

**ETEC CÔNEGO JOSÉ BENTO–ETEC
CURSO DE REDES DE COMPUTADORES**

CRIANDO UMA REDE MESH COM ESP32

ALLAN CÉSAR LÁZARO SANTOS
ANDREY NOGUEIRA DA CUNHA
SAMUEL SANTOS OLIVEIRA

JACAREÍ
2025

ALLAN CÉSAR LÁZARO SANTOS
ANDREY NOGUEIRA DA CUNHA
SAMUEL SANTOS OLIVEIRA

CRIANDO UMA REDE MESH COM ESP32

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Redes de Computadores
ETEC Cônego José Bento.

Orientador: Flávio Andrade Guardia

JACAREÍ
2025

ALLAN CÉSAR LÁZARO RAMOS
ANDREY NOGUEIRA DA CUNHA
SAMUEL SANTOS OLIVEIRA

CRIANDO UMA REDE MESH COM ESP32

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Redes de Computadores
ETEC Cônego José Bento.

Jacareí, 2025

Carlos Eduardo Bezerra

Francisco Marcelo Correia da Silva

Marcelo Guido

Roberto Xavier Pereira

AGRADECIMENTOS

Agradecemos principalmente a nossos professores, por serem nossos orientadores, por seus conselhos, por sua ajuda, pela paciência demonstrada a nós na criação deste projeto e também pelo apoio e ajuda fornecidos durante o tempo.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho primeiramente à Deus, que me permitiu a vida para realização deste trabalho e também à minha família que sempre me apoiaram.

EPÍGRAFE

“A tecnologia move o mundo.”
(Steve Jobs)

RESUMO

Com o rápido avanço nas tecnologias de informações, há uma grande demanda de conectividade em ambientes residenciais que procuram uma rede com mais alcance e com um preço acessível. Este trabalho tem como objetivo criar uma rede *mesh* caseira de baixo custo utilizando os microcontroladores ESP32 como base, sendo ela comparada a uma rede sem fio com um roteador tradicional. Essa comparação visa comprovar que a rede *mesh* criada com os microcontroladores possui uma maior cobertura de sinal do que uma rede convencional. A pesquisa foi realizada com base em estudos na linguagem C++ e suas bibliotecas, sendo utilizadas para criar os dois códigos necessários para a implementação da tecnologia *mesh* nos ESP32. Foram utilizados Softwares como o Arduino IDE para a criação do código para os microcontroladores, e o *WiFi Analyzer*, para análises de intensidade, alcance e estabilidade do sinal. O objetivo principal do projeto, apesar de certas dificuldades durante o seu desenvolvimento, foi alcançado com sucesso, gerando uma cobertura de área maior do que os roteadores convencionais. Ao final do projeto, todas as dificuldades encontradas foram abordadas, deixando espaço para um projeto futuro que visa resolver tais problemas.

Palavras-chave: Alcance. ESP32. *Mesh*. Microcontrolador. Sinal

ABSTRACT

With the rapid advancement of information technologies, there is a growing demand for connectivity in residential environments that require broader network coverage at an affordable cost. This study aims to develop a low-cost homemade mesh network using ESP32 microcontrollers as its foundation, comparing its performance to that of a traditional wireless router network. The comparison seeks to demonstrate that the microcontroller-based mesh network provides superior signal coverage compared to conventional networks. The research was conducted through studies in C++ programming and its libraries, which were used to develop the two necessary codes for implementing mesh technology on the ESP32 devices. Software tools such as the Arduino IDE were employed for coding the microcontrollers, while WiFi Analyzer was used to assess signal strength, range, and stability. Despite certain challenges during development, the project's primary objective was successfully achieved, delivering greater area coverage than conventional routers. By the project's conclusion, all encountered difficulties were addressed, paving the way for future work to resolve these issues.

Keywords: ESP32. Mesh. Microcontroller. Range. Signal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Redes Mesh	12
Figura 2-Roteador.....	12
Figura 3-ESP32	13
Figura 4-Arduino IDE	14
Figura 5-LInguagem C++	15
Figura 6- WIFI Analyzer	16
Figura 7- Topologia do projeto.....	18
Figura 8-Código dos ESP	20
Figura 9-Topologia do auditório com ESP	21
Figura 10-Topologia do auditório com roteador	21
Figura 11-WiFi Analyzer em execução	22
Figura 12- Roteadores Mesh	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVO GERAL	10
1.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1	REDE MESH	11
2.2	ROTEADOR.....	12
2.3	ESP32.....	13
2.4	ARDUINO IDE	13
2.5	LINGUAGEM C++	14
2.6	WIFI ANALYZER	16
2.7	PROTOCOLO DE SEGURANÇA SEM FIO WPA2-PSK	17
3	DESENVOLVIMENTO	18
3.1	TIPO DE PESQUISA.....	18
3.2	EQUIPAMENTOS	19
3.3	LEVANTAMENTO TEÓRICO	19
3.4	COMPARATIVO DE VALORES	22
3.5	DIFICULDADES ENCONTRADAS	23
3.6	LIMITAÇÕES DO PROJETO.....	24
4	CONCLUSÃO	25
4.1	TRABALHOS FUTUROS	25
	REFERÊNCIAS	26
	APÊNDICE A.....	28
	APÊNDICE B.....	29

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço das tecnologias de comunicação e a crescente demanda por conectividade em ambientes residenciais, é essencial o desenvolvimento de soluções de rede que proporcionem uma maior cobertura. De acordo com o site “poder360” (2024), “A pesquisa estabeleceu uma escala de 0 a 9, em que 0 não atende a nenhum dos critérios analisados e 9 abrange todos.” “Cerca de 33% da população atingiu até 2 pontos na escala, o que denota a falta de conectividade significativa. A faixa que tem entre 3 e 4 pontos é de 48%. Assim, 57% da população não tem acesso qualificado à internet”. Nesse contexto, as redes em malha, conhecidas como Redes *Mesh*, têm se destacado como uma alternativa superior aos modelos tradicionais baseados em um único ponto de acesso, como os roteadores convencionais.

As Redes *Mesh*, são caracterizadas por nós, onde cada um atua simultaneamente como transmissor, receptor e repetidor de sinal. Essa estrutura permite que o sinal seja propagado por múltiplos caminhos, resultando em uma cobertura mais ampla. Comparadas às redes com roteadores tradicionais, as redes *Mesh*, oferecem vantagens significativas, especialmente em ambientes com áreas amplas.

1.1 OBJETIVO GERAL

Criar uma Rede *Mesh* caseira e de baixo custo, desenvolvendo dois códigos (um para o ESP32 principal e outro para os demais microcontroladores) para que os microcontroladores *ESP32* possam realizar a função de uma rede *Mesh* convencional.

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Comprovar que a Rede *Mesh* apresenta maior cobertura e alcance de sinal em comparação a uma rede com roteador convencional.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo tem como objetivo referenciar os componentes utilizados no projeto, trazendo seus principais conceitos e responsabilidades para a realização do trabalho, como mostrados na apêndice A e B.

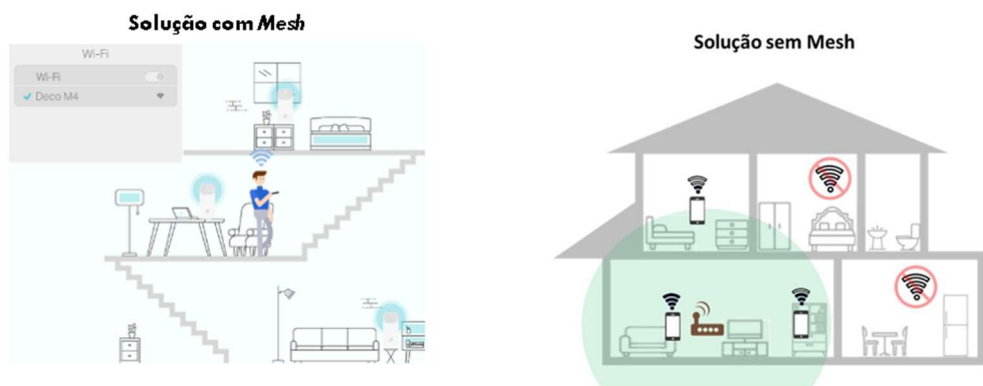
2.1 REDE MESH

De acordo com o site “TP-link” (2024), o *Wi-Fi Mesh* é um sistema *Wi-Fi* para toda casa, criado para eliminar áreas de sombra e fornecer *Wi-Fi* ininterrupto em toda a sua casa. O sistema *Mesh* permite que os dispositivos da sua rede tenham velocidades mais rápidas, maior cobertura e uma conexão mais confiável.

Para uma Rede *Mesh* funcionar, ela precisa de um roteador conectado diretamente ao modem, tornando-se a unidade principal da rede. Todos os outros roteadores (nós) conectados à rede retransmitem e amplificam o sinal, criando uma malha de internet confiável. Independente de quantos nós estiverem conectados, a rede continua sendo uma só, facilitando aspectos como a configuração e manutenção da rede.

A principal vantagem da Rede *Mesh*, em comparação aos roteadores convencionais, é a sua ampla cobertura de área, como mostrado na figura 1. Enquanto os roteadores comuns geralmente possuem pontos cegos (áreas em que o sinal não alcança), uma Rede *Mesh* raramente possui esse problema, visto que a rede em malha distribui o sinal por toda sua área de forma eficiente, a fim de evitar a presença de pontos cegos. Outro benefício em relação aos roteadores comuns é a facilidade de expansão, sendo necessário apenas a adição de outro nó a rede caso for preciso.

Figura 1-Redes Mesh



Fonte: Datacom e TP-Link

2.2 ROTEADOR

De acordo com o site “CISCO.com” (2025), “Os roteadores orientam e direcionam os dados da rede, usando pacotes que contêm vários tipos de dados, como arquivos e comunicações e transmissões simples, como interações na Web.

Os pacotes de dados têm várias camadas ou seções, uma das quais contém informações de identificação, como remetente, o endereço IP de destino (protocolo de Internet). O roteador lê essa camada, prioriza os dados e escolhe a melhor rota a ser usada para cada transmissão”.

Neste projeto, o roteador será utilizado principalmente como parâmetro comparativo em relação às redes *Mesh*, a fim de demonstrar as diferenças entre o roteador convencional e o roteador *Mesh*.

Figura 2-Roteador



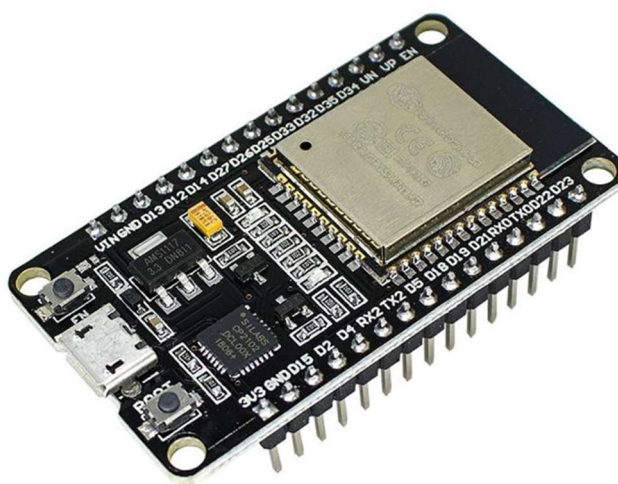
Fonte: Ratashop

2.3 ESP32

Segundo a Espressif System (2025), “O ESP32 é um único chip combinado Wi-Fi e Bluetooth de 2,4 GHz projetado com a tecnologia de 40nm de baixo consumo da TSMC. Ele foi projetado para atingir o melhor desempenho de potência e RF, demonstrando robustez, versatilidade e confiabilidade em uma ampla variedade de aplicações e cenários de consumo de energia.”.

Para a realização do projeto, os dispositivos serão programados para simular a funcionalidade de um roteador *Mesh* convencional, conectando-se entre si para a confecção de uma rede *Mesh* caseira e de baixo custo.

Figura 3-ESP32



Fonte: Autocore Robótica

2.4 ARDUINO IDE

“Segundo Guse (2024) O Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) é uma plataforma de desenvolvimento integrada que permite a programação de microcontroladores Arduino de maneira simples e eficiente. Trata-se de um software gratuito e de código aberto que oferece uma interface gráfica amigável, onde os usuários podem escrever, compilar e carregar códigos diretamente para suas placas Arduino.”

Por possuir compatibilidade com o ESP32, este software será utilizado para a programação do código que irá implementar a tecnologia *Mesh* aos microcontroladores ESP32.

Figura 4-Arduino IDE



Fonte: Seeklogo

2.5 LINGUAGEM C++

De acordo com o *Stroustrup* (1985), “C++ é uma linguagem compilada. Para que um programa seja executado, seu código-fonte precisa ser processado por um compilador, produzindo arquivos-objeto, que são combinados por um vinculador, resultando em um programa executável. Um programa em C++ normalmente consiste em muitos arquivos de código-fonte (geralmente chamados simplesmente de arquivos-fonte).”

A linguagem C++ desempenha um papel fundamental no desenvolvimento deste projeto, devido à sua eficiência, flexibilidade e controle de memória. Outro ponto importante é sua compatibilidade com as bibliotecas, que facilita a integração de projetos para seus desenvolvedores e contribuirá significativamente com a biblioteca destinada às Redes *Mesh*, baseada no protocolo *ESP-WIFI-MESH*, que servirá para interconectar os microcontroladores *ESP32*.

Figura 5-Linguagem C++



Fonte: WIKIPEDIA

2.5.1 Bibliotecas C++

Segundo o site “Coodesh”. “biblioteca é um arquivo que organiza o código pré-definido para o uso em aplicações.[...] quando você está usando uma linguagem de programação e aplica uma biblioteca, você terá acesso a um conjunto de funções que já foram escritas por desenvolvedores. Sendo assim, elas são já testadas e referendadas, sem que você precise criar algo do zero.”

É a partir das bibliotecas do C++ que a programação deste projeto será realizada, sendo utilizadas para auxiliar na criação e desenvolvimento do código que irá transformar os microcontroladores em roteadores *Mesh*.

2.5.1.1 Biblioteca Wi-Fi

Conforme a documentação oficial da *Espressif* e com o site *Random Nerd Tutoriais*, a biblioteca WiFi é responsável por gerenciar todas as funções relacionadas à conectividade sem fio do microcontrolador ESP32, permitindo que ele se conecte a redes Wi-Fi, atue como ponto de acesso ou até mesmo funcione nos dois modos simultaneamente.

2.5.1.2 Biblioteca PainlessMesh

Segundo os desenvolvedores da biblioteca no repositório oficial do GitHub, a *PainlessMesh* é uma biblioteca desenvolvida para facilitar a criação de redes Mesh utilizando microcontroladores ESP8266 e ESP32. Ela permite que os dispositivos se conectem entre si automaticamente, sem a necessidade de um roteador central, formando uma malha descentralizada onde todos os nós se comunicam e repassam informações.

2.6 WIFI ANALYZER

De acordo com o site “techtudo.com”. “O *Wifi Analyzer* é um aplicativo para Android que permite visualizar as redes sem fio que foram detectadas pelo seu dispositivo, disponibilizando diversas informações sobre o desempenho destas.”

Este software será utilizado para analisar o sinal da rede *Mesh* e da rede tradicional, realizando um comparativo entre as duas com o intuito de comprovar a superioridade da rede *Mesh* em relação às redes sem fio convencionais.

Figura 6- WIFI Analyzer



Fonte: Google Play

2.7 PROTOCOLO DE SEGURANÇA SEM FIO WPA2-PSK

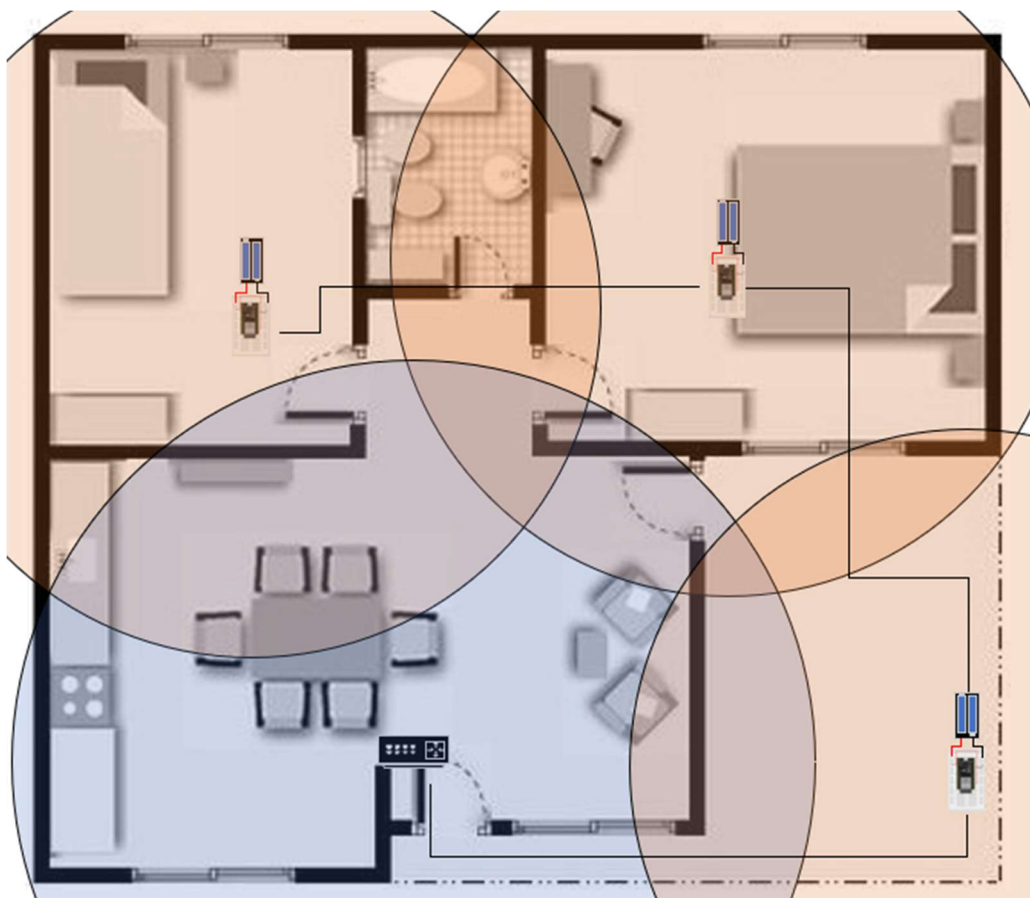
Em conformidade com o site “vivomeunegocio.com.br” “WPA/WPA2 Personal é uma configuração de segurança Wi-Fi voltada para redes domésticas ou de pequenas empresas. Essa opção utiliza uma chave de segurança compartilhada, que é inserida manualmente em cada dispositivo autorizado, garantindo uma proteção eficiente sem a necessidade de servidores adicionais. Já o WPA2-PSK (Pre-Shared Key), é uma variação específica que combina segurança avançada com simplicidade. Ele usa criptografia AES, protegendo os dados transmitidos na rede contra acessos não autorizados. É uma das configurações mais recomendadas para negócios que precisam de segurança confiável e fácil de implementar.”

Sua aplicação no projeto tem como objetivo garantir a segurança de navegação na rede.

3 DESENVOLVIMENTO

Esse capítulo vai mostrar o desenvolvimento e a avaliação prática de uma rede Mesh utilizando microcontroladores ESP32. A metodologia contempla desde a fundamentação teórica até os testes em campo com medições da cobertura de sinal.

Figura 7- Topologia do projeto



Fonte: Autoria Própria

Conforme a figura 7 a cima, é ilustrado a topologia da rede Mesh formada pelos microcontroladores.

3.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa é classificada como experimental, pois tem como foco a resolução de um problema real, a limitação de alcance de redes Wi-Fi convencionais por meio

da construção e testes de um sistema funcional. A metodologia envolve pesquisa, desenvolvimento de protótipo e coleta de dados.

3.2 EQUIPAMENTOS

Foram utilizados os seguintes recursos para o desenvolvimento da rede Mesh:

- Três microcontroladores ESP32;
- Software Arduino IDE, utilizado para desenvolvimento e upload do código;
- Biblioteca `painlessMesh`, para configuração da rede em malha entre os ESP32;
- Software WiFi Analyzer, utilizado para medir a intensidade e a estabilidade do sinal;
- Um roteador tradicional, utilizado como base comparativa em relação ao desempenho do sinal;

3.3 LEVANTAMENTO TEÓRICO

Foi realizada uma pesquisa sobre os seguintes temas:

- Topologia e funcionamento da rede Mesh;
- Arquitetura e funcionamento do microcontrolador ESP32;
- Linguagem C++ e bibliotecas;
- Segurança em redes Wi-Fi com WPA2-PSK;
- Aplicações práticas de redes sem fio no contexto residencial;

Essas referências serviram como base para a construção do projeto.

3.3.1 Testes Práticos

Conforme a figura 8 abaixo, os ESP32 foram programados para operar como nós de uma rede Mesh. Utilizou-se a biblioteca `painlessMesh`, que permite a criação automática de conexões entre dispositivos, formando uma malha dinâmica e auto

ajustável. O código foi desenvolvido em C++ na plataforma Arduino IDE, e carregado em cada microcontrolador.

Cada ESP foi posicionado estrategicamente em um ambiente com zonas mortas, para simular um cenário real de uso residencial. Nenhum dos microcontroladores foi conectado à internet, sendo a rede Mesh utilizada exclusivamente para comunicação local entre os dispositivos.

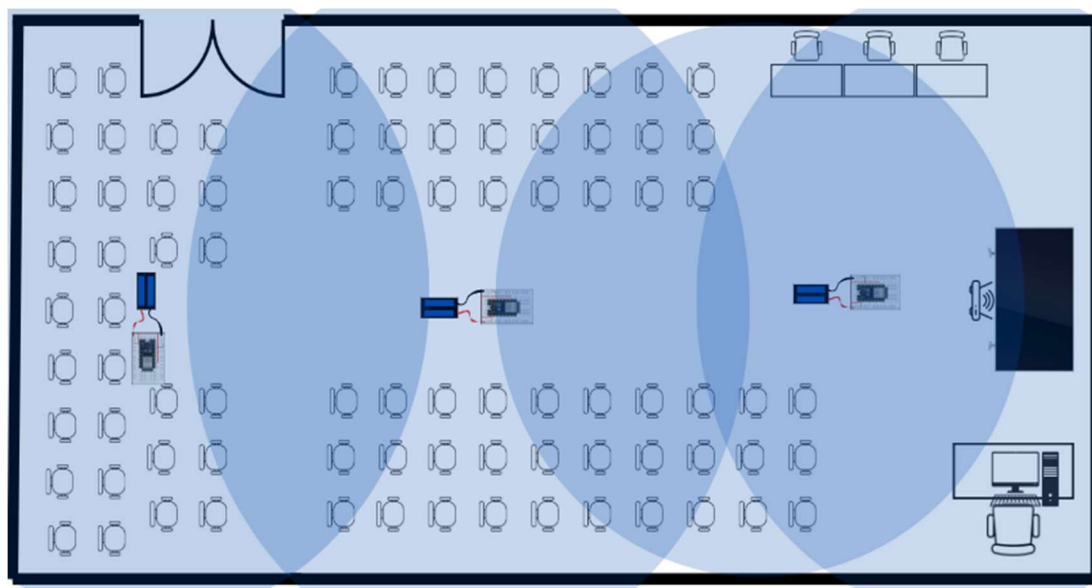
Figura 8-Código dos ESP

```

sketch_may20a.ino
1  #include <WiFi.h>
2
3  const char* ssid = "teador"
4  const char* password = "teador"
5
6  void setup() {
7      Serial.begin(115200);
8
9      // Conecta ao roteador
10     WiFi.begin(ssid, password);
11     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
12         delay(500);
13         Serial.print(".");
14     }
15     Serial.println("\nConectado ao roteador!");
16
17     // Converte o ESP32 para AP (pode atuar como ponto de acesso também)
18     WiFi.mode(WIFI_AP_STA);
19
20     // Agora, cria a rede mesh (ponto de acesso para outros ESP32)
21     const char* meshSSID = "minha_rede_msh";
22     const char* meshPassword = "12345678";
23
Output
Writing at 0x000be540... (82 %)
Writing at 0x000c3bb4... (85 %)
Writing at 0x000cee49... (88 %)
Writing at 0x000d472b... (91 %)
Writing at 0x000d98eb... (94 %)
Writing at 0x000df20e... (97 %)
Writing at 0x000e4f40... (100 %)
Wrote 884640 bytes (565538 compressed) at 0x00010000 in 9.2 seconds (effective 772.5 kbit/s)...
Hash of data verified.

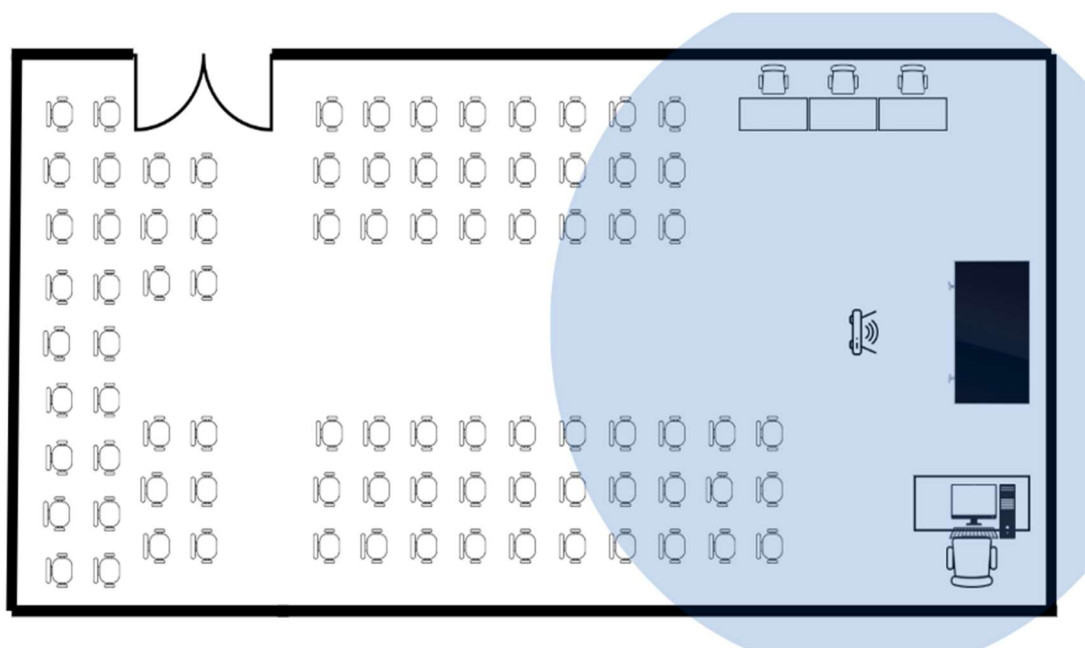
Leaving...
Hard resetting via RTS pin...
  
```

Figura 9-Topologia do auditório com ESP



fonte: Autoria Própria

Figura 10-Topologia do auditório com roteador



fonte: Autoria Própria

Conforme as figuras 10 e 11 mostram, após a configuração dos dispositivos, foram realizados testes de posicionamentos de cada nó, utilizando o WiFi Analyzer possibilitando as seguintes comparações:

- O alcance de rede Mesh formada pelos ESP32;

- O alcance da rede Wi-Fi tradicional fornecida pelo roteador comum;

Os testes não envolveram acesso à internet, focando exclusivamente na verificação da continuidade da comunicação local entre os nós.

Figura 11-WiFi Analyzer em execução



Fonte: autoria própria

3.3.2 Coleta e Análise dos dados

Os seguintes dados foram coletados pelo WiFi Analyzer: intensidade do sinal, estabilidade da rede e o alcance da rede.

Esses dados possibilitam uma comparação objetiva entre os dois modelos de rede, validando a hipótese de que uma rede Mesh baseada em ESP32 pode oferecer uma melhor cobertura local e comunicação estável entre os nós, mesmo na ausência de acesso à internet.

3.4 COMPARATIVO DE VALORES

Esse são os seguintes gastos no projeto da Rede *Mesh* (excluindo a mão de obra).

- 3x Microcontroladores ESP32 + Cabos USB: R\$ 210,00;
- Carregador de pilhas de lítio + Baterias: R\$ 48,50;
- 3x Protoboards: R\$ 21,66;
- 3x Caixa para bateria: R\$ 21,00;
- Fios jumpers: R\$ 13,50;
- Total: 313,00

Dois roteadores AC1300, referenciado na figura 12: R\$ 737,10 – R\$924,90

Figura 12- Roteadores Mesh



Fonte: Mercado livre

3.5 DIFICULDADES ENCONTRADAS

Durante o desenvolvimento do projeto, algumas dificuldades foram enfrentadas, entre elas:

- Instabilidade na conexão Mesh: Em alguns testes, os nós ESP32 perderam conexão entre si temporariamente, exigindo ajustes no código e nas configurações da biblioteca painlessMesh.

- Cobertura limitada: Embora a rede Mesh melhore o alcance geral, a posição física dos ESP32 teve grande influência nos resultados. Paredes e obstáculos causaram perda de sinal, obrigando o reposicionamento dos dispositivos para melhor desempenho.
- Escolha do local para os testes: Definir um ambiente adequado para simular cenários reais de zonas mortas.

3.6 LIMITAÇÕES DO PROJETO

Apesar dos esforços para montar a rede Mesh, a aplicação foi limitada ao uso doméstico, com apenas 3 microcontroladores ESP32. Ambientes com um espaço maior pode apresentar resultados diferentes.

4 CONCLUSÃO

Apesar das dificuldades encontradas durante o projeto, a rede Mesh feita a partir do ESP32 provou ser uma alternativa viável aos roteadores comuns, fornecendo uma maior cobertura de área e confiabilidade, conforme mostrado nas figuras 9 e 10. Embora o alcance de conexão seja maior, ela acaba sofrendo os mesmos problemas que os roteadores convencionais também possuem, como interferência de sinal por conta de obstáculos, como paredes. Além disso, deve ser considerado outros problemas específicos que possam aparecer, como:

- Problemas na configuração do ESP, visto que o nó principal não utiliza o mesmo código do resto dos microcontroladores na rede;
- A alimentação dos microcontroladores é feita por bateria, sendo necessária sua recarga de tempos em tempos;
- A velocidade de conexão da rede, visto que o projeto focou apenas em aumentar o alcance.

4.1 TRABALHOS FUTUROS

- Aperfeiçoar a velocidade de conexão;
- Melhorias no código, a fim de aumentar sua eficácia;
- Criação de uma interface de visualização;
- Conexão com a internet;

REFERÊNCIAS

ARDUINO, **Arduino IDE 2.3.6**. Arduino, 2025. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/software/>. Acesso em: 12 Mar. 2025.

CISCO. **O que é um roteador?**. CISCO Systems, 2024. Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/solutions/small-business/resource-center/networking/what-is-a-router.html. Acesso em: 25 Ago. 2024.

COODESH. **O que é biblioteca?**. Coodesh. Disponível em: <https://coodesh.com/blog/dicionario/o-que-e-biblioteca/>. Acesso em: 20 maio 2025.

ESPRESSIF. **ESP32**. Espressif Systems. Disponível em: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>. Acesso em: 4 Out. 2024.

ESPRESSIF. **ESP32 Series: Datasheet Version 4.9**. Espressif Systems, 2025. Disponível em: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf. Acesso em: 23 Mar. 2025.

ESPRESSIF. **Wi-Fi API**, Espressif Systems, 2016. Disponível em: <https://docs.espressif.com/projects/arduino-esp32/en/latest/api/wifi.html>. Acesso em: 23 Abr. 2025.

GUSE, Rosana. **O que é Arduino IDE? Como baixar e instalar a nova versão**. MakerHero, 2024. Disponível em: <https://www.makerhero.com/blog/arduino-ide/?srsltid=AfmBOorlo3HKE8ojltaAhAHaZ9drkAnS6pJL1MGcUa3dGuJoBbayQ30N>. Acesso em: 12 mar. 2025.

SARAVIA, Luciana. **57% dos usuários do Brasil não têm acesso pleno à internet**. Poder360. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/tecnologia/57-dos-usuarios-do-brasil-nao-tem-acesso-pleno-a-internet/#:~:text=Cerca%20de%2033%25%20da%20popula%C3%A7%C3%A3o,tem%20acesso%20qualificado%20%C3%A0%20internet>. Acesso em: 11 Out. 2024.

STROUSTRUP, Bjarne. **The C++ Programming Language [4th Edition]**. Addison Wesley, 2013. Disponível em: <https://github.com/unixzilla/materials/blob/master/The%20C%2B%2B%20Programming%20Language%20%5B4th%20Edition%5D%20-%20Bjarne%20Stroustrup.pdf>. Acesso em: 13 Out. 2024.

TECHTUDO. **Wifi Analyzer exibe informações sobre a rede Wi-Fi captada pelo Android**. Globo Condé Nast. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/wifi-analyzer/>. Acesso em: 5 Abr. 2025.

TP-LINK. **O que é o Wifi Mesh?**. Tecnologia do Brasil LTDA, 2024. Disponível em: <https://www.tp-link.com/br/mesh-wifi/>. Acesso em: 20 set. 2024.

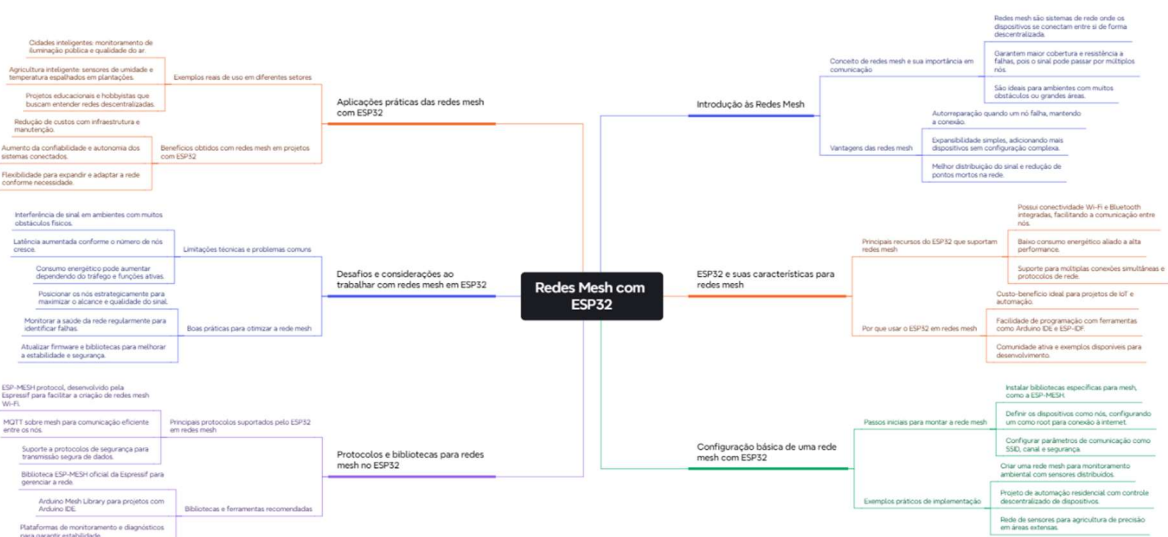
VIVO. **WPA, WPA2 e WEP: como escolher a melhor segurança para sua rede Wi-Fi?**. VIVO, 2025. Acesso em 1 Maio 2025.

APÊNDICE A



Fonte: <https://www.mindmeister.com/app/map/3757839908>

APÊNDICE B



Fonte: <https://mapify.so/pt/app/ac947ab3-7683-4953-8d91-e00295e6c9f5>