



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
UNIDADE ARAXÁ**

**MAYARA ANGÉLICA FERNANDES FIÚZA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE AUTOMAÇÃO PARA  
AMBIENTES RESIDENCIAS VISANDO SEGURANÇA E CONTROLE  
DE ACESSO**

**ARAXÁ - MG**

**2018**

**MAYARA ANGÉLICA FERNANDES FIÚZA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE AUTOMAÇÃO PARA  
AMBIENTES RESIDENCIAS VISANDO SEGURANÇA  
E CONTROLE DE ACESSO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Automação Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Durço  
Coorientador: Prof. Carlos Dias da Silva Júnior

**ARAXÁ - MG**

**2018**

**MAYARA ANGÉLICA FERNANDES FIÚZA**

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE AUTOMAÇÃO PARA  
AMBIENTES RESIDENCIAS VISANDO SEGURANÇA  
E CONTROLE DE ACESSO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá,  
como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia de Automação Industrial.

Defesa: Araxá, 10 de julho de 2018.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. MARCO ANTÔNIO DURÇO - Orientador  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

---

Eng. CARLOS DIAS DA SILVA JÚNIOR - Coorientador  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

---

Me. FREDERICO DUARTE FAGUNDES - Avaliador Titular  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

---

Dr. DOMINGOS SÁVIO DE RESENDE - Avaliador Titular  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

---

Esp. ISAC SOUZA MEDEIROS - Avaliador Suplente  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

## **DEDICATÓRIA**

**DEDICO ESTE TRABALHO**

*Aos meus pais, irmãos e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até aqui.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por toda proteção, força e saúde para que eu pudesse realizar este trabalho.

Aos meus pais, Marcio e Maria Lúcia, por todo apoio, incentivo e carinho de sempre.

Aos meus irmãos, Marcos e Mateus, pelo auxílio e companheirismo.

Ao Diego, por toda dedicação durante o período de estágio e de execução deste trabalho.

Ao Pedro por sempre estar presente e pelo apoio durante todo curso.

Aos meus orientadores Prof. Marco Antônio Durço e Prof. Carlos Dias da Silva Junior por não medirem esforços para realização deste trabalho.

À Profa. Jalmira Fiuza por toda dedicação na disciplina referente ao desenvolvimento do trabalho.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) por todas as oportunidades oferecidas durante todo o curso

## EPÍGRAFE

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito.  
Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.*

*Marthin Luther King*

## RESUMO

O propósito deste trabalho é desenvolver um protótipo de automação residencial com intuito de proporcionar segurança e controle de acesso ao morador. Para tanto, foi desenvolvido um controle de acesso através de um portão eletrônico e um sistema de alarme o qual é ativo quando uma senha é inserida corretamente. O sistema de alarme é composto por sensores e por um acendimento aleatório das lâmpadas com objetivo simular que os moradores estão presentes no momento. Caso ocorra alguma detecção pelos sensores e se a senha correta não for inserida em três tentativas em um determinado tempo, a sirene é ativa. Para desativar o alarme deve ocorrer a inserção da senha mestre do sistema. Todo controle do sistema é feito pelo Arduino Mega2560. O sistema foi instalado em uma maquete a fim de demonstrar todo funcionamento.

**Palavras-chave:** Automação. Segurança. Controle. Arduino.

## **ABSTRACT**

The purpose of this work is to develop a prototype of residential automation in order to provide security and access control to the resident. To do so, an access control was developed using an electronic door and an alarm system which is activated when a password is entered correctly. The alarm system consists of sensors and a random lighting of the rooms in the house to the simulation that the place is occupied at the moment. If there is any detection by the sensors or if the correct password is not entered in three attempts within a certain time, the siren is activated. To disable the alarm, the system master password must be entered. All system control is made by the Arduino Mega2560. The system was installed in a model in order to demonstrate all operations.

**Keywords:** Automation. Safety. Control. Arduino.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Benefícios da Automação Residencial. ....	15
FIGURA 2 - Situação do Brasil no Mundo da Automação Residencial.....	16
FIGURA 3 - Relação de Dependência. ....	20
FIGURA 4 - Comunicação entre os Elementos Básicos da Automação Residencial. ....	21
FIGURA 5 - IDE. ....	26
FIGURA 6 - Arduino UNO 328P.....	27
FIGURA 7 - Arduino Mega 2560.....	28
FIGURA 8 - Relé Shield.....	29
FIGURA 9 -Sensor PIR. ....	30
FIGURA 10 - Teclado Membrana 4x4. ....	31
FIGURA 11 - Motor de DC e Driver H L298n.....	32
FIGURA 12 - Controle Remoto RF e Receptor RF.....	33
FIGURA 13 - Simulação do Sistema de Alarme.....	37
FIGURA 14 - Inserção do Código Hexadecimal ao Proteus.....	37
FIGURA 15 - Simulação Controle de Acesso.....	38
FIGURA 16 - Teste do Sistema Ativo.....	39
FIGURA 17 - Teste Sistema de Alarme. ....	39
FIGURA 18 - Teste do Sistema de Acesso. ....	40
FIGURA 19 - Interrupção Timer2.....	41
FIGURA 20 - Varredura do Teclado Matricial. ....	41
FIGURA 21 - Comparação do Valor Digitado com a Senha Padrão. ....	42
FIGURA 22 - Sirene Acionada. ....	42
FIGURA 23 - Programação Portão.....	43
FIGURA 24 - Funcionamento pelo Monitor Serial. ....	44
FIGURA 25 - Circuito Eletrônico da Placa de Alimentação. ....	45
FIGURA 26 - Layout do Circuito.....	45
FIGURA 27 - Visualização em 3D da Placa de Circuito Impresso.....	46
FIGURA 28 - Placa de Circuito Impresso. ....	46
FIGURA 29 - Placa de Circuito Impresso com os Componentes Soldados. ....	47
FIGURA 30 - Planta Baixa Maquete. ....	47
FIGURA 31 - Vista Superior Frontal.....	48

FIGURA 32 - Vista Superior Lateral.....	49
FIGURA 33 - Instalação Final dos Componentes. ....	50
FIGURA 34 - Fluxograma do Funcionamento do Sistema Acionado.....	50
FIGURA 35 - Botão Referente ao Acionamento do Portão.....	52
FIGURA 36 - Fluxograma do Funcionamento do Portão.....	52
FIGURA 37 - Ligação do Regulador de Tensão. ....	55

## **LISTA DE QUADROS E TABELAS**

QUADRO 1 - Resumo das características do Arduino UNO 328P.....	27
QUADRO 2- Resumo das características do Arduino Mega 2560.....	28
QUADRO 3 - Alocação dos componentes nos pinos I/O do Arduino.....	35

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CLP	Controlador Lógico Programável
AR	Automação Residencial
RF	Rádio Frequência
PLC	Power Line Carrier
I/O	Input/Output
PWM	Pulse
MHz	Mega Hertz
USB	Universal Serial Bus
V	Volts
GND	Filtro Graduado de Densidade Neutra
AC	Corrente Alternada
DC	Corrente Contínua
mA	Mili Amperes
NA	Normalmente Aberto
NF	Normalmente Fechado
M	Metro
cm	Centímetro
PIR	Passive Infrared Sensor
FSF	Free Software Foundation
IDE	Integrated Development Environment
Hz	Hertz

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C Graus Celsius

Ω Ohm

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>18</b>
2.1	<b>Histórico da Automação Residencial .....</b>	<b>18</b>
2.2	<b>Automação Residencial .....</b>	<b>19</b>
2.3	<b>Contribuições do Referencial Teórico .....</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>24</b>
3.1	<b>Materiais .....</b>	<b>24</b>
3.2	<b>Métodos.....</b>	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>54</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A questão da segurança é um assunto que vem sendo muito discutido principalmente em grandes centros urbanos, onde os furtos e roubos residenciais crescem consideravelmente. De acordo com o site do G1, em São Paulo os roubos e furtos aumentaram de 172% de 2016 para 2017 (PRADO e ARCOVERDE, 2017). Medidas de segurança, principalmente mais eficientes e eficazes, tornam-se necessárias para lidar com o problema.

Nesta conjuntura, as estratégias mais comuns de segurança residencial são o uso de cercas elétricas, muros, cachorros, reforço nas portas, instalação de grades ou barras nas janelas e monitoramento por câmeras (LEAL e WERNECK, 2010). Contudo, a maioria dessas estratégias causa desconforto ambiental, gastos desnecessários com produtos que oferecem resultados insatisfatórios e trabalho de monitoramento, no caso da instalação de câmeras.

A automação no geral foi idealizada para facilitar a vida das pessoas. Como se pode observar na FIG. 1, com a aplicação da Automação Residencial (AR) há um aumento no conforto, na segurança, na comodidade e promoção de economia em muito dos casos (FREITAS, 2016).

FIGURA 1 - Benefícios da Automação Residencial.



Fonte: SIMPLIFIES, 2009.

Essas características podem ser oferecidas através de sistemas de entretenimento, controle de iluminação, eletrodomésticos inteligentes, dentre outros que serão exemplos que serão abordados no subcapítulo 2.2.

A AR tem marco inicial na década de 70 com o lançamento de módulos inteligentes. Ela provém da automação industrial, que quando se criaram os Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) foram uma grande evolução no setor industrial. Com o avanço da tecnologia e das redes de internet novas aplicações puderam ser realizadas, como o

controle e monitoramento remoto (CAMPOS, 2014). Para realizar uma AR conta-se com uma gama de componentes, equipamentos. Controladores, sensores, câmeras, alarmes e atuadores em geral são alguns exemplos.

Por causar uma alusão ao futurismo, a AR ainda não está muito difundida. Como se pode analisar na FIG. 2, segundo a AURESIDE (2015), o Brasil possui um grande potencial de mercado a ser explorado. Analisando o gráfico, percebe-se que em relação à quantidade de casas automatizadas, o Brasil, está atrás de outros países como EUA, Alemanha, Inglaterra, dentre outros. Além disso, o país possui uma realidade abaixo do seu potencial de residências automatizadas.

FIGURA 2 - Situação do Brasil no Mundo da Automação Residencial



Fonte: AURESIDE, 2015.

Como exemplo, com o uso da AR pode-se oferecer ao usuário possibilidade de automatizar tarefas como acender ou apagar luzes automaticamente e remotamente, janelas com persianas automáticas, controle de acesso através de comandos ou por biometria, por exemplo, irrigação automática, sistema de alarme, dentre outras infinitas de aplicações.

De acordo com dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) publicado no jornal ESTADÃO, considerando um período de um ano, a quantidade de vítimas de roubo ou furto é alarmante, sendo que 47,6% desses furtos ocorreram em residências. Destas, 60% contavam com algum dispositivo de segurança como grades, correntes nas portas, interfone, etc., revelando assim a ineficiência destes dispositivos mais usuais (LEAL e WERNECK, 2010).

Contando com o desenvolvimento tecnológico ora vivenciado, a implantação de um sistema de automação residencial se torna viável e necessário quando analisada a questão

de segurança. A AR deve proporcionar confiabilidade, segurança e eficiência nos sistemas instalados.

A implantação de um sistema de AR agrega valor ao imóvel, proporciona comodidade e conforto, além de promover um aumento na qualidade de vida das pessoas e na segurança, justificando-se assim o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Considerando esta realidade, este Trabalho de Conclusão de Curso tem como principal objetivo o desenvolvimento de um protótipo de automação para ambientes residenciais visando segurança e controle de acesso.

Diante de um cenário de violência e de soluções ineficientes, desenvolveu-se um sistema de AR que possa oferecer mais segurança e conforto ao morador. Para tanto, foi desenvolvido um controle de portão eletrônico, um sistema de senha numérico com quatro dígitos que ativa e desativa o alarme, um tratamento de sensores contra violação e um controle liga/desliga das lâmpadas em cômodos aleatórios enquanto o sistema de alarme estiver ativado com a utilização dos sistemas disponibilizados pela tecnologia ARDUINO<sup>1</sup>. Caso o sensor detecte alguma violação, o alarme dispara. Para desarmar o sistema o morador deve desativar o sistema digitando a senha. Caso demore um tempo superior a dois minutos o alarme é disparado.

A organização do projeto está dividida da seguinte forma: no Capítulo 2 tem-se a Revisão Bibliográfica na qual há uma explanação sobre alguns trabalhos voltados para o campo da AR, sobre o histórico, bem como sobre a AR em si. O Capítulo 3 traz a metodologia, que apresenta o desenvolvimento do trabalho e os materiais e métodos utilizados. Já o Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos, seguido pelo último capítulo no qual se encontra a Conclusão do trabalho.

---

<sup>1</sup> Arduino é uma plataforma e prototipagem eletrônica de software e hardware livres.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados os conceitos que foram fundamentais para o desenvolvimento do presente trabalho, bem como trabalhos referência para decisões de cada parte do projeto. Como o foco deste trabalho são a segurança e conforto do usuário, serão analisadas as formas que cada autor abordou estes temas.

Alguns pesquisadores realizaram trabalhos voltados para a automação residencial fazendo uso do Arduino como controlador do projeto. Autores como Silveira e Gonçalves (2016), por exemplo, realizaram um projeto utilizando o Arduino conectado a uma placa de rede que possibilita o controle da iluminação, sistema de alarme e dispositivos eletrônicos de uma residência através de um aplicativo desenvolvido para sistema operacional Android (SILVERIA E GONÇALVES, 2016).

Freitas (2016) desenvolveu um sistema que é capaz de controlar remotamente a iluminação e o portão de uma casa feita em pequena escala por meio do uso de uma placa de Arduino. No trabalho de Campos (2014), ele desenvolveu a abertura e fechamento de um portão automático, o controle de iluminação dos ambientes e controle de acesso através de uma aplicação web. Deval (2015) mostrou como tecnologias com código aberto, como Arduino e Android, podem criar um sistema inteligente e funcional.

Já Sénica (2013), visando um aumento no conforto e comodidade, desenvolveu um sistema com uso do Arduino UNO, um comando via Internet da iluminação, de persianas motorizadas e da climatização.

Como se pode observar cada projeto têm suas peculiaridades e formas de aplicação da AR. Cada qual com uma finalidade diferente em busca de conforto, segurança ou economia de implantação. Neste trabalho o foco principal é desenvolver um sistema de automação residencial visando à segurança.

### 2.1 Histórico da Automação Residencial

O processo de AR passou por diversas evoluções desde sua concepção. A automação, no geral, teve início com a revolução industrial ocorrida no século XVIII em que houve um aumento do processo de mecanização (BUNEMER, 2014). A AR se baseou na automação industrial, que já havia sido difundida há mais tempo. Os primeiros equipamentos utilizados na AR eram adaptações de equipamentos industriais. Mas, tendo em conta um

ambiente residencial, devido à robustez desses equipamentos, iniciou-se o investimento e o desenvolvimento de equipamentos, componentes e sistemas voltados para a AR.

Em 1970, tem-se o marco inicial da AR nos Estados Unidos com a criação do protocolo X-10, os quais foram os primeiros módulos inteligentes. Essa tecnologia é conhecida como *Power Line Carrier* (PLC) que permite que a automação seja aplicada sem alterar a infraestrutura da rede elétrica da residência (CAMPOS, 2014). Com uma arquitetura simples, estes módulos conseguem resolver problemas pontuais como ligar/desligar algum dispositivo.

Na década de 80, de acordo com Campos (2014), pensou-se em utilizar computadores como centrais de comando e controle. Porém, devido à necessidade de o computador precisar ficar ligado constantemente tinha-se um alto consumo de energia. Além disso, por ser um sistema centralizado, qualquer defeito comprometeria todo o sistema. Para amenizar estas desvantagens surge a ideia de criar dispositivos que utilizem microcontroladores embarcados. A partir de então, a AR em si ganhou campo e maiores investimentos. Neste período têm-se os primeiros sistemas de iluminação e segurança.

No período relativo à década de 90 o objetivo principal era integrar os sistemas (iluminação, segurança, entretenimento, dentre outros) presentes em uma residência a fim de proporcionar um maior conforto e segurança aos moradores.

Como fatores que também contribuíram para o desenvolvimento e avanço tecnológico na AR ora vivenciada têm-se a internet e a criação e integração de novos *softwares* e *hardwares*. Com isso, têm-se as exigências do mercado supridas através de uma gama de aplicações.

## **2.2 Automação Residencial**

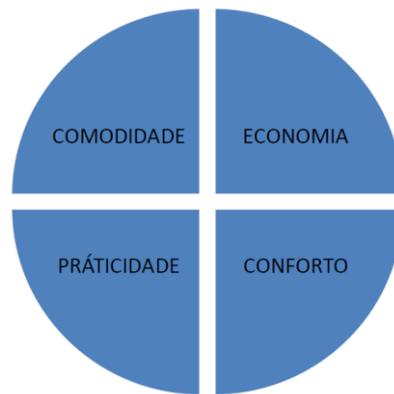
A AR é um processo no qual se utiliza de sistemas, que envolvem equipamentos e programação, para realizar o controle de processos dentro de uma residência, facilitando cada vez mais a vida das pessoas.

Domótica é a palavra utilizada para representar a automação residencial. A palavra originou-se da fusão entre a palavra “Domus”, que significa casa, com a palavra “Robótica”, que está diretamente ligada à parte de automatização (SISLITE, 2017).

A domótica ou AR pode ser definida como uma integração de sistemas que atuam conforme uma programação pré-estabelecida a fim de obter informações do ambiente. Quando bem projetados e instalados, estes sistemas podem proporcionar segurança, conforto,

comodidade e gestão energética ao usuário (SILVEIRA, RIBEIRO E MARTINS, 2014). Na FIG. 3, pode-se observar a relação que a AR proporciona.

FIGURA 3 - Relação de Dependência.



Fonte: BUNEMER, 2014, p. 11.

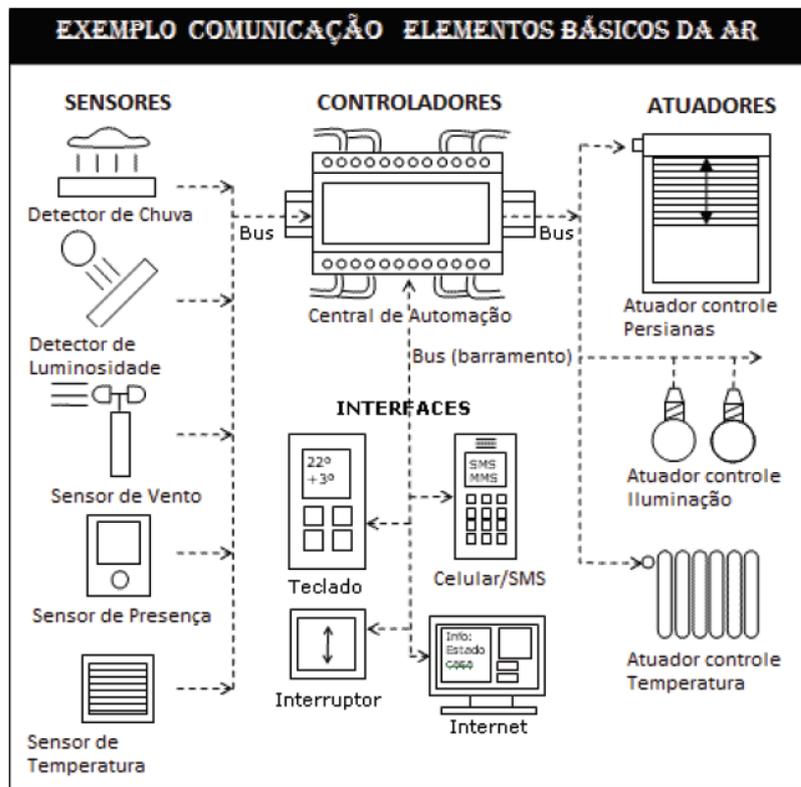
Um sistema de automação no geral, e especificamente a automação residencial apresentada neste trabalho, possui uma série de componentes e equipamentos que se comunicam através de uma rede que, em conjunto, conseguem colher as informações do ambiente, tratá-las e definir ações com o objetivo de controlar e gerenciar o mesmo (FREITAS, 2016). A alta integração do sistema como um todo aumenta consideravelmente os benefícios se comparados a sistemas isolados.

Diversos dispositivos instalados trocam informações entre si e são capazes de processar dados, tratá-los e enviá-los com intuito de efetuar acionamentos, ajustes e/ou gerar sinalizações a determinados equipamentos (DIAS e PIZZOLATO, 2004).

Segundo Accardi e Dodonov (2012), a AR tem três elementos básicos: sensores, controladores e atuadores. A FIG. 4 traz um exemplo da comunicação entre estes elementos.

- Sensores: são dispositivos que capturam as informações do meio onde estão alocados.
- Controladores: são dispositivos que possuem uma programação na qual realiza as requisições estabelecidas. Recebem a informação dos sensores, realizam o controle e enviam a informação aos atuadores.
- Atuadores: são os elementos finais que recebem a informação do controlador e realizam a ação.

FIGURA 4 - Comunicação entre os Elementos Básicos da Automação Residencial.



Fonte: ACCARD, DODONOV (2012).

Tendo aplicação nas mais diversas áreas, alguns sistemas de automação residencial estão em evidência e se destacam por estarem sendo estudados e utilizados em todo o mundo. Teza (2002, p. 34) destaca os seguintes:

- Segurança: Alarmes, Monitoramento, Circuito Fechado de TV, Controle de Acesso, Reconhecimento Facial, Alarme de Vazamentos e Incêndio, Check-up Humano Remoto;
- Entretenimento: *Home Theater*, Áudio e Vídeo Distribuídos, TV por Assinatura e Internet
- Controle de Iluminação: Controle de Acendimento de Luzes e Economia de Energia
- *Home Office*: Telefonia e Redes Domésticas
- Ar Condicionado e Aquecimento: Controle de Temperatura do Ambiente
- Eletrodomésticos Inteligentes: Forno, Geladeira, Máquina de Lavar Inteligentes, etc
- Serviços Inteligentes: Portas e Cortinas Automáticas, Centrais de Vácuo, Reconhecimento de Voz, etc
- Infra-estrutura: Cabeamento Dedicado, Cabeamento Estruturado, Painéis, Quadros de Distribuição
- Controladores e Centrais de Automação: Hardware e Softwares de controle de integração.
- Funcionalidades Auxiliares: Energia Solar, Estações Climáticas, Irrigação de Jardins e Hortas, etc. (TEZA, 2002, p. 34).

Dentro do campo da domótica, para esta pesquisa o sistema escolhido foi o de segurança. Desta forma, tem-se o controle de acesso através do portão eletrônico acionado por RF e a inserção de senha em teclado alfanumérico para ativar e desativar os demais subsistemas: o alarme, os sensores de presença e o acendimento aleatório das lâmpadas dos ambientes.

### 2.2.1 CLASSIFICAÇÃO DA DOMÓTICA EM SISTEMAS

De acordo com Teza (2002, p. 31), dentro da automação residencial existem três graus de classificação dos sistemas:

- Sistemas Autônomos: podem ligar ou desligar um subsistema ou um dispositivo específico de acordo com um ajuste pré-definido. [...].
- Integração de Sistemas: é projetado para ter múltiplos subsistemas integrados a um único controlador. [...].
- Residência Inteligente: [...] o sistema é um gerenciador e necessitam de uma comunicação de mão-dupla e realimentação de status entre todos os subsistemas. [...] (TEZA, 2002, p.31).

Diante destas informações pode-se concluir que o presente trabalho se classifica em integração de sistemas, posto que, faz uso de apenas um microcontrolador, no caso, o Arduino para controle dos subsistemas de alarme e controle de acesso.

### 2.3 Contribuições do Referencial Teórico

De acordo com as informações acima, alguns trabalhos citados contribuíram significativamente realização deste trabalho.

Com os trabalhos de Silveira e Gonçalves (2016) e Freitas (2016), por exemplo, pode-se avaliar que o Arduino é uma tecnologia acessível que possibilita a viabilidade de se utilizá-lo para controlar itens residenciais. Com isso, pôde-se analisar e optar pelo uso deste microcontrolador no presente trabalho.

No trabalho de Freitas (2016) e Campos (2014) foi desenvolvido o controle do portão remotamente. Neste trabalho optou-se por realizar o acionamento do mesmo através de um controle RF, uma vez que se considerou ser um sistema mais seguro, não tendo risco de ser acionado por engano.

Silveira e Gonçalves (2016) apresentaram um sistema de alarme com sensor de presença e outros para detecção de incêndio. Neste trabalho os sensores de presença serão utilizados com intuito de detectar alguma invasão e disparar o alarme. Como este trabalho possui foco na segurança foi implementado o acendimento aleatório das lâmpadas com intuito de amenizar alguma intenção de invasão por dar a impressão que os moradores estão presentes.

No próximo capítulo serão explicados os materiais e métodos utilizados para construção do protótipo proposto.

### **3 METODOLOGIA**

Neste capítulo será apresentado o desenvolvimento do protótipo proposto tendo uma subdivisão em materiais e métodos utilizados.

Inicialmente, como parte da metodologia, os componentes e sistema utilizados foram especificados. Em seguida, simulações de software e hardware foram realizadas, bem como se procedeu ao desenvolvimento tanto do programa para o sistema, quanto do hardware. Por fim, uma maquete demonstrativa foi construída. As etapas da metodologia estão explanadas nas subseções a seguir.

Esta pesquisa foi realizada utilizando ferramentas tais como: sites, periódicos, livros, dentre outros. Tem abordagem qualitativa, uma vez que o objetivo do trabalho está diretamente relacionado em se obter os resultados por intermédio do contato direto com o objeto estudado (GOSOY, 1995) e é do tipo experimental, pois consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto (GIL, 2007).

Os próximos subcapítulos apresentam os materiais e métodos utilizados para desenvolvimento do protótipo. Nos materiais estão citados e explicados os componentes mais relevantes utilizados no trabalho e nos métodos os passos que foram executados para se obter o resultado final.

#### **3.1 Materiais**

##### **3.1.1 MICROCONTROLADORES**

Um microcontrolador é um componente eletrônico inteligente que possui um processador, pinos de entrada e saída (I/O) e memória (MARTINS, 2005). Através dos valores de entrada e com uma programação pré-estabelecida consegue-se controlar os pinos de saída de acordo com essa programação.

De acordo com Penido e Trindade (2013), o primeiro microcontrolador foi lançado pela Intel em 1977 e recebeu a sigla “8048”. Por ser um dos percussores, é utilizado em muitas aplicações de automação em diversas áreas.

Existem vários tipos de microcontroladores e o que diferencia um do outro é o tamanho da memória, a quantidade de pinos I/O, a velocidade de processamento, os tipos de periféricos e a forma de alimentação dos mesmos. Segundo Martins (2005),

Tipicamente, um microcontrolador caracteriza-se por incorporar no mesmo encapsulamento um microprocessador [...], memória de programa [...], memória de dados [...], uma série de pinos de entrada/saída [...] e vários periféricos [...], fazendo com que o hardware final fique extremamente complexo. Isto é uma das características fundamentais que o diferencia dos microprocessadores, pois estes não possuem todos esses recursos em uma única pastilha (MARTINS, 2005, p. 16).

Na opinião de Martins (2005), os microcontroladores possuem ótimos resultados em relação ao custo/benefício em situações que demandam processamento, baixo custo de *hardware* e pouca necessidade de espaço físico e, estão presentes nos mais diversos equipamentos e sistemas. A seguir será abordado especificamente sobre o Arduino, o qual é utilizado neste trabalho.

#### A) O Arduino

O Arduino inicialmente começou como um projeto de pesquisa no início dos anos 2000 e, em 2005, foi lançada na Itália a primeira placa Arduino com o objetivo de auxiliar estudantes em prototipagens. Ao longo do tempo tornou-se largamente utilizado no meio acadêmico e em grandes corporações (ARDUINO, 2018).

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica, a qual possui um microprocessador, pinos I/O e memória interna. O *hardware* e *software* livres permitem que o Arduino seja utilizado para diversas finalidades.

A ideia da tecnologia *hardware* livre é semelhante à do *software* livre. Tem-se que um *software* pode ser considerado livre, segundo a *Free Software Foundation* (FSF) (2012), quando oferece liberdade de:

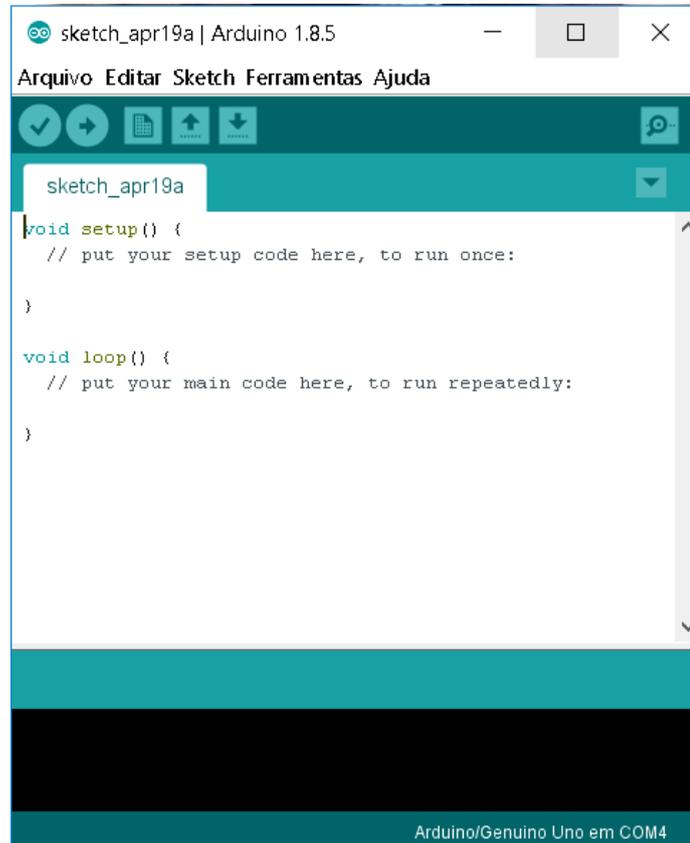
- Execução do programa para diversos propósitos.
- Estudo do funcionamento do programa adaptando-o às suas necessidades.
- Redistribuição de cópias do programa.
- Aperfeiçoamento do programa e liberação dos seus aperfeiçoamentos.

McRoberts (2011) considera o Arduino como um pequeno computador que pode ser programado para processar as entradas e saídas entre dispositivos e os componentes externos a ele conectados.

Para programar o Arduino faz-se necessário o uso de um de um software chamado *Integrated Development Environment* (IDE), conforme pode ser visto na FIG. 5, que nada mais é que um *software* no qual é realizada a programação em linguagem C++. Através do

cabo USB faz-se o upload, que é a ação de enviar arquivos do computador para o Arduino no caso, e este por sua vez realiza os comandos programados interagindo com o que estiver conectado a ele.

FIGURA 5 - IDE.



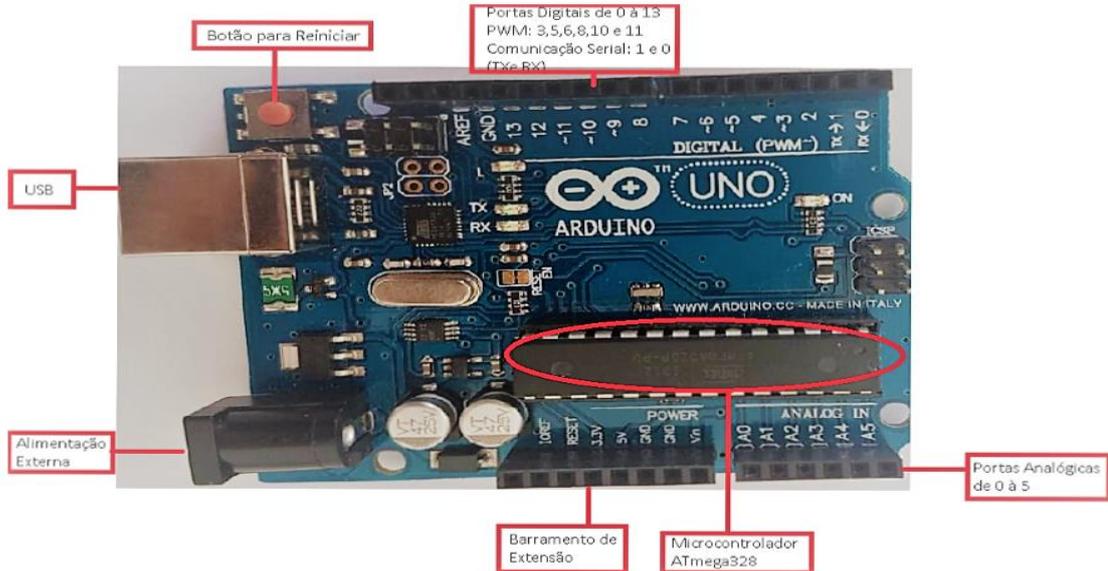
Fonte: Autoria própria.

O Arduino disponibiliza uma fonte de alimentação que pode ser usada por outros dispositivos (sensores, atuadores) de 3,3 Volts (V), 5 V e GND. Para utilizar o Arduino basta conectá-lo ao computador através de um cabo USB.

Desenvolveram-se diversos modelos de Arduino que variam de acordo com o tamanho, com a memória e com o número de portas. Os modelos UNO e MEGA serão descritos bem como apresentado um quadro resumo de suas características principais.

- **UNO:** este Arduino, conforme FIG. 6, possui um microcontrolador ATmega328P, 14 pinos de entrada/saída digital, seis entradas analógicas, um cristal de quartzo de 16 MHz, conexão USB, conector de energia e um botão reset. Seis de suas portas digitais podem ser configuradas para serem usadas como *Pulse Width Modulation*/Modulação de Largura de Pulso (PWM).

FIGURA 6 - Arduino UNO 328P.



Fonte: Autoria Própria.

O QUADRO 1 apresenta as características principais do Arduino UNO328P.

QUADRO 1 - Resumo das características do Arduino UNO 328P.

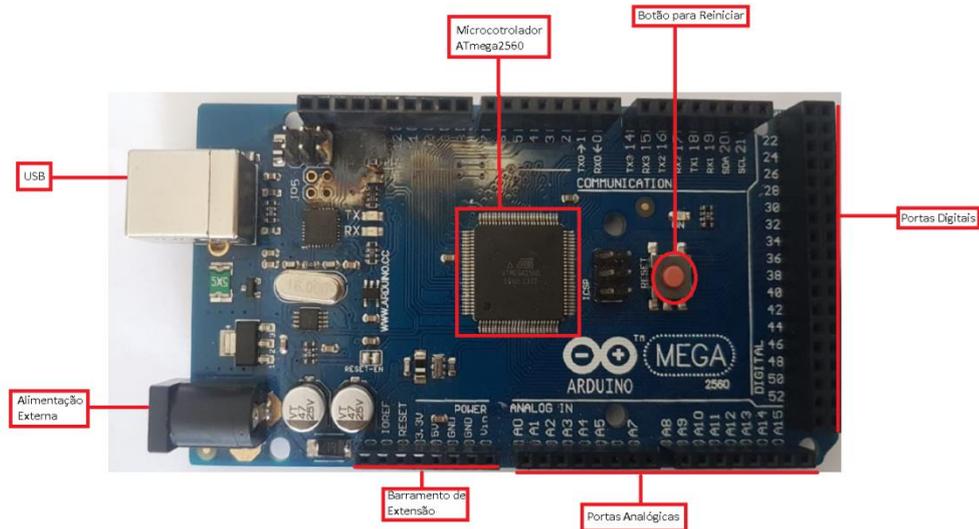
Arduino	UNO 328P
Microcontrolador	ATmega328P
Tensão de Entrada	7-12 V
Pinos de Entrada e Saída (I/O)	14 pinos, dos quais 6 podem ser saídas PWM
Pinos de Entrada Analógica	6
Corrente DC do Pino I/O	40 mA
Corrente DC para o Pino de 3.3 V	50 mA
Memória Flash	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Velocidade de Clock	16 MHz

Fonte: Autoria Própria.

- **MEGA 2560:** o Arduino MEGA2560, como mostrado na FIG. 7 é uma placa baseada no ATmega2560, 54 pinos I/O digital, 16 entradas analógicas, 4 UARTs que são portas seriais de hardware, um oscilador de cristal de 16 MHz, conexão USB, conector de energia, botão

*reset*. Dentre as entradas digitais 15 podem ser usadas como saídas PWM. Na FIG. 7 abaixo se pode verificar essa configuração.

FIGURA 7 - Arduino Mega 2560.



Fonte: Autoria Própria.

Neste trabalho foi escolhido modelo MEGA 2560 por ser o que atende a quantidade de portas I/O necessárias.

O QUADRO 2 apresenta as características principais do Arduino Mega 2560.

QUADRO 2- Resumo das características do Arduino Mega 2560.

Arduino	Mega 2560
Microcontrolador	ATmega2560
Tensão de Entrada	7-12 V
Pinos de Entrada e Saída (I/O)	54 pinos, dos quais 14 podem ser saídas PWM
Pinos de Entrada Analógica	16
Corrente DC do Pino I/O	40 Ma
Corrente DC para o Pino de 3.3 V	50 Ma
Memória Flash	256 KB
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidade de Clock	16 MHz

Fonte - Autoria Própria.

### 3.1.2 RELÉ SHIELD

O Relé, especificamente, é um dispositivo comutador eletromecânico. É utilizado quando se deseja trabalhar com componentes que demandam uma maior potência, isolando a parte de potência da parte de controle de um circuito. Os relés podem ter contatos normalmente aberto (NA) ou normalmente fechado (NF) e o princípio de funcionamento deles é basicamente o mesmo. Quando energizado cria-se um campo magnético devido à circulação de corrente e o relé atraca. Com isso o contato comuta e tem-se o acionamento da saída (BRAGA, 2012).

O *Shield* é uma placa de circuito a qual pode ser conectada ao Arduino aumentando as funções a serem desempenhadas. Os *Shields* normalmente necessitam de bibliotecas específicas que devem ser instaladas no IDE. Segundo Silveira e Gonçalves (2016, p. 15),

Relé *shield* é uma placa que permite o acionamento de dispositivos em outras tensões de operação. Funciona com um interruptor eletrônico, onde ao aplicar tensão no terminal de entrada é acionada uma bobina que cria um campo magnético capaz de abrir ou fechar os contatos de maneira que possamos controlar as correntes que circulam por circuitos externos. Com isso ele se utiliza de baixa corrente para acionar seu comando e protege o controlador das correntes mais altas que circulam pelo segundo circuito (SILVEIRA E GONÇALVES, 2016, p. 15).

No caso deste trabalho a placa de relé *shield* utilizado, como pode ser observado na FIG. 8, possui 8 canais, é de 5V sendo possível acionar cargas de 220V em corrente alternada (AC) e a corrente de operação varia de 15 a 20 mili amperes (mA), conforme especificação.

FIGURA 8 - Relé Shield.



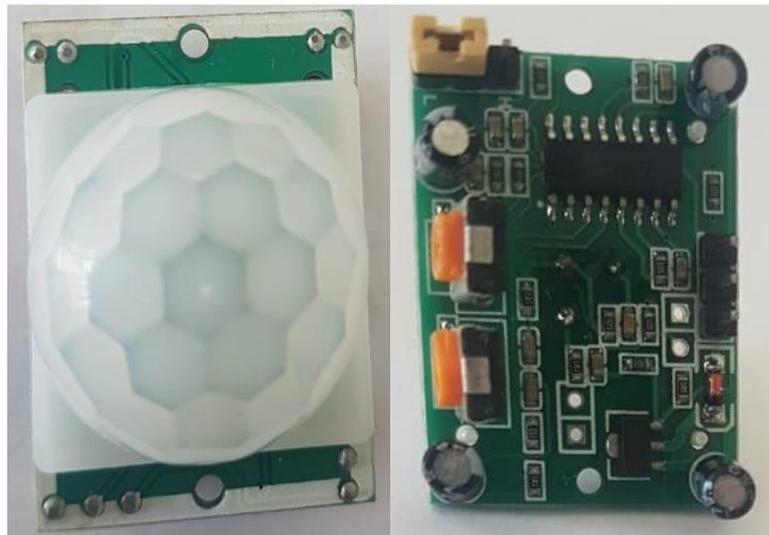
Fonte: Autoria Própria.

### 3.1.3 SENSOR

Sensor ou transdutor é um elemento de detecção de alguma forma de energia do ambiente o qual está instalado. Esta energia pode ser do tipo luminoso, térmico, cinético que reproduza alguma grandeza física que possa ser mensurada como posição, temperatura, pressão, etc. (WENDLING, 2010).

Neste trabalho, utilizou-se um sensor de presença *Passive Infrared Sensor* ou *Pyroelectric Infrared Sensor* (PIR) como ilustrado na FIG. 9. É um sensor térmico considerado um sensor Infravermelho o qual detecta a radiação emitida por um corpo em movimento.

FIGURA 9 -Sensor PIR.



Fonte: Autorial Própria.

O componente principal é um sensor piroelétrico e tem capacidade de detectar movimentos com uma distância de até 7m. O componente possui dois trimpots para ajuste do tempo de delay e ajuste da sensibilidade, que pode variar de 3 a 7m a distância de detecção.

Com a variação da radiação, ele detecta o movimento produzindo um pulso elétrico que ativa uma saída em nível alto, acionando, no caso deste trabalho, o alarme.

Como especificação deste sensor tem-se:

- Sensibilidade e tempo ajustável;
- Fonte de alimentação: 5 - 12V;
- Tensão de Saída: 3,3 V(Alto) - 0V (Baixo);
- Distância detectável: 3 - 7m;

- Tempo de delay: 5 - 200s;
- Dimensão: 3,3 x 3,4 x 1,8cm;
- Peso: 7 g.

#### 3.1.4 TECLADO

Como forma de entrada de dados, escolheu-se o teclado de membrana 4x4 o qual possui 16 teclas e utiliza da combinação de 4 linhas e 4 colunas para se obter o correspondente número da tecla. O microcontrolador, o qual está conectado o teclado, “varre” todas as linhas e colunas para determinar qual botão foi pressionado através do nível alto de cada uma.

Conforme pode ser visto na FIG. 10, as colunas são definidas pelos pinos de 1-4 e as linhas pelos pinos de 5-8.

FIGURA 10 - Teclado Membrana 4x4.



Fonte: Autorial Própria.

#### 3.1.5 MOTOR E DRIVER

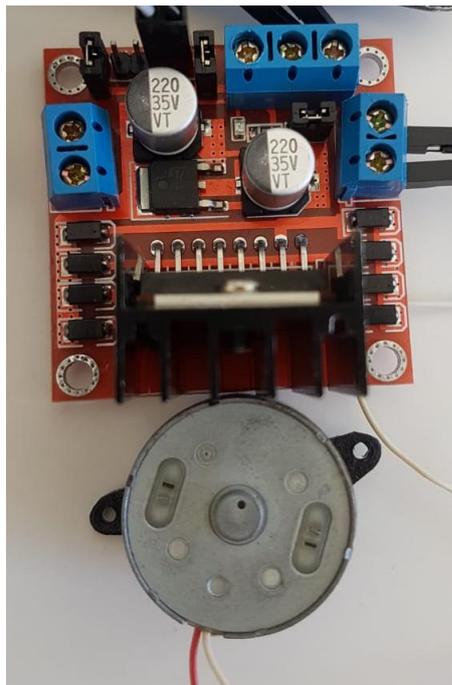
Os motores são a base para o funcionamento de diversos equipamentos e dispositivos. Os motores elétricos transformam a energia elétrica em energia mecânica, o que possibilita o movimento e funcionamento destes.

O motor DC é alimentado com corrente contínua e é composto por um eixo principal, o estator magnético e um rotor. Ao ser energizado o estator cria um campo magnético gerando um torque e giro no rotor o qual está conectado ao eixo do motor.

A ponte H é um circuito que, a partir de sinais gerados por um microcontrolador, controla um motor DC. É capaz de inverter a rotação de um motor apenas invertendo a polaridade sobre seus terminais devido à disposição dos seus componentes. Além disso, é utilizado também para fornecer a corrente necessária para funcionamento do motor, uma vez que o microcontrolador não suporta a corrente e a tensão necessárias (PATSKO, 2006).

No presente trabalho, optou-se pelo uso de um motor DC de 5V e de uma ponte H, modelo H L298n, como driver. Na FIG. 11 pode-se observar o modelo do motor e do driver utilizados.

FIGURA 11 - Motor de DC e Driver H L298n.



Fonte: Aatoria Própria.

### 3.1.6 CONTROLE RF

O controle remoto é um transmissor de ondas eletromagnéticas. Os mais utilizados são os de ondas de rádio frequência (RF) ou infravermelho (IR). A transmissão por RF compreende valores de frequência entre 3KHz até 300 GHz e por IR valores de  $10^{11}$  Hz até  $10^{15}$  Hz. Para que ocorra a transmissão é utilizado um receptor o qual é responsável por

receber as ondas transmitidas pelo controle. Para que ocorra a comunicação, segundo Campos (2014), são necessários os seguintes elementos:

O Transmissor: Transforma sinais analógicos ou digitais em ondas eletromagnéticas, transmitindo-as para o espaço por meio de uma antena transmissora, que serão recebidas pelo receptor no outro ponto;

O Meio de Transmissão: A onda de rádio frequência se propaga através do ar, podendo ultrapassar alguns obstáculos, porém, enfraquecendo seu sinal;

O Receptor: tem a função de captar, por meio de uma antena, os sinais eletromagnéticos enviados pelo Transmissor e decodificá-los, convertendo em sinais digitais ou analógicos; (CAMPOS, 2014, p. 37).

Na FIG. 12 tem-se o controle e receptor RF utilizados. Este modelo transmite até aproximadamente 100m de distância e possui 4 botões (canais) que atuam de forma independente. Ele deve ser alimentado com 5V e transmite algum tipo de dado somente enquanto a tecla estiver pressionada.

FIGURA 12 - Controle Remoto RF e Receptor RF.



Fonte: Autoria Própria.

De acordo com Coelho (2008, p. 4) a comunicação RF apresenta como vantagens principais,

[...] a mobilidade, onde se tem a liberdade de conectar-se em qualquer rede existente, a flexibilidade, onde é feito o uso de estações de rádio para conectar usuários em redes existentes, a instalação rápida de uma rede, pois não precisa de cabos nem de infra-estrutura complexa, a modularidade já que a rede é livre para futuras expansões e, dentre várias outras, a facilidade de alcançar pontos de difícil acesso como prédios tombados pelo patrimônio histórico e locais remotos e inóspitos (COELHO, 2008, p. 4).

## 3.2 MÉTODOS

### 3.2.1 PESQUISA E ESPECIFICAÇÃO DOS COMPONENTES E SISTEMA

A primeira etapa da metodologia utilizada neste trabalho consistiu na pesquisa e especificação dos componentes que foram utilizados para construção do protótipo.

Uma das principais partes de um sistema de automação é, sem dúvida, o microcontrolador, por ser o dispositivo que coordena as ações. Neste projeto, o microcontrolador escolhido foi o ARDUNO MEGA 2560. Este modelo, como já explanado anteriormente, é de simples comunicação, de fácil acesso e apresenta as características físicas e elétricas tais como número de portas, tensão e corrente necessárias para o projeto.

Analizou-se que seriam necessárias 26 portas de I/O, sendo que este microcontrolador possui 54 pinos, satisfazendo esta condição. Comparado ao Arduino UNO que possui 20 pinos de I/O, seria insuficiente para implementação deste projeto.

Os componentes foram especificados de acordo com as exigências do projeto e de forma que fossem compatíveis ao microcontrolador escolhido. Sendo assim, todos os componentes escolhidos trabalham na tensão de 5Vcc, salvo os componentes como lâmpadas e sirene, ligados ao relé *shield*.

Optou-se por utilizar o acionamento do portão eletrônico por comandos RF. O controle remoto especificado, como visto anteriormente, possui 4 canais de comunicação e um receptor compatível para ligação no Arduino. O motor especificado foi um motor DC de 5Vcc e o driver uma ponte H do modelo L298n. A fim de detectar o total fechamento ou abertura do portão utilizaram-se chaves de fim de curso do modelo KW11-7.

Para inserção da senha foi selecionado o teclado de membrana 4x4, o qual possui 4 linhas e 4 colunas, por atender os requisitos do projeto, além, de ser de fácil acesso e com preço acessível.

Quando a senha é inserida o alarme e os sensores de presença são ativos e as lâmpadas acendem aleatoriamente nos cômodos. Qualquer movimento durante este período é detectado pelos sensores e o alarme é disparado. Para isto, o sensor escolhido foi o PIR-HCSR501, que é um sensor IR e consegue detectar movimentos de até 7 m de distância. As lâmpadas utilizadas são de 127 V e 15 W e para representação do alarme foi escolhido uma sirene de 12Vcc. Uma vez que estes elementos necessitam de uma maior potência da fornecida pelo Arduino, optou-se pelo uso de uma placa relé *shield* a qual é um módulo do Arduino.

### 3.2.2 SIMULAÇÃO DO SOFTWARE E DO HARDWARE

Após a especificação dos componentes e do sistema, a simulação do *hardware* e *software* foi realizada.

Para alocação dos componentes nas portas I/O do Arduino, foi feito um levantamento de requisitos para definir a quantidade de pontos de entradas e saídas digitais necessárias para realização da simulação e montagem do *software* e *hardware*.

O primeiro passo realizado foi a elaboração de um quadro de alocação de I/O e seus respectivos periféricos. No QUADRO 3 tem-se a disposição dos pinos com seus periféricos.

QUADRO 3 - Alocação dos componentes nos pinos I/O do Arduino

ARDUINO MEGA 2560	BORNES	TIPO (I/O)	BORNES	TIPO (I/O)	PERIFÉRICOS
	A1	Output	05	Input	Teclado
	02	Output	06	Input	Teclado
	03	Output	07	Input	Teclado
	04	Output	08	Input	Teclado
	05	Input	01	Output	Teclado
	06	Input	02	Output	Teclado
	07	Input	03	Output	Teclado
	08	Input	04	Output	Teclado
	22	Output	IN1	Input	Placa Relé
	23	Output	IN2	Input	Placa Relé
	24	Output	IN3	Input	Placa Relé
	25	Output	IN4	Input	Placa Relé
	26	Output	IN5	Input	Placa Relé
	27	Output	IN6	Input	Placa Relé
	28	Output	IN7	Input	Placa Relé
	29	Output	IN8	Input	Placa Relé
	30	Output	+	Input	Buzzer
	39	Input	01	Output	Sensor PIR1
	40	Input	02	Output	Sensor PIR2
41	Input	03	Output	Sensor PIR3	
42	Input	04	Output	Sensor PIR4	
43	Input	05	Output	Sensor PIR5	
44	Input	-	Output	Fins de Curso	
45	Output	IN1	Input	Ponte H	
46	Output	IN2	Input	Ponte H	
47	Input	D0	Output	Controle RF	

Fonte: Autoria Própria.

O desenvolvimento da tabela facilita os testes, as simulações e a montagem uma vez que cada componente está alocado a uma respectiva porta do Arduino.

Para realização da simulação utilizou-se o *software* Proteus 8 Professional<sup>2</sup>, o qual oferece um ambiente de simulação de circuitos eletrônicos através da ferramenta ISIS e desenvolvimento de *layout* de circuitos impressos através da ferramenta Ares. Além da plataforma do Arduino para programação do sistema.

Uma vez que boa parte do sistema depende diretamente do acionamento do alarme, a primeira programação realizada foi do teclado. Nesta, os pinos de 05 a 08 foram configurados de forma que as linhas (01 a 04) eram ligadas a resistores *pull up* de 10K $\Omega$  (ohms) e nos pinos de A1, 2, 3 e 4 foram ligadas as colunas (5 a 8) conectadas a diodos IN4148. A configuração *pull up* foi utilizada de acordo com a configuração das entradas na programação. Já os diodos foram usados para garantir que não ocorra retorno de sinal entre as colunas.

Foi criada uma senha mestre com o objetivo de ligar e desligar o sistema de alarme. Com isso, o usuário ao digitar a senha correta ativa o sistema de alarme. Para desativar o alarme o usuário tem três tentativas para inserir a senha correta, caso contrário o alarme é disparado, uma vez que é detectado o movimento pelos sensores.

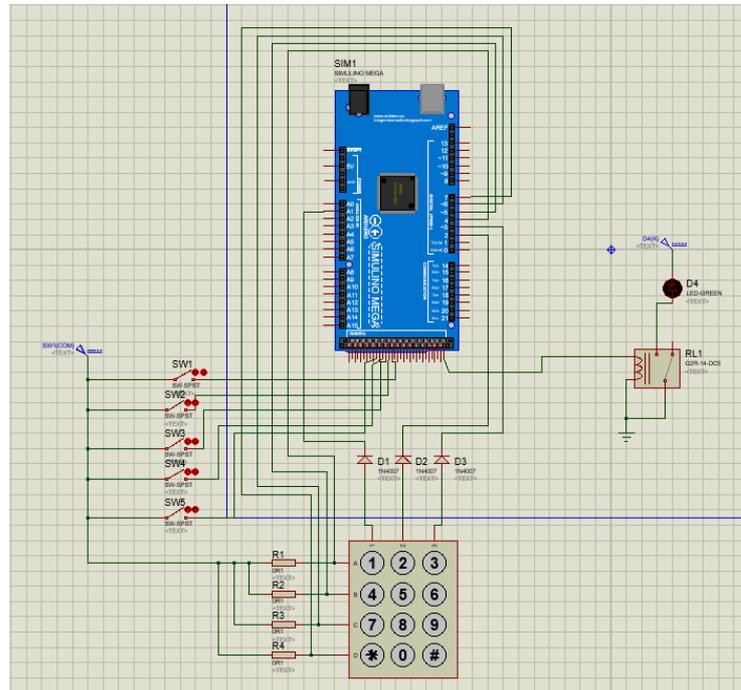
Os sensores e o sistema de acendimento das lâmpadas estão diretamente relacionados com a ativação do sistema de alarme. Para tanto, foi criada na lógica que qualquer detecção de movimento pelos sensores ativa a sirene, a qual dispara em 10 segundos caso a senha correta não seja inserida, respeitando no máximo três tentativas. As lâmpadas foram conectadas à placa relé *shield* e esta, conectada ao Arduino e alimentada pela placa de circuito impresso. Para acendimento aleatório, foi criada uma variável randômica a qual ativa as portas pré-definidas aleatoriamente.

A primeira simulação realizada foi do sistema de alarme. Para tanto, utilizou-se o Arduino, como microcontrolador, um teclado 4x3 com as linhas ligadas em resistores *pull up* e colunas ligadas a diodos. Para representação dos sensores, das lâmpadas, da sirene e da placa relé *shield* foram utilizadas chaves, *led's*, relé e *buzzer* respectivamente. Na FIG. 13 tem-se a representação e o esquema de ligação destes componentes.

---

<sup>2</sup> Site do fabricante disponível em: <https://www.labcenter.com/>

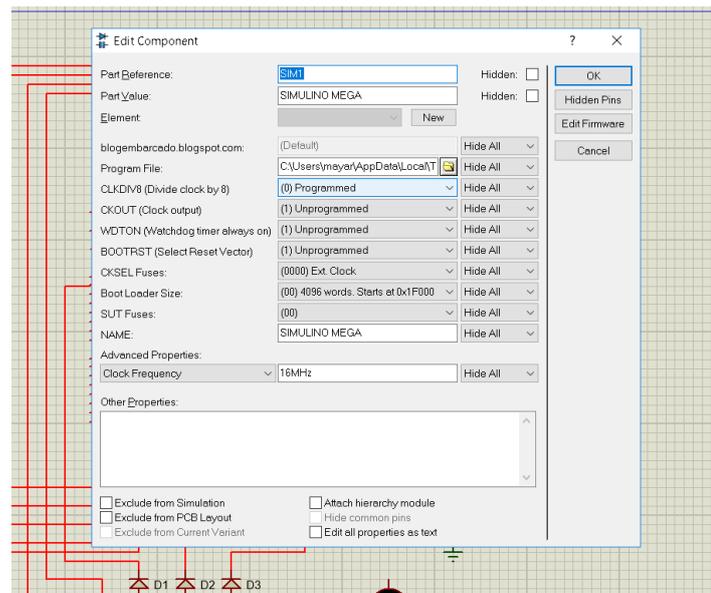
FIGURA 13 - Simulação do Sistema de Alarme.



Fonte: Autoria Própria.

Com o circuito montado, o código hexadecimal referente à programação feita na IDE do Arduino é inserida no Proteus, FIG. 14. Com isso, é possível verificar a simulação do funcionamento do circuito.

FIGURA 14 - Inserção do Código Hexadecimal ao Proteus.

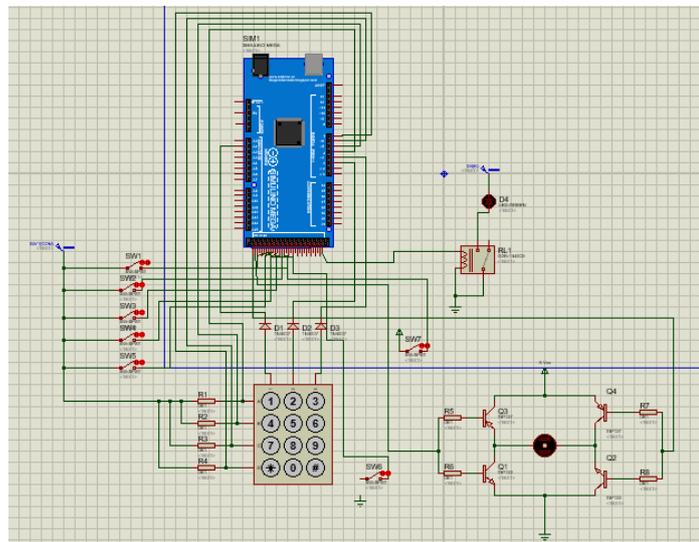


Fonte: Autoria Própria.

Feita a primeira simulação, foi implementado o código referente ao controle de acesso. Para tanto, criou-se uma lógica que ao apertar o botão B do teclado referente ao pino D0, o portão é acionado. Caso o botão seja apertado novamente o portão para, e inverte seu sentido de rotação. Caso as chaves fim de curso posicionadas no início e fim do percurso sejam acionadas, o motor é desligado e o portão para e aguarda um novo comando.

Para simulação utilizou-se um motor DC, transistores e três chaves para representação do motor DC, da ponte H, do controle RF e das chaves fim de curso, respectivamente, conforme FIG. 15. Por sua vez o novo código implementado foi carregado no *software* Proteus sendo possível verificar o correto funcionamento do circuito.

FIGURA 15 - Simulação Controle de Acesso.



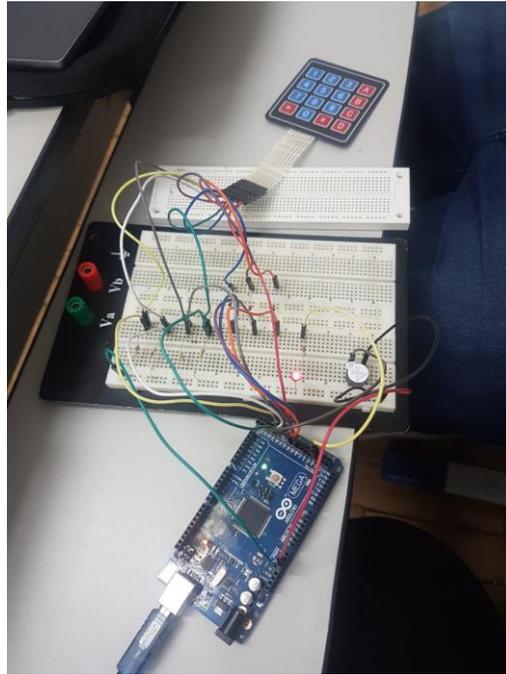
Fonte: Autoria Própria.

### 3.2.3 TESTES DE SOFTWARE E DE HARDWARE

Feita as simulações, o próximo passo foi a realização dos testes, através da montagem dos circuitos utilizando o *protoboard*.

O primeiro circuito montado foi do sistema de senha, a fim de verificar a inserção correta ou não da senha. Caso, a senha fosse inserida corretamente, o sistema era ativo, tendo o *led* vermelho como visto na FIG. 16 representando a situação.

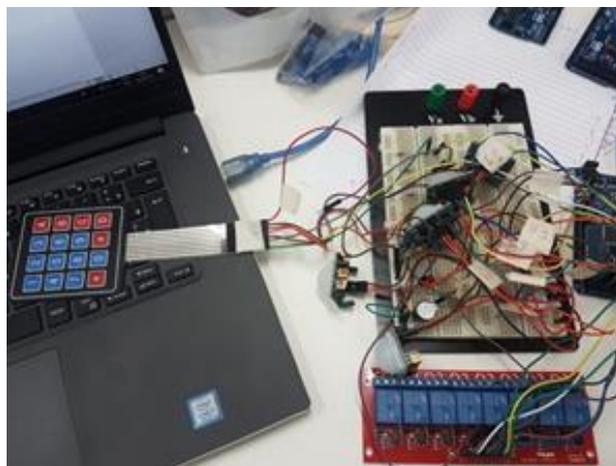
FIGURA 16 - Teste do Sistema Ativo.



Fonte: Autoria Própria.

Nesta etapa, foi adicionado à montagem, os sensores, o relé e o *buzzer* como visto na FIG. 17. No teste foi feito o *upload* da lógica e uma vez que inserida a senha correta, os sensores são ativos e os relés atracam aleatoriamente. Qualquer detecção feita pelos sensores o *buzzer*, representando o alarme, é ativo caso a senha correta não seja inserida em um tempo de 10 segundos sendo possível 3 tentativas para isto.

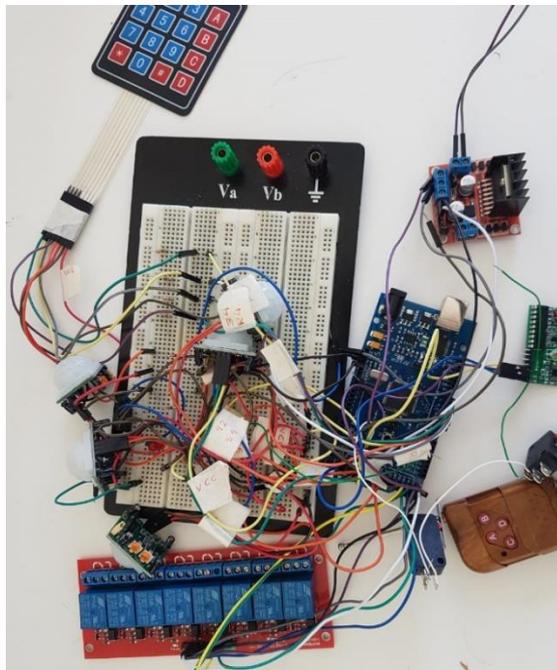
FIGURA 17 - Teste Sistema de Alarme.



Fonte: Autoria Própria.

Para teste do portão eletrônico, adicionou-se à montagem já existente, o motor DC, a ponte H, o controle e receptor RF e as chaves fim de curso. Na FIG.18 pode-se observar a montagem. A ponte H foi alimentada com 5Vcc, conectada nos canais IN1 e IN2 nas portas 45 e 46 do Arduino e duas saídas conectadas ao motor. O receptor RF foi alimentado também com 5Vcc e conectado ao pino 47 do Arduino. Já as chaves fim de curso, foram ligadas ao 0Vcc, mesmo ponto de ligação da porta GND do Arduino e da placa relé *shield*, sendo que o contato NA das duas chaves foram ligadas em paralelo ao pino 44 do Arduino.

FIGURA 18 - Teste do Sistema de Acesso.



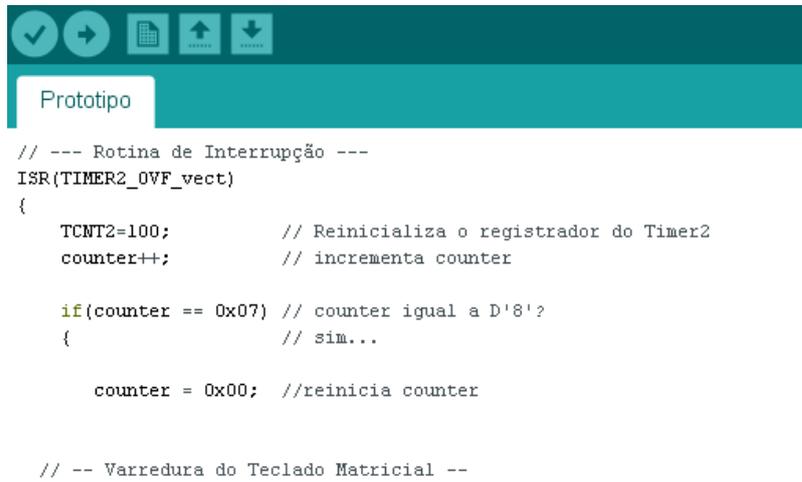
Fonte: Autoria Própria.

A partir das simulações o próximo passo foi o desenvolvimento do protótipo em si. Os componentes alocados no *protoboard* durante as simulações passaram para uma placa de circuito impresso, cujo desenvolvimento é explicado posteriormente.

### 3.2.4 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

Em relação à programação, com intuito de economizar processamento, na varredura do teclado matricial, foi utilizada a interrupção do *Timer2*, conforme FIG. 19, que é ativa somente quando é chamada.

FIGURA 19 - Interrupção Timer2.



```
// --- Rotina de Interrupção ---
ISR(TIMER2_OVF_vect)
{
    TCNT2=100;          // Reinicializa o registrador do Timer2
    counter++;          // incrementa counter

    if(counter == 0x07) // counter igual a D'8'?
    {
        // sim...

        counter = 0x00; //reinicia counter

    }

    // -- Varredura do Teclado Matricial --
}
```

Fonte: Autoria Própria.

Foi realizada a varredura do teclado matricial, de acordo com a FIG. 20 em que cada coluna e linha são analisadas. Assim ocorre um teste para ver qual tecla foi pressionada, armazenando o valor.

FIGURA 20 - Varredura do Teclado Matricial.

```
// -- Varredura do Teclado Matricial --

if(digitalRead(col_1) && control == 0x01) //Coluna 1 em nível high? Control igual 1?
{
    //Sim...
    control = 0x02; //control igual a 2
    digitalWrite(col_1, LOW); //apenas coluna 1 em nível baixo
    digitalWrite(col_2, HIGH);
    digitalWrite(col_3, HIGH);

    // -- Testa qual tecla foi pressionada e armazena o valor --
    if (!digitalRead(row_A)) store(1);
    else if(!digitalRead(row_B)) store(4);
    else if(!digitalRead(row_C)) store(7);
    else if(!digitalRead(row_D)) store(11);

}
else if(digitalRead(col_2) && control == 0x02) //Coluna 2 em nível high? Control igual 2?
{
    //Sim...
    control = 0x03; //control igual a 3
    digitalWrite(col_1, HIGH);
    digitalWrite(col_2, LOW); //apenas coluna 2 em nível baixo
    digitalWrite(col_3, HIGH);

    // -- Testa qual tecla foi pressionada e armazena o valor --
    if (!digitalRead(row_A)) store(2);
    else if(!digitalRead(row_B)) store(5);
    else if(!digitalRead(row_C)) store(8);
    else if(!digitalRead(row_D)) store(0);

}
```

Fonte: Autoria Própria.

Com isso, foi possível determinar o valor digitado e compará-lo com a senha padrão pré-determinada. Na FIG.21 pode-se observar como a comparação é feita. A senha é composta por quatro dígitos, porém, para ativar o sistema é necessário pressionar um quinto dígito qualquer.

FIGURA 21 - Comparação do Valor Digitado com a Senha Padrão.

```

switch(aux_store) //controle do aux_store
{
    case 0x01: number1 = value; break; //caso 1, armazena valor em number1
    case 0x02: number2 = value; break; //caso 2, armazena valor em number2
    case 0x03: number3 = value; break; //caso 3, armazena valor em number3
    case 0x04: number4 = value; break; //caso 4, armazena valor em number4

} //end switch aux_store

if(aux_store > 0x04) //Se aux_store for maior que 4...
{
    aux_store = 0x00; //...volta a valer zero
}

```

Fonte: Autoria Própria.

Com o sistema ativo, os sensores e o acendimento aleatório das lâmpadas são acionados. Para tanto, essa parte foi colocada no *void loop* e, que é uma ferramenta da programação em que ocorre a leitura infinita das variáveis.

Caso ocorra alguma detecção de movimento pelos sensores a variável “systemState” vai para 2 e entra na função “ligar Alarme”, na qual a sirene é acionada em um tempo de 10 segundos caso não ocorre a inserção da senha correta em 3 tentativas, conforme FIG. 22.

FIGURA 22 - Sirene Acionada.



Fonte: Autoria Própria.

Para controle do portão foi analisado o estado do mesmo através das variáveis “statePortao” que define se o portão está parado ou em movimento e “dirPortao” que define se o portão está parado ou abrindo. Faz-se a leitura do estado do botão antes e atual referente ao controle RF e caso o portão esteja em movimento e botão seja pressionado, o portão para e se pressionado novamente muda de direção, conforme FIG. 23. O mesmo processo ocorre caso

alguma das chaves fim de curso sejam acionadas, o portão para e caso o botão seja acionado o motor troca a direção de rotação.

FIGURA 23 - Programação Portão.

```
void loop() {
  bool radioAgora = digitalRead(RD0);

  if(radioAgora && btnRadioAntes == 0){
    Serial.println("State:");
    Serial.println(statePortao);
    if(statePortao > 0){
      digitalWrite(MA,LOW);
      digitalWrite(MB,LOW);
      statePortao = 0;
    }else{
      statePortao = 1;
      if(dirPortao == 0){
        digitalWrite(MA,LOW);
        digitalWrite(MB,HIGH);
        dirPortao = 1;
      }
      else{
        digitalWrite(MA,HIGH);
        digitalWrite(MB,LOW);
        dirPortao = 0;
      }
    }
    Serial.println("State agora:");
    Serial.println(statePortao);
  }
  int stateStatus = digitalRead(FIM_PORTAO);
  if(stateStatus == 0 && stateFimAntes == 1){
    statePortao = 0;
    digitalWrite(MA,LOW);
    digitalWrite(MB,LOW);
    Serial.println("Fim de curso!");
  }

  stateFimAntes = stateStatus;
  btnRadioAntes = radioAgora;
}
```

Fonte: Autoria Própria.

Na FIG. 24 pode-se observar o funcionamento do sistema através do Monitor Serial da IDE. Tem-se que quando a variável “systemState” está em 1 a senha foi inserida corretamente e o sistema está ativo, ou seja, estão ativos os sensores e o acendimento aleatório das lâmpadas. Já, quando está em 0 o sistema está desativado e em 2 o alarme está ativado. Pode-se observar também que o sensor 05 detectou algum movimento, ativando assim a sirene, em um tempo pré-estabelecido.

FIGURA 24 - Funcionamento pelo Monitor Serial.



Fonte: Autoria Própria.

### 3.2.5 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Com as simulações realizadas foi possível fabricar a placa final, montar a maquete demonstrativa e instalar os componentes na mesma. A seguir estas etapas estão melhor explanadas.

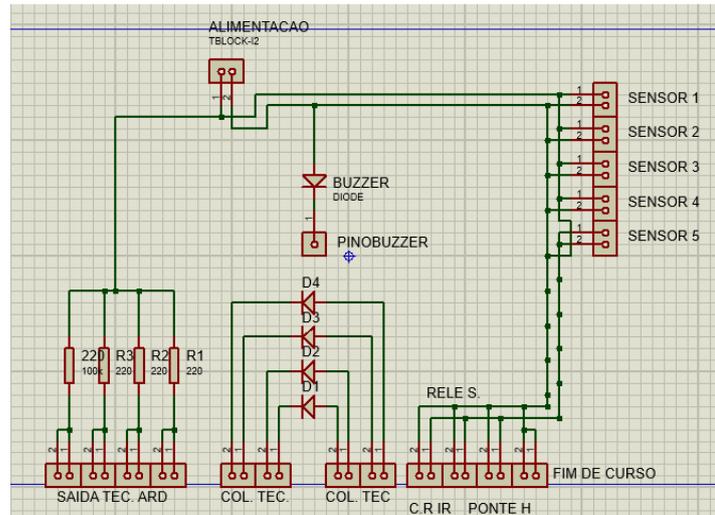
#### A) CIRCUITO IMPRESSO

A partir da simulação feita no *software Proteus* na ferramenta *ISIS* e da montagem realizada no *proto-board* foram verificados os pontos e componentes que compõe a placa. A placa em questão foi desenvolvida para alimentação do sistema e alocação de componentes como os resistores, diodos e *buzzer* utilizados.

A placa é alimentada com uma tensão igual à 5Vcc através dos bornes de entrada. Os bornes de saída ligados à referente tensão são para conexão da ponte H, das chaves fim de curso, da placa rele *shield* e do receptor do controle RF. Além destes componentes, os resistores *pull down* equivalentes ao teclado também foram ligados à tensão de 5Vcc. A placa em questão aloca também o *buzzer* e os diodos utilizados para ligação do teclado.

Com os pontos definidos, foi elaborado no programa *Proteus*, utilizando a ferramenta *ISIS*, o circuito proposto conforme FIG. 25..

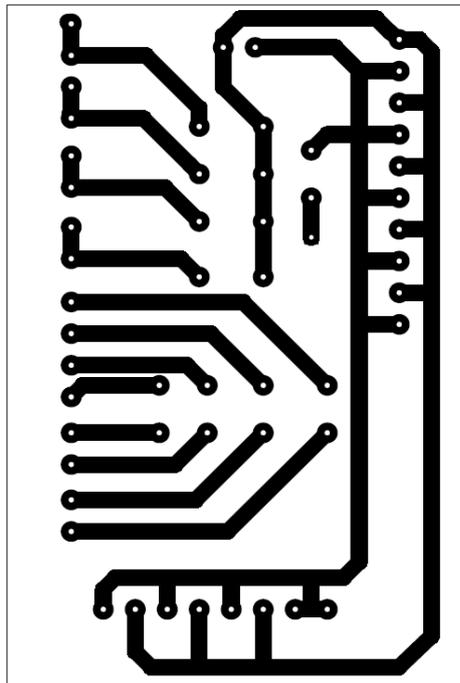
FIGURA 25 - Circuito Eletrônico da Placa de Alimentação.



Fonte: Autoria Própria.

Já para desenvolvimento do *layout* do circuito impresso, como pode ser visto na FIG. 26, foi utilizada a ferramenta Ares.

FIGURA 26 - Layout do Circuito.



Fonte: Autoria Própria

O Proteus permite também a visualização em 3D da placa de circuito impresso, como pode ser visto na FIG. 27. Esta função permite uma maior percepção de dimensão da placa e de como os componentes ficaram dispostos na mesma.

FIGURA 27 - Visualização em 3D da Placa de Circuito Impresso.



Fonte: Autoria Própria

Em sequência, com o layout feito, foi realizado o processo de transferência de do circuito para placa. Para tanto, realiza-se a impressão do circuito em papel fotográfico em uma impressora a laser e o processo de transferência do circuito para placa de é feito com o uso de uma prensa térmica à 200°C, durante um período de 200 segundos.

Uma vez que as trilhas foram transferidas, a placa é imersa em uma solução de percloroeto de ferro onde a parte de cobre exposta passa por um processo de corrosão. Na FIG. 28 tem-se o resultado deste processo.

FIGURA 28 - Placa de Circuito Impresso.



Fonte: Autoria Própria.

Com isso, foi possível realizar a furação para alocação dos componentes projetados e a soldagem dos mesmos nos lugares pré-definidos. A FIG. 29 apresenta a placa final.

FIGURA 29 - Placa de Circuito Impresso com os Componentes Soldados.

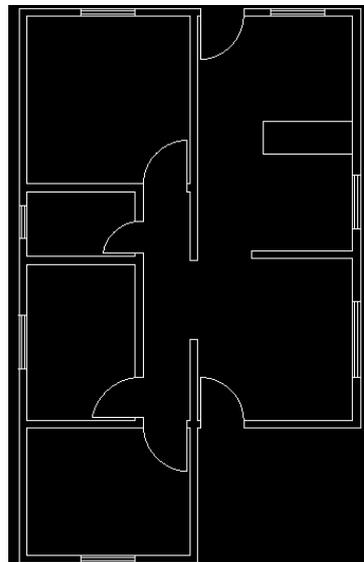


Fonte: Autoria Própria.

## B) CONSTRUÇÃO DA MAQUETE

Para construção da maquete foi realizado um esboço de uma planta a qual era composta por 1 sala, 1 cozinha, 1 banheiro, 3 quartos e 1 corredor de acesso aos quartos. Na FIG. 30 pode-se observar o esboço da planta baixa da mesma.

FIGURA 30 - Planta Baixa Maquete.



Fonte: Autoria Própria

Com as medidas definidas em uma escala de 1:20, optou-se pelo uso de um material compensado para confecção da maquete. As peças foram cortadas de acordo com as medidas pré-estabelecidas e pintadas. Para união das peças utilizou-se uma cola universal a qual possui boa aderência e para montagem foi utilizado um esquadro a fim de se obter ângulos mais precisos. A FIG. 31 apresenta uma vista frontal da maquete desenvolvida.

FIGURA 31 - Vista Superior Frontal.



Fonte: Autoria Própria.

Já na FIG. 32 pode-se observar uma vista lateral da maquete.

FIGURA 32 - Vista Superior Lateral.



Fonte: Autoria Própria.

Para melhor visualização do processo proposto neste trabalho e alocação das lâmpadas optou-se pelo uso do vidro, como laje, no qual foram feitas perfurações nos locais predeterminados para instalação das mesmas.

Com a montagem da maquete é possível realizar a instalação dos componentes do trabalho proposto.

### C) INSTALAÇÃO FINAL DOS COMPONENTES NA MAQUETE

Para finalizar o protótipo todo sistema foi instalado na maquete, conforme FIG.33. As lâmpadas foram ligadas a uma tensão de 127 V e a sirene a uma tensão de 12Vcc. Os demais componentes foram todos ligados à placa de 5 Vcc demonstrada anteriormente.

FIGURA 33 - Instalação Final dos Componentes.

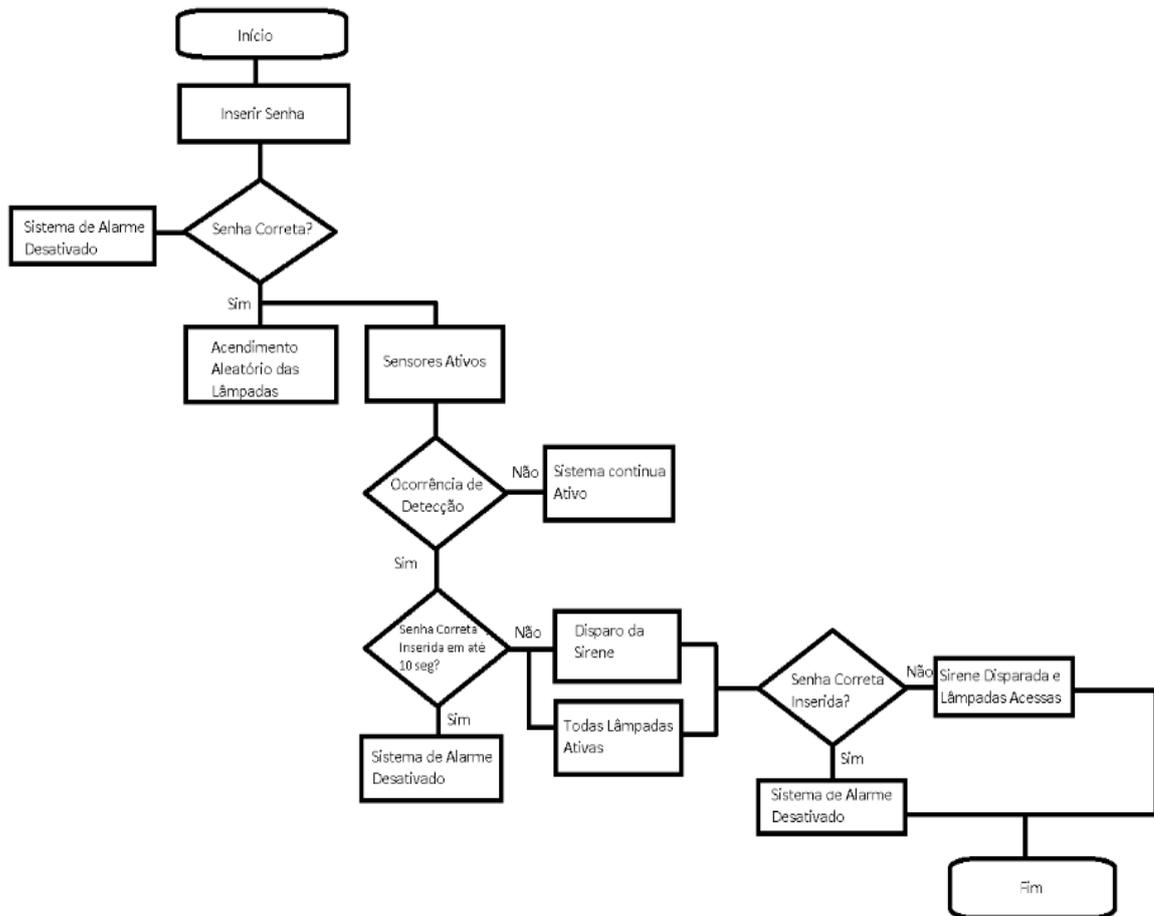


Fonte: Autoria Própria

#### D) FUNCIONAMENTO

Para ativar o sistema de alarme é necessário digitar a senha correta no teclado. Com isso, os sensores são ativos e as lâmpadas acendem aleatoriamente, dando a impressão de que os moradores estão presentes. Caso ocorra alguma detecção de movimento pelos sensores, o alarme dispara após um tempo equivalente a 10 segundos. Durante este tempo, o indivíduo tem 3 chances de digitar a senha correta e desativar o sistema de alarme, não disparando a sirene. O funcionamento pode ser observado do fluxograma da FIG. 34.

FIGURA 34 - Fluxograma do Funcionamento do Sistema de Alarme.



Fonte: Autoria Própria.

O controle de acesso do portão ocorre através do controle RF. Ao apertar o botão B do controle, conforme indicado na FIG. 35 o portão aciona abrindo ou fechando.

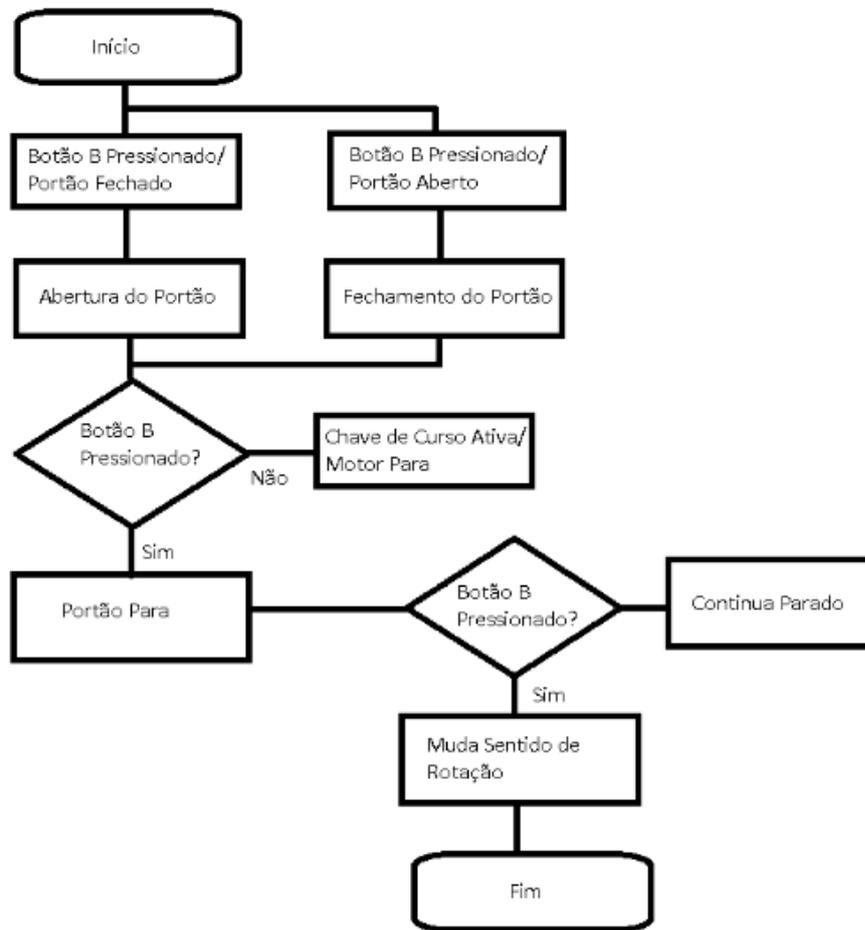
FIGURA 35 - Botão Referente ao Acionamento do Portão.



Fonte: Autoria Própria.

Caso no meio do percurso o botão seja pressionado, o portão para e se pressionado novamente inverte o sentido de rotação. Ao concluir o total fechamento ou abertura, uma das chaves fim de curso são ativas desligando o motor. O funcionamento do portão ocorre conforme fluxograma da FIG. 36.

FIGURA 36 - Fluxograma do Funcionamento do Portão.



Fonte: Autoria Própria.

O próximo capítulo é referente aos resultados obtidos com o desenvolvimento do protótipo. Nele será abordado o funcionamento do sistema, bem como dados relevantes da programação.

## 4 RESULTADOS

Como proposto neste trabalho, pode-se verificar que é possível implementar e aplicar a automação em residências proporcionando maior eficácia e eficiência nos sistemas de segurança. Vale ressaltar que para equipamentos periféricos comerciais são necessárias algumas adaptações específicas para cada modelo.

Uma vez realizada os testes e a instalação final dos componentes na maquete algumas divergências puderam ser notadas. Algumas delas serão descritas a seguir:

Na realização dos testes ocorreu um problema com a utilização do *buzzer* como indicativo sonoro do alarme. Quando o *buzzer* estava acionado no estado de alarme, o sistema não aceitava a inserção da senha a fim de desativá-lo. Para detectar se o problema estava realmente no uso *buzzer*, os comandos relacionados a ele foram desativados e o sistema funcionou conforme programado permitindo a inserção da senha no sistema. Uma solução encontrada para reverter o problema foi o uso de uma sirene de 12Vcc para substituir o *buzzer*. Porém, uma vez que, praticamente todo sistema funciona em 5Vcc, teve de se utilizar uma bateria de 12Vcc, que foi ligada ao oitavo relé da placa relé *shield*, para alimentação da sirene.

Observou-se também que uma vez que o sistema de alarme quando ativo não era possível ser deligado, para tanto se utilizou a senha já criada, que quando inserida desativa o sistema de alarme e conseqüente desliga a sirene.

Outro problema detectado foi na tensão de entrada do motor. O motor instalado possui uma tensão de funcionamento de 5Vcc. Porém, quando ligado à ponte H ocorre uma queda brusca da tensão nos bornes de saída para o motor, por volta de 2Vcc, não permitindo a partida do motor com essa queda de tensão. Observou-se então que para o motor ser acionado era necessária uma tensão superior à de 5Vcc. Através de testes, com uso de uma fonte variável, foi possível concluir que com uma tensão de entrada de 6Vcc o motor acionava mesmo com a queda de tensão presente. Para se obter esta tensão de alimentação foi utilizado um regulador de tensão LM 7806, conforme FIG. 37 que consegue converter 12Vcc em 6Vcc, permitindo o funcionamento do componente em questão.

FIGURA 37 - Ligação do Regulador de Tensão.



Fonte: Autoria Própria.

Feita toda instalação dos componentes na maquete, foi realizado os testes finais. Contudo, observou-se que, com o sistema de alarme ativo, o sensor de presença detectava sinal alto quando a lâmpada do cômodo correspondente a ele era ativada. Para tanto foram realizadas diversas tentativas para reverter o problema. A primeira tentativa consistiu em ajustar a sensibilidade do sensor através do *trimpot*, que é um resistor variável, presente no circuito do sensor. Posteriormente a lâmpada e o sensor foram encapados por uma fita isolante com intuito de diminuir a luminosidade e sensibilidade. A cápsula envoltória do sensor foi retirada objetivando diminuir o ângulo de alcance. Foi colocado um envoltório de papel fotográfico em forma cone na lâmpada a fim de diminuir o ângulo de alcance dos raios, além de outras tentativas insatisfatórias. Por fim, reduziu-se a tensão de entrada das lâmpadas por volta de 50V, fazendo com que a luminosidade da mesma ficasse baixíssima e assim, resultando na não detecção pelo sensor. Outra tentativa realizada foi encapsular as lâmpadas

encapadas parcialmente com fita isolante através de um recipiente plástico. Desta forma a luminosidade foi focalizada impedindo que o sensor detectasse a mesma. Porém devido à estética, essa solução não foi utilizada. Outro teste realizado foi a utilização de uma lâmpada *led* observou-se que em alguns cômodos com maiores dimensões, o sensor não acusava quando a mesma ligava, porém em cômodos menores a detecção ocorria. Desta forma, optou-se por utilizar as lâmpadas *led*, e nos cômodos onde a detecção ainda ocorria, optou-se em utilizar o envoltório plástico nos sensores, focalizando o ângulo de detecção.

Durante o desenvolvimento do projeto viu-se que era desnecessário estabelecer três tentativas para desativar o sistema de alarme uma vez que o alarme é disparado em 10 segundos caso a senha correta não seja inserida. Optou-se, portanto, em utilizar somente o tempo como parâmetro para disparo da sirene.

Deixando de lado os problemas detectados, o sistema de alarme funcionou como esperado. O sistema foi ativo uma vez que a senha programada era inserida, assim, os sensores eram ativos e as lâmpadas acendiam aleatoriamente. Detectado algum movimento pelos sensores e se após 10 segundos a senha correta não foi inserida, a sirene dispara e todas as lâmpadas acendem instantaneamente e para desativar o sistema a senha pré-estabelecida deve ser inserida. O portão funcionou como esperado também, sendo ativado ou desativado quando o botão definido foi pressionado.

O próximo capítulo aborda as conclusões do presente trabalho e, além disso, sugestões para futuros trabalhos.

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou uma proposta de aplicação da automação residencial visando segurança e controle de acesso com uso do Arduino, que é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware e software livres.

Visando atingir o objetivo principal, os componentes e sistema utilizados no protótipo foram devidamente especificados, bem como se procedeu à realização de simulações de *hardware* e *software*. Além disso, foi desenvolvido um programa para controle do portão eletrônico acionado por Rádio Frequência (RF); inserção de senha em teclado alfanumérico; monitoramento dos sensores de presença; acendimento aleatório das lâmpadas dos ambientes e disparo de alarme. Por fim, procedeu-se o desenvolvimento de um hardware e, finalizando o processo, uma maquete demonstrativa foi construída

A automação tem diversas aplicações no meio residencial, oferecendo várias oportunidades para inovação e desenvolvimento, podendo proporcionar além da segurança, conforto, comodidade, economia e praticidade.

A utilização do Arduino foi bastante satisfatória uma vez que preencheu todos os requisitos necessários para desenvolvimento do protótipo proposto. Por ser um hardware livre possibilita uma gama de aplicações e desenvolvimento de novas ideias. O fácil acesso e a disponibilidade de componentes que são compatíveis com o Arduino foi outro ponto importante não sendo necessária a criação de muitas interfaces de comunicação.

Durante a execução deste trabalho novas ideias surgiram, porém para que o trabalho não perdesse o foco principal tais idéias não foram executadas. Com isso, fica como indicação de trabalhos futuros implementar um sistema que ofereça conforto ao morador através de aplicativos via *web* e, também, avaliar a viabilidade econômica do projeto como um todo. Além disso, a possibilidade de adaptar uma fonte independente (uma bateria, por exemplo) que garanta o funcionamento do controle de sensores mesmo com a falta de energia elétrica da concessionária.

Com base nos resultados apresentados, o trabalho alcançou os objetivos estabelecidos bem como se pode concluir que o sistema de automação residencial aplicado à segurança atende as necessidades e otimiza o processo.

O sistema proposto, portanto, é aplicável, mas pode ser inviável daqui algum tempo devido à grande evolução vivenciada, em que a todo tempo são lançados no mercado novos padrões de tecnologia. Com isso, este trabalho, de alguma forma contribui também para

este avanço tecnológico através dos resultados obtidos, bem como pode servir de referência para base e incentivo de futuros trabalhos com novas ideias.

## REFERÊNCIAS

- ACCARDI, Adonis e DODONOV, Eugeni. *Automação residencial: elementos básicos, arquiteturas, sensores, aplicações e protocolos*. T.I.S, São Carlos, v.1, n.2, p.156-166, nov. 2012. Disponível em: <http://revistatis.dc.ufscar.br/index.php/revista/article/view/2>>. Acesso: 05 mar. 2018.
- ARDUINO. *About Us*. 2018. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Main/AboutUs>. Acesso em: 9 fev. 2018.
- BRAGA, Newton C. *Relés - conceitos e aplicações*. Instituto Newton Braga. São Paulo, 2012.
- BUNEMER, Ricardo. *Domótica assistiva utilizando sistemas integrados de supervisão e controle*. Dissertação. 163p. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, 2014.
- CAMPOS, Roberto Augusto Freitas. *Automação residencial utilizando arduino e aplicação web*. Monografia. 85 p. Centro Universitário de Brasília (UniCEUB), Brasília, 2014.
- COELHO, Juraci Gontijo. *Acionamento remoto de lâmpadas*. Monografia. 97 p. Centro Universitário de Brasília (UNICEUB). Brasília, 2008.
- DEVAL, Felipe Antonio. *Automação residencial de baixo custo utilizando tecnologias open source*. Centro Universitário de Araraquara (UNIARA). Araraquara, 2015.
- DIAS, César Luiz de Azevedo e PIZZOLATO, Nélio Domingues. *Domótica - Aplicabilidade e sistemas de automação residencial*. Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET). Campos dos Goytacazes, 2004.
- FREITAS, Wglierber Sousa. *Automação residencial utilizando a plataforma de hardware livre Arduino*. Monografia. 46 p. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista, 2016.
- GIL, Antônio Carlos. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GOSOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de Administração de Empresas*. São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.
- LEAL, Luciana Nunes e WERNECK, Felipe. IBGE: 11,9 milhões foram vítimas de roubo em 1 ano. *Estadão*. 15 dez. 2010. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/noticias/geral,ibge-11-9-milhoes-foram-vitimas-de-roubo-em-1-ano,653922>. Acesso em: 22 out. 2017.
- MARTINS, Nardenio Almeida. *Sistemas Microcontrolados*. São Paulo: Novatec. 2005. 263 p.
- MCROBERTS, Michael. *Arduino básico*. São Paulo: Novatec, 2011. 456 p.
- PATSKO, Luís Fernando. *Tutorial Montagem da Ponte H*. Maxwell Bohr, [S.L], fev. 2006. Disponível em: [http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000\\_kdr5000/tutorial\\_eletronica\\_-\\_montagem\\_de\\_uma\\_ponte\\_h.pdf](http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000_kdr5000/tutorial_eletronica_-_montagem_de_uma_ponte_h.pdf) >. Acesso em: 17 mai. 2018.

PRADO, Gabriel e ARCOVERDE, Leo. Roubos e furtos a condomínios crescem 172% em São Paulo, aponta levantamento. São Paulo, *GloboNews*. 05/04/2017, Atualizado em 05/04/2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/roubos-e-furtos-a-residencias-crescem-172-em-sao-paulo-aponta-levantamento.ghtml>. Acesso em: 17 set. 2017.

SÊNICA, Ricardo Jorge Cachola. *Domótica com arduino e interface web*. Monografia. 91p. Escola Secundária Afonso Lopes Vieira. Leiria, 2013.

SILVEIRA, Sandro Moura da e GONÇALVES, Thadeu Santos Silva. *Automação residencial utilizando Arduino e SO Android*. Monografia. 63p. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.

SIMPLIFIES. Simplifies simple Home. *Porque Automatizar*. 2009. Disponível em: <http://www.simplifies.com.br/porqueautomatizar/automatizacao.php>. Acesso em: 26 maio 2018.

SISLITE- Integração de Sistemas. *Domótica - O que é a domótica?* Nov. 2017. Disponível em: <http://www.sislite.pt/domus.htm>. Acesso em: 28 out. 2017.

SMART. *Como se situa o Brasil no mundo da Automação Residencial?* 04 jan. 2016. Disponível em: <http://www.smartautomacao.com.br/home/como-se-situa-o-brasil-no-mundo-da-automacao-residencial/>. Acesso em: 14 nov. 2017.

TEZA, Vanderlei Rabelo. *Alguns aspectos sobre a automação residencial - domótica*. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.