

**Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"**

**ADAPTADOR INTELIGENTE DE TOMADAS ELÉTRICAS RESIDENCIAL**

***SMART ADAPTER FOR RESIDENCIAL ELECTRICAL***

Rodrigo Furlaneto – rodrigo.furla@etec.sp.gov.br

Vinicius Antônio da Fonseca-viniciusfonseca10@etec.sp.gov.br

Etec Profª Anna de Oliveira Ferraz –Araraquara–São Paulo– Brasil

Edgar Bergo Coroa– edgar.coroa@etec.sp.gov.br

Flávio Tadeu Lorenzetti - flavio.lourencetti01@etec.sp.gov.br

Etec Profª Anna de Oliveira Ferraz –Araraquara–São Paulo– Brasil

**RESUMO**

O objetivo geral vem com a ideia de automação residencial, criando uma praticidade e o controle sobre os aparelhos domésticos, tendo uma economia de energia sendo possível controlar a passagem da corrente elétrica utilizando o microcontrolador ESP 32 que será ativado por comandos vindos do celular do usuário, com a possibilidade de ligar e desligar dispositivos residenciais. O adaptador funciona de acordo com uma conexão wi-fi e seu controle por meio do aplicativo com a possibilidade de monitorar os gastos de energia dos aparelhos conectados desde o início da sua utilização. A escolha desse projeto veio por meio do problema de gastos de energia desnecessários, levando em questão que o mundo vem enfrentando crises energéticas e que podem vir a se agravar nos próximos anos diante das mudanças climáticas e também para a economia na conta de energia, porque mesmo desligado os dispositivos ainda gastam energia que é chamado de gasto em *stand-by*, podendo ser evitado e monitorado dessa forma. Outra parte importante é a comodidade que se pode ter com a possibilidade em controlar sua casa de forma remota tirando a preocupação em ter esquecido algo ligado. A pesquisa abrange principalmente o campo de vendas para a população ter acesso a essa tecnologia na sua residência. O projeto adaptador inteligente de tomadas elétricas para residências teve como principais questões, facilitar o controle da sua casa remotamente trazendo o conforto e economia de energia. Outra parte crucial para o desenvolvimento do protótipo foi desenvolver o controle de energia de forma simples e intuitiva por meio de um aplicativo de celular com a interface interativa e fácil de utilizar.

**Palavras-chave:** Automação. Aplicativo. Residência. ESP32

**ABSTRACT**

The general objective comes with the idea of home automation, creating practicality and control over domestic appliances, saving energy and making it possible to control the passage of electric current using the ESP 32 microcontroller that will be activated by commands coming from the user's cell phone, with the possibility of turning residential devices on and off. The adapter

---

## **Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"**

works according to a wi-fi connection and its control through the application with the possibility of monitoring the energy expenses of connected appliances from the beginning of their use. The choice of this project came through the problem of unnecessary energy expenses, taking into account that the world has been facing energy crises and that they may worsen in the coming years in the face of climate change and also for the savings in the energy bill, because even turned off the devices still use energy which is called stand-by spending, can be avoided and monitored in this way

**Keywords:** ESP32.Automation.Application.Residence

## **1 INTRODUÇÃO**

No mundo moderno é possível observar que diariamente é usado diversos meios de comodidade, praticidade e facilitação de tarefas diárias como, por exemplo, veículos motorizados para o deslocamento, aplicativos para pedir comida, a internet para pesquisas, etc.

O local mais importante para as pessoas é sua casa, sendo assim o controle e informação sobre o que está acontecendo neste local é de extrema importância, praticamente tudo o que é usado diariamente requer energia elétrica e com isso vem o gasto em contas de energia que por sua vez é bastante cara, principalmente em períodos de estiagem e de dificuldades na geração da mesma. Levando a questão do gasto de forma consciente para a população e indústrias, o agravamento de condições climáticas extremas por causa do aquecimento global como estiagem e grandes tempestades cada vez mais fortes podem danificar aparelhos que estejam ligados

Através desta observação houve o interesse e aprofundamento na questão de automação residencial, economia de energia e na Internet das coisas (Iot), que é um termo que se refere a rede de objetos e dispositivos que são capazes de trocar dados estando conectados a uma rede de internet e também com a nuvem. O adaptador inteligente para tomadas elétricas residencial, vem com o conceito nestas ideias comentadas para a ajuda de pessoas com o controle dos dispositivos e redução do gasto de energia e de dinheiro.

A automação residencial começou a ganhar popularidade nas décadas de 1970 e 1980, com sistemas simples que permitiam controlar luzes e aparelhos a partir de um painel central. Com o avanço da tecnologia, especialmente na internet, surgiram novas possibilidades.

Hoje esses adaptadores fazem parte de uma cadeia maior de automação que contribui ainda mais com casas mais seguras e eficientes, sendo um reflexo das necessidades dos consumidores com a tecnologia e gestão de energia.

O adaptador inteligente funciona de acordo com o controle via um aplicativo tendo o

---

## **Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"**

celular e ele conectados à internet, sendo possível o controle dos aparelhos podendo desligá-los ou ligá-los, observar o gasto de energia quando ligado ou em *stand-by* e assim podendo barrar a passagem de energia impedindo o gasto desnecessário.

O principal problema vem da inexistência de uma tecnologia coerente com a ideia, cria uma notável dificuldade nas pesquisas com referência à exemplos reais para a inspiração. Em comparação a outros projetos, existem pouco material para uma representação de algo parecido com a proposta deste artigo para guia de informações.

O objetivo principal é a economia de energia, retirando o gasto desnecessário de energia, que pode alcançar a marca de 12% do gasto total do dispositivo, apenas em *stand-by*. (SEBRAE, 2023).

O objetivo começa com a pesquisa geral sobre gasto de energia quando um dispositivo está ligado na tomada, mas não está ligado em si, ou seja, tem um gasto em *stand-by*. Tendo em mente o problema do gasto desnecessário de energia. O projeto visa "barrar" a corrente através do adaptador inteligente de forma remota, assim evitando gastos e diminuindo a conta de energia.

Justificou-se pela necessidade de economia de energia que é observada com a escassez de recursos, a economia de dinheiro visando as contas de energia que em períodos críticos aumentam de forma significativa, e maior comodidade para as pessoas em sua casa através da automação e das tecnologias disponíveis para realização do projeto.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Durante a concepção da ideia foi feito um levantamento sobre qual microcontrolador utilizar neste projeto. Através de pesquisas bibliográficas realizadas sobre o tema, foram colocadas três opções para a escolha: Arduino UNO; Arduino NANO; ESP 32.

### **2.1 Microcontroladores**

Os microcontroladores são utilizados em diversos aparelhos como eletrodomésticos, carros, aparelhos médicos e na robótica, também utilizados em controles de processos, dispositivos de segurança e controle de iluminação.

## Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

São compostos de uma *Central Processing Unit* (CPU) que processa os dados recebidos e executa as instruções para realizar determinada tarefa sendo composta pela *Arithmetic Logic Unit* (ALU) memórias e o controlador. As memórias são divididas em Memória flash, Memória *Random Access Memory* (RAM) e Memória *Programmable Read-Only Memory* (PROM). (KERSCHBAUMER, 2021).

A Memória flash é uma memória não volátil, significa que caso não tenha mais energia no sistema todos os dados ainda estarão salvos, tendo o tempo de resposta rápido para seu modo de trabalho e é onde ficam armazenados os códigos do microcontrolador, sendo utilizado o tipo de memória NOR.

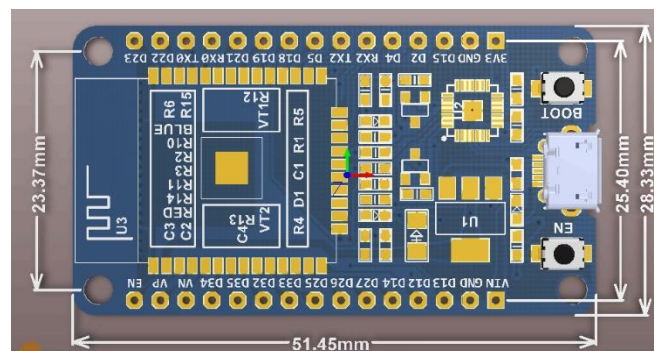
A Memória RAM é volátil, sendo assim quando não houver mais energia no sistema os dados são apagados e perdidos, sendo a mais rápida entre as memórias sendo o local onde o código é executado, e sendo onde as variáveis são manipuladas e criadas.

A Memória PROM permite que quem coloque o que será armazenado nesta memória é o usuário, tendo seu nome por serem programáveis, só podendo ser feita a gravação uma única vez e é feita através da queima dos elos fusíveis que assim determinam a posição da memória sendo 0 ou 1. (KERSCHBAUMER, 2021).

## 2.2 ESP 32

É um microcontrolador com diversos modelos tendo *wi-fi* e *bluetooth*. Com uma grande capacidade de memória para programação que foi utilizada e com um tamanho menor em capacidade sendo excelente para projetos, utilizando a mesma linguagem do Arduino com uma variedade base de dados e bibliotecas para apoio em projetos (Fig.1).

**Figura 1-** Dimensões do ESP32



Fonte- botnroll.com

### Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

A figura 2 mostra o comparativo entre ESP32, ESP8266 e Arduino UNO R3, todos microcontroladores disponíveis no mercado

Figura 2-Comparação do ESP32

	ESP32	ESP8266	ARDUINO UNO R3
Cores	2	1	1
Arquitetura	32 bits	32 bits	8 bits
Clock	160MHz	80MHz	16MHz
WiFi	Sim	Sim	Não
Bluetooth	Sim	Não	Não
RAM	512KB	160KB	2KB
FLASH	16Mb	16Mb	32KB
GPIO	36	17	14
Interfaces	SPI / I2C / UART / I2S / CAN	SPI / I2C / UART / I2S	SPI / I2C / UART
ADC	18	1	6
DAC	2	0	0

Fonte: MasterWalker, 2020.

O ESP32 possui diversos pinos e para cada um a sua função, sendo desde o de alimentação, os pinos digitais e analógicos, os pinos GPIO servem como interface entre sensores, periféricos e o microcontrolador. Na versão de DeviKit v1 ele tem 30 pinos, sendo 25 pinos GPIO com tensão de 0V a 3.3V, sendo a maioria como entrada ou saídas digitais simples. (ALBURQUERQUE, 2020)

Os pinos *Pulse Width Modulation* (PWM) são canais independentes que ao configurá-los podem gerar sinais PWM que são uma técnica para simular variação de tensão que altera entre estado alto e baixo, que é usado para controlar potência de dispositivos como um motor e um LED.

Os pinos *General Purpose Input/Output* (GPIO ADC) convertem as grandezas analógicas na entrada como a tensão em digital, no ESP tem 2 conversores *Analog-to-Digital* (AD), ADC1. A entrada pode ser alterada com valores entre 0V-1V, 0-1.34V, 0-2V ou 0-3.6V. (ALBURQUERQUE, 2020)

Os pinos GPIO DAC são o contrário dos ADC, assim convertendo os valores digitais em saídas de tensão analógicas tendo apenas 2 pinos disponíveis para essa tarefa.

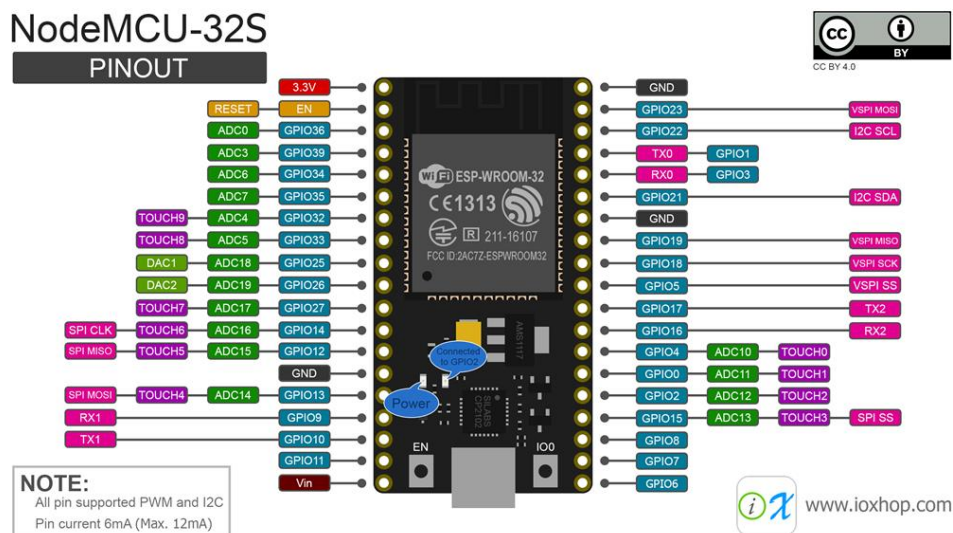
Também tem os pinos GPIO *Touch* que são sensores capacitivos, que acabam sendo sensíveis a objetos que tenham cargas elétricas, sendo possível acionar com o toque humano,

### Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

com isso na programação é possível colocar para que, por exemplo, ao toque do dedo humano ele apareça algum número ou escreva algo.

Alguns pinos só conseguem ser utilizados como pinos de entrada sendo eles: GPIO 34, GPIO 35, GPIO 36 e GPIO 39, por isso se utilizado como saída o código não irá funcionar corretamente (Fig.3). Ele aceita alguns tipos de linguagens de programação, sendo elas: C, C++, mycroPython, Lua e Java Script.

Figura 3 - Pinagem do ESP32



Fonte: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2019.

### 2.3 Linguagem C++

C++ é uma linguagem de programação multiplataforma, multi-paradigma e de nível médio, significa que utiliza características de linguagens de alto e baixo nível (GSTI, 2024).

A linguagem foi desenvolvida durante a década de 80, tendo o objetivo de expandir os recursos da linguagem C (de onde vem a analogia “++” que remete a atualização, expansão), e a princípio chamava-se “C with Classes”. Que já foi reconhecido também por apelidos como “Novo C” (GSTI, 2024).

Essencialmente, um programa C++ é feito de uma ou mais partes que são chamadas funções. Além disso, um programa em C++ deve definir pelo menos uma função que se chama “main”. Esta função mostra o ponto de início de execução do programa. Programas C++ tem a seguinte estrutura geral (DELGADO, 2018)

Embora os dispositivos estejam fisicamente conectados por fios reais (Ethernet) ou por

---

### **Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"**

ondas de rádio (Wi-Fi), eles não podem se comunicar de fato, porque não têm como saber para quem enviar a mensagem. Nesse momento que entra o *Internet Protocol* (IP). Cada dispositivo na rede tem um endereço IP pessoal. O *Dynamic Host Configuration Protocol* (DHCP) garante que esses endereços sejam exclusivos. Isso significa que é possível enviar uma mensagem para um endereço específico (PIETER, 2017)

#### **2.4 Internet das Coisas (IoT)**

A Internet das Coisas (IoT) é uma extensão da Internet atual que permite que objetos do cotidiano, equipados com capacidades computacionais e de comunicação, se conectem à rede. Essa conexão possibilita, em primeiro lugar, o controle remoto desses objetos e, em segundo, a transformação deles em provedores de serviços. Essas novas funcionalidades dos objetos comuns criam diversas oportunidades, tanto no campo acadêmico quanto na indústria. No entanto, essas oportunidades também trazem riscos e apresentam desafios técnicos e sociais significativos. (SANTOS *et al.*, 2016)

A internet, inicialmente, era uma rede global de computadores, conectando universidades, governos e instituições militares, antes de se expandir para o comércio e nossas vidas pessoais. Ao longo do tempo, ela evoluiu para incluir dispositivos como tablets e smartphones, com estes últimos superando os computadores em termos de acesso à rede. O avanço dos celulares, a miniaturização da eletrônica e a utilização de pequenos equipamentos com capacidade de processamento e comunicação em rede resultaram em uma nova realidade: a Internet das Coisas (IoT). Esse conceito refere-se a objetos que conseguem se comunicar pela rede, ampliando as possibilidades da internet além do que conhecemos até agora. (FILHO, 2016).

A Internet das Coisas (IoT) oferece uma ampla gama de aplicações. Hoje em dia, há um grande foco em telemetria e na coleta de dados em diferentes ambientes. Além disso, a IoT possibilita a manipulação direta de uma variedade de objetos, promove interações em rede entre os próprios dispositivos e entre eles e os usuários, seja de maneira intencional ou de forma mais sutil. (FILHO, 2016).

Essas novas soluções para a Internet das Coisas estão gerando mercados inovadores de dimensões surpreendentes. Está sendo estimado que através desses mercados movimentem-se bilhões de dólares, e as novas pesquisas revelam oportunidades amplas e, por vezes,

---

## **Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"**

inesperadas. As aplicações desta tecnologia incluem redes "máquina a máquina", monitoramento remoto de variáveis, dispositivos pessoais, vestuário, esportes, cidades inteligentes, medição inteligente de água e energia, automação de edifícios e residências. Muitas dessas soluções já estão em operação e várias outras estão surgindo de acordo com as necessidades e capacidade da indústria da manipulação da internet das coisas. (FILHO, 2016).

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Leitura de artigos publicados relacionados ao tema pesquisados na internet e a análise de vídeos em plataformas digitais foram as principais bases de pesquisa para o entendimento do funcionamento do microcontrolador e de uma rede elétrica residencial. Através de aulas do curso de Mecatrônica foi adquirido um conhecimento melhor sobre os componentes que foram utilizados para a construção do protótipo, desde a sua programação, alimentação e funcionalidade.

Os artigos deram uma base de conhecimento de como se utilizar a tecnologia para a comodidade e automação de processos diários.

#### **3.1 Programação do ESP32**

A escolha final do microcontrolador foi o ESP 32 por suas características na figura 2. Utilizando o *software* Arduino IC, pelo conhecimento maior sobre seus comandos e funcionamento vistos em aula, tendo a necessidade de baixar bibliotecas de *Bluetooth* e *Wi-fi* para a construção da programação desejada para o protótipo. A figura 4 mostra a fase de construção do código para o microcontrolador utilizando o Arduino IDE para escrevê-lo, sendo necessário baixar algumas bibliotecas para o funcionamento desejado.

## Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Figura 4- Programação do Adaptador

```
1 #include <WiFi.h>
2 #include <WiFiManager.h>
3 #include <WebServer.h>
4
5 // Cria um Objeto "WebServer"
6 WebServer server(80);
7
8 // Define o Pino de acionamento principal
9 const int energyPin = 2;
10
11 // Define o Pino para leitura analógica da voltagem
12 const int analogPin = 33;
13
14 // Função para tratar do "Request ON"
15 void handleTurnOn() {
16     digitalWrite(energyPin, HIGH); // Liga a energia
17     server.send(200, "text/html", "<h1>Porta 2 Ligada!</h1><a href='/off'>Desligar</a>");
18 }
19
20 // Função para tratar do "Request OFF"
21 void handleTurnOff() {
22     digitalWrite(energyPin, LOW); // Desliga a energia
23     server.send(200, "text/html", "<h1>Porta 2 Desligada!</h1><a href='/on'>Ligar</a>");
24 }
25
26 // Função para tratar do "Request da leitura da voltagem"
27 void handleVoltage() {
28     int analogValue = analogRead(analogPin); // Lê a voltagem de forma analógica
29     float voltage = map(analogValue, 0, 4095, 0, 220); // Faz um "map" com a equivalência de 220V
30     String voltageStr = String(voltage); // Converte o valor para String
31     server.send(200, "text/plain", voltageStr); // Envia o valor de voltagem de volta
32 }
33
34 // Função para tratar da página "raiz" de todas
35 void handleRoot() {
36     server.send(200, "text/html", "<h1>Controle da Porta 2</h1><a href='/on'
37 >Ligar</a><br><a href='/off'>Desligar</a><br><a href='/voltage'>Ler Voltagem</a>");
38 }
39
40 void setup() {
41     Serial.begin(115200); // Inicia o monitor serial na frequência do ESP32
42     pinMode(energyPin, OUTPUT); // Seto o "energyPin1" e o "energyPin2" como saída de energia
43     digitalWrite(energyPin, LOW); // Garante que os Pinos inicie desligado
44
45     // Inicializa o WiFiManager
46     WiFiManager wifiManager;
47     bool res = wifiManager.autoConnect("AutoConnectAP", "password");
48
49     // Analisa falha de conexão
50     if (!res) {
51         Serial.println("Failed to connect");
52     } else {
53         Serial.println("connected...yeey :)");
54     }
55
56     Serial.println("Conectado à rede Wi-Fi!");
57     Serial.println("Endereço IP: ");
58     Serial.println(WiFi.localIP());
59
60     // Define as rotas dos servidores
61     server.on("/", handleRoot);
62     server.on("/on", handleTurnOn);
63     server.on("/off", handleTurnOff);
64     server.on("/voltage", handleVoltage);
65
66     // Inicia o Servidor
67     server.begin();
68 }
69
70 void loop() {
71     // Trata dos "Requests de Clientes"
72     server.handleClient();
73 }
```

Fonte: Autores (2024)

## Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

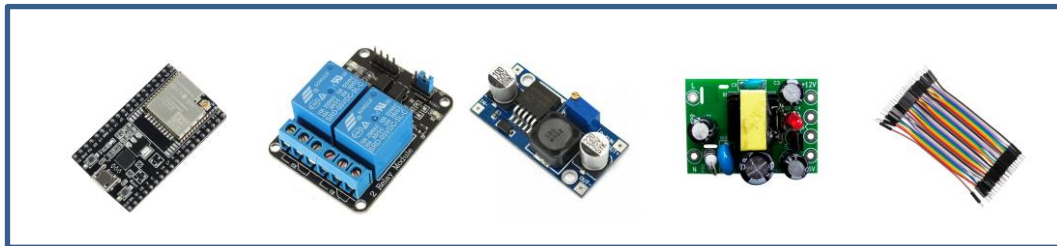
### 3.2 Componentes Utilizados no Projeto do Adaptador Inteligente

Para a construção do adaptador inteligente foi utilizado os componentes abaixo (Fig.5)

- 01 ESP32;
- 01 rele HL-52S para controle da passagem de energia, resistores para diminuir a corrente;
- 01 módulo regulador de tensão LM2596;
- 01 Modulo Transformador de Tensão AC 110-220V P/DC 12-5V;
- Jumpers e fios para a sua ligação elétrica.

Estando na respectiva ordem na figura abaixo.

**Figura 5-** Componentes utilizados no projeto



**Fontes:** Fercarc, Eletrogate, OFA, Ryndack

### 3.3 Aplicação do ESP32

O ESP32 foi utilizado para o código que possibilita a utilização do *wi-fi* como forma de conexão sem fio entre o adaptador e o celular, também o código para a leitura de voltagem da tomada que for escolhida para a utilização do protótipo.

A parte elétrica é utilizando os jumpers para a passagem de energia entre os ESP32, o regulador de tensão, os displays e o relé, é utilizado para a ligação com voltagem pequena e conexões entre os dispositivos de controle de passagem de energia e códigos. Os fios são utilizados para a saída do relé para o adaptador e para a tomada selecionada por conta da alta voltagem de 110V até 220V.

### 3.4 Construção do Circuito Eletrônico

Durante a construção foram feitos testes desde o código até a parte elétrica que é mostrado nas (Fig.6) e (Fig.7).

## Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

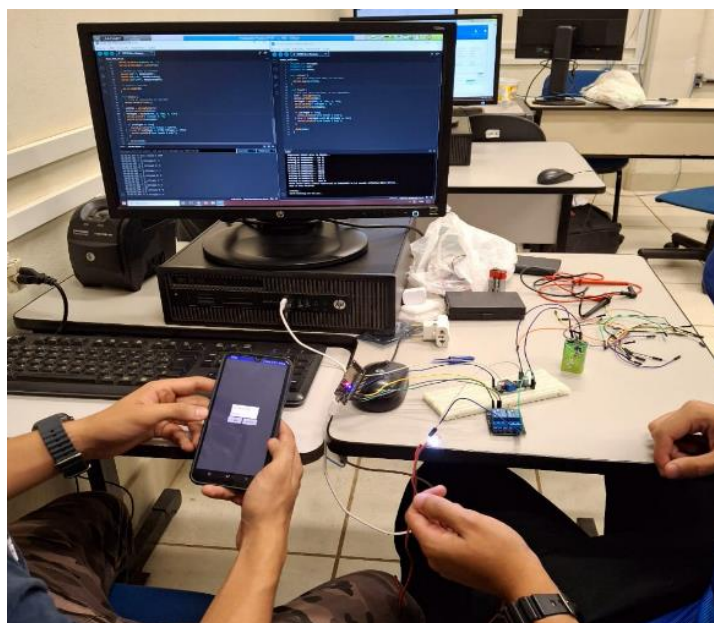
Figura 6-Elaboração do código C++



Fonte: Autores (2024)

A (Fig.6) mostra o funcionamento do código para a passagem de energia já com o circuito feito utilizando os uma bateria externa, o rele, o microcontrolador, jumpers e o redutor de tensão para o funcionamento completo já com a tensão de alimentação necessária para o êxito de funcionamento, e também é possível visualizar o controle feito pelo aplicativo de celular que foi desenvolvido através do MIT App Inventor, que através do IP do ESP32 é possível conectar nele e realizar os comandos desejados como o de barrar a energia e monitoramento de tensão da tomada que for colocado.

Figura 7-Teste do funcionamento do código e circuito



Fonte: Autores (2024)

## Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

### 3.5 Custos para Desenvolvimento do Projeto

Durante a construção dele, os valores gastos e as peças utilizadas foram contabilizadas ao final, gerando o valor final gasto que está colocado no (quadro.1)

**Quadro1** - Quadro de preços

ITEMS	VALOR
Esp32-WROOM32D	R\$ 50,00
Jumpers	R\$ 15,00
2 Module Relay	R\$ 30,00
Resistores	R\$ 10,00
Regulador de Tensão	R\$ 15,00
Modulo Transformador de Tensão	R\$ 45,00
<b>TOTAL:</b>	<b>R\$ 165,00</b>

Fonte: Autores (2024)

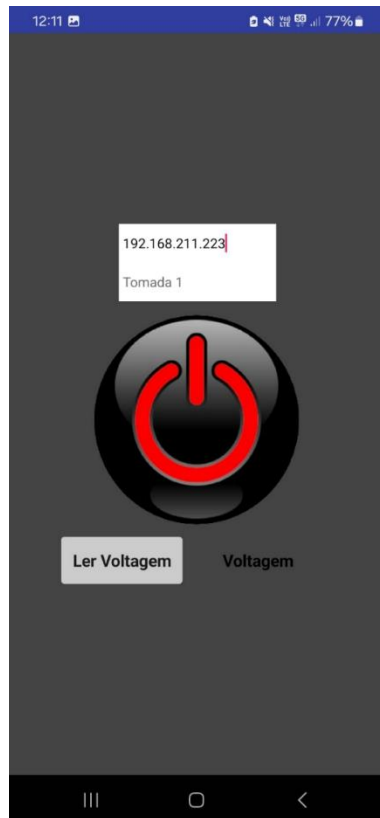
### 3.6 Aplicativo para Celular Sistema Android

A tela do aplicativo pode ser vista na (Fig.8) e (Fig.9), sendo simples e de fácil entendimento para o usuário, tendo poucas funções por conta de limitações do sítio que foi utilizado para a concepção do mesmo. O ESP32 se conecta através do IP que é gerado no Arduino IDE depois que o código é compilado e rodado no *software* e assim é possível realizar a ação de controle para desligar ou ligar o adaptador para a passagem de energia. Também é possível nomear a tomada a qual será utilizado para saber exatamente qual está sendo monitorada na casa e facilitando o entendimento. Foi utilizado a programação por blocos sendo a única possível no MIT APP Inventor que há algumas limitações do que pode ser feito nele.

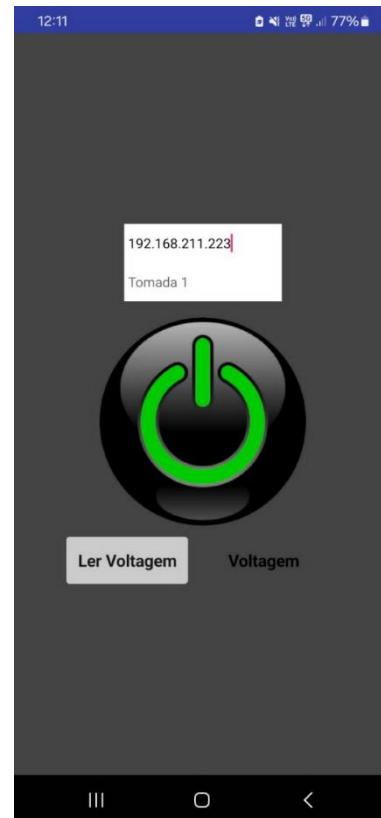
Na (Fig.7) é possível ver o botão que significa que o adaptador está desligado sendo representado pela cor vermelha, o local para colocar o IP do ESP32, o nome da tomada que foi colocado e o botão de ler a voltagem.

## Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

**Figura 8-** Tela do aplicativo desligado



**Figura 9-** Tela do aplicativo ligado



**Fonte:** Autores (2024)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o protótipo em funcionamento foram realizados testes para compreender se estava com o funcionamento correto, foram utilizados: 01 celular e 01 caixa de carregamento de fone de ouvido.

Os resultados foram satisfatórios, pois a energia passou da forma correta desde a tomada passando pelo adaptador e chegando aos aparelhos utilizados, carregando ambos e no momento que foi acionado para desligar no aplicativo a energia parou de passar para o celular e a caixa. Com isso o resultado foi positivo e com o funcionamento perfeito.

Também foi utilizado um multímetro para verificar se a corrente estava passando de forma correta por todo o circuito até sua saída para o aparelho conectado, tendo sido mostrado o resultado correto nas tomadas 110V e 220V.

---

**Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"**

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Através das informações levantadas foi possível observar a importância da economia de energia, obtendo um aprendizado maior sobre programação, elétrica e eletrônica. Foi possível observar como a tecnologia traz uma maior comodidade diária, que através do protótipo foi buscada tendo seu resultado alcançado.

É deixado em aberto a possibilidade de qualquer pessoa de realizar melhorias, adicionando mais funções como uma régua de energia.

## **REFERÊNCIAS**

ALBURQUERQUE, Yure. **ESP32 Pinout: guia básico de gpios. guia básico de GPIOs.** 2020. Disponível em: <https://blog.smartkits.com.br/esp32-pinout-guia-basico-de-gpios/>. Acesso em: 15 out. 2024.

CALAZANS, André. **Progmem – Economizando Memória do Microcontrolador.** 2021. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/progmem-economizando-memoriado-microcontrolador/>. Acesso em: 16 nov. 2024.

ERSCHBAUMER, Ricardo. **Microcontroladores.** 2021. 181 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia, Instituto Federal de Educação e Ciência, Luzerna, 2021. Disponível em: <https://professor.luzerna.ifc.edu.br/ricardo-kerschbaumer/wp-content/uploads/sites/43/2018/02/Apostila-Microcontroladores.pdf>. Acesso em: 15 out. 2024.

FACCIONI FILHO, Mauro. **Internet das coisas.** 2016. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Educação A Distância, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Mauro-Fazion-Filho/publication/319881659\\_Internet\\_das\\_Coisas\\_Internet\\_of\\_Things/links/59c038d5458515e9cfd54ff9/Internet-das-Coisas-Internet-of-Things.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mauro-Fazion-Filho/publication/319881659_Internet_das_Coisas_Internet_of_Things/links/59c038d5458515e9cfd54ff9/Internet-das-Coisas-Internet-of-Things.pdf). Acesso em: 13 out. 2024.

OLIVEIRA, Euler. **Conhecendo o NodeMCU-32S ESP32.** 2020. Disponível em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/embarcados/esp32/conhecendo-o-nodemcu-32s-esp32>. Acesso em: 16 nov. 2024

SANTOS, Bruno et al. **Internet das coisas: da teoria a prática.** 2016. 50 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências da Computação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <https://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf>. Acesso em: 15 out. 2024.

SANTOS, Rullyan Gabriel dos. **O ESP32 é um microcontrolador de baixa potência e baixo custos.** 2019. Disponível em: <https://deinfo.uepg.br/~alunos/2019/SO/ESP32/HARDWARE/>. Acesso em: 16 nov. 2024