

**CENTRO UNIVERSITÁRIO MAURÍCIO DE NASSAU**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO**

**CARLOS HENRIQUE DO NASCIMENTO PEREIRA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**  
**CONTROLE DE MOVIMENTAÇÃO RESIDENCIAL**  
**UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO**



**RECIFE**  
**2017**

**CARLOS HENRIQUE DO NASCIMENTO PEREIRA**

**CONTROLE DE MOVIMENTAÇÃO RESIDENCIAL  
UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação de Engenharia da Computação do Centro Universitário Maurício de Nassau do estado de Pernambuco, como pré-requisito para obtenção de nota da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, sob orientação da Professora Andrea Maria Nogueira Cavalcanti Ribeiro.

**RECIFE  
2017**

Dedico esta monografia às pessoas que estiveram ao meu lado durante esta caminhada: meus pais Elisângela e Cícero. Ao meu irmão Matheus, pelo apoio. Também dedico à Jessica, minha namorada, por toda paciência, carinho e amor.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, por todo o suporte necessário para minha formação não só acadêmica, mas também pessoal.

À minha namorada, Jessica, pelo incentivo na elaboração desta monografia.

À minha orientadora, Andrea, pelo incentivo, apoio, confiança e pelos ensinamentos compartilhados na disciplina de Sistemas Embarcados que foram essenciais para concretização do projeto.

Ao professor Lin, pelo apoio no desenvolvimento da ideia inicial do projeto.

Aos meus amigos, em especial a Cláudio pelo companheirismo durante esses 5 anos de graduação.

“As máquinas me surpreendem muito frequentemente.”

Alan Turing

## RESUMO

A automação residencial começou a tomar impulso no final dos anos 90, sendo inicialmente instalada em residências de alto padrão, com o intuito de dar segurança, conforto e comodidade a seus proprietários. Ultimamente esse sistema de segurança está cada vez mais sendo utilizado nas residências, devido ao aumento da violência no país, assaltos e roubos, surgindo então uma demanda por mais segurança e menos custos, promovendo maior conforto e credibilidade aos seus usuários. Buscando minimizar os custos dessas tecnologias a população tem procurado essa segurança promovida pela automação residencial através de tecnologias *open source*, cujas licenças são gratuitas. Um exemplo é a plataforma de prototipagem eletrônica arduino. Desse modo, o objetivo do projeto foi desenvolver um sistema de automação residencial de baixo custo, seguro e eficiente. Apresentando um protótipo capaz de monitorar remotamente as residências na ausência de seus moradores através de qualquer dispositivo que tenha acesso à internet, como *smartphones*, *tablets* e computadores. Com o sistema proposto o usuário será notificado em “tempo real” quando o sensor de movimentação infravermelho detectar algo. Para isso, foram utilizados sensor de movimentação, Internet, transmissores e receptores radiofrequência 433 MHz, resistores, LEDs, módulos *ethernet shield* e o arduino como componente principal. Os testes realizados demonstraram a eficácia do projeto, evidenciando que é um sistema seguro para ser implementado nas residências. A relação custo-benefício também foi alcançada, o custo do projeto é acessível, ou seja, com um baixo investimento os usuários podem usufruir de inúmeros benefícios tais como: praticidade, segurança, simplicidade, conforto e melhoria na qualidade de vida.

**Palavras chaves:** Automação residencial, arduino, segurança.

---

## ABSTRACT

Residential automation began to pick up in the late 1990's, being initially installed in high standard residences, with the purpose of giving security, comfort and convenience to its owners. Lately this security system is increasingly being used in homes due to the increase in violence in the country, burglary and robberies, resulting in a demand for more safety and lower costs, promoting greater comfort and credibility to its users. Seeking to minimize this cost, people have been seeking this security promoted by residential automation through open source technologies, whose licenses are free. An example is the Arduino electronic prototyping platform. Thus, the goal of the project was to develop a low cost, safe and efficient home automation system. Introducing a prototype capable of remotely monitoring residences in the absence of its residents through any device that has access to the internet, such as smartphones, tablets and computers. With the proposed system the user will be notified in "real time" when the infrared motion sensor detects something. For this, we used the motion sensor, the Internet, 433 MHz radio frequency transmitters and receivers, resistors, LEDs, ethernet shield modules and the arduino that is the main component. For this, we used a motion sensor, Internet, 433 MHz radio frequency transmitters and receivers, resistors, LEDs, ethernet shield modules and arduino as the main component. The tests performed out demonstrated the effectiveness of the project, evidencing that it is a safe system to be implemented in the residences. The cost-benefit ratio has also been achieved, the cost of the project is affordable, that is, with a low investment users can enjoy numerous benefits such as: practicality, safety, simplicity, comfort and improvement in quality of life.

**Keywords:** Residential automation, arduino, security.

---

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Diagrama representando o funcionamento do arduino.....	16
Figura 2 -	Placa arduino UNO.....	17
Figura 3 -	Exemplo da IDE do arduino.....	18
Figura 4 -	Placa ethernet shield (Wiznet W5500 Ethernet).....	20
Figura 5 -	Sensor de movimentação arduino (PIR).....	21
Figura 6 -	Lente de fresnel.....	22
Figura 7 -	Frente e verso do sensor de movimentação arduino (PIR).....	22
Figura 8 -	Transmissor e receptor RF (433 MHz) .....	23
Figura 9 -	Partes do LED.....	24
Figura 10 -	Resistor com filme de carbono.....	25
Figura 11 -	Cenário de Aplicação.....	33
Figura 12 -	Arquitetura do sistema de controle de movimentação residencial...	34
Figura 13 -	Interface da aplicação 1 (site).....	35
Figura 14 -	Interface da aplicação 2 (e-mail).....	35
Figura 15 -	Arquitetura do módulo servidor.....	36
Figura 16 -	<i>Ethernet shield</i> acoplado ao Arduino.....	37
Figura 17 -	Ligações físicas do módulo servidor.....	37
Figura 18 -	<i>Firmware</i> do módulo servidor.....	38
Figura 19 -	Protótipo do módulo servidor .....	39
Figura 20 -	Arquitetura do módulo sensor.....	39
Figura 21 -	Ligações físicas do módulo sensor .....	40
Figura 22 -	<i>Firmware</i> do módulo sensor.....	41
Figura 23 -	Protótipo do módulo sensor.....	41
Figura 24 -	Arquitetura do módulo cliente .....	42
Figura 25 -	Ligações físicas do módulo cliente.....	43
Figura 26 -	<i>Firmware</i> do módulo cliente .....	44
Figura 27 -	Protótipo do módulo cliente.....	44
Figura 28 -	Testes de validação do módulo servidor .....	45
Figura 29 -	Teste de validação do módulo sensor.....	46

---

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -Especificação técnica do arduino UNO.....	17
Quadro 2 - Especificação técnica do transmissor RF.....	23
Quadro 3 - Especificação técnica do receptor RF.....	24
Quadro 4 - Valor e tolerância dos resistores.....	26
Quadro 5 - Comparaçao dos sistemas de segurança.....	29
Quadro 6 - Diferença entre este trabalho e outros trabalhos relacionados.....	31
Quadro 7 - Preço dos equipamentos.....	48

---

## LISTA DE ABREVIATURAS

- BITS** - Binary Digits
- DC** - Corrente Contínua
- GND** - Filtro Graduado De Densidade Neutra
- GPRS** - General Packet Radio Services
- HD** - High Definition
- HTML** - Hypertext Markup Language
- IDE** - Integrated Development Environment
- IP** - Protocolo de Internet
- LAN** - Local Area Network
- LED** - Light Emitting Diode
- MHz** - Mega Hertz
- OUT** - Terminal de Saída
- PCs** - Computadores Pessoais
- PIR** - Passive InfraRed
- RF** - RadioFrequência
- RJ45** - Registered Jack 45
- SD** - Secure Digital Card
- V** - Volt
- VCC** - Voltagem Corrente Contínua

---

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	13
<b>2 OBJETIVOS</b>	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos Específicos	14
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	15
3.1 Automação Residencial	15
3.2 Histórico da Domótica	15
3.3 Arduino	16
3.3.1 Interfaces de Programação	18
3.3.2 Bibliotecas	19
3.4 Linguagem HTML	19
3.5 Ethernet Shield	20
3.6 Sensor PIR	20
3.7 Transmissores e Receptores RF	22
3.8 LEDs	24
3.9 Resistores	25
3.10 Sistemas de Controle de Movimentação	26
3.10.1 Câmeras de Segurança	26
3.10.2 Sistema de Alarmes e Sensores	27
3.10.3 Análise dos Resultados	28
<b>4 TRABALHOS RELACIONADOS</b>	30
<b>5 CONTROLE DE MOVIMENTAÇÃO RESIDENCIAL</b>	32
5.1 Cenário de Aplicação	32
5.2 Arquitetura do Sistema	33
5.2.1 Interfaces de Aplicação	34
5.2.2 Módulo Servidor	36
5.2.3 Módulo Sensor	39
5.2.4 Módulo Cliente	42
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	45
6.1 Validação do Módulo Servidor	45
6.2 Validação do Módulo Sensor	46

6.3 Validação do Módulo Cliente	47
6.4 Validação da Interação do Sistema	47
6.5 Custo do Projeto	48
7. CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
APÊNDICE A – CÓDIGO DO MÓDULO SERVIDOR	55
APÊNDICE B – CÓDIGO DO MÓDULO SENSOR	58
APÊNDICE C – CÓDIGO DO MÓDULO CLIENTE	61

## 1 INTRODUÇÃO

A automação residencial, também conhecida como domótica, consiste na utilização de inovações tecnológicas para atender as necessidades dos moradores de uma determinada residência. A palavra domótica é resultado da junção da palavra “Domus” que significa “casa”, com “robótica”, controle automatizado de algo. Dessa maneira, a domótica corresponde à utilização simultânea da eletricidade, eletrônica, e tecnologias da informação no contexto residencial, proporcionando que seus usuários façam a sua gestão, local ou remotamente. A automação pode ser aplicada em diversas áreas como segurança, conforto, comunicações e gestão de energia (MARIOTONI; ANDRADE, 2002).

Observou-se em um estudo realizado no ano de 2014 por uma Organização Não Governamental Americana, a *Social Progress Imperative*, que o Brasil aparece como o 11º país mais inseguro do mundo, em um ranking que mede a qualidade de vida em 132 países. Consequentemente, a busca por soluções em segurança domiciliar está aumentando (LORENZZO, 2015).

Entretanto, muitas vezes, a implantação desses sistemas de segurança não pode ser concretizada pelo seu alto custo de investimento e complexidade. Além disso, quando ocorre alguma invasão na residência, alguns dispositivos disponíveis no mercado não se mostram tão eficazes, não comunicam o ocorrido ao proprietário em tempo real.

Nesse contexto, a proposta do trabalho é desenvolver um sistema de controle de movimentação residencial de baixo custo. Para tanto, foram utilizados *hardwares* e *softwares* de menor custo e linguagens de programação gratuitas. No desenvolvimento do projeto o arduino foi utilizado como *hardware* principal, por ser um dispositivo livre e de fácil programação, a fim de superar a barreira da complexidade. Sendo nele embarcado um código escrito nas linguagens de programação C e HTML, no qual foi criado um site que permite ao usuário ativar e desativar o sistema para acompanhar e gerenciar o controle de movimentação em sua residência.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema de automação residencial utilizando a plataforma eletrônica arduino com seus periféricos para notificar o usuário sobre alguma movimentação através de e-mail, provendo uma segurança residencial mais confiável e eficiente na ausência do proprietário.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Detectar o movimento no ambiente monitorado;
- Notificar o usuário por e-mail;
- Criar um dispositivo de baixo custo;
- Desenvolver a programação na plataforma eletrônica arduino.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentado o embasamento teórico necessário para o completo entendimento da monografia, assim como as informações sobre os *hardwares* e *softwares* utilizados para a construção do sistema.

#### 3.1 Automação Residencial

É possível definir a automação residencial como sendo um conjunto de serviços proporcionados por sistemas tecnológicos integrados, sendo utilizado como um melhor meio para atender as necessidades básicas de segurança, gestão energética, comunicação e conforto de uma habitação (MURATORI; DAL BÓ, 2011).

Diante deste contexto, se torna mais adequado o termo “domótica”, por ser mais abrangente e largamente utilizado na Europa. Conforme FERREIRA (2008), através da domótica é possível controlar de forma automática uma residência.

Uma explicação bastante completa sobre a definição de Domótica pode ser observada no trecho a seguir:

Domótica é a automatização e o controle aplicados à residência. Esta automatização e controle se realizam mediante o uso de equipamentos que dispõem de capacidade para se comunicar interativamente entre eles e com capacidade de seguir as instruções de um programa previamente estabelecido pelo usuário da residência e com possibilidades de alterações conforme seus interesses. Em consequência, a domótica permite maior qualidade de vida, reduz o trabalho doméstico, aumenta o bem-estar e a segurança, racionaliza o consumo de energia e, além disso, sua evolução permite oferecer continuamente novas aplicações. (MURATORI; DAL BÓ, 2011, p.70).

#### 3.2 Histórico da Domótica

A origem da domótica remete-se a década de 70, onde foram lançados nos Estados Unidos os primeiros dispositivos de automação de edifícios que foram baseados na tecnologia X-10. Essa tecnologia é um protocolo de comunicação entre dispositivos eletrônicos usados para automação residencial. Por meio desse protocolo era possível o controle de dispositivos remotos sem ter a necessidade de novos cabeamentos (BORTOLUZZI, 2013).

Nos anos 80, com a propagação do uso dos computadores pessoais (PCs) e da internet, aconteceu também o surgimento de interfaces gráficas e operações muito menos complexas do que as que já existiam o que fez com surgissem novas

possibilidades de automação residencial. No entanto, esse sistema apresentava uma desvantagem, o elevado consumo de energia, uma vez que, existia a necessidade dos PCs estarem sempre ligados, além da centralização do controle que pode vir a trazer falhas e comprometer o funcionamento do sistema automatizado. Devido a esse problema os PCs foram substituídos por dispositivos embarcados (BORTOLUZZI, 2013).

Com o passar do tempo, diversas tecnologias foram integradas a automação residencial, por exemplo, os controles remotos programáveis infravermelho e radiofrequência. Mas o grande destaque ocorreu no final da década de 90, onde surgiram novidades com a internet banda larga e os celulares, possibilitando o controle e monitoramento da casa de qualquer lugar desde que conectado à internet (BORTOLUZZI, 2013).

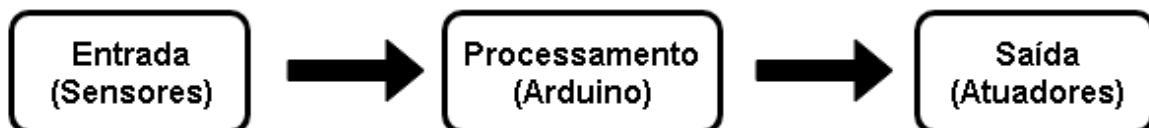
Além disso, com a intensificação da convergência tecnológica ocorrida a partir do séc. XXI, OLIVEIRA (2012), diz que atualmente a domótica passou a utilizar esses novos recursos de maneira integrada, um exemplo seria utilizar o controle e monitoramento móveis por meio de *tablets*, celulares ou via web.

### 3.3 Arduino

Segundo McRoberts (2011, p.22), “O arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de *hardware* e *software*”.

Em termos práticos, o arduino consiste em uma plataforma eletrônica de código aberto, baixo custo e fácil utilização. Cuja função é ser o “cérebro” de inúmeros projetos, sendo capaz de ler entradas, como por exemplo, receber um impulso de um botão e transformá-lo em uma saída, acendendo um LED (*Light Emitting Diode*) (ARDUINO, 2016). A Figura 1 demonstra o funcionamento do arduino.

**Figura 1** – Diagrama representando o funcionamento do arduino



Fonte: Autor, 2017.

O arduino teve origem no *Ivrea Interaction Design Institute* e por ser considerado de fácil utilização foi destinado a estudantes que não possuíam muita habilidade em programação e eletrônica. No entanto, com o passar do tempo foram surgindo novas necessidades e desafios o que ocasionou uma aprimoramento da placa de 8 bits - (Binary Digits). Por ser uma plataforma *open-source* possibilita aos usuários uma construção de forma independente fazendo adaptações de acordo com as suas necessidades (MONK, 2017). O dispositivo pode ser visualizado na Figura 2 e sua especificação técnica no Quadro 1.

**Figura 2- Placa arduino UNO**



Fonte: ARDUINO, 2017.

**Quadro 1 - Especificação técnica do arduino UNO**

Microcontrolador	ATmega328P
Tensão operacional	5v
Tensão de entrada (recomendada)	7 - 12v
Tensão de entrada (limite)	6 - 20v
Pinos de Entrada / Saída digitais	14 (6 oferecem saída PWM (Modulação por Largura de Pulso))
Pinos de entrada analógica	6
Corrente DC para pino 3.3v	50mA
Memória flash	32 KB (ATmega328P), dos quais 0,5 KB usado pela bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Frequência do clock:	16 MHz
Comprimento	68,6 mm
Largura	53,4 mm
Peso	25

Fonte: ARDUINO, 2017.

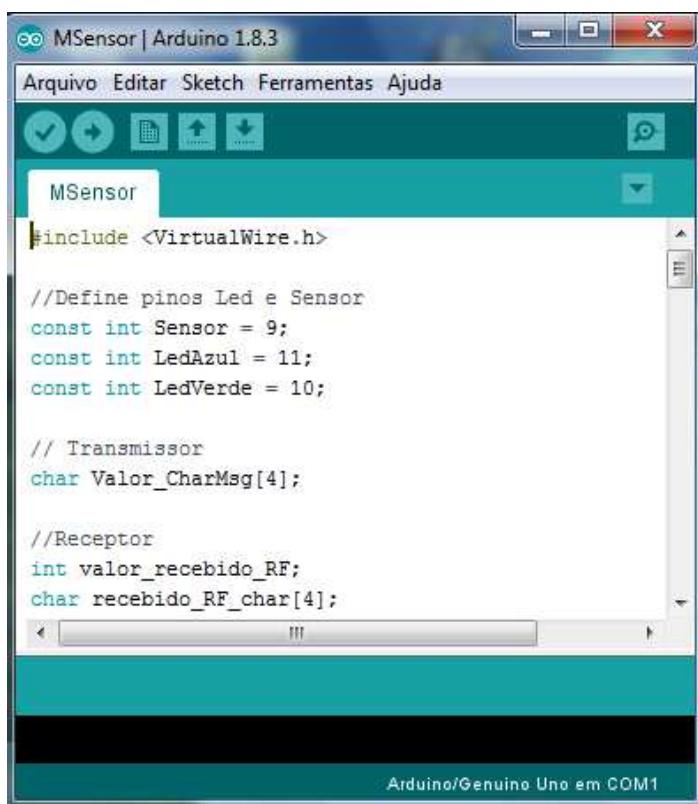
### 3.3.1 Interface de Programação

As máquinas em geral possuem uma linguagem própria, ou seja, seu próprio idioma para executar ações, também chamado de linguagem de máquina. Em virtude da complexidade de compreensão da linguagem de máquina, é utilizada uma linguagem de programação. Existem várias linguagens de programação, a utilizada pelo Arduino é a C++, uma das mais tradicionais e conhecidas linguagens de programação. (CHAVIER, 2013).

Normalmente para fazer a conversão de uma linguagem de máquina é usado um compilador que é um programa de sistema que converte um programa escrito em uma linguagem de alto nível para linguagem de máquina (CHAVIER, 2013).

No arduino esses códigos de máquina são escritos em um ambiente de desenvolvimento ou arduino IDE (*Integrated Development Environment*), ilustrado na Figura 3. Ele é um programa de computador que possui compiladores integrados, disponível para Windows, Linux e Mac OS X. Programas em arduino podem ser divididos em três seções: Estrutura, Valores (variáveis e constantes) e Funções. Essas seções são métodos usados para fazer o funcionamento adequado do programa (ARDUINO, 2017).

**Figura 3-** Exemplo da IDE do arduino.



The screenshot shows the Arduino IDE interface with the title bar "MSensor | Arduino 1.8.3". The menu bar includes "Arquivo", "Editar", "Sketch", "Ferramentas", and "Ajuda". Below the menu is a toolbar with icons for file operations. The main area displays the following C++ code:

```
#include <VirtualWire.h>

//Define pinos Led e Sensor
const int Sensor = 9;
const int LedAzul = 11;
const int LedVerde = 10;

// Transmissor
char Valor_CharMsg[4];

//Receptor
int valor_recebido_RF;
char recebido_RF_char[4];
```

At the bottom of the IDE window, a status bar indicates "Arduino/Genuino Uno em COM1".

Fonte: Autor,2017

### 3.3.2 Bibliotecas

Uma biblioteca é um conjunto de códigos para ser usada em determinadas funcionalidades de um projeto, ou seja, é uma extensão que pode ser utilizada para que os mesmos códigos não sejam repetidos desnecessariamente (ARDUINO, 2017). Exemplos de bibliotecas usadas no projeto:

- **<Ethernet.h>**: Biblioteca para o uso do *ethernet shield*, permite que uma placa arduino se conecte à internet.
- **<EthernetClient.h>**: Essa biblioteca tem a função de criar um cliente que pode se conectar a um endereço de IP e uma porta de internet específica.
- **<SPI.h>**: Essa biblioteca permite a comunicação de dispositivos SPI com o arduino sendo o dispositivo mestre.
- **<VirtualWire.h>**: Biblioteca para o uso dos Transmissores e Receptores RF 433 Mhz.

### 3.4 Linguagem HTML

A linguagem HTML foi criada por Tim Berners-Lee. O termo HTML vem do inglês *Hypertext Markup Language* que traduzido significa Linguagem de Marcação Hipertexto. É uma das linguagens mais utilizadas para criar *websites* porque é de fácil entendimento tanto por máquinas, como por seres humanos. Nessa linha de raciocínio, Caril em seu livro HTML - Passo a Passo (2012), a define como uma linguagem de marcação, usada para formatar páginas *web* contendo textos e informações separadamente. Sendo possível o acesso a essas páginas usando qualquer tipo de navegador que é responsável por interpretar, formatar e exibi-las de qualquer lugar do mundo.

Todo documento HTML deve seguir um padrão estrutural que é dividido em *tags*, que é uma sintaxe própria da linguagem HTML, elas são apresentadas entre os sinais de “menor que” (<) e “maior que” (>), e quando *tags* duplas são finalizadas por uma “barra” (/) (CARRIL, 2012). Já a estrutura básica é divididas pelas seguintes *tags*:

```
<HTML> ... </HTML>
<HEAD> ... </HEAD>
<TITLE> ... </TITLE>
```

---

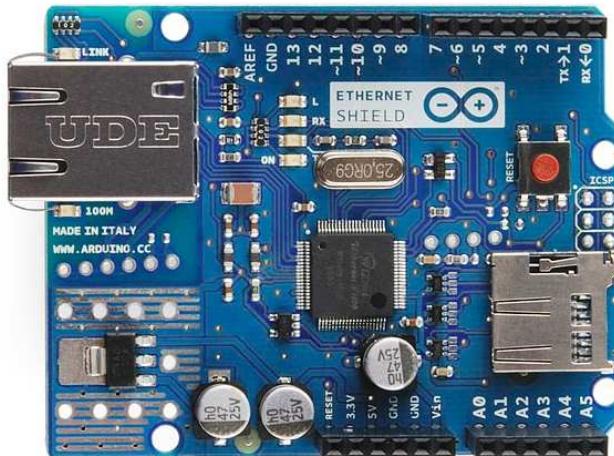
<BODY> ... </BODY>

A primeira dupla indicam o início e o fim de um documento. A segunda indica os parâmetros de configuração dos documentos. A terceira vai estar contida na segunda e indicará o título do navegador. E a última, contém o conteúdo principal da *home page* (CARRIL, 2012).

### 3.5 Ethernet Shield

O módulo *ethernet shield* é uma placa extremamente importante que pode ser acoplada na placa principal arduino, podendo ser visualizado na Figura 4. Sua finalidade é conectar a placa principal arduino à internet ou uma rede local através de um conector RJ45 - (*Registered Jack 45*), proporcionando funções como acesso remoto, transferência de dados e verificações de status dos sensores. Também possui um conector para micro SD – (*Secure Digital Card*) que se necessário pode ser utilizado para armazenar arquivos para serem distribuídos pela rede (ARDUINO E CIA, 2013).

**Figura 4** - Placa módulo *ethernet shield* (Wiznet W5500 Ethernet)



Fonte: ARDUINO, 2017.

### 3.6 Sensor PIR

Os sensores de movimentação infravermelho também são muito importantes para a maioria dos sistemas de segurança. Um sensor de movimento pode ser aplicado em diferentes sistemas de detecção. É oportuno destacar que existem dois

tipos de sensores de movimentação. Um deles é o sensor ativo que trabalha em pares, onde o transmissor emite ondas de infravermelho para o receptor. Assim, quando algo interrompe esse feixe de luz o receptor detecta, como exemplo, as portas dos elevadores que não fecham quando há a detecção de algo (FERREIRA, 2015).

E o segundo tipo são os sensores passivos que usam a tecnologia do sensor PIR - (*Passive InfraRed*), ilustrado na Figura 5. O seu funcionamento se dá quando qualquer tipo de corpo libera calor, isto é, energia infravermelha. A maioria desses sensores possuem uma faixa de detecção de emissões de calor infravermelho entre 8 a 12 micrômetros e a energia emitida pelos seres humanos normalmente encontra-se na faixa de 9 e 10 micrômetros. A detecção desses sensores se dá por meio de um fotodetector de luz, responsável por converter a luz em ondas numa corrente elétrica (FERREIRA, 2015).

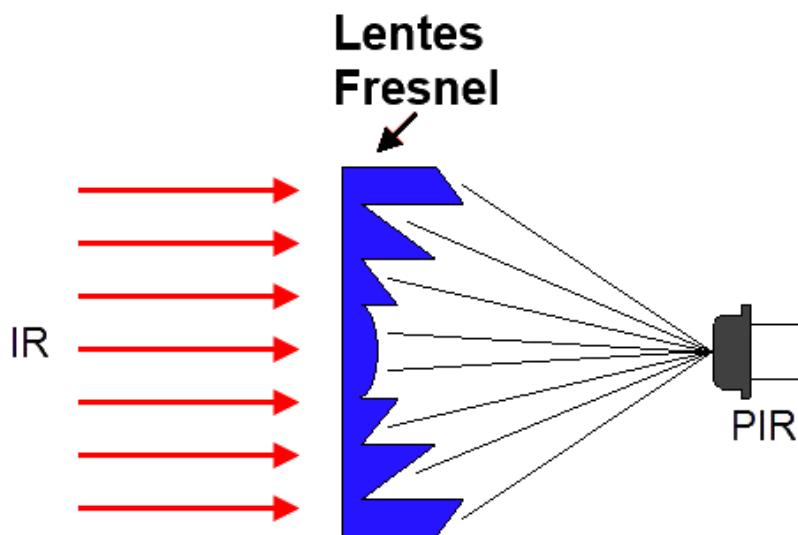
**Figura 5 - Sensor de movimentação arduino (PIR)**



Fonte: LOJA ARDUINO, 2016

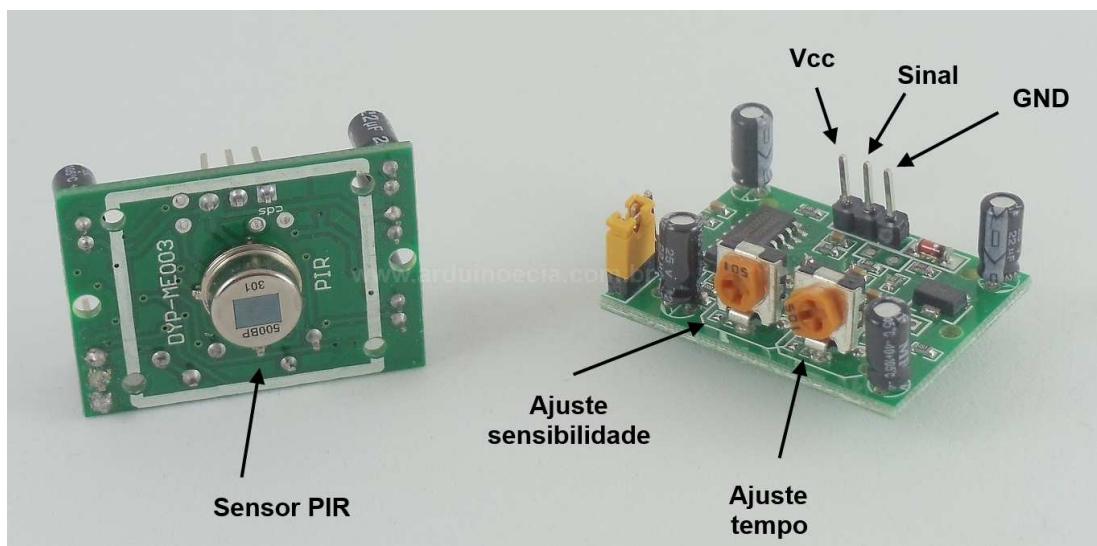
O módulo PIR do arduino é composto por um sensor PIR e uma espécie de capa na frente, que na verdade é uma lente Fresnel, representada na Figura 6, a mesma serve para ampliar o campo de visão do sensor. E no verso existem dois potenciômetros para o ajuste de sensibilidade e outro de tempo de saída, além de três pinos, o primeiro para o VCC (Voltagem Corrente Contínua), o segundo para a saída do sinal e o terceiro, o GND (Filtro Graduado De Densidade Neutra) (ARDUINO E CIA, 2014). Na Figura 7, observa-se a frente e o verso do senso PIR.

**Figura 6 - Lente de Fresnel**



Fonte: ARDUINO E CIA, 2017.

**Figura 7 - Frente e verso do sensor de movimentação arduino (PIR)**



Fonte: ARDUINO E CIA, 2017.

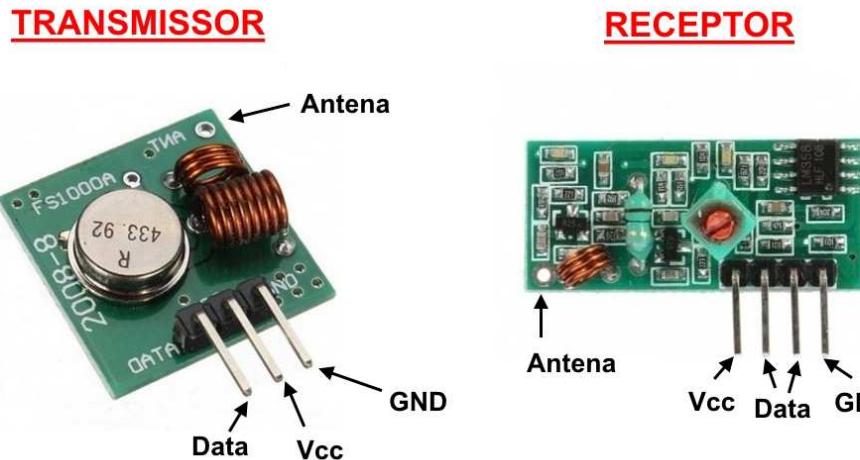
### 3.7 Transmissores e Receptores RF

Os transmissores e receptores por radiofrequência são componentes eficazes para troca de dados sem precisar serem utilizados cabos e fios, operando com sinal de radiofrequência 433 MHz (THOMSEN, 2013).

São comumente utilizados na área da automação residencial para comunicação sem fio entre dispositivos. Dentre as vantagens de sua utilização

destacam-se o baixo custo; a recepção de comandos a distância e o alcance (em 5V): 40m em área interna e 100m em área externa (THOMSEN, 2013). Esses dispositivos são exibidos na Figura 8, e as especificações técnicas são descritas nos Quadros 2 e 3.

**Figura 8 - Transmissor e Receptor RF (433 MHz)**



Fonte: THOMSEN, 2013.

**Quadro 2 - Especificação técnica do transmissor RF.**

Modelo	MX-FS-03V
Alcance	20 - 200 metros (conforme a voltagem)
Tensão operacional	3,5 - 12v
Modo de operação	AM (Modulação em Amplitude)
Taxa de transferência	4KB/s
Potência de transmissão	10mW
Frequência de transmissão	433MHz
Pinagem	VCC - Dados - Dados - GND
Dimensões	19 x 19mm

Fonte: THOMSEN, 2013.

**Quadro 3 - Especificação técnica do receptor RF**

<b>Modelo</b>	<b>MX-05V</b>
Tensão operacional	5v DC
Corrente de operação	4mA
Modo de operação	AM (Modulação em Amplitude)
Frequência de transmissão	433MHz
Sensibilidade	-105dB
Pinagem	Dados - VCC - GND
Dimensões	30 x 14mm

Fonte: THOMSEN, 2013.

### 3.8 LEDs

Conforme entendimentos de (BOYLESTAD; LOUIS, 2004, p. 29), “o diodo emissor de luz (LED) é um diodo que emite luz visível quando energizado”. Ou seja, o LED é um diodo emissor de luz, um componente eletrônico semicondutor que transforma energia elétrica em luz. A Figura 9 apresenta as partes do LED.

**Figura 9 - Partes do LED**


Fonte: GOLDEN, 2011.

O LED foi inventado pelo Engenheiro Nick Holanyak Jr. da General Electric em 1962. O primeiro LED desenvolvido emitia luz vermelha, mas os LEDs amarelos e verdes não demoraram muito a aparecer e a tecnologia ficou limitada a essas três

cores por décadas. Tornaram-se muito populares pela disseminação em diversos equipamentos eletrônicos, indicando se os mesmos estão ligados ou desligados. Nos anos, 80 começaram também a serem usados em semáforos (GARCIA, 2014).

Somente em 1993 quando inventado o LED azul de alto brilho pelos cientistas Isamu Akasaki, Hiroshi Amano e Shuji Nakamura, foi possível criar o LED branco. Com isso, foi atingido o pico da aplicação, invadindo com toda força as cidades e residências. O trio ganhou reconhecimento com o prêmio Nobel de física em 2014 (GARCIA, 2014).

### 3.9 Resistores

Os resistores são componentes eletrônicos que têm a função de limitar valores da corrente elétrica de acordo com sua resistência. Os mais utilizados em circuitos eletrônicos são os resistores com filme de carbono por serem pequenos, de baixo custo e atenderem as necessidades dos usuários (AFONSO; FILONI, 2011). Sendo esse resistor retratado na Figura 10.

**Figura 10 - Resistor com filme de carbono**



Fonte: ELETRÔNICA DIDÁTICA, 2017.

Os resistores de baixa resistência contêm um código de cores para indicar o valor de sua resistência e a tolerância. Esse código é demonstrado em quatro ou cinco anéis coloridos impressos em seu próprio corpo (AFONSO; FILONI, 2011).

No Quadro 4 é possível visualizar o valor e a tolerância dos resistores de acordo com as suas cores:

**Quadro 4 – Valor e tolerância dos resistores.**

Cores	Valor (1º ao 3º anel)	Tolerância (4º ou 5º anel)
Preto	(menos no 1º anel) 0	
Marrom	1	1%
Vermelho	2	2%
Laranja	3	
Amarelo	4	
Verde	5	0,5% (apenas 5º anel)
Azul	6	
Roxo	7	
Cinza	8	
Branco	9	
Ouro	(apenas no 3º anel) -1	5%
Prata	(apenas no 3º anel) -2	10% (não mais fabricado)

Fonte: (AFONSO; FILONI, 2011, p.43)

### 3.10 Sistemas de Controle de Movimentação

O objetivo dessa seção é a realização de um estudo comparativo sobre as características e o custo entre dois sistemas de controle de movimentação mais utilizados para fins residenciais que estão disponíveis no mercado: câmeras de segurança e sistemas de alarmes e sensores.

#### 3.10.1 Câmeras de Segurança

As câmeras de monitoramento ainda são muito utilizadas na segurança residencial. São dispositivos que garantem que pontos específicos da casa sejam monitorados. Geralmente, são utilizadas em pontos estratégicos da residência como entrada, região dos fundos e internamente em locais onde se deseja controlar o fluxo. (ATIVA, 2017).

As câmeras de vigilância, nos últimos anos, têm passado por inovações tecnológicas. Como exemplo, cita-se a câmera IP que é uma câmera de vídeo que pode ser acessada e controlada através de qualquer rede IP, como a LAN – (Local Area Network) e a internet. A tecnologia do sistema de vídeo analítico (Video Analytics) também vem se destacando, na qual, por meio de equipamentos,

softwares e avançados algoritmos de inteligência artificial torna-se possível a análise automática das imagens monitoradas, isto é, independentemente do fator humano, possibilitando detectar suspeitos circulando e invasões. Mas, ainda são tecnologias caras o que diminui a sua utilização para fins residenciais. (ATIVA, 2017).

É importante destacar que o ideal é que essas câmeras possuam sensores infravermelhos que possam capturar as imagens em ambientes com pouca iluminação, pois os dispositivos optoeletrônicos permitem que o sistema de câmeras seja eficaz até mesmo na ausência de luz. É fundamental também que essas câmeras estejam ligadas a um sistema de gravação (DVD- *Digital Video Recorder*) o que possibilitará que as imagens gravadas sejam identificadas posteriormente. Além disso, é recomendável que o sistema de gravação tenha um backup remoto para evitar que em uma invasão os criminosos levem as imagens gravadas. Sendo possível ainda monitorar essas imagens remotamente através de um dispositivo conectado à internet. (ATIVA, 2017).

No entanto, uma barreira para utilização desse sistema é o alto custo, pois o usuário precisa comprar um kit de câmeras de segurança e contratar mão de obra para instalação. Em pesquisas realizadas constatou-se que o kit mais vendido do mercado para segurança residencial é o Kit CFTV infravermelho Intelbras VM 3120 IR G3. Esse Kit vem com 4 câmeras infravermelhas com resolução de 720 pixels, filma em HD - (High Definition) e a alcance de visão noturna é de 20 metros. O preço médio desse kit é de R\$ 960,00 e a instalação sai em torno de R\$ 150,00. Ou seja, o custo total sairia em torno de R\$ 1.110,00. (SUASEGURANÇA,2017).

### **3.10.2 Sistemas de Alarme e Sensores**

Esse sistema de alarme é constituído por sistemas de sensores que são espalhados de maneira estratégica nas residências visando detectar a movimentação de pessoas em determinada área. Há disponíveis no mercado diversos tipos de sensores que são escolhidos de acordo com cada tipo de situação. (ATIVA, 2017).

Os sensores ativos utilizam um sistema com infravermelho, no qual, é criado um feixe de luz entre uma unidade receptora e uma emissora. E se esse feixe de luz for interrompido a central será acionada. A desvantagem desse sistema é que qualquer coisa que interrompa a luz será interpretada como uma ocorrência.

---

Problema que pode ser minimizado com o investimento em equipamentos que sejam mais sofisticados, capazes de distinguir melhor os disparos falsos, no entanto, isso elevará o custo do sistema de alarme. Já os sensores de movimento geralmente utilizam ondas de ultrassom para detectar os movimentos, ocorrendo a movimentação a central será acionada. (ATIVA, 2017).

O sistema de sensores é conectado a uma central de alarme que é responsável por disparar sinais por meio da linha telefônica ou uma linha de celular *backup GPRS (General Packet Radio Services)* para uma central remota que vai receber e tratar esses disparos. É possível também ligar a central de alarme a uma sirene que será acionada quando acontecer a invasão, visando intimidar os criminosos e alertar os moradores e vizinhos. Assim, é um sistema recomendado para ser utilizado quando a residência encontrar-se vazia. É oportuno mencionar ainda que os procedimentos que deverão ser tomados ao ser detectada a invasão é estabelecido conjuntamente com o proprietário. (ATIVA, 2017).

As desvantagens desse sistema é que não é possível o gerenciamento e o recebimento de informações remotamente, bem como o custo. Para adquirir um kit de sistema de alarmes que contém 4 sensores sem fios que é capaz de monitorar uma residência pequena custa em média R\$ 500,00. Além disso, é necessário pagar o preço da instalação, à parte, que custa em média R\$ 160,00; totalizando um investimento médio de R\$ 660,00. (SUASEGURANÇA, 2017).

### **3.10.3 Análise dos Resultados**

Na pesquisa bibliográfica referente aos sistemas de controle de movimentação residenciais (sistema de câmera de monitoramento e sistemas de alarme e sensores) para o estudo comparativo entre eles foram definidos parâmetros considerando aspectos relacionados principalmente ao custo e as características deles. Assim, a fim de facilitar a visualização e a comparação entre eles foi construído o Quadro 5.

**Quadro 5 – Comparação dos sistemas de segurança.**

Sistemas	Características	Custo Médio
Câmeras de monitoramento	Conexão com fio	R\$ 1.100,00
	Possibilidade de monitoramento remoto, desde que as câmeras sejam IP.	
	Captura de imagens que podem ser visualizadas posteriormente.	
Sistema de alarme e sensores	Conexão sem fio	R\$ 660,00
	Detecta movimentação	
	Disparo de alarme.	
	Não é possível o gerenciamento e o recebimento de informações remotamente.	

Fonte: Autor,2017.

## 4 TRABALHOS RELACIONADOS

Foram encontrados vários trabalhos que também tratam do monitoramento e automação residencial desenvolvidos com a plataforma arduino. Todos com a finalidade de garantir maior conforto, segurança, praticidade e acessibilidade aos seus usuários. Dentre eles cita-se:

Gabriel et al. (2013), cujo trabalho apresenta:

Um estudo e a implementação de um sistema de automação residencial de baixo custo utilizando *hardware* e *software* livres. No qual com a utilização do arduino, módulo *ethernet shield* e internet foi desenvolvido um protótipo para automatizar alguns equipamentos em uma residência. Além do *hardware* utilizado foi criada uma interface em *HTML* que permite acessar, por celular ou *tablet*, as funções programadas no arduino que controlam os aparelhos eletrônicos na residência. Gabriel et al. (2013, p. 7).

Outro trabalho relevante foi o proposto por Beghini (2013, p.9) que sugere “a implementação de um sistema de automação residencial de baixo custo, utilizando um arduino Uno como central de automação, com acesso via internet de qualquer lugar mundo”.

Existe também o estudo de Marchesan (2012, p.6) que “desenvolve um sistema autônomo de gerenciamento de segurança residencial de baixo custo, confiável e eficiente”. O sistema desenvolvido foi o monitoramento residencial SiMRe, no qual utilizou-se da plataforma arduino, com o *hardware* que realiza o monitoramento dos sensores que foram instalados na residência. As informações relativas a esse sistema poderiam ser acessadas através da internet. (Marchesan, 2012).

Tomando como base os trabalhos mencionados, buscou-se desenvolver um sistema de monitoramento residencial acessível capaz de garantir a segurança da moradia na ausência dos seus habitantes.

Para tanto, foram utilizados a plataforma *open source* arduino programada em *HTML* e *C*, sensores de movimentação, transmissores e receptores de radiofrequência, módulo *ethernet shield* e LEDs, por estarem disponíveis no mercado e atenderem aos requisitos do projeto.

Para melhor visualizar e comparar as características dos trabalhos relacionados que foram utilizados como referências teóricas para o desenvolvimento desse projeto foi construído o quadro 6.

**Quadro 6 - Diferença entre este trabalho e outros trabalhos relacionados.**

Trabalhos	Baixo custo	Microprocessador	Componentes	Funcionalidade
Gabriel et al. (2013)	Sim	ATmega328p	Arduino Uno; Ethernet shield; Placa com 8 relés; Fonte; Tomadas;	Automatizar equipamentos na residência.
Beghini (2013)	Sim	ATmega328p	Arduino Uno; Ethernet shield; Sensor PIR; Motor de passo; Placa com relé; Câmera IP.	Controle de alimentação de animais de estimação, sistemas de iluminação e alarme.
Marchesan (2012)	Sim	ATmega1280	Arduino Mega; Ethernet shield; Sensores magnéticos; Resistores.	Monitorar portas e janelas na residência.
Este trabalho	Sim	ATmega328p	Arduino Uno; Ethernet shield; Sensor PIR; Transmissores e receptores RF; LEDs; Resistores.	Monitorar a residência e quando detectar movimentação notificar o usuário por e-mail.

Fonte: Autor,2017.

## 5 CONTROLE DE MOVIMENTAÇÃO RESIDENCIAL

Neste capítulo será apresentada uma visão geral do sistema proposto visando inseri-lo em um cenário real. Será exposta a explicação do desenvolvimento do controle de movimentação residencial, através do detalhamento da arquitetura do sistema e do funcionamento dos módulos sensor, servidor e cliente. Além disso, é oportuno mencionar que os códigos implementados para o completo funcionamento do projeto encontram-se disponíveis no apêndice A – código do servidor, no B – código do sensor e no C – código do cliente.

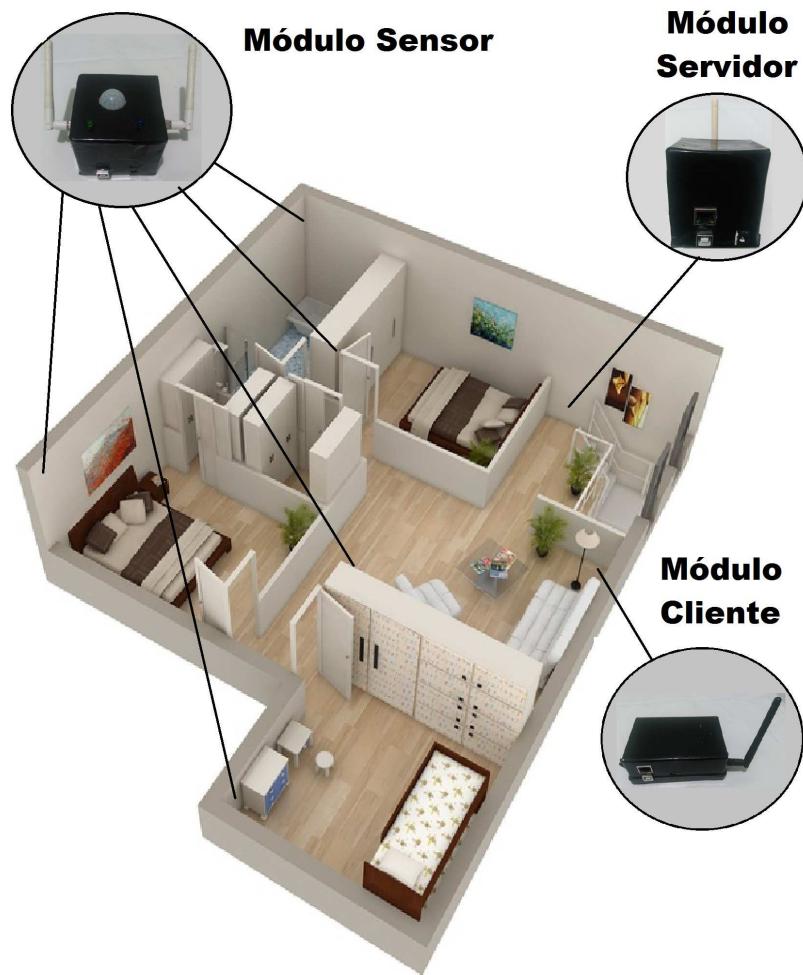
### 5.1 Cenário de Aplicação

O protótipo desenvolvido nesse projeto está inserido em um cenário residencial, conforme pode ser visualizado na Figura 11. Tem como objetivo monitorar a residência na ausência de seu proprietário, notificando-o quando ocorrer alguma invasão.

Para o funcionamento do sistema faz-se necessário que o usuário adquira os dispositivos que compõem o projeto (os módulos servidor, sensor e cliente), conecte-os à tomada por meio de uma fonte de 9V, possua uma conta de e-mail, e tenha acesso à internet para poder conectar os módulos e acessar o site para ativar o sistema.

Os três módulos atuam conjuntamente, quando o módulo sensor é ativado pelo módulo servidor, aquele é capaz de detectar movimentação através de ondas de calor infravermelho e se houver movimentação ele enviará essa informação ao módulo cliente que por sua vez enviará a mensagem de e-mail ao proprietário. Assim, o desenvolvimento do projeto de controle de movimentação residencial mostrará sua eficácia ao permitir que o morador possa monitorar a sua residência quando estiver ausente. Isto é, o protótipo no seu estágio final, vai possibilitar que o usuário, por meio de seu *smartphone*, *tablet* ou computador conectado à internet possa receber notificações e gerenciar os sensores de movimentação da sua residência remotamente.

Figura 11 – Cenário de Aplicação.



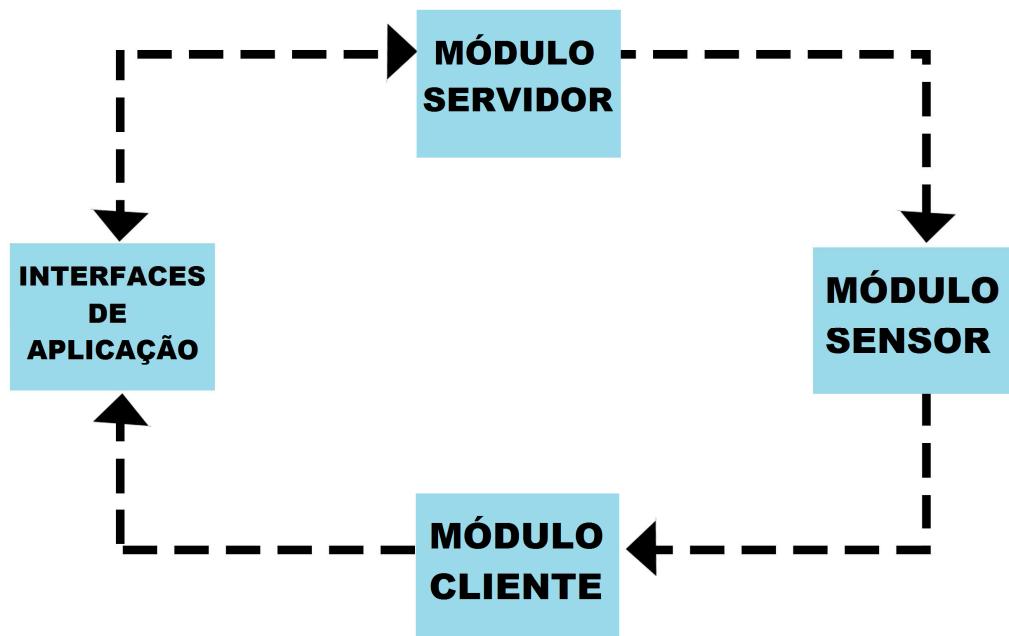
Fonte: Autor, 2017.

## 5.2 Arquitetura do Sistema

Após a explicação da visão geral do sistema é importante detalhar as partes que compõem o sistema e como elas se comunicam definindo assim, a arquitetura do sistema.

O sistema de controle de movimentação residencial é formado por quatro principais partes que trocam informações via comunicação sem fio. A arquitetura do sistema é apresentada na Figura 12, os retângulos representam: interfaces de aplicação, módulo servidor, módulo sensor e o módulo cliente; já as setas indicam o sentido que as informações são enviadas e recebidas.

**Figura 12 – Arquitetura do sistema de controle de movimentação residencial**



Fonte: Autor, 2017.

### 5.2.1 Interfaces de Aplicação

As interfaces de aplicação são responsáveis em facilitar a interação dos sistemas com o usuário. Logo, duas interfaces foram desenvolvidas com propósitos diferentes:

- A aplicação 1: apresenta as informações contidas no site hospedado no módulo servidor, através da tela de um dispositivo com acesso a internet (*tablet*, computador, *smartphone*, etc). Tem a finalidade de permitir ao usuário ativar - selecionando o botão verde - e desativar - através da seleção do botão vermelho - o funcionamento do sistema, Figura 13.

**Figura 13 - Interface da aplicação 1 (site).**



Fonte: Autor, 2017.

- A aplicação 2: é representada por um e-mail enviado para o usuário, através do módulo cliente, com um alerta indicando qual o cômodo da residência houve movimentação infravermelha. Na Figura 14, é possível observar um exemplo da mensagem recebida do remetente unoarduino@bol.com.br, definido no módulo cliente.

**Figura 14 - Interface da aplicação 2 (e-mail).**

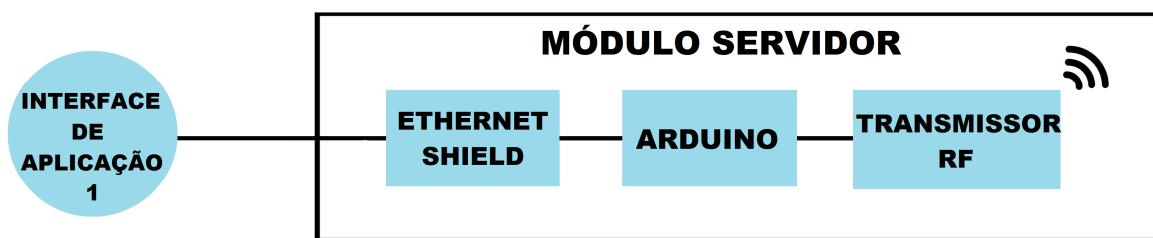


Fonte: Autor, 2017.

### 5.2.2 Módulo Servidor

O módulo servidor está entre as interfaces de aplicação e o módulo sensor. É responsável por hospedar o site que será exibido na aplicação 1 e encarregado de enviar comandos especificados pelo usuário para o módulo sensor. A arquitetura desse módulo pode ser observada na Figura 15.

**Figura 15 – Arquitetura do módulo servidor.**



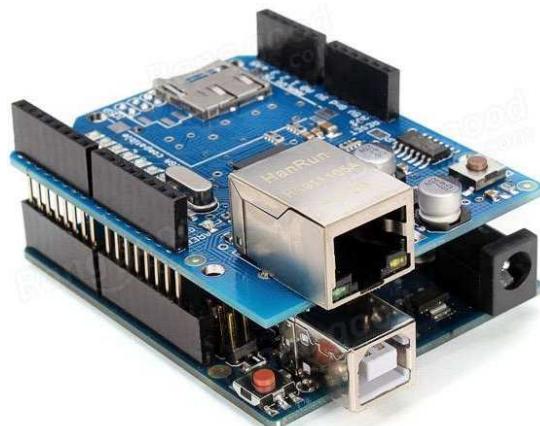
Fonte: Autor , 2017.

Os elementos que compõem o módulo servidor são:

- Uma placa de desenvolvimento arduino Uno, com o microcontrolador ATmega328p: responsável pelo processamento do sinal e por hospedar o site;
- Um transmissor RF 433MHz: responsável pela comunicação sem fio com o módulo sensor;
- Uma placa *ethernet shield*: tem a função de conectar o arduino com a internet provendo a visualização da interface da aplicação 1 para o usuário.

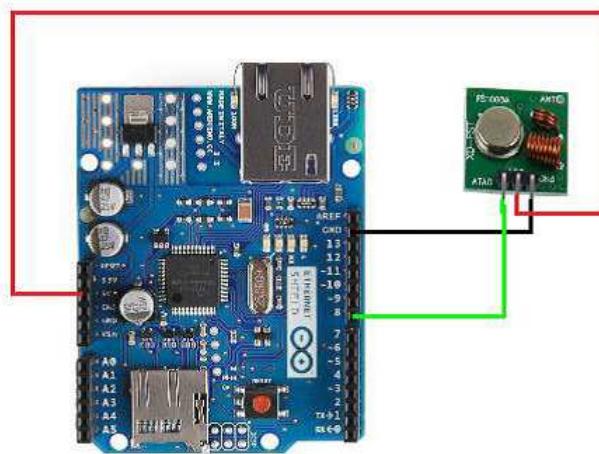
O processo de prototipação do módulo servidor foi iniciado pelo acoplamento do *ethernet shield* ao arduino, observado na Figura 16. Em seguida, o transmissor RF 433 MHz foi conectado ao VCC, ao GND e a porta digital 8 do arduino, demonstrado na Figura 17. Para alimentar o circuito foi necessário utilizar uma fonte de tensão de 9V, para garantir o alcance da comunicação a uma distância superior a 10m entre o módulo servidor e o módulo sensor.

**Figura 16 – Ethernet shield acoplado ao Arduino**



Fonte: ARDUINO, 2017

**Figura 17 – Ligações físicas do módulo servidor**



Fonte: Autor, 2017.

O *firmware* embarcado no módulo servidor foi implementado no *software* arduino IDE, utilizando as bibliotecas SPI.h, Ethernet.h, VirtualWire.h. A primeira biblioteca tem como função comunicar dois microcontroladores. A segunda conectar o arduino à internet e a terceira fazer a comunicação de radiofrequênci a entre os módulos.

Para a conexão com a internet foi preciso configurar o arduino com dados da rede interna, adicionando um IP fixo para o endereço do site, um *gateway* e uma máscara da rede interna. Em seguida, foram utilizados alguns códigos padrões das bibliotecas possibilitando a comunicação do arduino com a internet. Foi necessária a definição de uma porta digital para o transmissor RF (pin=8).

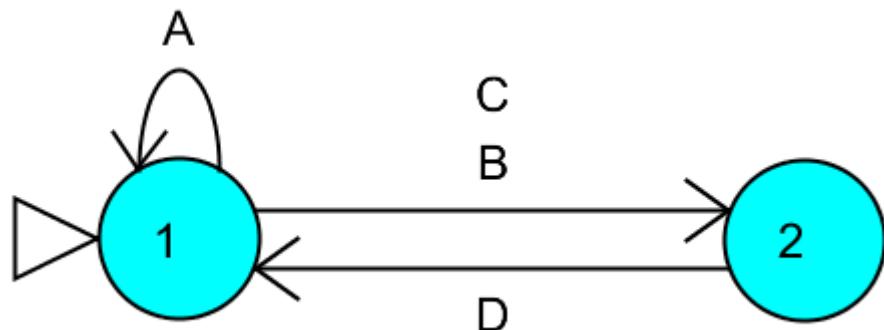
---

O site foi desenvolvido utilizando as linguagens de programação C e HTML e alocaido no arduino. Através da internet a aplicação 1 exibe as informações oriundas do módulo servidor para que o usuário possa gerenciar o sistema.

A máquina de estados do *firmware* do módulo servidor é descrita pelos seguintes passos, Figura 18:

- **A** - O módulo servidor iniciará disponibilizando a interface de aplicação 1, esperando alguma ação do usuário;
- **B** - Se o usuário acionar o botão de verde ele enviará o código de ativação para o módulo sensor;
- **C** - Se o usuário acionar o botão de vermelho ele enviará o código para desativar o módulo sensor;
- **D** – Depois de enviar o código voltará para o estado inicial aguardando alguma ação do usuário.

**Figura 18 – Firmware do módulo servidor**



Fonte: Autor, 2017

O protótipo do módulo servidor pode ser visto na Figura 19.

**Figura 19 – Protótipo do módulo servidor.**

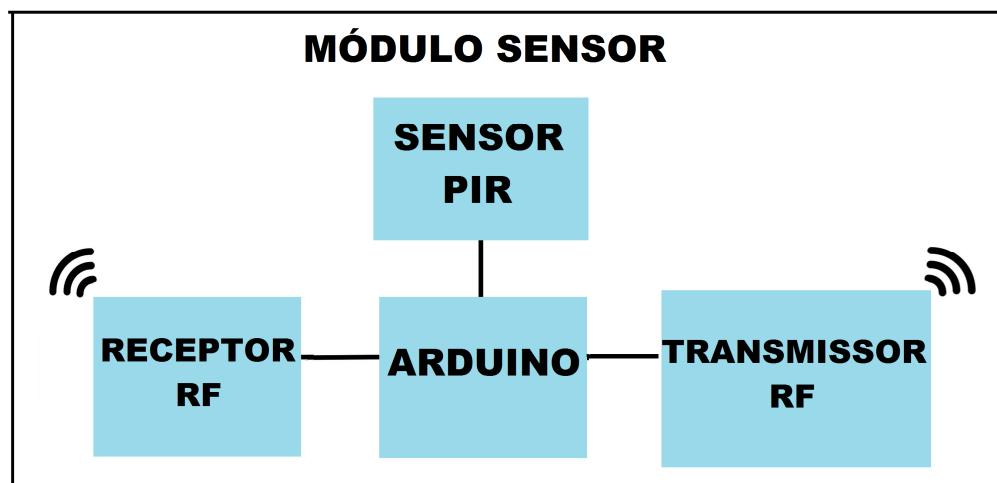


Fonte: Autor, 2017.

### 5.2.3 Módulo Sensor

O módulo sensor é o módulo de entrada do sistema de controle de movimentação residencial. Tem a função de detectar o movimento na área monitorada através do calor infravermelho liberado pelos corpos. Sua arquitetura pode ser visualizada na Figura 20.

**Figura 20 – Arquitetura do módulo sensor.**



Fonte: Autor, 2017.

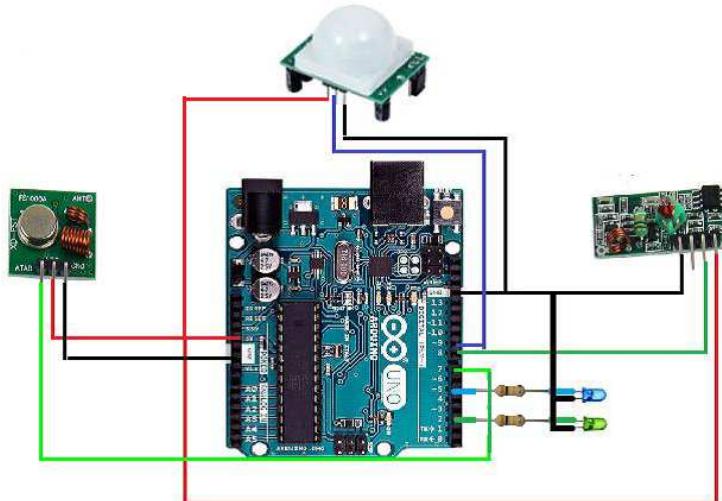
Os elementos que compõem o módulo sensor são:

- Uma placa de desenvolvimento arduino uno, com o microcontrolador ATmega328p: responsável pelo processamento do sinal;

- Um sensor PIR: responsável pela detecção do movimento infravermelho;
- Um transmissor e um receptor RF 433MHz: responsável pela comunicação com o módulo servidor e o módulo cliente;
- Um LED verde: indica se o módulo está ativado (led aceso) ou desativado (led apagado);
- Um LED azul: indica se foi detectado movimento. Caso haja detecção de movimento o led azul ficará aceso durante cinco segundos.

O processo de prototipação do módulo sensor foi iniciado com a ligação do sensor PIR ao VCC, ao GND e a porta digital 9 do arduino. Em seguida, foi realizada a conexão dos dois LEDs, os catodos foram ligados ao GND e os anodos foram conectados aos resistores. O segundo terminal dos resistores foram conectados as portas digitais 2 e 5, referentes aos LEDs verde e azul respectivamente. Posteriormente, o receptor e o transmissor RF 433 MHz foram conectados ao VCC, ao GND e as portas digitais 7 e 8 do arduino, respectivamente. Essas ligações são apresentadas na Figura 21.

**Figura 21 – Ligações físicas do módulo sensor**



Fonte: Autor, 2017.

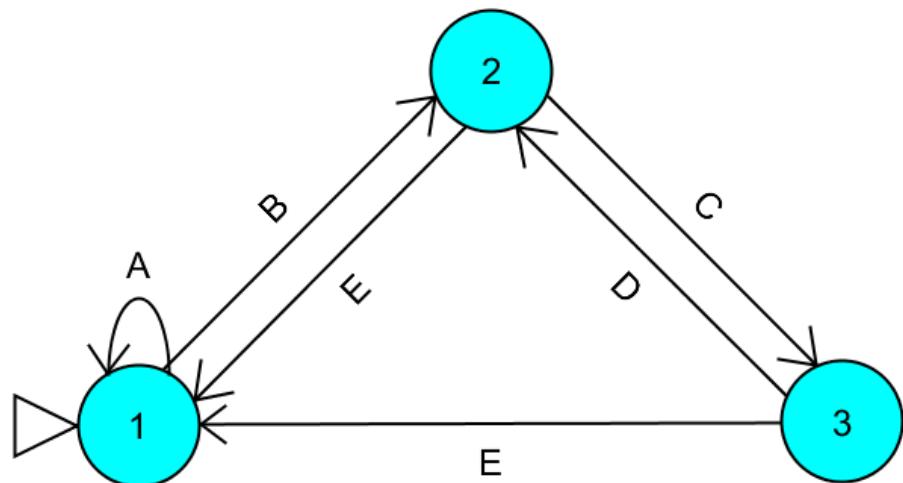
O *firmware* embarcado no módulo sensor foi implementado no *software* arduino IDE, utilizando a biblioteca VirtualWire, que tem a função de detectar o movimento e de se comunicar com o módulo servidor e o módulo cliente.

A máquina de estados do *firmware* do módulo sensor é descrita pelos seguintes passos, Figura 22:

- A - O módulo sensor inicia aguardando código do módulo servidor;

- **B** - Se receber o código para ativação ele iniciará o monitoramento do ambiente;
- **C** - Se houver alguma movimentação infravermelha ele enviará o código para o módulo cliente acionando o envio do e-mail;
- **D** - Logo após irá esperar trinta segundos e voltará a monitorar o ambiente.
- **E** - Se em qualquer momento o módulo sensor receber do módulo servidor o código de desativação, ele voltará para o estado inicial esperando um código do módulo servidor.

**Figura 22 – Firmware do módulo sensor.**



Fonte: Autor, 2017

O protótipo do módulo sensor pode ser visto na Figura 23.

**Figura 23 – Protótipo do módulo sensor.**

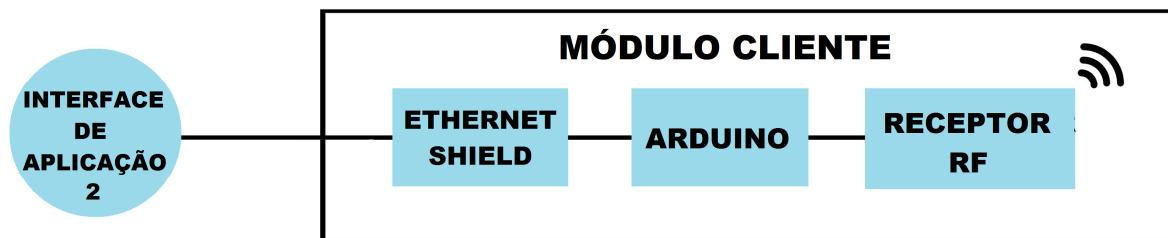


Fonte: Autor, 2017.

### 5.2.4 Módulo Cliente

O módulo cliente se comunica com o módulo sensor e a interface de aplicação 2. É responsável por enviar uma mensagem de e-mail para o usuário alertando sobre alguma anormalidade de movimentação na área monitorada caso receba um sinal oriundo do módulo sensor. A visualização da arquitetura desse módulo encontra-se na Figura 24.

**Figura 24** – Arquitetura do módulo cliente.



Fonte: Autor, 2017

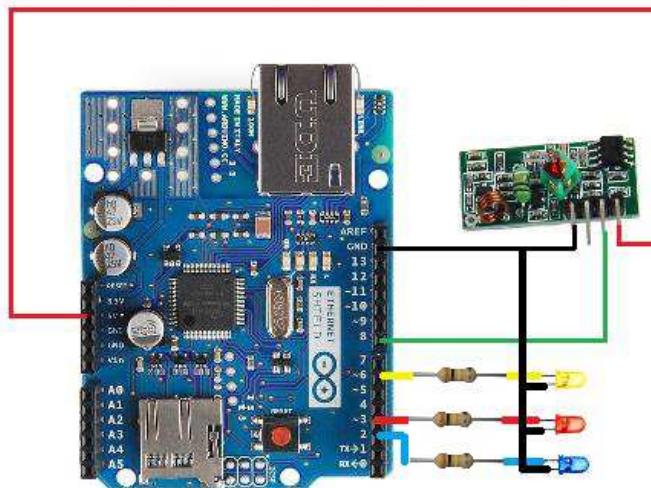
Os elementos que compõem o módulo cliente são:

- Uma placa de desenvolvimento arduino Uno, com o microcontrolador ATmega328p: responsável pelo processamento do sinal;
- Uma placa *ethernet shield*: tem a função de conectar o arduino com a internet provendo a visualização para o usuário da interface da aplicação 2;
- Um receptor RF 433MHz: responsável pela comunicação com o módulo sensor;
- Um LED vermelho: indica se o módulo está em funcionamento;
- Um LED amarelo: indica que houve movimento na área monitorada;
- Um LED azul: caso o sistema seja formado por mais de um módulo sensor, o led azul indica que houve movimento na área monitorada, referente ao segundo módulo sensor.

Assim como para iniciar a etapa de prototipação realizando as ligações físicas do módulo servidor também foi necessário, acoplar o módulo *ethernet shield* ao arduino, conforme exibido na figura 16. Logo após, foi realizada a ligação do receptor RF 433 MHz, conectando-o ao VCC, ao GND e a porta digital 8 do arduino. Em seguida, foi realizada a ativação dos três LEDs, os catodos foram ligados ao

GND e os anodos foram conectados aos resistores. O segundo terminal dos resistores foram conectados as portas digitais 2, 3 e 6, referentes aos LEDs azul, vermelho e amarelo respectivamente. As ligações realizadas podem ser visualizadas na Figura 25.

**Figura 25 – Ligações físicas do módulo cliente**



Fonte: Autor, 2017.

O *firmware* embarcado no módulo cliente foi implementado no *software arduino IDE*, utilizando quatro bibliotecas: SPI.h, Ethernet.h, EthernetClient.h e VirtualWire.h.

Para a conexão do módulo cliente com a internet foi preciso configurar o arduino com dados da rede interna. Assim, foi inserido o IP fixo da rede interna e o IP do servidor de e-mail, BOL.

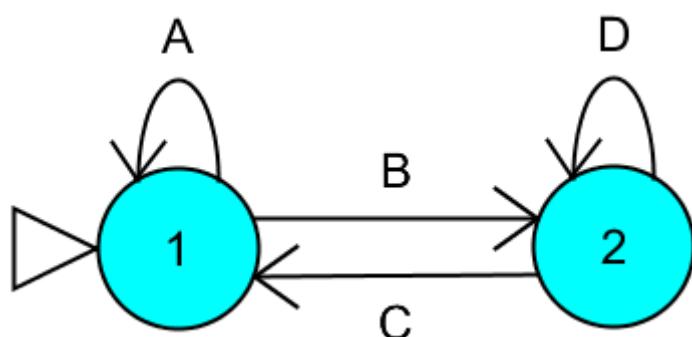
Em seguida foi necessário acessar o e-mail da BOL pelo arduino usando o *login* e a senha com base em 64 bits para possibilitar o envio do e-mail. Algumas informações relevantes foram definidas no arduino para serem anexadas ao e-mail: remetente, destinatário, título do e-mail, mensagem.

A máquina de estados do *firmware* do módulo cliente é descrita pelos seguintes passos, Figura 26:

- A - O módulo cliente iniciará e vai aguardar o código de confirmação de movimento do módulo sensor;

- **B** - Quando receber o código autorizando o envio de e-mail, ele irá gerar a interface de aplicação 2, notificando o usuário sobre movimentação na área monitorada;
- **C** – Após enviar o e-mail irá voltar para o estado inicial aguardando o código do módulo sensor.
- **D** – Se a tentativa de envio de e-mail falhar ele repetirá a tentativa até que ocorra o êxito.

**Figura 26** – Firmware do módulo cliente.



Fonte: Autor, 2017

O protótipo do módulo cliente pode ser observado na Figura 27.

**Figura 27** – Protótipo do módulo cliente



Fonte: Autor, 2017.

---

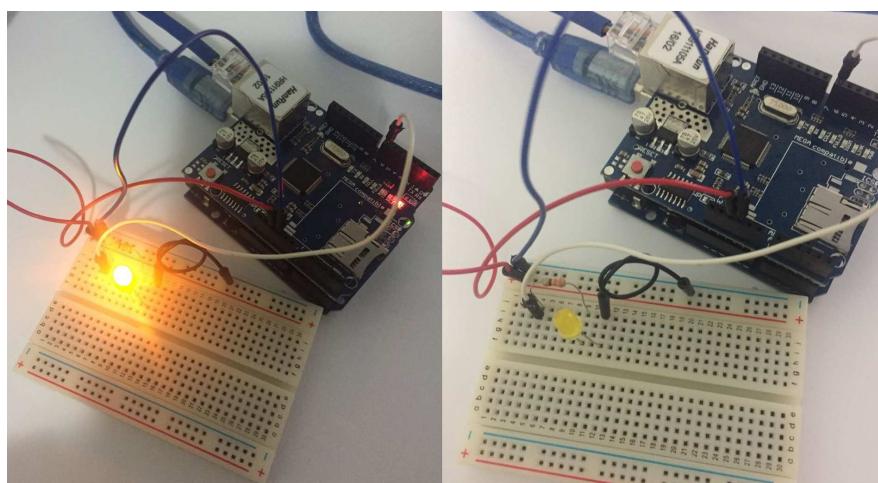
## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, é oportuno mencionar que a ideia inicial era desenvolver o sistema utilizando apenas as interfaces de aplicação e dois módulos, e não três como foram utilizados. O primeiro módulo seria utilizado para armazenar o site e enviar os e-mails, notificando os usuários. Já o segundo teria a função de detectar os movimentos no ambiente monitorado e enviar um sinal para o primeiro módulo. No entanto, no desenvolvimento do protótipo foi verificada a limitação do arduino, componente principal do projeto, cuja limitação é não suportar ser cliente e servidor simultaneamente. Desse modo, a ideia inicial foi descartada. Sendo necessária a utilização das interfaces de aplicação e três módulos (Servidor, Sensor e Cliente), descritos no capítulo 5.

### 6.1 Validação do Módulo Servidor

Com o objetivo de verificar se o módulo servidor estava funcionando corretamente, inicialmente, foi desenvolvido um circuito simples com um resistor e um LED para simular a comunicação do módulo servidor com o módulo sensor que ainda não tinha sido criado. Dessa forma, foi realizado um ensaio conectando o módulo servidor à internet através do *ethernet shield* e por meio de um *smartphone* foi acessada a interface de aplicação 1, acionando os botões “ativar” e “desativar”. Com a realização desses testes foi verificado que ao acionar o botão “ativar” o LED estava acendendo e ao acionar o botão “desativar” ele era apagado. A Figura 28 mostra os resultados dos testes.

**Figura 28** - Testes de validação do módulo servidor



Fonte: Autor, 2017.

---

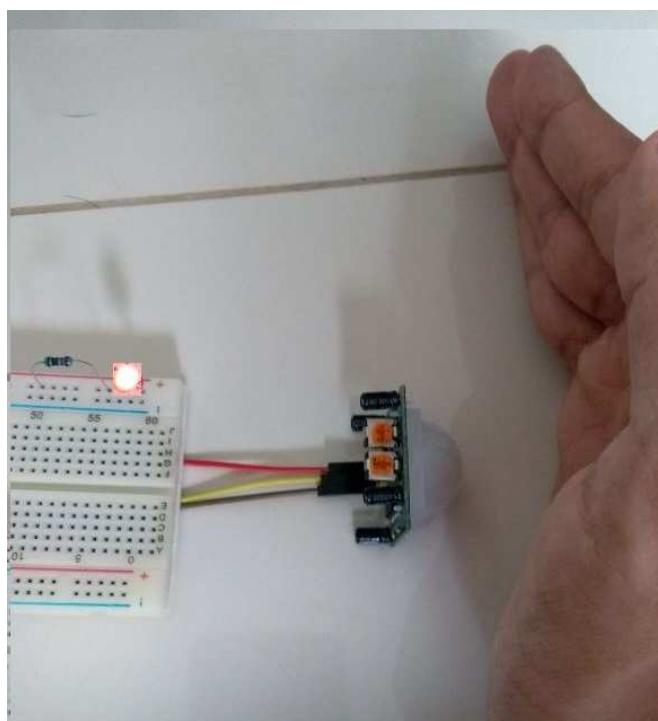
Assim, foi possível constatar que o módulo servidor estava desempenhando perfeitamente a sua função, ou seja, esse módulo estava permitindo o acesso do usuário a interface de aplicação 1 para ativar e desativar o módulo sensor.

## 6.2 Validação do Módulo Sensor

Em decorrência do sucesso da primeira etapa, o próximo passo foi construir e testar o módulo sensor visando saber a área alcançada pelo sensor de movimentação e se ele responderia em tempo real ao detectar o movimento por meio das ondas de calor infravermelho.

Para realizar esse ensaio foi utilizado o mesmo circuito simples aplicado no teste do módulo servidor. Desta forma, o sensor foi instalado em uma sala de aproximadamente 20 m<sup>2</sup> e o objetivo do teste era averiguar se o LED iria acender quando acontecesse alguma movimentação e também para aferir o tempo de resposta. Observou-se que toda vez que ocorreu alguma movimentação na área monitorada o sensor detectou a presença acendendo o LED e a reação foi em tempo imediato. Ou seja, ele foi capaz de monitorar o cômodo da casa sem dificuldades e ao mesmo tempo respondeu em tempo real a todos os movimentos detectados. Esse teste pode ser visualizado na Figura 29.

**Figura 29** - Teste de validação do módulo sensor



Fonte: Autor, 2017.

### 6.3 Validação do Módulo Cliente

Ao desenvolver o módulo cliente a dificuldade foi fazer com que ele realizasse a sua função adequadamente, isto é, enviar os e-mails para o usuário. Pois, ao tentar acessar alguns servidores de e-mail como o Gmail, o Hotmail e o Yahoo, os mesmos bloqueavam o acesso do Arduino. Constatado esse problema foram realizadas pesquisas em alguns fóruns na internet referentes a essa plataforma eletrônica, nos quais, foi possível descobrir que o servidor da BOL não bloqueava o acesso do Arduino. No entanto, para utilizá-lo no projeto foi necessário criar uma conta nesse servidor, inserindo no código do módulo cliente o *login* e a senha em base de 64 bits.

Depois de conseguir enviar o primeiro e-mail foi preciso criar um título e um corpo para o e-mail objetivando deixar a mensagem de alerta intuitiva para o usuário, isto é, informando qual cômodo da casa ocorreu a movimentação gerando a interface de aplicação 2. Desse modo, com a utilização do servidor da BOL foi verificado que o módulo cliente conseguiu desempenhar com êxito a finalidade da sua criação.

### 6.4 Validação da Interação do Sistema

Nos testes para verificar o funcionamento do protótipo foram criados códigos de comunicação para que os módulos interagissem com o intuito de verificar se as informações enviadas eram condizentes com as recebidas e para saber o alcance dos transmissores e receptores RF. Desse modo, os três módulos foram distribuídos estrategicamente em uma residência de aproximadamente 100 m<sup>2</sup>.

O primeiro ensaio realizado foi para certificar se ao acionar o botão “ligar” na aplicação 1, o módulo servidor enviaria o número 1, que foi pré-definido para ser o código de ativação do módulo sensor. De modo semelhante, se ao acionar o botão “desligar” o módulo servidor enviaria o número 2, pré-definido para ser o código responsável por desativar o módulo sensor. Já o segundo ensaio foi para averiguar se quando o módulo sensor estivesse ativado e detectasse a movimentação ele seria capaz de enviar o número 3 ao módulo cliente. Esse número, por sua vez, foi pré-definido para quando recebido pelo módulo cliente enviar uma mensagem de e-mail ao usuário notificando-o sobre alguma anormalidade no ambiente monitorado. Sendo constatado através desses ensaios que a comunicação entre os módulos

estava acontecendo conforme planejado e que o sinal dos sensores de radiofrequência cobriam a área da residência.

Com as realizações desses testes e com os resultados alcançados foi possível constatar o êxito do protótipo Controle de movimentação residencial utilizando a plataforma arduino.

## 6.5 Custo do Projeto

Para a elaboração do protótipo foi preciso a aquisição de alguns componentes eletrônicos, o Quadro 7 descreve todos os componentes utilizados no projeto e seus respectivos preços. Assim, é possível validar que o sistema desenvolvido comparado com os sistemas comerciais, visto no Quadro 5, é bem mais econômico, custando aproximadamente R\$241,45.

**Quadro 7 – Preço dos equipamentos.**

Equipamentos	Quantidade	Preço	Preço Total
Arduino	3	R\$ 43,90	R\$ 131,70
Shield Ethernet	2	R\$ 36,90	R\$ 73,80
Transmissor e Receptores RF 433 MHz	2	R\$ 9,90	R\$ 19,80
Sensores de movimentação	1	R\$ 6,40	R\$ 6,40
LEDs	5	R\$ 0,30	R\$ 1,50
Resistores	5	R\$ 0,05	R\$ 0,25
Jumpers	1	R\$ 8,00	R\$ 8,00
		Total	R\$ 241,45

Fonte: Autor, 2017

## 7 CONCLUSÃO

Diante dos resultados mencionados, verificou-se que o objetivo do projeto foi alcançado, desenvolvendo um sistema de automação residencial de baixo custo utilizando o arduino e linguagens de programação gratuitas. O Arduino Uno mostrou-se ser a ferramenta mais viável para elaboração do projeto porque é de fácil programação e apresenta uma boa relação custo-benefício para o monitoramento residencial.

No entanto, é importante ressaltar que o arduino possui algumas limitações, pois é um dispositivo com pouca capacidade de memória, com poucas portas de saída e não suporta ser cliente e servidor simultaneamente. Desse modo, na construção do projeto foi necessário utilizar mais dispositivos para a integração e funcionamento do sistema.

Para trabalhos futuros, sugere-se a utilização do Arduino Nano a fim de compactar os módulos sensores; testar o sistema com mais módulos sensores e substituir o módulo servidor e módulo cliente por um Raspberry Pi 3, pois este também é um dispositivo simples que vai resolver as limitações do Arduino, sendo servidor e cliente ao mesmo tempo. Além disso, vai solucionar a restrição referente a capacidade de memória do Arduino e vai ser possível também adicionar outra funcionalidade ao sistema que será o controle de iluminação das residências remotamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, Antônio Pereira; FILONI, Enio. **Eletrônica: circuitos elétricos.** São Paulo: Fundação Padre Anchieta, 2011.

ALHO, Gabriel da Silva; GOMES, Jeferson da Silva; SEPULVIDA, Lucas Manhães. **Automação residencial de baixo custo com software e hardware livres.** 2013.

ARDUINO – **Arduino Ethernet rev3 without poe.** Disponível em:< <https://store.arduino.cc/usa/arduino-ethernet-rev3-without-poe>>. Acesso em: 03 out. 2017.

ARDUINO – **Arduino uno rev3.** Disponível em: <<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>>. Acesso em: 26 set. 2017.

ARDUINO – **Bibliotecas.** Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Reference/Libraries>>. Acesso em: 30 set. 2017.

ARDUINO - **O que é Arduino?** Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 10 out. 2016.

ARDUINO - **Referência da Linguagem.** Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Reference/HomePage>>. Acesso em: 20 out. 2016.

ARDUINO – **Software.** Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/software>>. Acesso em: 29 set. 2017.

ARDUINO E CIA - **Ethernet shield Wiznet W5100 - Parte 1.** 2013. Disponível em: <<http://www.arduinoecia.com.br/2013/06/ethernet-shield-wiznet-w5100-parte-1.html>> Acesso em: 03 out. 2017.

ARDUINO E CIA - **Sensor de presença com módulo PIR DYP-ME003.** 2013. Disponível em: <<http://www.arduinoecia.com.br/2014/06/sensor-presenca-modulo-pir-dyp-me003.html>> Acesso em: 03 out. 2017.

**ARDUINO E CIA – Sensor de presença com módulo PIR DYP-ME003.** 2013. Disponível em: < <http://www.arduinoecia.com.br/2014/06/sensor-presenca-modulo-pir-dyp-me003.html> > Acesso em: 30 set. 2017.

**ATIVA - Equipamentos de Segurança que não podem faltar em sua residência ou empresa.** Disponível em:< <http://www.alarmeativa.com.br/equipamentos-de-seguranca-residencial-que-nao-podem-faltar-na-sua-casa/>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

**BEGHINI, Lucas Bragazza et al. Automação Residencial de baixo custo por meio de dispositivos móveis com sistema operacional Android.** 2013. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

**BENTES, Leandro Maurício Araújo. Arduino: hardware e software open-source.** 2011. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/artigos/arduino>>. Acesso em: 16 out. 2016.

**BORTOLUZZI, Matias. História da Automação Residencial.** 2013. Disponível em:<[http://sraengenharia.blogspot.com.br/2013/01/historico-da-automacao-residencial\\_10.html](http://sraengenharia.blogspot.com.br/2013/01/historico-da-automacao-residencial_10.html)>. Acesso em: 17 nov. 2016.

**BOYLESTAD, Roberto L.; LOUIS, Nashelsky. Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos.** São Paulo: Ed. 2004

**CAMPOS, Augusto - Criando uma biblioteca para o Arduino para facilitar o reuso de suas funções.** 2014. Disponível em: <<https://br-arduino.org/2014/12/criando-uma-biblioteca-para-o-arduino-para-facilitar-o-reuso-de-suas-funcoes.html>> Acesso em: 03 set. 2017.

**CARRIL, Marly. HTML-Passo a Passo.** Clube de Autores, 2012.

CHAVIER, Luis Fernando. **Programação para Arduino - Primeiros Passos.** 2013. Disponível em: <<https://www.circuitar.com.br/tutoriais/programacao-para-arduino-primeiros-passos/>>. Acesso em: 23 out. 2016.

DIAS, Cesar Luiz de Azevedo; PIZZOLATO, Nélio Domingues. **Domótica: aplicabilidade e sistemas de automação residencial.** Vértices, v. 6, n. 3, p. 9-32, 2010. Disponível em: <<http://www.essentiaeditora.ifl.edu.br/index.php/vertices/article/download/1809-2667.20040015/86>>. Acesso em: 02 nov. 2017.

ELETROÔNICA DIDÁTICA – **Resistor.** <[http://www.eletronicadidatica.com.br/componentes/resistor/\\_resistor.htm](http://www.eletronicadidatica.com.br/componentes/resistor/_resistor.htm)>. Acesso em: 04 out. 2017.

FERREIRA, João Alexandre Oliveira. **Interface Homem Máquina Para Domótica Baseado em Tecnologias WEB.** 2008. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.

FERREIRA, Márcio Rosa. **Como funciona o sensor de movimento?** 2015. Disponível em: <<http://serenarseguranca.com.br/como-funciona-o-sensor-de-movimento/>>. Acesso em: 03 nov. 2016.

FONSECA, Erika Guimarães Pereira da. e BEPPU, Mathyan Motta. **Apostila Arduino.** 2010. 23 f. Apostila- Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010. Disponível em:<[http://www.jvasconcellos.com.br/fat/FAT\\_TI/wp-content/uploads/2015/11/Tut\\_Arduino.pdf](http://www.jvasconcellos.com.br/fat/FAT_TI/wp-content/uploads/2015/11/Tut_Arduino.pdf)>. Acesso em: 18 out. 2016.

FUENTES, André. **Índice aponta Brasil como 11º país mais inseguro do mundo.** 2014. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/blog/impavido-colosso/indice-aponta-brasil-como-11-pais-mais-inseguro-do-mundo>> Acesso em: 04 nov. 2017.

GARCIA, Rafael - **Japoneses inventores do LED azul ganham o Nobel de física.** 2014. Disponível em:<<http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2014/10/1528599>

---

japoneses-inventores-dos-leds-azuis-ganham-o-nobel-de-fisica.shtml>. Acesso em: 10 out. 2017.

GOLDEN – Os LEDs vieram para ficar. 2011. Disponível em: <<http://www.golden.blog.br/os-leds-vieram-para-ficar-conheca-melhor-tecnologia>>. Acesso em: 03 out. 2017.

LOJA ARDUINO – **Módulo PIR**. Disponível em: <<http://www.lojaarduino.com.br/pd-dae48-arduino-modulo-pir-sensor-de-movimento-e-presenca-1020.html>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

LORENZZO, Fernando. **Em índice internacional, Brasil é o 11º país mais inseguro do mundo**. 2015. Disponível em: <<https://tasabendo.com.br/geral/em-indice-internacional-brasil-e-o-11o-pais-mais-inseguro-do-mundo/>>. Acesso em: 20 set. 2017.

MARCHESAN, Marcelo. **Sistema de monitoramento residencial utilizando a plataforma arduino**. Santa Maria, 2012.

MARIOTONI, C. A. e ANDRADE Jr., E. P., **Descrição de Sistemas de Automação Predial Baseados em Protocolos PLC Utilizados em Edifícios de Pequeno Porte e Residências**, Revista de Automação e Tecnologia de Informação. Volume 1, número 1, 2002.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. Edição original em Inglês publicada pela Apress Inc., Copyright © 2010 pela Apress, Inc. Edição em Português para o Brasil copyright © 2011 pela Novatec Editora.

MONK, Simon. **Programação com Arduino: começando com Sketches**. Bookman Editora, 2017.

MURATORI, José Roberto e DAL BÓ, Paulo Henrique. **Automação Residencial: Histórico, definições e conceitos**. 2011. Disponível em:

<[http://www.instalacoeseletricas.com/download/Automacao\\_residencial1.pdf](http://www.instalacoeseletricas.com/download/Automacao_residencial1.pdf)>.

Acesso em: 29 set. 2017.

**OLIVEIRA, J.P. Domótica: Perspectiva da Plataforma Arduino.** 2012. Monografia (Conclusão de Curso) – Universidade Estadual de Goiás, Goianésia, 2012. Disponível em: < <http://monografias.brasilescola.uol.com.br/computacao/uma-proposta-automacao-residencial-utilizando-plataforma-prototipagem-eletronica-arduino.htm> > Acesso em: 18 set. 2017.

**SILVA, Letícia Thaís da. Uma Proposta De Automação Residencial Utilizando A Plataforma De Prototipagem Eletrônica Arduino.** 2013. 59 f. Monografia (Bacharel em Sistemas de Informação) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Minas Gerais, 2013. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/storage/app/uploads/public/588/4ce/22a/5884ce22a0711086983732.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2017.

**SUASEGURANÇA. Quanto Custa para Instalar uma Câmera de Segurança Residencial.** 2017. Disponível em:< <http://suaseguranca.com/quanto-custa-para-instalar-uma-camera-de-seguranca-residencial/>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

**THOMSEN, Adilson - Comunicação Wireless Com Módulo RF 433 MHz.** 2013. Disponível em: <<http://blog.filipeflop.com/wireless/modulo-rf-transmissor-receptor-433mhz-arduino.html>>. Acesso em: 01 Jun. 2017.

## APÊNDICE A – CÓDIGO DO MÓDULO SERVIDOR

```
#include <VirtualWire.h>
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>

String readString;
char Valor_CharMsg[4];
int quarto = 0;
boolean ligado = true;
//Endereco IP, gateway, mascara de rede
byte mac[] = { 0xA4, 0x28, 0x72, 0xCA, 0x55, 0x2F };
byte ip[] = { 192, 168, 1, 120 };
byte gateway[] = { 192, 168, 1, 1 };
byte subnet[] = { 255, 255, 255, 0 };
EthernetServer server(80);

void setup(){
Serial.begin(9600);
//Pino ligado ao pino DATA do transmissor RF
vw_set_tx_pin(8);
//Velocidade de comunicação (bits por segundo)
vw_setup(5000);
//Inicializa Ethernet Shield
Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);
server.begin();
Serial.println("Sistema de Monitoramento!!! ~~C&C~~");
}
void loop(){
EthernetClient client = server.available();
if (client) {
while (client.connected()){
if (client.available()){


```

```
char c = client.read();
if (readString.length() < 100) {
    readString += c;
}
if (c == '\n'){
    //Controle do Sensor
    Serial.println(readString);
    //Liga o Sensor
    if (readString.indexOf("?QuartoLigado") > 0){
        // (quarto = 1) LIGA SENSOR
        quarto = 1;
        //Converte valor para envio
        itoa(quarto,Valor_CharMsg,10);
        //Envio dos dados
        vw_send((uint8_t *)Valor_CharMsg, strlen(Valor_CharMsg));
        //Aguarda envio dos dados
        vw_wait_tx();
        Serial.print("Valor enviado: ");
        Serial.println(Valor_CharMsg);
        delay(500);
        ligado = false;
    }
    else{
        //Desliga o Sensor
        if (readString.indexOf("?QuartoDesligado") > 0){
            // (quarto = 2) DESLIGA SENSOR
            quarto = 2;
            //Converte valor para envio
            itoa(quarto,Valor_CharMsg,10);
            //Envio dos dados
            vw_send((uint8_t *)Valor_CharMsg, strlen(Valor_CharMsg));
            //Aguarda envio dos dados
            vw_wait_tx();
        }
    }
}
```

```
Serial.print("Valor enviado: ");
Serial.println(Valor_CharMsg);
delay(500);
ligado = true;}
}

readString = "";
client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("Content-Type: text/html");
client.println();
client.println("<HTML>");
client.println("<style>body{background-color: rgba(184,184,184,1.00)}</style>");
client.println("<BODY>");
client.println("<center><div id='wrapper'><img alt='LogoC&C' src='http://c1.staticflickr.com/5/4203/34066633463_284045921d_b.jpg'/><br/></center>\"");
client.println("<br />");
client.println("");
client.println("<div><center><a href='/?QuartoLigado'><img src='https://c1.staticflickr.com/5/4270/34745511561_4a0741290d_q.jpg' alt='QLigado'/'></a><a href='/?QuartoDesligado'><img src='https://c1.staticflickr.com/5/4221/34745511841_d4a13676eb_q.jpg' alt='QDesligado'/'></a><br /></center></div>\"");
client.println("");
// client.println("<div><center><a href='/?SalaLigado'><img alt='SLigado'/'></a><a href='/?SalaDesligado'><img alt='SDesligado1'/'></a><br /></center></div>\"");
// client.print(ligado);
client.println("</BODY>");
client.println("</HTML>");
delay(1);
client.stop();}

}
}
}
}
```

## APÊNDICE B – CÓDIGO DO MÓDULO SENSOR

```
#include <VirtualWire.h>

//Define pinos Led e Sensor
const int Sensor = 9;
const int LedAzul = 5;
const int LedVerde = 2;

// Transmissor
char Valor_CharMsg[4];

//Receptor
int valor_recebido_RF;
char recebido_RF_char[4];

//Variaveis
int valor_sensor;
int estado = 0;
//Metodos
void LsensorQ();
void DsensorQ();

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    pinMode(Sensor,INPUT);
    pinMode(LedAzul,OUTPUT);
    pinMode(LedVerde, OUTPUT);
    //Pino ligado ao pino DATA do transmissor RF
    vw_set_tx_pin(7);
    //Pino ligado ao pino DATA do receptor RF
    vw_set_rx_pin(8);
    //Velocidade de comunicação (bits por segundo)
```

```
vw_setup(5000);
//Inicia a recepcão
vw_rx_start();
Serial.println("Inicio");
}

void loop() {
Receptor();
//Quando o numero recebido for 1 liga sensor quarto
if (valor_recebido_RF == 1){
LsensorQ();
}
//Quando o numero recebido for 2 desliga sensor quarto
if (valor_recebido_RF == 2){
DsensorQ();
}
}

void Receptor(){
uint8_t buf[VW_MAX_MESSAGE_LEN];
uint8_t buflen = VW_MAX_MESSAGE_LEN;
if (vw_get_message(buf, &buflen)) {
int i;
for (i = 0; i < buflen; i++){

//Armazena os caracteres recebidos
recebido_RF_char[i] = char(buf[i]);
}
recebido_RF_char[buflen] = '\0';

//Converte o valor recebido para integer
valor_recebido_RF = atoi(recebido_RF_char);
//Mostra no serial monitor o valor recebido
Serial.print("Recebido: ");
Serial.println(valor_recebido_RF);
```

```
    }
}

void LsensorQ(){
//Verifica o estado do Sensor
valor_sensor = digitalRead(Sensor);
Serial.println("Sensor do Quarto Ligado");
digitalWrite(LedVerde, HIGH);
delay(1000);
Serial.println("Sem Movimento...");
if (valor_sensor == 1){
Serial.println("Movimento Detectado...");
estado = 3;
//Converte valor para envio
itoa(estado,Valor_CharMsg,10);
//Envio dos dados
vw_send((uint8_t *)Valor_CharMsg, strlen(Valor_CharMsg));
//Aguarda envio dos dados
vw_wait_tx();
digitalWrite(LedVerde, HIGH);
digitalWrite(LedAzul, HIGH);
delay(5000);
Serial.print("Valor enviado: ");
Serial.println(Valor_CharMsg);
delay(500);
digitalWrite(LedAzul, LOW);
}
}

void DsensorQ(){
Serial.println("Sensor do Quarto Desligado");
delay(1000);
digitalWrite(LedAzul, LOW);
digitalWrite(LedVerde, LOW);
}
```

## APÊNDICE C – CÓDIGO DO MÓDULO CLIENTE

```
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <EthernetClient.h>
#include <VirtualWire.h>
#define time 1000

//Pinos Digitais
int LedAzul = 2;
int LedVermelho = 3;
int LedAmarelo = 6;

// Receptor
int valor_recebido_RF;
char recebido_RF_char[4];

// Protocolo Eternet
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
IPAddress ip(192, 168, 1, 150);
byte server[] = {200,147,99,132}; // Colocar o ip do servidor SMTP (no Caso Bol)
EthernetClient client;

void setup(){

//INICIO CONEXAO COM A WEB
if(Ethernet.begin(mac) == 0) {
Serial.println("Falha ao Configurar Ethernet Usando DHCP");
Ethernet.begin(mac, ip);
}
pinMode(LedVermelho, OUTPUT);
pinMode(LedAmarelo, OUTPUT);
pinMode(LedAzul,OUTPUT);
```

```
Serial.begin(9600);
//Pino ligado ao pino DATA do receptor RF
vw_set_rx_pin(8);
//Velocidade de comunicação (bits por segundo)
vw_setup(5000);
//Inicia a recepcão
vw_rx_start();
delay(time);
Serial.println("Iniciando Sistema...");
Serial.println("Sem Movimentação na Casa");
digitalWrite(LedVermelho, HIGH);
}

void loop(){

Receptor();
digitalWrite(LedAmarelo, LOW);
digitalWrite(LedAzul,LOW);
}

// Método Sala
void EnviarSala(){
Serial.println("Atenção!!! Movimentação na Sala");
digitalWrite(LedAmarelo, HIGH);
delay(time);
delay(time);
Serial.println("Pronto para enviar o e-mail.");
delay(time);
Serial.println("Conectando...");
if (client.connect(server, 587)){
Serial.println("Conectado!");
Serial.println("Enviando email...");
Serial.println();
```

```
client.println("EHLO localhost");
recebe();
delay(time);
client.println("AUTH LOGIN");
recebe();
delay(time);
client.println("dW5vLmFyZHVpbm9AYm9sLmNvbS5icg=="); // Email de login em
base de 64:
recebe();
delay(time);
client.println("SDNuciFxdWU="); // Senha do email em base de 64:
recebe();
delay(time);
client.println("mail from: <uno.arduino@bol.com.br>"); //Email remetente
recebe();
delay(time);
client.println("rcpt to: <c.henrique1309@gmail.com>"); // Email destinatário
Serial.println("Destinatário: c.henrique1309@gmail.com");
recebe();
delay(time);
client.println("data");
recebe();
delay(time);
client.println("Subject: Alerta de Movimentação na sua Casa!"); // Assunto
recebe();
delay(time);
client.println("Atenção!!! Movimentação na Sala");// Corpo
client.println();
client.println("~~~~ Controle de Movimentação ~~~~"); Assinatura
recebe();
delay(time);
client.println("."); // Indica fim do email.
recebe();
```

```
delay(time);
client.println();
recebe();
delay(time);
Serial.println("Email Enviado!");
delay(time);
if (client.connected()){
Serial.println();
Serial.println("Desconectando...");
client.stop();
Serial.println();
delay(30000);
digitalWrite(LedAmarelo, LOW);
}
}
else{
Serial.println("Falha na Conexão");
digitalWrite(LedAmarelo, LOW);
digitalWrite(LedAzul,LOW);
delay(10000);
}
Serial.println("Sem Movimentação na Casa");
}
```

```
// Método Quarto
void EnviarQuarto(){
Serial.println("Atenção!!! Movimentação no Quarto");
digitalWrite(LedAzul, HIGH);
delay(time);
delay(time);
Serial.println("Pronto para enviar o e-mail.");
delay(time);
Serial.println("Conectando...");
```

```
if (client.connect(server, 587)){  
Serial.println("Conectado!");  
Serial.println("Enviando Email...");  
Serial.println();  
client.println("EHLO localhost");  
recebe();  
delay(time);  
client.println("AUTH LOGIN");  
recebe();  
delay(time);  
client.println("dW5vLmFyZHVsbm9AYm9sLmNvbS5icg=="); // Email de login em  
base de 64:  
recebe();  
delay(time);  
client.println("SDNuciFxdWU="); // Senha do email em base de 64:  
recebe();  
delay(time);  
client.println("mail from: <uno.arduino@bol.com.br>"); //Email remetente  
recebe();  
delay(time);  
client.println("rcpt to: <c.henrique1309@gmail.com>"); // Email destinatário  
Serial.println("Destinatário: c.henrique1309@gmail.com");  
recebe();  
delay(time);  
client.println("data");  
recebe();  
delay(time);  
client.println("Subject: Alerta de Movimentação na sua Casa!"); // Assunto  
recebe();  
delay(time);  
client.println("Atenção!!! Movimentação no Quarto"); // Corpo  
client.println();  
client.println("~~~~Controle de Movimentação ~~~~"); // Assinatura
```

```
recebe();
delay(time);
client.println(".");
// Indica fim do email.
recebe();
delay(time);
client.println();
recebe();
delay(time);
Serial.println("Email Enviado!");
delay(time);
if (client.connected()){
Serial.println();
Serial.println("Desconectando...");
client.stop();
Serial.println();
delay(10000);
digitalWrite(LedAzul, LOW);
}
}
else{
Serial.println("Falha na Conexão");
digitalWrite(LedAmarelo, LOW);
digitalWrite(LedAzul,LOW);
delay(10000);
}
Serial.println("Sem Movimentação na Casa");
}

void Receptor(){
uint8_t buf[VW_MAX_MESSAGE_LEN];
uint8_t buflen = VW_MAX_MESSAGE_LEN;
if (vw_get_message(buf, &buflen)) {
int i;
```

```
for (i = 0; i < buflen; i++){  
    //Armazena os caracteres recebidos  
    recebido_RF_char[i] = char(buf[i]);  
}  
  
recebido_RF_char[buflen] = '\0';  
//Converte o valor recebido para integer  
valor_recebido_RF = atoi(recebido_RF_char);  
//Mostra no serial monitor o valor recebido  
Serial.print("Recebido: ");  
Serial.println(valor_recebido_RF);  
//Altera o estado do led conforme o numero recebido  
if (valor_recebido_RF == 3){  
    EnviarQuarto();  
}  
}  
}  
}  
}  
void recebe(){  
    while (client.available()){  
        char conteudo = client.read();  
        Serial.print(conteudo);  
    }  
}
```