

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA**

**FILIFE BARBOSA SILVA;
FRANCK WILLIAN FERREIRA DOS SANTOS**

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL UTILIZANDO ARDUINO E ANDROID.

**SÃO JOÃO EVANGELISTA
2016**

**FILIFE BARBOSA SILVA;
FRANCK WILLIAN FERREIRA DOS SANTOS**

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL UTILIZANDO ARDUINO E ANDROID.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Cleonir Coelho Simões

Coorientador: Rosinei Soares de Figueiredo

**SÃO JOÃO EVANGELISTA
2016**

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL UTILIZANDO ARDUINO E ANDROID.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Cleonir Coelho Simões

Coorientador: Rosinei Soares de Figueiredo

Aprovada em ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Cleonir Coelho Simões (Orientador)
IFMG-SJE

Prof. Me. Rosinei Soares de Figueiredo (Coorientador)
IFMG-SJE

Prof.Esp. Ricardo Bittencourt Pimentel (Convidado)
IFMG-SJE

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter nos dados saúde, força, perseverança, dedicação, esforço e conhecimento, para vencermos mais esta etapa tão importante em nossas vidas.

Ao nosso orientador Cleonir, pelo empenho, dedicação e toda a assistência nos proporcionada durante todo o período de desenvolvimento do projeto, ao coorientador Rosinei pelo apoio dado durante o projeto e ao Professor Luís Carlos pelo apoio na revisão do texto.

Agradecemos imensamente às nossas famílias que nos apoiaram durante todo o curso, não medindo esforços para que chegássemos vitoriosos ao final desta caminhada.

Agradecemos também aos nossos amigos pelo apoio, incentivo e pela ajuda durante toda esta jornada.

Ao Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista e seus profissionais, pelo esforço e dedicação para transmitir o conhecimento.

E aqueles que nos trouxeram dificuldades, críticas positivas ou negativas, obstáculos, aos que tentaram impor barreiras em nosso caminho, e duvidavam de nosso potencial, esforço e conhecimento, vos agradecemos imensamente, pois foram os principais responsáveis pelo nosso crescimento, dedicação, saberes novos adquiridos, e nosso sucesso.

Enfim podemos dizer VENCEMOS!

*“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada.
Apenas dê o primeiro passo. ”*
(Martin Luther King)

RESUMO

O mercado dos dispositivos móveis encontra-se em constante desenvolvimento. A integração destes dispositivos com outros mecanismos capazes de realizar tarefas que facilitam o dia a dia das pessoas vem sendo cada vez mais objeto de estudo e de pesquisa por parte de profissionais de vários ramos do conhecimento, dentre os quais, destacam os sistemas. O objetivo deste Trabalho de Conclusão de Curso é desenvolver uma aplicação para a plataforma Android capaz de promover a integração entre software e hardware, com a finalidade de automatizar completamente uma residência. Por meio deste software será estabelecida a comunicação entre um dispositivo móvel e um microcontrolador que, por sua vez, irá gerenciar todos os dispositivos presentes na residência. Dentre os inúmeros microcontroladores disponíveis foi escolhido o Arduino, cuja gama de aplicações para automação tem se mostrado ilimitada. Esta é, portanto, a motivação para a realização do presente trabalho que também se encontra fundamentado na procura cada vez maior por meios que promovam maior conforto, segurança e interação entre usuários e suas respectivas residências. Ao final deste trabalho obteve-se uma aplicação Android que gerencia a automação em uma ou mais residências, e um protótipo de uma “casa inteligente” capaz de interpretar e executar os comandos gerados pela aplicação.

Palavras Chave: Arduino, Android, Automação residencial, Domótica.

ABSTRACT

The market for mobile devices is constantly developing. The integration of these devices with other mechanisms, able to perform tasks that facilitate the daily life of the people, has been increasingly subject of study and research by professionals from various branches of knowledge, among which we highlight the systems. The goal from Job Completion of course is to develop an application for the Android platform to promote integration between software and hardware, in order to fully automate a residence. Through this software communication will be established between a mobile device and a microcontroller which, in turn, will manage all devices in the residence. Among the numerous available microcontrollers was chosen Arduino, whose range of applications for automation has been shown unlimited. This is therefore the motivation to carry out this work which is also based on the increasing demand in ways that promote comfort, safety and interaction between users and their respective residences. At the end of this work we obtained an Android application that manages the automation in one or more residences, and a prototype of a "smart home" able to interpret and execute the commands generated by the application.

Keywords: Arduino, Android, Residential Automation, Home Automation.

LISTA DE IMAGENS

| | |
|---|----|
| IMAGEM 1 – Residência Automatizada..... | 14 |
| IMAGEM 2 – Placa Arduino Mega | 20 |
| IMAGEM 3 – Componentes Arduino | 21 |
| IMAGEM 4 – Diagrama de Caso de Uso..... | 36 |
| IMAGEM 5 – Protótipo da Casa Automatizada..... | 37 |
| IMAGEM 6 – Circuito Elétrico..... | 38 |
| IMAGEM 7 – Requisições | 39 |
| IMAGEM 8 – <i>Splash Screen</i> | 41 |
| IMAGEM 9 – Tela de <i>Login</i> | 41 |
| IMAGEM 10 – Tela de Escolha de Sistemas | 42 |
| IMAGEM 11 – Tela de Escolha de Ambiente | 43 |
| IMAGEM 12 – Tela Principal | 43 |
| IMAGEM 13 – Tela de Controle de Iluminação | 44 |
| IMAGEM 14 – Tela de Visualização dos Sensores | 45 |
| IMAGEM 15 – Tela de Controle do Portão | 45 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 13 |
| 2.1 | DOMÓTICA (AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL) | 13 |
| 2.1.1 | Vantagens da automação residencial | 17 |
| 2.1.2 | Automação residencial um negócio em expansão | 18 |
| 2.2 | AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL UTILIZANDO ARDUINO | 19 |
| 2.2.1 | Arduino | 20 |
| 2.2.2 | Aplicação | 22 |
| 2.3 | MÓDULOS DE EXPANSÃO | 23 |
| 2.4 | MOBILIDADE | 24 |
| 2.5 | ANDROID | 25 |
| 2.6 | LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO | 26 |
| 2.6.1 | Java | 26 |
| 2.6.2 | Linguagem C | 28 |
| 2.7 | REDES DE COMPUTADORES | 28 |
| 3 | METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS | 30 |
| 3.1 | COMPONENTES DE COMUNICAÇÃO | 30 |
| 3.1.1 | Wi-Fi | 31 |
| 3.1.2 | USB | 31 |
| 3.1.3 | HTTP | 32 |
| 3.2 | FERRAMENTAS UTILIZADAS | 32 |
| 3.2.1 | Software Arduino Development Environment | 32 |
| 3.2.2 | IDE Eclipse | 33 |
| 3.2.3 | Android Studio | 33 |
| 4 | ANÁLISE E RESULTADOS | 34 |
| 4.1 | MODALEM DO SISTEMA | 34 |
| 4.1.1 | Requisitos Funcionais | 35 |
| 4.1.2 | Caso de Uso | 36 |
| 4.2 | CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO | 36 |
| 4.3 | DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA | 38 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.3.1 | Aplicativo Servidor | 39 |
| 4.3.2 | Aplicativo Cliente | 39 |
| 4.3.3 | Funcionamento do Sistema | 40 |
| 5 | CONCLUSÃO | 47 |
| 5.1 | TRABALHOS FUTUROS | 48 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 49 |

1 INTRODUÇÃO

O advento da internet, dos computadores pessoais e a recente popularização dos *smartphones* e *tablets*, fizeram com que estes dispositivos se tornassem essenciais no cotidiano das pessoas, seja na comunicação, no trabalho e até mesmo no lazer.

O atual crescimento do setor de eletrônicos, bem como do setor imobiliário, tem feito com que as residências englobem novas tecnologias com o objetivo de proporcionar e aumentar a segurança, o conforto, a economia de energia, além de facilitar os serviços de reparo e manutenção, aumentando sua vida útil e, ao mesmo tempo, valorizando o imóvel em transações imobiliárias (MATTAR, 2007). Surgiu, então, a domótica, junção da palavra latina “*domus*” com o termo “robótica”, que são as “casas inteligentes”, onde o usuário é capaz de ter controle de sua residência através de uma aplicação. Este controle permite minimizar os esforços dirigidos à realização de tarefas diárias que exigiriam tempo e esforço e que agora podem ser realizadas através de uma aplicação, proporcionando mais comodidade, interação e praticidade em seu dia a dia. (PINHEIRO, 2004).

Segundo Mariotoni e Andrade (2007), a domótica consiste na utilização paralela da eletrônica, da eletricidade, e das tecnologias que fornecem informações a respeito do ambiente residencial, permitindo ao usuário gerenciar algumas das variáveis que interferem diretamente no ambiente interno de sua residência, de forma local ou remota, o que proporciona mais segurança, maior conforto, maiores possibilidades de comunicação, além da gestão do consumo de energia. A utilização destas tecnologias constitui o processo de automação residencial, que é feito através do uso de uma aplicação capaz de gerar e enviar comandos que, por sua vez, são interpretados por um microcontrolador e que, aliado à capacidade dos equipamentos, irão viabilizar a comunicação entre o proprietário e sua residência, proporcionando uma maior interatividade e comodidade.

Atualmente, a maneira mais habitual de acionar qualquer dispositivo elétrico ou eletrônico presente nas residências é por meio do uso de interruptores ou de controles remotos. Ambos proporcionam ao proprietário uma interatividade mínima, exigindo a sua presença no local onde o dispositivo a ser controlado se encontra. De uma maneira geral, a maior parte das residências emprega somente este tipo de tecnologia, o que demanda esforços desnecessários, para realização de tarefas simples, como acender ou apagar uma lâmpada.

Os dispositivos móveis proporcionam mobilidade, portabilidade e conectividade que os demais dispositivos não dispõem. A expectativa é que o aumento do desenvolvimento

de aplicações para tais dispositivos aumente de forma significativa em poucos anos (DEPINÉ, 2002), então, por que não utilizar estes *gadgets* (dispositivos portáteis), associados à automação residencial, na busca de maneira inovadora de interação entre proprietários e suas respectivas residências?

De certa forma o mercado já dispõe de aplicações que oferecem ao usuário algumas maneiras de se utilizar os dispositivos móveis para a automação residencial, no entanto, a proposta do presente trabalho é desenvolver um aplicativo de automação residencial via *Wi-Fi*, controlada através de um dispositivo móvel *smartphone* ou *tablet*, que faz uso da plataforma Android e que ofereça, além do que já está disponível, meios de se agregar o controle de outros sistemas, permitindo mais que somente a automação residencial, mas a automação de qualquer ambiente, seja ele qual for.

Como objetivos específicos destacam-se a proposta do desenvolvimento de uma arquitetura para implementação física do projeto tendo como base o microcontrolador Arduino, e o protótipo de uma aplicação *mobile*, através da qual irá ocorrer a interação usuário-ambiente a ser automatizado. A apresentação dessa aplicação bem como do sistema de controle, ou hardware, será feito por meio de uma maquete, através da qual, serão simuladas as condições reais existentes em uma residência, a fim de permitir a sua avaliação por parte dos interessados.

Ainda como objetivos específicos:

- a) estudar e compreender o funcionamento de uma residência automatizada;
- b) demonstrar o emprego de novas tecnologias na automação residencial;
- c) desenvolver uma aplicação Android que enviará os comandos do usuário;
- d) implementar as ligações elétricas necessárias entre placa de automação, Arduino e protótipo da residência, viabilizando o funcionamento dos equipamentos e sensores;
- e) desenvolver um protótipo em miniatura de uma residência, que simulará uma “casa inteligente”;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é apresentada a revisão bibliográfica necessária à realização do presente trabalho. Seu foco principal é abordar um conjunto de conceitos que se acham relacionados à automação residencial ou domótica. Apresentam-se, também, as tecnologias utilizadas no desenvolvimento da automação residencial, bem como tratar de suas aplicações e dos métodos empregados. A seção 2.1 aborda a conceituação de domótica, as suas vantagens e o crescimento pelo qual essa área vem passando no mercado imobiliário atual. A seção 2.2 descreve a viabilidade da utilização do microcontrolador Arduino para automação residencial, mostra as principais características do modelo utilizado pelos autores na construção do protótipo de residência a ser utilizada para a demonstração. A seção 2.3 exemplifica alguns dos módulos de expansão para o Arduino. A seção 2.4 conceitua mobilidade e a seção 2.5 faz uma breve explanação a respeito do sistema Android. A seção 2.6 caracteriza as principais linguagens de programação utilizadas no projeto e a seção 2.7 faz uma breve conceituação sobre redes de computadores.

2.1 DOMÓTICA (AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL)

A automação residencial também é chamada de domótica, termo que resulta da junção da palavra latina “*domus*” (casa, domicílio) com a palavra “robótica” (PINHEIRO, 2004). Para Mariotoni (2007), a automação residencial consiste no uso simultâneo da eletrônica, eletricidade e dos sistemas de informação no ambiente domiciliar, permitindo realizar sua gestão, local ou remota, e ofertar uma série de aplicações nas áreas de segurança, conforto, comunicação e gestão de energia.

Muitos autores preferem o uso da palavra domótica, por ser este, o termo mais utilizado na Europa, onde é mais comum o uso da automação de residências. No Brasil é mais comum o uso da tradução literal do termo *home automation*, de denominação americana mais restrita, ou automação residencial (MURATORI; DAL BÓ, 2011; BOLZANI, 2004).

Sendo assim a domótica: “É a atuação de dispositivos nas funções elétrica, hidráulica e climatização, permitindo o uso customizado de aparelhos elétricos e garantindo economia de energia e água.” (BOLZANI, 2004). “Inclui o uso de equipamentos especializados

eles apontam-se: Automação Predial, Automação Residencial, Automação Industrial, Automação Comercial, entre outros.

A automação residencial é baseada na automação industrial, que é muito mais conhecida e difundida no contexto atual, devido a sua vasta aplicação. Existem inúmeras diferenças entre a domótica e a automação industrial, partindo desde o contexto histórico até a aplicação das mesmas. As automações de pequeno e médio porte possuem características comerciais e residenciais, já a de grande porte visa mais o setor industrial.

Nos Estados Unidos, no fim da década de 1970 surgiam os primeiros módulos inteligentes com comandos enviados pela rede elétrica. Tais módulos eram soluções simples e não integradas com funções como, por exemplo, ligar remotamente equipamentos ou acender e apagar luzes. Na década de 1980 algumas empresas começaram a elaborar os primeiros sistemas de automação. Devido à popularização e o despertar do setor de informática e telecomunicações, na década de 1990, as tecnologias para automação começaram a ser popularizadas. Estima-se que em 1996 já havia mais de quatro milhões de edifícios e residências automatizadas, destinadas a oferecer mais conforto, mais entretenimento e mais segurança a seus moradores (BOLZANI, 2004; MURATORI; DAL BÓ, 2001, PINHEIRO, 2004).

Existe hoje, no mercado, uma gama considerável de empresas que oferecem os serviços de automação residencial, permitindo aos proprietários escolher, dentre as diversas opções disponíveis e conforme suas necessidades, dispositivos que podem ser acionados e controlados remotamente por uma mesma interface, seja por meio de uma conexão com a internet, por meio de comandos de voz ou por meio de dispositivos móveis. (BOLZANI, 2004).

Atualmente, a domótica se segmenta em dois diferentes tipos de arquiteturas, a ABA (Arquitetura Baseada em Automação), também chamada de domótica estática, e a ABC (Automação Baseada em Comportamento), sendo esta segunda também conhecida como domótica inteligente (ENGETAL, 2002).

A domótica que faz uso da ABA (Arquitetura Baseada em Automação) é um processo de automação que faz uso de dispositivos, como sensores, leitores biométricos e controles, todos eles adaptados e configurados de acordo com as necessidades dos ocupantes da residência, sendo desnecessária a adaptação do sistema. Já a domótica baseada na arquitetura ABC (Automação Baseada em Comportamento), também chamada de “domótica inteligente”, é o processo de automação baseada em técnicas de Inteligência Artificial (MICHELL, 1997), no qual os dados obtidos pelos sensores da casa são analisados de modo a adaptar as regras de

automação do ambiente de acordo com o comportamento dos habitantes (TONIDANDEL; TAKIUCHI; MELO, 2004).

Segundo Bolzani (2004), quando devidamente aplicada, a domótica oferece inúmeras vantagens e benefícios para os usuários e seus utilizadores como:

Automatizando os sistemas, consegue-se um aproveitamento melhor da luminosidade ambiente, controlando luzes e persianas e mantendo sempre a temperatura ideal, mas sem desperdício, obtendo-se uma redução no consumo de energia. Um ambiente inteligente é aquele que otimiza certas funções inerentes à concepção e administração de uma residência. É como se ela tivesse vida própria, com cérebro e sentidos. (BOLZANI, 2004, p.60)

Dentre muitas vantagens obtidas por meio da aplicação da automação residencial, Prudente (2001) exalta: maior conforto, maior segurança, maior versatilidade e maior economia.

Além de todo o conforto que a automação residencial proporciona, vale ainda ressaltar que a aplicação desta tecnologia nas residências pode beneficiar pessoas com deficiências físicas e com dificuldades de locomoção. Existem inúmeros dispositivos disponíveis no mercado que facilitam a vida de pessoas com algum tipo de deficiência, como exemplo sistemas com sensor de presença, que pode acender as lâmpadas de uma casa para uma pessoa deficiente física ou, até mesmo, sensores ultrassônicos que calculam e dizem a distância que um determinado obstáculo se encontra de uma pessoa, podendo facilitar a vida de um deficiente visual, mas na maioria dos casos tais dispositivos são caros e delicados. Com a implantação de “residências inteligentes”, muitas alternativas surgiram e com maior custo benefício e preços flexíveis. Para estas pessoas o simples fato de poderem acender ou apagar as lâmpadas de uma residência sem se locomover, sair da cama ou cadeiras de rodas já faz muita diferença (BOLZANI, 2004). Em países com economias mais desenvolvidas, a aplicação das chamadas “casas inteligentes” é mais abrangente, devido à popularização de diversas tecnologias e à queda nos preços dos equipamentos utilizados para a sua implementação (MURATORI; DAL BÓ, 2011).

Ainda hoje a automação residencial é considerada um investimento de alto custo, principalmente por pessoas de classe média, onde é vista como artigo de luxo, diferente das de classes altas, onde vem sendo aceita e utilizada em residências e edifícios com altos padrões de luxo, que agrupam conforto, segurança e tecnologia (AUTRAN, 2012).

No Brasil, este cenário tende a mudar em um espaço de tempo muito curto, pois a competição existente no mercado imobiliário está cada vez mais implacável, e a utilização de tecnologias nas residências, pode fazer da automação, um diferencial para conquistar o consumidor que tenha necessidades específicas, voltadas para a segurança, acessibilidade, conforto, entretenimento, economia, gestão e trabalho em casa. Somando-se a isso, a automação tem como função importante, aproximar o mercado domiciliar brasileiro dos padrões internacionais (MURATORI; DAL BÓ, 2011).

O desenvolvimento desse trabalho prevê a implementação de um protótipo de automação residencial completo, controlado via *Wi-Fi* por um dispositivo móvel dotado de uma aplicação Android desenvolvida pelos autores, com a finalidade de gerar e enviar os comandos que permitirão a interação humana com todo o sistema. Para o ambiente residencial, desenvolveu-se um protótipo, em miniatura, de uma residência que possui diversos circuitos ligados a um *hardware* microcontrolador do tipo Arduino.

Para o desenvolvimento da aplicação Android, objetivo deste trabalho, que viabiliza a comunicação do dispositivo móvel com o microcontrolador e toda a codificação do Arduino, foram utilizadas as linguagens de programação Java e a linguagem de programação Arduino, baseada na linguagem Wiring, que aceita diversas funções da linguagem C e C++.

2.1.1 Vantagens da automação residencial

O conforto oferecido pelos avanços da tecnologia nas atividades rotineiras das pessoas faz com que elas mudem definitivamente seus hábitos. A Associação Brasileira de Automação Residencial afirma que: “Construir com algum diferencial é atualmente uma chave para o setor. Os mais jovens buscam novidades e os mais velhos, segurança, ambos encontrados nos sistemas de automação residencial” (AURESIDE, 2005, P.56).

A integração de novas tecnologias proporciona um maior número de oportunidades para as residências, expandindo o nível de vida de seus moradores, respondendo as suas deficiências de comunicação e segurança, comando e coordenação das instalações. Há, também, o controle do consumo de energia e água, contribuindo significativamente para proteção do meio ambiente.

Segundo (MURIATORI, 2011) o conceito de conforto está essencialmente relacionado às instalações AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado), embora

também possam ser incluídos todos os outros sistemas que contribuem para a comodidade e bem-estar dos utilizadores de um imóvel.

Para além dos sistemas AVAC, podem ser apresentadas outras funções clássicas, aplicáveis no domínio do conforto e segurança viabilizados pelos seguintes tópicos:

- a) Controle por infravermelho das várias automações presentes no imóvel;
- b) Automação da irrigação de jardins;
- c) Abertura e fechamento automático de portas;
- d) Acionamento automático de vários sistemas com base em dados recolhidos por sensores que monitoram todo o ambiente como, por exemplo, o recolhimento de toldos e o fechamento de persianas e janelas em caso de tempestade ou vento forte;
- e) Detecção de fugas de gás em várias divisões críticas de uma habitação (por exemplo, os quartos), abrindo válvulas de emergência para extrair o gás para o exterior;
- f) Alarmes de emergências médicas. Em caso de pessoas com necessidades especiais (como idosos e pessoas incapacitadas), em situação de risco, dispara um alarme no *smartphone* de um familiar;
- g) Detecção de intrusos com diversos sensores de presença no interior da habitação e sensores magnéticos de detecção de abertura de portas e janelas;
- h) Detecção de possíveis focos de incêndio no interior de uma habitação, atuando sobre os aspersores de emergência na divisão onde foi detectada a anomalia.

2.1.2 Automação residencial um negócio em expansão

Para Lipovestsky (2005, p.62), o mercado está em uma nova fase, apresentando novos aspectos, deixando de lado o luxo e focando na maximização do nível de vida, onde as pessoas procuram investir no que lhe proporciona prazer. “Vivemos numa sociedade de consumo alimentada pela autonomia do indivíduo. Ela valoriza o bem-estar, as necessidades individuais.” LIPOVESTSKY (2005, p.62).

No princípio, os planeamentos para construção das casas inteligentes possuíam como foco atender os luxos dos proprietários de renda mais elevada, ou aumentar o valor de mercado dos imóveis. Com o passar dos anos, esta tendência tem se modificado e passou-se a considerar a evolução dos elementos que se tornaram parte do dia a dia das pessoas de classe média como os microcomputadores, *smatphones*, *tablets* e a internet. Os itens da automação residencial diminuíram seu valor e possibilitaram aos profissionais da área de construção

(arquitetos, engenheiros civis, dentro outros) maiores possibilidades de desenvolver projetos mais adequados às exigências das famílias modernas.

Depois de o público conhecer uma residência automatizada, não haverá como retroceder, toda a cadeia de concepção da moradia, (a arquitetura a construção. Etc.) evoluirá e principalmente, o ocupante do imóvel. Assim deverão ser necessários vários profissionais que interagindo, permitirão o real desenvolvimento das técnicas da domótica. WERNECK (1999, p.132)

A busca de soluções que aumentem a segurança e o conforto segundo a Associação Brasileira de Automação Residencial (Aureside) tem sido o principal responsável pelo desenvolvimento dos projetos de residências automatizadas. Algumas construtoras estão percebendo essa tendência, e estão desenvolvendo projetos cujas instalações sejam adaptadas para receber futuros sistemas de automação.

Várias empresas e grupos vêm trabalhando no desenvolvimento de tecnologias, voltadas para sistemas de automação residencial. Em vários países desenvolvidos a domótica é um mercado consolidado, com diversas soluções disponíveis e apropriadas para satisfazer suas necessidades. O alto custo dos componentes ainda é o principal impedimento para o aumento da popularização da automação residencial. (SAHUN, 2003).

2.2 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL UTILIZANDO ARDUINO

Desde seu surgimento, a partir da década de 80, a automação residencial encontra-se em plena evolução tecnológica, abrangendo soluções cada vez mais modernas, sofisticadas e futuristas. Este fato tem possibilitado sua aplicação em qualquer residência. (SILVA; CARVALHO, 2012)

Segundo estimativa da Aureside (Associação Brasileira de Automação Residencial), os preços para se implantar a automação residencial em residências caíram pela metade nos últimos quatro anos. “A automação custava cerca de 5% do valor do imóvel e hoje, apenas 3%”, afirma o engenheiro José Roberto Muratori, fundador da Aureside. (LEAL, 2011)

Soluções para a implantação da automação residencial de baixo custo, para pequenas e médias residências, são alternativas buscadas para maior disseminação da domótica em classes média, sendo ela uma das grandes consumidoras de tecnologias, representando aproximadamente 54% da população brasileira (AUTTRAN, 2012).

Uma dessas alternativas de baixo custo e que será utilizada no presente trabalho é o Arduino, um microcontrolador programável que consegue gerenciar vários tipos de outros *hardwares* conectados a ele. Este microcontrolador receberá os comandos advindos do usuário, interpretá-los e proceder à execução de uma ação previamente programada. Por ser um dispositivo de baixo custo e de código fonte aberto, que permite ser alterado sem nenhuma restrição conforme as necessidades do usuário, o Arduino tem se tornado um dos principais componentes aplicados na automação residencial (PINHEIRO, 2004).

Tem-se utilizado o Arduino, com bastante frequência para a automação residencial devido a sua versatilidade e seu código fonte aberto que permite a adição e edição de comandos conforme as necessidades dos projetos e, principalmente, pela possibilidade de integração e expansão de módulos (LEAL, 2011).

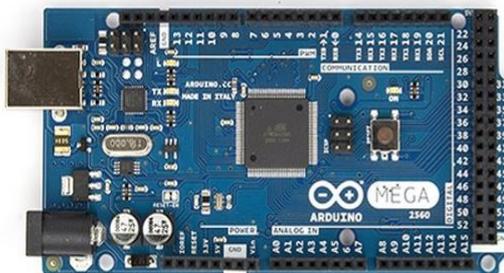
2.2.1 Arduino

Bastante difundido no mundo acadêmico, em virtude do seu baixo custo e da sua vasta aplicabilidade em projetos eletrônicos, o Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica baseada no conceito de *hardware* e *softwares* livres, sendo aplicado em projetos de automação, e podendo ser adaptado de acordo com as necessidades de quem o utiliza. (ARDUINO, 2013).

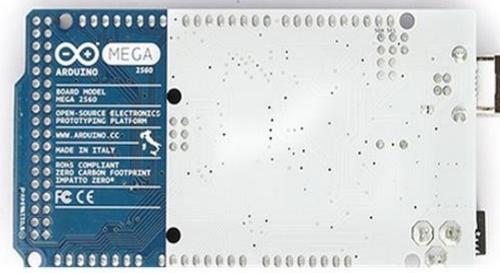
O Arduino é denominado como plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema capaz comunicar-se com seu ambiente por meio de *software* e *hardware*. (ARDUINO, 2013).

A Figura 2 demonstra a imagem de um microcontrolador Arduino Mega 2560 R3, o qual foi utilizado no projeto.

Figura 2 - Placa Arduino Mega



Arduino Mega 2560 R3 Front



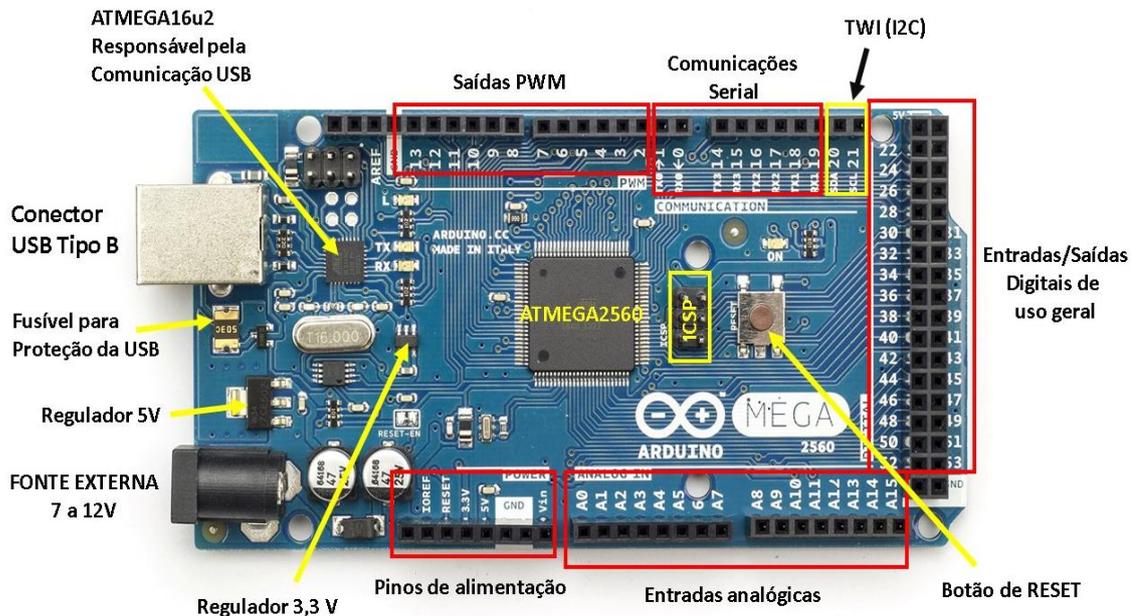
Arduino Mega2560 R3 Back

Fonte: (www.arduino.cc, 2015)

Ele é baseado em um microcontrolador programável que permite, além de uma grande variedade de aplicações, a sua reutilização bastando, para tanto, uma nova programação. Quanto à sua programação, esta é muito simplificada, uma vez que as diversas funções que o controlam apresentarem uma sintaxe similar à de linguagens de programação comumente utilizadas como, por exemplo, C e C++. Assim sendo, em um ambiente profissional, as características do Arduino fazem dele uma boa ferramenta de prototipação rápida e de projeto simplificado, podendo também ser utilizado em alguns projetos reais, que não sejam muito robustos e nem exijam muito processamento. (MCROBERTS, MICHAEL, 2011).

O microcontrolador permite a conexão de placas ou módulos de expansão, além de *shields* (escudos), que aumentam a sua funcionalidade. As placas podem ser construídas manualmente ou compradas prontas. Além disso, existem vários códigos pré-programados disponíveis para download de forma gratuita e que podem ser obtidos em sites de desenvolvedores. Todos os projetos de *hardware* estão disponíveis sob a licença de código livre (*open source*), e podem ser adaptados às necessidades de cada usuário (ARDUINO, 2013). A Figura 3 a seguir mostra a placa de um Arduino Mega 2560 R3, com seus componentes destacados, que pode ser adquirida em lojas de eletrônica, robótica ou similares.

Figura 3 - Componentes Arduino



Fonte: (www.embarcados.com.br, 2015)

O Arduino utiliza um microcontrolador da família ATMEGA, com acessos de Entrada/Saída (I/O), sobre a qual foi desenvolvida uma biblioteca de funções que simplifica a sua programação. Como já citado, a sintaxe dos códigos de programação é similar à das linguagens C e C++. Ele pode ser embarcado no interior de algum outro dispositivo a fim de controlar suas funções ou ações (Arduino, 2013).

O microcontrolador Arduino possui uma IDE (Plataforma de desenvolvimento) própria para a sua programação. Esta IDE é um *software open source* (código fonte aberto), o que significa que os códigos, esquemas e projetos podem ser utilizados e modificados por qualquer usuário. Os códigos são um conjunto de instruções editado e compilado pela IDE, que também faz o upload, isto é, envia o código pronto para o Arduino a fim de que ele os execute. As linhas de códigos da IDE do Arduino são conhecidas como sketches (ARDUINO, 2013).

Em síntese, o Arduino é um kit de desenvolvimento, que pode ser visto como uma unidade de processamento capaz de mensurar variáveis do ambiente externo, transformadas em um sinal elétrico correspondente, através de sensores ligados aos seus terminais de entrada. De posse da informação, ele pode processá-la computacionalmente (ARDUINO, 2013).

Este pequeno microcontrolador pode ser utilizado nos mais diversos tipos de projetos e finalidades. No princípio, era prevista sua utilização apenas para fins educacionais, acadêmicos e prototipação de pequenos projetos de automação, porém o interesse pela placa foi tanto que sua aplicação se expandiu, abrindo um abrangente mundo de possibilidades e uma gama imensa de projetos e aplicações. As possibilidades que o Arduino oferece são enormes e fazem com que ele possa ser usado como microcontrolador em soluções que envolvem automação (NETTO, 2013).

2.2.2 Aplicação

Desde 2007 os aplicativos se tornaram um grande sucesso e o motivo disse se deve ao rápido crescimento do uso dos *smartphones*, que oferecem aos usuários ferramentas cada dia mais personalizadas ao alcance de suas mãos (FABIANO PORTO, 2012).

Aplicativos mobile são *softwares* que desempenham objetivos específicos em *smartphones* e *tablets*. É possível acessá-los por meio das “lojas de aplicativos”, como a App Store, Android Market, App World dentre outras. (FABIANO PORTO, 2012).

Existem várias categorias de aplicativos mobile, dentre elas se destacam:

a) Serviços: Fornecem informações e conteúdo de modo simples, ágil e fácil como aplicativos para solicitar o resgate do seu carro a uma seguradora;

b) Informações: acesso a conteúdos atualizados em tempo real ou de utilidade permanente como telefones úteis;

c) Comunicação: será o tipo de aplicativo desenvolvido nesse trabalho, eles permitem conexão entre pessoas, ou a interação entre aparelhos;

d) Entretenimento: Com foco na diversão do usuário, um exemplo é a indústria de jogos e a que tem o maior faturamento entre todos os seguimentos do entretenimento.

Vantagens de utilizar um aplicativo mobile:

a) Facilidade de uso: os aplicativos possibilitam melhor experiência para uso de recursos e interface, otimizando a navegação e a agilidade das ações em comparação aos demais meios de comunicação web;

b) Menor custo de acesso: a interface é adaptada para o dispositivo, o tráfego de dados necessário para a navegação e muito menos se comparado a navegadores tradicionais;

c) Melhor uso dos recursos: os aplicativos possibilitam uma melhor experiência com os recursos que o aparelho possui, tais como GPS, câmera fotográfica, *bluetooth*, entre outros;

d) Acesso off-line: muitos aplicativos armazenam as informações, isso possibilita uma navegação mesmo sem estar conectado à internet.

Uma de suas maiores desvantagens está na necessidade de atualização, pois com o lançamento de novos modelos de *smartphones*, as aplicações precisam ser adaptadas e atualizadas a fim de manterem sua funcionalidade.

Outras desvantagens são as plataformas diferentes de aplicativos, onde determinado aplicativo pode não funcionar no aparelho devido à incompatibilidade de tais plataformas.

2.3 MÓDULOS DE EXPANSÃO

Um dos diferenciais que garantem a enorme versatilidade e popularidade do microcontrolador Arduino é a existência de módulos de expansão. A estrutura do Arduino permite a expansão do tamanho e complexidade das conexões e do código de acordo com a necessidade do projeto. A expansão pode se dar com periféricos conhecidos como *shields*

(escudos), que podem ser acoplados diretamente na placa ou interligados através de jumpers utilizando uma placa de ensaio conhecida como *protoboard*, que é uma placa com vários furos e conexões condutoras para montagem de circuitos elétricos, sem a necessidade de se utilizar solda.

Os módulos de expansão geralmente possuem interface simplificada e já possuem bibliotecas desenvolvidas para se comunicarem com o Arduino. Dessa forma, é possível manter o foco na solução desejada, sem exigir grandes esforços na elaboração e projeto de um circuito. (BOXALL, 2013).

Sendo assim é possível expandir a capacidade do microcontrolador deixando-o mais versátil e adequando-o às necessidades do projeto. São exemplos de módulos os displays de LCD, relês, placas de comunicação, sensores, etc., todos com o objetivo de ampliar as possibilidades de aplicação, tornando-a mais simples e rápida durante a fase de desenvolvimento de um projeto (SILVEIRA, 2013). Com eles conseguimos, por exemplo, fazer com que o Arduino se comunique com circuitos de rede Ethernet, a um celular Android, ou a outros tipos de dispositivos. (DIAS; PIZZOLATO, 2004).

O crescimento da comunidade Arduino tem proporcionado o aumento do número de módulos de expansão, assim como do número de bibliotecas pré-programadas disponíveis para download. Estes módulos de expansão podem ser comprados pré-montados, e *kits* ou, ainda, o próprio usuário pode desenvolver o seu, já que o projeto Arduino é licenciado por código fonte aberto (NETTO, 2013).

Sendo assim, a popularidade do Arduino vem se expandindo e despertando o interesse de um número cada vez maior de pessoas, tornando-o uma das plataformas de prototipagem e automação mais usadas no mundo, devido à sua praticidade e facilidade de uso (ARDUINO, 2013).

2.4 MOBILIDADE

Este trabalho utiliza diretamente dispositivos móveis, logo, é conveniente uma breve explanação a respeito do tema mobilidade.

Mobilidade pode ser definida como a capacidade de acessar dados a qualquer hora sem a necessidade de conexões via cabo. Para isso, é preciso contar com dispositivos móveis como notebooks, laptops, handhelds, entre outros, e uma conexão wireless eficiente, para o acesso aos sistemas remotos e a internet (INTEL, [2005]).

Mobilidade não é um termo moderno. O desejo de a humanidade comunicar-se a distância e sem a necessidade de fios é bem antigo. Essa inovação começou a entrar em prática em 1794 com a criação do telegrafo ótico. Em 1947 foi criado o conceito de comunicação móvel. (INTEL, [2005])

Com o passar dos anos, novos modelos de celulares *smartphones* foram lançados, cada vez com mais recursos e funcionalidades. Novas empresas também entraram no ramo, e foi em 2007 que o mercado realizou grandes lançamentos como o Iphone da Apple, que fez um grande sucesso, e a plataforma Android do Google, que por sua vez não chamou tanto a atenção. Alguns anos depois a plataforma Android se tornou um grande sucesso, conhecida e utilizada mundialmente, com milhares de aplicativos à disposição do usuário (KAWAMOTO, 2011).

A popularização dos dispositivos móveis tem proporcionado o acesso a essas tecnologias para milhares de pessoas e, como consequência, impulsionando a criação de novos aplicativos, ferramentas e novas tecnologias que tendem a facilitar nosso dia a dia.

2.5 ANDROID

Dispositivos móveis e computadores necessitam de um sistema operacional para funcionarem. Esse componente é indispensável no mundo da tecnologia da informação, de nada vale uma boa máquina sem um bom sistema operacional.

Um sistema operacional nada mais é do que uma camada de *software* colocada entre o *hardware* e as aplicações que o usuário executa (OLIVEIRA; CARISSIMI; TOSCANI, 2010). Ele é o responsável pela comunicação com o *hardware*, faz a ligação dos *softwares* do usuário com os periféricos, além da distribuição e controle dos recursos computacionais. Segundo Oliveira e Toscani (2010):

O sistema operacional é responsável pelo acesso aos periféricos; sempre que algum programa necessita de algum tipo de operação de entrada e saída, ele solicita ao sistema operacional. Dessa forma o programador não precisa conhecer os detalhes do *hardware*. Informações do tipo “como enviar um caractere para impressora” ficam escondidas dentro do sistema operacional. Ao mesmo tempo, como todos os acessos aos periféricos são feitos através do sistema operacional, ele pode controlar qual programa está acessando qual recurso. É possível, então, obter uma distribuição justa e eficiente dos recursos (OLIVEIRA; CARISSIMI; TOSCANI, 2010, p. 22-23).

O sistema procura tornar a utilização do computador mais eficiente e conveniente. Eles existem a mais de 50 anos e muitos sistemas já foram desenvolvidos, embora nem todos sejam muito conhecidos. Dentre os mais conhecidos destacam-se: Windows, o Linux e o Mac OS. (TANENBAUM, 2009).

O Android é um sistema operacional desenvolvido pela empresa Google. Sua primeira versão comercial foi lançada no ano de 2008, e, ao longo dos anos, foi aprimorado e passou a ser empregado em diversas funcionalidades.

Lecheta (2013) comenta que toda a segurança do Android é baseada na segurança do Linux, cada aplicação é executada em um processo separado, que possui uma *thread* dedicada e tem seu próprio usuário no sistema operacional, portanto nenhuma aplicação pode ter acesso aos diretórios e arquivos de outra.

A plataforma Android foi desenvolvida com base no sistema operacional Linux, com objetivo de permitir que os desenvolvedores criem aplicações móveis que aproveitem, ao máximo, os recursos dos aparelhos. É um projeto de código aberto, em constante evolução, que oferece um conjunto completo de *softwares* para dispositivos móveis (OHA, [20002]).

Constitui uma plataforma para tecnologia móvel completa, envolvendo um pacote com programas para celulares, já com um sistema operacional middleware, aplicativos e interface do usuário (PEREIRA; SILVA, 2009, p. 3). Por ele ser *open source*, isto é, ter seu código aberto, o mesmo tem atraído a atenção de muitos fabricantes de aparelhos telefônicos, uma vez que o mesmo pode ser modificado e adaptado conforme as suas necessidades (PEREIRA; SILVA, 2009).

Ganhou muito espaço com o surgimento dos *smartphones* e *tablets*. Diversas das grandes montadoras de dispositivos móveis optaram em lançar seus aparelhos com o sistema operacional Android, tornando-o sistema operacional móvel mais difundido e utilizado no mundo.

2.6 LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

Segundo Robert (2011), linguagem de programação é um conjunto de especificações semânticas bem como sintáticas que os programadores usam para a codificação de instruções de um programa ou algoritmo de programação.

2.6.1 Java

Java é uma linguagem de programação orientada a objetos, desenvolvida pela empresa Sun Microsystems, que foi adquirida pela Oracle Corporation e foi lançada em 1995.

A linguagem de programação Java é derivada da sintaxe das linguagens C e C++, quando um grupo de desenvolvedores da empresa Sun Microsystems, que era liderado por James Gosling e trabalhava no desenvolvimento de um projeto de TV interativa, não se sentindo satisfeito com os resultados da linguagem utilizada, teve a brilhante ideia de criar uma nova linguagem que atendesse aos seus requisitos e necessidades (CADENHEAD; LEMAY, 2005).

O Java é uma linguagem interpretada, orientada a objetos e bastante flexível por possibilitar a expansão através das bibliotecas, ou APIs (Interface de Programação de Aplicativos - conjunto de padrões de programação que permite a construção de aplicativos e a sua utilização de maneira não tão evidente para os usuários) o que a tornou popular justamente por rodar em múltiplas plataformas pelo fato de ter uma máquina virtual própria, por ser totalmente orientada a objetos, eficiente e também por ser uma linguagem segura (CESTA, 2009).

Programar em Java é bem simples, pois é programação de alto nível (uma linguagem mais próxima da linguagem humana). Isso quer dizer que o programador programa sem se preocupar com memória, processamento, ponteiros, lixo, entre outros fatores que seriam relevantes na programação de baixo nível (uma linguagem mais voltada para máquina, bits) onde os programadores teriam de se preocupar com processador, microcontrolador, etc. (CESTA, 2009).

O Java é capaz de fazer o gerenciamento automático de memória e possui um coletor de lixo, que facilita a vida dos programadores, mas em contrapartida consome muito processamento, o que pode fazer da plataforma uma linguagem um pouco lenta em códigos mais complexos.

O grande diferencial da linguagem Java é que os programas não são compilados diretamente na arquitetura dos computadores. Ao invés de serem executados diretamente nos computadores reais, os códigos são compilados na JVM (Java Virtual Machine - uma máquina virtual) e esta é presente nos mais diversos dispositivos, o que torna o Java referência quando o assunto é programação para dispositivos portáteis. (CESTA, 2009)

Segundo o site Redmonk, em janeiro de 2015, Java era uma das linguagens de programação mais usadas no mundo, principalmente pelas aplicações *Web*. O ranking era liderado pela linguagem JavaScript e, em segundo lugar, aparecia a linguagem Java.

Os motivos da escolha do uso da linguagem Java para o desenvolvimento deste trabalho se devem ao fato de ser uma linguagem flexível, intuitiva, possibilita o controle de

automação pelo usuário e é a linguagem nativa da plataforma Android, facilitando assim o acesso aos recursos do sistema.

2.6.2 Linguagem C

A linguagem de programação C foi criada nos laboratórios Bell por Dennis Ritchie por Ken Thompson em 1972 para operar junto ao sistema operacional Unix do computador PDP-11. (MARCIO SARRIGOLA PINHO [2005])

A linguagem C iniciou com a linguagem Algol 60, linguagem de alto nível, que permitia realizar os trabalhos longe da máquina, ou seja, permitia a programação a distância. Inicialmente não fez muito sucesso após a sua criação seu uso ficou restrito a alguns laboratórios.

C é uma linguagem de programação compilada de propósito geral, estruturada imperativa, procedural padronizada pela ISO. Atualmente a linguagem C é uma das mais populares e existem poucas arquiteturas para as quais não existem compiladores para ela. O C tem influenciado muitas outras linguagens de programação, mais notavelmente C++, que começou como uma extensão C. (MARCIO SARRIGOLA PINHO [2005]).

Abaixo algumas vantagens e desvantagens desta linguagem de programação.

Vantagens:

- a) É uma linguagem simples que permite trabalhar com funções matemáticas;
- b) Tipos de dados simples;
- c) Acessa diretamente memória;
- d) Declara e define facilmente as variáveis.

Desvantagens:

- a) Não permite o uso de classes e objetos;
- b) Os programas criados em C não são muito seguros, pois o código é restrito e sequencial;
- c) Inicialmente não foi desenvolvida com foco em redes.

2.7 REDES DE COMPUTADORES

Nos diversos projetos de automação, é necessário estabelecer a comunicação entre dispositivos móveis e os sistemas de controle. No caso deste trabalho, o sistema de controle

será baseado no Arduino, e todas as transferências de dados serão realizadas por meio de uma rede de computadores.

Uma rede de computadores é formada por um conjunto de módulos processadores capazes de trocar informações e compartilhar recursos, interligados por um sistema de comunicação (meios de transmissão e protocolos). (NASCIMENTO, 2011, p.4)

As redes são um instrumento de extrema necessidade, tanto em ambientes residenciais como empresariais, pois proporcionam inúmeras vantagens como o compartilhamento de recursos, impressoras, arquivos, dentre outros. (NASCIMENTO, 2011). As redes possuem diversas classificações, dentre as quais se encontra a das redes locais. Esse tipo de rede geralmente é privada e permitem a interconexão de dispositivos de uma pequena região. As redes locais ou Local Area Networks (LANs) como são conhecidas, podem ser cabeadas, sem fios ou mistas (NASCIMENTO, 2011). As LANs cabeadas na sua grande maioria utilizam o padrão imposto pelo Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), conhecido como IEEE 802.3 podendo atingir velocidades que vão de 100 megabits por segundo (Mbps) a 10 gigabit por segundo (Gbps). Outro padrão bastante popular e geralmente encontrado em notebooks e *smartphones* é o IEEE 802.11 conhecido como *Wi-Fi* ou *Wireless Local Area Network* (WLAN), que pode alcançar uma velocidade de até 300 Mbps (NASCIMENTO, 2011).

3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS

Com o passar dos anos, novos modelos de celulares *smartphones* foram lançados, cada vez com mais recursos e funcionalidades. Novas empresas também entraram no ramo, e foi em 2007 que o mercado realizou grandes lançamentos como o Iphone da Apple, que fez um grande sucesso, e a plataforma Android do Google, que por sua vez não chamou tanto a atenção. Alguns anos depois a plataforma Android se tornou um grande sucesso, conhecida e utilizada mundialmente, com milhares de aplicativos à disposição do usuário (KAWAMOTO, 2011).

A popularização dos dispositivos móveis tem proporcionado o acesso a essas tecnologias para milhares de pessoas e, como consequência, impulsionando a criação de novos aplicativos, ferramentas e novas tecnologias que tendem a facilitar nosso dia a dia.

Tendo como objetivo especificar e detalhar a construção do protótipo. O estudo é de caráter exploratório, fundamentado no levantamento bibliográfico tendo em vista a compreensão de todos os conceitos relacionados à área para se dar início à realização da parte prática do presente trabalho, tanto no tocante à programação, com o desenvolvimento de um aplicativo, quanto na parte de hardware, com a criação do protótipo de demonstração.

Quanto aos meios, construir a fundamentação teórica, baseada nas obras analisadas, representadas pelos livros e monografias relacionados na bibliografia deste trabalho, a orientação e o trabalho empregado no desenvolvimento da aplicação e de um modelo físico, que em conjunto, viabilizou o controle e automação propostos nesta obra.

A seção 3.1 mostra um esboço dos componentes de comunicação. Na seção 3.2 ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho.

3.1 COMPONENTES DE COMUNICAÇÃO

Para que fosse possível a realização do presente projeto onde uma aplicação Android envia comandos ao Arduino, foi preciso utilizar tecnologias de comunicação para que estes comandos cheguem ao Arduino e sejam interpretados.

Em 2006 Ricquebourg e diversos autores sugeriam que a comunicação deveria atender a dois requisitos: tornar possível a comunicação entre os mais diversos equipamentos e dispositivos, e interligar a casa ao mundo externo. Já 2003 Cook juntamente com outros autores adicionaram mais um requisito: a comunicação deveria permitir a conexão entre a casa e os seus usuários.

Sendo assim, foi possível desenvolver uma aplicação a qual envia e recebe instruções ao Arduino sendo possível haver a interação do usuário com a aplicação, a residência e o Arduino.

3.1.1 *Wi-Fi*

Segundo o site Tectudo, a tecnologia de internet sem fio, também conhecida como *wireless*, teve seu surgimento no fim da década de 1990, época em que os primeiros computadores com suporte a portabilidade começaram a ganhar espaço no mercado e conquistar um número significativo de consumidores.

Com o passar dos anos e o avanço da tecnologia este recurso se tornou extremamente popular. O *Wi-Fi* é um tipo de *wireless* desenvolvido para se criar redes locais de computadores, videogames e *smartphones*, usando roteador.

Segundo o site Techtudo o significado do termo *Wi-Fi* é:

Wi-Fi significa “Wireless Fidelity”, nome que foi dado em alusão à expressão “*Hi-Fi*” (High Fidelity), usada pela indústria fonográfica nos anos 50. O termo foi registrado pela *Wi-Fi Alliance*, mas se tornou muito popular e é dado a qualquer tecnologia WLAN (Wireless Local Area Network). (Techtudo, Como um *wi-fi* funciona, acesso em 22 de maio de 2015).

Neste projeto, o *Wi-Fi* será o meio de comunicação que irá permitir a comunicação entre o *smartphone* e o microcontrolador Arduino, por não utilizar cabos, possibilitará aos usuários controlar toda a aplicação de qualquer ponto, desde que esteja dentro dos limites de alcance da transmissão de radiofrequência.

3.1.2 **USB**

Faz-se necessário a utilização do USB, uma vez que, é por meio dela que se processa a conexão entre o microcontrolador Arduino e o computador, permitindo o envio dos códigos e a recepção de dados. É pela USB que o microcontrolador recebe tensão e corrente para sua alimentação e para a alimentação dos dispositivos externos a ele conectados.

A simplicidade de configuração e do manuseio constituem motivos que viabilizam esse tipo de conexão, além do fato de tratar-se de uma conexão confiável que utiliza protocolos

próprios, e possuir compatibilidade com a maioria dos sistemas operacionais, estando presente na grande maioria dos computadores atuais. (MONTEIRO, 2004)

USB (Universal Serial Bus) tem uma particular função de permitir a conexão de muitos periféricos simultaneamente (pode-se conectar até 127 dispositivos em um barramento USB) ao barramento e este, por uma única tomada, se conecta a placa-mãe. (MONTEIRO, 2004)

3.1.3 HTTP

Segundo Tanenbaum (2002), HTTP (HiperText Transfer Protocol), que em tradução livre, é Protocolo de Transferência de Hipertexto, é um protocolo de comunicação para troca ou transferência de hipertexto. Seu funcionamento é baseado em requisição-resposta no modelo computacional cliente-servidor.

Projetado para conceder intermediações de elementos de rede, com objetivo de melhorar ou habilitar as comunicações feitas entre clientes e servidores. Este protocolo é o responsável pelo tratamento de pedidos.

Neste projeto foi o protocolo utilizado para o envio e recebimento de comandos entre a aplicação android e o microcontrolador Arduino.

3.2 FERRAMENTAS UTILIZADAS

Sendo o objetivo especificar e detalhar as ferramentas utilizadas para a construção, desenvolvimento e codificação deste trabalho, foram destacadas as principais características e funcionalidades destas ferramentas a seguir.

3.2.1 Software Arduino Development Environment

Para viabilizar o desenvolvimento e o upload do código no micro controlador Arduino, fez-se necessário a utilização do *software* livre da plataforma. A plataforma já vem com várias bibliotecas específicas inseridas, mais há possibilidade de inserir ou criar novas bibliotecas. É necessário utilizar a linguagem *Wiring*. O Arduino IDE é capaz de reconhecer todas as estruturas da linguagem C e alguns recursos do C++, após o código desenvolvido e possível realizar o “upload” para a placa Arduino. (ROBERTS, 2014)

3.2.2 IDE Eclipse

O Eclipse é uma IDE (Integrated Development Environment – Ambiente Integrado de Desenvolvimento) que possui características e ferramentas que auxiliam o desenvolvedor na codificação e desenvolvimento de *softwares*, com o objetivo de agilizar este processo.

Esta IDE foi desenvolvida em Java e segue o modelo *open source* (código aberto) e permite o desenvolvimento de aplicações na linguagem de programação Java, sendo também possível o desenvolver nas linguagens C/C++, PHP, ColdFusion, Python, Scala e Android, mediante a instalação de plugins (módulos de extensão).

O Eclipse foi desenvolvido pela IBM, havendo um gasto de 40 milhões de dólares e posteriormente doado a comunidade de *software* livre. Hoje ele é o IDE mais utilizado no mundo para se desenvolver aplicações em Java.

3.2.3 Android Studio

Desenvolvido pela Google com o objetivo de estender a variabilidade de aplicativos de seu sistema operacional, tendo em vista a chegada de dispositivos como *smartwatch* e carros inteligentes. É um ambiente próprio para desenvolvimento atualizado e cheio de ferramentas. Foi lançado em 16 de maio de 2013, é uma plataforma livre e disponível gratuitamente sob a licença do apache 2.0. (LACHETA, [2010])

Sua interface é bem simples, permite adapta-la com atalhos do teclado, o sistema basicamente utiliza a estrutura de projetos *gradle* que é uma *build* e por este motivo muito arquivos são gerados automaticamente. (LACHETA, [2010])

Sua maior desvantagem é não possibilitar a abertura de projetos simultâneos na mesma janela. (LACHETA, [2010])

Dentre as vantagens cita-se a integração com Mercurial, *Git* e *Subversion*, também fornece integração visual para realizar operações rotineiras como *Commits*, *pushs*, *diffs*, entre outras, além de permitir a pré-visualização do layout em telas de diferentes tamanhos de forma simultânea, possui opções de idiomas, versões do Android, desde a primeira até as versões mais recentes do Android.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

O presente capítulo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento e análise do projeto a fim de se alcançar os objetivos propostos. Será apresentado o aplicativo desenvolvido juntamente com o protótipo de uma “casa inteligente”, onde serão demonstrados por meio de explicações, imagens, capturas de telas do sistema desenvolvido, toda a parte de modelagem e criação do mesmo.

4.1 MODALEM DO SISTEMA

A automação residencial em maquete visa demonstrar o meio em que será realizado todo o controle dos dispositivos presentes em uma residência. Este controle se estende a todos os dispositivos elétricos e eletrônicos e, o modelo comandará desde a iluminação, seja manual ou por meio de sensores, até o acionamento de um portão, a tomada de informações relativas à temperatura e a umidade ambiente, além das detecções de chuva, tudo por meio de sensores apropriados. Por fim, o controle de dispositivos de segurança, onde um *laser* servirá para ativar o sistema de alarmes emitindo sinais sonoros.

O presente projeto é composto por dois aplicativos que foram desenvolvidos em diferentes linguagens de programação, para que se pudessem alcançar os objetivos propostos. O aplicativo servidor que foi desenvolvido na linguagem Java, SQL, XML e XHTML e o aplicativo cliente o qual foi desenvolvido em Java, XML e a linguagem Arduino.

Antes de se dar início ao desenvolvimento do presente trabalho foi necessário realizar o levantamento detalhado e a análise dos seus requisitos, visto que, sem os mesmos, ficaria inviabilizada a criação de um sistema além do modelo entidade-relacionamento (MER) para representar o banco de dados sob o qual o sistema é executado.

A aplicação deverá ser executada em um *smartphone* com sistema operacional Android com versão igual ou superior a 2.3. É importante ressaltar que a aplicação se adapta a qualquer tamanho de tela, isto é possível graças a um recurso da programação que permite a aplicação se adequar a qualquer tamanho de tela sem sofrer deformações em sua interface.

Na sequência será detalhado cada um destes processos.

4.1.1 Requisitos Funcionais

Abaixo são abordados os requisitos funcionais da aplicação, isto é, todas as suas funcionalidades primordiais para garantir o desempenho de todas as suas funções. Por uma questão de comodidade, no trecho a seguir, o termo requisito funcional será apresentado de forma abreviada, utilizando-se apenas as iniciais, isto é, RF.

a) **RF 01 – Escolher do sistema:** O usuário poderá escolher qual sistema (dentro os cadastrados na aplicação) deseja abrir;

b) **RF 02 – Escolher ambiente:** o usuário irá escolher qual dos ambientes salvos na aplicação ele deseja controlar.

c) **RF 03 - Tela de principal:** O sistema deverá abrir uma tela principal que irá dividir a automação por setores: iluminação, sensores, portão. Quando pressionado o botão de uma categoria o usuário irá ser direcionado para uma tela correspondente a invocada, ao concluir a operação, o usuário será direcionado novamente para essa tela principal.

d) **RF 04 - Controle de iluminação:** O usuário terá controle sobre a iluminação através de uma grid que mapeará toda área da casa, com isso ele poderá escolher qual lâmpada de uma determinada área ele poderá acender ou apagar.

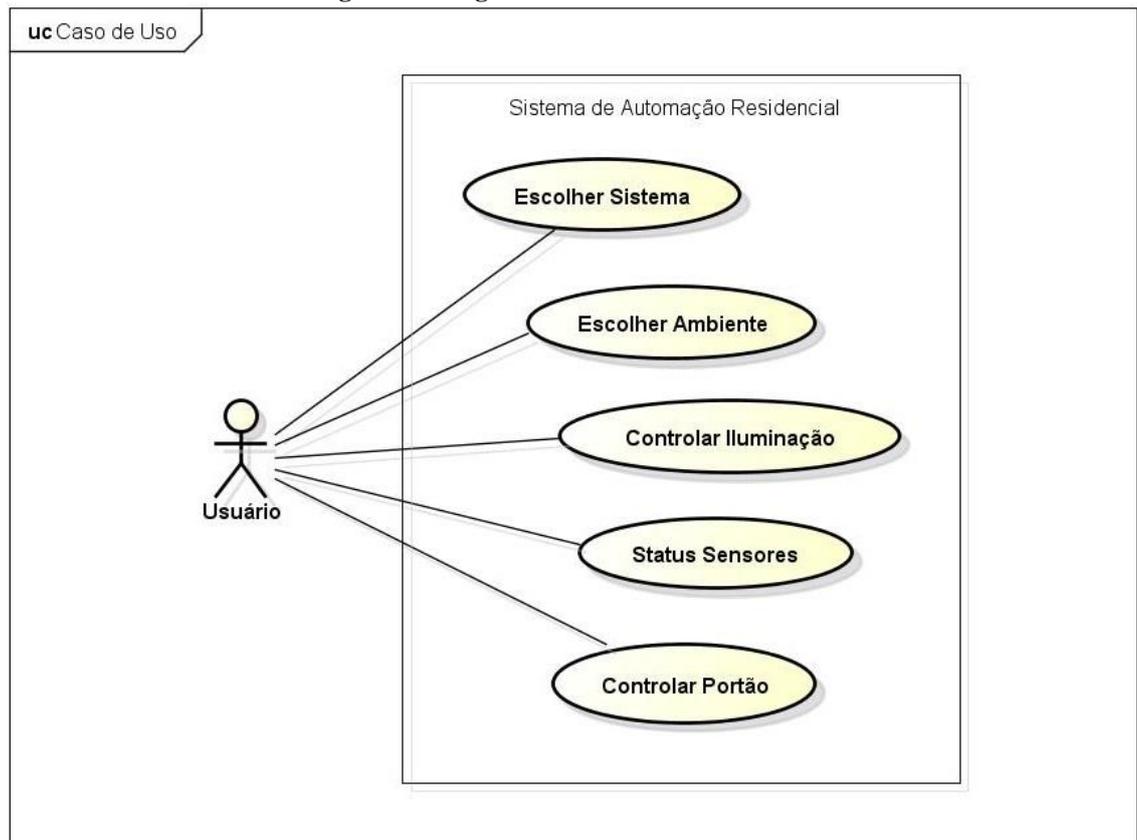
e) **RF 05 – Visualização dos sensores:** Depois de direcionado para a respectiva tela o usuário poderá visualizar o status dos sensores.

f) **RF 06 - Controle do portão:** Depois de direcionado o usuário poderá abrir ou fechar o protótipo de um portão eletrônico.

4.1.2 Caso de Uso

Para um melhor entendimento e compreensão do sistema desenvolvido, foi elaborado um diagrama de diagrama de caso de uso. Abaixo o mesmo é representado pela Figura 4:

Figura 4 - Diagrama de Caso de uso



Fonte: Os autores

4.2 CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

Foi de suma importância a construção de um protótipo de uma “casa inteligente” representada por uma maquete, que simula uma residência automatizada. Todos os componentes utilizados para a construção da mesma foram adquiridos em lojas de eletrônicos, sendo utilizada uma vasta gama de componentes das mais diversas marcas. O foco do protótipo além de simular uma residência, visa demonstrar o comportamento de uma residência automatizada onde é possível controlar a iluminação (simulada por leds), um sensor de umidade

e temperatura, um sensor de chuva, um sistema de alarme simulado por um *laser* e um fotoresistor e o protótipo de um portão eletrônico.

Este protótipo foi construído com maquete feita em *Medium Density Fiberboard* (MDF), produzida pelos autores do presente trabalho. Abaixo na Figura 5 é possível visualizar o projeto da mesma.

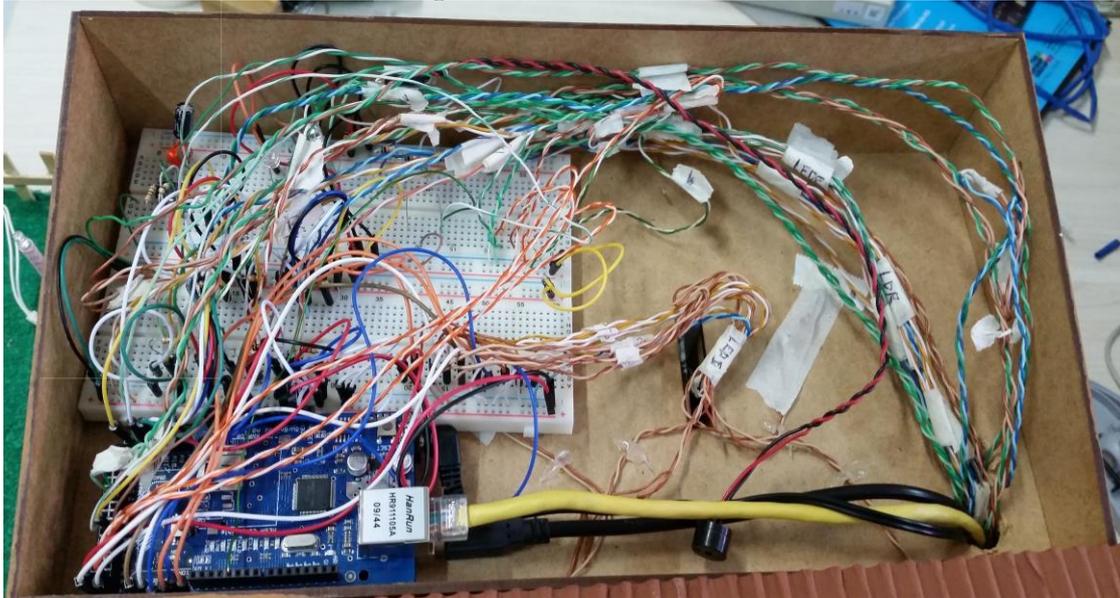
Figura 5 – Protótipo de uma residência automatizada



Fonte: (Os autores)

Finalizada a etapa de fabricação e montagem da maquete, a mesma foi personalizada e fixada sobre uma base, a qual permitiu dar sequência ao trabalho sendo desenvolvido um jardim.

Após toda a maquete já montada e devidamente fixada, deu-se início a montagem da estrutura elétrica do sistema. Foi montado um painel de controle com todas as instalações elétricas, que se localiza no sótão do protótipo. Abaixo na Figura 6 é demonstrado o circuito elétrico que foi adicionado ao protótipo da “casa inteligente” e fixado no sótão.

Figura 6 - Circuito Elétrico

Fonte: Os autores

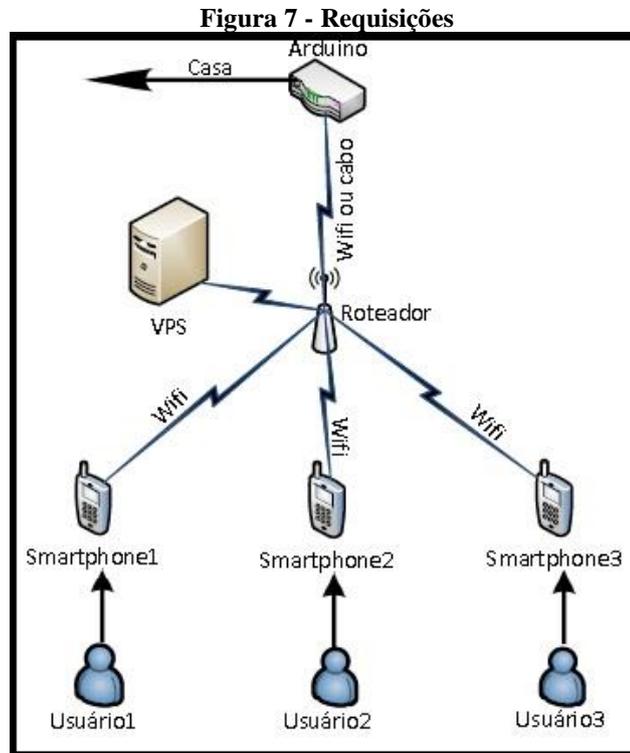
A conexão entre a o microcontrolador Arduino e suas *shields* se dá através de encaixe no próprio Arduino, como descrito em sua documentação. Já os demais componentes se encontram conectado as uma *protoboard*, que é uma placa de ensaio, a qual permite fazer ligações elétricas sem o uso de solda.

Por se tratar de um protótipo para demonstração, a alimentação elétrica de todos os circuitos, bem como dos *leds* utilizados, é feita por uma tensão mais baixa do que aquele presentes em uma residência real que utiliza uma tensão de 110 ou 220 volts.

4.3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

O sistema desenvolvido para fazer o controle da residência automatizada consiste basicamente em um aplicativo Android desenvolvido na linguagem Java, o mesmo se comunica com o microcontrolador Arduino através do *Wi-Fi* ou da ethernet por intermédio de um roteador. Foi desenvolvida uma aplicação Java que funciona como um servidor, sendo a mesma alocada em uma *Virtual Private Server (VPS)*, que é um serviço de hospedagem que fornece um grande índice de tráfego e processamento. O mesmo fica constantemente aguardando conexões, assim que uma conexão for estabelecida e um comando enviado, o mesmo interpreta e repassa para o Arduino que por sua vez aciona o sensor ou componente desejado pelo usuário,

o sucesso ou erro no comando é informado ao usuário do sistema que requisitou determinado processo. A Figura 7 ilustra uma demonstração de como e feito esta requisição e resposta.



Fonte: Os autores

4.3.1 Aplicativo Servidor

Como mencionado anteriormente este aplicativo foi desenvolvido em Java, XML, XHTML, SQL, na aplicação foi utilizado o Hibernate, recurso que permiti utilizar qualquer banco de dados, mas o presente projeto utiliza o banco de dados MySQL. Para a criação do banco de dados e o MER foi utilizada a ferramenta MySQLWorkbench, uma ferreamente gratuita para criação e modelagem de dados.

4.3.2 Aplicativo Cliente

O aplicativo cliente foi desenvolvido na plataforma Android utilizando o *Android Developer Tools* (ADT), que é um pacote de ferramentas integradas à IDE de desenvolvimento Eclipse, e foi utilizado o Apache Maven, para construir e gerenciar o projeto além de possuir módulos e componentes externos, ordem de compilação, diretórios e *plugins*, permitindo fazer

um melhor gerenciamento do código, além da linguagem Arduino que permitiu programar o microcontrolador e seus componentes.

O aplicativo desenvolvido é compatível com a versão do Android igual ou superior a 2.3, e pode ser executado em qualquer dispositivo que faz uso deste sistema.

4.3.3 Funcionamento do Sistema

Para que todo o sistema funcione de forma correta, foi necessária integração entre as diferentes linguagens de programação utilizadas durante o desenvolvimento e também a integração entre aplicativo servidor e *hardware*.

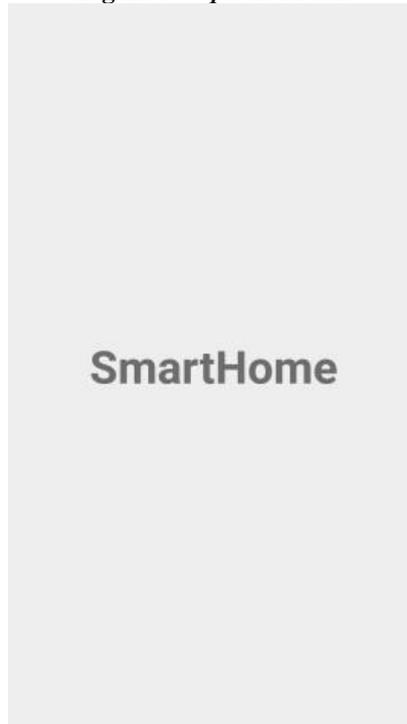
O aplicativo servidor desenvolvido funciona como um socket, que é um recurso implementado em Java que quando um cliente se conecta a uma porta padrão do servidor e ela está ocupada, o algoritmo redireciona o ocupante da porta padrão a uma nova porta, liberando assim a porta padrão para receber novas requisições, e foi utilizado o servidor web Apache Tomcat, ele fica constantemente “ouvindo” uma porta pré-configurada, assim que uma conexão for estabelecida uma *thread* que é um subsistema que se autodivide em uma ou mais tarefas é levantada, permitindo que novas conexões possam ser aceitas e múltiplos usuários se conectem e manipulem o sistema.

Todas as mensagens, instruções e comandos enviados da aplicação Android ao servidor são por requisições HTTP, após o servidor receber esta requisição e interpretar, envia uma resposta ao aplicativo via Json, e por fim o Arduino se comunica com o servidor através de requisições HTTP, que quando interpretado responde ao Arduino através de texto.

Assim é realiza a comunicação entre as diferentes linguagens, onde uma instrução é enviada e aguarda-se quando necessário que o servidor envie uma resposta.

A fim de se conectar ao servidor e a aplicação SmartHome, o sistema conta com uma interface inicial onde é carregada uma *splash screen* com o nome do projeto como pode ser observado na Figura 8 abaixo.

Figura 8 - Splash screen



Fonte: Os autores

Após o carregamento desta logo, o usuário é direcionado a uma nova interface, onde deverá informar um *login* e senha, e clicar no botão Entrar. A interface inicial é demonstrada na Figura 9 abaixo.

Figura 9 - Tela de Login

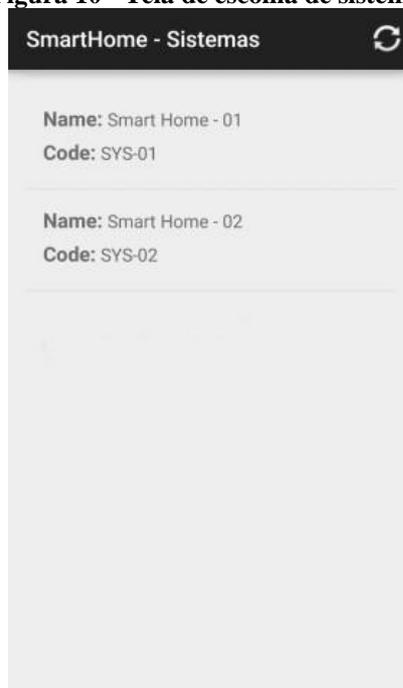
A vertical rectangular login screen. At the top is a black header bar with the text "SmartHome" in white. Below the header, the word "LOGIN" is centered in a bold, dark gray font. Underneath "LOGIN" are two input fields: the first is labeled "Email" and the second is labeled "Senha". Both labels are in a light gray font. Below the input fields is a gray button with the text "ENTRAR" in a dark gray font.

Fonte: Os autores

Pelo fato do sistema não contar com um registro de *log* por usuário, não é possível fazer cadastro de novos usuários através da aplicação, a inserção de um novo usuário só é possível via programação, sendo inserido diretamente no banco de dados.

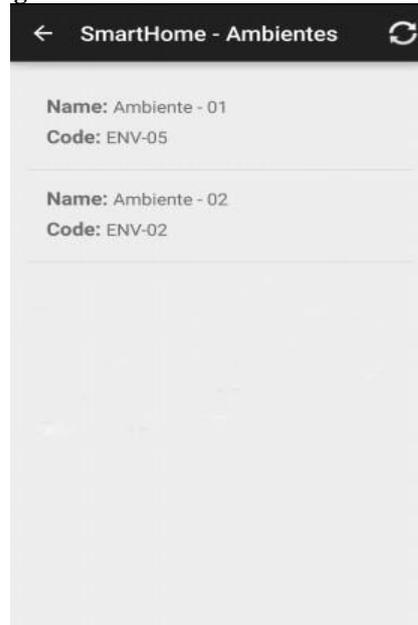
Após o usuário efetuar *login* na aplicação ele é direcionado à interface de escolha de sistemas, onde ele poderá escolher qual sistema (dentre os cadastrados) deseja que a aplicação controle, ou seja, a aplicação pode controlar diversos sistemas, desde que esteja devidamente configurado. A Figura 10 demonstra esta interface.

Figura 10 - Tela de escolha de sistemas



Fonte: Os autores do projeto

Após o usuário escolher qual sistema deseja controlar com a aplicação, será levado a uma interface de escolha de ambientes. Por se tratar de um aplicativo versátil, o mesmo permite que os usuários controlem mais de um ambiente na mesma aplicação. Este cenário pode ser observado na Figura 11, onde é possível ver esta tela de seleção.

Figura 11 - Tela de escolha de ambientes

Fonte: Os autores

Na figura 12 pode ser observar a tela principal do aplicativo, onde se encontram três botões, através dos quais, o usuário pode realizar o controle de iluminação, ver status dos sensores e controlar o portão eletrônico. Nesta tela é possível enviar comandos ao microcontrolador para que sejam interpretados e alterem o cenário da residência, representada pelo protótipo desenvolvido em miniatura.

Figura 12 - Tela principal

Fonte: Os autores

Na Figura 12 acima, o usuário tem três botões de controle do sistema. Caso escolha clicar no botão Iluminação será levado a uma tela como demonstra a Figura 13, onde pode controlar toda a iluminação interna ou externa da residência em miniatura.



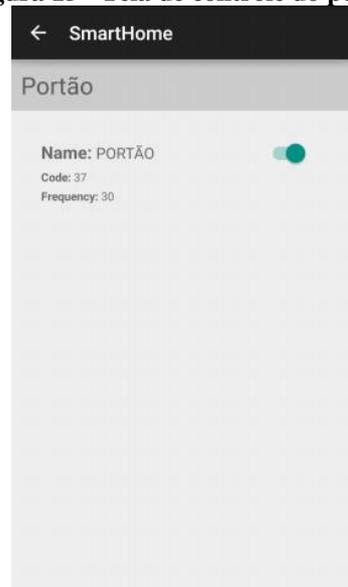
Fonte: Os autores

Caso opte por escolher a função Sensores, será levado a uma tela como demonstra a Figura 14, onde pode ser visto o status dos sensores que compõem o sistema de automação. Esta tela retorna o status atual dos sensores em tempo real e são atualizados constantemente, para manter o usuário sempre informado.

Figura 14- Tela de visualização dos sensores

Fonte: Os autores

Existe ainda uma terceira função no menu principal, o botão Portão, pode-se observar na Figura 15, leva o usuário a uma tela de controle de um protótipo de um portão eletrônico, podendo abrir ou fechar este portão.

Figura 15 - Tela de controle do portão

Fonte: Os autores

O projeto conta ainda com um sistema de segurança com alarme, que após um *laser* interrompido, o sistema dispara um *buzzer*, que emite sinais sonoros até que o sistema seja normalizado.

Todo o aplicativo foi hospedado em uma *Virtual Private Server* (VPS), onde todo o processamento e requisições são efetuadas, tornando o aplicativo mais “leve”, versátil e com maior performance, já que todo o processamento é feito na VPS.

5 CONCLUSÃO

Os avanços tecnológicos oferecidos neste século bem como todas as informações explanadas durante a realização deste trabalho de conclusão de curso foram determinantes para o seu desenvolvimento. Durante o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de curso, foram levantadas todas informações necessárias para que fosse viável a construção tanto da aplicação, como a montagem e instalação do hardware.

O decorrer da pesquisa mostrou a necessidade, e as vantagens que o sistema de automação residencial pode ofertar para as residências, principalmente para idosos, e pessoas portadoras de necessidades especiais. O cenário possibilita constatar a automação como um agregado de instrumentos que proporcionam um maior bem-estar, conforto e economia para os indivíduos, oportuniza o aumento de interações entre os residentes e sua residência, sejam eles idosos, crianças ou deficientes.

A concepção de um sistema de automação residencial, e as oportunidades oferecidas pela tecnologia de utilizar um *smartphone* para controlar todo o ambiente automatizado, proposto neste Trabalho de Conclusão de Curso, foi realizado através de uma estrutura apropriada de incorporação entre os códigos criados.

A dificuldade de maior relevância foi a integração entre os códigos, pois se tratava de uma atividade inédita para os autores. Os códigos tiveram que possuir os mesmos parâmetros para que pudessem realizar a necessária troca de informações. Embora as linguagens utilizadas, em sua maioria, sejam baseadas em C, C++ e Java, a troca de informações ocorre por meio de bibliotecas específicas, tendo em vista, que os autores tiveram de superar a falta de conhecimento das mesmas.

O principal objetivo desse trabalho era o desenvolvimento de uma aplicação Android capaz de controlar remotamente luzes, sensores e motor de um portão. Depois de alcançar esses objetivos, novos recursos foram explorados e integrados a aplicação como a integração de vários sistemas de automação dentro da mesma aplicação, o controle da automação de qualquer lugar, viabilizado através de uma VPS.

O grande diferencial deste trabalho foi o emprego de um recurso na aplicação que permite a mesma controlar vários ambientes automatizados, recurso que até então não foi encontrado em nenhuma aplicação dessa área de pesquisa, mas que é de grande serventia tendo em vista que o cliente poderá ter o controle de sua casa, de seu escritório e de quanto mais outros ambientes ele quiser dentro da mesma aplicação.

A utilização e integração dessas tecnologias ainda é pouco explorada no mercado de Automação Residencial. Esta pesquisa mostrou que é possível tornar mais popular o uso desses sistemas com um preço acessível, os resultados mostram uma boa relação custo x benefício.

5.1 TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão de trabalhos futuros, as funcionalidades da aplicação desenvolvida podem ser ampliadas. No controle do alarme zonas podem ser criadas, onde grupos de cômodos poderão ser controlados juntos ou separadamente, tornando possível a ativação do alarme apenas em determinadas áreas da residência, podendo também ser implementada uma função onde se possa gerenciar os horários que o alarme permanecerá ativado.

Poderá utilizar os sensores de umidade e temperatura para desenvolver um sistema automatizado de climatização, onde dependendo das condições pré-estabelecidas na aplicação ela controlasse o acionamento e encerramento dos ares condicionados e dos humidificadores do ar.

O sensor de chuva poderia ser interligado a um sistema de irrigação para que o mesmo suspendesse as atividades do sistema de irrigação quando estivesse chovendo, gerando assim uma economia significativa de água.

A aplicação poderia passar também a ser controlada através de uma página web aumentando ainda mais a interação com os usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arduino by my self.** Disponível em: <<http://arduinobymyself.blogspot.com.br>>. Acesso em: 20 mai. 2015.
- ARDUINO Mega 2560.** Arduino. [S.l.]. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>>. Acesso em: 28 abr. 2012.
- ARDUINO. Arduino.** Disponível em: <<http://www.Arduino.cc>> Acesso em: 03 mar. 2015.
- AUTRAN, M. P. **Classe média tem renda per capita de R\$ 291 a R\$ 1.019, diz governo.** Folha.com. São Paulo. 29/05/2012. Disponível em <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2012/05/1097561-classe-media-tem-renda-per-capita-de-r-291-a-r-1019-diz-governo.shtml>>. Acesso em 12 nov. 2015.
- Associação Brasileira De Automação Residencial. **Tudo sob Controle.** Revista Lumière, jun. 2004. Disponível em: <<http://www.aureside.org.br>>. Acesso em 12 abr. 2015
- BOLZANI, C.; **Desmistificando a Domótica.** AURESIDE. 2007. Artigo disponível em: <http://www.aureside.org.br/artigos/default.asp?file=01.asp&id=74>. Acesso em: 20 mai. 2015.
- BOLZANI, Caio Augustus Morais. **Residências Inteligentes: Domótica, Redes Domésticas, Automação Residencial.** 1 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004.
- BRASIL ESCOLA.** Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/fisica.htm>>. Acesso em: 20 mai. 2015.
- CESTA, André Augusto. Tutorial: **A Linguagem de Programação Java e Orientação a Objetos.** 2009. Disponível em: <<http://www.ic.unicamp.br/~cmrubira/JAVATUT14PDF.pdf>>. Acesso em 04 mai. 2015.
- Como um wi-fi funciona entenda tecnologia.** Techtudo, [S.I.], 21 fev. 2015. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2015/02/como-um-wi-fi-funciona-entenda-tecnologia.html>>. Acesso em: 15 mar. 2015.
- COOK, d.ET AL. **Mavhome: An agente-based smart home. Pervasive Computing and Communications,** 2003. (PerCom 2003). Proceedings of the First IEEE International Conference on, 2003.
- DEPINÉ, Fábio M. **Protótipo de Software para dispositivos móveis utilizando Java ME para cálculo de regularidade em rally.** 2002. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.
- DIAS, César Luiz A., PIZZOLATO, Nélio Domingues: **Domótica, Aplicabilidade e sistemas de automação residencial,** 2004. Disponível em: <<http://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/viewFile/1809-2667.20040015/86>>. Acesso em 31 mar. 2015
- FILIPEFLOP.** Disponível em: <<http://www.filipeflop.com/>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

INTEL, Next Generation Center. **Mobilidade**. [2005]. Disponível em: <<http://www.nextgenerationcenter.com/detalle-curso/Mobilidade.aspx>>. Acesso em: 07 abr. 2015.

KAWAMOTO, Vinícius Ramos. **Desenvolvimento de aplicações para Android utilizando o framework Adobe Flex**. Medianeira, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em análise e desenvolvimento de sistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/533/1/MD_COADS_2011_2_08.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2015.

LEAL, R. **Viva na casa do futuro hoje**. Info Notícias. Publicado em: 17 jan. 2011. Disponível em: <<http://info.abril.com.br/noticias/tecnologia-pessoal/viva-na-casa-dofuturo-hoje-17012011-2.shl>> Acesso em: 29 mar. 2015.

LECHETA, Ricardo R. Google Android: **Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**. 3. ed. São Paulo: Novatec, 2013.

LIPOVESTSKY, Gilles. **O luxo muda de Cara**. Época, Rio de Janeiro:Globo, n. 380, ago. 2005.

McRoberts, Michael: **Arduino Básico**. 1 ed. São Paulo: Editora Novatec Editora LTDA, 2011. Disponível em: <<http://www.fema.com.br/arduino/wp-content/uploads/2014/08/arduino.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2015.

MEYER, Gordon. Smarth Home Hacks: **Tips & Tools for Automating Your House**. Sebastopol: O'Reilly Média, 2004.

MURATORI, J. R.; **Instalações Elétricas com novas abordagens**. 2008. Artigo disponível em http://www.institutodofuturo.com.br/setor_eletrico_set08.htm. Acesso em: 05 mar. 2015.

MURATORI, J.R. **As tendências do mercado de Automação Residencial**. São Paulo, Congresso Habitar - Congresso de Automação Residencial e Tecnologias para Habitação. 2005.

MURATORI, José Roberto, AURESIDE, **Integração de Sistemas Residenciais**, Congresso BICSI 2001, São Paulo, 2001.

MURATORI, José Roberto; BÓ, Paulo Henrique Dal. **Automação Residencial: Histórico, definições e conceitos**. 2011. Disponível em: <http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/32590/mod_resource/content/1/apre_aut_predial_cases.pdf>. Acesso em 01 de abr. 2015.

MURATORI, José Roberto; FORTI, José Cândido; OMAI, Paulo. **Associação Brasileira de Automação Residencial: Home Cabling Training Manual**. 2004.

NASCIMENTO, Edmar José do. **Introdução às Redes de Computadores**. [2011].

Disponível em:

<http://www.univasf.edu.br/~edmar.nascimento/redes/redes_20112_aula02.pdf>. Acesso em: 13 abr.2015.

NETTO, Daniel. **O uso do Raspberry Pi pelos profissionais de eletrônica**. Saber eletrônica: Industrial, São Paulo, ano 48, n. 468, p.12-17, mar. /abr. 2013. Bimestral. Disponível em:

<http://www.revistapcecia.com.br/download/SE468_webS2.pdf>. Acesso em: 14 set. 2015.

OHA. **Android Overview**. [2000]. Disponível em:

<http://www.openhandsetalliance.com/android_overview.html>. Acesso em: 13 abr.2015.

OLIVEIRA, A. M.; **Automação Residencial**. Monografia apresentada ao Departamento de Ciências da Administração e Tecnologia, do Centro Universitário de Araraquara. 2005.

OLIVEIRA, Rômulo Silva de; CARISSIMI, Alexandre da Silva; TOSCANI, Simão Sirineo. **Sistemas Operacionais**. 4ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 11 v. (Série Livros Didáticos Informática UFRGS).

PEREIRA, Lúcio Camilo Oliveira; SILVA, Michel Lourenço da. **Android para Desenvolvedores**. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

PEREIRA, Ricardo; BENTO, Rui Pereira; FERREIRA, João Pimentel. **Domótica e Edifícios Inteligentes num Contexto de Propriedade Industrial**. 2011. DPMU –DMP.

PINHEIRO, José Maurício Santos:**Falando de Automação Predial**. 2004. Disponível em:<http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_falando_de_automacao_predial.php> Acesso em 22 mar. 2015.

PRUDENTE, Francesco. **Automação Predial e Residencial: Uma Introdução**. Rio de Janeiro: Ltc, 2011.

Revista O setor Elétrico, Edição 62 de março de 2011. Disponível

em:<http://www.osetoareletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed62_fasc_automacao_cap1.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2015.

RICQUEBOURG, V. et al. **The smart home concept: Our immediate future**. E-Learning in Industrial Electronics, 2006 1ST IEEE International Conference on, p. 23-28, 2006.

SEBESTA, Robert W. **Conceitos de Linguagens de Programação**. 9ª. ed. Bookman, 2011.

SAHÚN, José. **Utilization of Gases for Domestic, Commercial and Transportation**. World Gas Conference, 22, 2003, Tokyo: Japan GasAssociation, 1 CD-ROM.

SILVA, Ivan Ferreira Vieira; CARVALHO, Sérgio Silva. Domótica: **Uma aplicação de baixo custo com acesso web**. Saber eletrônica, n° 462, ano 48, jun 2012.

TANENBAUM, Andrew S. **Sistemas Operacionais Modernos**. 3 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 638 p.

The Redmonk Programming Language Rankings: January 2015, [S.I.], jan. 2015.

Disponível em: <<http://redmonk.com/sograde/2015/01/14/language-rankings-1-15>>. Acesso em: 25 mar. 2015.

TANENBAUM, Andrew S. **Computer Networks**. Prentice Hall. 4 edition. August 19, 2002.

TONIDANDEL, F. **Desenvolvimento e implementação de um sistema de planejamento baseado em casos**. São Paulo, Tese (doutorado), Universidade de São Paulo. 2003.

TONIDANDEL, F; TAKIUCHI, M.; MELO, E. **Domótica Inteligente: Automação baseada em comportamento**. Congresso Brasileiro de Automática. 2004.

WERNECK, Siva Bianchi de Frontin. Domótica: **União de arquitetura e tecnologia da informação na edificação residencial urbana**. Tese de Mestrado em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1999.

WILLRICH, Roberto. **Linguagens de Programação**. [2005]. Disponível em: <http://algor.dcc.ufla.br/~monserrat/icc/Introducao_linguagens.pdf>. Acesso em: 23 maio 2015.