

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ALDIMIR CARVALHO SILVA JUNIOR

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL**  
**Sistemas Residenciais Controlados via Smartphone**

São Luís  
2017

ALDIMIR CARVALHO SILVA JUNIOR

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL**  
**Sistemas Residenciais Controlados via Smartphone**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado à Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Angel Fernando Torrico Cáceres

Coorientador: Prof. Dr. Nilson Santos Costa

São Luís

2017

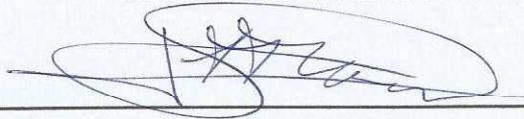
ALDIMIR CARVALHO SILVA JUNIOR

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL**  
**Sistemas Residenciais Controlados via Smartphone**

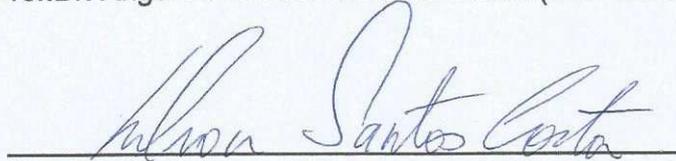
Trabalho de Conclusão de Curso de graduação  
apresentado à Universidade Federal do  
Maranhão, como requisito parcial para obtenção  
do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em: 18/07/2017

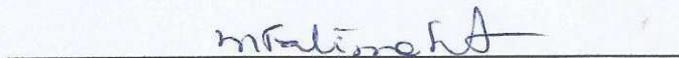
**BANCA EXAMINADORA**



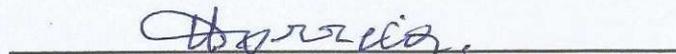
Prof. Dr. Angel Fernando Torrico Cáceres (Orientador)



Prof. Dr. Nilson Santos Costa (DEMAT -UFMA)



Prof. Dr.ª Maria de Fatima Santos (DEE-UFMA)



Prof. MSc. Hipólito Cavalcante Correia

Carvalho, Aldimir.

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL : Sistemas Residenciais  
Controlados via Smartphone / Aldimir Carvalho. - 2017.

73 p.

Coorientador(a): Nilson Santos Costa.

Orientador(a): Angel Fernando Torrico Cáceres.

Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica,  
Universidade Federal do Maranhão, São Luis, 2017.

1. Arduino. 2. Automação. 3. Smartphone. I.  
Fernando Torrico Cáceres, Angel. II. Santos Costa,  
Nilson. III. Título.

Dedico esse trabalho a minha  
esposa Camila que tanto me ajudou  
a concluir o curso de graduação.

## AGRADECIMENTOS

Ao avô – **Antônio Isaias do Nascimento** – o qual sempre me guiou pelo caminho certo a me educou sendo o principal exemplo de força de vontade e perseverança.

A minha esposa – **Camila Honorato Costa Carvalho** – a qual teve a paciência em me acalmar quando não enxergava mais esperança, a não desistir dos meus planos quando tudo parecia estar no fim, a qual me deu alento e carinho quando me sentia pequeno e sozinho. Segurou as pontas quando mais precisei.

Ao meu irmão – **Vitor Henrique Fontes Cruz** – Meu melhor amigo e confidente, além de ser um dos meus maiores apoiadores.

A minha mãe – **Maria do Socorro Fialho de França Nascimento** – que me ensinou o que é certo e o que é errado e por ser a principal responsável pela formação do meu caráter.

A minha avó – **Josefa Fialho de França Nascimento** – que me ensinou a prevalecer nas ocasiões de desânimo, a insistir quando tudo parecia perecer.

Meu sogro e sogra – **Wdson Jackson e Socorro Honorato** – por todo o apoio que me deram.

Ao meu orientador – **Profº Angel Fernando Torrico Cáceres** – e meu coorientador - **Profº Nilson Santos Costa** - que me mostraram o caminho e como deveria fazer. E me ajudaram no momento em que mais precisei sendo realmente orientadores.

## RESUMO

Este trabalho aborda a automatização de residências utilizando como parte do controle o Smartphone, utilizando a tecnologia de comunicação sem fio *Bluetooth*, presente em praticamente todos eles. Também se aborda o uso de microcontroladores e sensores aplicados a domótica: o ATmega328P e o ATmega 2560, fabricados pela ATmel, presentes nas placas de desenvolvimento Arduino UNO e Arduino MEGA 2560, respectivamente.

Este trabalho procura mostrar as principais características dessa tecnologia, forma de funcionamento e uso de um ambiente de prática além das principais variáveis que um projetista deve levar em consideração ao montar um sistema residencial automatizado. Para tanto se implementou uma maquete que simula um ambiente real de uma residência e seus resultados práticos são mostrados.

## **ABSTRACT**

This work deals with the automation of residences using as part of the control the Smartphone, using the Bluetooth wireless communication technology, present in virtually all of them. Also discusses the use of microcontrollers and sensors applied to home automation: the ATmega328P and ATmega 2560, manufactured by ATmel, present in the Arduino UNO development boards and Arduino MEGA 2560, respectively.

This work seeks to show the main characteristics of this technology, operation and use of a practical environment in addition to the main variables that a designer must take into account when setting up an automated residential system. For both if implemented a model that simulates a real environment of a residence and its practical results are shown.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IoT - Internet of Things.

WPAN - Wireless Personal Area Network.

ANs - Personal Area Networks.

SIG - Bluetooth Special Interest Group.

WCDMA - Wideband Code Division Multiple Access.

CDMA - Code Division Multiple Access;

LTE - Long Term Evolution;

LDR - Light Dependent Resistor

USB - Universal Serial Bus

VCC – Voltagem Corrente Contínua

GND - Graduated Neutral Density Filter

# Lista de ilustrações.

Figura 1: Internet das coisas. ....	17
Figura 2: Relação entre pessoas e dispositivos conectados no mundo. ....	18
Figura 3: Relógio de pulso conectado à internet. ....	22
Figura 4: Arduino Uno. ....	23
Figura 5: Sensores na orelha do gado. ....	25
Figura 6: Smart Home usando IoT ....	26
Figura 7: Controle de recursos disponíveis em box para caminhões ....	27
Figura 8: Interface gráfica do software de monitoração ....	28
Figura 9: Representação de uma saída digital. ....	33
Figura 10: Figura 8: Representação de uma saída analógica. ....	34
Figura 11: Sensor linear e não-linear. ....	34
Figura 12: LDR e o gráfico da resistência em relação a luminosidade.....	35
Figura 13: Sensor de temperatura LM35.....	36
Figura 14: Sensor de presença. ....	37
Figura 15: Funcionamento de sensores acústicos. ....	38
Figura 16: Sensores indutivos. ....	39
Figura 17: sensores capacitivos. ....	41
Figura 18: Aplicativo instalado no dispositivo. ....	45
Figura 19: Interface do aplicativo. ....	45
Figura 20: Primeiro fluxograma. ....	48
Figura 21: funcionamento dos botões ....	49
Figura 29: JY-MCU Módulo Bluetooth.....	50
Figura 30: relé. ....	52
Figura 31: Transistor BC547 ....	53
Figura 32: Fontes externas.....	54
Figura 33: Protótipo.....	55
Figura 34: Módulo Bluetooth JY-MCU.....	55
Figura 35: Arduino.....	56

Figura 36: LED's do circuito .....	56
Figura 37: LM35 .....	57
Figura 38: Circuito de ativação do cooler .....	58
Figura 39: circuito 2.....	58
Figura 40: Maquete de perfil.....	59
Figura 41: Maquete vista de cima. ....	60

# Sumário

<b>1. Introdução</b> .....	<b>14</b>
1.1 Motivação.....	14
1.2 Objetivo.....	14
1.3 Organização .....	15
1.4 Metodologia.....	15
<b>2. Internet das Coisas.</b> .....	<b>16</b>
2.1 Introdução.....	16
2.2 Tecnologia IoT. ....	18
2.2.1 <i>Redes e protocolos de comunicação.</i> .....	18
2.2.2 <i>Dispositivos</i> .....	21
2.3 Expectativas sobre IoT.....	24
2.4 Internet das coisas e computação em nuvem.....	24
2.5 IoT na prática – Exemplos Reais. ....	25
2.6 Desafios para IoT.....	28
2.7 Domótica .....	30
2.8 Conclusão.....	30
<b>3. Sensores e Aplicações.</b> .....	<b>32</b>
3.1 Introdução.....	32
3.2 Características dos sensores. ....	32
3.3 Tipos de sensores.....	35
3.3.1 <i>Sensor de luminosidade LDR - Light Dependent Resistor.</i> .....	35
3.3.2 <i>Sensores de temperatura.</i> .....	36
3.3.3 <i>Sensores de presença.</i> .....	36
3.3.4 <i>Sensor acústico.</i> .....	37

3.3.5 Sensor indutivo.....	38
3.3.6 Sensores capacitivos.....	40
3.4 Transdutor.....	41
3.5 Conclusão.....	42
<b>4. Concepção de Sistemas Residenciais Controlados Via Smartphone ..</b>	<b>43</b>
4.1 Introdução.....	43
4.2 Metodologia.....	43
4.3 Projeto.....	44
4.3.1 Aplicativo .....	44
4.3.2.2 Fluxograma do aplicativo.....	47
4.3.2 Hardware .....	49
4.3.3 Montagem.....	55
4.4 Construção da maquete.....	59
4.5 Conclusão.....	60
<b>5. Resultados e Conclusões Gerais.....</b>	<b>62</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>63</b>
<b>Apêndice1.....</b>	<b>68</b>
<b>Apêndice 2.....</b>	<b>70</b>
<b>Apêndice 3.....</b>	<b>72</b>

# 1. Introdução

De acordo com Muratori, José Roberto, Dal Bó e Paulo Henrique (2014) a automação residencial está se tornando cada vez mais presente em nossas vidas, facilitando o cotidiano e elevando o nível de segurança e comodidade da sociedade humana.

Embutidos neste vasto universo estão os conceitos de microcontroladores e sensores, sendo necessários conhecimentos específicos nessas áreas, para o projeto e execução de protótipos em automação residencial. Segundo Atzori (2010) sensores e microcontroladores são à base da automação residencial.

## 1.1 Motivação

Hoje com o constante crescimento econômico e tecnológico da sociedade, se torna necessário o desenvolvimento de técnicas que facilitem o cotidiano, tanto no ambiente de trabalho quanto no ambiente doméstico. Assim surgem os termos automação residencial e automação industrial, segundo artigo publicado no site GlobalSign<sup>1</sup> o ramo da automação tem demanda crescente no mundo, se tornando um investimento lucrativo. O conceito de automação de ambientes, que é relativamente novo, vem se mostrando bastante eficaz na transmissão de dados com confiabilidade entre dispositivos de controle e sensores. O padrão Bluetooth também permite a fácil implementação de um elevado número de dispositivos de baixa complexidade dos nós da rede.

## 1.2 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo projetar e executar um protótipo para automação de ambientes usando protocolo de comunicação sem fio para a comunicação entre microcontrolador e um dispositivo de móvel munido do sistema operacional Android.

---

<sup>1</sup> Disponível em <https://www.globalsign.com/pt-br/blog/desafios-oportunidades-internet-das-coisas/>

### 1.3 Organização

Esta monografia está dividida em quatro capítulos. O segundo capítulo apresenta o conceito de internet das coisas e automação de ambientes, mostrando o conceito de um sistema de automação e supervisão, também tratando de diferentes protocolos de comunicação exibindo seus pontos positivos e negativos. No capítulo três, são mostrados os modelos de sensores mais populares existentes no mercado, detalhando suas principais características. No capítulo quatro é mostrado detalhadamente o método de criação e montagem do projeto de automação, neste capítulo é mostrado:

- Desenvolvimento do aplicativo que será usado pelo usuário para controlar as respostas da planta.
- Construção do hardware do sistema de controle, sendo detalhado cada componente que o compõe.
- Construção da maquete que simula o ambiente controlado.

### 1.4 Metodologia

Esse trabalho foi feito a partir da reunião e análise de uma série de materiais sobre automação residencial. Foram analisados os parâmetros e a forma de funcionamento do protocolo *Bluetooth*, da placa de desenvolvimento Arduino e a análise dos parâmetros de funcionamento de diversos sensores. A análise da tecnologia do sistema operacional *Android* para que pudesse ser possível o desenvolvimento do aplicativo de controle e acionamento da planta.

## 2. Internet das Coisas.

### 2.1 Introdução

Para Zambarda(2014), são muitos os equipamentos que estão (ou estarão) conectados, como geladeiras, óculos, elevadores e carros. Com a evolução dos sistemas embarcados, da microeletrônica e dos protocolos de comunicação sem fio, surgiu a necessidade de anexar tudo em uma só tecnologia, que tem como principal objetivo deixar a vida do homem moderno mais fácil, rápida e conectada. Imagine estar no trabalho, mas tendo total ciência e controle do que está acontecendo em sua casa através de um aplicativo de celular, podendo regular a temperatura do quarto para quando se chegar em casa, ter acesso a câmeras de vídeo que mostram o que está acontecendo e até reconhecendo se determinado movimento detectado pelos sensores se concretiza em uma ameaça ou não.

Essa é a internet das coisas (do inglês Internet of Things - IoT), basicamente uma extensão da internet atual. A IoT vem ganhando destaque no cenário acadêmico e industrial por representar uma boa oportunidade de negócio pela comodidade e segurança que proporciona a vida moderna. A IoT tem como objetivo conectar objeto do dia a dia à internet para que possam ser monitorados, quaisquer que sejam eles a internet ou a uma rede para que possam ser monitorados e controlados remotamente.

Para entendermos como funciona a IoT, será necessário entender o conceito de redes de computadores. Para Tanenbaum (2002), "Rede de Computadores é um conjunto de computadores autônomos interconectados por uma única tecnologia". Peterson e Davie (2011) dizem que a principal característica das Redes de Computadores é a sua generalidade, isto é, elas são construídas sobre dispositivos de propósito geral e não são otimizadas para fins específicos tais como as redes de telefonia e TV. Já em Kurose e Ross (2012), os autores argumentam que o termo "Redes de Computadores" começa a soar um tanto envelhecido devido à grande quantidade de equipamentos e tecnologias não tradicionais que são usadas na Internet.

Com a indústria cada vez mais interessada nesse mercado promissor que a IoT nos traz, cada vez mais vemos no mercado dispositivos com acesso a internet como televisões, geladeiras, móveis, smartphones, consoles de jogos, webcams e a lista aumenta a cada dia. Outro importante ramo que vem crescendo é a integração de sistemas conectados à internet com sensores dos mais variados tipos e funcionalidades, viabilizando a troca de informações entre dispositivos moveis e facilitando o controle de ambientes a distância.

Figura 1: Internet das coisas<sup>2</sup>.

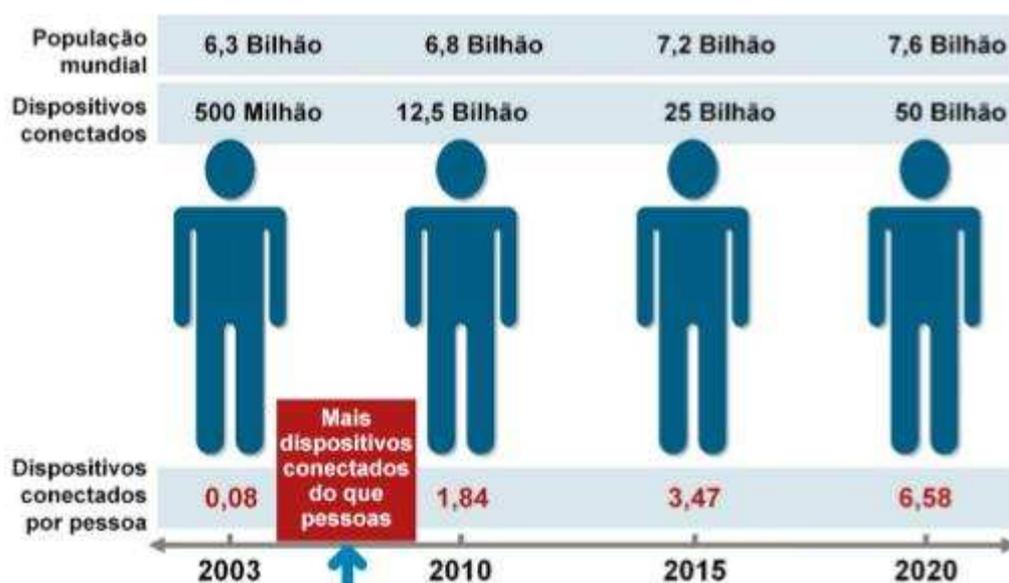


Fonte: Internet das Coisas: Webinar aborda a anatomia dos objetos inteligentes  
22 de julho de 2015

Outro fator que impulsiona a pesquisa e o desenvolvimento de projetos na área da IoT é o crescente aumento nas vendas de dispositivos com acesso a internet. Em 2003, havia aproximadamente 6,3 bilhões de pessoas vivendo no planeta e 500 milhões de dispositivos conectados à Internet. Já em 2010 eram 12,5 bilhões para 6,8 bilhões de pessoas, ou seja, o número de dispositivos conectados a internet superou o número de pessoas vivendo no planeta. A figura abaixo mostra essa evolução.

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.cpqd.com.br/noticias/internet-das-coisas-webinar-aborda-a-anatomia-dos-objetos-inteligentes/>

Figura 2: Relação entre o número de pessoas e dispositivos conectados no mundo<sup>3</sup>.



Fonte: Cisco IBSG, abril de 2011

Levando em consideração esses dados, pode-se estimar que em 2020 teremos em torno de 50 bilhões de dispositivos conectados à internet.

Com essa evolução nos números das vendas de aparelhos com conexão à internet, é só uma questão de tempo até que o conceito de IoT se torne algo corriqueiro em nossas vidas, como falar ao celular.

## 2.2 Tecnologia IoT.

Não faz sentido olhar para a internet das coisas como uma só tecnologia, mas como um conglomerado de conceitos que, juntos, constituem a IoT. Inicialmente existem três pilares básicos que compõem a base da internet das coisas, eles são: Redes, dispositivos e sistemas de controle.

### 2.2.1 Redes e protocolos de comunicação.

Redes são um dos pilares da internet das coisas pelo fato de que as comunicações entre dispositivos são feitas através delas. Segundo o artigo

<sup>3</sup> Disponível em: [http://www.cisco.com/c/dam/global/pt\\_br/assets/executives/pdf/internet\\_of\\_things\\_iiot\\_ibsg\\_0411final.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/executives/pdf/internet_of_things_iiot_ibsg_0411final.pdf)

Redes de Comunicação de Dados<sup>4</sup>: as redes de comunicação de dados (digitais) são redes em que a informação circula sob a forma binária (*bits*).

Cada rede obedece a um protocolo para que a comunicação aconteça de forma satisfatória, de acordo com Falbriard (2002, p. 63), “os protocolos utilizados em redes de comunicação definem conjuntos de regras que coordenam e asseguram o transporte das informações úteis entre dois ou mais dispositivos”. Nesse tópico serão abordados os principais protocolos usados em IoT e suas principais vantagens e desvantagens.

**Ethernet** é uma arquitetura de interconexão para redes locais - Rede de Área Local (LAN) - baseada no envio de pacotes. Ela define cabeamento e sinais elétricos para a camada física, em formato de pacotes e protocolos para a subcamada de controle de acesso ao meio (*Media Access Control* - MAC) do modelo OSI. Presente em grande parte das redes de computadores atuais, seus principais pontos positivos são a simplicidade, facilidade de implantação e alta vazão de dados. Entretanto como a *Ethernet* é uma rede baseada em cabos, o alcance da rede é limitado e implica que os dispositivos, tanto controladores quanto controlados não possuem mobilidade.

**Wi-fi** está entre as tecnologias de comunicação mais populares nos dias atuais, disponível em pelo menos 25% das casas no mundo. *Alliance*, W.-F (2015) é uma marca registrada da *Wi-Fi Alliance*<sup>5</sup>, utilizada por produtos certificados que pertencem à classe de dispositivos de rede local sem fio (WLAN) baseados no padrão IEEE 802.11. O WI-FI tem como principal preocupação a vazão de dados tendo valores de 600 Mbps ou 1300 Mbps na versão IEEE 802.11 ac. O alcance de comunicação também é um ponto positivo nesta tecnologia.

Ter uma grande vazão de dados e um bom alcance de conexão exige uma grande quantidade de energia para operação da tecnologia, o que leva a crer que foi pensada para equipamentos que não possuem consumo energético limitado.

---

<sup>4</sup> *Redes de Comunicação de Dados*. Porto: Porto Editora, 2003-2017. Disponível na Internet: [https://www.infopedia.pt/\\$redes-de-comunicacao-de-dados](https://www.infopedia.pt/$redes-de-comunicacao-de-dados)

<sup>5</sup> Alliance, W.-F. (2015). Disponível em : <http://www.wi-fi.org/>

O padrão **ZigBee**<sup>6</sup> é baseado no protocolo IEEE 802.15.4. A principal característica do *ZigBee* é a baixa vazão, reduzido consumo energético e baixo custo. Esta tecnologia pode alcançar a vazão de 250Kbps. O *ZigBee* também permite que os dispositivos entrem em modo *sleep* por longos intervalos de tempo para economizar o consumo de energia, fazendo com que a vida útil da bateria seja prolongada. Por ter um baixo consumo de energia o *ZigBee* já é utilizado em aplicações de automação residencial e industrial, atualmente é mantido pela *ZigBee Alliance*, que é uma aliança de empresas de diferentes segmentos do mercado, que juntas desenvolvem a tecnologia *ZigBee*.

**Bluetooth** é um protocolo de comunicação mantido pelo *Bluetooth Special Interest Group* (SIG). Segundo Morimoto (2008), o Bluetooth é usado para interligar periféricos próximos sem a utilização de cabos. O Bluetooth é uma rede de curta distância, porém de baixo consumo elétrico, desenvolvida em 1999 por um consórcio composto pelas empresas Ericsson, IBM, Nokia, Toshiba e Intel com o propósito de ser usado em dispositivos pequenos demais para comportar uma interface sem fio. Este protocolo foi escolhido para a montagem do protótipo deste trabalho pelo fato de ser de fácil manuseio e também por estar presente e quase a totalidade dos celulares existentes no mercado.

Hoje é uma das principais tecnologias de rede sem fio para *Personal Area Networks* (PANs) e tem seu uso focado em computadores, celulares e fones de ouvido.

**3G/4G/5G** representam as três últimas gerações de telefonia móvel voltadas para o acesso à internet. A mobilidade em tempos atuais é uma das maiores conquistas da sociedade moderna: a tecnologia que antes era fixa, tornou-se móvel e o número de telefones móveis, que antes parecia uma realidade distante, aumentou significativamente, elevando o nível de conexão que anteriormente não conseguia atender as altas taxas de comunicação de dados e como consequência a rede de telefonia móvel foi forçada a descobrir novas formas de tecnologias. Podem ser usadas em IoT, em projetos que precisam alcançar grandes distâncias ou tem como objetivo controlar e monitorar ambientes. O fluxo de dados das tecnologias 3G/4G/5G é alto e junto à

---

<sup>6</sup> Disponível em: <http://www.zigbee.org/>

mobilidade que proporciona, compensa o seu alto consumo energético. Seu uso junto com o *WI-FI* abre um enorme leque de possibilidades nos sistemas de controle residencial, permitindo aos usuários controlar eletroeletrônicos de sua residência como lâmpadas, câmeras de vigilância, televisores e *home theaters*, através de interfaces de controle.

Tabela 1: Comparação entre 3G, 4G e 5G.

3G – terceira geração de telefonia móvel	4G – quarta geração de telefonia móvel	5G – quinta geração de telefonia móvel
Utilizada pela maior parte dos usuários brasileiros hoje.	Mais nova e já é possível utilizar no Brasil	Está em fase de testes.
Usa tecnologias WCDMA ou CDMA	Utiliza a tecnologia LTE, que promete transmissões de dados em bandas ultra largas.	Ainda não tem padrões definidos.
Velocidade mínima de 200kbps, podendo chegar a mais	Prevê a utilização de tráfego de dados em até 100 mbps.	Na Coreia do Sul, experimentos conseguiram transferir dados a uma velocidade de 1 GB/s.
Brasil costuma chegar no máximo a 1 mbps.	Suporta mais protocolos de rede.	Ainda não tem padrões definidos.
Possui recursos de multimídia como vídeo, áudio, dados de forma digital.	Possui recursos de multimídia como vídeo, áudio, dados de forma digital.	Possui recursos de multimídia como vídeo, áudio, dados de forma digital.
Permite acessar vários serviços na Internet como: páginas e e-mail.	Permite acessar vários serviços na Internet como: páginas e e-mail.	Permite acessar vários serviços na Internet como: páginas e e-mail .

Adaptado de: Blog faculdade AIEC<sup>7</sup>

### 2.2.2 Dispositivos

A tradução mais adequada para *Internet of Things* (IoT) pode ser algo do tipo como “Internet em todas as coisas”, pois é isso que a ideia propõe. Qualquer

<sup>7</sup> Disponível em: <http://blog.aiec.br/saiba-diferenca-entre-tecnologias-3g-4g-e-5g/>

dispositivo pode ser conectado ou monitorado pela internet, a mesma coisa se aplica a lugares.

Os dispositivos que podem ser conectados, vão desde itens pequenos como relógios, lâmpadas e câmeras a objetos grandes que estão presentes no nosso cotidiano como carros, geladeiras ou qualquer outro tipo de eletrodoméstico. Para que isso seja possível basta que eles estejam conectados a dispositivos que podem monitorar seu funcionamento (sensores) e receber ou enviar sinais de controle (chips e antenas).

Figura 3: Relógio de pulso conectado à internet.



Fonte: “Tudo que você precisa saber sobre internet das coisas<sup>8</sup>”

Os sensores realizam o monitoramento do ambiente em que o objeto está imerso. Eles são responsáveis por lidar com grandezas físicas como temperatura, umidade, pressão e presença. Os chips de processamento são o cérebro do dispositivo e a comunicação é feita preferivelmente por um canal sem fio.

### 2.2.3 Sistemas de Controle.

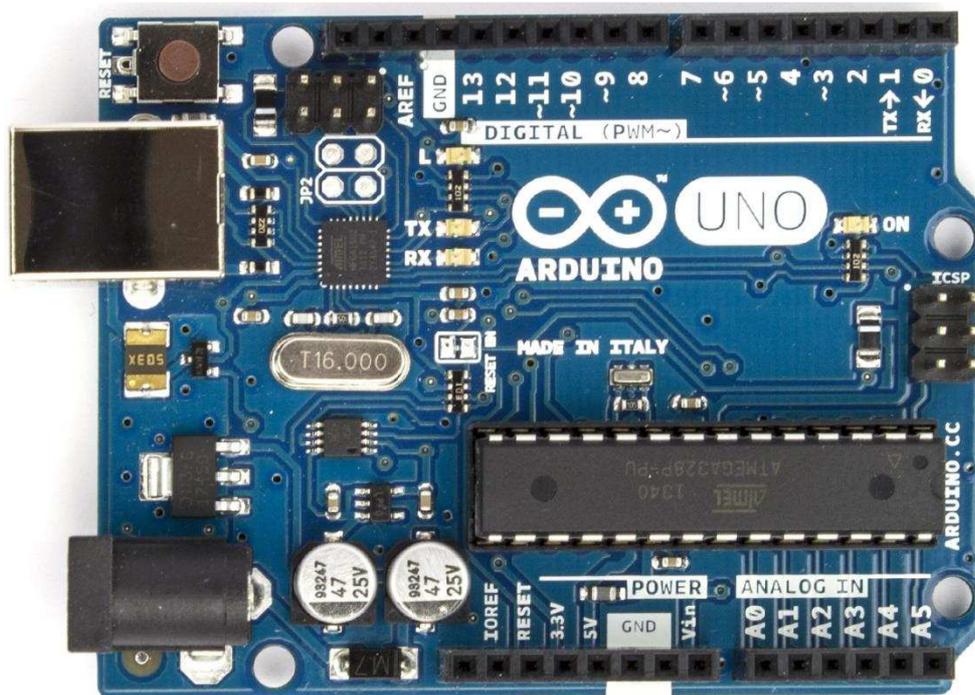
<sup>8</sup> Disponível em: <https://endeavor.org.br/internet-das-coisas/>

De que adianta ter uma planta que se conecta a uma rede ou possa ser monitorada a distância, se não houver sistema algum para processar as informações e controlar o sistema?

Segundo Ogata (2003) sistema é a combinação de componentes que agem em conjunto para atingir determinado objetivo. Para tal função temos o microcontrolador, que é o cérebro do sistema podendo gerir a comunicação com a internet, processar e salvar dados gerando uma resposta adequada para a informação obtida por meio de sensores.

Existem no mercado uma grande variedade de microcontroladores com as mais variadas descrições e capacidades. Um microcontrolador popular é o Atmel AVR que vem embutido na plataforma de prototipagem Arduino UNO.

Figura 4: Arduino Uno.



Fonte: Site oficial Arduino<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>

## **2.3 Expectativas sobre IoT.**

Para Atzori (2010) a Internet das Coisas (IoT) vem ganhando grande destaque no cenário das telecomunicações e está sendo considerada a revolução tecnológica que representa o futuro da computação e comunicação. Em breve estaremos vivendo o que é retratado nos filmes de Hollywood, onde o personagem chega em sua residência e pode controlar tudo apenas com sinais corporais, como palmas, ou por um dispositivo, como o celular. É fato que a Internet se tornou parte fundamental da sociedade, basta ligar o celular que qualquer pessoa tem acesso à rede mundial de computadores. Segundo Moreiras( 2014) É provável um futuro em que a rede e os computadores sejam invisíveis. Estarão tão integrados ao dia a dia das pessoas, disfarçados nos objetos do cotidiano, que não serão perceptíveis.

Podemos concluir que o IoT é um caminho sem volta e teve seu gatilho disparado no momento em que computadores ao redor do mundo se conectaram a internet. Com o avanço das tecnologias de comunicação, sensores e processadores mais potentes e capazes de operar com o mínimo de intervenção humana a IoT ganha força e é questão de tempo se tornar popular e entrar em nossas casas.

## **2.4 Internet das coisas e computação em nuvem.**

Segundo Ocampos (2015) em seu texto na revista Computação Brasil – Revista Brasileira de Computação, a computação em nuvem é uma das tecnologias mais importantes no mundo dos negócios atualmente e caminha junto com a internet das coisas para estabelecer um novo cenário de tecnologia mundial.

Segundo Danilo Amoroso, redator do site TECMUNDO<sup>10</sup>, computação em nuvem refere-se ao armazenamento e ao uso da capacidade de processamento de computadores e servidores compartilhados e interligados via internet. Em um

---

<sup>10</sup> Disponível em: <http://m.tecmundo.com.br/computacao-em-nuvens.htm>

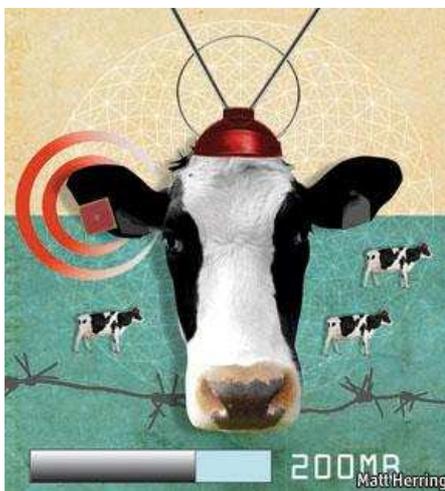
mundo com a IoT funcionando a pleno vapor serão necessários serviços de armazenamento e processamento de dados em qualquer lugar e a qualquer momento, onde poderemos baixar esses dados para análise e base para a tomada de decisões.

## 2.5 IoT na prática – Exemplos Reais.

Em alguns setores a IoT já é uma realidade palpável.

**Em vacas:** A Sparked<sup>11</sup>, uma empresa holandesa, implanta sensores nas orelhas do gado. Isso permite que os fazendeiros monitorem os sinais vitais e o desenvolvimento das vacas, além de acompanharem seus movimentos, garantindo um suprimento maior e mais saudável de carne para o consumo, provendo segurança e tratando dos animais com mais eficiência, pois sabe exatamente o estado de cada cabeça de gado. Em média, cada animal gera cerca de 200 megabytes de informações por ano<sup>12</sup>.

Figura 5: Sensores na orelha do gado.



Fonte: "Augmented Business", The Economist<sup>13</sup>

- **Casas inteligentes:** Pense em uma casa como uma extensão de seu dono, saber o que acontece com ela em tempo real e poder controlar

<sup>11</sup> Disponível em: <http://www.sparkholland.com/>

<sup>12</sup> Fonte: "Augmented Business", The Economist, novembro de 2010.

<sup>13</sup> Disponível em: <http://www.economist.com/node/17388392>

tudo com simples toques no celular. Para a Intel isso é perfeitamente possível, desde o reconhecimento da sua voz até saber quem está batendo à porta, a tecnologia de IoT está tornando realidade o sonho de uma casa segura e inteligente. A empresa foca em otimizar os custos<sup>14</sup>.

Figura 6: Smart Home usando IoT



Fonte: Site da OPServices<sup>15</sup>

- **Monitoramento de vagas de estacionamento:** Foi solicitado a empresa OPServices<sup>16</sup> que se desenvolve um sistema de controle de recursos de um estacionamento de caminhões com 18 vagas. A infraestrutura era controlada por sensores para medir: funcionamento das câmeras de vigilância, capacidade de lixo nas lixeiras, fluxo de água, utilização das lâmpadas, acesso ao Wi-Fi e tempo de estadia de cada caminhão<sup>17</sup>.

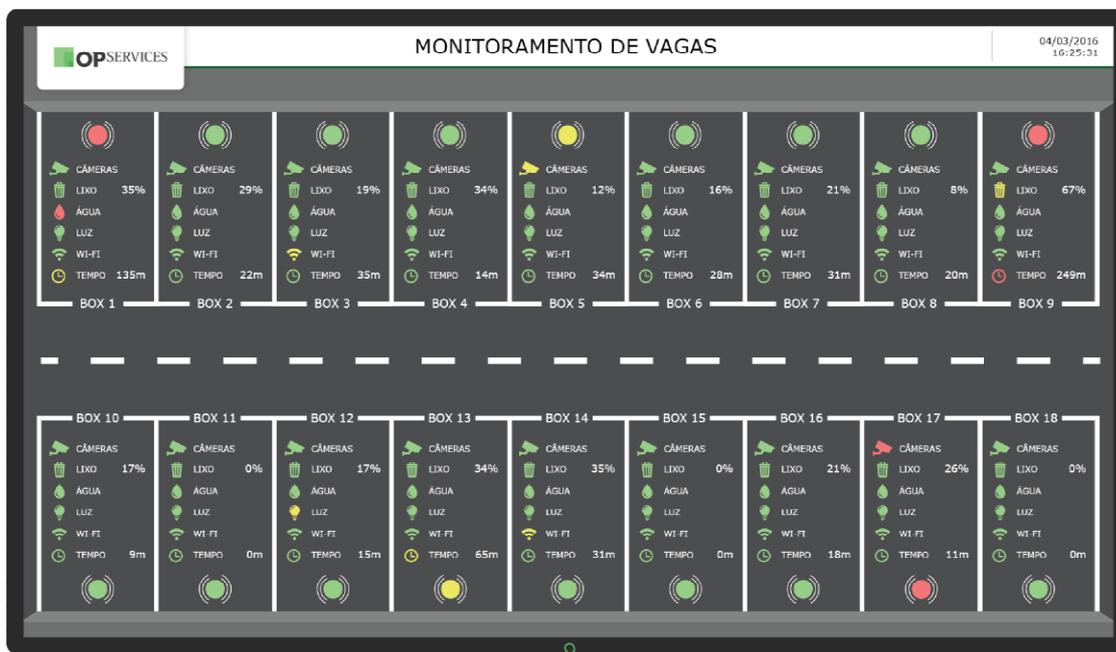
<sup>14</sup> Disponível em: <http://www.intel.com.br/content/www/br/pt/internet-of-things/smart-home.html>

<sup>15</sup> Disponível em: <https://www.opservices.com.br/5-aplicacoes-da-internet-das-coisas/>

<sup>16</sup> Disponível em: <https://www.opservices.com.br/>

<sup>17</sup> Disponível em: <https://www.opservices.com.br/5-aplicacoes-da-internet-das-coisas/>

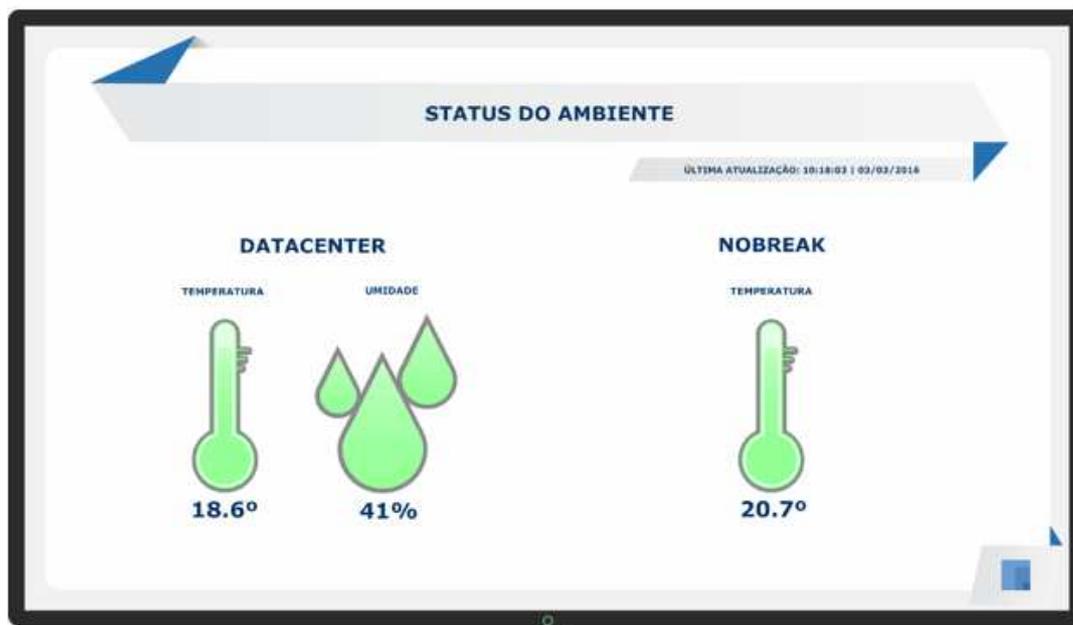
Figura 7: Controle de recursos disponíveis em box para estacionar caminhões



Fonte: Site da OPServices.

- Controle de temperatura e umidade em datacenter:** Datacenters são ambientes projetados para abrigar servidores, equipamentos de processamento e armazenamento de dados, e sistemas ativos de rede, como switches, roteadores e outros. Esses lugares precisam ter sua temperatura e umidade controladas de maneira rigorosa para que nenhum dos aparelhos venha apresentar algum defeito ou tenha sua vida útil reduzida por conta do ambiente. A empresa OPServices realizou um trabalho nessa linha onde obtinha os dados do ambiente a partir de sensores e enviava os valores para um servidor e através de uma interface o usuário podia monitorar e tomar as medidas de correção caso fosse necessário.

Figura 8: Interface gráfica do software de monitoração e temperatura e umidade.



Fonte: Site da OPServices.

## 2.6 Desafios para IoT.

Apesar de ser uma tecnologia bastante promissora com um grande potencial econômico pela comodidade e segurança que trará ao cotidiano das pessoas a IoT enfrenta algumas barreiras que atrasam o seu desenvolvimento.

Segundo Lancen LaChance, Vice-Presidente de Gestão de Produto da *GlobalSign*, as principais barreiras que travam o desenvolvimento da internet das coisas são a segurança da informação a ser transmitida e que a implementação em larga escala da IoT exige equipamentos e tecnologias sejam renovados ou atualizados com novas capacidades<sup>18</sup>. Um dos pontos de renovação são os sensores. Em um uso em larga escala de sensores eles devem ter consumo de energia reduzido e em alguns momentos até autosustentáveis. Imagine trocar as baterias de bilhões de dispositivos implantados no planeta inteiro.

No 241º Encontro e Exposição Nacional da Sociedade Química Americana (*American Chemical Society National Meeting & Exposition*), que aconteceu na cidade de Anaheim, Califórnia em março de 2011, foi apresentado

<sup>18</sup> Disponível em: <https://www.globalsign.com/pt-br/blog/desafios-oportunidades-internet-das-coisas/>

o primeiro nanogerador comercialmente viável. Segundo o cientista Zhong Lin Wang, é uma revolução no campo da geração de energia e pode ser aplicado a um infinito número de projetos. Wang também afirma que a imaginação do ser humano é a única limitação para o dispositivo que pode ser uma linha de pesquisa para solucionar o problema energético em sensores.

"Esse desenvolvimento (o nanogerador) representa um marco na produção de produtos eletrônicos portáteis que podem ser alimentados por movimentos do corpo sem a utilização de baterias ou tomadas elétricas. Nossos nanogeradores estão prontos para mudar as vidas no futuro. Seu potencial está limitado apenas pela imaginação". Zhong Lin Wang Cientista principal, Georgia Institute of Technology<sup>19</sup>.

No que diz respeito à segurança da informação, existe a possibilidade de uma pessoa com conhecimentos de redes e computadores possuir más intenções, ela pode invadir nosso computador ou celular para destravar trancas, descobrir senhas de acesso e desativar câmeras de segurança. Segundo Vasseur e Dunkels (2010) a conectividade entre as redes deve apresentar objetos inteligentes parcialmente ou completamente conectados com a Internet, porém com apropriados requisitos de proteção e segurança. Para prover o acesso em segurança existem softwares que tem a função de proteger a rede e barrar qualquer usuário não autorizado que tente coletar informações da rede, esse se dá via Firewall<sup>20</sup> e Proxy<sup>21</sup>, os quais possuem a tarefa de controle de acesso seguro às redes privadas de objetos inteligentes.

Para Shelby e Bormann (2011), para que um sistema baseado em IoT seja seguro, ele tem que satisfazer os requisitos:

**Confidencialidade:** Neste requisito os dados transmitidos podem somente ser "entendidos" por elementos participantes da comunicação, isto é, elementos sem autorização sabem que ocorreu comunicação, mas não sabem o conteúdo da comunicação;

**Integridade:** Os dados não podem ser alterados por elementos da rede ou fora dela sem a devida autorização;

---

<sup>19</sup> Disponível em: <http://www.gatech.edu/>

<sup>20</sup> Firewall é um dispositivo ou uma aplicação de software que funciona como uma barreira entre computadores de uma rede privada e as redes exteriores.

<sup>21</sup> A função do Proxy é o termo utilizado para definir os intermediários entre o usuário e o seu servidor, desempenhando a função de conectar o computador local com à rede externa.

**Disponibilidade:** Deseja-se manter o sistema sempre disponível e seguro contra-ataques maliciosos.

## 2.7 Domótica

Segundo Roberto Muratori e Paulo Henrique Dal Bó (2014) 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 com capacidade de seguir as instruções de um programa previamente estabelecido pelo usuário da residência e com possibilidades de alterações conforme seus interesses. Podendo esse controle ser local ou não. Define-se uma instalação residencial automatizada aquela que se torna capaz de executar funções e comandos mediante programação prévia. Assim como a IoT, o conceito de domótica é relativamente novo, mas de acordo com a revista *PC World*<sup>22</sup>, a previsão é de que o uso de sistemas de automação residencial triplique nos próximos dois anos.

## 2.8 Conclusão

A internet das coisas é uma tecnologia em ascensão e vem se mostrando bastante lucrativa já em alguns ramos da economia. Com o constante desenvolvimento das peças que compõem o IoT várias possibilidades nascem e novos projetos podem ser executados e os custos diminuem. Em um intervalo curto de tempo boa parte das pessoas do mundo tenham em suas casas sistemas que possibilitem o acesso em tempo real. A aplicação da internet das coisas na indústria já anda a passos largos por conta da otimização do sistema industrial, ou seja, aumento dos lucros e redução de perdas, pois o engenheiro tem informações em tempo real do que está acontecendo no chão de fábrica.

Como toda tecnologia nova tem suas barreiras e dificuldades, entretanto, já se mostra promissora e promete melhorar a vida do homem moderno. Os

---

<sup>22</sup> Revista *digital PC World. Automate Your Home With Four Easy Projects*

próximos anos vão ser de extrema importância para o desenvolvimento da IoT, sendo importante que se crie um padrão e com isso a construção de um cenário favorável ao crescimento da IoT. Outro problema que precisa ser trabalhado e que no momento é um dos principais empecilhos para o crescimento da IoT é a segurança, pois os usuários estão preocupados com a violação dos seus dados.

## 3. Sensores e Aplicações.

### 3.1 Introdução

A demanda de sistemas controlados está cada dia mais presente por ambientes em todo o mundo, tanto no âmbito residencial, quanto no industrial e para que um sistema possa ser controlado são necessários equipamentos de que possam detectar, medir e registrar a variação de parâmetros de um processo. Esses equipamentos são os sensores.

Um sensor é um dispositivo capaz de detectar/captar ações ou estímulos externos e responder em consequência. Podem transformar as grandezas físicas ou químicas em grandezas elétricas<sup>23</sup>.

### 3.2 Características dos sensores.

Existem muitos sensores no mercado e o que difere um do outro é sua finalidade, ou seja, qual grandeza ela vai medir ou detectar. Entretanto todos eles possuem certas características que podem ser usadas para classificar e diferenciar um sensor de outro. Segundo o professor da Universidade Estadual Paulista Marcelo Wendling (2010) existe uma série de características relacionadas a sensores que devem ser levadas em consideração na hora da escolha do sensor mais indicada para uma aplicação.

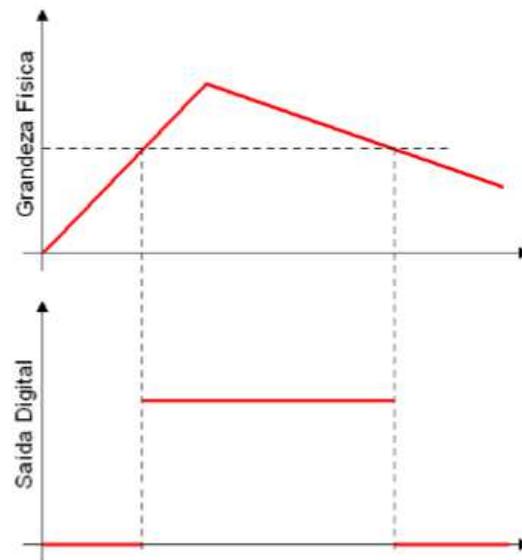
**Tipos de saída:** Sensores podem apresentar dois tipos de saída, a digital e a analógica. A saída digital ou discreta tem a característica de assumir apenas os valores zero e um. Por esse motivo é capaz de determinar apenas se certo valor foi atingido ou não.

Na figura 8 há uma comparação de uma grandeza física que está sendo monitorada por um sensor de saída digital. O sensor só muda de nível lógico baixo para alto quando determinado valor da grandeza física é atingido. Em nenhum momento se sabe o valor da grandeza física, só se tem uma mudança de estado na saída do sensor quando tal grandeza supera determinado valor.

---

<sup>23</sup> Conceito disponível em: <http://conceito.de/sensor>

Figura 9: Representação de uma saída digital.



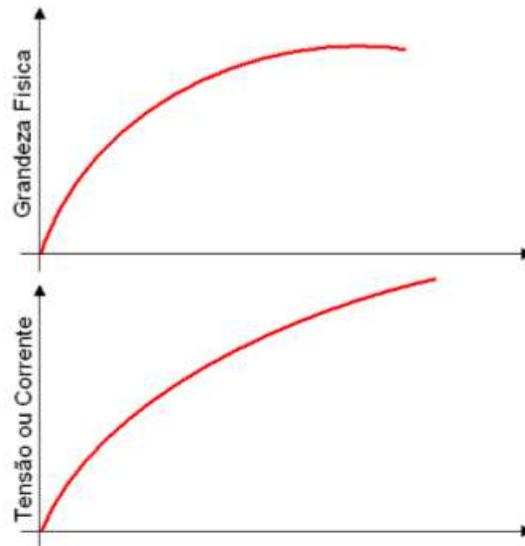
Fonte: Sensores. Professor Marcelo Wending<sup>24</sup>.

Em sensores do tipo analógico a saída é contínua onde a informação gerada por eles seja uma réplica da grandeza física, ou seja, para cada nível que a grandeza física atinja o sensor terá em sua saída um nível correspondente de tensão. Como na figura 9.

---

<sup>24</sup> Disponível em: <http://www2.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWending/4---sensores-v2.0.pdf>

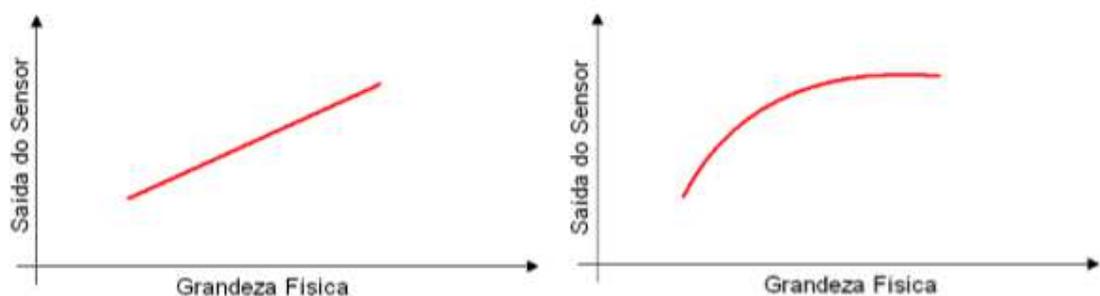
Figura 10: Figura 8: Representação de uma saída analógica.



Fonte: Sensores. Professor Marcelo Wending.

**Linearidade:** Essa característica se aplica somente a sensores analógicos, como dito no item anterior sobre sensores de saída analógica, busca-se representar a grandeza física com fidelidade, ou seja, respostas proporcionais às entradas. Segundo Marcelo Wending (2010) essa característica facilita a montagem de do circuito e da construção da interface. Entretanto nem sempre isso é possível.

Figura 11: Sensor linear e não-linear.



Fonte: Sensores. Professor Marcelo Wending.

**Velocidade de resposta:** Idealmente um sensor deve ter resposta instantânea. Uma resposta lenta prejudicaria a resposta do sistema a determinado estímulo e o controle perderia eficiência.

**Alcance:** Representa a faixa de valores que um sensor pode ter como entrada.

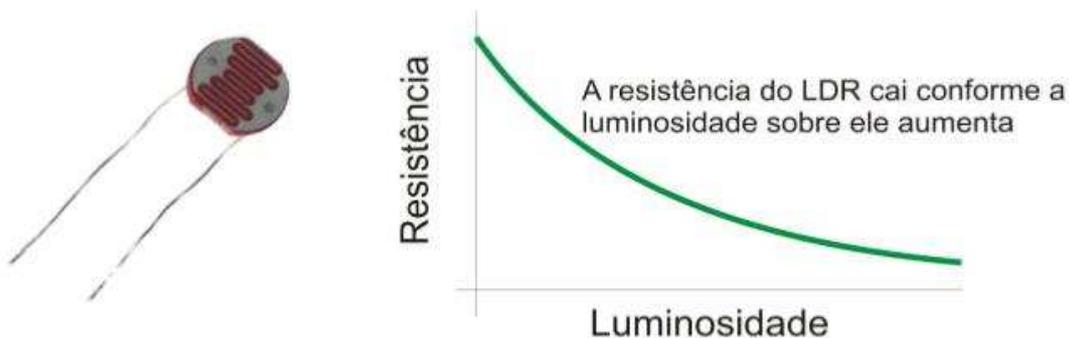
### 3.3 Tipos de sensores.

Neste tópico iremos relacionar os principais tipos de sensores, como funcionam e suas principais características.

#### 3.3.1 Sensor de luminosidade LDR - Light Dependent Resistor.

De acordo com Luís Fernando Patsko (2006) o LDR é um dispositivo cuja resistência varia de acordo com a luminosidade. Se for submetido a uma luz cada vez mais intensa, pode-se verificar que sua resistência diminuirá gradativamente.

Figura 12: LDR e o gráfico da resistência em relação a luminosidade



Fonte: Luís Fernando Patsko. Aplicações, Funcionamento e Utilização de Sensores.

O LDR é construído a partir de material semicondutor com elevada resistência elétrica. Quando a luz que incide sobre o semicondutor tem uma frequência suficiente, os fótons que incidem sobre o semicondutor libertam elétrons para a banda condutora que irão melhorar a sua condutividade e assim diminuir a resistência.



principal função destes sensores no mercado atual é de ligar automaticamente a iluminação quando detectar movimento no ambiente, com um dispositivo controlador para desligar esta carga com tempo programado após último movimento detectado, com recontagem de tempo. Funciona com sensor infravermelho e tecnologia que detecta o movimento de fontes de calor como pessoas, carros e animais grandes. De acordo com a Fabricante FAME<sup>28</sup>, os sensores de presença são indicados para halls, escadas, corredores e demais lugares onde forem necessários. Aciona o circuito automaticamente após a detecção por infravermelho de calor emitido por movimentos no ambiente.

Figura 14: Sensor de presença.



Fonte: Site Arduino e Cia<sup>29</sup>

### 3.3.4 Sensor acústico.

Pelo nome é fácil ter uma ideia de como funciona esse tipo de sensor, por ondas sonoras. Este dispositivo emite e percebe diferentes frequências de ondas sonoras no ar. Ele emite várias ondas inaudíveis e detecta o eco provocado pela

---

<sup>28</sup> Disponível em: <http://www.fame.com.br/produto/462/sensor-de-presenca-para-teto-bivolt-sobrep>

<sup>29</sup> Disponível em: <http://www.arduinoecia.com.br/2014/06/sensor-presenca-modulo-pir-dyp-me003.html>

obstrução de um corpo estranho, de maneira similar a um sonar<sup>30</sup>. Esse tipo de tecnologia é usada como sensor de estacionamento em alguns modelos de carros. Resumidamente o princípio de funcionamento dos sensores acústicos é a emissão de uma onda sonora de alta frequência, e na medição do tempo levado para a recepção do eco produzido quando esta onda se choca com um objeto capaz de refletir o som.

Figura 15: Funcionamento de sensores acústicos.



Fonte: Site da Tectudo.

### 3.3.5 Sensor indutivo.

Este tipo de sensor tem a capacidade de perceber objetos metálicos a pequenas distâncias sem a necessidade de contato direto e consiste basicamente de uma bobina em torno de um núcleo. Segundo a WEG, fabricante do modelo **Namur Norma DIN 19234**, tem aplicação prioritariamente industrial. Estão entre suas aplicações<sup>31</sup>:

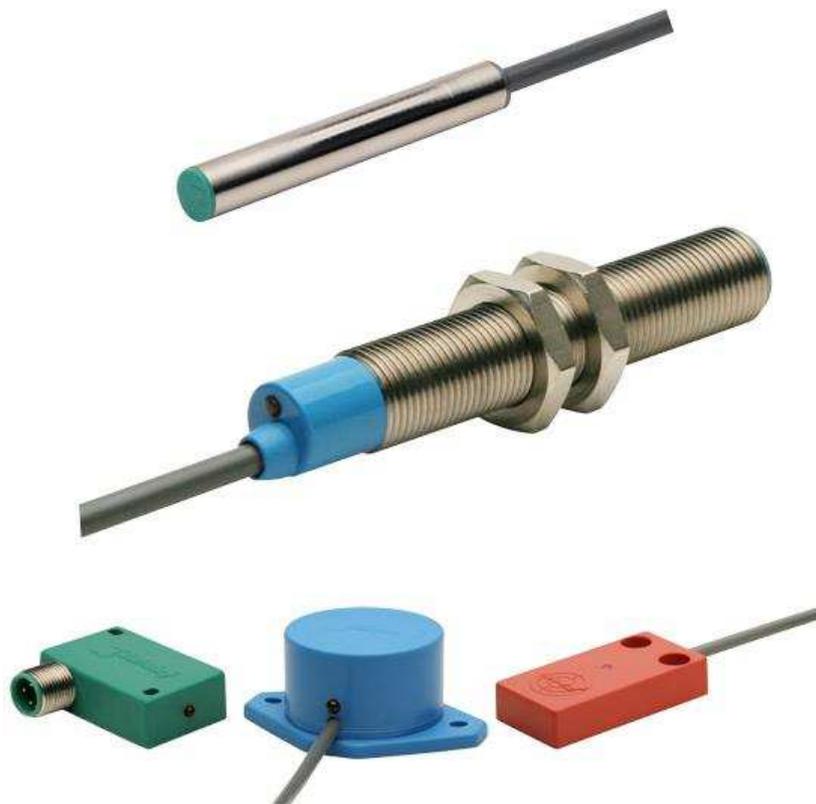
<sup>30</sup> Disponível em: <http://www.tectudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2013/12/como-funcionam-os-sensores-de-proximidade.html>

<sup>31</sup> Informação disponível no site da fabricante (WEG): <http://old.weg.net/br/Produtos-e-Servicos/Controls/Sensores-Industriais/Sensores-Indutivos>

- Detecção de presença ou ausência de um material metálico;
- Detecção de passagem de material;
- Detecção de fim de curso;
- Identificação de materiais metálicos;
- Leitura de posição (longa distância);

Seu princípio de funcionamento consiste em um campo eletromagnético variável que é gerado pela bobina. Quando um material metálico penetra este campo, provoca uma perturbação no campo que é percebida pelo circuito de disparo que está conectado ao sensor. O circuito de disparo fornece resposta alta ou baixa que é usada para o controle do processo. Na figura 15 seguem modelos de sensores indutivos vendidos pela WEG.

Figura 16: Sensores indutivos.



Fonte: <http://old.weg.net/br/Produtos-e-Servicos/Controls/Sensores-Industriais/Sensores-Indutivos>.

### 3.3.6 Sensores capacitivos.

Segundo a fabricante WEG, sensores capacitivos são acionados quando qualquer objeto, de qualquer composição entra em sua área de detecção. Este objeto pode ser de qualquer composição (vidro, grãos e até líquidos)<sup>32</sup>. O sensor capacitivo opera de forma similar ao capacitor. No entanto a capacitância do sensor é variável de acordo com a distância entre a superfície de leitura do sensor e o material a ser detectado. Também podem ocorrer mudanças na capacitância do sensor pela captação de material condutivo ou dielétrico. A alteração da capacitância por fim representa uma variação no sinal elétrico emitido pelo dispositivo.

Segue na tabela 2 uma comparação entre sensores capacitivos e indutivos em relação a aplicações industriais.

Tabela 2: Comparação entre sensores capacitivos e indutivos.

Fatores	Sensor Capacitivo	Sensor Indutivo
Variedade de Materiais.	Ótimo	Aplicável
Detecção de objetos pequenos.	Ótimo	Aplicável
Facilidade de montagem.	Ótimo	Aplicável
Alcance	Aplicável	Ótimo
Custo	Aplicável	Ótimo
Ambientes empoeirados.	Inadequado	Ótimo

Fonte: Adaptado do site Citisystems<sup>33</sup>

Fisicamente o sensor capacitivo parece muito com o sensor indutivo sendo necessário reconhecer o seu número série ou referência para sua melhor aplicabilidade, segue na figura 16 o modelo M12 produzido pela WEG.

<sup>32</sup> Disponível no site da fabricante (WEG): <http://old.weg.net/br/Produtos-e-Servicos/Controls/Sensores-Industriais/Sensores-Capacitivos>

<sup>33</sup> Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/sensor-capacitivo/>

Figura 17: sensores capacitivos.



Fonte: Site da Fabricante<sup>34</sup>

### 3.4 Transdutor.

De acordo com professor Valner Brusamarello(2015) o transdutor “é um dispositivo que converte um sinal de uma forma física para um sinal correspondente de outra forma física. É um dispositivo utilizado em medições, que fornece uma grandeza de saída que tem uma correlação específica com a grandeza de entrada. Pode-se citar como exemplos: termopar, transformador de corrente, extensômetro de resistência elétrica, eletrodo de pH, entre outros. ”

Os transdutores transformam a grandeza física em um sinal que pode ser entendido pelo microcontrolador, que é a parte responsável por gerir as respostas do sistema. Basicamente a informação é coletada pelo sensor e é

---

<sup>34</sup> Disponível em: <http://old.weg.net/br/Produtos-e-Servicos/Controls/Sensores-Industriais/Sensores-Capacitivos>

convertida em sinais equivalentes que podem ser reconhecidos pelo microcontrolador, esse por sua vez, analisa-os e dá uma resposta de controle aceitável.

### **3.5 Conclusão.**

No mundo moderno onde a automatização está presente no cotidiano, seja no controle de temperatura efetuado pelos condicionadores de ar em nossas casas ou no controle da velocidade de um motor de indução em uma indústria, o uso dos sensores é imprescindível. Eles são responsáveis por captar as informações do sistema para que este possa ser controlado de maneira eficaz. Sem a existência dos sensores e transdutores a medição teria que ser feita manualmente e o usuário teria que dar entrada dos valores no controlador o que inviabilizaria o controle rápido e eficaz do processo.

Também é notável a importância dos sensores no desenvolvimento da internet das coisas. A expansão da IoT só é possível por conta do desenvolvimento da indústria de sensores, que a cada dia busca materiais mais sensíveis, que consumam menos energia e possam ser conectados a dispositivos com acesso à internet.

## 4. Concepção de Sistemas Residenciais Controlados Via Smartphone

### 4.1 Introdução

Este capítulo apresenta a implementação do método de construção do protótipo, bem como os materiais e softwares usados para gerar os códigos e o hardware para a montagem. Cada item será descrito em detalhe, assim como o protótipo final será apresentado.

Toda a ideia do projeto se baseou no conceito de domótica que segundo Júlio André Sgarbi e Flavio Tonidandel(2007), se entende que dados obtidos dos sensores da casa devem ser avaliados de modo a adaptar as regras de automação do ambiente. Este conceito está ligado com a instalação de certas tecnologias em residências, de modo a facilitar o cotidiano das pessoas, assim como, aumentar sua segurança.

### 4.2 Metodologia

Durante a fase de criação dos códigos e montagem do protótipo foram realizados testes à medida que novas funcionalidades eram adicionadas ao protótipo, além de um estudo aprofundado nos datasheets dos componentes usados como: relés, transistores, microcontroladores e demais componentes que justos foram o sistema. Os erros, quando detectados, eram corrigidos até que entrassem em total conformidade com os requisitos do sistema. É essencial o estudo do funcionamento do protocolo *Bluetooth*, assim como o funcionamento do módulo usado para comunicar o aparelho celular com o microcontrolador.

## 4.3 Projeto

O protótipo é controlado por um aplicativo que roda na plataforma *Android*<sup>35</sup>, que está presente na maioria dos celulares vendidos no mercado atual.

Usou-se a placa de desenvolvimento Arduino UNO para ativar ou desativar pontos de luz da casa, assim como monitorar a temperatura e ativar um cooler que simula um condicionador de ar. Sensores são utilizados para monitorar o ambiente e gerar respostas automáticas para melhor comodidade do proprietário da residência.

O controle do microcontrolador foi feito por um aplicativo desenvolvido pelo autor deste texto utilizando o App Inventor, uma ferramenta desenvolvida pela Google que permite a criação de aplicativos para smartphones que rodam o sistema operacional *Android* sendo necessário conhecimento em lógica programacional.

A ideia básica da construção do projeto é: ao ativar ou desativar um botão no aplicativo um caractere é enviado via protocolo Bluetooth. Esse caractere ao ser recebido pelo módulo Módulo *Bluetooth JY-MCU*, é testado por uma rotina, que está sendo processada pelo microcontrolador e ao reconhecer o caractere executa uma ação. Neste item serão tratados de todas as etapas da construção do protótipo.

### 4.3.1 Aplicativo

O aplicativo foi construído usando a ferramenta *App Inventor*, que facilita a criação do *layout*. Sendo necessário apenas adicionar os itens desejados para a tela do aplicativo como botões ou imagens. A figura 18 mostra o aplicativo, já instalado no dispositivo com o sistema operacional Android.

---

<sup>35</sup> **Android** é um sistema operacional (SO) baseado no núcleo Linux e atualmente desenvolvido pela empresa de tecnologia Google.

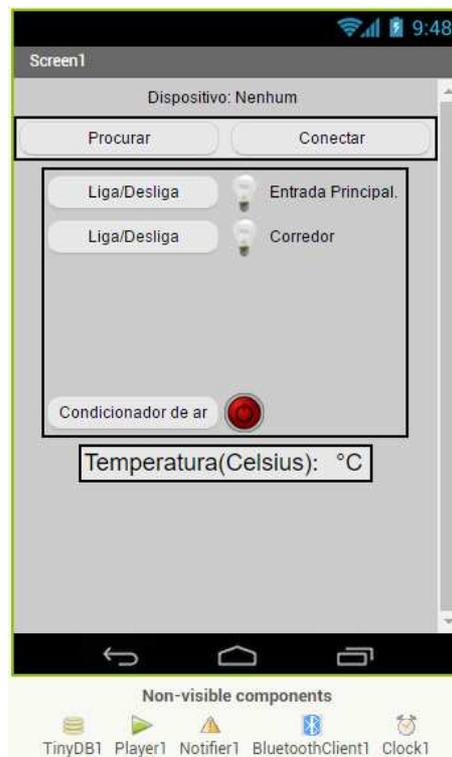
Figura 18: Aplicativo instalado no dispositivo.



Fonte: Desenvolvida pelo autor.

A figura 19 mostra a interface do aplicativo, juntamente com cada componente adicionado ao sistema. Em seguida serão apresentados os códigos que regem o funcionamento de cada variável presente no aplicativo.

Figura 19: Interface do aplicativo.



Fonte: Desenvolvida pelo autor.

Na tela inicial do aplicativo foram adicionados:

- **Campo 1(Dispositivo):** Nomeado como 'LBDispositivos', esse campo tem a função de mostrar a variável 'device', que recebe o nome e endereço do dispositivo *bluetooth* conectado. Se o celular não estiver conectado a nenhum dispositivo, ela mostrará a palavra 'Nenhum';
- **Botão Procurar:** Tem a função de chamar a função 'BluetoothClient1', que busca os dispositivos próximos e os mostra em uma lista para que o dispositivo correto possa ser selecionado;
- **Botão Conectar:** Depois de encontrar e selecionar o dispositivo requerido o botão 'Conectar', depois de clicado, tem a função de estabelecer a comunicação entre o celular o módulo *Bluetooth* assim como salvar o endereço e o nome do dispositivo em um banco de dados;
- **Botões Liga/Desliga:** Esses botões tem a função de ligar e desligar LED's conectados ao microcontrolador. Ao serem clicados, enviam caracteres para o microcontrolador, que ao recebê-los e reconhece-los, executa alguma ação;
- **Botão Condicionador de ar:** Este botão tem a mesma função dos botões 'Liga/Desliga', ao ser acionado envia um caractere para o microcontrolador para que esse possa tomar alguma ação. A diferença é que ele é usado para controlar um cooler que tem a função de simular o condicionador de ar. Para controlá-lo foi montado o circuito de acionamento<sup>36</sup> usando um transistor e um relé, já que o microcontrolador não dispõe de potência o suficiente para aciona-lo;
- **Imagens:** Imagens de lâmpadas ligadas e desligadas foram adicionadas ao aplicativo para sinalizar se determinado terminal está em funcionamento ou não. Assim como imagens sinalizadoras para o botão 'Condicionador de ar';
- **Campo 2(Temperatura):** Neste campo é mostrada a temperatura ambiente captada pelo sensor LM35 que está conectado ao microcontrolador. Depois de tratar a informação, o microcontrolador envia para o celular, via *Bluetooth*, os dados que são mostrados no campo 2;

---

<sup>36</sup> Abordado no item anterior

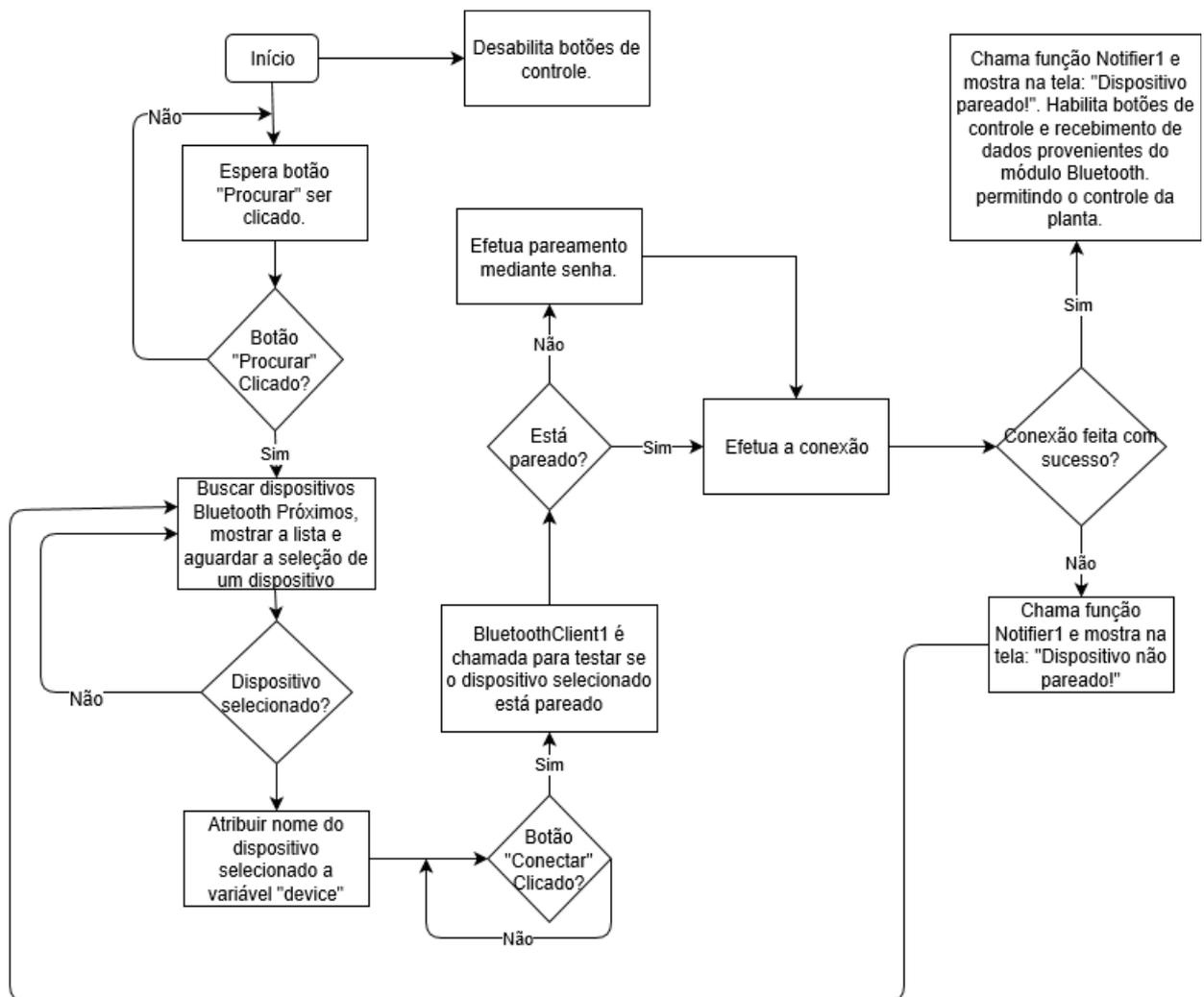
- **TinyDB1:** É o banco de dados adicionado ao sistema, que tem a função de guardar o nome dos módulos *Bluetooth* pareados com o dispositivo *Bluetooth* do celular;
- **Player1:** É a função chamada quando algum botão é pressionado, tem a função de fazer o aparelho celular vibrar por alguns milissegundos. O tempo de vibração é controlado por um parâmetro da função no código;
- **Notifier1:** É a função chamada para notificar o usuário que alguma ação aconteceu. No aplicativo ela é chamada para mostrar ao usuário se a conexão entre os dispositivos foi satisfatória ou não;
- **BluetoothClient1:** Função chamada para efetuar a conexão, pareamento, e a troca de dados entre os dois dispositivos Bluetooth.
- **Clock1:** A função 'Clock1' é chamada para atualizar o 'campo 2', ela atualiza os dados recebidos pelo dispositivo Bluetooth do celular e atualiza o campo 'temperatura'.

#### 4.3.2.2 Fluxograma do aplicativo.

Nesta seção será mostrado o fluxograma do aplicativo. O código completo é exibido no apêndice três deste trabalho. Como o *App Inventor* trabalha em programação por blocos.

Para melhor entendimento os fluxogramas serão divididos em partes. O primeiro fluxograma, figura 20, mostra as ações de quando o programa é iniciado até a conexão com dispositivo *bluetooth*.

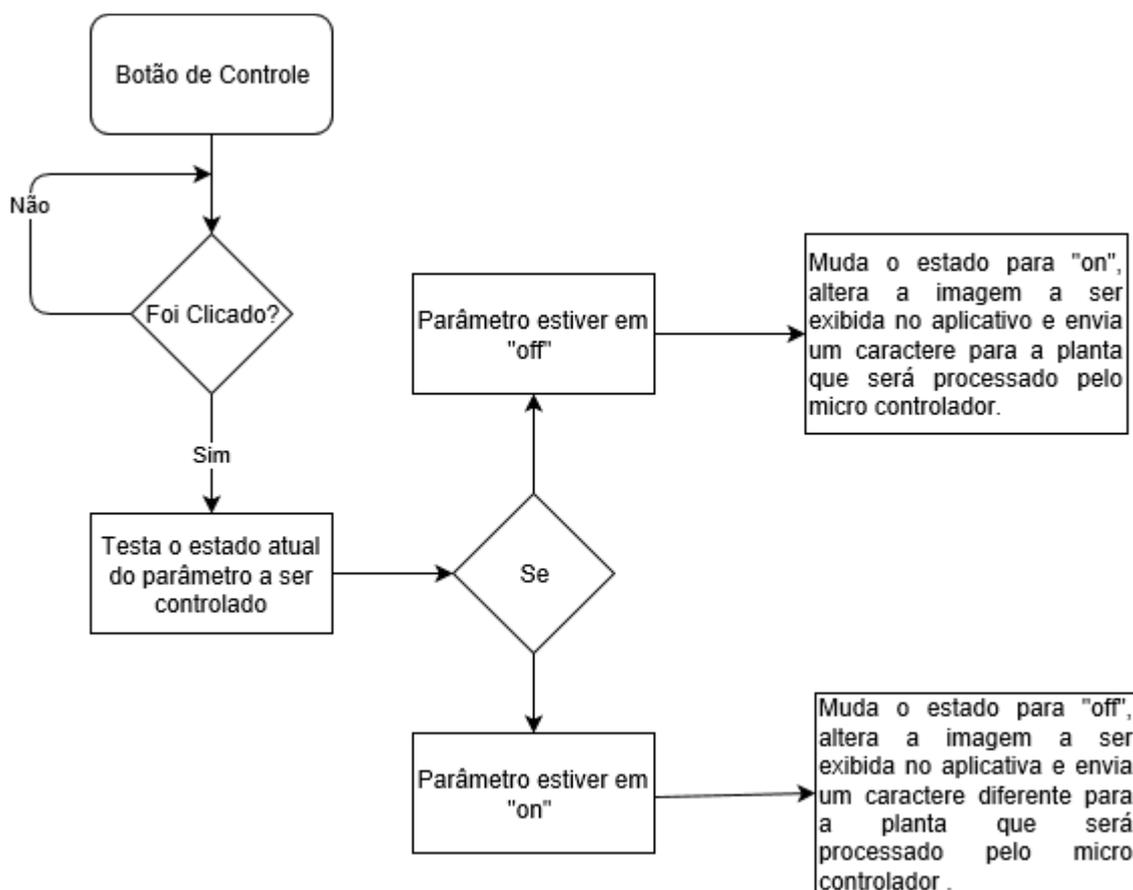
Figura 20: Primeiro fluxograma.



Fonte: desenvolvida pelo autor.

A figura 21 mostra a rotina de teste de funcionamento dos botões.

Figura 21: funcionamento dos botões



Fonte: Desenvolvida pelo autor.

#### 4.3.2 Hardware

O neste tópico são detalhados os componentes utilizados para realizar a montagem do protótipo.

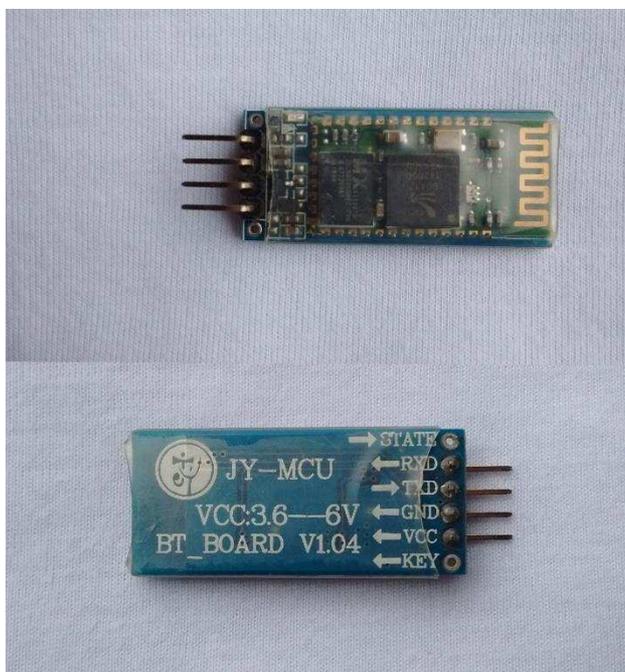
**Arduino:** Para a primeira parte do projeto, que é a comunicação do microcontrolador com o celular, via protocolo *Bluetooth*, foi usada uma placa de desenvolvimento Arduino Uno, que possui o microcontrolador ATmega328P<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Datasheet: [http://www.atmel.com/images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P\\_datasheet\\_Complete.pdf](http://www.atmel.com/images/Atmel-8271-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328-328P_datasheet_Complete.pdf)

com 14 pinos, que podem ser usados como saída ou entrada de dados, e 6 entradas analógicas. A placa vem equipada com um cristal de quartzo de 16MHz, um divisor de tensão para a proteção do microcontrolador, um dispositivo para conexão USB para a transferência do código para o microcontrolador e em alguns casos também pode ser usada como fonte de alimentação. Na segunda parte do projeto foi usado um Arduino Mega 2560<sup>38</sup> para controlar o sensor de presença e o sensor de luminosidade que é usado para ativar uma lâmpada por meio de um relé. Os Códigos gravados do Arduino UNO e no Arduino MEGA estão nos apêndices um e dois respectivamente.

**JY-MCU Módulo Bluetooth:** É componente eletrônico desenvolvido para enviar e receber informações via Bluetooth, sendo compatível com plataformas de prototipagem Arduino, Raspberry PI, ARM, AVR, PIC. O Módulo Bluetooth JY-MCU permite que o dispositivo envie ou receba dados TTL através de tecnologia Bluetooth sem que seja necessário conectar um cabo serial no computador. Na prática, comumente o Módulo é utilizado para criação de redes sem fio (no modo slave), onde é possível criar redes para trocas de informações entre um microcontrolador e um smartphone.

Figura 22: JY-MCU Módulo Bluetooth



Fonte: Elaborada pelo autor

<sup>38</sup> <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>

**Características:**

- Protocolo Bluetooth: v2.0+EDR
- Frequência: 2.4Ghz Banda ISM
- Modulação: GFSK
- Potência:  $\leq 4$ dBm, Class 2
- Sensibilidade:  $\leq -84$ dBm at 0.1% BER
- Velocidade: Assíncrona: 2.1Mbps(Max) / 160 kbps, Síncrona: 1Mbps/1Mbps
- Segurança: Autenticação e encriptografia
- Tensão: 3,6V a 6V
- Temperatura de trabalho:  $-20^{\circ}\text{C} \sim +75^{\circ}$
- Tipo de comunicação: USART - Serial RS232 nível TTL
- Velocidade de comunicação: 9600 (padrão), mas pode ser configurado para:
  - 38400,19200,38400,57600,115200,230400,460800
  - Senha padrão: 1234
  - Comandos: AT

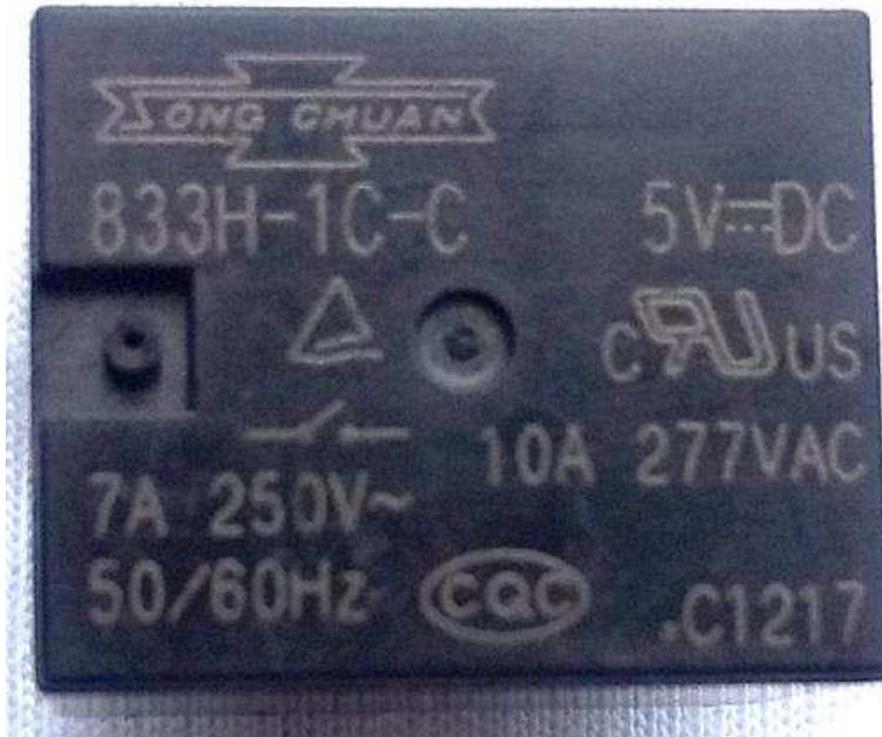
**Sensores:** Foram implementados no protótipo os sensores de temperatura (LM35), luminosidade (LDR) e o sensor de presença descritos nas seções 3.3.1, 3.3.2 e 3.3.3.

**Relé:** Foi usado um relé produzido pela companhia Song Shun<sup>39</sup> com alimentação de 5v DC com uma corrente de 70mA, podendo fechar contato a uma alimentação máxima de 250v (tensão alternada) e uma corrente máxima de 10A. O relé é necessário no circuito para a ativação de um cooler de alimentação 12v - DC que simula um condicionador de ar, e, como o Arduino não tem a capacidade de suprir a energia necessária para o cooler, é necessária uma fonte externa. Quando é enviado o comando para ativação do condicionador de ar, o microcontrolador envia nível lógico alto ligando a alimentação do relé, e isso faz com que o magneto móvel mude de posição ligue a alimentação do cooler. O mesmo modelo de relé foi usado para ativar a lâmpada.

---

<sup>39</sup> Disponível em: <http://www.songchuan.com/>

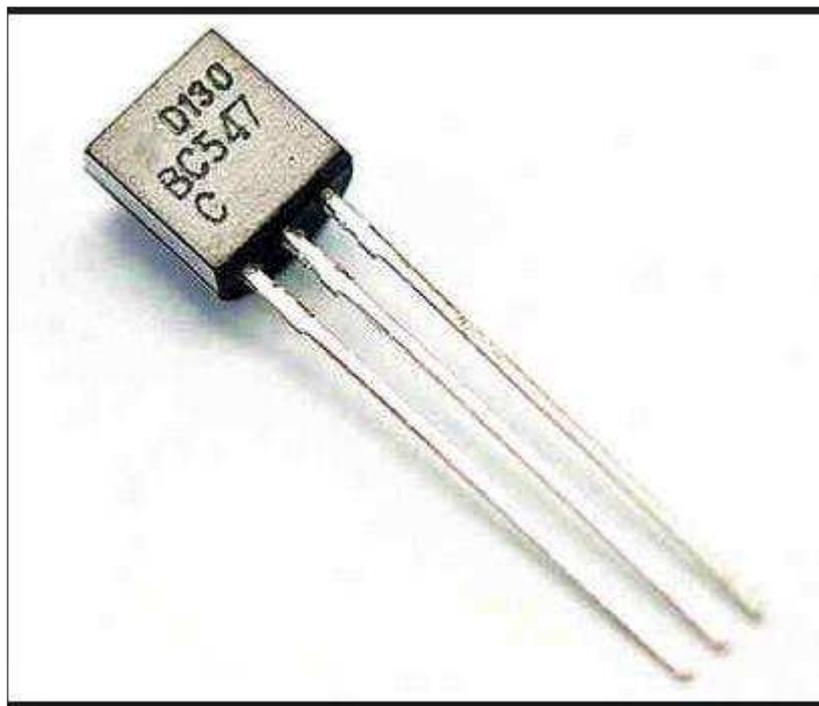
Figura 23: relé.



Fonte: Elaborada pelo autor.

**Transistor BC547:** A corrente máxima suportada pelas saídas digitais do Arduino é de 40mA, enquanto a corrente necessária para o funcionamento do relé é de 70mA. Se a ligação fosse feita diretamente entre o Arduino e o relé haveria uma sobrecarga que poderia danificar o microcontrolador. A solução encontrada foi conectar o Arduino à base do transistor que precisa de uma corrente muito menor para ser ativado. O pino de alimentação positiva (VCC) do relé fica ligado à fonte externa enquanto o pino de referencia (GND) fica conectado ao coletor do transistor, o pino emissor do transistor e conectado ao GND da fonte externa. Enquanto a base do transistor não é ativada não existe alimentação no relé. A partir do momento que o transistor é ativado, o GND da fonte externa se liga ao pino de referência do relé, mudando a posição do magneto móvel interno do relé.

Figura 24: Transistor BC547



Fonte: Site de vendas Aliexpress<sup>40</sup>

Dados técnicos:

Máxima tensão de coletor [VCEO]	45V
Máxima corrente de coletor [IC]	100mA
Ganho [hfe]	110 - 800

**Resistor 10K $\Omega$ :** O resistor é um dispositivo que tem a característica de se opor ao fluxo de corrente elétrica e a relação entre corrente e resistência em um circuito é inversamente proporcional. A sua função no circuito é reduzir a corrente produzida pelo microcontrolador já que a corrente necessária para ativar a base do transistor está na casa do  $\mu$ A.

**Fontes externas:** Foi usada uma fonte externa para a alimentação do relé, afim de não sobrecarregar a placa de desenvolvimento Arduino. A fonte usada tem entrada AC 110 – 220V (50 – 60 Hz) e saída DC 5v e pode suprir cargas que demandem até 2A de corrente. Para alimentar o Arduino foi usada uma fonte de AC 110 – 240V (50 – 60 Hz) e saída DC 5v e pode suprir cargas

---

<sup>40</sup> Disponível em: [https://www.aliexpress.com/price/bc547-transistor\\_price.html](https://www.aliexpress.com/price/bc547-transistor_price.html)

que demandem até 1A com o adaptador compatível com a entrada da placa. A figura 31 mostra as duas fontes externas, a da direita é a usada para alimentar o Arduino e a da esquerda é usada para alimentar o relé.

Para alimentar o Cooler foi usada uma fonte de saída 12v e 1A.

Figura 25: Fontes externas.



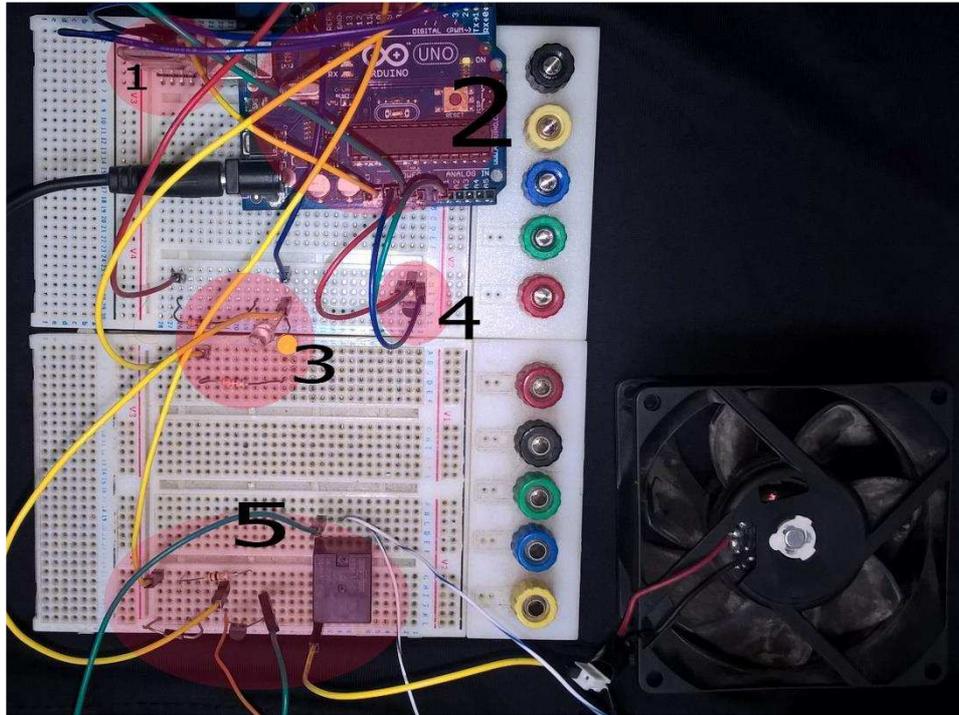
Fonte: Elaborada pelo autor.

**Cooler:** Um cooler comum de uma fonte de computador antiga foi usado para simular o condicionador de ar.

### 4.3.3 Montagem

A figura 33 mostra a primeira parte da montagem do protótipo com a explicação detalhada da montagem.

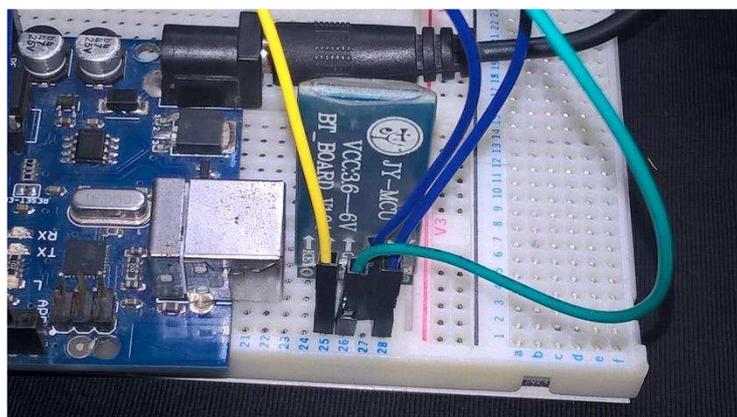
Figura 26: Protótipo.



Fonte: Elaborada pelo autor.

1. Módulo Bluetooth JY-MCU conectado no circuito. Ele possui quatro pinos: Entrada de dados, saída de dados e alimentação VCC e GND. O módulo está sendo alimentado pelo Arduino e seus pinos de comunicação, RXD e TXD, estão conectados as saídas seriais do Arduino, pinos um e dois.

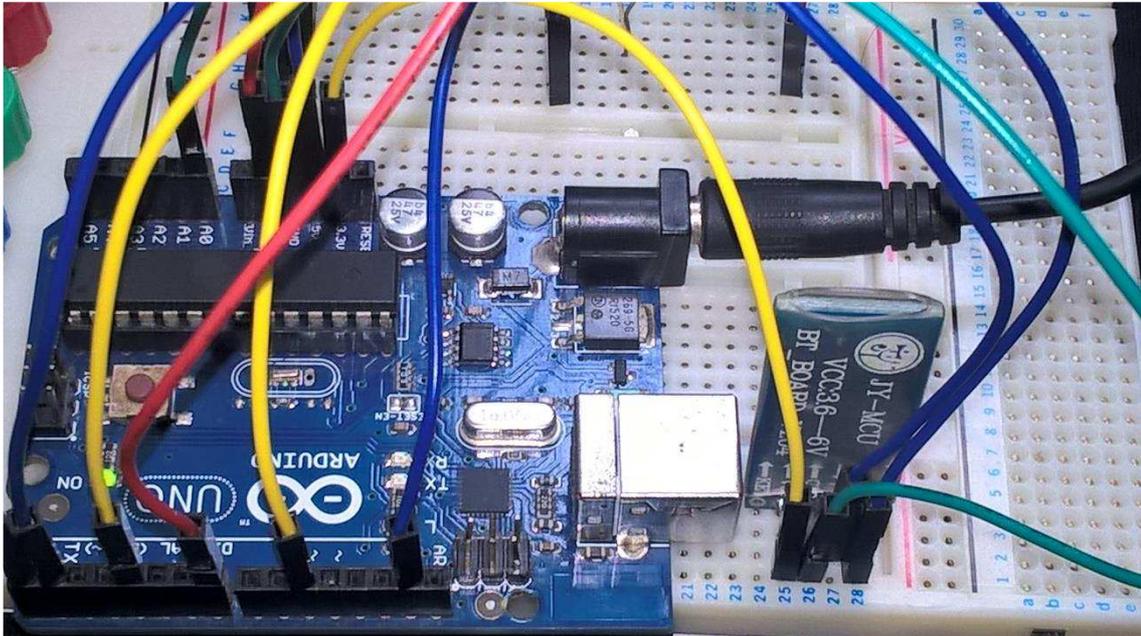
Figura 27: Módulo Bluetooth JY-MCU



Fonte: Elaborada pelo autor.

2. Placa de desenvolvimento Arduino é o cérebro do sistema. Responsável por processar as informações recebidas pelo módulo Bluetooth JY-MCU.

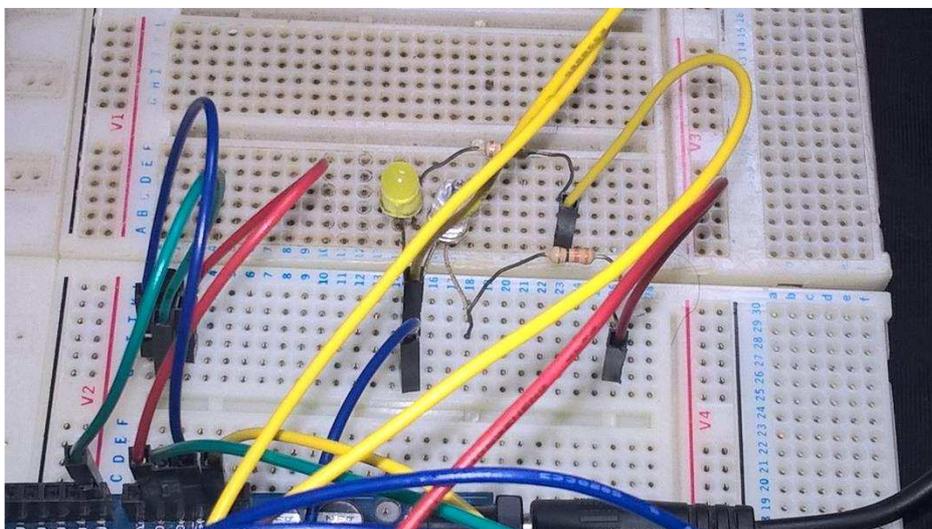
Figura 28: Arduino



Fonte: Elaborada pelo autor.

3. Dois LED's que simulam o funcionamento de duas lâmpadas. Para que eles não queimem foi adicionado a cada resistor de  $330\Omega$  em serie com o intuito de criar um divisor de tensão.

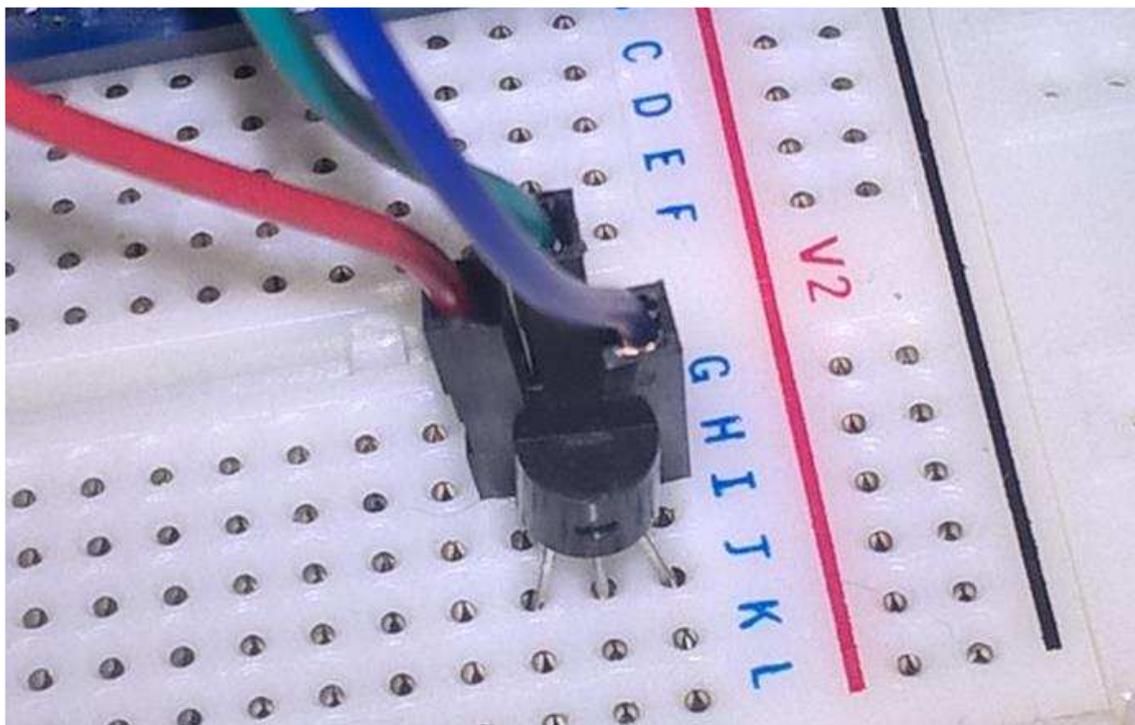
Figura 29: LED's do circuito



Fonte: Elaborada pelo autor.

4. LM35, sensor de temperatura alimentado pelo Arduino tendo seu pino central conectado a entrada analógica A0.

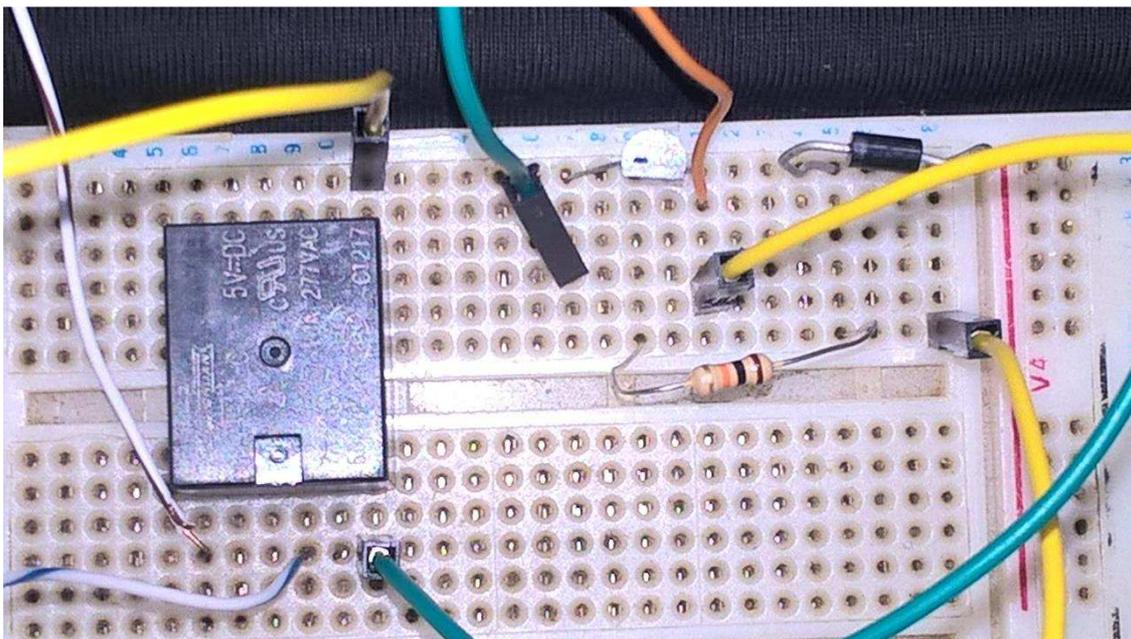
Figura 30: LM35



Fonte: Elaborada pelo autor.

5. Circuito de ativação do cooler: Como o explicado anteriormente o Arduino não possui potência para a ativação do cooler, sendo assim o pino dez, responsável por enviar o sinal para ligar ou desligar o cooler está conectado a um diodo que tem a função de segurança e a um resistor de  $10k\Omega$  que tem a função de reduzir a corrente na base do transistor.

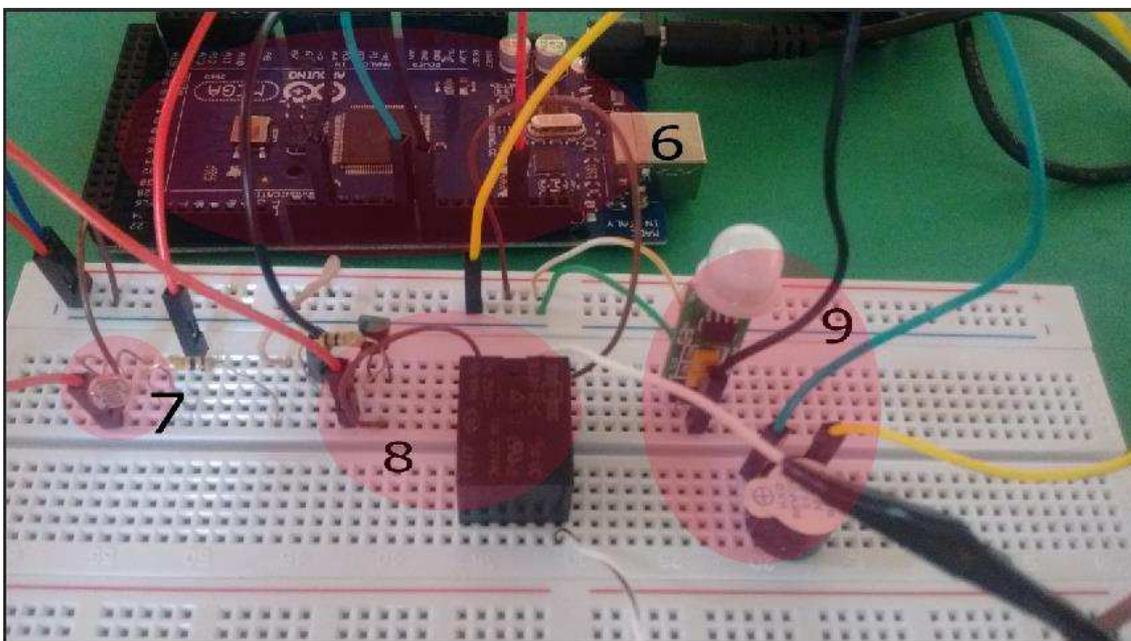
Figura 31: Circuito de ativação do cooler



Fonte: Elaborada pelo autor.

Na figura 39 é mostrada a segunda parte da montagem na qual é usado um Arduino MEGA para a aquisição de dados do sensor LDR e de sensor de presença.

Figura 32: circuito 2



Fonte: Elaborada pelo autor.

6. Arduino MEGA 2560 usado para processar os dados gerados pelo sensor de luminosidade LDR e pelo sensor de presença.

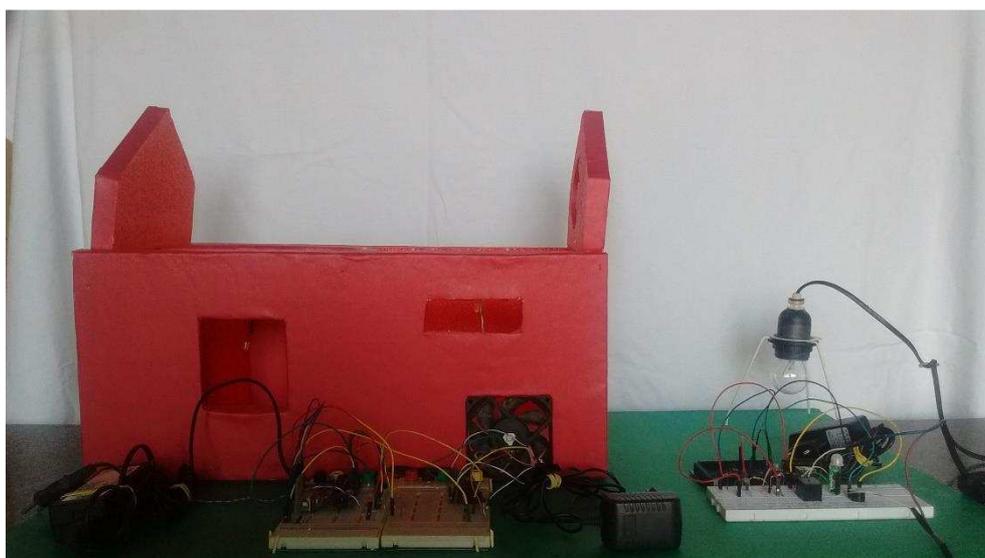
7. Sensor de luminosidade LDR tratado na seção 3.3.1.
8. Relé usado para ativar a lâmpada, basicamente o mesmo mecanismo usado para ativar o cooler. Quando o microcontrolador percebe por meio do LDR pouca luminosidade no ambiente, envia um sinal para a base do transistor que ativa o relé.
9. Sensor de presença tratado na seção 3.3.3. Envia nível lógico alto para o microcontrolador que ao recebê-lo ativa o buzzer que neste caso funciona como alarme.

#### 4.4 Construção da maquete.

Nesta etapa do trabalho o circuito da figura 33 foi adaptado em uma maquete para que a apresentação se torne mais realista, com a adição de um novo circuito para controlar a iluminação externa por meio de um sensor de luminosidade, o LDR e um sensor de presença conectado a uma sirene. Ambas as funcionalidades foram implementadas com o uso de um Arduino MEGA 2560.

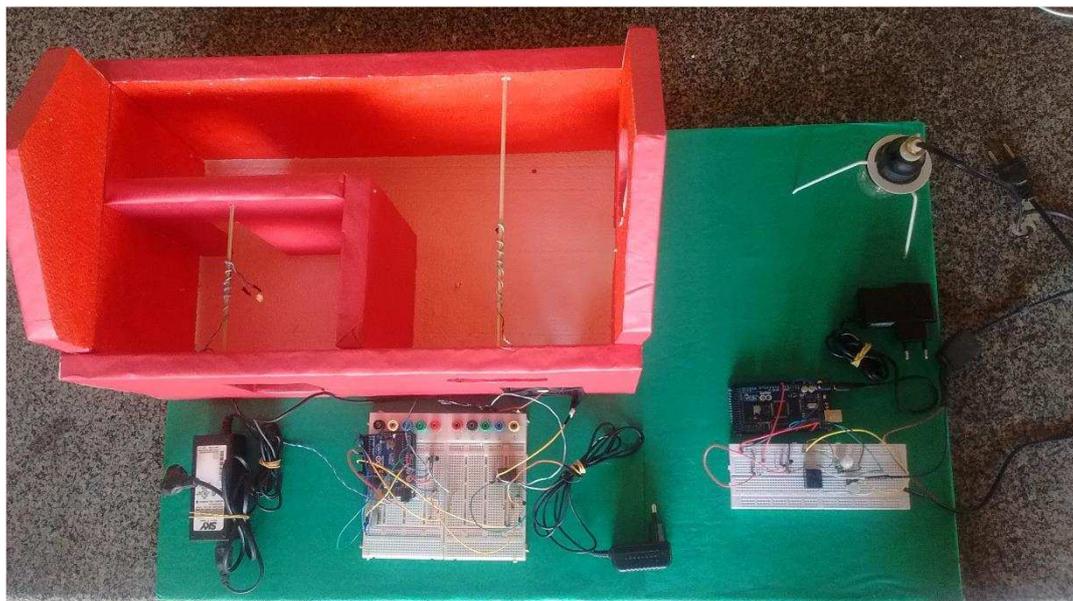
A lâmpada é controlada da mesma forma que o cooler. O Arduino MEGA 2560 é usado para enviar um sinal de controle para a base do transistor, que ativa o relé, fechando o circuito da lâmpada com a rede elétrica. As figuras 40 e 41 mostram a maquete construída.

Figura 33: Maquete de perfil



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 34: Maquete vista de cima.



Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.5 Conclusão

A plataforma de desenvolvimento Arduino é uma ótima ferramenta para o desenvolvimento de sistemas microcontrolados. Oferece uma grande facilidade no *upload* do programa e já apresentando o hardware necessário para o funcionamento de microcontrolador pronto.

Para o controle de cargas maiores como lâmpadas, ventiladores e condicionadores de ar é imprescindível o conhecimento em eletrônica já que os microcontroladores não possuem potência necessária para a ativação dessas cargas sendo necessário o uso de fontes externas.

A plataforma de desenvolvimento de aplicativos para Android App Inventor é bastante intuitiva, sendo necessário apenas conhecimento em linguagem de programação C para começar a usa-la.



## 5. Conclusões Gerais.

Este trabalho visou apresentar o modelo de um sistema de automação residencial, conhecido como domótica, que adapta e remodela suas regras conforme a vontade do habitante do sistema. A automação residencial é um ramo bastante promissor na época em que vivemos e é um ramo de negócio pouco aproveitado levando-se em consideração que é um segmento de mercado relativamente novo e em desenvolvimento.

O protocolo *Bluetooth* tem como ponto positivo a facilidade no estabelecimento da comunicação entre dispositivos e a segurança na integridade da informação, entretanto permite uma apenas comunicação local. Fica como sugestão para trabalhos futuros a conexão do sistema de controle local com a internet para facilitar o controle dos ambientes a longas distancias.

As plataformas de desenvolvimento Arduino UNO e Arduino MEGA são dotadas de microcontroladores da linha ATmel com capacidade de processamento elevada e um número razoável de entradas e saídas tanto digitais quanto analógicas. Sendo baratos e de fácil aquisição estando em abundancia no mercado. Esses kits podem se conectar em diversas redes acoplando-se a eles *shields*, que servirão como adaptadores para os transmissores de rede. Um módulo *Bluetooth*, se conectado a um kit Arduino, permite que o mesmo se comunique como um nó pela rede.

O intuito do projeto era montar um protótipo de uma casa controlada via celular, munido do sistema operacional *Android*, que é um sistema operacional de código aberto permitindo que uma mesma aplicação seja utilizada em diversos tipos de dispositivos de diferentes fabricantes. O objetivo foi alcançado com êxito sendo o protótipo adaptado a uma maquete que simula ambientes reais em uma residência podendo ser facilmente aplicado a uma casa real, já que o protótipo conta com o uso de relés para ativar cargas maiores.

O trabalho apresentado se trata de um sistema de automação residencial onde é possível controlar os eletroeletrônicos da residência através de um aplicativo rodando em telefones *Android*. Assim como o Arduino e o *Android*, o protótipo também é um projeto aberto, podendo ser implementado por qualquer

residência e, assim, aumentando às possibilidades de escolha dos usuários no momento em que for adquirir um equipamento novo.

Em relação ao projeto se obteve resultados satisfatórios com todos os materiais pesquisados e utilizados.

## Bibliografia

Alliance, W.-F. (2015). Who we are. Disponível na Internet: <http://www.wi-fi.org/>. Acessado em: 03/02/2017.

ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. The Internet of Things: A survey, 2010. *Computer Networks* 54 (2010), p. 2787–2805. Disponível em: [http://www.elsevier.com/\\_data/assets/pdf\\_file/0010/187831/The-Internet-ofThings.pdf](http://www.elsevier.com/_data/assets/pdf_file/0010/187831/The-Internet-ofThings.pdf) Acesso em: 03/02/2017.

Falbriard, Claude. (2002). *Protocolos e Aplicações para Redes de Computadores*. Editora Érica.

GlobalSign, “Desafios e Oportunidades com a Internet das Coisas”. Disponível em <https://www.globalsign.com/pt-br/blog/desafios-oportunidades-internet-das-coisas/>. . Acessado em: 05/02/2017.

“Internet das Coisas: Webinar aborda a anatomia dos objetos inteligentes” 22 de julho de 2015.

Disponível em: <https://www.cpqd.com.br/noticias/internet-das-coisas-webinar-aborda-a-anatomia-dos-objetos-inteligentes/>  
Acessado em: 02/02/2017.

Roberto Muratori e Paulo Henrique Dal Bó. *Automação residencial: histórico, definições e conceitos*. Acessado em: 03/02/2017. Disponível na Internet: [http://www.osetoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed62\\_fasc\\_automacao\\_capI.pdf](http://www.osetoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed62_fasc_automacao_capI.pdf)

Júlio Cezar Adamowski, Marcelo Wending. *Sensores Teoria e Aplicações*. Universidade Estadual Paulista.

Disponível:

<http://www2.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWending/4---sensores-v2.0.pdf> . Acessado em: 06/02/2017.

Julio André Sgarbi, Flavio Tonidandel. Domótica Inteligente: Automação Residencial baseada em Comportamento.. Centro Universitário da FEI – UniFEI. Disponível: [http://fei.edu.br/~flaviot/pub\\_arquivos/WTDIA06.pdf](http://fei.edu.br/~flaviot/pub_arquivos/WTDIA06.pdf)  
Acessado em: 06/02/2017.

Kurose, J. F. and Ross, K. W. (2012). Computer Networking: A TopDown Approach (6th Edition). Pearson, 6th edição.

Luís Fernando Patsko. Aplicações, Funcionamento e Utilização de Sensores. Disponível:  
[http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000\\_kdr5000/tutorial\\_eletronica\\_-\\_aplicacoes\\_e\\_funcionamento\\_de\\_sensores.pdf](http://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000_kdr5000/tutorial_eletronica_-_aplicacoes_e_funcionamento_de_sensores.pdf). Acessado em: 06/02/2017.

Marcelo Wendling(2010). Sensores. Universidade Estadual Paulista.

Disponível:  
<http://www2.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/4---sensores-v2.0.pdf>

Muratori, José Roberto, Dal Bó, Paulo Henrique. Automação Residencial (2ª Edição) – Conceitos e Aplicações, 2014, Editora Educere.

MOREIRAS, Antonio. IPv6, um desafio técnico para a internet. Disponível em: <http://cio.com.br/tecnologia/2014/02/04/ipv6-um-desafio-tecnico-para-a-internet/>. Acessado em: 04/02/2017.

MORIMOTO, Carlos Eduardo. Redes. Guia prático. Porto Alegre: Sul Editores, 2008.

OGATA, K . Engenharia de Controle Moderno – 4ª edição, 2003, Prentice-Hall

Ogata (2003)

OPServices, “5 aplicações da Internet das Coisas (IoT) para revolucionar o seu negócio!” Disponível em: <https://www.opservices.com.br/5-aplicacoes-da-internet-das-coisas/> . Acessado em: 04/02/2017.

Peterson, L. L. and Davie, B. S. (2011). Computer Networks, Fifth Edition: A Systems Approach. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 5ª edição.

Shelby, Z. and Bormann, C. (2011). 6LoWPAN: The wireless embedded Internet, volume 43. John Wiley & Sons.

Tanenbaum, A. (2011). Computer Networks. Prentice Hall Professional Technical Reference, 5th edition.

TECMUNDO, “Nanogerador é capaz de produzir energia ao ser pressionado”, disponível em: <http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/08/internet-das-coisas-entendao-conceito-e-o-que-muda-com-tecnologia.html>. Acessado em: 03/02/2017.

Texas Instruments. Disponível em <http://www.ti.com/>.  
Acessado em: 06/02/2017.

The Economist "Augmented Business", novembro de 2010. Disponível em: <http://www.economist.com/node/17388392>. Acessado em: 02/02/2017.

Valner Brusamarello(2010). Notas de Aula, Introdução de transdutores.  
Disponível: <https://chasqueweb.ufrgs.br/~valner.brusamarello/eleinst/ufrgs6.pdf>  
Acesso: 07/02/2017

Valner Brusamarello(2015). Sensor Fusion Methods for reducing false alarms in heart rate monitoring. International Journal of clinical monitoring and Computing.  
Disponível:  
[https://www.researchgate.net/publication/282645644\\_Sensor\\_fusion\\_methods\\_for\\_reducing\\_false\\_alarms\\_in\\_heart\\_rate\\_monitoring](https://www.researchgate.net/publication/282645644_Sensor_fusion_methods_for_reducing_false_alarms_in_heart_rate_monitoring)

Acesso:07/03/2017.

WEG, Sensores Indutivos. Disponível em: <http://old.weg.net/br/Produtos-e-Servicos/Controls/Sensores-Industriais/Sensores-Indutivos>. Acesso:07/02/2017.

Zack Stern, revista digital PC World. Automate Your Home With Four Easy Projects.

Disponível:

[http://www.pcworld.com/article/203587/automate\\_your\\_home\\_with\\_four\\_easy\\_projects.html](http://www.pcworld.com/article/203587/automate_your_home_with_four_easy_projects.html)

Acessado em: 10/02/2017

ZAMBARDA, Pedro. 'Internet das Coisas': entenda o conceito e o que muda com a tecnologia.

Disponível em: <http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/08/internet-das-coisas-entenda-o-conceito-e-o-que-muda-com-tecnologia.html>. Acessado em: 02/02/2017.

## Apêndice 1

O Código está gravado no Arduino UNO que tem a função de receber informações via bluetooth e tomar decisões de acordo com a informação recebida. Além de ler a temperatura ambiente através do sensor de temperatura LM35 e mandar essa informação para o smartphone.

//Código gravado na memória de programa do microcontrolador ATmega328P :

// Autor: Aldimir Carvalho

// Protótipo de controle de uma planta residencial.

int readBluetooth;

int lamp=7;

int arcom=10;

int lampa=4;

const int LM35 =A0;

float temperatura;

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  pinMode(lamp,OUTPUT);

  pinMode(lampa,OUTPUT);

  pinMode(arcom,OUTPUT);

}

void loop() {

  if(Serial.available()){

    readBluetooth=Serial.read();

    if(readBluetooth=='a'){

      digitalWrite(lamp,HIGH);

    }

    if(readBluetooth=='b'){

      digitalWrite(lamp,LOW);

    }

    if(readBluetooth=='c'){

```
    digitalWrite(lampa,HIGH);
  }
  if(readBluetooth=='d'){
    digitalWrite(lampa,LOW);
  }
  if(readBluetooth=='e'){
    digitalWrite(10,HIGH);
  }
  if(readBluetooth=='w'){
    digitalWrite(10,LOW);
  }
}
temperatura = analogRead(LM35);
temperatura= (temperatura * 0.1553166069);

Serial.print("C|");
Serial.print(temperatura);
}
```

## Apêndice 2

Segue abaixo o código que foi usado na programação do Arduino Mega e tem a função de ativar o buzzer se o sensor de presença for acionar o e ligar a iluminação externa em caso de pouca luz.

//Código gravado na memória de programa do microcontrolador:

// Autor: Aldimir Carvalho

```
int pinBuzzer = 7;
```

```
int pinSensorPIR = 8;
```

```
int valorSensorPIR = 0;
```

```
int portaLed = 2; //Porta a ser utilizada para ligar o led
```

```
int portaLDR = A0; //Porta analógica utilizada pelo LDR
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
  pinMode(portaLed, OUTPUT); //Define a porta do Led como saída
```

```
  pinMode(pinBuzzer,OUTPUT);
```

```
  pinMode(pinSensorPIR,INPUT);
```

```
}
```

```
  void loop()
```

```
{
```

```
  int estado = analogRead(portaLDR); //Lê o valor fornecido pelo LDR
```

```
    if (estado > 800)
```

```
    {
```

```
      digitalWrite(portaLed, HIGH);
```

```
    }
```

```
  else //Caso contrário, apaga o led
```

```
  {
```

```
    digitalWrite(portaLed, LOW);
```

```
  }
```

```
  valorSensorPIR = digitalRead(pinSensorPIR);
```

```
if (valorSensorPIR == 1) {  
  ligarAlarme();  
} else {  
  desligarAlarme();  
}  
}  
void ligarAlarme() {  
  //Ligando o buzzer com uma frequencia de 1500 hz.  
  tone(pinBuzzer,1500);  
  delay(250); //tempo o buzzer toca  
  desligarAlarme(); }  
void desligarAlarme() {  
  noTone(pinBuzzer); //Desligando o buzzer}
```

### Apêndice 3

Segue abaixo o código desenvolvido do aplicativo com base no sistema operacional Android.

```

initialize global device to " "
initialize global statear to " off "
initialize global statelamp to " off "
initialize global statelampa to " off "

when Screen1.Initialize
do
  set BTNLigaDesliga.Enabled to false
  set sala.Enabled to false
  set ar.Enabled to false
  set global device to call TinyDB1.GetValue
  tag "storeddvice"
  valueIfTagNotThere " "
  if length get global device > 0
  then
    if not call BluetoothClient1.IsDevicePaired
    address get global device
    then
      call Notifier1.ShowAlert
      notice "Dispositivo não pareado!!"
      call Player1.Vibrate
      milliseconds 500
    else
      set global device to " Nenhum!! "
  end
  set LBLDispositivos.Text to join " Dispositivo: "
  get global device

when BTNProcurar.BeforePicking
do
  set BTNProcurar.Elements to BluetoothClient1.AddressesAndNames

when BTNProcurar.AfterPicking
do
  set global device to BTNProcurar.Selection
  call TinyDB1.StoreValue
  tag "storeddvice"
  valueToStore get global device
  set LBLDispositivos.Text to join " Dispositivo: "
  get global device

```

```

when BTNConectar .Click
do
  if call BluetoothClient1 .IsDevicePaired
    address get global device
  then
    if call BluetoothClient1 .Connect
      address get global device
    then
      call Notifier1 .ShowAlert
      notice "Dispositivo Conectado!!"
      set BTNLigaDesliga .Enabled to true
      set sala .Enabled to true
      set ar .Enabled to true
      set Clock1 .TimerEnabled to true
    else
      call Notifier1 .ShowAlert
      notice "Dispositivo não pareado!!"

```

```

when BTNLigaDesliga .Click
do
  call Player1 .Vibrate
  milliseconds 500
  if get global statelamp = "off"
  then
    call BluetoothClient1 .SendText
    text "a"
    set imgLamp .Picture to "untitled.png"
    set global statelamp to "on"
  else
    set imgLamp .Picture to "untitledod.png"
    set global statelamp to "off"
    call BluetoothClient1 .SendText
    text "b"

```

```

when sala .Click
do
  call Player1 .Vibrate
  milliseconds 500
  if get global statelampa = "off"
  then
    call BluetoothClient1 .SendText
    text "c"
    set imglamp1 .Picture to "untitled.png"
    set global statelampa to "on"
  else
    set imglamp1 .Picture to "untitledod.png"
    set global statelampa to "off"
    call BluetoothClient1 .SendText
    text "d"

```

```

when sala .Click
do
  call Player1 .Vibrate
  milliseconds 500
  if
    get global statelampa = "off"
  then
    call BluetoothClient1 .SendText
    text "c"
    set imglamp1 .Picture to "untitled.png"
    set global statelampa to "on"
  else
    set imglamp1 .Picture to "untitledod.png"
    set global statelampa to "off"
    call BluetoothClient1 .SendText
    text "d"

```

```

when ar .Click
do
  call Player1 .Vibrate
  milliseconds 500
  if
    get global statear = "off"
  then
    call BluetoothClient1 .SendText
    text "e"
    set imagear .Picture to "aron.jpg"
    set global statear to "on"
  else
    set imagear .Picture to "aroff.png"
    set global statear to "off"
    call BluetoothClient1 .SendText
    text "w"

```

```

initialize global list to create empty list

```

```

when Clock1 .Timer
do
  if
    call BluetoothClient1 .BytesAvailableToReceive > 0
  then
    initialize local receive to call BluetoothClient1 .ReceiveText
    numberOfBytes call BluetoothClient1 .BytesAvailableToReceive
    in
      set global list to split text get receive
      at " "
      if
        select list item list get global list = "c"
        index 1
      then
        set LBLCelsius .Text to join select list item list get global list
        index 2

```