

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA POLITÉCNICA  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO



**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL PARA CONTROLE DE SOM  
AMBIENTE**

ELISMAR ELDOR JASCOVSKI

GOIÂNIA  
2022

ELISMAR ELDOR JASCOVSKI

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL PARA CONTROLE DE SOM  
AMBIENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola Politécnica da  
Pontifícia Universidade Católica de Goiás,  
como parte dos requisitos para obtenção  
do título de Bacharel em Engenharia de  
Computação.

Orientador(a): Me. André Luiz Alves

GOIÂNIA  
2022

ELISMAR ELDOR JASCOVSKI

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL PARA CONTROLE DE SOM  
AMBIENTE**

Este Trabalho de Conclusão de Curso julgado adequado para obtenção o título de Bacharel em Engenharia de Computação, e aprovado em sua forma final pela Escola Politécnica, da Pontifícia Universidade Católica de Goás, em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

---

Prof. Me. André Luiz Alves  
Coordenadora de Trabalho de Conclusão  
de Curso

Banca examinadora:

---

Orientador: Me. André Luiz Alves

---

Prof. Dr. Sibelius Lellis Vieira

---

Prof. Me. Fernando Gonçalves Abadia

GOIÂNIA  
2022

## RESUMO

Este presente trabalho apresenta a implementação de um protótipo de um sistema de automação residencial, utilizando a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino. Esse sistema de controle e automação tem as seguintes funcionalidades: automatizar todo o sistema de áudio de uma residência, ligando e desligando o áudio onde tiver pessoas circulando, com foco para a execução da música sendo de uma estação de rádio já sintonizada da preferência do usuário. A relação custo-benefício foi levado em consideração, pois existe um valor agregado nos benefícios oferecidos ao usuário, que são: praticidade, confiabilidade na execução das tarefas com baixo custo de investimento e por último o uso da plataforma *open-source* de prototipação eletrônica que é a plataforma Arduino. Como resultado ao final do projeto, ele foi testado fazendo o controle em 2 ambientes, executando música onde existem pessoas no ambiente controlado por ele, e não emitindo nada onde não tinham pessoas.

**Palavras – Chave:** Automação Residencial, Arduino, Controle de som ambiente.

## **ABSTRACT**

This project describes the implementation of a audio automation system for residencies, using Arduino as the electronic prototyping platform. This system controls a house's individual rooms' audio systems, turning music ON and OFF automatically based on the people in movement in each room; mainly focused on playing music from a radio pre-tuned to the user's preference. The main benefits offered to the client are the practicality, reliability in the execution of tasks with low investment cost of the open-source electronic prototyping platform Arduino. This prototype was tested in a environment with 2 rooms: the ambient with people in movement played music automatically, while the empty room was silent.

**Keywords:** Home Automation, Arduino, Ambient Sound Control.

## LISTA DE ABREVIATURAS

CE	<i>Chip Enable Rx / Tx</i>
Cm	Centímetros
CSN	<i>SPI Chip Select</i>
GHz	Gigahertz
GND	<i>Graduated neutral density filter</i> (Filtro graduado de densidade neutra)
ICSP	<i>In Circuit Serial Programming</i> (Programação serial em circuito)
IDE	<i>Integrated Development Environment</i> (Ambiente Integral de Desenvolvimento)
IN	Pino de comando de módulo
IOT	<i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas)
kB	Kilobyte
LED	Light Emitting Diode (Diodo emissor de luz)
MHz	<i>Mega-hertz</i>
MISO	<i>SPI Slave Data Output</i>
MOSI	<i>SPI Slave Data Input</i>
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i> (Modulação por largura de pulso)
USB	<i>Universal Serial Bus</i> (Barramento serial universal)
V	<i>Volt</i> (Unidade de tensão elétrica)
VCC	Tensão em corrente contínua

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Preços dos Componentes do Protótipo .....	23
--	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Arduino Uno Rev 3. ....	16
Figura 2 - Placa Arduino UNO detalhada. ....	17
Figura 3 - IDE Arduino .....	18
Figura 4 - Sensor de Obstáculos Reflexivo Infravermelho.....	19
Figura 5 - Protoboard.....	19
Figura 6 - Transistor NPN BC337 .....	20
Figura 7 - Módulo relé 1 canal 5v .....	21
Figura 8 - Módulo Wireless NRF24L01.....	22
Figura 9 - Resistor 10k Ohm.....	22
Figura 10 - Diagrama do protótipo .....	25
Figura 11 - Esquema de ligação dos componentes.....	26
Figura 12 - Protótipo com ligações feitas.....	27
Figura 13 - Modelo da casa .....	29
Figura 14 - Demonstração do protótipo .....	30

## SUMÁRIO

RESUMO.....	4
ABSTRACT .....	5
LISTA DE ABREVIATURAS.....	6
LISTA DE TABELAS .....	7
LISTA DE FIGURAS .....	8
1. INTRODUÇÃO.....	11
1.2 OBJETIVOS .....	12
1.3 REQUISITOS .....	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
2.1 TRABALHOS RELACIONADOS .....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	15
3.1 MICROCONTROLADOR.....	15
3.1.1 ADUINO UNO .....	15
3.2 SOFTWARE IDE ARDUINO.....	17
3.3 SENSORES .....	18
3.4 PLACA PROTOBOARD .....	19
3.5 TRANSISTOR NPN BC337.....	20
3.6 MÓDULO RELÉ .....	20
3.7 MÓDULO WIRELESS NRF24L01.....	21
3.8 RESISTORES .....	22
3.8 GASTOS FINANCEIROS.....	23
4. MODELO PROPOSTO.....	24
5. RESULTADOS ESPERADOS .....	28
6. RESULTADOS OBTIDOS .....	28
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31

REFERÊNCIAS.....	32
APÊNDICE.....	34

## 1. INTRODUÇÃO

“A Automação Residencial também conhecida como Domótica, trata da integração de serviços e tecnologias, que tem por finalidade tornar uma residência automatizada e obter aumento em relação a segurança, conforto e praticidade.” (ACCARDI, 2012)

De acordo com a Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial (Aureside), até 2023 deve ter um crescimento de 20% no uso de dispositivos de Internet das Coisas (IoT) para casas inteligentes (ZANATTA, 2021), Conforme descrito:

A tecnologia disponível atualmente, principalmente no que tange aos equipamentos de maior qualidade, permitem a integração dos aparelhos, equipamentos e acessórios com a automação de Residências. Com isso, é possível programar um determinado horário para que o *home theater* seja inicializado, em conjunto com todas as caixas de som do ambiente. (B2HOME, 2021).

A relevância de estudar esse tema ocorre pela necessidade de auxiliar usuários no quesito de uma melhor qualidade sonora, em relação à altura do volume, em todos os ambientes que desejar. Diminuir o ruído provocado por ter música sendo tocada em todos os ambientes da casa. Também visa auxiliar os moradores a não infringirem a lei de perturbação do sossego que “[...] não é somente colocar o som alto tarde da noite – pode ser em qualquer horário [...]” (GOMES, 2021).

Diante desse contexto e, visando apresentar um protótipo de controlador de som para meio residencial automatizado, de baixo custo, o objetivo desse trabalho é o uso de uma placa Arduino para viabilizar o processo de automação. A plataforma de prototipagem eletrônica conhecida como Arduino, possui micro controladores que tem suporte a entrada e saída usando uma linguagem de programação própria. Com a plataforma é possível fazer com que a placa se

comunique com componentes externos através de ligações controladas e programadas (SIGAKI et al., 2017).

Diante do contexto, este projeto visa responder à questão de pesquisa de que é possível fazer uma distribuição de som automatizado, em um ambiente residencial para executar o áudio apenas no cômodo que tenham pessoas?

O trabalho a seguir está estruturado da seguinte forma: no capítulo dois, é apresentado o referencial teórico, com alguns trabalhos relacionados, e conceitos, tecnologias e definições relevantes. Seguindo pelos capítulos três e quatro, serão apresentados os materiais e métodos utilizados para a construção do protótipo, e a descrição do modelo proposto. Prosseguindo com os capítulos cinco e seis, onde serão apresentados os resultados esperados e resultados obtidos do trabalho. Por fim o capítulo sete com as considerações finais do trabalho.

## **1.2 OBJETIVOS**

Desenvolver um protótipo para um sistema de automação residencial, de baixo custo, que seja capaz de automatizar o controle de áudio no ambiente residencial.

Maior comodidade para o usuário que não vai precisar ligar ou desligar a música nos ambientes da casa dele, sendo feito essa ação de forma autônoma.

Melhora qualidade sonora, em relação com a distância onde está sendo tocada a música, porque o usuário sempre vai ter música acompanhando-o em todos os ambientes.

Automatizar o controle de uma residência inteira.

### **1.3 REQUISITOS**

O sistema deverá automatizar o áudio da seguinte forma:

- O áudio só deverá ser executado nos ambientes que tiverem pessoas circulando.
- O sistema deverá ter a opção de ser ativado e desativado.
- O sistema deverá executar o áudio de uma rádio já sintonizada anteriormente pelo usuário, em todos os ambientes que tiverem pessoas.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Nesta seção será abordado alguns trabalhos realizados sobre o tema de automação residencial, além de conceitos, tecnologias e definições relevantes para o entendimento do que o trabalho visa atingir.

Foram utilizados os termos de pesquisa para a busca no repositório da Puc-GO e no portal de periódicos descritas a seguir: Automação residencial, Domótica, Automação residencial + som, Automação residencial + áudio.

Sobre os resultados obtidos, foram considerados os trabalhos que fazem uso da automação residencial e algum tema relacionado a áudio que foi considerado de alguma importância para o trabalho.

Para dúvidas a respeito do funcionamento do Arduino foi recorrido ao livro de Monk (2017), sobre programação com Arduino, onde pode se encontrar como fazer algumas repetições no código podendo deixar um código limpo.

### **2.1 TRABALHOS RELACIONADOS**

No meio acadêmico existem diversos trabalhos que abordam a questão de automação residencial, e neste momento, serão avaliados os trabalhos de Neto (2021), que faz utilização do Arduino para automação residencial, o trabalho de Yao(2022), que aborda a automação para uma melhora na entrega de áudio para o usuário e o projeto disponibilizado pelo Morelli(2021), que aborda

a iluminação inteligente com Arduino e foi utilizado como base para construção do protótipo desse trabalho.

Como descrito por Neto(2021), existem inúmeras vantagens na aplicação da automação residencial, envolvendo principalmente economia e até mesmo a comodidade proporcionada. No trabalho feito por ele, que visa a construção de um protótipo para poder automatizar a abertura e fechamento de uma persiana vertical. Utilizando de um Arduino para a construção do projeto.

No projeto apresentado por Yao(2022), que tem como objetivo desenvolver um sistema de áudio robótico para automação residencial. Utilizando da automação para minimizar a deficiência que um sistema de áudio estéreo tem, que é sua área de audição estreita. O projeto minimiza essa deficiência visando a comodidade do usuário, tendo seus resultados melhores percebidos em músicas de alta frequência.

No projeto disponibilizado por Morelli(2021), ele desenvolve um protótipo pensando na comodidade do usuário, quando precisa se locomover pela sua residência e está com as mãos ocupadas, para acender uma lâmpada, por meio de sensores de obstáculos reflexivos infravermelho o projeto detecta se o usuário entrou no ambiente e liga a lâmpada de forma autônoma, desligando quando detecta que o usuário saiu do ambiente.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

O trabalho apresentado é definido como um estudo de caso. Inicialmente foram buscadas pesquisas sobre automação residencial, principalmente voltados para equipamentos tecnológicos. Após realizadas as pesquisas, cogitou-se a possibilidade da construção de um protótipo em tamanho reduzido que fosse capaz de atender as expectativas do projeto. Ao usar a placa Arduino garantindo que funcionasse como proposto inicialmente, foi expandido o projeto para a automação de uma residência inteira, verificando o funcionamento no teste com controle em dois ambientes.

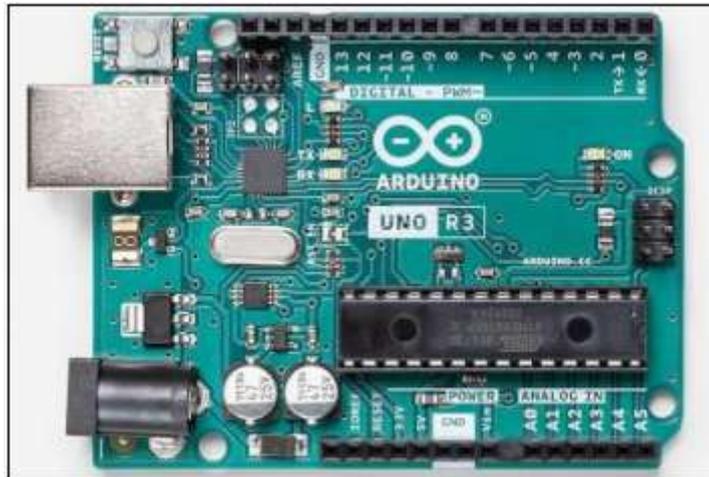
#### **3.1 MICROCONTROLADOR**

O microcontrolador é o componente principal da aplicação, visto que é responsável por receber informações e acionar dispositivos. O microcontrolador “[...] torna-se economicamente viável para o controle digital de cada vez mais aparelhos e processos, devido ao seu poder de processamento e memória, especialmente no consumo de energia, tamanho e baixo preço (SILVA, 2019, p. 2).

##### **3.1.1 ADUINO UNO**

O Arduino Uno que pode ser observado na Figura 1, é utilizado no projeto para o controle dos módulos e execução do código fonte para controle dos mesmos.

Figura 1 - Arduino Uno Rev 3.



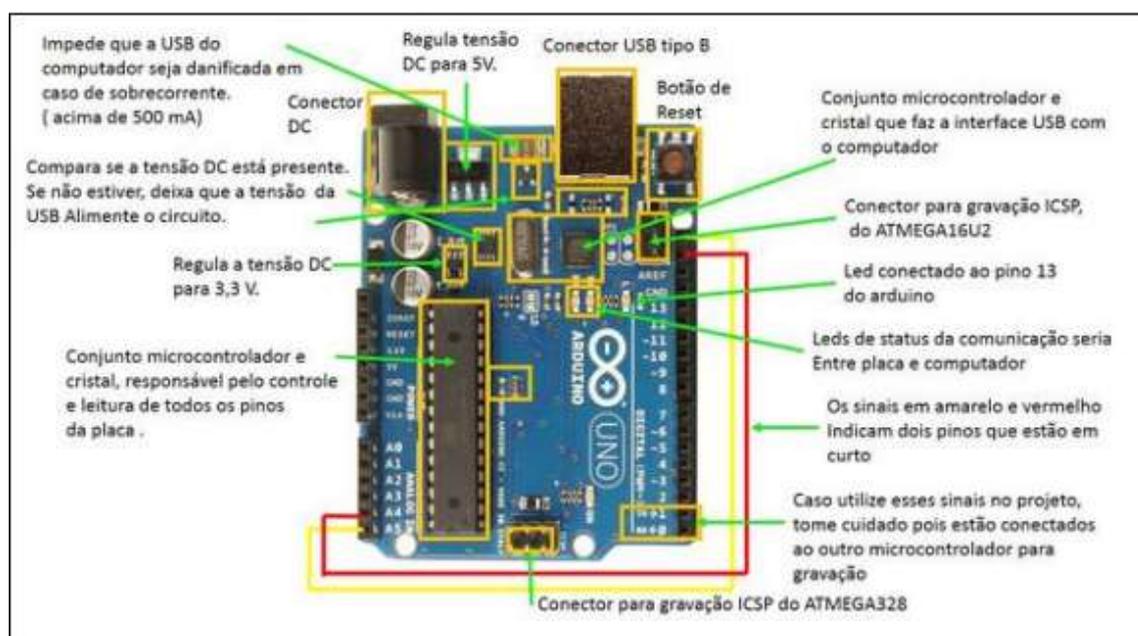
Fonte: ARDUINO(2021)

O Arduino Uno foi responsável no projeto por executar e processar o código, nessa placa, as principais características são:

- 14 Portas de entrada e saída digitais;
- 6 portas analógicas;
- Microcontrolador ATmega 328;
- *Flash memory* de 32 kB;
- Conector padrão USB e conector para a fonte de alimentação de 2,1 mm.

Na Figura 2 pode ser observada uma forma mais detalhada da placa Arduino UNO sobre todos os componentes e suas funções.

Figura 2 - Placa Arduino UNO detalhada.



Fonte: BUKMAN(2016)

### 3.2 SOFTWARE IDE ARDUINO

Para o Arduino Uno ser carregado com o código e poder executar a ação, é utilizado o IDE Arduino. Este *software* é um editor de texto que se conecta ao *hardware* do Arduino, verifica se a programação está correta e faz o *upload* para a placa. Na figura 3 pode-se observar a interface do IDE Arduino, sendo que a parte branca se desenvolve a programação e a parte preta as notificações.

Figura 3 - IDE Arduino

```

1 #include <SPI.h>
2 #include "RF24.h"
3
4 /* DEFINIÇÃO DE PINOS */
5 #define pinSound 2 //PORTA RELÉ
6 #define pinSenE 3 // PORTA SENSOR DE ENTRADA
7 #define pinSenS 4 // PORTA SENSOR DE SAÍDA
8 #define pinBotao 5 // PORTA PUSHBUTTON
9 #define pinControle 6 // PORTA PARA CHAVEAMENTO DO TRANSISTOR
10 #define radioID 1 // CONFORME FOREM ADICIONANDO PLACAS NOVAS, SE ADICIONA UM ID UNICO
11
12 /* VARIÁVEIS GLOBAIS */
13 int pessoas = 0; // CONTROLA A QUANTIDADE DE PESSOAS NO AMBIENTE
14 int pessoasAnt = 0; // ARMAZENA A QUANTIDADE DE PESSOAS A ULTIMA VEZ QUE FOI ALTERADA
15 boolean botaoAcionado = false;
16 boolean estadoBotao = false;
17 boolean estAntBotao = false;
18 boolean estadoE = false;
19 boolean estAntE = false;
20 boolean estadoS = false;
21 boolean estAntS = false;
22 boolean estadoBele = false;

```

Fonte: Autoria Própria

“A sintaxe da linguagem Arduino é derivada do *Wiring* e foi desenvolvido por Hernando Barragan, é basicamente C/C++, possui funções simples e específicas para trabalhar com as portas do Arduino” (BUKMAN, 2016).

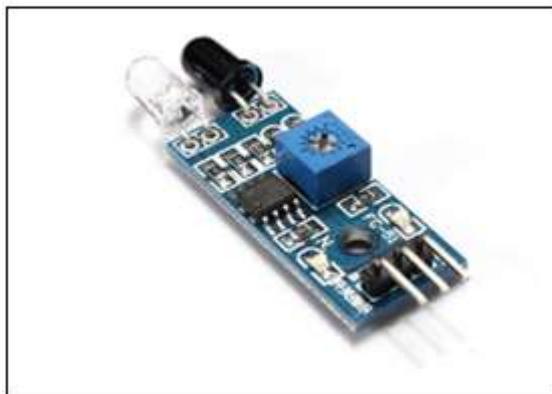
Como é mostrado na Figura 3, no código feito para o projeto temos a variável *pessoas*, que armazena a quantidade de pessoas que entram e saem dos ambientes.

### 3.3 SENSORES

Com os módulos de sensor de obstáculo infravermelho como exposto na Figura 4, é feita a verificação de entrada e saídas de pessoas dos ambientes da casa, sendo que sempre será utilizado 2 sensores em conjunto, sensor A de

entrada e sensor B de saída, uma entrada é contada quando o sensor A é acionado primeiro seguindo pelo acionamento do sensor B, uma saída é contada quando o sensor B é acionado primeiro seguindo pelo acionamento do sensor A.

*Figura 4 - Sensor de Obstáculos Reflexivo Infravermelho*

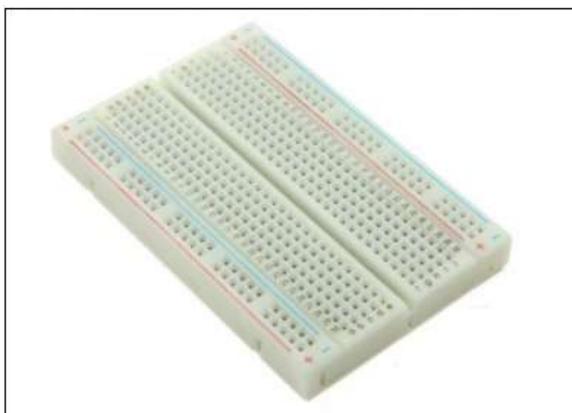


Fonte: ELETROGATE(2021)

### **3.4 PLACA PROTOBOARD**

Com a placa protoboard como mostrado na Figura 5, é possível fazer a montagem do circuito eletrônico, podendo fazer a conexão dos sensores ao Arduino Uno de forma prática.

*Figura 5 - Protoboard*



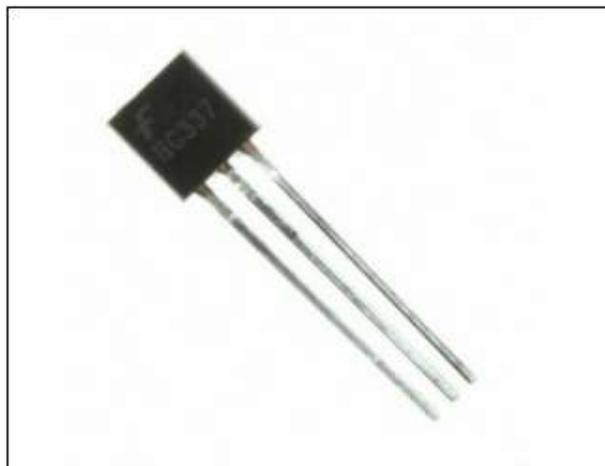
Fonte: ELETROGATE(2021)

“A protoboard é uma excelente ferramenta para a montagem de circuitos eletrônicos, sendo uma maneira rápida, fácil e prática para montar seus projetos.” (ELETROGATE, 2021)

### 3.5 TRANSISTOR NPN BC337

O transistor como mostrado na Figura 6, foi utilizado no projeto para poder fazer o chaveamento para escolher se os sensores fiquem ligados ou desligados, de acordo com a preferência do usuário.

*Figura 6 - Transistor NPN BC337*



Fonte: ELETROGATE(2021)

“O BC337 é um transistor muito simples para uso geral, para aplicações de chaveamento e amplificação” (ELETROGATE, 2021).

### 3.6 MÓDULO RELÉ

O módulo relé como mostrado na Figura 7, é utilizado no projeto como uma chave para permitir que o aparelho de som seja ligado apenas quando ele for acionado que será quando o sistema detectar que tem uma pessoa no ambiente que ele estiver instalado.

Figura 7 - Módulo relé 1 canal 5v



Fonte: ELETROGATE(2021)

Este Módulo Relé permite uma integração com uma ampla gama de microcontroladores como Arduino, AVR, PIC, ARM. A partir das saídas digitais pode-se, através do relé, controlar cargas maiores e dispositivos como motores AC ou DC, eletroímãs, solenoides e lâmpadas incandescentes. Este módulo tem um canal sendo assim concebido para ser integrado para controlar até 1 relé. O módulo é equipado com um relé de alta qualidade, com carga nominal 10A/250VAC, 10A/125VAC, 10A/30VDC. Cada canal possui um LED para indicar o estado da saída do relé. (ELETROGATE, 2021)

### 3.7 MÓDULO WIRELESS NRF24L01

O nRF24L01 mostrado na Figura 8, como informado pela Eletrogate(2021), é um transceptor de 2.4GHz de baixo consumo de energia e baixo custo.

Esse módulo wireless é utilizado no projeto para a troca de informação entre os protótipos, informação essa que é a quantidade de pessoas presente em cada um dos ambientes em que eles estão instalados.

*Figura 8 - Módulo Wireless NRF24L01*



Fonte: ELETROGATE(2021)

Módulo utilizado em aplicações que requerem comunicações sem fio. É utilizado no projeto para permitir a troca de dados, permitindo cada dispositivo instalado saber quando tem alguma pessoa em um dos outros ambientes fora o que ele é responsável por controlar.

### **3.8 RESISTORES**

São dispositivos que compõem circuitos elétricos, a sua finalidade básica é a conversão de energia elétrica em energia térmica (Efeito Joule).

No nosso projeto será utilizado 2 resistores com a capacitância de 330 ohm e outro de 10k ohm.

*Figura 9 - Resistor 10k Ohm*



Fonte: ELETROGATE(2021)

### 3.8 GASTOS FINANCEIROS

Sob os aspectos financeiros, conforme é apresentado na Tabela 1, se encontra o total para a produção de uma unidade do protótipo.

*Tabela 1 - Preços dos Componentes do Protótipo*

<b>Componente</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor</b>
Placa Arduino Uno	1	R\$ 110,00
Protoboard 400 Pontos	1	R\$ 17,00
Sensor de Obstáculo	2	R\$ 15,00
Transistor NPN BC337	1	R\$ 0,38
Módulo Relé	1	R\$ 9,40
Módulo Wireless NRF24L01	1	R\$ 37,90
Jumpers	40	R\$ 12,26
Resistores 330 ohm (20und)	1	R\$ 2,99
Resistores 10k ohm (20und)	1	R\$ 3,99
<b>Total</b>	-	<b>R\$ 208,92</b>

Fonte: Autoria Própria

Com auxílio da Tabela 1, é possível verificar que os maiores gastos para construção de cada um dos protótipos, é apenas com a placa Arduino Uno e o módulo wireless NRF24L01. Sendo os demais componentes com tendo um custo relativamente reduzido, proporcionando um valor não muito elevado para a construção do protótipo.

#### 4. MODELO PROPOSTO

Neste projeto foi proposto um sistema de identificação pelo Arduino e com os sensores de obstáculos reflexivos infravermelho. Como base para o modelo foi utilizado o projeto de “Iluminação Inteligente com Arduino” (MORELLI, 2021). O modelo contará com a placa Arduino Uno interligada a dois sensores de obstáculos que quando detectado a entrada qualquer pessoa no ambiente ira acionar o módulo relé permitindo que o aparelho de som do ambiente seja ligado, começando a reproduzir o que foi configurado previamente, sendo para esse projeto uma estação de rádio, e quando a pessoa sair do ambiente o modelo também irá detectar e ira acionar o módulo relé desligando o aparelho de som automaticamente.

O funcionamento do projeto quando entra mais de uma pessoa no ambiente é armazenar em uma variável, quantas pessoas entraram no ambiente, assim com cada detecção de saída, ele iria subtrair da variável que armazena a quantidade de pessoas, se ela não zerar, manterá o relé ativo.

O modelo ainda conta com um módulo wireless permitindo a troca de informação sobre o status de quantas pessoas tem no ambiente que cada um é responsável por controlar. Sempre que um dos protótipos detectar uma entrada ou saída de qualquer pessoa, ele irá fazer a transmissão dos dados para os demais protótipos, mantendo todos atualizados da quantidade de pessoas em cada ambiente.

Primeiramente, certificou-se de que o Arduino estivesse desligado, desconectando-o do cabo USB. E em seguida ligado os *jumpers* na porta 5V e GND do Arduino na protoboard, após essa conexão são conectados o transistor e o resistor de 330 OHM. Sendo que o coletor do transistor é ligado ao 5V e sua base em um terminal do resistor, o segundo terminal do resistor é ligado a porta digital 6 do Arduino.

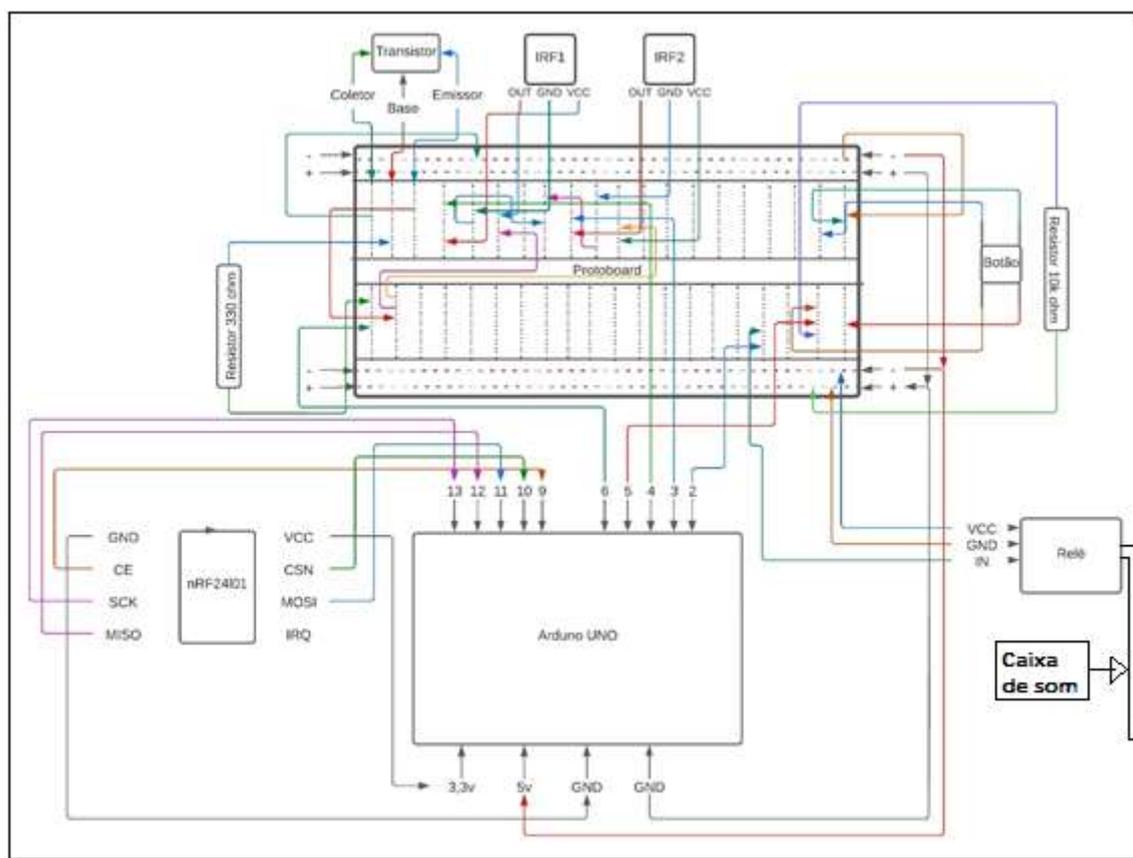
Depois da ligação do transistor foi conectado os 2 sensores de obstáculos reflexivo infravermelho no *protoboard*, conectando os pinos de VCC dos sensores no terminal emissor do transistor, e conectado o GND dos

sensores com o auxílio dos *jumpers* no GND do Arduino UNO e por fim conectado os pinos de sinal dos sensores nas portas digitais 3 e 4 do Arduino.

No módulo relé foi conectado o VCC dele ao 5V do Arduino, o GND do relé ao GND do Arduino e o terminal IN do módulo relé foi conectado na porta digital 2 do Arduino.

Após a ligação do módulo relé, foi conectado o *pussbutton* foi ligado ao VCC e ao resistor de 10K ohm, juntamente na porta digital 5 do Arduino, sendo que o segundo terminal do resistor foi conectado ao GND do Arduino, como pode se ver no diagrama exposto na figura 10.

Figura 10 - Diagrama do protótipo

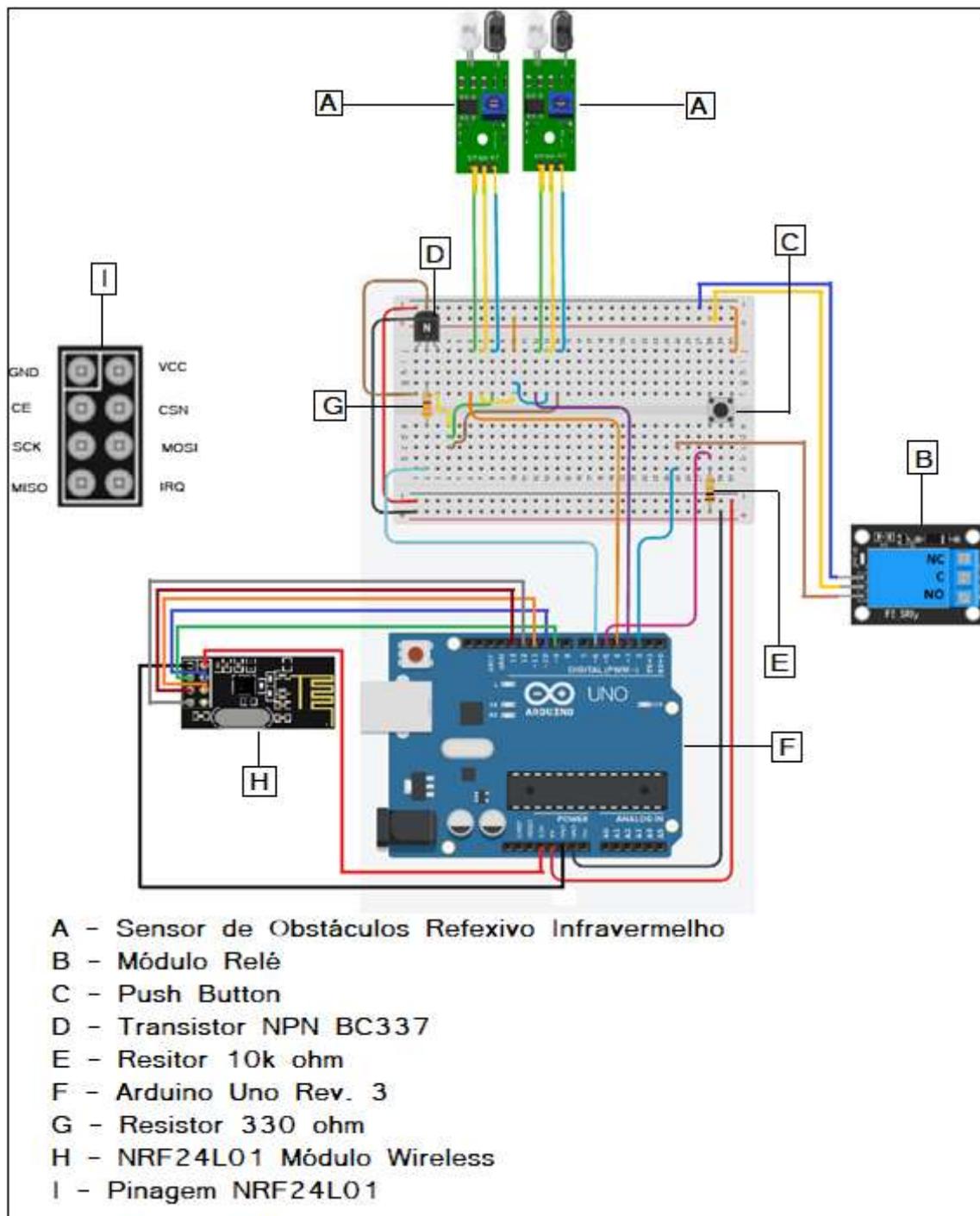


Fonte: Autoria Própria

E por último foi conectado o módulo nRF24I01, seguindo as seguintes conexões, VCC no conector de alimentação de 3,3V do Arduino, o GND na porta GND digital, o CE na porta digital 9, o CSN na porta digital 10, o MOSI na porta

digital 11, o MISO na porta digital 12 e por fim o SCK na porta digital 13. Na figura 11 é listado como ficou o projeto montado.

*Figura 11 - Esquema de ligação dos componentes*



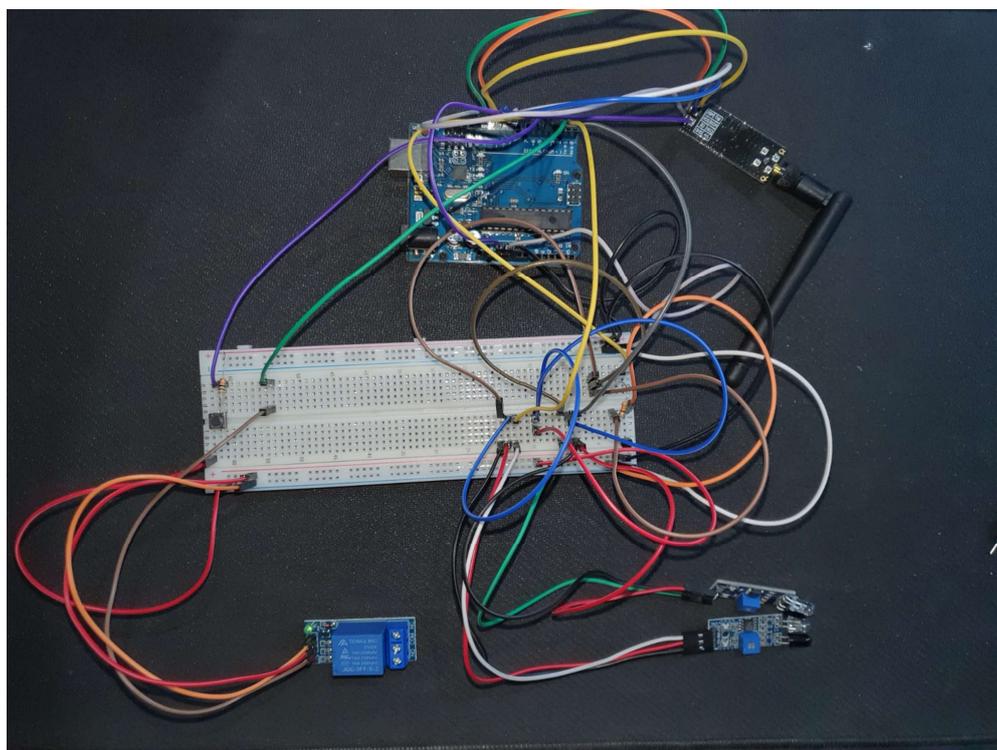
Fonte: Autoria Própria

No projeto o nRF24I01 é utilizado para trocar a informação de quantas pessoas eles tem no ambiente que eles controlam. Assim que for detectada uma variação na quantidade de pessoas no ambiente que o projeto é responsável por controlar, ele transmite essa informação para os outros, mantendo todos atualizados com essa informação.

Essa troca de informação de pessoas é necessária para fazer o controle de ambientes que são interligados, assim quando um protótipo detecta a entrada de uma pessoa no ambiente dele, o protótipo que está controlando o ambiente interligado a ele, recebe essa informação, e altera a contagem de pessoas no ambiente dele para menos uma.

Na figura 12 é mostrado como é o protótipo do projeto com todas as ligações dos circuitos feitas.

*Figura 12 - Protótipo com ligações feitas*



Fonte: Autoria Própria

## **5. RESULTADOS ESPERADOS**

Espera-se que os resultados desta pesquisa possam auxiliar na automação de uma residência, tornando totalmente automatizada no quesito de controle de som, executando a estação de rádio sintonizada pelo usuário, com foco do áudio no cômodo que o usuário se encontra.

Redução dos gastos com energia, como o projeto visa ter apenas a música sendo executada nos ambientes que tem pessoas presentes, o gasto que se tem com o funcionamento de todas as caixas de som é menor, por não ter música nos ambientes que não tem pessoas.

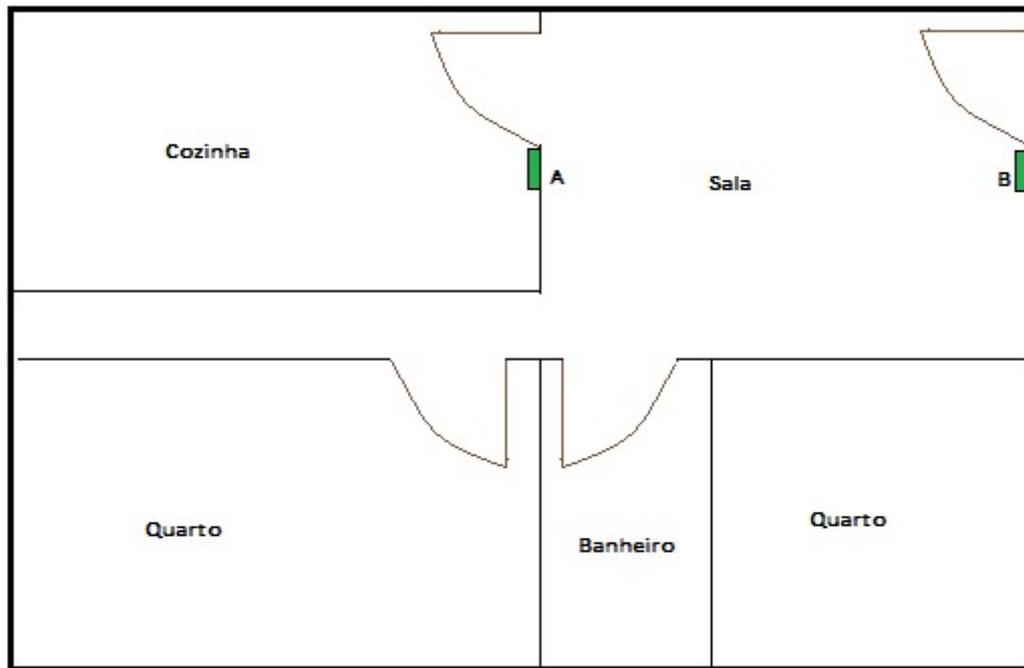
Diminuir o ruído provocado por antes estar saindo som em todos os ambientes ao mesmo tempo, mas com o controle feito pelo projeto, o som será executado apenas onde tem pessoas nos ambientes.

Ter a experiência de ouvir o som sem perder o volume do áudio quando mudar de cômodo. Assim tendo em todos os ambientes que circular, o mesmo volume e música.

## **6. RESULTADOS OBTIDOS**

Com o projeto foi realizado o teste utilizado dois protótipos, sendo que um deles, o protótipo A, é responsável para fazer o controle do ambiente da cozinha, e o protótipo B, é responsável para fazer o controle do ambiente da sala. Na Figura 13 é mostrado a localização de cada um deles.

A cozinha, no teste realizado, é um ambiente que só tem entrada de pessoas que vem da direção da sala, então quando uma pessoa entra na cozinha, é porque ele saiu da sala, e quando a pessoa sai da cozinha, é porque ele entra na sala.

*Figura 13 - Modelo da casa*

Fonte: Autoria Própria

O teste foi realizado com duas pessoas, obtendo assim todos os resultados esperados, sendo eles:

- Estado inicial. Protótipo A, sem áudio. Protótipo B, sem áudio. Pessoas na cozinha = 0; Pessoas na sala = 0.
- Pessoa 1 entra na sala. Protótipo A, sem áudio, Protótipo B, com áudio. Pessoas na cozinha = 0; Pessoas na sala = 1.
- Pessoa 1 sai da sala e entra na cozinha. Protótipo A, com áudio. Protótipo B, sem áudio. Pessoas na cozinha = 1; Pessoas na sala = 0.
- Pessoa 1 sai da cozinha e entra na sala. Protótipo A, sem áudio. Protótipo B, com áudio. Pessoas na cozinha = 0; Pessoas na sala = 1.
- Pessoa 2 entra na sala. Protótipo A, sem áudio. Protótipo B, com áudio. Pessoas na cozinha = 0; Pessoas na sala = 2.

- Pessoa 1 sai da sala e entra na cozinha. Protótipo A, com áudio. Protótipo B, com áudio. Pessoas na cozinha = 1; Pessoas na sala = 1.
- Pessoa 2 sai da sala e entra na cozinha. Protótipo A, com áudio. Protótipo B, sem áudio. Pessoas na cozinha = 2; Pessoas na sala = 0.
- Pessoa 1 sai da cozinha e vai para sala. Protótipo A, com áudio. Protótipo B, com áudio. Pessoas na cozinha = 1; Pessoas na sala = 1.
- Pessoa 2 sai da cozinha e vai para sala. Protótipo A, sem áudio. Protótipo B, com áudio. Pessoas na cozinha = 0; Pessoas na sala = 2.
- Pessoa 2 sai da sala. Protótipo A, sem áudio. Protótipo B, com áudio. Pessoas na cozinha = 0; Pessoas na sala = 1.
- Pessoa 1 sai da sala. Protótipo A, sem áudio. Protótipo B, sem áudio. Pessoas na cozinha = 0; Pessoas na sala = 0.

Na Figura 14 disponível no vídeo do Jascovski(2022), contém os dados de saída do protótipo A, quando duas pessoas estão no ambiente controlado pelo Protótipo B.

*Figura 14 - Demonstração do protótipo*



Fonte: Autoria Própria

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou a elaboração de um protótipo para um sistema de automação residencial visando o controle de som em uma residência. O objetivo da automação residencial é executar de forma autônoma o controle de áudio nos ambientes que tenham pessoas nele. Foi obtido êxito nos testes isolados de cada protótipo e na integração de todos eles.

Os Experimentos efetuados demonstram que o Arduino tem uma boa integração com os sensores. Juntamente com sua eficiência para ser utilizado como microcontrolador em sistemas de automação residencial.

Com base os testes feitos no projeto foram possíveis verificar que podemos automatizar a execução e interrupção de áudio em ambientes de uma residência que tenham pessoas circulando, utilizando microcontroladores como o Arduino Uno. Evitando a necessidade de intervenção humana para ligar e desligar o áudio. Resultando em maior comodidade para o usuário além de eliminar a perda de qualidade do áudio por não ficar longe da fonte de emissão dele.

Como trabalhos futuros, sugere-se de um aplicativo para dispositivos móveis, onde poderá ser feito a alteração da estação de rádio que o usuário quer escutar. Também se sugere a implementação para o controle do volume que cada um dos ambientes possa estar reproduzindo, de forma independente.

## REFERÊNCIAS

ACCARDI, A.; DODONOV, E. **Automação residencial: elementos básicos, arquiteturas, setores, aplicações e protocolos**. Revista TIS, v. 1, n. 2, 2012.

ARDUINO. **arduino.cc**. 2021. Disponível em: <[www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)> Acesso em 29 de set. de 2021.

BUKMAN, G. **Desenvolvimento de um protótipo de baixo custo para segurança residencial**. 2016. Monografia (Mestrado em Engenharia de Controle e Automação) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, 2016.

B2HOME. **Automação residencial voltada para sistemas de som e home theater**. [S.I.] [2010?] Disponível em: <<https://www.b2home.com.br/automacao-residencial-voltada-para-sistemas-de-som-e-home-theater/>>. Acesso em: 30 ago. 2021.

ELETROGATE. **eletrogate.com**. [S.I.] [2020?]. Disponível em: <<http://eletrogate.com/>> Acesso em 29 de set. 2021.

GOMES, M. **Som alto e gritaria é perturbação do sossego**. Agenciabrasilia.df.gov.br, Brasília, ano 2021. Disponível em: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2021/04/25/som-alto-e-gritaria-e-perturbacao-do-sossego/>. Acesso em: 28 de set. 2021.

FARIA, H. A. **Automação residencial: uma proposta simples e de baixo custo**. Orientador: Gustavo Siqueira Vinhal. 2021. TCC (Bacharel) – Curso de Engenharia de Computação, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/1629>. Acesso em: 11 abril 2022.

JASCOVSKI, Elismar Eldor. **Demonstração de protótipo controlador de áudio residencial**. Youtube, 2022. Disponível em: <https://youtu.be/FyVVQfbPR4I>. Acesso em: 19 de junho de 2022.

MORELLI, E. **Iluminação Inteligente com Arduino**. blog.eletrogate.com. [S.I.] 2020. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/iluminacao-inteligente-com-arduino/> . Acesso em: 24 de nov. 2021.

MONK, Simon. **Programação com Arduino: Começando com Sketches**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2017

NETO, P. J. S.; **Automação Residencial Utilizando Arduino**. Orientador: Anibal Santos Jukemura. TCC (Bacharel) – Curso de Ciências da Computação, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/1636>>. Acesso em 07 de abril de 2022.

SIGAKI, L. H. et. al. **Automação residencial controlada via rede de internet e integrado com dispositivos móveis**. Faculdade Cidade Verde. Maringá – PR. 16 p.

SILVA, M. C.; TARGA, M. S.; CEZAR, V. R. S. **Uso de microcontrolador Arduino para a determinação da permeabilidade do solo**. (2017). Revista Técnica Ciências Ambientais, v.1, n.1, p.1-14, 2019

YAO, S.-N.; HUANG, C.-W. **Autonomous Technology for 2.1 Channer Audio Systems**. Eletronics 2022, 11, 339. <https://doi.org/10.3390/electronics11030339>. Acesso em 07 de abril de 2022.

ZANATTA, B. **Casa inteligente é cada vez mais realidade**. aureside.org.br. [S.I.] 2021. Disponível em <<http://www.aureside.org.br/noticias/casa--inteligente-e-cada-vez-mais-realidade>>. Acesso em 28 de set. de 202

## APÊNDICE

### Código Fonte:

```

#include <SPI.h>
#include "RF24.h"

/* DEFINIÇÃO DE PINOS */
#define pinSound 2 //PORTA RELÉ
#define pinSenE 3 // PORTA SENSOR DE ENTRADA
#define pinSenS 4 // PORTA SENSOR DE SAÍDA
#define pinBotao 5 // PORTA PUSHBUTTON
#define pinControle 6 // PORTA PARA CHAVEAMENTO DO TRANSISTOR
#define radioID 1 // CONFORME FOREM ADICIONANDO PLACAS NOVAS,
SE ADICIONA UM ID UNICO PARA ELA

/* VARIÁVEIS GLOBAIS */
int pessoas = 0; // CONTROLA A QUANTIDADE DE PESSOAS NO
AMBIENTE
int pessoasAnt = 0; // ARMAZENA A QUANTIDADE DE PESSOAS A
ULTIMA VEZ QUE FOI ALTERADA
boolean botaoAcionado = false;
boolean estadoBotao = false;
boolean estAntBotao = false;
boolean estadoE = false;
boolean estAntE = false;
boolean estadoS = false;
boolean estAntS = false;
boolean estadoRele = false;

struct estruturaDadosRF
{
  int pessoas0 = 0; //quantidade de pessoas no projeto do
radioID 0
  int pessoas1 = 0; //quantidade de pessoas no projeto do
radioID 1
};

/* VARIÁVEIS DE TRANSMISSÃO */
typedef struct estruturaDadosRF tipoDadosRF;
tipoDadosRF dadosRF;
tipoDadosRF dadosRecebidos;

boolean transmitido = true; //USADO PARA VERIFICAR SE OS DADOS
FORAM TRANSMITIDOS
boolean alterado = false; //USADO PARA VERIFICAR SE OUVI ALGUMA
ALTERAÇÃO NOS DADOS QUE SÃO TRANSMITIDOS

RF24 radio(9, 10); //9 para o pino CE, e 10 para o pino CSN do
módulo nrf24l01
uint8_t enderecos[][6] = {"1Node", "2Node"}; // ENDEREÇOS
USADOS PARA COMUNICAÇÃO

void setup() {
  /* DEFINIÇÃO DE ENTRADAS E SAÍDAS */

```

```

pinMode(pinSenE, INPUT);
pinMode(pinSenS, INPUT);
pinMode(pinBotao, INPUT);
pinMode(pinSound, OUTPUT);
pinMode(pinControle, OUTPUT);

/* INICIA O MONITOR SERIAL */
Serial.begin(9600);

radio.begin(); //inicia o RF
#if radioID == 0
    radio.openWritingPipe(enderecos[0]);
    radio.openReadingPipe(1, enderecos[1]);
#else
    radio.openWritingPipe(enderecos[1]);
    radio.openReadingPipe(1, enderecos[0]);
#endif
radio.startListening();
radio.setChannel(100);
}

// FUNÇÃO QUE REALIZA A LEITURA DOS SENSORES
void leituraSensores() {
    Serial.print("  Sensor saída ");
    Serial.print(estadoS);
    Serial.print("  Sensor entrada ");
    Serial.print(estadoE);
    estadoE = digitalRead(pinSenE);
    estadoS = digitalRead(pinSenS);
    if (estadoE == false && estAntE == true) {
        if (estadoS == false) {
            pessoas++;
        }
    }
    estAntE = estadoE; // ESTADO ANTERIOR É IGUALADO AO ESTADO
}

ATUAL
if (estadoS == false && estAntS == true) {
    if (estadoE == false) {
        pessoas--;
        if (pessoas < 0) {
            pessoas = 0;
        }
    }
}
if(pessoasAnt != pessoas) {
    #if radioID == 0
        dadosRF.pessoas0 = pessoas;
        if(pessoasAnt < pessoas) {
            if(dadosRF.pessoas1 > 0) {
                dadosRF.pessoas1 -= 1;
            }
        } else {
            dadosRF.pessoas1 += 1;
        }
    }
    #else
        dadosRF.pessoas1 = pessoas;
    #endif
    alterado = true;
}

```

```

    }
    pessoasAnt = pessoas;
    estAntS = estados; // ESTADO ANTERIOR É IGUALADO AO ESTADO
ATUAL
    Serial.print("  pessoas ");
    Serial.print(pessoas);
    #if radioID == 0
        Serial.print("  um ");
        Serial.print(dadosRF.pessoas0);
        Serial.print("  dois ");
        Serial.println(dadosRF.pessoas1);
    #else
        Serial.print("  um ");
        Serial.print(dadosRF.pessoas0);
        Serial.print("  dois ");
        Serial.println(dadosRF.pessoas1);
    #endif
}

// FUNÇÃO PARA ACIONAMENTO DO RELÊ
void som() {
    if ( pessoas >= 1) {
        estadoRele = true;
    } else if ( pessoas == 0) {
        estadoRele = false;
    }

    digitalWrite(pinSound, !estadoRele);
}

void loop() { // INÍCIO DO LOOP

    if(alterado || !transmitido) {
        radio.stopListening();
        transmitido = radio.write(&dadosRF, sizeof(tipoDadosRF) );
        radio.startListening();
        alterado = false;
    }

    if(radio.available()) {
        radio.read(&dadosRecebidos, sizeof(tipoDadosRF) );
        dadosRF = dadosRecebidos;
        #if radioID == 0
            pessoas = dadosRF.pessoas0;
        #else
            pessoas = dadosRF.pessoas1;
        #endif
    }

    // LÊ ESTADOS INICIAIS DOS SENSORES
    leituraSensores();
    som();

    digitalWrite(pinControle, HIGH);

    while (estadoRele == false && estadoRele == true) {
        digitalWrite(pinControle, LOW);
        estadoBotao = digitalRead(pinBotao);
    }
}

```

```
// SE O BOTÃO É PRESSIONADO INVERTE ESTADO DA LÂMPADA
if ( estadoBotao && !estAntBotao) {
    delay(50);
    if ( pessoas >= 1) {
        pessoas = 0;
    } else {
        pessoas = 1;
    }
}
estAntBotao = estadoBotao;
som();
delay(100);
}

// LÊ ESTADO DO BOTÃO
estadoBotao = digitalRead(pinBotao);
if ( estadoBotao && !estAntBotao) {
    delay(50);
    if ( pessoas >= 1) {
        pessoas = 0;
    } else {
        pessoas = 1;
    }
}
estAntBotao = estadoBotao;
delay(10);
} // FINAL DO LOOP
```



**PUC  
GOIÁS**

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1069 • Setor Universitário  
Caixa Postal 86 • CEP 74605-010  
Goiânia • Goiás • Brasil  
Fone: (62) 3946.1000  
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

**RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE**

**ANEXO I**

**APÊNDICE ao TCC**

**Termo de autorização de publicação de produção acadêmica**

O(A) estudante Elismar Eldor Jancovski  
do Curso de Engenharia de Computação, matrícula 2015100330297-3,  
telefone: 62 999 28 7253 e-mail elismarjancovski@gmail.com,  
na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei  
dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás)  
a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado  
Automação Residencial Para Controle do Som Ambiente  
\_\_\_\_\_, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos,  
conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de  
computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som  
(WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da  
área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção  
científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 28 de fevereiro de 2022.

Assinatura do autor: Elismar E. Jancovski

Nome completo do autor: Elismar Eldor Jancovski

Assinatura do professor-orientador: \_\_\_\_\_

Nome completo do professor-orientador: \_\_\_\_\_