de áudio em P2 fêmea para um amplificador externo ou fone de ouvido, e acesso aos pinos de entrada e saída do módulo (LABORATÓRIO DE GARAGEM, 2016).

Para sua programação e funcionamento utilizam-se dois programas principais que são o *Easy Commander* e o *Sensory QuickSynthesis*, respectivamente para gravação dos comandos de voz e configuração dos áudios que serão emitidos como resposta dos comandos pela *EasyVR*. Podem ser utilizados programas adicionais para a gravação das respostas em formato wav que serão emitidas pela *EasyVR*, como: *Audacity*, *Free Sound Recorder*, *EXPStudio Audio Editor* ou qualquer outro software com esta finalidade (LABORATÓRIO DE GARAGEM, 2016).

A conexão da *EasyVR* com a placa Arduino é feita de forma serial pelos pinos 12 e 13 que deverão ser conectados nos pinos zero e um do Arduino. A Figura 10 tem a pinagem da placa *EasyVR 2.0*, a qual é detalhada no Quadro 4.

Figura 10 – Pinagem *EasyVR 2.0*



Fonte: Robotech (2016).

Quadro 4 – Detalhe dos pinos EasyVR 2.0

Connector	Number	Name	Type	Description
J1, J2 J3, J4				Shield interface, same as on Arduino (Pins 0-1 are in use when J12 is set as UP, PC or HW) (Pins 12-13 are in use when J12 is set as SW)
J9		LINE OUT	O	3.5mm stereo/mono headphone jack (16Ω - 32Ω headphones)
J10	1-2	SPEAKER	O	Differential audio output (can directly drive an 8Ω speaker)
J11	1	MIC_IN	I	Microphone input signal
	2	MIC_RET	-	Microphone reference ground
J13	1	GND	-	Ground reference
	2	IO1	I/O	General purpose I/O (3.0 VDC TTL level) (Also used for on-board green LED D6)
	3	IO2	I/O	General purpose I/O (3.0 VDC TTL level)
	4	IO3	I/O	General purpose I/O (3.0 VDC TTL level)

Fonte: Robotech (2016).

De acordo com Robotech (2016), para programação e controle do módulo se faz necessário modificar a posição do *jumper* em J12 para uma das quatro situações a seguir:

- **UP** – Modo de atualização da memória *Flash*: Este modo é usado para fazer *updates* no *firmware* ou para *download* da tabela de sons que foi gravada pelo usuário com as respostas aos comandos da placa feitas através do programa *EasyVR Commander*. Nesse modo, o controle do Arduino sobre a placa é desabilitado e somente o adaptador USB/serial é utilizado.
- **PC** – Modo de conexão ao PC: Usado para a comunicação direta com o programa *EasyVR Commander*. Nesse modo o usuário consegue gravar os comandos que serão reconhecidos pela placa. Semelhante ao modo UP só é usado o adaptador USB/Serial.
- **HW** – Modo de controle serial via *Hardware*: É utilizado para controlar o módulo *EasyVR* do Arduino através da porta serial nos pinos zero e um.
- **SW** – Modo de controle serial via *Software*: É utilizado para controlar o módulo *EasyVR* do Arduino através da porta serial nos pinos 12 e 13. Nesse modo é que a placa *EasyVR* é utilizada para reconhecer os comandos

gravados e executar as respostas de acordo com a programação em *software*.

Já existe a versão 3.0 da Placa *EasyVR*, a qual se diferencia da versão 2.0 pela opção de alterar os pinos 12 e 13 pelos pinos oito e nove para evitar conflitos, como também a criação de um quinto modo para uso no Arduino versão “Leonardo”.

3 ARTIGO – DOMÓTICA E INTERNET DAS COISAS APLICADAS PARA APOIO A PESSOAS IDOSAS

Este capítulo apresenta o primeiro artigo intitulado de “Domótica e internet das coisas aplicadas para apoio a pessoas idosas”, o qual teve como objetivo estudar os vários tipos de automações que existem para apoio a idosos e verificar a possibilidade de sua melhoria com a inserção da internet das coisas. O artigo foi apresentado no congresso XXXIV *International Sodebras Congress* que ocorreu em São Paulo nos dias 07 e 09 de dezembro de 2015 e posteriormente foi publicado na edição 123 da revista Sodebrás (ISSN:1809-3957), volume 11, em março 2016.

O presente artigo se inicia mostrando que o crescimento da quantidade de idosos é um fenômeno mundial e também que muitos deles já vivem sozinhos. Foi feita uma pesquisa bibliográfica buscando responder quais são as principais necessidades dos idosos em relação à automação residencial.

Também foram definidos os conceitos de Internet das Coisas e Domótica, abordando a utilização dos temas separadamente e comparando com publicações que já tratam do uso conjunto das tecnologias, de forma a verificar as vantagens e desvantagens em cada caso.

O estudo ainda fez uma comparação detalhando as vantagens e desvantagens dos diversos tipos de automações residenciais que já utilizam a internet das coisas, diferenciados pela tecnologia responsável pela comunicação.

Como principais resultados obtidos foi visto que os sistemas, para terem uma maior aceitação pelos idosos, devem possuir interfaces simples, serem adaptativos e acessíveis, preferencialmente comandados por voz, utilizando conexões de rede seguras e com a possibilidade de gerar alertas comunicando familiares ou responsáveis. Os tipos de conexões melhores para implementação são os que possuem redes *Wi-Fi*, *Bluetooth* e *Zigbee* pela praticidade e segurança.

As plataformas *Arduino* e *Java* aparecem como as ferramentas mais utilizadas por serem de código livre e possuírem diversas fontes de pesquisa e discussão. E finalmente, para que haja aceitação por parte dos idosos, a instalação de sensores e atuadores não deve ser invasiva, além de serem instalados nos mais diversos equipamentos do dia a dia.

A seguir, apresenta-se o artigo na íntegra.

DOMÓTICA E INTERNET DAS COISAS APLICADAS PARA APOIO À PESSOAS IDOSAS

FÁBIO DE ARAÚJO LEITE¹; RODRIGO FRANCO GONÇALVES²; ALAN KILSON ARAÚJO³; VICTORIA REGIA CORDEIRO DE SOUZA⁴

1,3,4 – FACULDADE SANTO AGOSTINHO - FSA; 2 – UNIVERSIDADE PAULISTA - UNIP;

farleite@terra.com.br

Resumo - *O aumento percentual da população idosa é um fenômeno de alcance mundial. Particularmente no Brasil, projeta-se um percentual de 28,9% de pessoas acima dos 60 anos para 2050 (atualmente, 11,5%). Cada vez mais os idosos tendem a residir sozinhos. Este fato torna-se uma motivação para estudos sobre robótica e automação, pois a aplicação desses conhecimentos pode facilitar tarefas cotidianas, gerando mais acessibilidade ao idoso. Ao unir Internet das Coisas a domótica (automação residencial) aumenta-se o potencial de auxílio e integração dos idosos com o meio em que vivem, visto que eles podem interagir com pessoas ou objetos através da rede de computadores (internet). Este artigo analisa as vantagens e desvantagens do uso dos sistemas domóticos e avalia as potencialidades de aliar estes sistemas com a internet das coisas, objetivando gerar benefícios para os idosos que moram sozinhos. Inicialmente são introduzidos conceitos como Internet das Coisas e domótica, como também elencadas várias solicitações dos idosos para sistemas de automação residencial, posteriormente são comparadas soluções do estado da arte desenvolvidas no Brasil e no mundo, verificando as ferramentas que foram utilizadas e quais delas podem agregar mais benefícios com a adição da Internet das Coisas.*

Palavras-chave: Domótica. Internet das Coisas. Idosos.

I. INTRODUÇÃO

O envelhecimento da população aparece como um fenômeno mundial, sobretudo em sociedades economicamente mais desenvolvidas, conforme o relatório Global Age Watch Index (2014) (Figura 1). Particularmente no caso do Brasil, este mesmo relatório aponta um percentual de 11,5% da população acima dos 60 anos em 2014, que deve chegar a 28,9% em 2050.

No Brasil, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) do IBGE, mostra uma redução no tamanho médio das famílias, de 4,3 pessoas em 1981 para 3,3 em 1990 e para 3,0 em 2011, havendo ainda um aumento no percentual de domicílios com um único morador (12,7% em 2011) e no percentual de casais sem filhos (IBGE, 2012).

Percebe-se que estruturas familiares mostram-se mais desagregadas, o que leva muitas pessoas a

continuarem morando independentemente de seus filhos após os 60 anos (Figura 2). A PNAD aponta um aumento de 215% no número de idosos vivendo sozinhos entre 1992 e 2012, sendo que, neste mesmo intervalo de tempo, o aumento no número de idosos foi de 117%. Ou seja, mais idosos passaram a viver sozinhos, totalizando 3,70 milhões em 2012 (COLLUCCI, 2013).



Figura 1. Porção da população acima de 60 anos e rapidez de crescimento com projeção para 2050. Fonte: GLOBAL AGE WATCH (2014)

VIVENDO SÓ
Parcela de idosos que moram sozinhos triplica em 20 anos

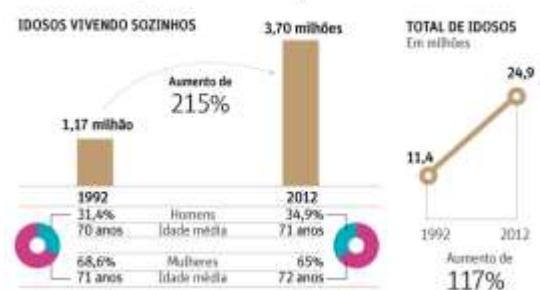


Figura 2. Idosos vivendo sozinhos. Fonte: COLLUCCI (2013)

Segundo Camargos et al. (2011), são várias as motivações para que idosos residam sozinhos, entretanto, os vínculos familiares tendem a ser mantidos. Neste sentido, as condições que surgem em decorrência da idade, como dificuldades sensoriais, de equilíbrio, locomoção, memória e atenção; necessidades de medicamentos e acompanhamento médico mais frequente; ou mesmo solidão; podem gerar preocupações tanto para o próprio idoso como para seus familiares. Segundo o IBGE (2010), 67,7% da população acima de 65 anos apresenta alguma deficiência de ordem visual (predominante), auditiva, motora ou mental (minoria).

Em virtude do aumento da população idosa mundial, está ocorrendo uma diminuição do número de cuidadores de idosos, visto que existem poucas pessoas para cuidar do crescente número de idosos. Este fato torna-se uma motivação maior para os estudos sobre robótica, automação e internet das coisas, pois ao contrário de deixar o idoso em uma instituição, temos a possibilidade de deixá-lo viver em casa e acompanhá-lo de forma remota. Então, com o desenvolvimento de tecnologia para os idosos podemos ajudá-los a viver mais tempo em suas próprias casas (HARMO et al., 2005).

II. PROCEDIMENTOS

Este artigo é uma pesquisa teórica, baseada em revisão bibliográfica que analisa as vantagens e desvantagens do uso dos sistemas domóticos e avalia as potencialidades de aliar estes sistemas com a internet das coisas, objetivando gerar benefícios para os idosos que moram sozinhos e que ainda não necessitam de assistência médica 24h. Nas seções a seguir são introduzidos conceitos como internet das coisas e domótica, como também elencadas várias solicitações dos idosos para sistemas de automação residencial, posteriormente são comparadas soluções do estado da arte desenvolvidas no Brasil e no mundo, verificando as ferramentas que foram utilizadas e quais delas podem agregar mais benefícios com a adição da internet das coisas.

III. DOMÓTICA

A automação de objetos de uma residência chama-se domótica. O nome é a tradução da palavra francesa, *domotique*, termo criado pelo jornalista francês Bruno de Latour, em 1984: “A domótica é um sistema que integra diversas características técnicas de uma habitação (*domus* em latim = casa), tais como segurança, controle de iluminação, monitoramento e controle de energia”. (BOLZANI, 2013).

Moya; Tejedor (2004) quando define domótica cita a origem latina do termo (*domus*) adicionada a palavra robótica (controle automatizado de algo), ou seja, a domótica é o controle automático de

nossas casas, o que vulgarmente chamamos de “casas inteligentes”.

São exemplos de soluções de domótica: robôs assistentes domésticos para funções gerais ou especializadas, controle automatizado de iluminação e temperatura, detectores e simuladores de presença, etc.

O grupo de pesquisadores do projeto *Future Senior Living* realizou uma pesquisa com o objetivo de detectar e propor soluções residenciais de automação e robótica para atender as reais necessidades de idosos e deficientes. O resultado foi resumido na Tabela 1, onde pode-se observar que ainda estão sendo desenvolvidas várias soluções para atender aos requisitos destes grupos. O estudo também mostra que uma das soluções mais simples é a utilização dos serviços de apoio especializados em casa, porém não são de grande aceitação por parte do idoso, como também os custos desses serviços são elevados.

Atualmente já existem vários sistemas de automação residencial no mercado, porém o preço para implementação e a frequente necessidade de ajustes dos sistemas dificulta a aquisição pelos usuários (STOPPA et al., 2013).

Desta forma, automações residenciais de baixo custo para idosos e deficientes que possam gerar mais qualidade de vida e praticidade podem ser o melhor caminho para resolver este dilema.

Tabela 1 - Soluções de automação para idosos e deficientes.

Necessidades, problemas ou dificuldades	Exemplos de soluções conhecidas	Tecnologia de automação ou suporte
Solidão	Cuidadoras residenciais, centros de apoio, TV, comunicação apropriada: Internet, e-mail, smartphones.	Existentes: Robô de Entretenimento Em desenvolvimento: Robô que trabalha emoções, robô de apoio e comunicação e casa inteligentes.
Preparar comida	Serviços de entrega de comida (delivery), cuidadoras residenciais, comprar comidas de preparo rápido.	Existentes: Robô manipulador de comida Em desenvolvimento: Casas inteligentes.

Necessidades, problemas ou dificuldades	Exemplos de soluções conhecidas	Tecnologia de automação ou suporte	Necessidades, problemas ou dificuldades	Exemplos de soluções conhecidas	Tecnologia de automação ou suporte
Comer	Cuidadoras residenciais, comidas de fácil alimentação, projetos adaptados de garfos, colheres e outros.	Existentes: Robô de Alimentação Em desenvolvimento: Não encontrado	Caminhar (suporte físico)	Bengalas, andadores, cadeiras de rodas e treinamento de reabilitação.	Existentes: Cadeiras de rodas elétricas e bicicletas de apoio elétricas. Em desenvolvimento: Robôs de apoio a caminhada, exoesqueletos e cadeiras de rodas elétricas com automação.
Necessidade de assistência médica	Cuidadoras residenciais, recipientes de controle de medicamentos	Existentes: Recipientes inteligentes de controle de medicamentos Em desenvolvimento: Casas inteligentes.	Demência e perda de memória	Dispositivos de lembretes, cadernos de notas, diários e apoio de enfermeiras e parentes.	Existentes: Diários elétricos Em desenvolvimento: Robô residencial de informação, casas inteligentes.
Higiene pessoal	Banheiros com mais acessibilidade, cuidadoras residenciais, dispositivos de higiene para a cama, assento de toalete móvel.	Existentes: Robô de banho Em desenvolvimento: Não encontrado	Visão reduzida.	Óculos, indicadores de voz nos dispositivos, indicações com textura ou posição (Escrita Braille, ranhuras)	Existentes: Programas de reconhecimento de voz e programas que convertem texto para fala. Em desenvolvimento: Robôs de informação e robôs guias.
Comunicação, telefone e e-mail	Acessibilidade para utilizar telefones e programas mais fáceis para envio de e-mails.	Existentes: Não encontrado Em desenvolvimento: Robô de informação residencial e casas inteligentes.	Vestir e despir-se	Cuidadores residenciais, instrumentos de ajuda.	Existentes: Não encontrado Em desenvolvimento: Não encontrado
Caminhar (necessidades reduzidas)	Andadores, barras de apoio.	Existentes: Não encontrado Em desenvolvimento: Robôs de manipulação.	Perda total ou parcial de movimentos. (Paralisia)	Enfermeiras de reabilitação, máquinas elétricas de auto exercícios.	Existentes: Equipamentos de reabilitação de um grau de liberdade. Em desenvolvimento: Robôs ou equipamentos de múltiplos graus de liberdade.
Demência e perda de memória	Dispositivos de lembretes, cadernos de notas, diários e apoio de enfermeiras e parentes.	Existentes: Diários elétricos Em desenvolvimento: Robô residencial de informação, casas inteligentes.			

Necessidades, problemas ou dificuldades	Exemplos de soluções conhecidas	Tecnologia de automação ou suporte
Audição reduzida	Equipamentos de audição (amplificadores), papel e caneta e informações escritas.	Existentes: Programas de reconhecimento de voz. Em desenvolvimento: Robô de informação residencial.

Fonte: Adaptada de Harmo et al. (2005)

IV. INTERNET DAS COISAS

A internet das coisas (IoT) consiste em objetos físicos ou virtuais que são dotados da capacidade de interagir com uma rede interna ou externa sob protocolo de Internet, ou mesmo via Web (neste caso, caracteriza-se *Web of Things* – WoT), trocando informações e tomando ações que podem ter ou não a supervisão ou intervenção humana. Para Xia et al. (2012), a Internet das coisas vai aumentar a onipresença da internet, criando uma distribuição em rede de dispositivos que comunicam com os seres humanos, bem como outros dispositivos.

Para Dijkman et al. (2015), a IoT é a conexão - através da Internet - de objetos do mundo físico, que são equipadas com sensores, atuadores e tecnologias de comunicação. Pode ser vários domínios de aplicação, tais como manufatura, saúde e energia, facilitando o desenvolvimento de novas aplicações e na melhoria das aplicações existentes.

Um conceito que caminha lado a lado com a IoT é o de ambiente inteligente (AmI). De acordo com De Freitas et al., (2012) a integração dos ambientes inteligentes (AmI) com a internet é o que podemos definir como “*internet of things*”, a qual tem objetivo de estabelecer uma relação entre objetos e equipamentos com a internet.

Neste contexto, quando falamos da IoT *home*, ou seja, a aplicação da internet das coisas em um ambiente residencial, torna-se evidente cada vez mais a interação também com a domótica.

Segundo Dohr et al. (2010) as áreas de interesse para o desenvolvimento de aplicações referentes a serviços de *home care* são: saúde, segurança, tranquilidade, independência, mobilidade e contato social.

A IoT torna-se uma ferramenta essencial para implementação e melhoria dos sistemas de *home care*, visto que atende várias destas solicitações, tais como: o monitoramento de doenças crônicas (Saúde), sistemas de alarmes (segurança), serviços de avisos e lembretes (tranquilidade), permitir a comunicação das pessoas com parentes e amigos (contato social) e demais aplicações (DOHR et al., 2010).

A escolha da tecnologia utilizada no sistema de automação com a adição de IoT é um dos fatores preponderantes para o sucesso destes sistemas. No trabalho de Singh; Baghoriya; Bohara (2015), vide tabela 2, são comparadas as vantagens e desvantagens de alguns sistemas de automação mais utilizados.

Tabela 2 – Comparaçao entre algumas tecnologias de automação.

Tipo de Tecnologia	Vantagens	Desvantagens
Java (WebService PC)	Interface para o usuário, segura e confiável.	Complexa, custo elevado e a instalação necessita muito cabo.
GPRS/3G/4G	Acessível, simples, acesso remoto.	Custo médio, problemas de conexão em algumas áreas e dependência da operadora, alto consumo de energia.
Wi-Fi	Precisa, rápida, suporta multimídia e sem interrupções.	Alto consumo de energia, complexa e custo elevado.
Linha telefônica	Acessível, simples e conexão remota	Sem interface gráfica, o usuário tem que lembrar senhas de acesso, arquitetura por fio.
Bluetooth	Segura, suporta multimídia.	Consumo médio de energia, necessita parear os dispositivos, suporta somente 7 conexões.
Zigbee	Interface para o usuário, sem interrupções, simples, custo de implementação barato.	Problemas de falhas de conexão e interferências, não suporta multimídia, baixa taxa de transferência de dados.
Servidor de acesso residencial	Interface para o usuário, acesso remoto, rede precisa e rápida.	Custo elevado e dependência direta do serviço de internet.

Fonte: Adaptada de Singh; Baghoriya; Bohara (2015)

V. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Da pesquisa bibliográfica foram encontrados sistemas domóticos que utilizam tecnologias mais acessíveis, porém com a adição da IoT, ainda poderiam gerar mais benefícios aos idosos.

Nos sistemas de Rosa et al. (2013), Francisco; Trevisani (2013), Tatsiopoulos; Ktena (2009), Moreira et al. (2013), Ferraz et al. (2010) e Leitte et al. (2013) verificamos que todos têm em comum o fato de aplicarem microcontroladores de baixo custo e comandos via rede. Também foi verificada a preferência pela plataforma microcontrolada Arduino (microcontroladores da família ATmega), por sua simplicidade e facilidade de implementação.

Alguns sistemas como o AUTOMADROID, desenvolvido por Leitte et al. (2013), utilizam um smartphone que se comunica com o Arduino e um roteador *wireless* via o protocolo da internet TCP/IP. O usuário pode comandar remotamente lâmpadas e eletrônicos em uma residência através de um dispositivo móvel (celular, tablet) com sistema operacional Android.

O trabalho de Castro Junior; Almeida; Sousa (2010) usa um microcontrolador da família PIC, diferente dos demais projetos, tendo por objetivo criar um vocalizador digital para auxiliar no processo de comunicação oral, como também auxiliar no processo educacional de pessoas com necessidades especiais (PNEs) e apoio aos idosos.

O uso de comandos de voz nestes sistemas é uma forma de facilitar o acionamento pela maioria das PNEs e idosos. O sistema HOMETEC, desenvolvido por Lima et al. (2014), utiliza um smartphone para executar comandos de voz e acionar dispositivos, trabalhando com as plataformas Arduino e Android, além da tecnologia Bluetooth. Este sistema tem a desvantagem de necessitar que o usuário toque inicialmente na tela do dispositivo móvel para acionar os comandos de voz. No sistema de Ramya; Palaniappan (2012) também foram utilizados comandos de voz para auxiliar deficientes visuais, idosos e demais PNEs, porém tendo a vantagem de não necessitar de inicialização como o anterior, mas não sendo possíveis comandos remotos ou alarmes.

Klamer; Ben Allouch (2010) estudaram a interação de idosos com um robô social, “Violet's Nabaztag”, que podia se conectar com serviços de processos específicos através de um site (www.nabaztag.com), com a desvantagem de possuir uma quantidade de comandos limitados. Os resultados da pesquisa mostraram que existiu uma dificuldade de relacionamento dos idosos com o robô, devido exatamente a falta de acessibilidade e dos comandos serem repetitivos, desta forma, se houvesse a aplicação de tecnologias como a IoT com a automação por comandos de voz os resultados poderiam ser diferentes.

O sistema de Ferraz et al. (2010) tem a vantagem de já aplicar os conceitos da IoT (Zigbee), permitindo o monitoramento à distância e em tempo real dos dados vitais dos idosos, além de gerar alertas em situações de emergência. Sendo assim, uma ferramenta de auxílio e apoio aos idosos, porém sem comprometer a qualidade dos cuidados prestados. De forma semelhante, o sistema de Suryadevara et al. (2011) utiliza conceitos de IoT aplicando uma rede Zigbee, com o objetivo de monitoramento e coleta de dados, assim, permitindo conhecer o comportamento dos idosos quanto ao uso dos diversos aparelhos com sensores e posteriormente gerar alarmes remotos para acompanhamento de médicos e cuidadores.

O sistema proposto por Pang (2012), de forma semelhante aos anteriores, aplica conceitos da IoT, pois através da comunicação Bluetooth, sensores diversos, como o de queda, enviam dados a um tablet com a plataforma Android, o qual encaminha pela internet (3G/Wi-fi) para um banco de dados, onde o idoso poderá inserir as informações sobre o status de sua saúde, como também ser acessado por familiares e cuidadores, assim providenciando um melhor acompanhamento da situação do idoso. O sistema permite a análise das informações gravadas gerando padrões e eventos incomuns, os quais em casos de emergência serão detectados pelos sensores de queda e irão gerar alarmes, tendo a possibilidade também de gerar uma mensagem automática, que será enviada para uma ambulância ou equipe de paramédicos.

Apesar da aparente facilidade para implementar sistemas domóticos integrados à internet das coisas, ainda existem alguns cuidados que devem ser evitados.

Primeiro é importante enfatizar que a aplicação exagerada de interfaces de IoT, as quais irão interagir com os idosos, pode infelizmente ser prejudicial ou até mesmo um impedimento à implementação destes sistemas, devido à dificuldade de utilização e do domínio da tecnologia. Sendo assim, é interessante que os sistemas sejam mais inteligentes, não necessitando de constantes ações dos usuários, como também é importante que possuam acessibilidade e condições de funcionar em contingências (SINGH; BAGHORIYA; BOHARA, 2015).

A segurança dos sistemas de IoT é outra área que deve ser levada em consideração quando do desenvolvimento de sistemas de automação residencial para idosos, esta preocupação se deve ao fato de trabalhar com dados pessoais e informações que ao estarem na rede, podem ser adquiridas por hackers e usuários maliciosos se não tiverem a devida segurança (MAKSIMOVIC; VUJOVIC; PERISIC, 2015).

VI. CONCLUSÃO

Este trabalho discutiu as vantagens e desvantagens de utilização de vários sistemas de automação residencial, objetivando aumentar a qualidade de vida de idosos que moram sozinhos e estudou também as possibilidades de melhoria destes com a aplicação adicional da internet das coisas.

Foi observado que os sistemas para uma maior aceitação pelos idosos devem possuir interfaces simples, serem adaptativos e acessíveis, preferencialmente comandados por voz, utilizando conexões de rede seguras e com a possibilidade de gerar alertas e comunicar parentes e responsáveis. Além dos comandos por voz, os sistemas podem utilizar os dispositivos móveis como auxiliares para comandos em situações de falhas e contingências.

Sobre os tipos de conexões para implementação, foi verificada uma preferência pelas redes Wi-Fi, Bluetooth e Zigbee pela praticidade e segurança.

Quanto a escolha do sistema microntralado e da linguagem destacam-se respectivamente as plataformas Arduino e Java, por serem de código livre e possuírem muitas fontes de pesquisa e discussão. Já em relação aos sensores e atuadores mais utilizados, é importante que não sejam invasivos e estejam instalados nos mais diversos equipamentos do dia a dia, tornando-se assim, elementos comuns aos idosos.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLZANI, C. **Domótica, a nova ciência do século XXI**. Revista Fonte, v. 10, n. 13, p. 105–111, 2013.
- CAMARGOS, Mirela Castro Santos; RODRIGUES, Roberto Nascimento; JORGE, Carla. **Rev. bras. Est. Pop.**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 217-230, jan./jun. 2011
- CASTRO JUNIOR, H. P. DE; ALMEIDA, M. J. M. DE; SOUSA, K. T. **Vocalizador Digital para Auxílio na Comunicação de Pessoas com Necessidades Especiais**. Engenharia de Computação em Revista, v. 1, n. 3, 2010.
- COLLUCCI, Cláudia. **Número de idosos que moram sozinhos triplica em 20 anos**. Folha de São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2013/12/1389765-numero-de-idosos-que-moram-sozinhos-triplica-em-20-anos.shtml>. Acessado em 01/08/2015
- DE FREITAS, C. C. S. et al. **Automação residencial: cenário atual e perspectivas futuras**. Revista Ciência e Tecnologia, v. 15, n. 26, 2012.
- DIJKMANA, R.M.; SPRENKELSA, B.; PEETERSA, T.; JANSSEN, A. **Business models for the Internet of Things**. International Journal of Information Management Vol. 35, no. 6, 2015, pp 672–678
- DOHR, A. et al. **The internet of things for ambient assisted living**. Information Technology: New Generations (ITNG), 2010 Seventh International Conference on. Anais...Ieee, 2010
- FERRAZ, D. et al. **Monitorização Vital e Ambiental para Grupos de Pacientes recorrendo a Redes de Sensores**. Porto, 2010.
- FRANCISCO, L.; TREVISANI, K. M. **HMS: Uma Arquitetura para automação residencial aberta independente de tecnologia de rede**. Colloquium Exactarum, Vol. 5, No 1, 2013
- GLOBAL AGE WATCH Index. **Population ageing maps, 2014**. Disponível em:<http://www.helpage.org/global-agewatch/population-ageing-data/population-ageing-map/>. Acessado em 05/08/2015
- HARMO, P. et al. **Needs and solutions-home automation and service robots for the elderly and disabled**. Intelligent Robots and Systems, 2005.(IROS 2005). 2005 IEEE/RSJ International Conference on. Anais...IEEE, 2005
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010: características gerais da população, religião e pessoas com deficiência**. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; [acesso em 08 jul 2015]. Disponível em: http://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Caracteristicas_Gerais_Religiao_Deficiencia/
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, 2012**. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=261566>
- KLAMER, T.; BEN ALLOUCH, S. **Acceptance and use of a social robot by elderly users in a domestic environment**. Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2010 4th International Conference on. Anais...IEEE, 2010
- LEITTE, J. D. P. et al. **Automadroid-Automação residencial com dispositivos móveis**. Revista de Controle e Automação, v. 1, n. 1, 2013.
- LIMA, L. E. R. H. DE et al. **Un sistema de automação residencial para auxiliar portadores de necessidades especiais**. XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (Buenos Aires, 2014). Anais...2014
- MAKSIMOVIC, M.; VUJOVIC, V.; PERISIC, B. **A custom Internet of Things healthcare system**. Information Systems and Technologies (CISTI), 2015 10th Iberian Conference on. Anais...IEEE, 2015

- MOREIRA, J. R. et al. **AutoControl: uma proposta para acessibilidade e segurança residencial com o apoio da plataforma Arduino.** TECNOLOGIAS EM PROJEÇÃO, v. 4, n. 1, p. 01-09, 2013.
- MOYA, J. M. H.; TEJEDOR, R. J. M. **Domótica: edifícios inteligentes.** [s.l.] Creaciones copyright, 2004.
- PANG, G. K. **Health monitoring of elderly in independent and assisted living.** Biomedical Engineering (ICoBE), 2012 International Conference on. Anais...IEEE, 2012
- RAMYA, V.; PALANIAPPAN, B. **Embedded Home Automation for Visually Impaired.** International Journal of Computer Applications, v. 41, n. 18, p. 32-39, 2012.
- ROSA, F. D. S.; MESQUITA, M. J. C.; ALMEIDA, W. R. M.; ARAUJO FILHO, P. M. **Controle e supervisão residencial utilizando a plataforma Arduino.** Acta Brasiliensis Science, Ano 1, Vol. 1, p. 68-75, 2013.
- SINGH, V. K.; BAGHORIYA, S.; BOHARA, V. A. **HELPER: A Home assisted and cost Effective Living system for People with disabilities and homebound Elderly.** Proc. 26th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), Hong Kong, China. Anais...2015
- STOPPA, M. H; MARTINEZ, L. F. E.; BORGES, J. S.; SILVA JÚNIOR, E. A.; DA COSTA, V. G. **Domótica: uma solução para a vida moderna - automação residencial com controle via web.** Revista CEPPG - CESUC - Centro de Ensino Superior de Catalão, Ano XVI nº 28, 1º Semestre/2013
- SURYADEVARA, N. K. et al. **Wireless Sensors Network Based Safe Home to Care Elderly People: Behaviour Detection.** Procedia Engineering, v. 25, p. 96 – 99, 2011.
- TATSIOPoulos, C.; KTENA, A. **A Smart ZIGBEE Based Wireless Sensor Meter SystemSystems, Signals and Image Processing,** 2009. IWSSIP 2009. 16th International Conference on. Anais... In: SYSTEMS, SIGNALS AND IMAGE PROCESSING, 2009. IWSSIP 2009. 16TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON. 18 jun. 2009
- XIA, F.; YANG, L. T.; WANG, L.; VINEL, A. **Internet of things.** International Journal of Communication Systems, v. 25, n. 9, p. 1101, 2012.

VIII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.

4 IMPORTÂNCIA DOS FATORES DE RISCO DE QUEDA DE IDOSOS APRESENTADOS PELA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE

4.1 Acidentes com idosos em uma residência

O principal acidente verificado com idosos e deficientes visuais de ordem pública são as quedas (HARTHOLT et al., 2010). Em um estudo realizado com 1.705 idosos de idade superior a 60 anos, Antes; D'orsi e Benedetti (2013) verificaram que 43,2 % dos idosos caíram dentro de seus domicílios. O estudo também cita que de 294 idosos que caíram, 222 se levantaram do chão em menos de um minuto, 49 entre dois a 14 minutos e 23 acima de 15 minutos.

A OMS (2010) em seu relatório detectou que 50% dos casos de quedas são devidos a escorregões ou tropeções, 20% a 30% são decorrentes de problemas de equilíbrio, 10% associados a vertigens e 10% a desmaios.

O detalhamento dos fatores de risco, segundo a OMS (2010), ainda pode ser subdividido em quatro tipos: biológicos, comportamentais, ambientais e socioeconômicos de acordo com a Figura 11.

Figura 11 – Fatores de risco de quedas segundo a OMS



Fonte: OMS (2010).

No relatório, a OMS classifica os fatores de riscos em extrínsecos e intrínsecos. Intrínsecos são relacionados com a velhice e extrínsecos são causados por fatores externos ao ambiente.

Também segundo a OMS (2010), metade das quedas ocorrem em ambientes fechados, sendo o ambiente doméstico crítico. Os riscos mais impactantes para queda de idosos são: pisos ou calçadas irregulares, tapetes e fios elétricos soltos na cozinha ou em banheiros e soleiras inadequadas nas portas.

As informações de Antes; D'orsi e Benedetti (2013), como também os dados da OMS (2010) alertam para a necessidade de ações para dirimir as quedas nas residências. Yamazaki e Ferreira (2013) observaram que os fatores intrínsecos os quais geram mais quedas nos idosos são a micção noturna e as dificuldades visuais. Da amostra, 64% apresentavam problemas de micção noturna e 42% possuíam dificuldades visuais.

Pesquisas recentes como a de Korhonen (2014) mostram que houve um incremento percentual do número de quedas com danos físicos ou morte, fato preocupante em virtude do aumento da expectativa de vida e crescimento acelerado da população mundial.

4.2 Validação dos principais fatores de risco de queda da OMS

Com o objetivo de avaliar a importância da utilização dos fatores da Organização Mundial da Saúde como referência para o estudo do risco de queda em idosos, foi realizado um estudo aplicando lógicas não clássicas, o qual tratou informações coletadas por especialistas sobre os 17 fatores de riscos detalhados no relatório da OMS. Este estudo foi publicado como artigo nos anais do APMS (Avanços em Sistemas de Gestão de Produção - *Advances in Production Management Systems*) 2016, o qual pode ser visto na íntegra no apêndice B desta dissertação.

Como resultados da pesquisa, notou-se que o fator mais impactante é o ambiental, como também que o subitem mais importante deste fator, para o risco de quedas em idosos, são os “Pisos ou calçadas irregulares”.

No Quadro 5 é possível verificar um dos resultados do estudo que classifica em ordem crescente os quatro principais grupos de riscos abordados no relatório da OMS, como também mostra qual dos fatores são mais impactantes em cada grupo.

Quadro 5 – Fatores de risco mais importantes por grupo

Grupo de Riscos principais da OMS	Fatores de risco mais importantes de cada grupo
Ambiental	Pisos ou calçadas irregulares
Biológico	Declínio das capacidades físicas, cognitivas e afetivas
afetivas Comportamental	Calçados inadequados
Socioeconômico	Acesso limitado a saúde e serviços sociais

Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

Na sequência, após os riscos ambientais, são os biológicos os responsáveis por mais quedas na população idosa, seguidos respectivamente dos riscos comportamentais e socioeconômicos.

Como resultado complementar ao trabalho, foi verificado que dos 17 fatores detalhados pela Organização Mundial da Saúde, somente nove deles aparecem como soluções viáveis tecnicamente para futuros estudos de aplicações com o objetivo de diminuir a queda de idosos. Fatores tais como declínio das capacidades físicas, cognitivas e afetivas, pisos ou calçadas irregulares, calçados inadequados, pisos e escadas escorregadias, iluminação insuficiente, dentre outros listados na Quadro 6 aparecem como mais interessantes para avaliar o risco de quedas em idosos.

Quadro 6 – Fatores de risco mais importantes por grupo em ordem decrescente

Fatores	Grupos	Caracterização do fator como solução eficaz
Declínio das capacidades físicas, cognitivas e afetivas	Biológico	VERDADEIRO
Pisos ou calçadas irregulares	Ambiental	VERDADEIRO
Calçados inadequados	Comportamental	VERDADEIRO
Pisos e escadas escorregadias	Ambiental	VERDADEIRO
Falta de exercício	Comportamental	VERDADEIRO
Iluminação insuficiente	Ambiental	VERDADEIRO
Consumo excessivo de álcool	Comportamental	VERDADEIRO
Tapetes soltos	Ambiental	VERDADEIRO
Doenças crônicas	Biológico	VERDADEIRO
Baixos níveis de renda e de educação	Socioeconômico	FALSO
Uso múltiplo de medicamentos	Comportamental	FALSO
Habitação inadequada	Socioeconômico	FALSO
Falta de interação social	Socioeconômico	FALSO
Idade, sexo e raça	Biológico	FALSO
Concepção inadequada dos edifícios	Ambiental	FALSO
Acesso limitado à saúde e a serviços sociais	Socioeconômico	FALSO
Falta de recursos da comunidade	Socioeconômico	FALSO

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

É possível notar que dos nove fatores considerados viáveis no estudo, quatro deles são referentes ao grupo ambiental e três ao comportamental. Esse fato mostra a importância do desenvolvimento de aplicações práticas que atuem nas ações e no ambiente em que o idoso está inserido. Comprova, também, que o local mais perigoso de uma residência para a incidência de queda é o banheiro, pois possui piso escorregadio, tapetes soltos, iluminação insuficiente e o idoso tende a ir várias vezes a esse local durante o dia.

5 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Nas próximas seções são detalhados os componentes necessário para o desenvolvimento do protótipo, suas relações, fluxograma de funcionamento, procedimento de montagem, programas desenvolvidos, preço e resultados dos testes. O código fonte do microcontrolador e o depósito da redação da patente do produto aparecem como resultados adicionais do trabalho, nos apêndices da dissertação.

5.1 Relação dos componentes físicos do projeto

A Tabela 3 traz a relação dos materiais utilizados no projeto com os devidos preços de cada componente e o valor do investimento total.

Tabela 3 – Preço dos materiais do projeto

Descrição dos Componentes	Preço (R\$)
W5100 Ethernet Shield	79,00
Arduino Shield - EasyVR 2.0	215,00
Arduino Mega (Placa com microcontrolador AVR)	99,00
Sensor PIR	18,90
Sensor Ultrassônico	18,90
Válvula solenoide 12V	40,90
Módulo Relé 5V	8,90
Fonte 12 V	22,00
Fonte 9V	20,00
Cabos e conectores	54,80
Chuveiro	24,90
Resistores e Leds	10,00
Caixa de Som	20,00
Total do Projeto	632,30

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

O valor do material investindo no projeto indica que o sistema é acessível quando comparado aos sistemas comerciais que utilizam chuveiros inteligentes os quais tem como investimento mínimo cerca de R\$ 650,00. Apesar de feita a comparação dos preços, vale salientar que o projeto desenvolvido utiliza comandos de voz e foram desenvolvidos aplicativos específicos para o sistema que se conectam ao equipamento e à internet, diferente dos produtos encontrados no mercado.

A Figura 12 mostra a relação entre os fluxos de entradas e saídas do projeto.

Figura 12 – Fluxo de entradas e saídas



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Nessa figura é possível verificar que o Módulo de Controle é a parte principal do projeto, pois se comunica com todo o restante do sistema. As setas demonstram o fluxo das informações de dados e energia entre o módulo e as diversas partes. O círculo “Chuveiro e Sensores” troca dados de forma bidirecional com o Módulo de Controle, devido aos comandos de ligar e desligar o chuveiro, além do recebimento dos dados de leitura dos sensores PIR e Ultrassônico. Já o círculo “Internet” representa o caminho pelo qual o Módulo de Controle envia e recebe os diversos dados que são compartilhados pelo sistema com computadores, *tablets* ou celulares conectados. A comunicação do módulo com a “Página HTML e o Celular” é unidirecional, de forma que os dados somente são enviados pelo módulo de controle e lidos pelos diversos dispositivos gerando, assim, mais segurança para o sistema.

5.2 Fluxograma funcional do protótipo

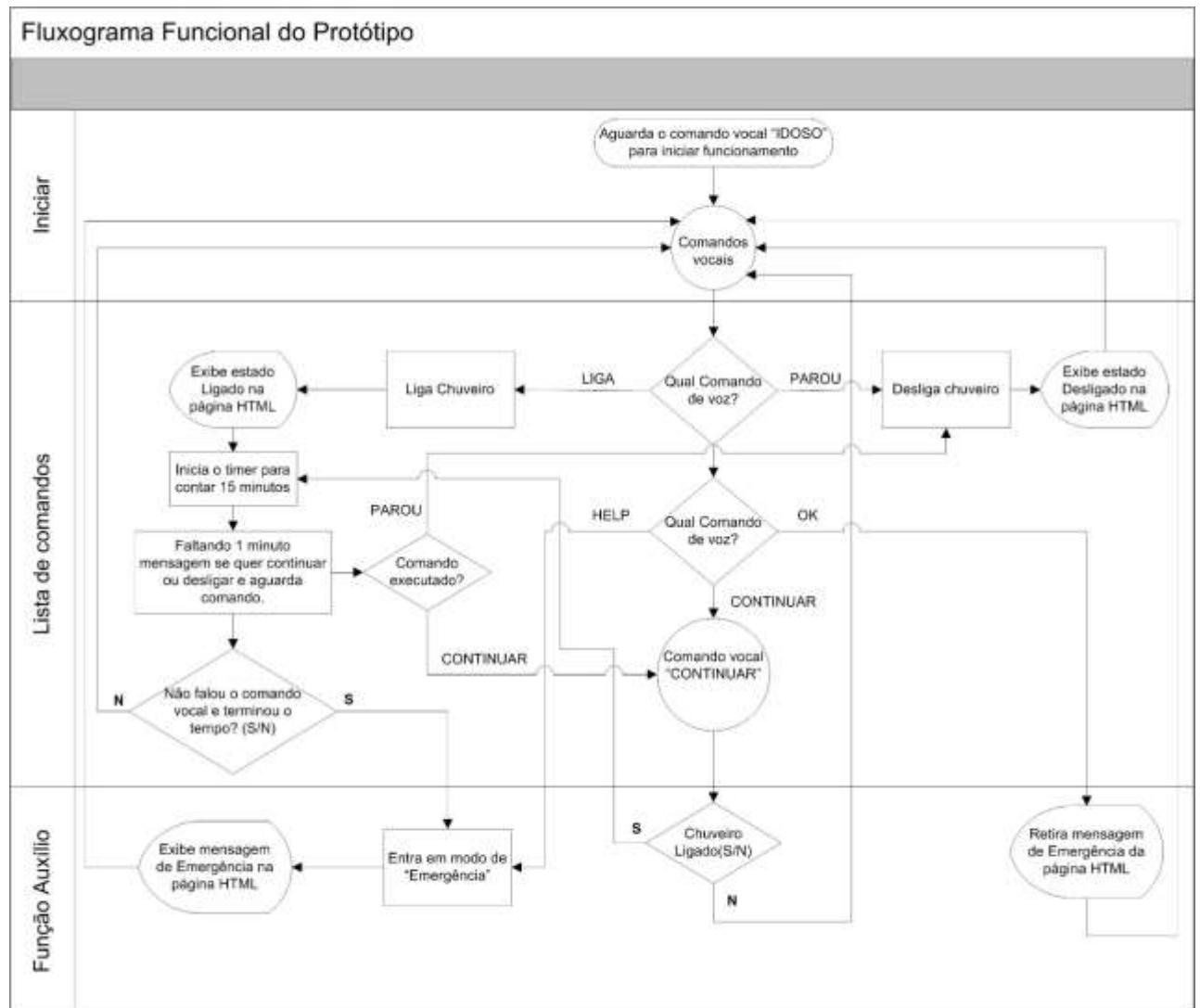
As ações de comando do protótipo são realizadas através da placa *EasyVR* do módulo de controle. O projeto permite executar os comandos vocais: IDOSO, LIGA, PAROU, HELP, OK e CONTINUAR, o quais são detalhados no fluxograma funcional do Quadro 7.

No diagrama é possível verificar que a lógica do sistema é cíclica, dessa forma, após dado um comando o sistema executa e volta a aguardar um novo comando.

A placa *EasyVr* realiza o reconhecimento da voz e somente executa um dos comandos se o tom e timbre do usuário forem bem próximos ao da voz de quem gravou os comandos, assim, dando mais segurança ao sistema para evitar comandos inadequados.

Inicialmente deve ser falado o comando “IDOSO” para se iniciar o sistema, depois de reconhecido o comando serão liberados os demais comandos.

Quadro 7 – Fluxo funcional



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

O comando “LIGA” aciona o chuveiro para início do banho, envia um sinal para a página HTML informando a ativação do chuveiro e também liga o *timer* de 15 minutos que controla o tempo de banho. Faltando um minuto para o final do banho, o chuveiro emite um comando vocal questionando o usuário se deseja continuar o banho pelo mesmo tempo, caso não fale “CONTINUAR”, o sistema ativará o modo

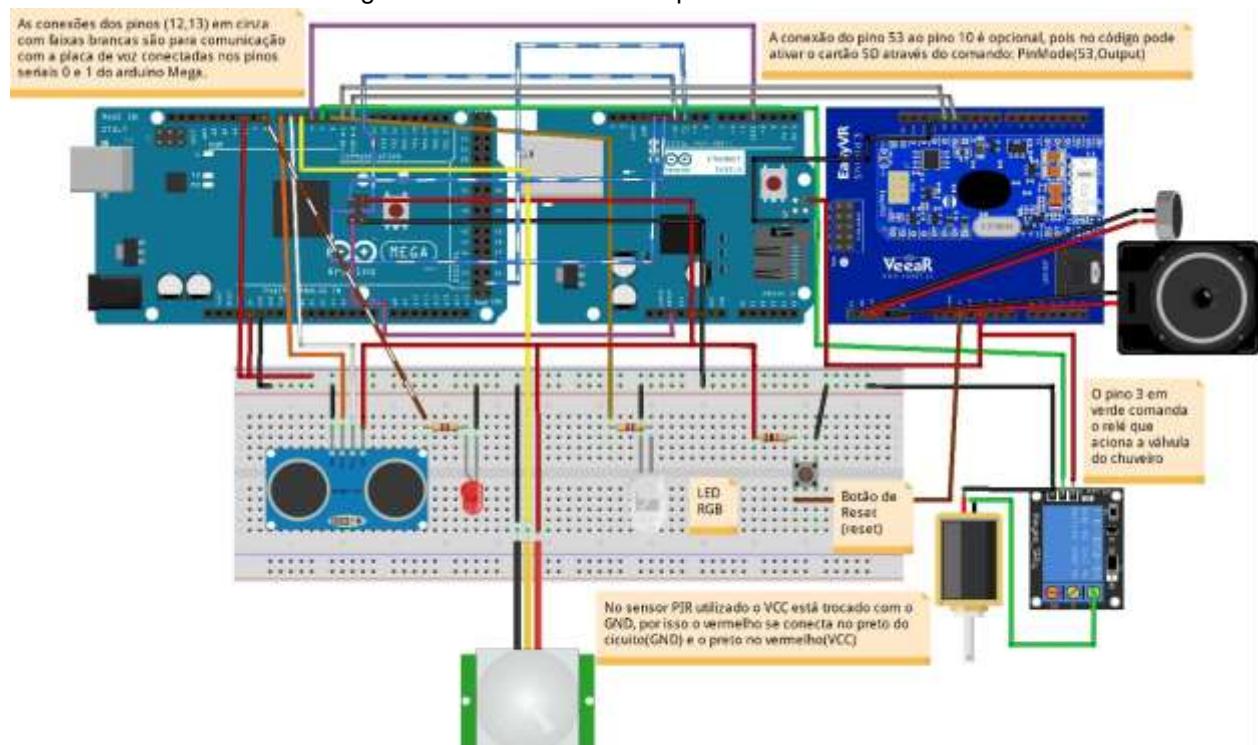
de emergência. O comando “PAROU” desliga o chuveiro, desativa o *timer* e volta aos comandos vocais. Em qualquer instante o usuário também pode pronunciar o comando “HELP” que ativa o modo de emergência e pode ser desativado em qualquer momento através do comando “OK”.

5.3 Conexões entre o módulo de controle e componentes

Para o planejamento e detalhamento do circuito de controle, representado na Figura 12 pela caixa escrita “módulo de controle”, com os demais componentes do projeto, foi utilizado o software gratuito *Fritzing*. Na Figura 13 é possível ver o detalhe das conexões dos pinos com as placas, sensores e transdutores.

A placa maior é um Arduino Mega responsável pela ativação e gestão de todos os sensores e demais dispositivos através da programação em linguagem C. O circuito que está no centro é um *Shield Ethernet* para conexão com a internet o que permite que os dados lidos pelos sensores e comandos possam ser enviados ou recebidos remotamente. A placa que se encontra do lado esquerdo é a *EasyVr* responsável pelo reconhecimento de voz e pela gravação das respostas as diversas ações solicitadas.

Figura 13 – Conexões entre placas e sensores

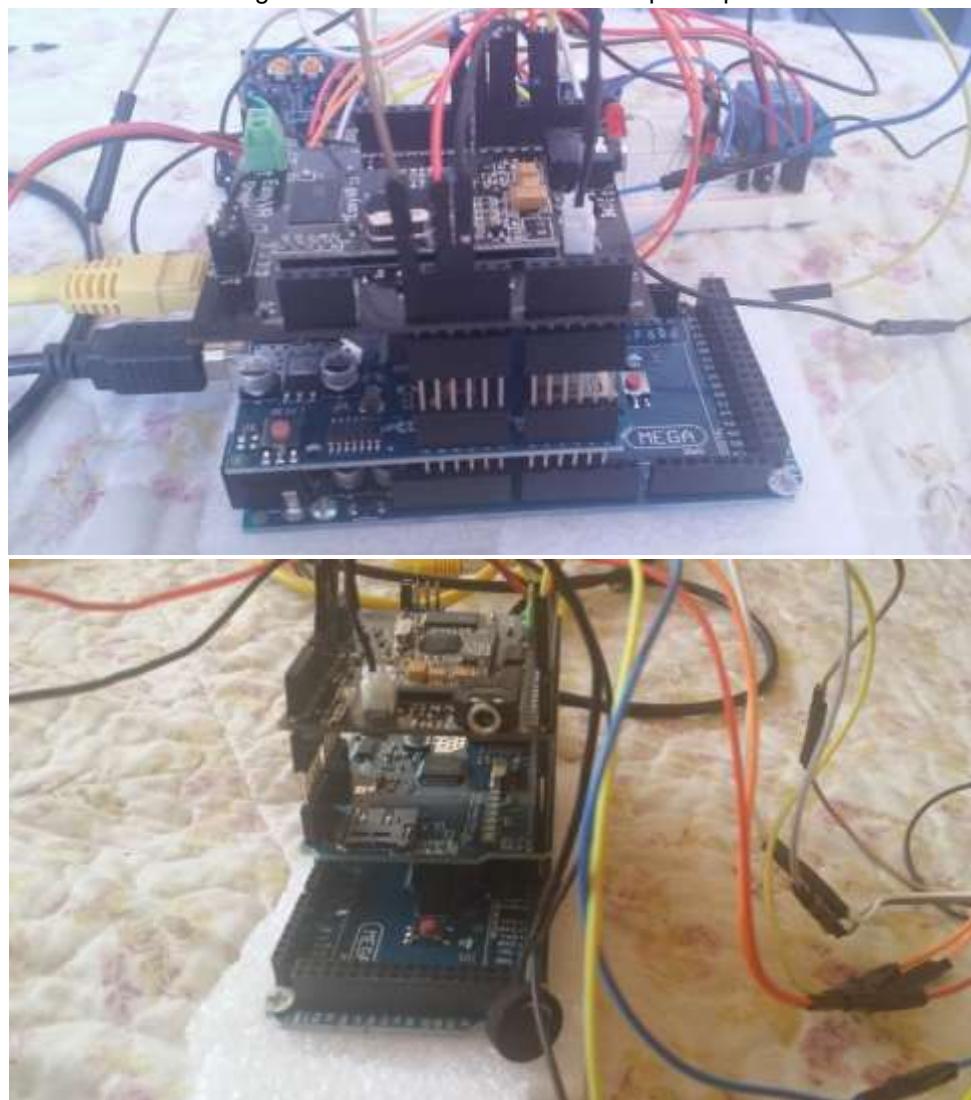


Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Os sensores PIR ultrassônicos, a válvula solenoide de 12V e o led de indicação estão desenhados na parte inferior. Algumas informações encontram-se em caixas de texto na Figura 13, como a conexão do sensor de presença PIR invertendo as conexões de alimentação 5V, em corrente contínua (VCC) pelo pino negativo do Arduino (GND) devido às especificações do modelo adquirido.

O módulo de controle do protótipo é visto na Figura 14, onde estão empilhadas as placas Arduino Mega, *Shield Ethernet* e *Shield EasyVR* com o microfone preso do lado, além da saída P2 de áudio que vai para a caixa de som ou um alto-falante.

Figura 14 – Circuito de controle do protótipo



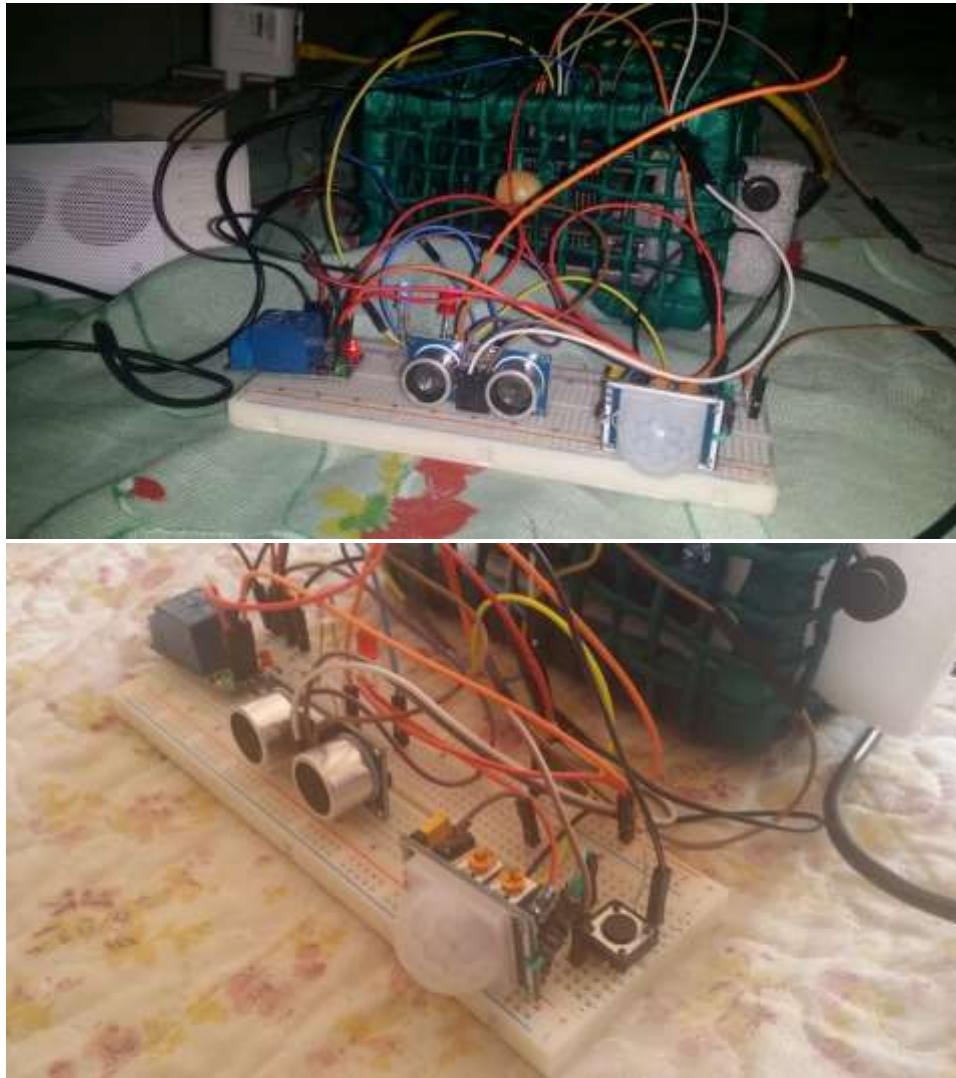
Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

O sensor ultrassônico foi conectado corretamente na alimentação (VCC e GND) e seus pinos de comando, ECHO e TRIGGER, foram conectados

respectivamente nos pinos seis e sete do Arduino Mega. Já o relé para comandar a válvula solenoide utilizou o pino três, comandando o funcionamento da válvula para o fluxo de água do chuveiro quando está no estado binário baixo (zero). Também foram adicionados dois *leds*. O vermelho serve para indicar quando o comando “IDOSO” foi executado ou não, pois se apagado o sistema espera pelo comando e se aceso entende que serão pronunciados outros comandos vocais. O *led* transparente é RGB, ou seja, oscila suas cores entre vermelho, verde e azul, quando aceso serve para indicar que o comando de ajuda está ativo.

Na Figura 15 encontra-se o módulo de controle conectado aos sensores (PIR e ultrassônico), o relé que tem saída ligada na válvula solenoide de 12V foi adaptado ao chuveiro conforme Figura 16, além do microfone para recepção dos comandos e do alto-falante de oito Ohms que está conectado ao módulo *EasyVR*.

Figura 15 – Controle do protótipo, sensores e transdutores



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Figura 16 – Chuveiro com válvula solenoide de 12V



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Para corrigir travamentos devido a possíveis faltas de energia e situações de que necessitem a reinicialização do circuito, foi colocado um botão entre o pino terra (GND) e o reset da placa Arduino Mega.

5.4 Layout da página HTML de controle e acompanhamento

Para acompanhamento e gestão remota da situação do idoso foi desenvolvida uma página HTML inserida diretamente como código de programação na linguagem “C” no microcontrolador AVR do Arduino que pode ser acessada por qualquer dispositivo conectado à internet. O endereço de identificação da página pode ter outra numeração, dependendo da configuração da rede em que o sistema for instalado. Para os testes do protótipo foram usados os endereços listados na Tabela 4.

Tabela 4 – Endereços de conexão usados do projeto

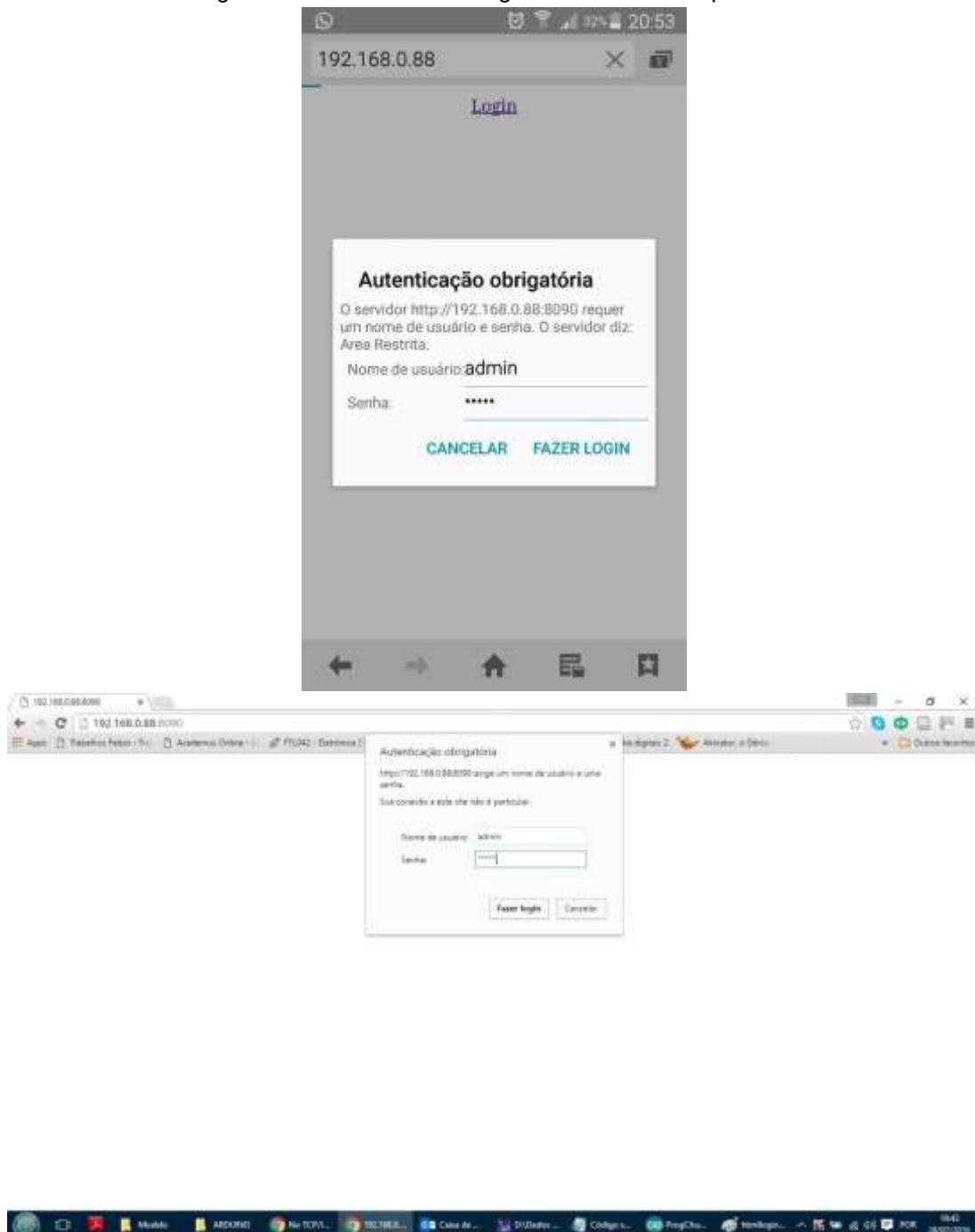
MAC da placa Ethernet	IP	Gateway	Máscara da Rede
0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED	192,168,0,88	192,168,0,1	255, 255, 255, 0

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Objetivando atender à necessidade verificada no primeiro artigo em relação à segurança dos sistemas com IoT, foi implementado um controle de autenticação de forma que somente pessoas autorizadas possam ter acesso aos dados do sistema.

Na Figura 17 é possível ver a tela de entrada com o *link* de *login* e autenticação acessada por um celular.

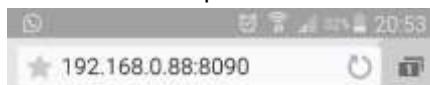
Figura 17 – Tela HTML de *login* no celular e computador



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

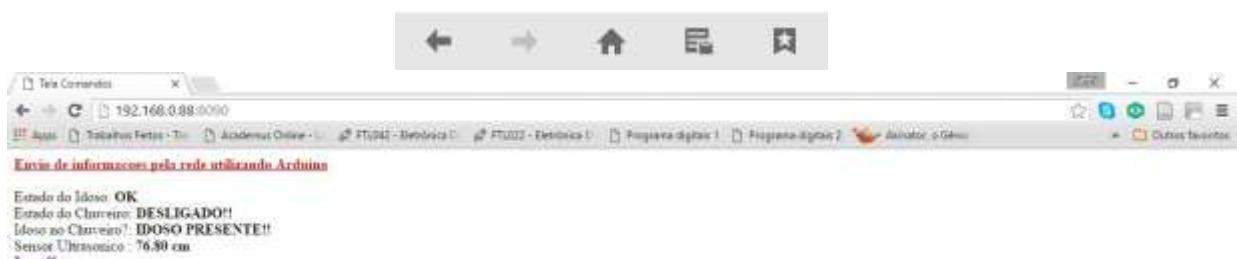
Após a autenticação o usuário tem acesso a tela principal, conforme Figura 18, a qual tem informações sobre a situação do idoso, da energização do chuveiro e dos valores percebidos pelos sensores.

Figura 18 – Tela HTML para acompanhamento vista no celular e computador



Envio de informações pela rede utilizando Arduino

Estado do Idoso: **OK**
 Estado do Chuveiro: **DESLIGADO!!**
 Idoso no Chuveiro?: **IDOSO PRESENTE!!**
 Sensor Ultrasonico : **145.22 cm**
[Logoff](#)



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

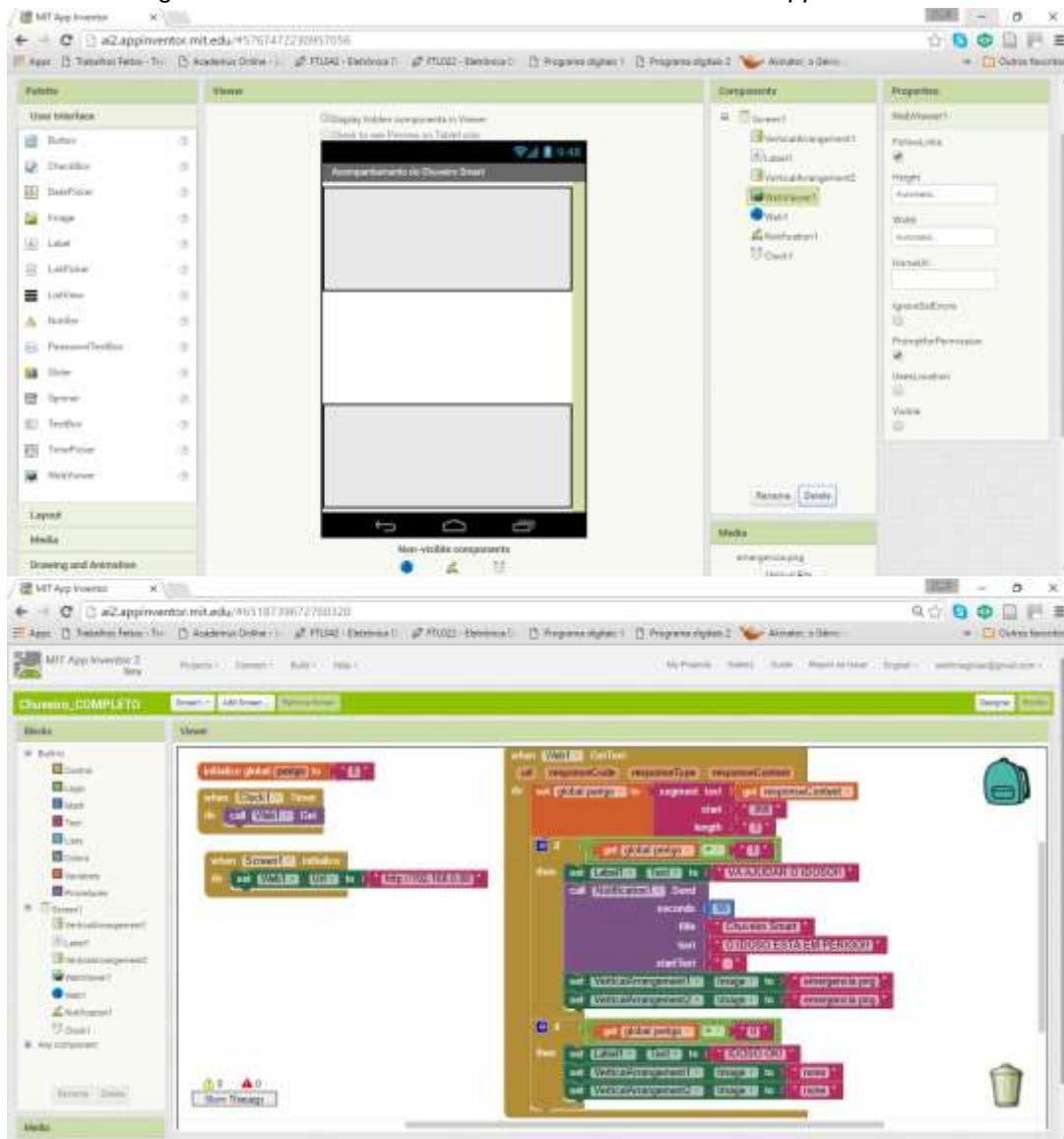
Os valores sobre o estado do idoso podem ser “OK” ou “PERIGO!! NECESSITA DE AJUDA!!”. Já para o estado do chuveiro podem ser “LIGADO!!” ou “DESLIGADO!!”. Quanto à pergunta se o “IDOSO ESTÁ NO CHUVEIRO?” as respostas podem ser “IDOSO PRESENTE!!” ou “IDOSO AUSENTE!!”.

5.5 Aplicativo Android de acompanhamento e alarme

Para facilitar o acompanhamento do familiar ou responsável pelo idoso, foi desenvolvido um aplicativo usando o *software on-line* gratuito *MIT App Inventor 2*. O programa é uma ferramenta computacional criada pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) que roda on-line no site <http://ai2.appinventor.mit.edu/>, permitindo criar aplicativos para Android e utilizando uma lógica de blocos semelhante a um quebra-cabeça o que torna a programação simples e intuitiva.

Na Figura 19 segue a tela de desenvolvimento do software *MIT App Inventor 2*, como também o código criado em forma de blocos encaixados.

Figura 19 – Tela de desenvolvimento do software *MIT App Inventor 2*

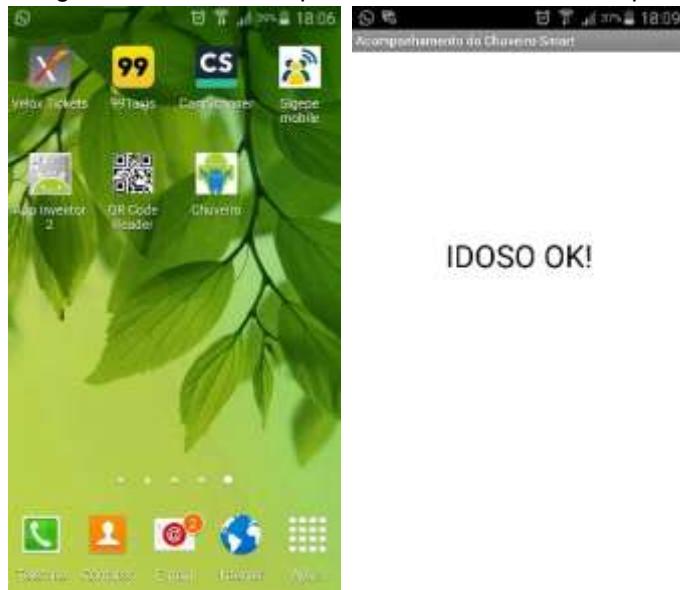


Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

O software gerado foi baixado e instalado em um celular com o sistema operacional Android para posteriormente proceder com os testes. Os primeiros testes funcionais atenderam às expectativas, gerando respostas de alarmes no máximo em 10 segundos.

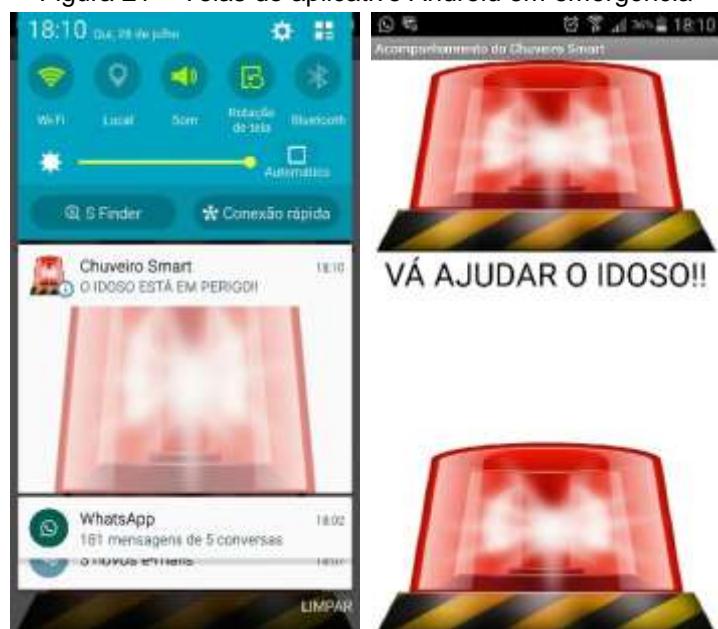
A primeira tela da Figura 20 é a principal do celular com o aplicativo desenvolvido chamado “chuveiro” instalado. A segunda tela é com o programa sendo executado, apresentando a situação do idoso. Na Figura 21 é possível visualizar as mesmas telas na situação de emergência.

Figura 20 – Telas do aplicativo Android Chuveiro.apk



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Figura 21 – Telas do aplicativo Android em emergência



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Quando ativada a situação de emergência, o celular recebe notificações e emite sons até o usuário emitir o comando vocal de que o idoso está bem.

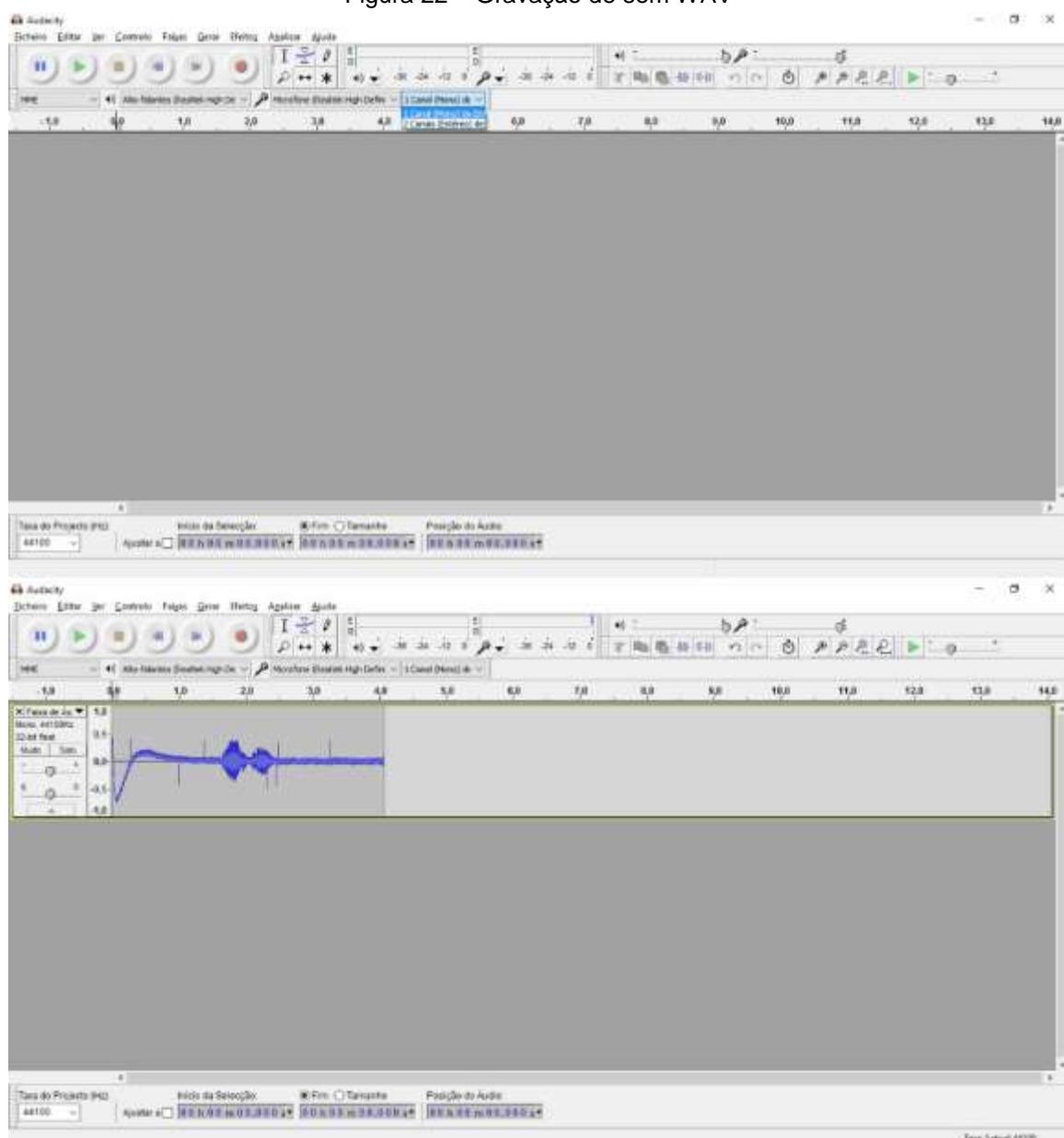
5.6 Passos para gravação dos comandos e respostas pela placa EasyVR

Para gravação e treinamento dos comandos foram utilizados os softwares *Audacity*, *QuickSynthesis* e *EasyVR Commander*.

5.6.1 Programa Audacity

Inicialmente, foi aberto o programa *Audacity* utilizado para gravar os comandos vocais no formato WAV, depois foi selecionada na quarta caixa a opção, “1 canal (Mono) de Entrada”, devido a *EasyVR* só reproduzir sons no formato mono, em seguida o botão de gravar. Após falada a resposta que será reproduzida deve-se clicar no botão “parar”, visto na Figura 22. Após esse passo para exportar os sons, deve-se ir em “ficheiro”, exportar como WAV no disco rígido repetindo o procedimento para as demais mensagens.

Figura 22 – Gravação de som WAV



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Foram gravadas na mesma pasta cinco mensagens em formato WAV:

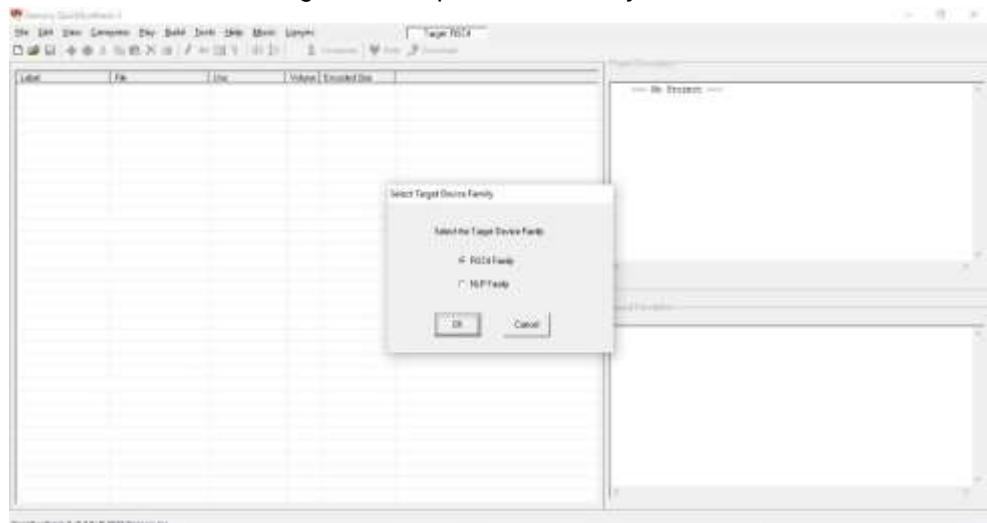
1. “Olá, o que deseja fazer?”, utilizada para introduzir o sistema;
2. “Chuveiro Ligado!”, resposta quando ligado o chuveiro;
3. “Chuveiro Desligado!”, resposta quando desligado o chuveiro;
4. “Socorro Solicitado!”, resposta quando o chuveiro entra no modo de emergência;
5. “Tempo de banho está sendo concluído, fale o comando ou o chuveiro irá entrar em modo de emergência!!”, usada para avisar o idoso do final dos 15 minutos e se deseja continuar o banho;
6. “O banho continuará por mais 15 minutos!”, resposta quando o respondido o comando “continuar”.

5.6.2 Programa *QuickSynthesis*

Com as mensagens já gravadas pelo programa *Audacity* e colocado o *Jumper J12* da placa *EasyVR* na posição "UP", foi aberto o programa *QuickSynthesis* que tem como função agrupar os comandos vocais em uma lista de sons que pode ser gravada na placa *EasyVr*. O programa deve ser aberto clicando com o botão direito do mouse e escolhendo “Executar como administrador” para evitar erros na gravação.

Na tela do programa foi clicado no botão novo arquivo e depois “OK”, conforme figura 23, dando o nome ao projeto de “dadoschuv.qxp”.

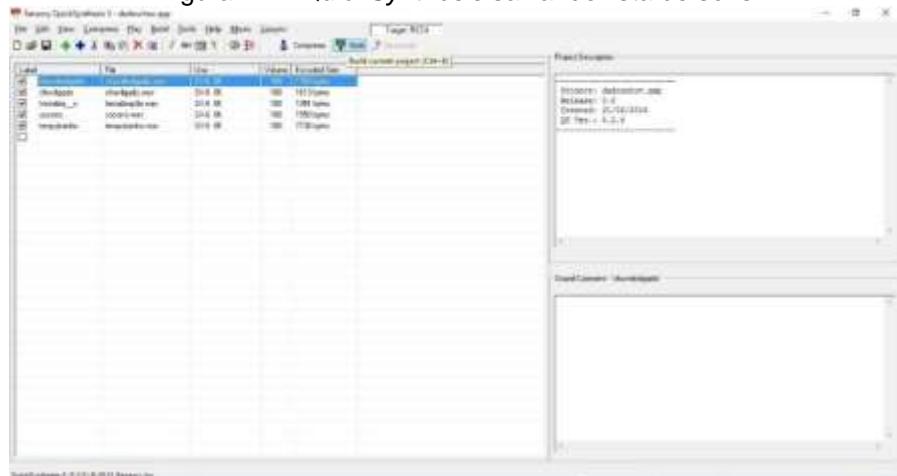
Figura 23 – Aplicativo *QuickSynthesis*



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Após adicionar todos os arquivos WAV gravados, foi conectado o cabo USB da placa Arduino MEGA, sobreposta pelo *Shield EasyVR* e clicado no botão “Build”, depois nos botões, OK, SIM, OK e OK, nessa ordem pelas telas seguintes, salvo o arquivo e concluindo conforme Figura 24.

Figura 24 – *QuickSynthesis* salvando lista de sons

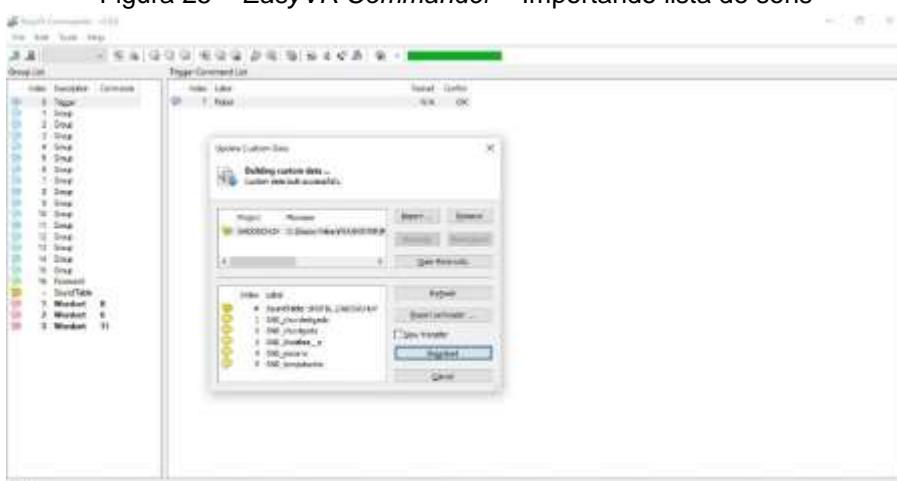


Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

5.6.3 Programa *EasyVR Commander*

O programa *EasyVR Commander* permite a gravação e treinamento dos comandos que resultam em ações do protótipo. Mantendo o *Jumper J12* na mesma posição e ainda as placas conectadas foi aberto o programa *EasyVR Commander*, importada a lista de sons “dadoschuv.qxp” com o botão “Update Custom Data”, conforme Figura 25.

Figura 25 – *EasyVR Commander* – Importando lista de sons

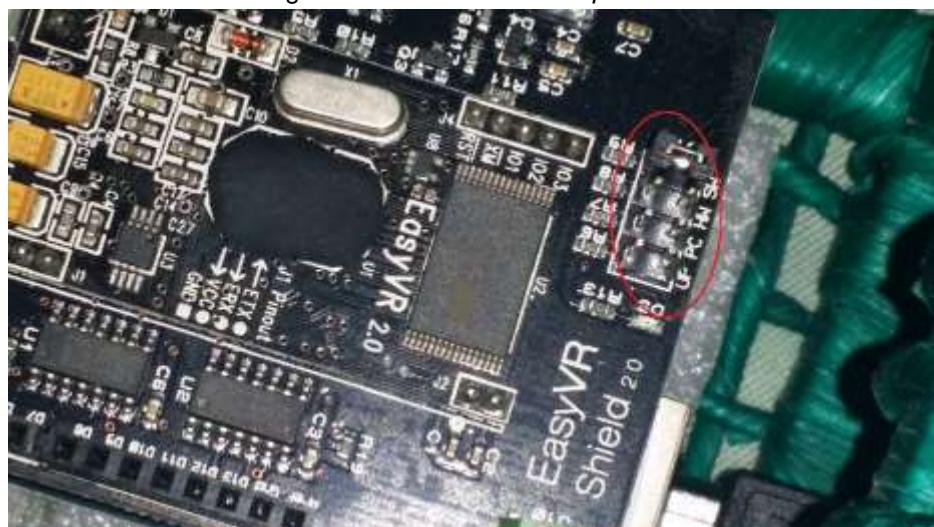


Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Foi clicado depois no botão “Download” concluindo, assim, a parte de gravação dos sons de resposta e fechando o programa para a próxima parte da programação.

Modificado o *Jumper J12*, visto na Figura 26 para a posição “PC”, foi aberto novamente o programa *EasyVR Commander* clicado no botão “connect” conforme Figura 27.

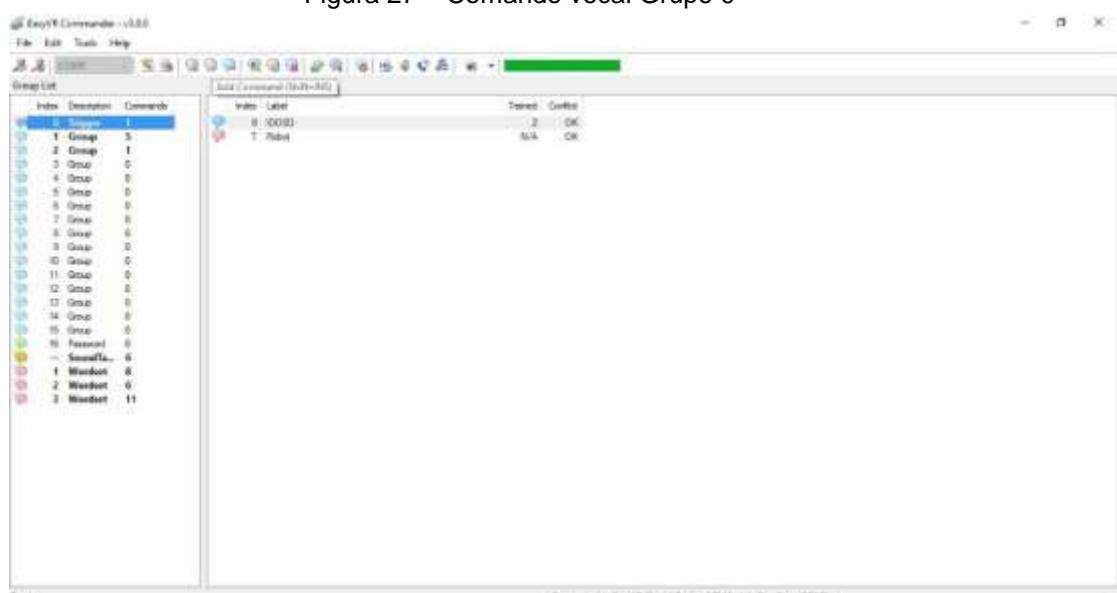
Figura 26 – Detalhe do *Jumper J12*



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Após conectada a placa, foi clicado no botão “Add Command” dando o nome do comando para o grupo “0”, nesse caso, “IDOSO”, conforme Figura 27.

Figura 27 – Comando vocal Grupo 0



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Após esse passo, foi clicado no botão “*Train Command*”, aparecendo a tela da Figura 28 e pronunciado duas vezes a palavra “IDOSO” com o objetivo de gravar a voz a ser reconhecida.

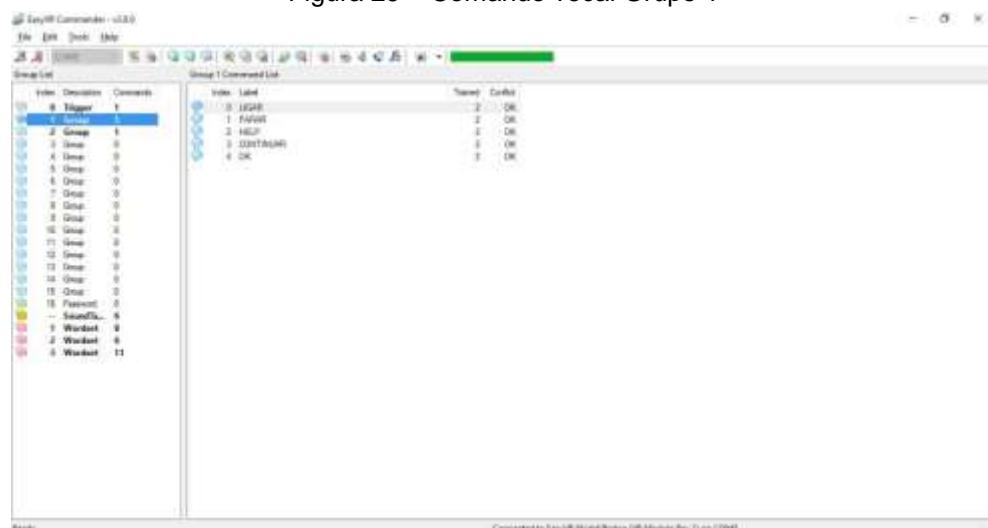
Figura 28 – Telas de treinamento do comando vocal “IDOSO”



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

O procedimento foi repetido para o Grupo 1 gerando os comandos vocais vistos na Figura 29. Para concluir, foi clicado no botão “*Generate Code*” e após o código gerado o arquivo foi salvo para posterior tratamento e programação.

Figura 29 – Comando vocal Grupo 1



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

No momento da gravação dos comandos, é essencial que o usuário fale a uma distância próxima da qual será instalado o equipamento. O local onde a gravação está sendo realizada deve ser silencioso, de forma que não sejam gravados ruídos que podem prejudicar o reconhecimento do comando vocal.

Como a placa *EasyVr* realiza um reconhecimento vocal, só serão aceitos comandos com entonação bem próxima da voz do usuário que realizou a gravação dos comandos. Nos testes foi verificado que em locais barulhentos o sistema ainda apresenta dificuldade para interpretar os comandos vocais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da Internet das Coisas juntamente com a Domótica traz diversos benefícios e facilidades para os idosos, porém investimentos em segurança dos sistemas são essenciais para garantir a preservação dos dados coletados pelos diversos sensores e evitar que usuários maliciosos utilizem informações pessoais dos idosos.

Foi observado que os sensores e atuadores devem ser instalados nos mais diversos objetos do dia a dia, não sendo invasivos, favorecendo, assim, sua aceitação pelo idoso, como também alarmes devem ser encaminhados nos casos de problemas de conexão ou falta de energia com o objetivo de preservar a segurança pessoal do idoso.

Mesmo que os sistemas sejam automatizados e comandados remotamente, ainda são necessários comandos locais para situações de contingência e falhas na automação.

Para sucesso na realização e implantação do projeto de novos produtos para idosos é essencial que sejam individualizados atendendo, assim, aos requisitos destes e facilitando sua aceitação. Nesse contexto, plataformas abertas como Arduino e Java são mais indicadas por serem de código livre e possuírem muitas fontes de pesquisa e discussão, como também utilização de comandos por voz, devido gerar mais acessibilidade e evitar o uso exagerado de botões de comando.

Em relação aos fatores de risco de queda considerados pela Organização Mundial da Saúde, foi verificado que os mais interessantes para a realização de estudos e aplicações foram: “declínio das capacidades físicas e cognitivas”, “calçadas e pisos irregulares”, “calçados inapropriados”, “escadas e pisos escorregadios”, “falta de exercício físicos” e “iluminação insuficiente”.

Das quatro categorias de fatores relatados pela Organização Mundial de Saúde o fator social é o que possui o menor impacto, sendo o fator ambiental o mais crítico. Em relação aos subitens do fator ambiental os que se destacaram foram “calçadas e pisos irregulares” e “escadas e pisos escorregadios” o que confirmou a necessidade do desenvolvimento de aplicações para evitar quedas de idosos no banheiro de suas residências.

O protótipo foi desenvolvido atendendo às necessidades dos idosos levantadas pelo primeiro artigo como o uso de um circuito para reconhecimento de

voz, acesso seguro para o acompanhamento remoto através de uma página HTML com senha e geração de alarmes em possíveis casos de emergência com o usuário.

Como resultados adicionais do trabalho foi realizado o depósito de pedido de patente do produto desenvolvido.

Como sugestão para trabalhos futuros, deve-se melhorar a recepção do microfone do protótipo, possibilitando responder bem aos comandos vocais em locais com muito barulho. Além disso, é possível modificar a lógica dos comandos de voz para também gerar pausas durante o banho, reduzindo o consumo de água e energia.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ABEPROM. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&ss=1&c=362>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

AKEN, J. E. V. Management research based on the paradigm of the design sciences: the quest for field-tested and grounded technological rules. **Journal of management studies**, v. 41, p. 219–246, 2004.

ANDRÉ, I. **CNC Router com Arduino**, 2015. Disponível em: <<http://www.lordgeekcafe.com.br/diy-cnc-router-com-arduino/5/>>. Acesso em: 05 set. 2016.

ANTES, D. L.; D'ORSI, E.; BENEDETTI, T. R. B. Circumstances and consequences of falls among the older adults in Florianopolis. Epi Floripa Aging 2009. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 16, n. 2, p. 469–481. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-790X2013000200021>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

ARDUINO. **Arduino Ethernet Shield**, 2016. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

_____. **Memory**. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Memory>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

ARDUINO E CIA. **Ethernet shield Wiznet W5100** – Parte 1, 2016. Disponível em: <<http://www.arduinoecia.com.br/2013/06/ethernet-shield-wiznet-w5100-parte-1.html>>. Acesso em: 19 mar. 2016.

BATES, M. R. **Interfacing PIC microcontrollers**: Embedded design by interactive simulation. Boston: Newnes, 2013.

BATTAIOLA, A. L.; SILVA, A. N. G. Tecnologias persuasivas: a persuasão em eletro-domésticos conectados à internet. **XI Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, Gramado, RS, 30 de set. a 02 out. 2014. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3saeast1.amazonaws.com/designproceedings/11ped/00311.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

BOLZANI, C. Domótica, a nova ciência do século XXI. **Revista Fonte**, ano 10, v. 13, p. 105–111. Belo Horizonte: Imprensa Oficial de Minas Gerais, 2013.

BRIDGESTONE AMERICAS TIRE OPERATIONS. **What is TPMS and how does it work?** Disponível em: <<http://www.bridgestonetire.com/tread-and-trend/drivers-ed/tire-pressure-monitoring-system-how-tpms-works>>. Acesso em: 02 mai. 2016.

BUJNOWSKI, A.; PALINSKI, A.; WTOREK, J. (2011). An intelligent bathroom. **Federated Conference on Computer Science and Information Systems** (FedCSIS), 2011.

ÇAĞDAŞ, V.; STUBKJÆR, E. Design research for cadastral systems. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 35, p. 77–87, 2011.

CAMBIAGHI, S. S.; ORNSTEIN, S. W. Banheiros com acessibilidade para pessoas com deficiência física e idosos. **PINIWeb**, 2016. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/artigo80195-1.aspx>>. Acesso em: 10 maio 2016.

CARVALHO, S. S. Domótica: uma abordagem sobre redes, protocolos e soluções microprocessadas de baixo custo. **Revista Científica Semana Acadêmica**. Fortaleza, ano MMXI, n. 6, 10/07/2013. Disponível em: <<http://semanaacademica.org.br/artigo/domotica-uma-abordagem-sobre-redes-protocolos-e-solucoes-microprocessadas-de-baixo-custo>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

CASTRO JUNIOR, H. P.; ALMEIDA, M. J. M.; SOUSA, K. T. Vocalizador digital para auxílio na comunicação de pessoas com necessidades especiais. **Engenharia de Computação em Revista**, v. 1, n. 3, 2010.

CAVALCANTE, A. L. P.; AGUIAR, J. B.; GURGEL, L. A. Fatores associados a quedas em idosos residentes em um bairro de Fortaleza, Ceará. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v.15, n. 1, 137–146. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1809-98232012000100015>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

COLLUCCI, C. Número de idosos que moram sozinhos triplica em 20 anos - 25/12/2013 – Equilíbrio e Saúde – **Folha de São Paulo**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2013/12/1389765-numero-de-idosos-que-moram-sozinhos-triplica-em-20-anos.shtml>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

COSTA, N.; CANUTO, S. **Administração com qualidade**: conhecimentos necessários para a gestão moderna. São Paulo: Blucher, 2010.

DOMINGO, M. C. An overview of the internet of things for people with disabilities. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 35, p. 584–596, 02/2012.

DUQUENNOY, S.; GRIMAUD, G.; VANDEWALLE, J. J. The web of things: Interconnecting devices with high usability and performance. **Communication**. International Conference on Embedded Software and Systems, ICESS 2009, HangZhou, Chile, 2009. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/inria-00390615/document>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

EVANS, M.; NOBLE, J.; HOCHENBAUM, J. **Arduino em ação**. São Paulo: Novatec, 2013.

FRANÇA, T. C. et al. Web das coisas: conectando dispositivos físicos ao mundo digital. XXIX Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos. **Minicurso 3**. Campo Grande, MS, 30 de maio a 03 de junho de 2011. Disponível em: <<http://sbrc2011.facom.ufms.br/files/anais/files/mc/mc3.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2015.

FRANCESCHI, M. T. et al. O chuveiro inteligente. **E-LOCUÇÃO Revista Científica da Faex**, ed. 3, 2013. Disponível em: <<http://periodicos.faex.edu.br/index.php/e-locucao/article/viewFile/31/32>>. Acesso em: 08 dez. 2015.

FRANCISCO, L.; TREVISANI, K. M. HMS: Uma arquitetura para automação residencial aberta independente de tecnologia de rede. **Colloquium Exactarum**, v. 5, p. 43-56, 2013.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **The economics of industrial innovation**. Cambridge: The MIT Press, 1997.

FREITAS, C. C. S. et al. (2012). Automação residencial: cenário atual e perspectivas futuras. **Revista Ciência e Tecnologia**. São Paulo, v. 15, n. 26, 2012. Disponível em: <<http://www.revista.unisal.br/sj/index.php/123/article/view/175/172>>. Acesso em: 07 dez. 2015.

GOMES, S. A. **Chuveiro Automático**. Brasília, 2011. Projeto de graduação-Centro Universitário de Brasília, 2011.

GUINARD, D. et al. From the internet of things to the web of things: Resource-oriented architecture and best practices. In: _____. **Architecting the Internet of Things**. (pp. 97–129). Berlim: Springer, 2011.

HARMO, P. et al. Needs and solutions-home automation and service robots for the elderly and disabled. **Conference Paper**. International Conference on Intelligent Robots and Systems. Canadá, 2005. Disponível em: <<http://autsys.aalto.fi/attach/Julkaisut/TaipalusIROS05.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2015.

HARTHOLT, K. A. et al. Trends in fall-related hospital admissions in older persons in the netherlands. **Arch Intern Med**, vol. 170, n. 10, p. 905–911, 2010. Disponível em: <<http://jamanetwork.com/journals/jamainternalmedicine/fullarticle/415987>>. Acesso em: 12 set. 2015.

HYTEKBLUE. **Arduino microcontrollers**, 2013. Disponível em: <<http://www.onemansanthology.com/blog/arduino-microcontrollers/>>. Acesso em: 03 jul. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2010). **Censo Demográfico 2010**: características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2016.

GLOBAL AGEWATCH INDEX. **Insight report 2015**. Disponível em: <https://www.ageinternational.org.uk/Documents/Global_AgeWatch_Index_2015_Hel.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2016.

KELLER, K. L.; KOTLER, P. **Administração de Marketing**. 12ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall Brasil, 2005.

KOO, D. D.; LEE, J. J.; SEBASTIANI, A.; KIM, J. An internet-of-things (iot) system development and implementation for bathroom safety enhancement. **Procedia Engineering**, 145, 396–403, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187770581630008X>>. Acesso em: 23 ago. 2015.

KORHONEN, N. **Fall-induced injuries and deaths among older Finns between 1970 and 2012**. Dissertation (Medicine). 2014, 121 s. University of Tampere, Tampere, Filand, 2014. Disponível em: <<https://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/96374/978-951-44-9638-7.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 22 ago. 2015.

_____. et al. Declining age-adjusted incidence of fall-induced injuries among elderly Finns. **Age and aging**, v. 41, p. 75–79, 2012. Disponível em: <<http://ageing.oxfordjournals.org/content/41/1/75.full.pdf+html>>. Acesso em: 22 ago. 2015.

LABORATÓRIO DE GARAGEM. **Tutorial**: Comando de voz via EasyVR Shield, 2016. Disponível em: <<http://labdegaragem.com/profiles/blogs/tutorial-comando-de-voz-via-easy-vr-shield-2-0>>. Acesso em: 03 jul. 2016.

LACERDA, D. P. et al. Design science research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão & Produção**, v. 20, p. 741–761, 2013.

LEITTE, J. D. P. et al. Automadroid – Automação residencial com dispositivos móveis. **Instituto de estudo Superior da Amazônia – IESAM**, 2013.

LIMA, A. T. **Aplicação de internet of things em casas inteligentes** – serviço aplicacional. Dissertação (Mestrado em Engenharia Informática). 2014, 77 f. Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, Portugal, 2014. Disponível em: <http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/5516/1/DM_AlanLima_2014_MEI.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2015.

LIMA, L. E. R. H. et al. Un sistema de automação residencial para auxiliar portadores de necessidades especiais. **XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación**, Buenos Aires, 2014. Disponível em: <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/42279/Documento_completo.pdf?sequence=1>. Acesso em: 22 set. 2015.

MARTINS, N. A. **Sistemas Microcontrolados**: Uma Abordagem com o Microcontrolador PIC 16F84. São Paulo: Novatec, 2005.

MATOS, G. M. S. Desenvolvendo aplicações para o mundo físico. **Revista Fonte**, v. 10, n. 13, p. 92–104, 2013. Disponível em: <http://www.prodemge.mg.gov.br/images/com_arismartbook/download/14/revista_13.pdf#page=92>. Acesso em: 16 set. 2015.

MIORI, V.; RUSSO, D. Domotic evolution towards the IoT. **28th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops**, p. 809-814, 2014.

MOREIRA, J. R. et al. AutoControl: uma proposta para acessibilidade e segurança residencial com o apoio da plataforma arduino. **Tecnologias em Projeção**, v. 4, n. 1, p. 01-09, 2013. Disponível em: <<http://revista.faculdadeprojecao.edu.br/index.php/Projecao4/article/view/312/229>>. Acesso em: 12 set. 2015.

MORTENSEN, P. S. et al. Oslo Manual-Guidelines for collecting and interpreting innovation data. **Organisation for Economic Cooperation and Development**, OECD, 2005. Disponível em: <<http://www.1-innocert.my/Manual/OSLO%20Manual%20V3%202005-EN.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2016.

MOYA, J. M. H.; TEJEDOR, R. J. M. **Domótica**: edifícios inteligentes. Madri: Creaciones copyright, 2004.

NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Análise dos dados da PINTEC 2011**. Nota Técnica n. 15. Brasília: IPEA, 2013. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/nota_tecnica/131206_notatecnicadiset15.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2016.

NUNES, S.; DAVID, G. Uma Arquitectura Web para Serviços Web. **XATA 2005-XML: Aplicações e Tecnologias Associadas** Uma arquitectura web para serviços web, 2005.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS. **Relatório global da OMS sobre prevenção de quedas na velhice**. Trad. Letícia Maria de Campos. São Paulo: Secretaria de Estado da Saúde, 2010. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_prevencao_quedas_velhice.pdf>. Acesso em: 09 out. 2015.

PEFFERS, K. et al. A design science research methodology for information systems research. **Journal of management information systems**, v. 24, n. 3, p. 45–77, 2007.

ROBOTECH. **Manual EasyVR 2.0**, 2016. Disponível em: <http://www.veear.eu/files/easyvr_user_manual_3.6.7.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2016.

ROSA, F. D. S. et al. Controle e supervisão residencial utilizando a plataforma arduino. **Acta Brazilian Science**, v. 1, p. 68-76, 2013. Disponível em: <<http://www.actabrazilianscience.com.br/arquivos/edicao1/vol1.pdf#page=68>>. Acesso em: 29 jul. 2015.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma abordagem para a melhoria de processos. São Paulo: Saraiva, 2006.

SALGADO, E. G. et al. Modelos de referência para desenvolvimento de produtos: Classificação, análise e sugestões para pesquisas futuras. **Revista Produção Online**, v. 10, n. 4, p. 886–911, 2010. Disponível em: <<https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/520/742>>. Acesso em: 14 mar. 2016.

SASSAKI, R. K. **Vida independente**: história, movimento, liderança, conceito, reabilitação, emprego e terminologia. São Paulo: RNR, 2003.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUSA, J. V. P.; SOUSA, S. S. Desenvolvimento de um Sistema Fuzzy Embarcado para Controle de Iluminação. **Anais do XX Congresso Brasileiro de Automática**. Belo Horizonte, MG, set, 2014. Disponível em: <<http://www.swge.inf.br/CBA2014/anais/PDF/1569929521.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2015.

SOUZA, F. Arduino MEGA 2560. **Embarcados**, 2014. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

STEFANACCI, R. G.; HAIMOWITZ, D. Bathroom assistances. **Geriatric Nursing**, v. 35, n. 2, p. 151-153, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.gerinurse.2014.02.006>>. Acesso em: 03 set. 2015.

STOPPA, M. H. et al. Domótica: uma solução para a vida moderna-automação residencial com controle via web. **Revista CEPPG**, n. 28, 2013. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/542117-Domotica-uma-solucao-para-a-vida-moderna-automacao-residencial-com-controle-via-web.html>>. Acesso em: 15 ago. 2015.

TATSIOPoulos, C.; KTENA, A. A smart ZIGBEE based wireless sensor me- ter system. **International Conference on Systems, Signals and Image Processing**, Chalkida, Greece, 2009.

TEIXEIRA, F. A. et al. Siot: defendendo a internet das coisas contra exploits. **Anais do 32º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos** – SBRC, Florianópolis, SC, 2014. Disponível em: <<http://sbrc2014.ufsc.br/anais/files/trilha/ST14-1.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2016.

TIGRE, P. B. **Gestão da inovação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TUTUNIC, A. M. F. **Perspectivas do idoso para internet e perspectivas da internet para o idoso**. Dissertação (Mestrado em Comunicação) 2013, 76 f. Universidade Paulista – UNIP, São Paulo, SP, 2013.

VESYROPOULOS, N.; GEORGIADIS, C. K. Web of things: understanding the growing opportunities for business transactions. **Proceedings of the 6th Balkan Conference in Informatics**, p. 267-274. Thessaloniki, Greece, set., 2013.

VIANNA, M. et al. **Design thinking**. Business Inovation. São Paulo: MJV Press, 2012.

XIAN, L. Z. Arduino Pro Mini 328 Review. **Zx Lee**, 2015. Disponível em: <<https://iamzxlee.wordpress.com/2015/02/10/arduino-pro-mini-328-review/>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

YAMAZAKI, A. L. S.; FERREIRA, E. G. Identificação dos fatores de risco relacionados a quedas em idosos inseridos na estratégia saúde da família. **Saúde e Pesquisa**, v. 6, n. 1, 2013. Disponível em: <<http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/saudpesq/article/view/2587/1850>>. Acesso em: 03 jul. 2015.

APÊNDICE A – Código Fonte do Microcontrolador

```

#if defined (ARDUINO) && ARDUINO >= 100
#include "Arduino.h"
#include "SoftwareSerial.h"
#ifndef CDC_ENABLED
// Shield Jumper no modo SW
SoftwareSerial port(12, 13);
#else
// Shield Jumper no modo HW (Para Arduino Leonardo)
#define port Serial1
#endif
#ifndef
#include "WProgram.h"
#include "NewSoftSerial.h"
NewSoftSerial port (12, 13);
#endif
#include "EasyVR.h"
#include <Ultrasonic.h>
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#define PINO_TRIGGER 6 //Porta ligada ao pino Trigger do sensor
#define PINO_ECHO 7 //Porta ligada ao pino Echo do sensor
EasyVR easyvr(port);

//Inicializa o sensor ultrasonico
Ultrasonic ultrasonic(PINO_TRIGGER, PINO_ECHO);
//Definicoes de IP, máscara de rede e gateway
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
IPAddress ip(192,168,0,88); //Define o endereco IP
IPAddress gateway(192,168,0,1); //Define o gateway
IPAddress subnet(255, 255, 255, 0); //Define a máscara de rede

//Inicializa o servidor web na porta 80 e porta 8090

```

```

EthernetServer server(8090);
EthernetServer server2(80);

//Grupos e Comandos
enum Groups
{ GROUP_0 = 0,
GROUP_1 = 1,
GROUP_2 = 2, };

enum Group0
{ G0_SMART = 0, };

enum Group1
{ G1_LIGAR_BANHO = 0,
G1_DESLIGAR = 1,
G1_SOCORRO = 2,
G1_CONTINUAR = 3,
G1_BEM = 4, };

enum Group2
{ G2_RESET = 0, };

EasyVRBridge bridge;
int8_t group, idx;
int pinopir = 5; //Pino do sensor PIR
int pinorele = 3; //Pino do comando da válvula solenoide de 12V
int pinLED = 8; // LED para informar que o chuveiro está pronto para comandos
int pinLEDRGB = 2; // LED para informar situação de emergência (SOCORRO)

// Parte dos Timers e avisos
int testeidoso = 0;
int ativahelp = 0;
int aviso = 0;
long HelpInterval = 30000;

```

//Tempo de atraso para ativar o "SOCORRO ao IDOSO" - 15 min = 900000 ms , para teste usamos 30 segundos

```
long AvisoInterval = 15000;
```

//Tempo de atraso para avisar que o banho está acabando - 14 min = 840000 ms , para teste usamos 15 segundos

```
long AvisoIntervalfinal = 17000;
```

//Tempo de atraso final (14 min = 842000 ms) para deixar a variável do intervalo de tempo ativa de forma que seja dito somente uma vez o comando vocal (tempo de 2s) avisando do final do tempo - para o teste usamos 17 segundos

```
long previousMillis = millis();
```

//Inicializando a variável de controle de tempo

```
void setup()
```

```
{
```

```
pinMode(pinopir, INPUT); //Define pino sensor PIR como entrada
```

```
pinMode(pinorele, OUTPUT); //Define pino do relé como saída
```

```
pinMode(pinLED, OUTPUT); //Define pino do LED como saída
```

```
pinMode(pinLEDRGB, OUTPUT); //Define pino do LED RGB como saída, indicando o estado de emergência
```

```
digitalWrite(pinorele,HIGH);
```

//Inicializa a interface de rede

```
Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);
```

```
server.begin();
```

```
#ifndef CDC_ENABLED
```

// Checa o modo bridge

```
if (bridge.check())
```

```
{ cli();
```

```
bridge.loop(0, 1, 12, 13);
```

```
}
```

```
// Funcionando normalmente
Serial.begin(9600);
Serial.println("Porta Bridge não iniciada!");
#else

// bridge modo inicializado
if (bridge.check())
{ port.begin(9600);
bridge.loop(port);
}
Serial.println("Bridge conexão abortada!");
#endif
port.begin(9600);
while (!easyvr.detect())
{ Serial.println("EasyVR não detectada!");
delay(1000); }
easyvr.setPinOutput(EasyVR::IO1, LOW);
Serial.println("EasyVR detected!");
easyvr.setTimeout(5);
easyvr.setLanguage(0);
group = EasyVR::TRIGGER; // Inicializa os grupos de comando vocais
}
void action();
void loop()
{
easyvr.setPinOutput(EasyVR::IO1, HIGH); // LED on (listening)
Serial.print("Diga um comando vocal no Grupo ");
Serial.println(group);
easyvr.recognizeCommand(group);
do
{
//*****//
```

```

//*****//
```

```

if (ativahelp==1){
if ((millis() - previousMillis) >= AvisoInterval && (millis() - previousMillis) <=
AvisoIntervalfinal) {
//Verifica se o tempo ligado de 14 minutos passou
aviso=1; }

// Parte da lógica para avisar que o tempo está acabando
if(aviso==1 ){
easyvr.playSound(6, EasyVR::VOL_FULL);
aviso=0;
group = GROUP_1; }

if (millis() - previousMillis > HelpInterval){
//Verifica se o tempo ligado de 15 minutos passou

digitalWrite(pinLEDRGB,HIGH);
testeidoso = 1;
ativahelp = 0;
group = GROUP_1;
previousMillis = millis();
}
}
}

//*****//
```

```

// PARTE DOS SERVIDORES WEB //
//*****//
```

```

//*****//
```

```

// SERVIDOR COM A SENHA //
//*****//
```

```

String situ;
String situPIR;
```

```
String situCHUV;
float cmMsec;
long microsec = ultrasonic.timing();
//Le e armazena as informacoes do sensor ultrasonico
cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);
int testepresenca = digitalRead(pinopir);
Serial.print("Movimento:");
Serial.println(testepresenca);

//Mostra o estado da porta digital 3 -pino do relé que ativa a
válvula solenoide 12V

int porta_digital = digitalRead(pinorele);

// situação do idoso
if (testeidoso==1) {
  situ="PERIGO!! NECESSITA DE AJUDA!!";
}
else
{
  situ="OK";
}

// Testa presença do idoso
if (testepresenca==1) {
  situPIR="IDOSO PRESENTE!!";

}
else
{
  situPIR="IDOSO AUSENTE!!";
}

// Testa Estado do Chuveiro
```

```
if (porta_digital==1) {
    situCHUV="DESLIGADO!!";
}
else
{
    situCHUV="LIGADO!!";
}
EthernetClient client = server.available();
if (client) {
    char linebuf[80];
    memset(linebuf, 0, sizeof(linebuf));
    int charCount = 0;
    boolean autenticado = false;
    boolean currentLineIsBlank = true;
    boolean logoff = false;
    while (client.connected()) {
        if (client.available()) {
            char c = client.read();
            linebuf[charCount] = c;
            if (charCount<sizeof(linebuf)-1) { charCount++; }
            Serial.write(c);
            if (c == '\n' && currentLineIsBlank) {
                if (autenticado && !logoff ){
                    client.println("HTTP/1.1 200 OK");
                    client.println("Content-Type: text/html");
                    client.println("Connection: close");
                    client.println("Refresh: 2"); //Recarrega a pagina a cada 2 seg
                    client.println();
                    client.println("<head>");
                    client.println("<title> Tela Comandos </title>");
                    client.println("<meta name=\"viewport\" content=\"width=320\">");
                    client.println("<meta name=\"viewport\" content=\"width=device-width\">");
                    client.println("<meta charset=\"utf-8\">");
                    client.println("<meta name=\"viewport\" content=\"initial-scale=1.0,
```

```
user-scalable=no\">");  
client.println("</head>");  
client.println("<html>");  
client.println("<body>");  
//Configura o texto e imprime o título no browser  
client.print("<font color=#FF0000><b><u>");  
client.print("Envio de informações pela rede utilizando Arduino");  
client.print("</u></b></font>");  
client.println("<br />");  
client.println("<br />");  
  
// Informações das Variáveis e Sensores  
client.print("Estado do Idoso: ");  
client.print("<b>");  
client.print(situ);  
client.println("</b>");  
client.println("<br />");  
client.print("Estado do Chuveiro: ");  
client.print("<b>");  
client.print(situCHUV);  
client.println("</b>");  
client.println("<br />");  
client.print("Idoso no Chuveiro?: ");  
client.print("<b>");  
client.print(situPIR);  
client.println("</b>");  
client.println("<br />");  
//Mostra as informações lidas pelo sensor ultrassônico  
client.print("Sensor Ultrasonico : ");  
client.print("<b>");  
client.print(cmMsec);  
client.print(" cm");  
client.println("<br><a href='/logoff'>Logoff</a></body></html>"); }  
else {
```

```
if (logoff) {
    client.print(
        "HTTP/1.1 401 Authorization Required\n"
        "Content-Type: text/html\n"
        "Connnection: close\n\n"
        "<!DOCTYPE HTML>\n"
        "<html><head><title>Logoff</title>\n"
        "<script>document.execCommand('ClearAuthenticationCache',
        'false');</script>" //IE logoff
        "<script>try {" //mozilla logoff
            " var agt=navigator.userAgent.toLowerCase();"
            " if (agt.indexOf(\"msie\") != -1) {
                document.execCommand(\"ClearAuthenticationCache\"); }"
            " else {""
                " var xmlhttp = createXObject();"
                " xmlhttp.open(\"GET\", \"URL\", true, \"logout\", \"logout\");"
                " xmlhttp.send(\"\");"
                " xmlhttp.abort();"
                " }"
            " } catch(e) {""
                " alert(\"erro ao fazer logoff\");"
            " }"
        "function createXObject() {""
            " try {if (window.XMLHttpRequest) {xmlhttp = new XMLHttpRequest();}"
            " else if (window.ActiveXObject) {xmlhttp=new
                ActiveXObject(\"Microsoft.XMLHTTP\");}} catch (e) {xmlhttp=false;}"
            " return xmlhttp;"
        "}</script>"
        "</head><body><h1>Voce nao esta mais conectado</h1></body></html>\n"; }
    else {
        client.print("HTTP/1.1 401 Authorization Required\n"
        "WWW-Authenticate: Basic realm=\"Area Restrita\"\n"
        "Content-Type: text/html\n"
        "Connnection: close\n\n"
```

```

"<!DOCTYPE HTML>\n"
"<html><head><title>Error</title>\n"
"</head><body><h1>401 Acesso nao autorizado</h1></body></html>\n");
}
}
break;
}
if (c == '\n') {
currentLineIsBlank = true;
if (strstr(linebuf, "GET /logoff" )>0 ) { logoff = true; }
if (strstr(linebuf, "Authorization: Basic")>0 ) { if (
validar_usuario(linebuf) ) { autenticado = true; } }
memset(linebuf, 0, sizeof(linebuf));
charCount = 0;
} else if (c != '\r') {
currentLineIsBlank = false; // Se conseguir um caractere na linha
}
}
}
}

delay(1); // Dá ao Browser tempo para receber os dados
client.stop(); // Fecha a conexão
}

//*****
// SERVIDOR para Controle da aplicação ANDROID e LOGIN!! //
//*****

```

```

EthernetClient client2 = server2.available();
if (client2) {
Serial.println("SERVER2!!");
boolean currentLineIsBlank = true;
while (client2.connected()) {
if (client2.available()) {
char c = client2.read();

```

```
Serial.write(c);

if (c == '\n' && currentLineIsBlank) {
    client2.println("HTTP/1.1 200 OK");
    client2.println("Content-Type: text/html");
    client2.println("Connection: close");
    client2.println("Refresh: 2"); // refresh a página a cada 2 sec
    client2.println();
    client2.println("<head>");
    client2.println("<title> Controle Chuveiro </title>");
    client2.println("<meta name=\"viewport\" content=\"width=320\">");
    client2.println("<meta name=\"viewport\" content=\"width=device-width\">");
    client2.println("<meta charset=\"utf-8\">");
    client2.println("<meta name=\"viewport\" content=\"initial-scale=1.0,
user-scalable=no\">");
    client2.println("</head>");
    client2.println("<!DOCTYPE HTML>");
    client2.println("<html>");
    client2.println("<body>");

    // Saída dos pinos em branco
    client2.println("<center>");
    client2.print("<a href=\"http://192.168.0.88:8090\">Login</a>");
    client2.println("<br/><p>");
    client2.print("<font color=#FFFFFF><b><u>");
    client2.print(testeidoso);
    client2.print(testepresenca);
    client2.print(!porta_digital);
    client2.println("<br/><p>");
    client2.println("</center>");
    client2.println("</body>");
    client2.println("</html>");

    break;
}

if (c == '\n') {
```

```
currentLineIsBlank = true;
} else if (c != '\r') {
currentLineIsBlank = false;
}
}
}
}
delay(1);
client2.stop();
Serial.println("client 2 disconnected");
}
}
while (!easyvr.hasFinished());
easyvr.setPinOutput(EasyVR::IO1, LOW); // Desliga LED
idx = easyvr.getWord();

if (idx >= 0)
{
group = GROUP_1;
return;
}
idx = easyvr.getCommand();
if (idx >= 0)
{
uint8_t train = 0;
char name[32];
Serial.print("Command: ");
Serial.print(idx);
if (easyvr.dumpCommand(group, idx, name, train))
{
Serial.print(" = ");
Serial.println(name);
}
else
Serial.println();
```

```
easyvr.playSound(0, EasyVR::VOL_FULL);
action();
}
else // Para os casos de errors ou timeout
{
if (easyvr.isTimeout())
Serial.println("Timed out, try again...");
int16_t err = easyvr.getError();
if (err >= 0)
{
Serial.print("Error ");
Serial.println(err, HEX);
}
}

void action()
{
switch (group)
{
case GROUP_0:
switch (idx)
{
case G0_SMART: // IDOSO
easyvr.playSound(4, EasyVR::VOL_FULL);
group = GROUP_1; // group = GROUP_X; <-- or jump to another group X
for composite commands
digitalWrite(pinLED,HIGH);
break;
}
break;
case GROUP_1:
switch (idx)
{
```

```
case G1_LIGAR_BANHO: // LIGA
easyvr.playSound(2, EasyVR::VOL_FULL);
digitalWrite(pinorele, LOW);
ativahelp = 1;
previousMillis = millis();
break;

case G1_DESLIGAR: // PAROU
easyvr.playSound(1, EasyVR::VOL_FULL);
digitalWrite(pinorele, HIGH);
ativahelp = 0;
previousMillis = millis();
aviso=0;
break;

case G1_SOCORRO: // HELP
easyvr.playSound(5, EasyVR::VOL_FULL);
digitalWrite(pinLEDRGB,HIGH);
testeidoso = 1;
previousMillis = millis();

break;

case G1_CONTINUAR: // CONTINUAR
easyvr.playSound(3, EasyVR::VOL_FULL);
ativahelp = 1;
previousMillis = millis();
aviso=0;
break;

case G1_BEM: // OK
digitalWrite(pinLEDRGB,LOW);
testeidoso = 0;
ativahelp = 0;
previousMillis = millis();
aviso=0;
break;

}
```

```

break;
}

}

/*****
*****ROTINAS USUARIO E SENHA*****
/




boolean validar_usuario(char * linebuf) {

/* O usuario e senha estão definidos dentro do código fonte. Mas o usuário e senha
poderiam ser autenticados de diversas maneiras, lendo os dados de um servidor
web, arquivo texto, etc, bastando apenas atribuir o valor lido para a variável
usuario_senha. */

char usuario_senha[] = "admin:admin";
int t = strlen(usuario_senha);
int tamanhoEnc = (((t-1) / 3) + 1) * 4; //tamanho da string
codificada
char out[tamanhoEnc];
base64_encode(out, usuario_senha, t+1 );
//---desconta é usado pra eliminar os caracteres '='
int desconta = 0;
if ((t%3) == 1) { desconta = 2; }
if ((t%3) == 2) { desconta = 1; }

char out2[tamanhoEnc-desconta];
byte i;
for (i=0; i<(tamanhoEnc-desconta);i++){ out2[i] = out[i]; }
out2[i] = '\0';
return ( strstr(linebuf, out2)>0 );
}

/*****
*****FIM ROTINA USUARIO E SENHA*****
/

```

```
*****
*****BASE 64 CODE/DECODE DO USUARIO E SENHA*****
```

```
void a3_to_a4(unsigned char * a4, unsigned char * a3);
unsigned char b64_lookup(char c);
int base64_encode(char *output, char *input, int inputLen) {
const char b64_alphabet[] =
"ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijklmnopqrstuvwxyz0123456789+/";
int i=0, j=0, encLen=0;
unsigned char a3[3], a4[4];
while(inputLen--) {
a3[i++] = *(input++);
if(i == 3) {
a3_to_a4(a4, a3);
for(i=0; i<4; i++) { output[encLen++] = b64_alphabet[a4[i]]; }
i = 0;
}
}
if (i) {
for(j = i; j < 3; j++) { a3[j] = '\0'; }
a3_to_a4(a4, a3);
for(j = 0; j < i + 1; j++) { output[encLen++] = b64_alphabet[a4[j]]; }
while((i++ < 3)) { output[encLen++] = '='; }
}
output[encLen] = '\0';
return encLen;
}

void a3_to_a4(unsigned char * a4, unsigned char * a3) {
a4[0] = (a3[0] & 0xfc) >> 2;
a4[1] = ((a3[0] & 0x03) << 4) + ((a3[1] & 0xf0) >> 4);
a4[2] = ((a3[1] & 0x0f) << 2) + ((a3[2] & 0xc0) >> 6);
a4[3] = (a3[2] & 0x3f);
}
```

```
unsigned char b64_lookup(char c) {  
    if(c >='A' && c <='Z') return c - 'A';  
    if(c >='a' && c <='z') return c - 71;  
    if(c >='0' && c <='9') return c + 4;  
    if(c == '+') return 62;  
    if(c == '/') return 63;  
    return -1;  
}  
***** FIM DO CÓDIGO DO PROTÓTIPO *****/
```

APÊNDICE B – Artigo APMS 2016

Application of Paraconsistent Logic to Assess Falling Risks Factors in the Elderly

Fábio A. Leite, Rodrigo F. Gonçalves, Jair M. Abe, Fábio V. Amaral,
Alan K. Araújo, Lauro H. C. Tomiatti

Graduate Program in Production Engineering, Paulista
University (UNIP), São Paulo, Brazil, Rua Dr. Bacelar
1212 CEP 04026-002

farleite@terra.com.br

Abstract. The percentage increase in the elderly population is a worldwide phenomenon. Particularly in Brazil it is projected a percentage of 28.9% of people over 60 in the year 2050 (currently 11.5%). With increasing life expectancy and the eventual elderly growth process in population, the incidence of falls tends to increase. This article applies the Paraconsistent Logic Annotated Evidential Et to assess the impact of factors related to incidents among the elderly by the World Health Organization. Initially, we did a literature search on several studies that address the percentage risk factors for falls in the elderly. Was utilized the software specialist in decision-making ParaDecision-making Academic to build the knowledge base and analysis. As a result, it is clear that the 17 factors described by the World Health Organization, 9 of them are the study that make it viable and correspond to a greater certainty and less uncertainty for further studies and applications of elderly falling.

Key words: Paraconsistent Logic Annotated Evidential Et, elderly, WHO

1 Introduction

Falling is the leading cause of morbidity and mortality among the elderly population, becoming a huge public health problem, worrying modern societies with aging population.

Due to the importance of this subject, many studies are being conducted to determine what are the factors that are most critical, so that specific actions can be taken to reduce the impact of falls.

This research aims to apply the Paraconsistent Logic Annotated Evidential Et (Et), which is a non-classical logic appropriate to the processing of uncertain data, contradictory thoughts or paracompleteness. This logic extracts the contradictions of a group of experts who will provide favorable and unfavorable evidence on a particular theme from his knowledge, acquired through academic, professional, etc. This paper seeks to answer the proposition: "The importance of the World Health Organization risk factors to assess the risk of falls in the elderly."

The practical aspect of this research is its use in the development of products and technologies that can reduce the risk of falling to the elderly.

2 Risk of falls in elderly

With increasing life expectancy and the eventual process of growth of the elderly population, the incidence of falls tends to increase, especially in the elderly over 80 years because of the possible resulting injuries [1].

In Brazil, the situation is similar; studies show that older people falls occurred in their homes due to the inadequacy of the environment, and the floors slippery is the main cause of this event [2].

The Global Age Watch Index report [3] points that Brazil had in 2014 a percentage of 11.5% of the population over 60 years, and is expected to reach 28.9% in 2050.

There are factors that interleave between intrinsic and extrinsic, intrinsic are related to old age and extrinsic are caused by external factors of the environment [4].

The World Health Organization (WHO) [5] in their report found that 50% of the cases of falls are due to slipping or tripping, 20% to 30% are due to problems with balance, 10% associated with dizziness and 10% fainting. Although, it characterizes the risk factors in four types: biological, behavioral, environmental and socioeconomic. The detail of the risk factors are in Figure 1.

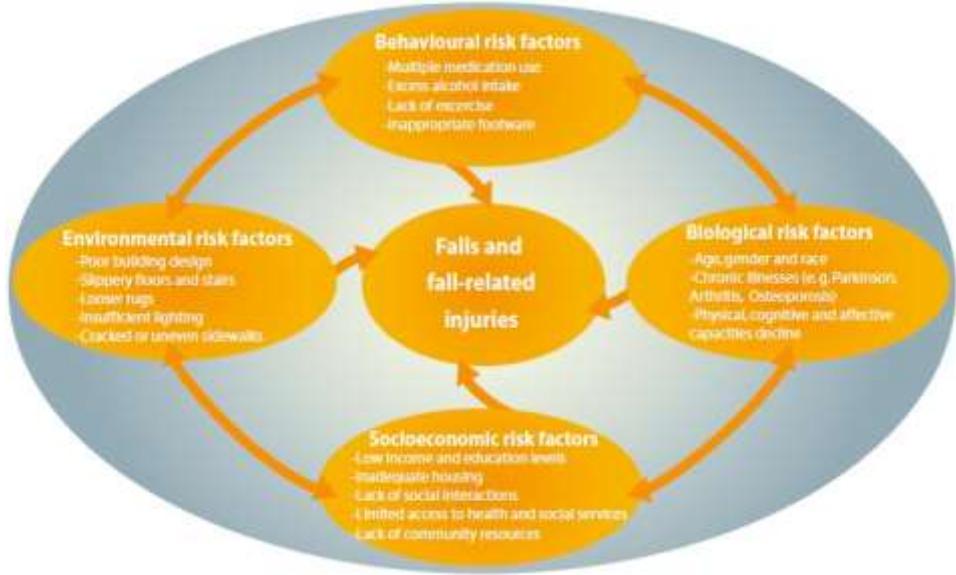


Fig. 1: WHO model of falls risk factors in elderly

As about half of falls occur indoors, the home environment is critical to prevent them from occurring. A particularly high risk of falls occurs in homes whose sidewalks are uneven, or that indoors throw rugs in the kitchen or in the bathroom, loose electrical wires and inadequate sills on doors [5].

Sá Yamazaki et al. [6] noted that the intrinsic factors which generate more falls in the elderly are nocturnal urination and visual difficulties. Sample 64% had nocturnal urination problems and 42% had visual difficulties.

Recent research such as Korhonen [7] shows that there was a percentage increase in the number of falls with injury or death, worrying fact because of increased life expectancy and rapid growth of the world population.

As the multiple factors to be analyzed involve imprecision, incompleteness, and even contradictory data we need a formal tool other than classical logic. So we employ a more

suitable underlying logic for our studies, namely the paraconsistent annotated evidential logic Et [8]

3 Paraconsistent, Paracomplete, and Non-alethic Logics

A paraconsistent logic is a logic that can be used as the basis for inconsistent but non-trivial theories. Issues such as those described above have been appreciated by many logicians. The Brazilian logician Newton C.A. da Costa (1929) constructed for the first time hierarchies of paraconsistent propositional calculi C_i , $1 \leq i \leq \omega$ of paraconsistent first-order predicate calculi. Another important class of non-classical logics are the paracomplete logics. A logical system is called paracomplete if it can function as the underlying logic of theories in which there are formulas such that these formulas and their negations are simultaneously false. Intuitionistic logic and several systems of many-valued logics are paracomplete in this sense (and the dual of intuitionistic logic, Brouwerian logic, is therefore paraconsistent) [8-13].

Consequently, paraconsistent theories do not satisfy the principle of non-contradiction, which can be stated as follows: of two contradictory propositions, i.e., one of which is the negation of the other, one must be false. And, paracomplete theories do not satisfy the principle of the excluded middle, formulated in the following form: of two contradictory propositions, one must be true. Finally, logics which are simultaneously paraconsistent and paracomplete are called non-alethic logic [13,12,10].

4 Methodology

The methodology of the study is an applied by employing an expert system. Experts as geriatricians, general practitioners, physical therapists and physical educators were consulted about the impact of factors falls listed by the World Health Organization. In the analysis, all the experts had the same weight in their responses, the data are purely numerical, not being collected or disclosed any information on these.

The choice of Paraconsistent logic to treat the problem was because it absorbs possible inconsistencies in the databases without having to remove them, which is not possible with classical logic. Another solution would be fuzzy logic, but the same is already encompassed in the theory of paraconsistent logic.

With the collected data, we used ParaDecision-making Academic software, developed in Java, by the ParaDecision Company. The software applies the concepts of Paraconsistent Logic Annotated Evidential Et.

The evaluated factors detailed the proposal of WHO according to Figure 1, although, is also possible to confirm which one of them has a greater degree of certainty as to affect falls of the elderly.

5 Results and discussion

Using the data collected by the expert about "The importance of the risk factors of the World Health Organization to assess the risk of falls in the elderly", seen in Figure 3, in the ParaDecision software were obtained the results shown in Tables 1 and 2 and Figure 2.

For this study was considered a 60% threshold decision. The analyzed data arranged in Table 1 show what are the factors that stand out most in the four categories of factors addressed by the World Health Organization.

Table 1. Details of the most striking risk factors in relation to the key factors

WHO Risk main factors	WHO Risk detail factors
Environmental	Cracked or uneven sidewalks
Biological	Physical,cognitive and affective capacities decline
Behavioral	Inappropriate footware
Socioeconomic	Limited access to health and social services

Table 2. Detail the degree of certainty and uncertainty of factors

Factors	Degree of certainty	Uncertainty	Characterization factor
Physical, cognitive and affective capacities decline	1	0	True
Cracked or uneven sidewalks	1	0	True
Inappropriate footware	0.9	0.1	True
Slippery floors and stairs	0.8	0	True
Lack of exercise	0.8	-0.2	True
Insufficient lighting	0.7	0.1	True
Excess alcohol intake	0.7	-0.1	True
Looser rugs	0.7	-0.1	True
Chronic illnesses	0.6	0	True
Low income and education levels	0.1	0.1	False
Multiple medication use	0.4	0	False
Inadequate housing	0.4	-0.2	False
Lack of social interactions	0.4	0.2	False
Age, gender and race	0.5	0.1	False
Poor building design	0.5	0.1	False
Limited access to health and social services	0.5	-0.1	False
Lack of community resources	0.5	-0.1	False

Table 2 detail WHO factors in ascending order of importance that best address the proposition on impact on the risk of falling. The values are as true are appearing as viable to the study.

The Figure 2 shows the Hasse diagram. In marked square it is perceptive that the study was feasible with a certain degree of 62% and a level of only 1% paracompleteness uncertainty, this can confirm the importance of the proposition risk factors featured the World Health Organization criteria as to study the fall of the elderly.

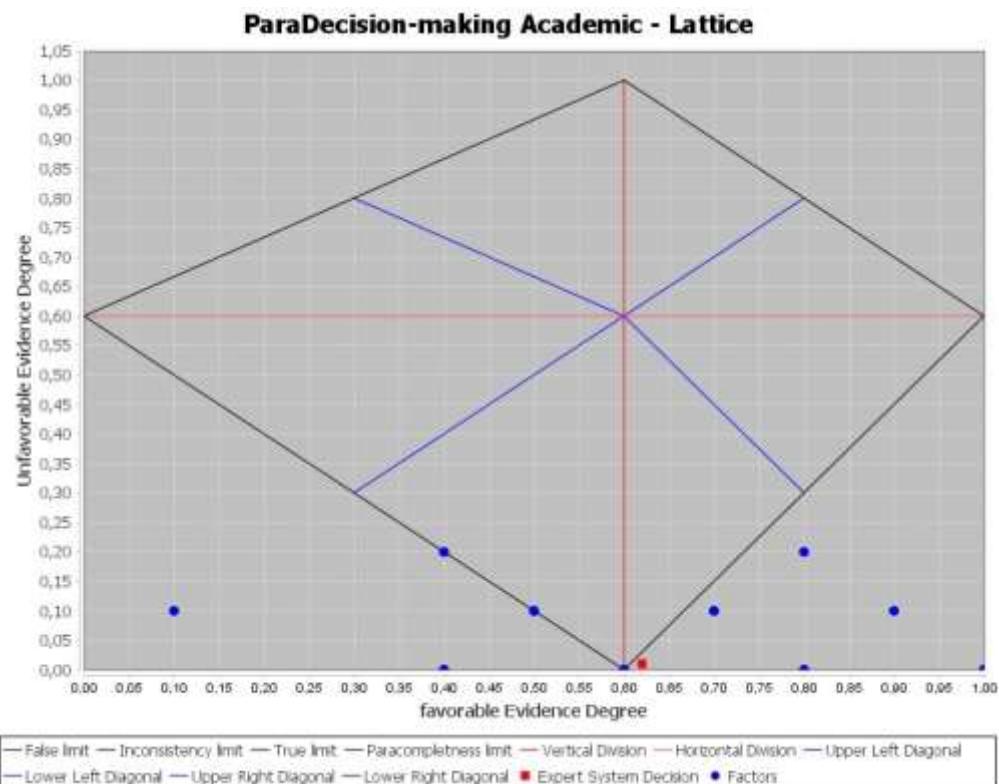


Fig. 2. Hasse diagram for the sample data (generated from the software)

The circular marks the lower right side of the diagram correspond to the factors that appear to be true for the response of the hypothesis. The other circular markers that appear on the bottom left side are those who do not respond effectively to proposition.

Geriatrics and General Practitioners						
Who Risk factors	G	GN	MCs	MCNs	MCs	MCNs
Slippery floors and stairs	0,8	0,1	0,9	0,2	0,8	0,3
Insufficient lighting	0,8	0,2	1	0,2	0,8	0,5
Loose rugs	0,8	0	0,9	0,6	0,6	0,5
Poor building design	0,5	0,4	0,9	0,4	0,6	0,3
Cracked or uneven sidewalks	0,8	0	1	0,1	0,9	0,4
Age, gender and race	1	0,3	0,7	0,3	0,7	0,7
Chronic illnesses	0,5	0,2	0,8	0,1	0,9	0,5
Physical, cognitive and affective capacities decline	1	0	1	0	1	0,4
Multiple medication use	0,5	0,6	0,7	0,3	0,7	0,4
Excess alcohol intake	0,8	0,6	0,9	0,1	0,9	0,3
Lack of exercise	1	0	0,9	0,3	0,7	0,3
Inappropriate footwear	0,8	0,1	1	0,3	0,7	0,3
Low income and education levels	0	0,5	0,6	0,3	0,5	0,8
Inadequate housing	0,8	0,2	0,8	0,2	0,8	0,6
Lack of social interactions	0	0,5	0,8	0,6	0,6	0,8
Limited access to health and social services	0	0,2	0,8	0,3	0,7	0,3
Lack of community resources	0,2	0,3	0,9	0,2	0,8	0,5

G Geriatrician - Grade favorable
 GN Geriatrician - Grade no favorable
 MC General Practitioner - Grade favorable
 MCN General Practitioner - Grade no favorable

(a)

Physical therapists

Who Risk factors	F1	FN1	F2	FN2	F3	FN3
Slippery floors and stairs	1	0,6	0,4	0	0,8	0,1
Insufficient lighting	0,9	0,6	0,6	0	0,5	0
Looser rugs	0,8	0,6	0,4	0,1	1	0,2
Poor building design	0,6	0,7	0,3	0,1	0,8	0,1
Cracked or uneven sidewalks	0,9	0,6	0,6	0	1	0
Age, gender and race	0,8	0,7	0,3	0,5	0,8	0,3
Chronic illnesses	0,7	0,6	0,4	0,2	0,8	0,2
Physical, cognitive and affective capacities decline	1	0,6	0,4	0	1	0
Multiple medication use	1	0,7	0,3	0,5	0,9	0,3
Excess alcohol intake	0,7	0,6	0,4	0,1	0,8	0,1
Lack of exercise	0,8	0,6	0,4	0	0,7	0,1
Inappropriate footwear	0,8	0,6	0,4	0,2	1	0
Low income and education levels	0,5	0,7	0,3	0,5	0,6	0,4
Inadequate housing	0,5	0,6	0,4	0,1	0,6	0,2
Lack of social interactions	0,9	0,6	0,4	0,7	0,6	0,2
Limited access to health and social services	0,5	0,6	0,4	0,7	0,7	0,2
Lack of community resources	0,4	0,6	0,4	0,6	0,7	0,1

F Physical therapists - Grade favorable
FN Physical therapist - Grade no favorable

(b)

Physical educators

Who Risk factors	EF1	EFN1	EF2	EFN2	EF3	EFN3	EF4	EFN4	EF5	EFN5
Slippery floors and stairs	0,9	0	1	0	1	0	1	0	1	0,9
Insufficient lighting	0,8	0	1	0	1	0,2	0,8	0,1	0,9	0,2
Looser rugs	1	0	1	0	1	0,9	0,6	0,4	0,6	0
Poor building design	0,6	0,3	0,7	0	1	0,4	0,6	0,5	0,5	0,8
Cracked or uneven sidewalks	1	0,1	0,9	0	1	0	1	0,2	0,8	0
Age, gender and race	0,7	0,2	0,8	0,2	0,8	0,5	0,5	0,3	0,5	1
Chronic illnesses	0,8	0,3	0,7	0	1	0,2	0,8	0,1	0,9	0,3
Physical, cognitive and affective capacities decline	1	0,1	0,9	0	1	0,2	0,8	0,1	1	0
Multiple medication use	0,4	0,2	0,8	0,2	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
Excess alcohol intake	0,4	0,1	0,9	0	1	0	1	0	1	0,7
Lack of exercise	1	0,1	0,9	0	1	0,2	0,8	0	1	0
Inappropriate footwear	0,9	0,3	0,7	0	1	0,6	0,4	0,3	0,7	0,3
Low income and education levels	0,5	0,4	0,6	0,4	0,6	0,6	0,4	0,5	0,4	1
Inadequate housing	0,8	0,4	0,6	0	1	0,2	0,8	0,2	0,8	1
Lack of social interactions	0,5	0,4	0,6	0	1	0,2	0,7	0,6	0,4	1
Limited access to health and social services	0,8	0,4	0,6	0,2	0,8	0,2	0,8	0	1	0,5
Lack of community resources	0,7	0,4	0,6	0,2	0,8	0,4	0,6	0,1	0,9	0,6

EF Physical educators - Grade favorable
EFN Physical educator - Grade no favorable

(c)

Physical educators

Who Risk factors	EF6	EFN6	EF7	EFN7	EF8	EFN8	EF9	EFN9	EF10	EFN10
Slippery floors and stairs	0,8	0,2	0,8	0,2	0,7	0,2	0,8	0	1	0,2
Insufficient lighting	0,8	0,2	0,8	0,2	0,5	0,3	0,7	0,1	1	0,5
Looser rugs	1	0	1	0,2	0,5	0,7	0,3	0,2	0,9	0
Poor building design	0,2	0	1	0,5	0,7	1	0	0,4	0,9	0,2
Cracked or uneven sidewalks	1	0	1	0,2	0,6	0,7	0,3	0,1	1	0
Age, gender and race	0	0,1	0,9	0	0,3	0,6	0,4	0,2	0,5	0,2
Chronic illnesses	0,7	0	1	0,5	0,5	0,4	0,6	0,3	0,8	0,2
Physical, cognitive and affective capacities decline	1	0	1	0	0,6	0,1	0,8	0	1	0
Multiple medication use	0,6	0,2	0,8	0,3	0,6	0,7	0,3	0	0,5	0,1
Excess alcohol intake	0,3	0	1	0,2	0,7	0,3	0,7	0,3	0,9	0,2
Lack of exercise	1	0,2	0,8	0	0,7	0,2	0,8	0,2	1	0,3
Inappropriate footwear	0,7	0,1	0,9	0,2	0,7	0,1	0,9	0,2	0,8	0
Low income and education levels	0	0,8	0,2	1	0,2	1	0	0,5	0,3	0,4
Inadequate housing	0	0,9	0,1	0,2	0,4	0,4	0,6	0,5	0,9	0,4
Lack of social interactions	0	0,7	0,3	1	0,2	1	0	0,1	0,3	0,4
Limited access to health and social services	0,5	0,7	0,3	1	0,7	0,8	0,2	0,5	0,3	0,3
Lack of community resources	0,4	0,6	0,4	0,8	0,5	0,9	0,1	0,6	0,4	0,3

EF Physical educator - Grade favorable
EFN Physical educator - Grade no favorable

(d)

Fig. 3: Answers collected by the authors

6 Concluding Remarks

As results of the work, we conclude that the 17 factors detailed by the World Health Organization, 9 of them are those who make the study feasible and correspond to those who have greater certainty and less uncertainty for future studies and applications of falls in the elderly. Agreeing with the classical literature seen in [1], [2] and [6], factors such as “Physical, cognitive and affective capacities decline”, “Cracked or uneven sidewalks”, “Inappropriate footwear”, “Slippery floors and stairs”, “Lack of exercise” and “Insufficient lighting” are

important factors among the rest and appear as interesting to assess the risk of falls in the elderly. Excessive alcohol consumption and Lack of exercise appear as relevant factors for research to prevent falls in the elderly, but in the literature are not many studies of these factors contribute to reducing the number of falls in the elderly.

Regarding the four categories of factors reported by the World Health Organization, we are able to percept that the social factor is what contributes less to the study, since the environmental factor appears as the most critical followed by the biological factor.

As we can see in Table 1, the “Cracked factor or uneven sidewalks” is the most important for the study of environmental factors. “Inappropriate footwear” is the most important for behavioral factors, “Physical, cognitive and affective capacities” for biological and “Limited access to health and social services” for socioeconomic factors.

For future studies, it is indicated that developing actions that act directly on environmental and behavioral factors the possibility of using techniques and practical applications in the environment, will reduce the risk of falls in the elderly. However, despite the biological and social factors, there are more difficulties to direct applications, but it is interesting that they are taking by importance, as they can contribute secondarily to minimize the phenomenon of the incident.

References

1. Korhonen, N., Niemi, S., Palvanen, M., Parkkari, J., Sievänen, H., Kannus, P.: Declining age-adjusted incidence of fall-induced injuries among elderly Finns. *Age and ageing*. 41, 75–79 (2012)
2. Cavalcante, A.L.P., Aguiar, J.B. de, Gurgel, L.A.: Fatores associados a quedas em idosos residentes em um bairro de Fortaleza, Ceará. *Rev. bras. geriatr. gerontol.* 15, 137–146 (2012)
3. GLOBAL AGE WATCH Index. Population ageing maps, 2014, <http://www.helpage.org/global-agewatch/population-ageing-data/population-ageing-map/>
4. Nogueira, A., Alberto, M., de Assis Cardoso, G., Barreto, M.A.M.: Risco de queda nos idosos: educação em saúde para melhoria da qualidade de vida. *Revista Práxis*. 4, (2013)
5. Ageing, W.H.O., Unit, L.C.: WHO global report on falls prevention in older age. World Health Organization (2008)
6. De Sá Yamazaki, A.L., Ferreira, E.G.: Identificação dos Fatores de Risco Relacionados a Quedas em Idosos Inseridos na Estratégia Saúde da Família. *Saúde e Pesquisa* 6 (1), (2013)
7. Korhonen, N.: Fall-induced injuries and deaths among older Finns between 1970 and 2012. (2014)
8. Abe, J.M., Akama, S., Nakamatsu, K.: Introduction to Annotated Logics: Foundations for Paracomplete and Paraconsistent Reasoning, vol. 88. Springer (2015)
9. Abe, J.M., Silva Filho, J.I.d. (eds.): Logic, artificial intelligence, and robotics: LAPTEC 2001. No. v. 71 in Frontiers in artificial intelligence and applications, IOS Press, Amsterdam; Washington, DC (2001)
10. Abe, J.M.: Paraconsistent Intelligent-Based Systems. (2015)
11. Da Silva Filho, J.I.: Métodos de Aplicações da Lógica Paraconsistente Anotada de anotação com dois valores-LPA2v. *Rev. Seleção Doc.* 1, 18–25 (2006)
12. Da Silva Filho, J.I., Abe, J.M.: Paraconsistent analyzer module. *International Journal of Computing Anticipatory Systems*. 9, 346–352 (2001)
13. Da Silva Filho, J.I., Torres, G.L., Abe, J.M.: Uncertainty treatment using paraconsistent logic: introducing paraconsistent artificial neural networks, vol. 211. IOS Press (2010).

APÊNDICE C – Resumo da Patente da Invenção

RESUMO

“Chuveiro comandado por voz e que utiliza à internet para auxílio a pessoas em situações de emergência”

A presente invenção trata-se de um sistema que controla um chuveiro através de comandos vocais, ou opcionalmente por botões de comando, que ao acionar o banho, controla o tempo de que o usuário está utilizando o chuveiro, emitindo alarmes via internet em possíveis situações de emergência, ou quando solicitado pelo usuário, gerando mais segurança e acompanhamento para pessoas que moram sozinhas ou que necessitam de apoio constante.

O sistema é constituído por um módulo de controle (2), composto por um microcontrolador, uma placa de reconhecimento de voz e uma placa para acesso à internet, de forma que o módulo (2) faz a comunicação com o usuário, a internet e com os diversos sensores (4) (5), atuadores (1) (3) (6), sinalizadores (8) (9) e comandos (7).

