



**INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA GOIANO**  
*Campus URUTAÍ*  
NÚCLEO DE INFORMÁTICA  
TECNOLOGIA EM ANÁLISE E  
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS



---

GILMAR MARTINS DIAS JÚNIOR

**AUTOMAÇÃO DE AR CONDICIONADO RESIDENCIAL  
UTILIZANDO ARDUINO E ANDROID**

Urutaí, 2022

GILMAR MARTINS DIAS JÚNIOR

**AUTOMAÇÃO DE AR CONDICIONADO RESIDENCIAL  
UTILIZANDO ARDUINO E ANDROID**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de tecnólogo em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – *Campus Urutaí*.

Orientador: Júnio César de Lima

Urutaí, 2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

D541a Dias Junior, Gilmar Martins  
Automação de Ar Condicionado residencial  
utilizando Arduino e Android / Gilmar Martins Dias  
Junior; orientador Júnio César de Lima. -- Urutaí,  
2022.  
47 p.

TCC (Graduação em Tecnologia em Análise e  
Desenvolvimento de Sistemas) -- Instituto Federal  
Goiano, Campus Urutaí, 2022.

1. Android. 2. Arduino. 3. Automação Residencial.  
4. Ar Condicionado. I. Lima, Júnio César de, orient.  
II. Título.

# TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

## PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

### NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

#### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)            | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado)      | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação)  | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

#### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:  /  /

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

#### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

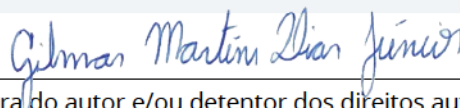
O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local

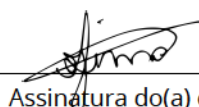
/  /

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

  
Assinatura do(a) orientador(a)

**GILMAR MARTINS DIAS JÚNIOR**

**AUTOMAÇÃO DE AR CONDICIONADO RESIDENCIAL  
UTILIZANDO ARDUINO E ANDROID**

Monografia, defendida por Gilmar Martins Dias Júnior, apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, como parte das exigências para a obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, aprovados pela banca examinadora.

**COMISSÃO EXAMINADORA**



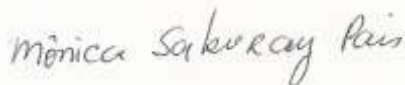
---

Prof. Dr. Júnio César de Limas  
Orientador



---

Prof. Me. Amaury Walbert de Carvalho  
Avaliador



---

Profa. Dra. Mônica Sakuray Pais  
Avaliadora

Urutaí (GO), 20 de janeiro de 2022.

## AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho a minha família, principalmente a minha mãe e a minha namorada, que sempre me apoiaram nos estudos e me ajudaram a superar as dificuldades para que pudesse alcançar os meus objetivos.

Ao professor/orientador Júnio César, pela oportunidade, suporte, incentivo e correções durante a elaboração desse projeto.

O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis. (*José de Alencar*).

## RESUMO

Este trabalho demonstra o desenvolvimento, construção e teste de um protótipo de automação de um aparelho de ar condicionado usando Android e Arduino. Para o protótipo, foi criado um projeto e desenvolvido um sistema automatizado utilizando componentes eletrônicos e Arduino. O sistema de controle automático é criado por meio de uma conexão Bluetooth e um aplicativo móvel Android, desenvolvido na plataforma App Inventor, fornecido online pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Materiais simples e reaproveitados foram usados para montar o protótipo do projeto, criando um aplicativo muito simples e fácil de usar. As principais funções executadas são de ligar e desligar o aparelho de ar condicionado, medir a temperatura ambiente e com base nessa temperatura controlar o aparelho de ar condicionado. Essas funções são básicas, porém bastante úteis no processo de automação, uma vez que a partir delas podemos fazer com que o aparelho de ar condicionado economize energia. A principal contribuição para a proposta deste projeto é o desenvolvimento de um protótipo para análise e simulação em pequena escala para automação de um aparelho de ar condicionado, levando em consideração o alto número de usabilidade desse aparelho e a praticidade que dará ao usuário final. Por fim, pode-se ressaltar que o sistema desenvolvido é eficiente, possui a operacionalidade precisa e possui baixos custos de implantação e operação, podendo ser aplicado em um sistema real.

**Palavras-chave:** Android, Arduino, Automação Residencial, Ar Condicionado.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	12
	2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
	2.2 JUSTIFICATIVA.....	12
	2.3 METODOLOGIA.....	13
3	ARDUINO.....	14
	3.1 TIPOS DE ARDUINO.....	14
	3.1.1 ARDUINO UNO.....	15
	3.1.2 ARDUINO MEGA.....	16
	3.1.3 ARDUINO NANO.....	17
	3.1.4 ARDUINO PRO MINI.....	18
	3.1.5 ARDUINO IDE.....	19
4	COMPONENTES DO ARDUINO .....	21
	4.1 PROTOBOARD.....	21
	4.2 JUMPERS.....	21
	4.3 RESISTORES.....	22
	4.4 LEDS.....	22
	4.5 BOTÕES E CHAVES.....	23
	4.6 SENSORES.....	23
	4.7 ATUADORES.....	24
	4.8 DISPLAYS.....	24
	4.9 MÓDULOS DE COMUNICAÇÃO.....	25
5	ANDROID.....	26
6	AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL.....	28
7	CONTROLE REMOTO IR.....	29
	7.1 COMO FUNCIONA UM CONTROLE REMOTO IR.....	29
8	O PROJETO .....	30
	8.1 DESCRIÇÃO.....	30
	8.2 DESENVOLVIMENTO ANDROID.....	30
	8.3 CLONANDO AS TECLAS DO CONTROLE REMOTO	31
	8.4 ENVIANDO SINAL DE INFRAVERMELHO.....	32
	8.5 COMUNICAÇÃO ENTRE ANDROID E ARDUINO.....	33
	8.6 FUNÇÃO DE TEMPERATURA AUTOMATIZADA.....	34
	8.7 IMPLANTAÇÃO DO PROTÓTIPO NO AR CONDICIO	34



9	SUGESTÕES PARA APERFEIÇOAR O PROTÓTIPO.....	40
	CONCLUSÃO.....	41
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

## LISTA DE FIGURAS

1	Exemplo de Arduino UNO.....	18
2	Localização das portas e componentes Arduino UNO .....	19
3	Exemplo de Arduino MEGA.....	19
4	Exemplo de Arduino NANO.....	20
5	Exemplo de Arduino PRO MINI.....	21
6	Captura de tela da IDE do Arduino.....	23
7	Exemplo de Jumpers.....	25
8	Esquema que demonstra a identificação dos terminais de um LED	26
9	Sensor de temperatura utilizado no projeto.....	27
10	Exemplo de módulo de comunicação Bluetooth.....	28
11	Captura de tela do App Inventor.....	30
12	Captura de tela do App Inventor, editor de blocos (código).....	30
13	Layout do aplicativo Android.....	33
14	Mostra o esquema da ligação do Arduino com o receptor IR para capturar o código.....	34
15	Mostra o código recebido pela tecla do controle remoto.....	35
16	Software que padroniza o código do sinal infravermelho recebido	35
17	Mostra o esquema da ligação do Arduino com o LED emissor de IR para enviar o código.....	36
18	Imagem do protótipo com os sensores e o módulo Bluetooth interligados.....	36
19	Trecho de código responsável pela conversão do valor recebido pelo sensor em graus Celsius.....	37
20	Imagem real do protótipo com todos os componentes interligados	38
21	Imagem da unidade evaporadora utilizada para os testes do proje	38
22	Imagem indicando o local da placa mãe do ar condicionado.....	39
23	Indicação dos sensores de temperatura.....	40
24	Funcionamento do protótipo.....	41

## LISTA DE ACRÔNIMOS

<b>EEPROM</b>	Electrically -Erasable Programmable Read-Only Memory
<b>FTDI</b>	Future Technology Devices International
<b>GNU</b>	General PublicLicense
<b>IDE</b>	Integrated Development Environment, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado
<b>LED</b>	Light Emitting Diode
<b>PWM</b>	Pulse Width Modulation RGBRed, Green, Blue
<b>SRAM</b>	Memória de Acesso Randômico Estática

## 1 INTRODUÇÃO

Durante muitos anos, os sistemas de construção foram caracterizados por uma concorrência global sem precedentes, a produtividade e a eficiência tornaram-se essenciais para as operações comerciais e impactam todos os negócios. Os sistemas de construção altamente complexos de hoje devem executar mais e mais funções, expandir o acesso a sistemas e controles e exigir melhor confiabilidade. No mínimo, eles tendem a adotar novas tecnologias que lhes proporcionam uma vida útil mais longa. Hoje existe uma variedade de tecnologias que podem ser adaptadas a residências para atender às necessidades de cada projeto.

Em ordem cronológica, o desenvolvimento dos sistemas de automação residencial veio após os sistemas de automação nos setores industrial e comercial. Por razões óbvias de tamanho e economia de produção, os primeiros fabricantes e prestadores de serviços estão mudando para segmentos que oferecem um retorno mais rápido sobre o investimento. O primeiro sistema de controle automatizado foi projetado na década de 1970 para aplicações industriais específicas.(CAMPOS, 2014)

Após a integração da automação industrial, o comércio evoluiu até hoje, principalmente devido aos rápidos avanços na tecnologia de automação industrial. Informações (como códigos de barras) e software de monitoramento e gerenciamento têm aspectos muito complexos. Grandes armazéns, supermercados, hotéis, hospitais, etc. ter um negócio totalmente integrado que inclui logística, vendas, finanças e muito mais. Pequenas empresas e provedores de serviços também se beneficiam da automação.(FONSECA E VEGA,2011).

As organizações de uma forma geral vivem em meio aos avanços tecnológicos em automação residencial. A automação é a substituição do trabalho humano ou animal por um sistema . Inicialmente, a automação era voltada principalmente para a indústria, mas depois que foi amplamente aplicada em outros setores, e o mercado de pequenas automações se desenvolve rapidamente.(ARAUJO et al, 2011)

A utilização de novas tecnologias foi motivada pelo desenvolvimento econômico que aumentou o poder aquisitivo de pessoas e a busca por segurança. Os telefones celulares de hoje ajudam a desenvolver o campo de automação em comparação com os computadores.

Para esse sistema de automação, foi escolhido o sistema Android para a elaboração do aplicativo, por ser um sistema presente na maioria dos smartphones.

Essa grande maioria se dá, pois esse sistema operacional faz parte de aparelhos de diferentes fabricantes, com isso, o Android está presente em smartphones de diferentes faixas de preço e com funcionalidades variadas.

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica. Ele é formado por uma placa eletrônica, que pode ser utilizado para o desenvolvimento de diferentes projetos eletrônicos e protótipos. No sentido da automação, ele pode ser utilizado para adicionar inteligência em determinado aparelho e até controlá-lo remotamente. O Arduino facilita a prototipagem desses sistemas interativos, seja ele doméstico, comercial ou móvel.

A automação residencial era uma atividade possível apenas por grandes empresas desenvolvedoras de hardwares, o Arduino surgiu para mudar essa condição. Devido o Arduino ser de código aberto, facilitou bastante para que qualquer pessoa tenha acesso a ele, por isso, ele passou a ser utilizado em projetos de automação residencial. O Arduino tem inúmeras finalidades, pois pode ser adicionado a ele, vários componentes eletrônicos, como sensores, atuadores, entre outros.

O condicionador de ar, é um aparelho que refrigera ambientes fechados. Com a constante variação das temperaturas climáticas, este eletrodoméstico faz grande diferença proporcionando conforto térmico, ao longo de todo o ano. Devido essa variação das temperaturas climáticas, o aparelho de ar condicionado, se tornou bastante utilizado em residências domésticas. Com aparelhos mais modernos, que contam com painel eletrônico, maior número de funções, o ar condicionado é um ótimo aparelho para se fazer uma automação, e otimizar suas funções.

O objetivo deste trabalho de curso é a criação de um sistema de automação para um aparelho de ar condicionado, por um aplicativo Android junto com um Arduino. Esse sistema se dará por um aplicativo Android que se comunicará com o Arduino e o mesmo enviará os comandos ao aparelho de ar condicionado. As principais funções que o aplicativo terá controle, serão de ligar e desligar o aparelho, aumentar ou diminuir a temperatura, entre outras que poderão ser implementadas.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Este projeto de trabalho de curso tem por objetivo apresentar a viabilidade da integração entre o Arduino e o sistema Android, direcionados para controlar um aparelho de ar condicionado. O usuário terá a interação com o aparelho de ar condicionado através de um dispositivo móvel Android conectado ao Arduino, onde ele terá controle das funções básicas do ar condicionado, além de outras funções que serão implementadas para otimizar o uso do aparelho em questão.

### 2.2 JUSTIFICATIVA

Este estudo tem como relevância mostrar a automação residencial por Arduino e Android no contexto de controle de equipamentos de ar condicionado e saber as principais técnicas dos mesmos em termos tecnológicos. De fato a automação residencial consolida-se como um novo mercado onde essa tecnologia avança cada vez mais, o que já é uma realidade, sendo uma solução inteligente focado no conforto e acessibilidade.

Em São Paulo, por exemplo, o Inmet provou que as madrugadas estão ficando menos frias. Foram comparadas as menores temperaturas registradas nos últimos 90 anos, mês a mês. A elevação média da temperatura passa de 1,5 grau e chega a 2,7 graus de elevação entre os meses de julho e abril deste ano. (Jornal Nacional, 2022).

Com esse esse fator do clima, das temperaturas mais elevadas, o comércio de condicionadores de ar, tende a aumentar bastante. Outro fator que justifica o aumento quantitativo do uso de aparelhos de ar condicionados em residências, foi a pandemia em decorrer da COVID-19, que durante esse período da pandemia muitas empresas passaram a trabalhar em *home office*. O ar condicionado já passou do status de luxo e vem sendo item essencial em praticamente todos os locais de convivência.

Com esse mercado de ar condicionado muito abrangente, e essa nova tendência da automação residencial, a ideia é unir o prático ao agradável. O

processo de automação desse aparelho já se tornou uma necessidade. Com o processo de automação, muitos recursos podem ser implementados no aparelho de ar condicionado, e auxiliar as pessoas no seu dia a dia.

Esse projeto de automação, é uma alternativa voltada principalmente para a economia, pois será visível a diminuição do consumo de energia elétrica, visto que a automação otimizará a utilização do ar condicionado. E além de economizar na conta no final do mês, essa automação também ajudará na sustentabilidade do meio ambiente, pois, quanto mais otimizado o uso desse aparelho, menor será a emissão de gases nocivos na natureza e o uso de recursos naturais.

O protótipo desenvolvido para controlar o aparelho de ar condicionado, terá acesso as funções básicas do aparelho, que são de ligar e desligar, aumentar ou diminuir a temperatura. Também será implementado uma função de otimização, para que o protótipo desligue automaticamente o ar condicionado de acordo com uma temperatura pré definida pelo usuário.

## 2.3 METODOLOGIA

A realização deste trabalho de final de curso é compreendida em 3 divisões: Estudo teórico sobre as ferramentas, componentes e linguagens de programação a serem utilizadas. Projeto de automação de um aparelho de ar condicionado residencial. Implementação do projeto desenvolvido na fase 2.

Na fase 1 é apresentado o referencial teórico, apresentando as ferramentas e descrevendo as tecnologias utilizadas na construção do projeto. Será feito um estudo do funcionamento do Arduino, e seus componentes eletrônicos. Estudos sobre o sistema operacional Android e a ferramenta utilizada para desenvolver o aplicativo que atende os requisitos desse projeto. Além disso, outros estudos básicos sobre automação residencial. Este estudo fornecerá o embasamento teórico para a realização da fase 2.

Na fase 2 será desenvolvido um aplicativo Android para se comunicar com o Arduino e assim poder automatizar o aparelho de ar condicionado. A comunicação do Arduino com o aparelho de ar condicionado se dará por meio do envio de códigos infravermelho capturados a partir do próprio controle remoto do ar condicionado. Para isso, será desenvolvido um algoritmo para o Arduino

juntamente com seus componentes, capturar os códigos respectivos de cada função do controle remoto, e reenviar esses códigos para o ar condicionado. Depois desse desenvolvimento, será feita a unificação do aplicativo Android com o hardware do Arduino para realizar o processo de automação, utilizando o embasamento teórico obtido na fase 1.

A fase 3 consiste na implantação do protótipo desenvolvido na fase 2 e os testes finais.



## ARDUINO

Arduino é uma plataforma de código aberto de prototipagem eletrônica de hardware livre, projetada com um microcontrolador, onde, através de suas portas de entrada e saída de dados, ele pode interagir com o ambiente através de dispositivos motores, sensores e atuadores. As placas dos Arduinos podem ser adquiridas já prontas para o uso, ou podem ser produzidas pelo próprio usuário, o que permite expandir as funções do microcontrolador.

O objetivo do Arduino é a criação de ferramentas acessíveis, de baixo custo, voltadas para fins, acadêmicos, comerciais, domésticos ou móveis. Ele pode ser utilizado independente ou conectado a um computador, podendo oferecer informações, recursos e serviços.

Há vários tipos de Arduino, disponíveis em diferentes tamanhos, e podem usar diferentes números de porta para conectar shields ou periféricos, como por exemplo, o modelo UNO usado no projeto. Ele é o mais recomendado para quem está começando a trabalhar com componentes eletrônicos e codificação. É o mais usado e mais documentado de toda a família Arduino.

De fato, o Arduino, apesar de ser projetado com um hardware simples, é um dispositivo poderoso com hardware e software integrados, incluindo no seu desenvolvimento um editor de código com muitas funções que simplificam a programação. Uma das vantagens de utilizar o Arduino, é a sua programação, que através de sua IDE de desenvolvimento, pode-se facilmente, compilar o determinado código e transferi-lo para o Arduino de forma rápida e prática.

### 3.1 TIPOS DE ARDUINO

Existem diferentes tipos de Arduino disponíveis no mercado. Devido a grande demanda de diferentes projetos eletrônicos, foram criadas essas diversidades para atender as necessidades de cada aplicação específica. Não serão apresentados todos os tipos de Arduino existentes, apenas os principais, e os que serão ou poderão ser utilizados no projeto.

### 3.1.1 ARDUINO UNO

O Arduino UNO é composto por um microcontrolador ATMEGA 328, 14 portas digitais, 6 portas analógicas, além de uma interface USB que é utilizada para interligá-lo a um computador com a finalidade de programá-lo ou de interagir em tempo real, um conector de energia, e um botão de reset. Das portas digitais, 6 delas possuem a funcionalidade de serem utilizadas como pseudo-analógicas, onde se torna possível o controle de dispositivos PWM (Pulse Width Modulation ou Modulação de Largura de Pulso).

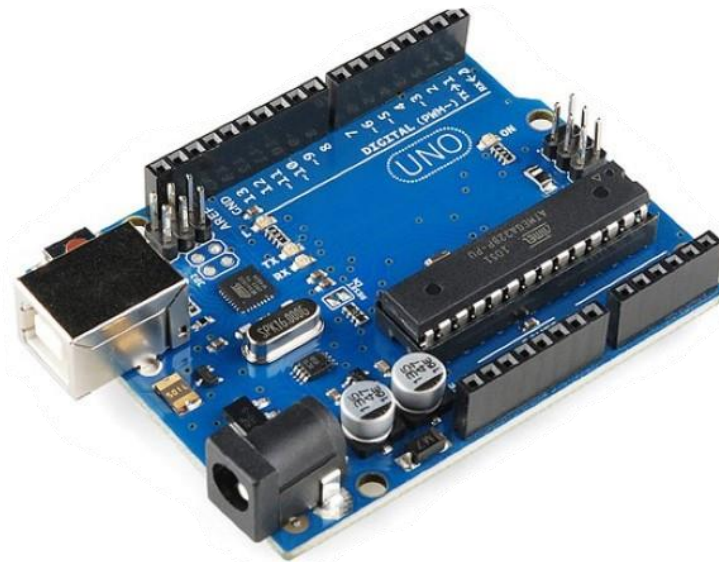


Figura1: Exemplo Arduino UNO.

Além dessas características, o Arduino também possui um barramento de extensão, onde é possível utilizar seus pinos como fonte de alimentação para os dispositivos conectados ao microcontrolador.

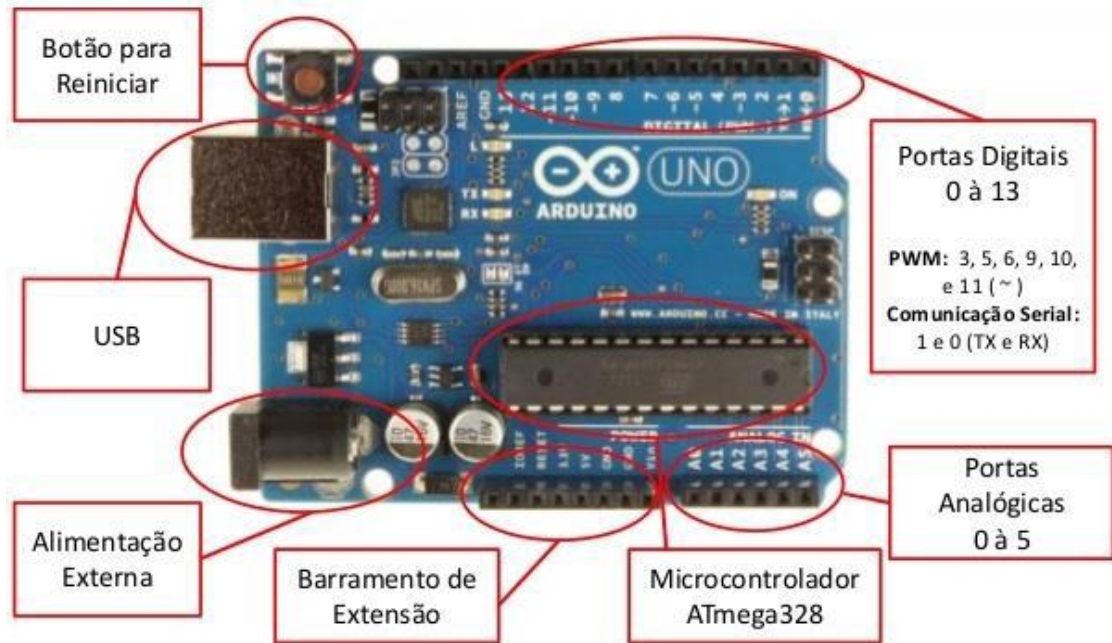


Figura 2: Localização das portas e componentes Arduino UNO.

### 3.1.2 ARDUINO MEGA

O Arduino Mega se consolida com alta tecnologia do Arduino Uno, e possui vantagens que agrega a tecnologia sobre ele. A placa permite a construção de programas mais complexos, seu número de pinos elevados e a alta quantidade de memória flash disponível para os programas e também pode ser expandido com o uso de shields, mas nem todos os pinos serão utilizados caso a shield em questão seja desenvolvida para o Arduino Uno.



Figura 3: Exemplo Arduino MEGA.

Para Campos (2010 ) usa-se um Arduino MEGA para conectar e habilitar uma conexão de internet com uma shield Ethernet, um sensor de temperatura DHT11 e um sensor ou LDR resistente à luz, para um total de luzes. Neste projeto, cria-se um modelo para testar o sistema de automação. Este em particularidade possui 256 KB de memória flash, o que são 8 vezes mais que o UNO. Além disso, ele possui 8 KB de memória SRAM e 4 KB de memória EEPROM. Seu clock interno de 16MHz é o mesmo do Arduino UNO.

O Arduino MEGA é mais utilizado em projetos que precise de um espaço maior de memória para a programação e que faça o uso de um número maior de pinos.

### 3.1.3 ARDUINO NANO

O Arduino Nano possui no seu conceito importantes características elétricas do Arduino UNO, ou seja, com a diferença principal entre os dois especificamente no real tamanho. O Arduino em questão, foi projetado para ser utilizado em conjunto com as barras de pinos na sua parte inferior.

Outra característica é que seu tamanho reduzido é perfeito para projetos que ocupam pouco espaço. Os pinos, memórias e requisitos de alimentação são os mesmos do Arduino Uno.

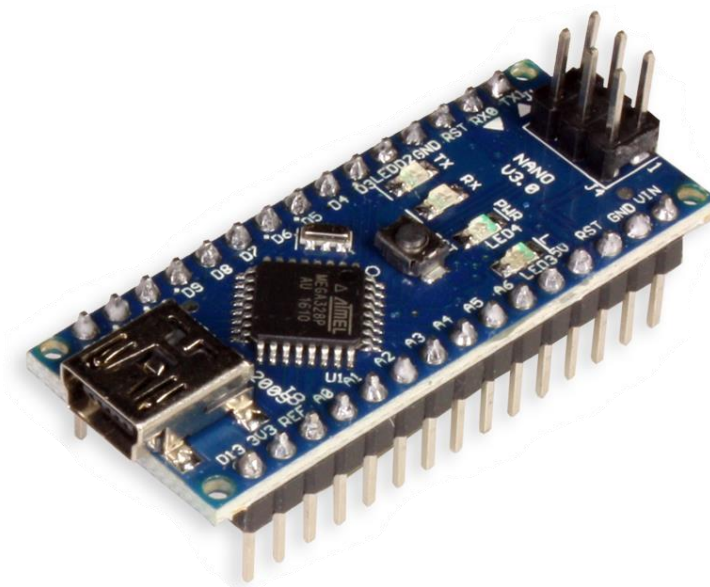


Figura 4: Exemplo Arduino NANO.

O Arduino inclui uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto composta por hardware e software fáceis de usar, que agora é aplicado a uma miríade de projetos (SILVA, 2019)

### 3.1.4 ARDUINO PRO MINI

O Arduino Pro Mini no seu conceito principal possui as mesmas características do Arduino Uno sendo o seu real tamanho bastante reduzido, como se verifica na figura abaixo.

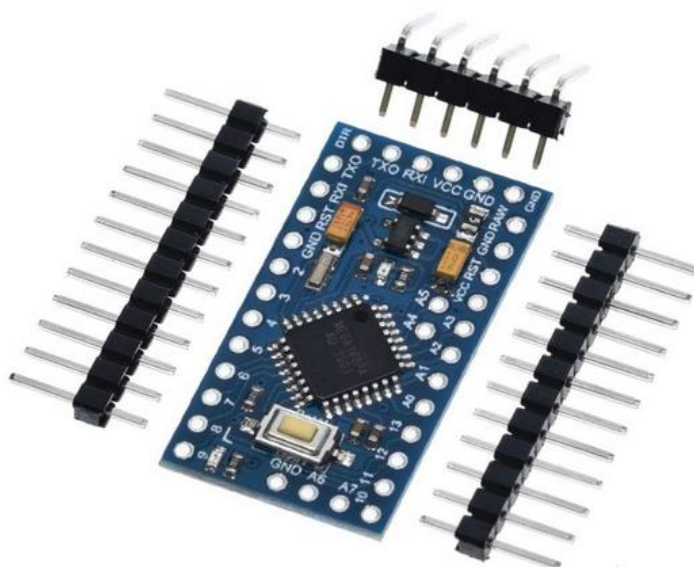


Figura 5: Exemplo Arduino PRO MINI.

Uma característica interessante do Arduino Mini é que ele pode ser encontrado com de versões de 16 MHz e versões de 8MHz. Para se ter uma ideia no Pro Mini somente se encontra 4 pinos analógicos, ou seja, o mesmo microcontrolador possuindo menos entradas. Tanto o Arduino NANO quanto o PRO MINI são mais utilizados para a versão final de um projeto, uma vez que o código já estiver carregado, ele não sofrerá alterações.

Além desses modelos de Arduinos, existem várias versões que não foram citadas aqui, devido suas aplicabilidades específicas, um exemplo seria o Arduino LEONARDO, que conectado ao computador pode ser reconhecido como um mouse ou teclado, ele é mais utilizados em projetos de automação em que o recurso desenvolvido fará interações com o computador, que não é o caso do

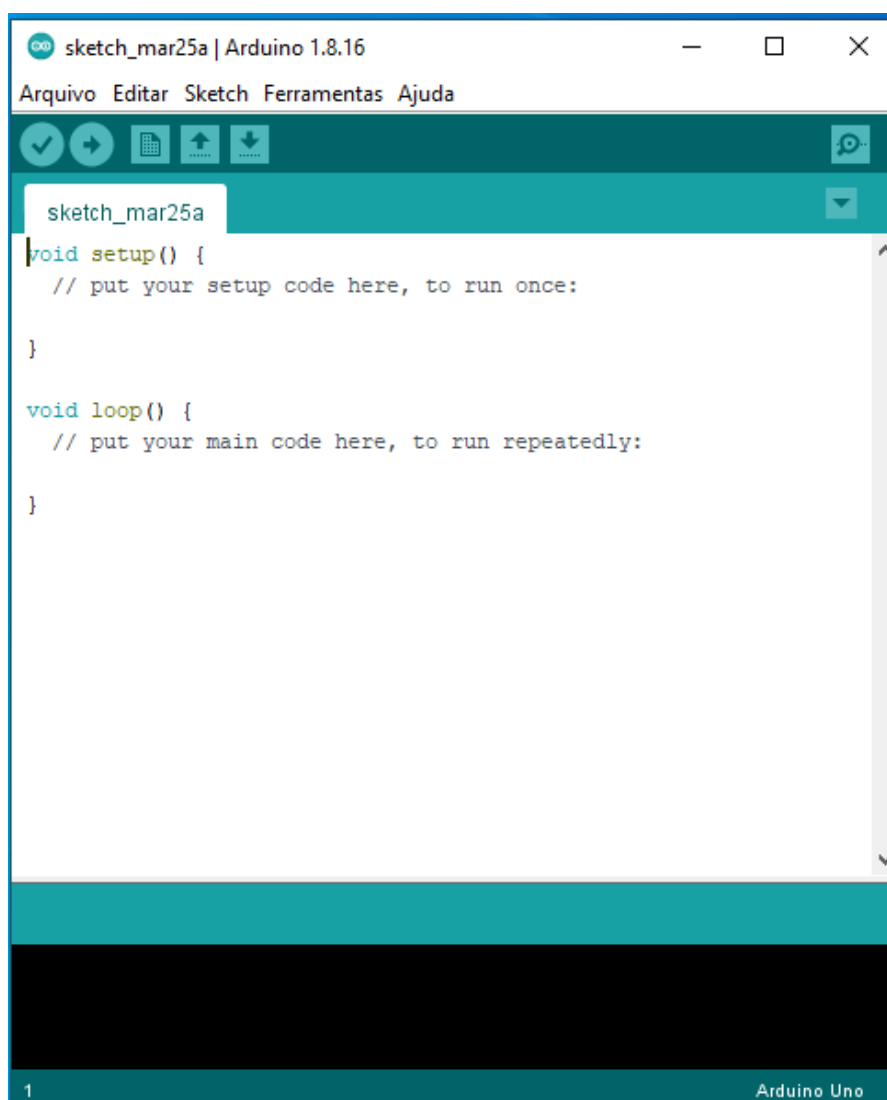
projeto em desenvolvimento em questão.

### 3.2 ARDUINO IDE

O IDE do Arduino é um editor de código fonte capaz de compilar e carregar programas para o microcontrolador, de uma forma bem simples. A linguagem de programação utilizada pelo Arduino para o desenvolvimento do software que será inserido na placa também é chamado de Arduino, e tem sua extensão .ino. Ela é baseada na linguagem Wiring, que é um framework de código aberto, desenvolvido sob as linguagens C/C++ voltado para a programação de microcontroladores.

O Arduino IDE fornece uma biblioteca de software do projeto Wiring, que fornece muitos procedimentos comuns de entrada e saída. O Wiring permite escrever programas para controlar aparelhos conectados e criar todo o tipo de objetos interativos, correspondendo a experiência do usuário através do mundo físico. Com poucas linhas de código, por exemplo, é possível conectar-se a alguns componentes eletrônicos e observar a intensidade de uma luz variando conforme a distância que alguém chega a mesma (FONSECA ET AL, 2011).

Para utilizar a IDE do Arduino, devemos conectar o Arduino por meio de uma porta USB do computador e então desenvolvemos os comandos e enviamos para o microcontrolador pela própria IDE. Após enviado o código e reiniciado o dispositivo, não precisamos mais do computador, pois o Arduino passará a executar os comandos quando for ligado a uma fonte de energia.



```
sketch_mar25a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}

1 Arduino Uno
```

Figura 6: Captura de tela da IDE do Arduino.

Existem duas funções principais que executam os comandos do Arduino, a `setup()`, na qual é executada na inicialização do programa e utilizada para carregar as configurações iniciais do Arduino, e a função `loop()` que é responsável por repetir a sequência de comandos que estão dentro dessa função infinitamente até que a fonte de energia do Arduino seja desligada.

## 4 COMPONENTES DO ARDUINO

Para que um projeto utilizando o Arduino funcione, além da placa controladora, são necessários outros componentes eletrônicos ao projeto. Existe uma infinidade de componentes que podem ser utilizados junto com o Arduino, sensores, motores, leds, entre outros. Inclusive podem ser utilizados diversos componentes retirados de aparelhos eletrônicos, dependendo do projeto a ser executado.

### 4.1 PROTOBOARD

Um molde de contato ou maquete de contato (ou maquete) é uma placa com orifícios e conexões de conector usadas para montar protótipos e projetos de estágio inicial.

Com uma placa de circuito impresso é possível construir protótipos de projeto ou circuitos de teste, pois é uma matriz de contato reutilizável que dispensa a fabricação de placas de circuito impresso e permite fácil troca de circuito, tornando-a flexível (ARAUJO ET AL, 2018).

Uma placa de prototipagem também é conhecida como matriz de contato ou placa de prototipagem, que é uma placa com aberturas e conexões internas para montagem de circuitos, usada para testar componentes eletrônicos. A maior vantagem em uso é que nenhuma solda é necessária para conectar esses circuitos.

### 4.2 JUMPERS

Os jumpers são os fios que ligam o Arduino ao protoboard e também aos demais componentes do projeto, pois existem muitas cores importantes que definem o prototipo e os Jumpers são interruptores elétricos usados em placas e alguns dispositivos periféricos, como unidades de disco rígido, para habilitar, ajustar ou desabilitar certas funções do sistema que não podem ser acessadas pelo software (CAMPOS, 2014).



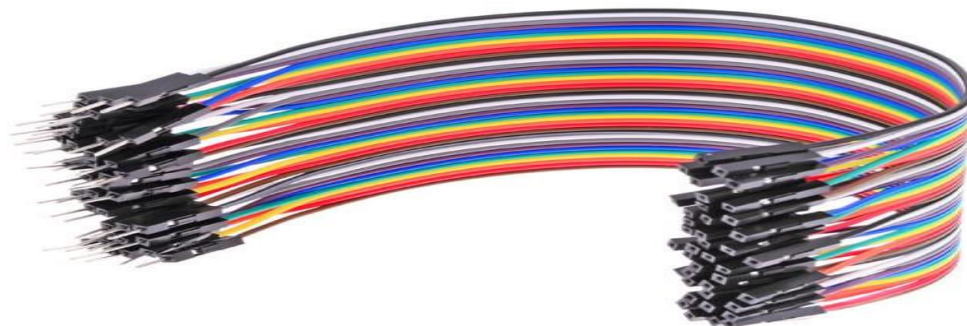


Figura 7: Exemplo de Jumpers.

A configuração do jumper é a montagem que mais precisa de atenção, pois uma configuração incorreta fará com que o Arduino não funcione corretamente e pode até danificar componentes nos casos mais graves. Por exemplo, se inverter os jumpers da fonte de alimentação elétrica, invertendo o positivo pelo o negativo, pode queimar os componentes interligados ao Arduino.

#### 4.3 RESISTORES

Ao construir projetos como o Arduino, usa-se resistores para limitar/controlar a quantidade de corrente que vai para os componentes no circuito, como LEDs e circuitos integrados. Os resistores são componentes eletrônicos cuja função principal é limitar o fluxo de cargas elétricas, convertendo energia elétrica em calor e a grande capacitância dos resistores torna esses componentes capazes de reduzir o fluxo de corrente (ALVAREZ E ANTUNES, 2015).

O resistor funciona limitando a corrente e têm maior resistência do que cabos e ranhuras no circuito, o que reduz a quantidade de corrente que flui para os mesmos.

#### 4.4 LEDS

O LED é um diodo semicondutor que ao ser energizado, emite uma luz, a cor da luz emitida vai depender do cristal e da impureza de dopagem com que o componente é fabricado. No caso do LED infravermelho que é utilizado no projeto, esse LED utiliza arsenieto de gálio para emitir radiações infravermelhas.

Nos LEDs, as características de polarização são as mesmas dos diodos

semicondutores, a maioria dos fabricantes utilizam um código de identificação dos terminais: o terminal do catodo é o que possui um chanfro na lateral da base do LED, ou seja, o terminal mais curto.

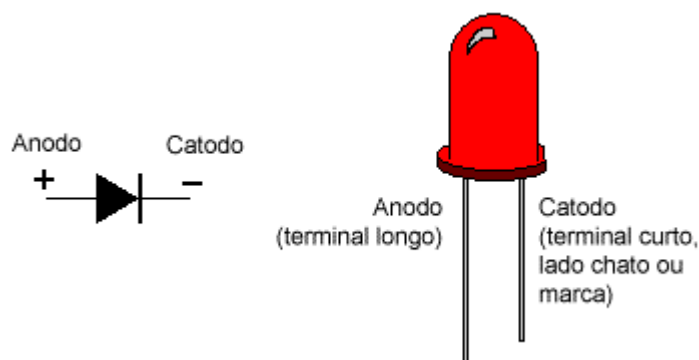


Figura 8: Esquema que demonstra a identificação dos terminais de um LED.

#### 4.5 BOTÕES E CHAVES

A ideia do sistema é que, ao acessá-lo, os usuários que possam monitorarem casa, geralmente feito para residências com sistemas de câmeras, onde as capacidades também são visualizadas pelo sistema de automação. Ao acessar o sistema, cada residente terá sua própria identificação de segurança e para monitoramento mostrando aos usuários um determinado momento.

O sistema possui opções e botões para acessar todos os cômodos e salas, luz visível e dispositivos eletrônicos Interativo, para que possa ser ligado e desligado.

#### 4.6 SENSORES

Um sensor é um dispositivo que tem a capacidade de ler variáveis físicas e convertê-las em informações mensuráveis que podem ser digitais ou analógicas.

Um exemplo de de sensor, é o de temperatura utilizado no projeto, fornece leituras na faixa de -55 °C a 150 °C com variações de 1/4 °C a 3/4 °C com precisão. A tensão 4-20 Vcc e GND fornecem uma tensão linear que indica uma temperatura de 10 mV por grau Celsius. E pode ser de diferentes tipos, o caso mais comum é o TO-92, que é muito semelhante a um transistor. Possui grande vantagem em relação ao uso de outros sensores, pois seus valores são calibrados em graus Celsius, o que

simplifica a interface de leitura e evita trabalhar com variáveis para mudar a escala de temperatura.



Figura 9: Sensor de temperatura utilizado no projeto.

#### 4.7 ATUADORES

Um atuador é um componente que permite o acionamento de dispositivos em diversas tensões de operação. Funciona como se fosse um interruptor eletrônico, onde ao aplicar tensão no terminal de entrada é acionada uma bobina que cria uma espécie de campo magnético capaz de abrir ou fechar os contatos de maneira que possamos controlar as correntes que circulam pelos circuitos externos. Com isso ele utiliza de baixa corrente para acionar seu comando e protege o Arduino das correntes mais altas que circulam pelo segundo circuito.

#### 4.8 DISPLAYS

O Display (mostrador), é um dispositivo para a apresentação de informações de modo visual. Eles são muito úteis para criar uma interface visual entre homem e máquina. Com um display, pode ser exibido textos, números, símbolos, e até imagens dependendo do tipo de display utilizado.

## 4.9 MÓDULOS DE COMUNICAÇÃO

Os módulos de comunicação servem principalmente para controlar sensores ou enviar informações para o Arduino, por exemplo via internet, que pode ser cabeada ou via Wi-Fi ou também via Bluetooth.

Durante o planejamento do projeto, foi optado por utilizar um modulo Bluetooth para fazer a comunicação entre o aplicativo Android e o Arduino, pois apresentava um custo menor ao projeto, e devido as compatibilidades com as bibliotecas existentes para o controle de dispositivos de infravermelho.

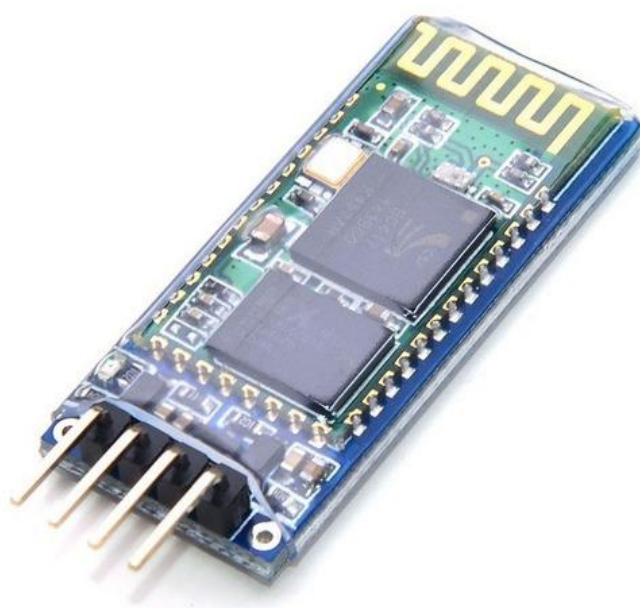


Figura 10: Exemplo de módulo de comunicação Bluetooth.

## 5 ANDROID

Android é um sistema operacional móvel baseado no kernel Linux e desenvolvido pelo Google. Atualmente é o sistema operacional móvel mais utilizado no mundo e está disponível em milhares de aparelhos, de várias marcas. Este sistema surgiu em 2003 e foi desenvolvido pelos empresários que fundaram a Android Inc. em Palo Alto (Califórnia).

A ideia original da equipe era desenvolver um sistema para câmeras digitais, mas quando descobriram que o mercado para esse dispositivo não era grande o suficiente, eles voltaram suas atenções para o mercado móvel. Em 2007, o Google anunciou a criação da Open Handset Alliance, uma aliança de grandes empresas com o objetivo de criar uma plataforma de código aberto para Smartphone. (PAULUS, 2020).

Outra grande vantagem é a loja de aplicativos disponibilizada pelo Google, que oferece uma infinidade de aplicativos gratuitos. Como o Android é uma distribuição de código fonte aberto, muitos desenvolvedores, desenvolvem aplicativos para o sistema Android. Sua operação é semelhante a outros sistemas operacionais e a sua principal função é gerenciar todos os processos de dispositivos a partir de um único sistema operacional. Os equipamentos necessários ao funcionamento adequado, proporcionam ao usuário uma interface capaz de interagir com o sistema eletrônico (LIMA ET AL, 2020).

Durante o desenvolvimento do software Android foi utilizado o MIT App Inventor, que é uma aplicação de código aberto criado pela Google, e mantido atualmente pelo Massachusetts Institute of Technology. É uma ferramenta de programação baseada em blocos que permite que qualquer pessoa, até mesmo iniciantes comecem a programar aplicativos totalmente funcionais para dispositivos Android.

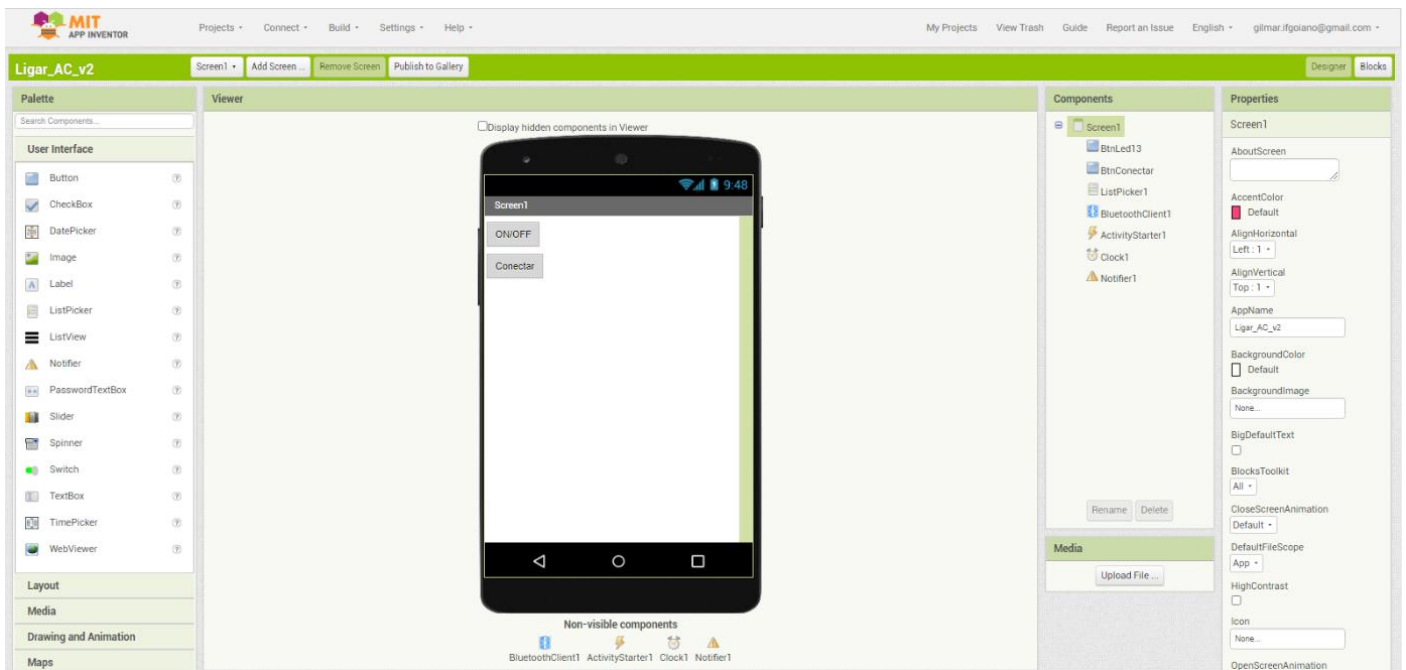


Figura 11: Captura de tela do App Inventor.

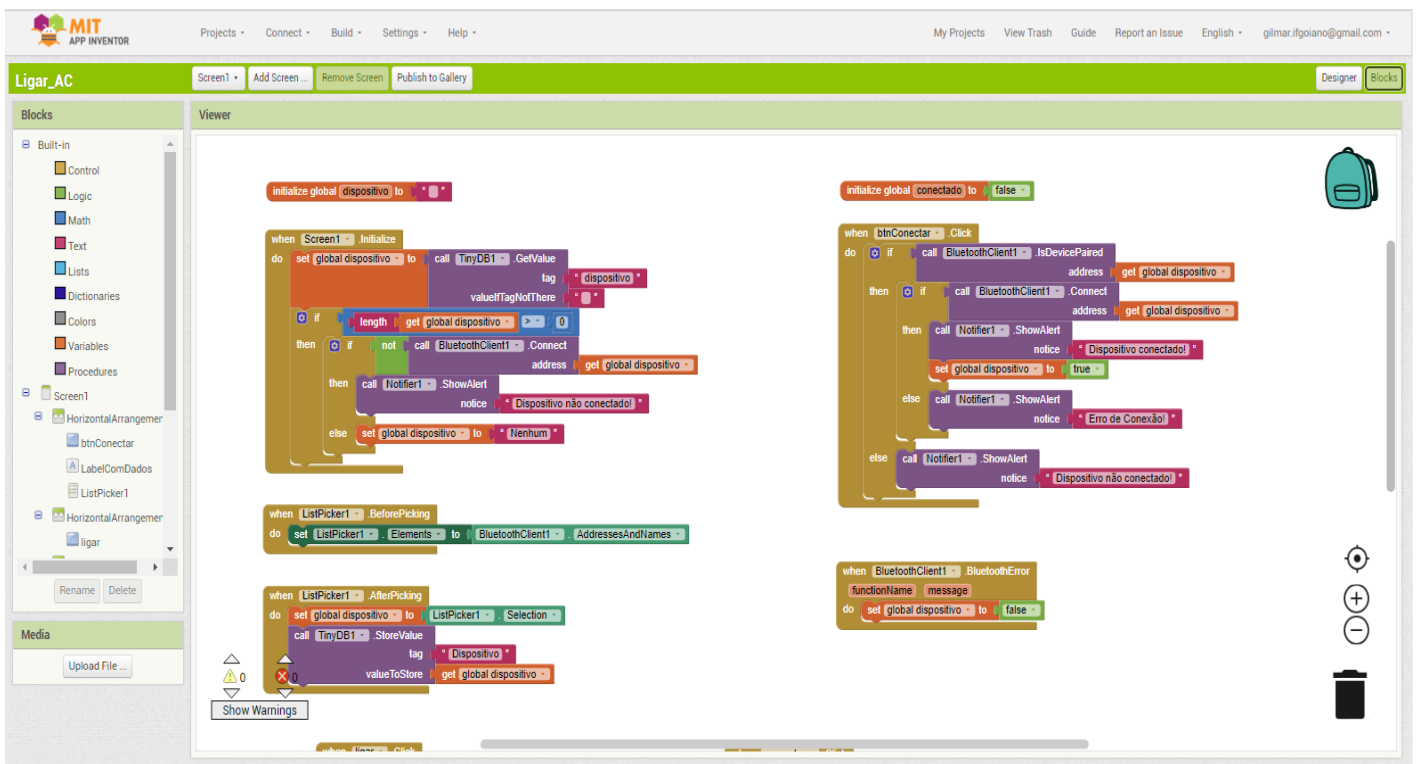


Figura 12: Captura de tela do App Inventor, editor dos blocos (código).

Com o App Inventor, o usuário cria o *layout* do aplicativo, e no editor de blocos, é feita a especificação do comportamento dos componentes utilizados no aplicativo, a programação é feita a partir de elementos visuais, como se fosse montar as peças de um quebra cabeça.

## 6 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A automação residencial onde praticamente tudo é feito por um smartphone na palma da mão, ela possui uma tecnologia aliada da praticidade. O avanço tecnológico tem tornado essa tecnologia ainda mais acessível e presente nas residências. Com a evolução constante da tecnologia, as casas automatizadas, inclui sistemas incorporados com componentes de conectividade de rede que reagem às ações e aos comandos de um proprietário.

A automação residencial controla itens ao redor da casa - de persianas a aspersores de jardins – com um simples acionamento de um botão. A automação residencial pode proporcionar aos seus usuários o conforto antes não imaginado pelo fato de ser facilmente adaptado a qualquer utilidade doméstica, sendo desse modo, uma tecnologia expansível onde o próprio usuário designa como será beneficiado com essa automação (JARAMILO, 2019).

Entre os principais benefícios estão no conforto, otimização do tempo causado pela diminuição das tarefas rotineiras e principalmente pela segurança. As pessoas procuram, por formas de não apenas se sentirem seguras, mas de poderem aperfeiçoar suas tarefas, de modo há demandar menos tempo e proporcionar uma sensação maior de conforto (SILVA ET AL, 2015).

A automação residencial traz uma série de soluções para facilitar o dia a dia, oferecendo conforto e segurança para os moradores. Além disso, ajuda a evitar desperdícios e pode reduzir o valor das faturas de energia elétrica, por exemplo. Isso porque com maior controle sobre o uso dos eletrodomésticos, automaticamente otimiza os gastos dos mesmos.

Por meio dos dispositivos do Arduino, levado em consideração esse conceito de automação residencial, pode-se, automatizar um aparelho de ar condicionado, por exemplo, programar horários para ligar e desligar os aparelhos, incluir sensores de presença, programar temperaturas, entre outras. Tudo isso de forma, simples, rápida e eficiente.

Na prática, esse tipo de automação já está presente em grandes empresas e indústrias que demandam projetos de climatização maiores, com diversos aparelhos, e um alto consumo energético. Para residências, ainda é muito pouco utilizado, devido o alto investimento. A idéia de realizar essa automação por meio do Arduino juntamente com Android, é justamente para reduzir custos, para que essa tecnologia, se torne mais abrangente.

## 7 CONTROLE REMOTO IR

A maneira mais barata de controlar remotamente um dispositivo dentro de um alcance visível é via infravermelho. Quase todos os equipamentos de áudio e vídeo podem ser controlados dessa maneira. Devido a esse uso generalizado, os componentes necessários são fáceis de serem encontrados, tornando-o ideal para usar um controle remoto IR em projetos de automação.

A base para esse projeto de automação, é o controle remoto infravermelho, a intenção é clonar algumas funções do aparelho de ar condicionado e reproduzir essas funções com um Arduino, usando um LED IR para transmitir esses dados.

### 7.1 COMO FUNCIONA UM CONTROLE REMOTO IR

O controle remoto IR de aparelhos eletrônicos basicamente é um pequeno dispositivo que contém um microcontrolador, um LED emissor de infravermelho e um teclado integrado. Quando o usuário pressiona um botão do controle, uma sequência de pulsos de luz infravermelha é enviada pelo LED IR para o aparelho eletrônico que por sua vez possui um receptor de IR. Esses pulsos formam um código que é único para cada tecla acionada.

O receptor IR que fica acoplado no aparelho a ser controlado, consiste de um decodificador desses pulsos recebidos do transmissor. Ele interpreta o código de cada botão pressionado no controle remoto, e executa aquela função programada, como por exemplo, ligar, desligar, aumentar ou diminuir a temperatura, no caso de um aparelho de ar condicionado.



## 8 O PROJETO

### 8.1 DESCRIÇÃO

O projeto está compreendido em 3 divisões básicas: software, comunicação e componentes físicos. O software, foi dividido em dois ambientes de desenvolvimento, sendo ele o software que será executado no Arduino, e o aplicativo a ser desenvolvido para o sistema operacional Android. A comunicação entre o aplicativo Android e o Arduino se dará através de um modulo Bluetooth, acoplado ao Arduino que receberá os comando do aplicativo Android. A parte de componentes físicos é composta por uma série de sensores que irão operar de acordo com os comandos enviados pelo aplicativo Android.

### 8.2 DESENVOLVIMENTO ANDROID

O primeiro passo no desenvolvimento da aplicativo Android, foi a elaboração do *layout* de acordo com as utilidades do projeto. O padrão adotado foi escolhido e elaborado da forma mais simples e intuitiva possível para que qualquer usuário seja capaz de utilizar todas as funcionalidades.

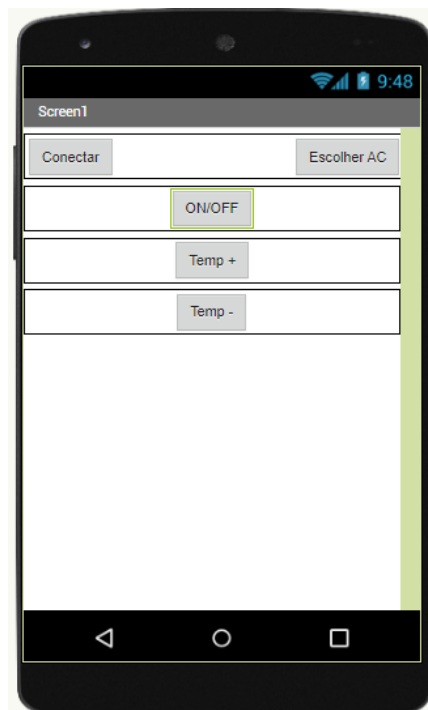


Figura 13: *Layout* do aplicativo Android.

Na tela que controla o aparelho de ar condicionado, buscou-se um *layout* similar a um controle do próprio ar condicionado, com as funcionalidades mais usuais, como liga/desliga, aumenta e diminui a temperatura.

### 8.3 CLONANDO AS TECLAS DO CONTROLE REMOTO

O primeiro passo é direcionar o controle com a tecla a qual será clonada para o receptor de IR, para que a partir dela, o Arduino possa armazenar o código enviado correspondente aquela tecla. A principal função seria o simples comando de ligar e desligar o aparelho. Para isso foi desenvolvido um código para receber e armazenar o código IR enviado pelo controle remoto, utilizando um receptor de IR conectado no Arduino.

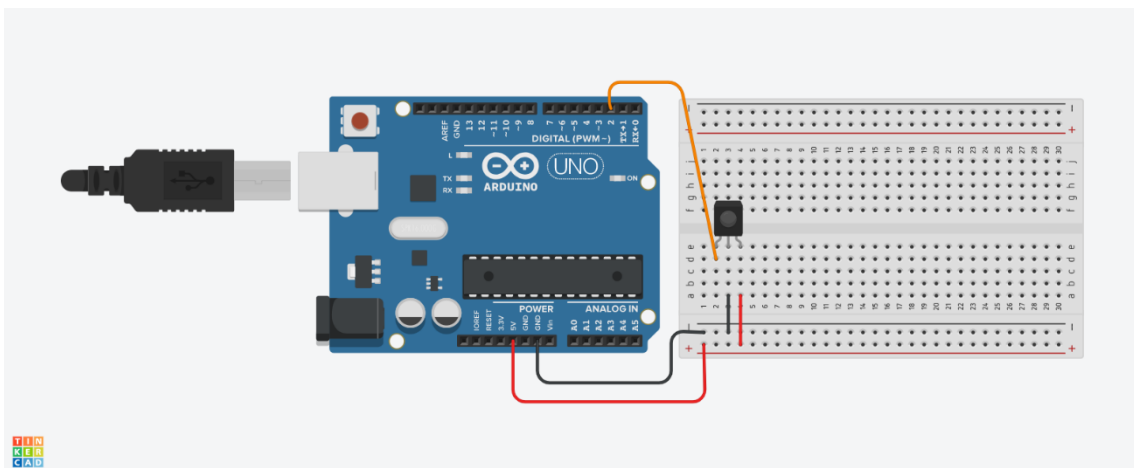


Figura 14: Mostra o esquema da ligação do Arduino com o receptor de IR para capturar o código.



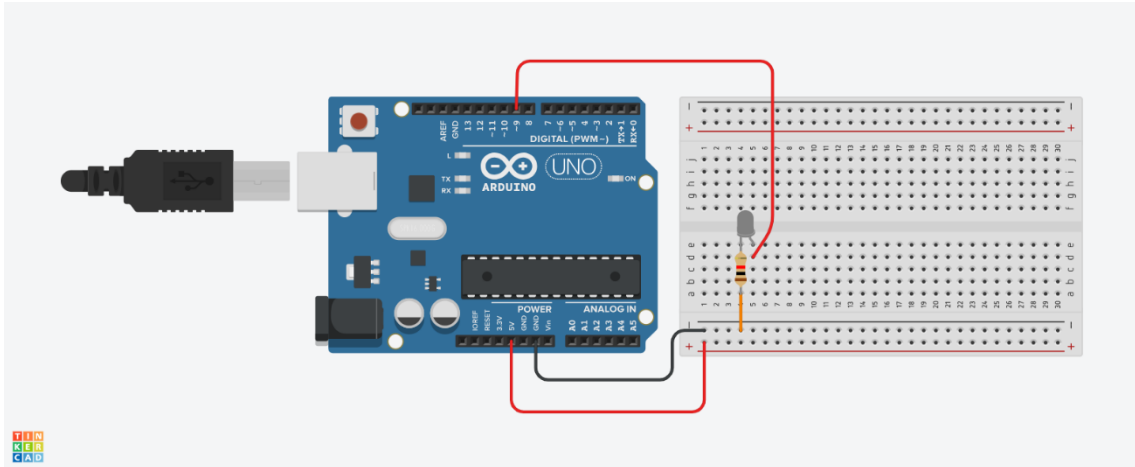


Figura 17: Mostra o esquema da ligação do Arduino com o LED emissor de IR para enviar o código.

## 8.5 COMUNICAÇÃO ENTRE ANDROID E O ARDUINO

Foi utilizado um módulo Bluetooth para a comunicação do aplicativo Android com Arduino. A comunicação entre eles é bem simples. Com o smartphone conectado ao módulo Bluetooth, o aplicativo Android envia o comando para o Arduino e ele envia o código IR armazenado referente ao determinado comando recebido, para o aparelho de ar condicionado.

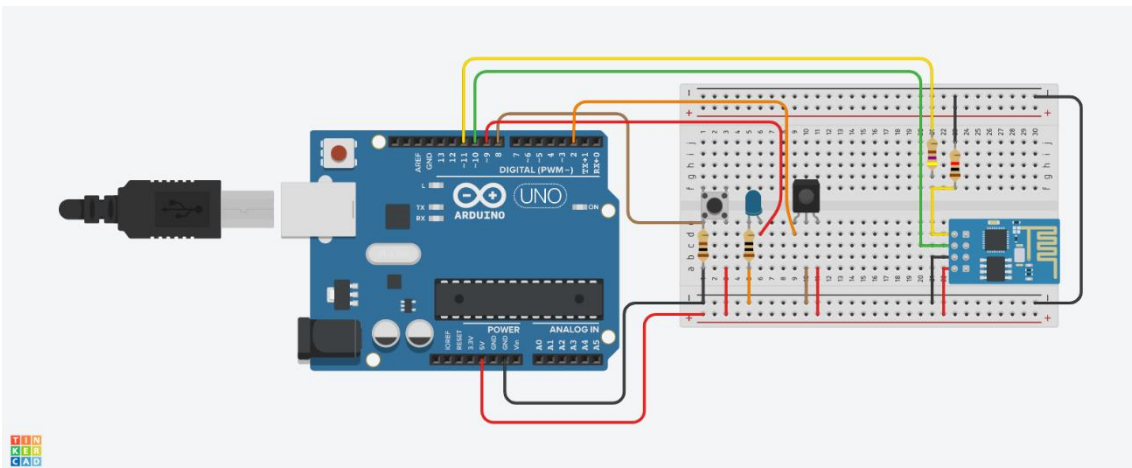


Figura 18: Imagem do protótipo com os sensores e o módulo Bluetooth interligados.

## 8.6 FUNÇÃO DE TEMPERATURA AUTOMATIZADA

Para realizar a leitura do sensor de temperatura é utilizado uma porta analógica do Arduino e uma fórmula para converter os valores recebidos pelo sensor em graus Celsius (°C). Os valores enviados pelo sensor ao Arduino são atualizados a cada passagem da função do loop principal do Arduino.

O código receberá o valor da leitura realizada na porta analógica, que varia de 0 a 1023, onde 0 corresponde a 0Volts e 1023 a 5Volts. Sabendo que, 1°C é igual a 10mV, sendo assim é obtida a seguinte fórmula:

$$\text{Tensão} = (\text{Valor lido na porta analógica}) * (5/1023)$$

$$\text{Temperatura} = \text{Tensão} / 10\text{mV}$$

Transformando a fórmula acima em linguagem de programação, é criado o código a seguir:

```
temperatura = float(analogRead(sTemperatura))*5/(1023)/0.01 ;
```

Figura 19: Trecho de código responsável pela conversão do valor recebido pelo sensor em graus Celsius.

De posse do valor da temperatura ambiente, podemos implementar a função, que complementa ainda mais o projeto, na qual o usuário define uma temperatura, e quando o ambiente atinge essa determinada temperatura o Arduino desliga o aparelho de condicionado, quando a temperatura começa a subir novamente, ele o religa. Essa função é muito importante, pois ela otimiza o funcionamento do ar condicionado, fazendo-o economizar energia.

## 8.7 IMPLANTAÇÃO DO PROTÓTIPO NO AR CONDICIONADO

A implantação do protótipo do projeto para testes, será feito em um aparelho de ar condicionado residencial tipo Split. Como temos de base o controle remoto do próprio aparelho, esse projeto funcionará em qualquer aparelho de ar condicionado, independente de marca ou modelo.

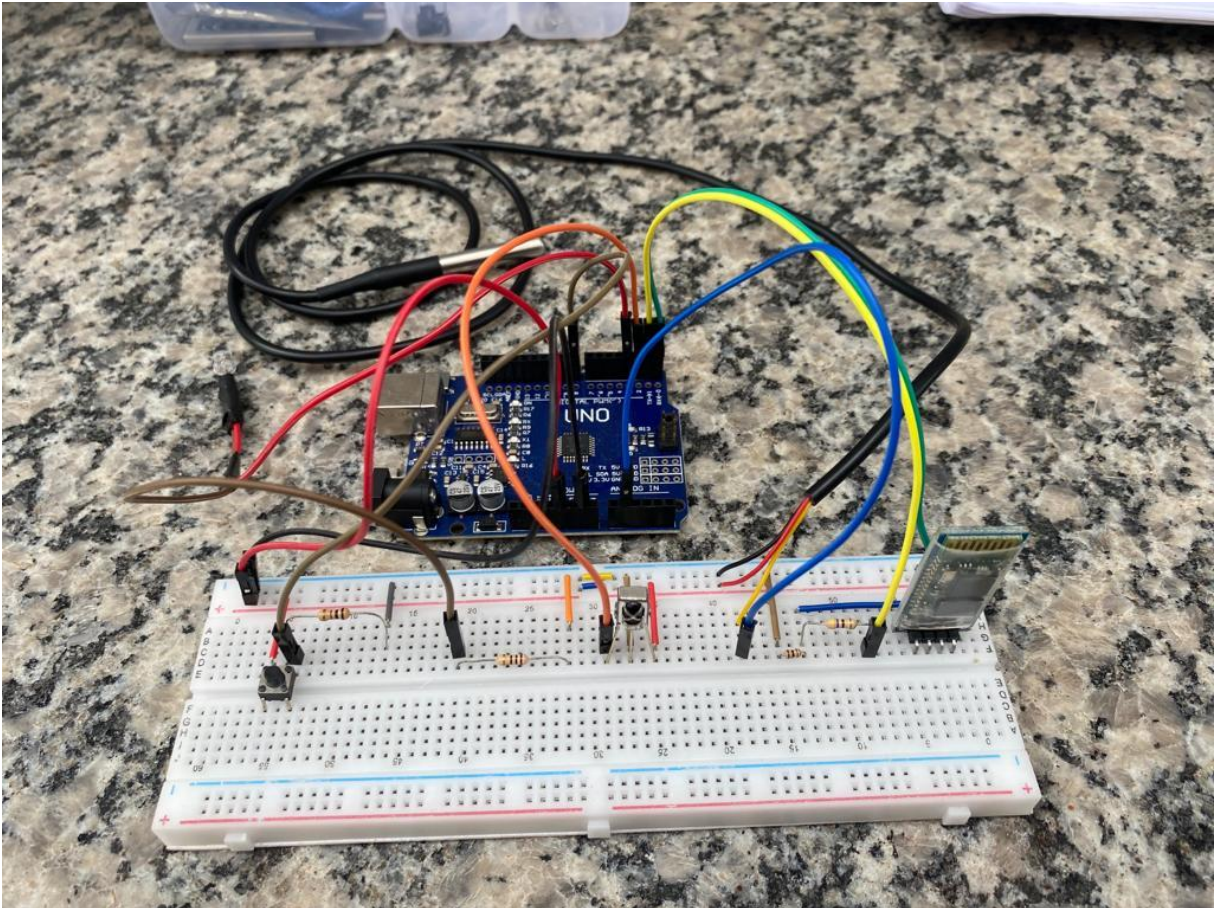


Figura 20: Imagem real do protótipo com todos os componentes interligados.

Como este é só um protótipo, os componentes estão ligados ao Arduino por meio de uma protoboard, como podemos ver na figura 20, nessa fase de implementação onde ocorre muitos testes e erros, é aconselhado utilizar a placa de ensaio, para que seja feita a inserção ou remoção de algum componente de forma rápida e prática.



Figura 21: Imagem da unidade evaporadora utilizada para os testes do projeto.

Na figura 21, podemos ver a unidade evaporadora, já desmontada. Essa é a parte do aparelho de ar condicionado que fica na parte interna dos ambientes, é nela que está a placa mãe do aparelho, que controla todas as funções do mesmo. No aparelho de ar condicionado não será feita nenhuma modificação, pois como será utilizado um LED emissor de infravermelho, para enviar os comandos para o ar condicionado, é como se o aparelho estivesse funcionando com o próprio controle remoto, essa técnica é muito utilizada para uma automação não invasiva, onde não há necessidade de fazer modificações no aparelho que se deseja controlar. Apenas será inserido o Arduino no local junto a placa mãe, e será aproveitada a fonte de alimentação da própria placa mãe do ar condicionado para fazer a alimentação elétrica do Arduino.

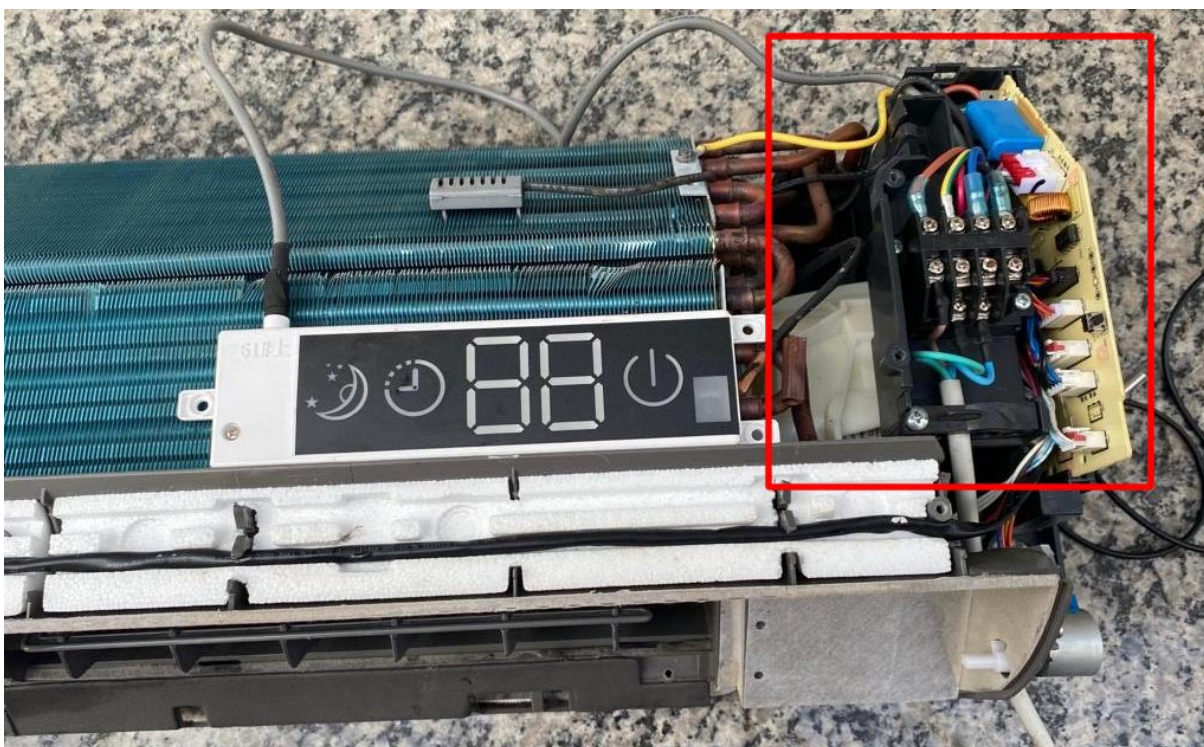


Figura 22: Imagem indicando o local da placa mãe do ar condicionado.

Na Figura 22, o local marcado é a placa mãe do aparelho de ar condicionado, note que o espaço do compartimento da placa é bem reduzido, por isso, após a finalização do protótipo, será utilizado um Arduino NANO ou PRO MINI para ser implantado no aparelho de ar condicionado. Outro detalhe, o LED emissor de sinal infravermelho, será posicionado de tal forma que fique ao alcance do display do

aparelho de ar condicionado, para que o receptor de sinal infravermelho consiga captar os comandos enviados pelo Arduino.

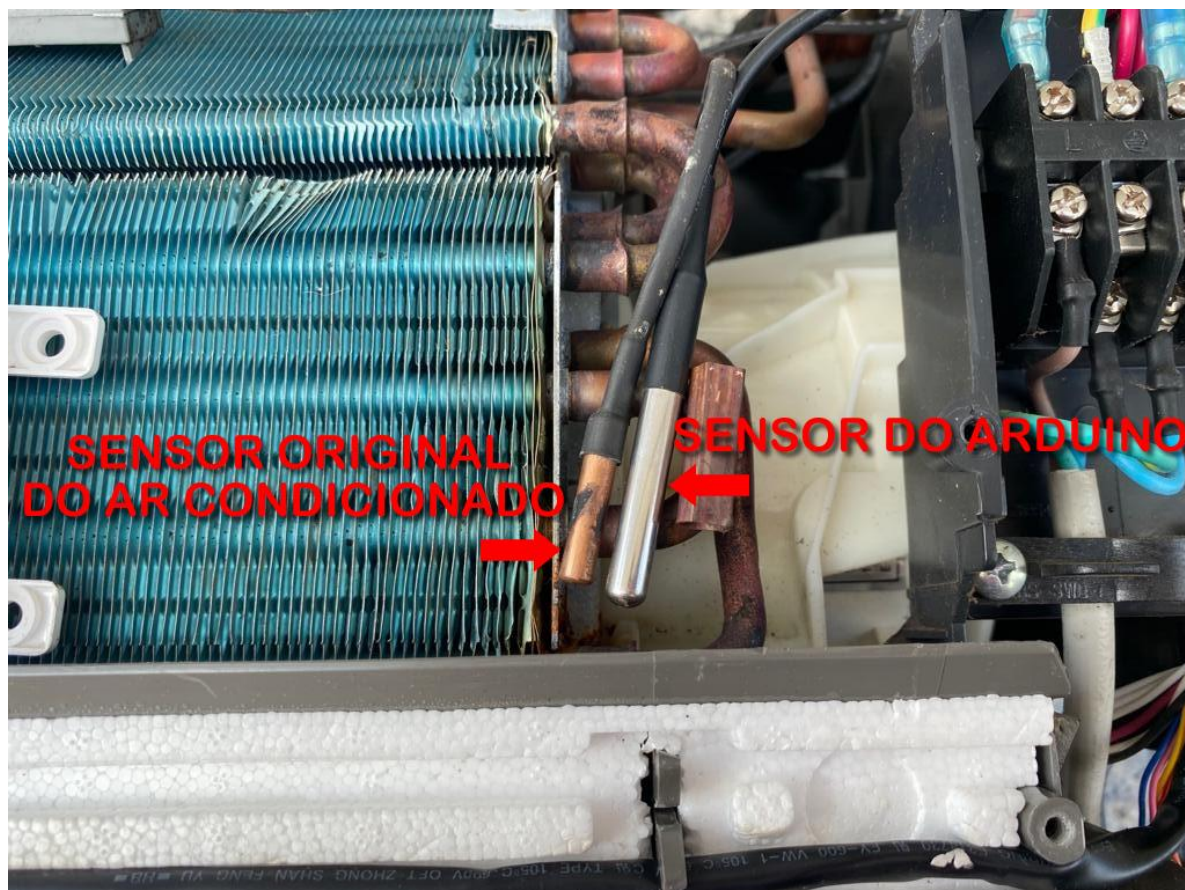


Figura 23: Indicação dos sensores de temperatura.

O sensor de temperatura utilizado no protótipo é o mesmo utilizado nos aparelhos de ar condicionado, na figura 23, vemos os dois sensores. O local onde o sensor do protótipo será instalado, é o mesmo local do sensor original do ar condicionado, sendo assim, o sensor de temperatura conectado ao Arduino, receberá as mesmas leituras do sensor original, fazendo com que este sensor receba informações mais precisas, e a automação tenha mais eficiência.



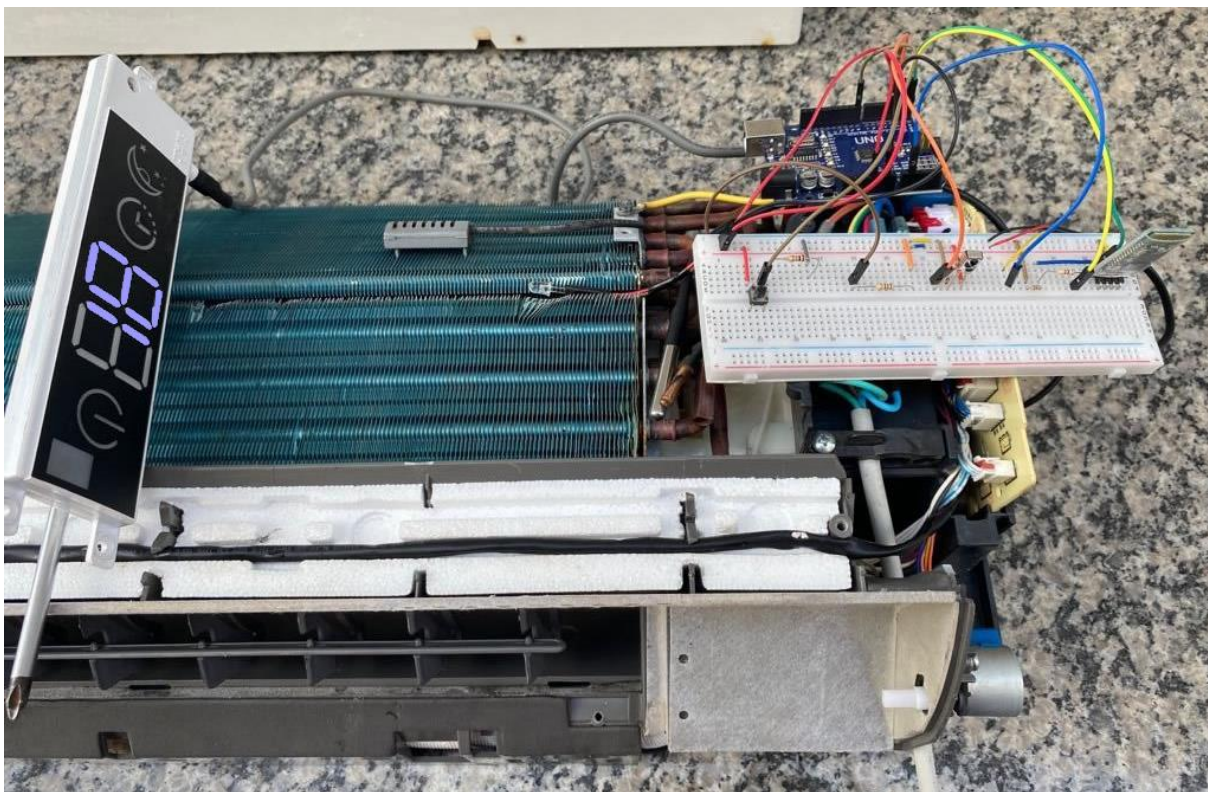


Figura 24: Funcionamento do protótipo.

Na figura 24 acima, temos o protótipo em testes já interagindo com o ar condicionado, como é apenas um protótipo não tem nada fixo, os fios e sensores estão posicionados apenas para testes. Como citado anteriormente, devido ao pequeno espaço do compartimento da placa mãe do ar condicionado, ao finalizar o protótipo, a intenção é de comercializá-lo, para isso, para será utilizado um Arduino NANO ou PRO MINI, devido o seu tamanho, e devido o valor de aquisição, o que tornará esse sistema de automação bem acessível.

Apesar de hoje em dia, já estar sendo comercializado alguns modelos de aparelhos de ar condicionado que já possui essa função de controlar o aparelho por meio de um aplicativo via smartphone, este projeto proposto é viável, devido ao fato de que a maioria das pessoas que já possuem ar condicionado em suas residências, não trocariam seus aparelhos, apenas por essa comodidade.

A implantação desse projeto se daria um grande custo x benefício, se comparado ao fato de ter de substituir o aparelho, pois o usuário teria todo o gasto de comprar um aparelho novo, além de gastos com a desinstalação do aparelho antigo e instalação do aparelho novo. Um exemplo dessa aplicação, seria de grandes hotéis,

que já possuem ar condicionado em suas acomodações. Não seria viável fazer a substituição de todos os aparelhos, seria mais simples e prático fazer a automação desses aparelhos de ar condicionado.

Por fim, apesar de ser um protótipo, todas as funções implementadas funcionaram corretamente, tornando possível a aplicação do projeto em um ambiente real.

## 9 SUGESTÕES PARA APERFEIÇOAR O PROTÓTIPO

No esforço de tornar o protótipo mais eficiente, propõe-se alterar o método de comunicação entre o smartphone e o Arduino, utilizando a Internet para transmissão de mensagens e assim aumentar o alcance de utilização do aplicativo. Ele funcionará de qualquer lugar desde que você tenha uma conexão à Internet no seu celular e em um roteador conectado ao dispositivo.

Outras funções poderão ser implementadas com a utilização de um módulo WIFI, haverá a opção de controlar o aparelho por georreferenciamento, onde o usuário poderá controlar o aparelho sem a necessidade de estar no mesmo local.

Utilizando desse princípio, do georreferenciamento, e o dispositivo conectado à internet, será possível implementar uma função para que o aplicativo envie automaticamente um comando para que aparelho ligue ou desligue a partir de uma determinada distância, para que quando o usuário chegue ao ambiente ele possa desfrutar do controle térmico.

Outra sugestão futura importante, é a criação de um sistema de supressão de incêndio para o Arduino. Em caso de ocorrência de fogo, um sistema automático de detecção e supressão de incêndio será acionado automaticamente, sendo que o contato feito da chama com um sensor, fará com que ele acione um alarme ou dispositivo sonoro alertando do possível incêndio no aparelho.

## CONCLUSÃO

O estudo proposto demonstrou um foco no desenvolvimento de um sistema de automação residencial para um aparelho de ar condicionado. Instruções de montagem e operação são fornecidas como um exemplo de aplicação, que inclui controle individual e coletivo, além de monitoramento de sensores e atuadores associados. Os documentos necessários para o desenvolvimento e manutenção do protótipo podem ser adquiridos nas instalações de equipamentos elétricos e Arduino.

Por fim, o protótipo desenvolvido neste projeto foi eficaz e apresentou resultados positivos. Este trabalho de idealização com conhecimentos de automação e desenvolvimento de aplicações, mas também se concentrou na pesquisa e desenvolvimento de baixo custo.

Ressalta-se que esses resultados trata de um estudo que propõe uma especificação de baixo custo para a construção de projetos de automação. Esta situação pode ser melhorada como uma pista para trabalhos futuros e inclui a construção de um protótipo específico e a execução de testes experimentais. Ainda pode haver diferenças de mercado no desenvolvimento de propostas para o desenvolvimento de protótipos e desenvolvimento de variantes, aplicações e / ou satisfação de necessidades específica.

A plataforma Arduino é uma ótima alternativa para o desenvolvimento de soluções de automação residencial que permite que pessoas com pouco conhecimento de programação desenvolvam seus próprios sistemas. A solução desenvolvida neste trabalho pode integrar um sistema baseado em Arduino com um smartphone Android para cumprir os requisitos básicos de um controle remoto.

O projeto apresentado teve seu escopo inicial voltado ao uso pessoal do sistema, caso o projeto seja transformado em produto, deverão ser feitas alterações que permitam ao usuário final fazer a leitura e envio dos códigos infravermelho de formar mais eficácia. Das funcionalidades implementadas, todas funcionaram de forma satisfatória.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR6028: Informação e documentação - resumo -apresentação*. Rio de Janeiro, nov. 2003. 2p. PROJETO Wiring.2019. Disponível em:<<http://wiring.org.co/about.html>>.

ALVAREZ, D. F. S.; Antunes, F. I. **Automação Residencial utilizando Bluetooth, Ethernet e Smartphone**. 2015. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Mecatrônica Industrial dos Departamentos Acadêmicos de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2015. Acesso em: 11 maio 2021.

ARAUJO I. B. Q.; Souto, F. V.; Junior, A. G. C. **Desenvolvimento de um protótipo de automação predial utilizando a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino**. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2018. p. 1-9.

CAMPOS, R. A. F. **Automação Residencial Utilizando Arduino e Aplicação Web**. 2014. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia da Computação, Centro Universitário de Brasília, 2014.

CRUZ, A. A.; Lisboa, E. F. **WebHome – Automação residencial utilizando Raspberry PI**. Revista Ciência e Tecnologia, [S.l.], v. 17, n. 31, dez. 2014.

GOMES A. B.; Silva, G. A. C.; Gelacki, R. **Automação Residencial: Utilizando uma plataforma de baixo custo**. 2016. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Automação Industrial, Eletrônica, Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa - Pr, 2016.

MCRBERTS, Michael. **Arduino básico**. São Paulo: Novatec, v. 1, 2011

FONSECA, Erika G. P. da; VEGA, Alexandre S. de la. **TUTORIAL SOBRE INTRODUÇÃO A PROJETOS UTILIZANDO O KIT DE DESENVOLVIMENTO ARDUINO**. 2011

ACCARDI, A.; DODONOV, E. **Automação Residencial: Elementos Básicos, Arquitetura, Setores, Aplicações e Protocolos**. TIS Tecnologias, Infraestrutura e Software, São Carlos, 1, Novembro 2012. 156-166. Disponível em:<>. Acesso em: set. 2021.

RANACORP. **Arduino and Bluetooth module HC-05**. Disponível em: <<https://www.aranacorp.com/en/arduino-and-bluetooth-module-hc-05/>>. Acessado em: 8 set. 2021.

ARDUINO **Página institucional**. Products. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction> />, Acesso em: 08 set. 2021.

BOTKE, D. P. **Automação de residências através de aplicação integrada com Arduino**. 2014. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2014. Disponível em: . Acesso em: set. 2021.

CIRCUIT MAGIC. **Arduino and Bluetooth HC-06 to Control the LED with Android Device**. Disponível em: . Acessado em: 8 set. 2021.

HIPÓLITO, J.G.; SILVA, M.J.; RAPANELLO, R.M. **automação residencial com Arduino**. Revista Inovação, Tecnologia e Sustentabilidade na Engenharia Elétrica / Centro Universitário UNIFAFIBE - Bebedouro/SP. -- ano 1, n. 1, jan. 2019.

JARAMILLO, M. **Mercado de automação residencial e predial desperta no Brasil**. InfraRoi, 2019. Disponível em: < <http://infraroi.com.br/mercado-de-automacaoresidencial-e-predial-desperta-no-brasil/>>. Acesso em: set. 2021.

LIMA, E. M. S.; NOBRE, A. Y. M.; ALENCAR, R. A. E. **Automação residencial de baixo custo com arduino mega e ethernet shield**. Disponível em:<>. Acesso em: set.2021.

PAULUS, G. B. et al. **Sistema de automação residencial: acessibilidade no controle**. XXII Jornada de Pesquisa Unijuí, Ijuí-RS, 2017. Disponível em:<>. Acesso em: set. 2021.

PILOTI, J. P. **Sistema de automação residencial: acessibilidade no controle doméstico**. Trabalho de conclusão de curso de graduação. Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul. 2014..

PINTO, C. S.; DEGASPERI, F. T., “**Desenvolvimento de uma interface para aquisição de dados experimentais utilizando o microcontrolador Arduino UNO**”, In: X Workshop de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza. pp. 313-322, São Paulo, Out. 2015

PRUDENTE, Francesco. **Automação predial e residencial: uma introdução**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

SILVA, E.G., Santos, T., Machado, C.C., Knob, L.A., & Perez, A.F. (2015). **Um Sistema para Automação Residencial Sensível ao Contexto**. Anais do Computer on the Beach, p051-060. 2015. Disponível em:< <https://core.ac.uk/download/pdf/276002898.pdf>> Acesso em: set. 2021.

SILVA, J. B. L. P. et al . **Desenvolvimento de sistema de baixo custo para monitoramento de integridade estrutural**. Matéria (Rio J.), Rio de Janeiro, v.24, n.4, e12528, 2019. Disponível em . Acesso em: set. 2021.

SILVA, L. A.; FARIAS, O. D.; SILVA, M. M. **Smart house - automação residencial com arduino**. In: Anais do XIII Encontro Nacional dos Estudantes de Engenharia Elétrica. Anais... Cabo de Santo Agostinho (PE) UFRPE - UACSA, 2018. Disponível em: . Acesso em: set.2021.

TEZA, Vanderlei Rabelo. **Alguns Aspectos sobre a Automação Residencial – Domótica**. 2002. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

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

Muratori, J. R.; Bo, P. H. D. **Automação residencial: Histórico, definições e conceitos**. In: O Setor Elétrico. São Paulo: [s.n.], 2011. p. 70 - 76. Mensal.

BOLZANI, Caio Augustus M. (2004) **Residências Inteligentes**. São Paulo: Livraria da Física.

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

Dados do Inmet mostram elevação das temperaturas e maior frequência de chuvas intensas no Brasil. **Jornal Nacional**, São Paulo, 23 de mar. de 2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2022/03/23/dados-do-inmet-mostram-elevacao-das-temperaturas-e-maior-frequencia-de-chuvas-intensas-no-brasil.ghtml>>. Acesso em: 24 de mar. de 2022.