



Gestão integrada de stocks e interligação sem fios numa rede de lojas em Bissau

Maminata Darame, nº 20190082

Orientador

Professor Doutor Rogério Dionísio, PhD

Julho 2024

Composição do Júri

Presidente

Rogério Pais Dionísio

Professor Coordenador do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Vogais

Paulo Jorge Dias Torres

Professor Adjunto do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Hugo Rafael de Almeida Marques

Professor Adjunto do Instituto Politécnico de Castelo Branco

Dedicatória

Dedico este projeto com profundo amor e gratidão ao meu pai e à minha mãe. Seu apoio inabalável e sacrifícios pessoais foram essenciais para cada passo desta jornada acadêmica. Meu pai, especialmente, abdicou de seus próprios projetos para garantir que eu tivesse as oportunidades necessárias. Seu comprometimento e exemplo inspirador foram fundamentais para meu crescimento pessoal e profissional.

Pai, sua determinação em abrir mão de suas próprias aspirações em prol das minhas sempre me emociona. Suas palavras de encorajamento nos momentos difíceis foram como luzes guiando o caminho. Obrigado por ser meu herói e meu maior apoiador.

Mãe, seu amor incondicional e seu apoio constante foram meu porto seguro ao longo deste caminho desafiador. Sua dedicação em me ajudar a alcançar meus sonhos é um testemunho do seu amor e sacrifício.

Este trabalho é uma homenagem ao amor, apoio e sacrifício de meus pais, que foram fundamentais para minha jornada acadêmica. Obrigado por tudo que fizeram e continuam fazendo por mim.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas que contribuíram para o sucesso deste trabalho. Primeiramente, aos meus amados pais e irmãos, cujo apoio incondicional, encorajamento constante e sacrifícios pessoais foram a âncora que sustentou meu percurso acadêmico. Suas palavras de estímulo e amor foram a inspiração que impulsionou cada etapa deste caminho.

Ao meu orientador dedicado, Rogério Pais Dionísio, sou imensamente grato pela orientação excepcional, expertise e paciência demonstradas ao longo deste projeto. Suas orientações sábias e feedbacks construtivos não apenas moldaram este trabalho, mas também enriqueceram minha jornada de aprendizado de maneiras inestimáveis.

Gostaria também de agradecer sinceramente a Dona Paula, que gentilmente ofereceu sua orientação e apoio logo no início da minha jornada. Sua sabedoria e encorajamento foram fundamentais para eu encontrar meu caminho neste percurso acadêmico.

Além disso, meus queridos colegas de escola merecem meu sincero reconhecimento. Nossa colaboração e troca de ideias foram essenciais para o desenvolvimento das ideias apresentadas neste relatório. Cada discussão, debate e apoio mútuo contribuíram significativamente para a evolução deste trabalho.

Por último, mas não menos importante, agradeço a todos os professores, amigos e familiares que, de várias maneiras, ofereceram suporte, conselhos e palavras de incentivo ao longo dessa jornada educacional.

Este trabalho não teria sido possível sem o apoio e contribuição de cada uma dessas pessoas maravilhosas. Meu mais sincero obrigado a todos vocês.

Resumo

Para um lojista, proprietário de dois espaços de venda ao público, localizados em zonas distintas da cidade de Bissau (Guiné-Bissau), é importante conhecer o estado dos stocks de produtos e os valores monetários associados (compra ao fornecedor e venda ao público). A comunicação entre os vários pontos de venda em tempo real torna-se por isso fundamental. As redes celulares, com uma cobertura capaz de suprir essa necessidade, implica custos acrescidos.

No entanto, pretende-se o planeamento e implementação de uma rede comunicação sem fios na banda ISM, entre duas lojas separadas fisicamente 3 km na malha urbana da cidade de Bissau, que permita ao gestor de stocks conhecer em tempo real os stocks em cada uma das lojas, de forma integrada. Adicionalmente, permite aos clientes conhecer o preço dos produtos, com base num sistema de leitura com código de barras.

Palavras-chave

Antena Yagi-Uda, Código de barras, Base de dados, Wi-Fi, MQTT

Abstract

For a shopkeeper, owner of two spaces for sale to the public, located in different areas of the city of Bissau (Guinea-Bissau), it is important to know the status of product stocks and the associated monetary values (purchase to the supplier and sale to the public) . Communication between the various points of sale in real time is therefore essential. Cellular networks, with coverage capable of meeting this need, imply increased costs.

However, the intention is to plan and implement a wireless communication network in the ISM band, between two stores physically separated 3 km apart in the urban fabric of the city of Bissau, which will allow the stock manager to know in real time the stocks in each one. of the stores, in an integrated way. Additionally, allow customers to know the price of products, based on a barcode reading system.

Keywords

Yagi-Uda Antenna, Barcode, Database, Wi-Fi, MQTT

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Objetivo do Projeto	2
1.1.1	Objetivos específicos.....	2
2	Metodologia.....	3
2.1	Arquitetura do Sistema	3
3	Interligação sem fios entre lojas.....	5
3.1	Requisitos	5
3.1.1	Planeamento da Interligação Sem Fios.....	6
3.2	Simulações.....	8
3.2.1	Radio Mobile	8
3.2.2	Simulação com software Radio Mobile.....	10
3.2.3	Cenário 1.....	12
3.2.4	Cenário 2.....	15
3.2.5	Cenário 3.....	17
3.2.6	Cenário 4.....	19
3.2.7	Cenário 5.....	21
3.3	Construção das Antenas Yagi Uda.....	24
3.3.1	Montagem da Antena:.....	24
3.3.2	Materiais necessários para construção:	28
3.3.3	Descrição do processo de construção da antena	28
3.4	Testes das Antenas Yagi Uda.....	30
3.4.1	1º Teste	30
3.4.2	2º Teste	33
3.4.3	3º Teste	44
4	Sistemas de leitura de códigos de barra.....	48
4.1	Arquitetura do sistema de leitura de código de barras	48
4.2	Hardware	49
4.2.1	M5stack Atom QR-CODE.....	49
4.2.2	Raspberry Pi.....	50
4.2.3	M5Stack Digi-Clock Unit	50
4.3	Software	51

4.3.1	Arduíno IDE.....	51
4.3.2	NODE-RED.....	52
4.3.3	SQLite e SQLiteStudio	53
4.3.4	MQTT.....	53
5	Testes Preliminares.....	54
5.1	Teste de Arduíno IDE	54
5.1.1	Porta série	56
5.1.2	Teste de Wi-Fi.....	58
5.1.3	Teste de MQTT	60
5.2	Teste da base de dados	61
5.3	Teste de Node-RED	62
5.3.1	Teste local com a porta série	62
5.3.2	Teste local da base de dados.....	63
5.3.3	Teste remoto com MQTT.....	65
6	Resultados experimentais.....	67
6.1	Diagrama de Fluxo.....	67
6.2	Resultados no Arduíno IDE.....	68
6.3	Resultados no Node-RED.....	69
6.3.1	Exemplos de Resultados Experimentais	70
6.3.2	Observações	71
6.3.3	Cenários de Teste	71
7	Conclusão	72
8	Trabalho Futuro.....	73
8.1	1ª Parte do Projeto.....	73
8.2	2ª Parte do Projeto.....	74
	Anexos.....	77
	Anexo 1 – Teste da porta série com M5stack.....	77
	Anexo 2 – Código da conexão do dispositivo ao Wi-Fi	78
	Anexo 3 – Conexão do dispositivo ao Wi-Fi.....	80
	Anexo 4 – Conexão do dispositivo ao MQTT	83
	Anexo 5 – Código final do projeto no Arduíno IDE	89
	Anexo 6 – Teste de MQTT no Node-RED	96
	Anexo 7 – Teste da Porta série com o Node-RED	99

Anexo 8 – Código de Node-RED Que faz Query na base de dados através de uma função	106
Anexo 9 – Código final do Node-RED	108

Índice de Figuras

Figura 1 – Localização das lojas	3
Figura 2 – Arquitetura do sistema.....	4
Figura 3 – Antena Yagi	5
Figura 4 – Ligação das duas lojas geograficamente.....	6
Figura 5 – Radio mobile.....	8
Figura 6 – Barra de Ferramenta.....	10
Figura 7 – Importação das Mapas.....	11
Figura 8 – Parâmetros da rede base1-base2.....	13
Figura 9 – Membership da rede base1-base2.....	13
Figura 10 – Systems da rede base1-base2	14
Figura 11 – Resultados da simulação do cenário 1.....	14
Figura 12 – Parâmetros da rede base1-base2 Cenário 2.....	15
Figura 13 – Membership da rede base1-base2 Cenário 2.....	16
Figura 14 –Systems da rede base1-base2 Cenário 2.....	16
Figura 15 – Resultados da simulação do cenário 2.....	17
Figura 16 – Parâmetros da rede base1-base2 Cenário 3.....	17
Figura 17 – Systems da rede base1-base2 do Cenário 3	18
Figura 18 – Altura de antenas do cenário 3.....	18
Figura 19 – Resultados da simulação do cenário 3.....	19
Figura 20 – Parâmetros da rede base1-base2 do Cenário 4	19
Figura 21 – Systems da rede base1-base2 do Cenário 4	20
Figura 22 – Altura das antenas Cenário 4	20
Figura 23 – Resultados da simulação do cenário 4.....	21
Figura 24 – Parâmetros da rede base1-base2 do Cenário 5	21
Figura 25 – Systems da rede base1-base2 do Cenário 5	22
Figura 26 – Altura das antenas Cenário 5	22
Figura 27 – Resultados da simulação do cenário 5.....	23
Figura 28 – Calculador Yagi.....	25
Figura 29 – Dipolo[3]	27
Figura 30 –Construção de Balun[3].....	27
Figura 31 – Antena 1.....	28
Figura 32 – Construção de Dipolo	29
Figura 33 – Antena com dipolo.....	30
Figura 34 – Antena com tudo montado.....	30
Figura 35 – Wi-FiSweetSpots	31
Figura 36 – Wi-Fi Analyzer [5].....	33
Figura 37 – Teste 2: Antena 1 + Antena exterior.....	34
Figura 38 – Teste 2: Gráfico de teste com antena do PC + antena 1 +antena exterior.	36
Figura 39 – Teste 2 : Gráfico de teste com antena do PC + antena 1 sem antena exterior	39
Figura 40 – Teste 2 : Gráfico de teste com antena do PC + antena 2 + antena exterior	41

Figura 41 – Teste 2 : Gráfico de teste com antena do PC + antena 2 sem antena exterior	42
Figura 42 – Localização do Bloco B.....	45
Figura 43 – Localização do Bloco B e ponto máximo.....	46
Figura 44 – Arquitetura experimental.....	48
Figura 45 – Atom QR-CODE[6].....	49
Figura 46 – Raspberry Pi 3 Model B+	50
Figura 47 – Localização do Bloco B.....	51
Figura 48 – Arduíno IDE.....	52
Figura 49 – Node-RED.....	53
Figura 50 – SQLiteStudio	53
Figura 51 – MQTT	54
Figura 52 – URL de M5stack.....	55
Figura 53 – Resultado da Porta serie Arduíno IDE.....	57
Figura 54 – Configuração do Wi-Fi no Código	58
Figura 55 – Inicialização do Wi-Fi.....	59
Figura 56 – Conexão do Wi-Fi.....	59
Figura 57 – Código para atribuir Endereço IP.....	59
Figura 58 – Resultado da Wi-Fi no Arduíno IDE.....	59
Figura 59 – M5Unit-MQTT	60
Figura 60 – MQTT no Setup	61
Figura 61 – Porta série no NODE-RED.....	62
Figura 62 – Resultado da Porta série no NODE-RED	62
Figura 63 – Base de Dados no NODE-RED	63
Figura 64 – Configuração Base de Dados.....	63
Figura 65 – Comando do query	64
Figura 66 – Caminho para Base de Dados no Node-RED.....	64
Figura 67 – Resultado da base de dados no NODE-RED.....	65
Figura 68 – Wi-Fi no PC.....	66
Figura 69 – Fluxograma do funcionamento QR-CODE	67
Figura 70 – Resultado no Arduíno IDE.....	68
Figura 71 – Resultado final no Display de 7 segmentos	69
Figura 72 – Produto	70
Figura 73 – Resultado final no NODE-RED	71
Figura 74 – Preço Exibido no Display	71

Índice de Símbolos

bit/s	bits por segundo
dBi	Decibéis isotrópicos
dBm	
GHz	GigaHertz
Km	Quilómetro
m	Metro
Mbps	Megabits por segundo
MHz	MegaHertz
bit/s	bits por segundo

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Dados de construção de antena.....	26
Tabela 2 – Teste 1	32
Tabela 3 – Teste 2 : Antena do PC + Antena 1 com Antena exterior	35
Tabela 4 – Teste 2 : Antena do PC + Antena 1 sem Antena exterior	39
Tabela 5 – Teste 2 : Antena do PC + Antena 2 com Antena exterior	40
Tabela 6 – Teste 2 : Antena do PC + Antena 1 sem Antena exterior	42
Tabela 7 – Teste 3	46
Tabela 8 – Base de Dados SQLite	61

Lista de abreviações e acrónimos

AP	Access Point
API	Application Programmable Interface (Interface de Programação de Aplicações)
Balun	Balanced-unbalanced
BD	Base de Dados
CMOS	Complementary Metal-Oxide Semiconductor (Semicondutor Metal-Oxido Complementar)
CPU	Unidade Central de Processamento
DEM	Digital Elevation Model
DES	Descrição
DSVM	Differential Sum Vector Magnitude
ERB	Estação Radio Base
GPU	Unidade de Processamento Grafico
HDMI	High-Definition Multimedia Interface (Interface Multimídia de Alta Definição)
HTTP	Hypertext Transfer Protocol (Protocolo de Transferência de Hipertexto)
I2C	Inter-Integrated Circuit (Circuito Inter-Integrado)
IBM	International Business Machines Corporation
IC	Integrated Circuit
IDE	Integrated Development Environment
IoT	Internet of Things
IQR	Interquartile Range (Amplitude Interquartil).
ISM	Industrial, Scientific, and Medical
ITM	Irregular Terrain Model
JSON	JavaScRouter Wi-Fit Object Notation (Notação de Objetos JavaScRouter Wi-Fit)
display	Liquid Crystal Display (Tela de Cristal Líquido)
LED	Light-Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)
LLC	Limited Liability Company
LOS	Linha de Vista
MHz	Hertz Bluetooth Low Energy

MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
PC	Computador
RAM	Random Access Memory (Memória de Acesso Aleatório)
REF	Referência
RF	Radio Frequência
RSSI	Received Signal Strength Indicator (Indicador de Intensidade de Sinal Recebido)
SNR	Relação Sinal Ruído
SQL	Structured Query Language (Linguagem de Consulta Estruturada)
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission (Missão de Topografia por Radar do Ônibus Espacial).
SSID	Service Set Identifier
TTL	Time to Live
UBS	Universal Série Bus
Wi-Fi	Wireless Fidelity

1 Introdução

Desde os primórdios da humanidade até à sociedade atual sempre existiu a necessidade de comunicação entre seres vivos. A comunicação ao longo dos séculos foi evoluindo e não se processou sempre da mesma forma, nem com os mesmos meios. Com o desenvolvimento da tecnologia e dos conhecimentos em diferentes áreas de investigação foi possível melhorar os sistemas de comunicação em prol do ser humano. O interesse da comunicação não se restringe apenas aos seres humanos, também se estende às máquinas construídas por ele, que embora não possuam a inteligência do ser humano, auxiliam-no em diferentes tarefas. Estas máquinas foram construídas pelo Homem [1].

Na pré-história a comunicação entre os seres vivos iniciou-se através de sinais de fumaça e gritos, visualizáveis e audíveis a distâncias relativamente curtas. Todavia, no século XX (1902) Marconi concretizava com êxito a primeira comunicação bidirecional, transmitindo Código Morse, que fora criado em 1835, por Samuel Morse. Pode-se dizer que a comunicação entre dois pontos distantes poderá ocorrer de duas formas distintas: guiada ou sem fios (wireless). A transmissão de informação de forma guiada necessita de estruturas físicas para estabelecer a comunicação, enquanto a wireless não existe um guia de transmissão físico, as ondas eletromagnéticas propagam-se através do ar [1].

O conceito de comunicação sem fios (wireless), através de radiofrequência, surgiu em meados do século XIX a partir das teorias de dois investigadores ingleses - Michael Faraday e James Maxwell. Todavia, foi já no século XX, que ocorreram notáveis avanços tecnológicos. Para que se estabeleça uma comunicação wireless é necessária a existência de uma antena emissora e uma antena recetora. Atualmente existem antenas de diferentes tipos e tamanhos, as quais têm vindo a ser estudadas ao longo dos anos [1].

Com isso, para um lojista, proprietário de dois espaços de venda ao público, localizados em zonas distintas da cidade de Bissau (Guiné-Bissau), é importante conhecer o estado dos stocks de produtos e os valores monetários associados (compra ao fornecedor e venda ao público). A comunicação entre os vários pontos de venda em tempo real torna-se por isso fundamental. As redes celulares, com uma cobertura capaz de suprir essa necessidade, implicam custos acrescidos.

No entanto, pretende-se o planeamento e implementação de uma rede comunicação sem fios na banda ISM, entre duas lojas separadas fisicamente 3 km na malha urbana da cidade de Bissau, que permita ao gestor de stocks conhecer em tempo real os stocks em cada uma das lojas, de forma integrada. Adicionalmente, permitir aos clientes conhecer o preço dos produtos, com base num sistema de leitura com código de barras.

Este relatório explicará o passo a passo a execução desse projeto.

A estrutura é a seguinte: o Capítulo 1 começa com a introdução do trabalho. O relatório continua com a metodologia no Capítulo 2. O Capítulo 3 que é Interligação sem fios

entres lojas, seguido do Capítulo 4 sistema de leitura de códigos de barras, o Capítulo 5, testes preliminares. O Capítulo 6 com os resultados experimentais. Por fim, as conclusões podem ser encontradas no Capítulo 5.

1.1 Objetivo do Projeto

Pretende-se o planeamento e implementação de uma rede comunicação sem fios na banda ISM, entre duas lojas separadas fisicamente 3 km na malha urbana da cidade de Bissau, que permita ao gestor de stocks conhecer em tempo real os stocks em cada uma das lojas, de forma integrada. Adicionalmente, permitir aos clientes conhecer o preço dos produtos, com base num sistema de leitura com códigos de barras ou códigos QR

1.1.1 Objetivos específicos

Pretende-se planear e implementar uma rede de sensores sem fios, que:

- Vá de encontro às necessidades da rede de lojas em Bissau;
- Permita a monitorização da qualidade da ligação sem fios em tempo real, com uma dashboard;
- Interligue o sistema de leitura com código de barras ou código QR desenvolvido, à base de dados de preços (ou equivalente) da loja.

Os objetivos específicos, em particular, são:

- Objetivo 1: Levantamento de requisitos da rede de comunicação sem fios (alcance, débito, frequência central, SNR, RSSI, etc.) e estado da arte atual;
- Objetivo 2: Definição da arquitetura do sistema de comunicação;
- Objetivo 3: Produção das antenas direcionais, de acordo com o Objetivo 1;
- Objetivo 4: Implementação de sistema de leitura (QR code ou código de barras e seleção do hardware e programação);
- Objetivo 5: Testes de campo e análise dos resultados;
- Objetivo 6: Relatório do projeto e escrita de um artigo para publicação em revista ou conferência científica.

2 Metodologia

2.1 Arquitetura do Sistema

Essa arquitetura de sistema de comunicação sem fio entre duas lojas separadas fisicamente por 3 km na malha urbana de Bissau como mostra a Figura 1.

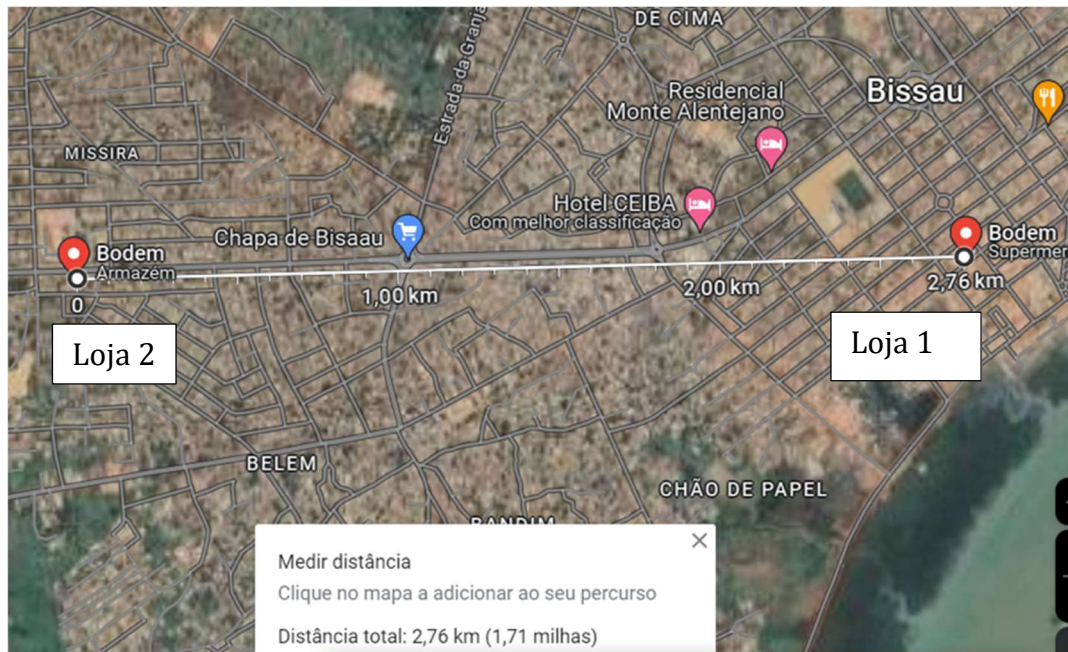


Figura 1 - Localização das lojas

O sistema proposto, apresentado na Figura 2, é composto por vários componentes que trabalham juntos para fornecer funcionalidades integradas de gestão de estoque e exibição de preços para os clientes. Vamos detalhar cada um dos elementos e como eles se interconectam:

- Antenas Yagi: São utilizadas duas antenas Yagi, uma em cada loja, para estabelecer a comunicação sem fio entre elas. As antenas Yagi são direcionais e fornecem um alcance mais longo, o que é importante dada a distância de 3 km entre as lojas.
- Access Points (AP): Cada loja possui um AP para conectar os dispositivos locais à rede sem fio. Os AP funcionam como pontos de acesso à rede e facilitam a comunicação entre os dispositivos e a rede sem fio.
- Leitor de Códigos de QR: Uma das lojas está equipada com um leitor de códigos de QR. Quando um cliente passa um produto pelo leitor, ele captura o código QR associado a esse produto.
- Dispositivo de processamento: Este dispositivo Atom QR-Code é responsável por publicar os códigos QR capturados pelo leitor na rede. Ele encaminha os dados para o próximo componente da arquitetura.

- **Servidor com Node-RED e Base de dados:** O servidor atua como o centro de processamento dos dados. Ele executa o Node-RED, um ambiente de desenvolvimento visual para IoT (Internet das Coisas), que é usado para automatizar o fluxo de dados e realizar a integração entre os diferentes componentes do sistema. O servidor também hospeda um base de dados onde as informações sobre estoque e preços são armazenadas. Este servidor está localizado na loja 2.
- **Base de Dados:** A base de dados é onde todas as informações sobre estoque e preços dos produtos são armazenadas. Quando um novo código QR é recebido, o servidor faz uma consulta à base de dados para recuperar o preço associado a esse produto.
- **Exibição de Preços (Display):** Após recuperar o preço do produto na base de dados, o servidor publica essa informação na rede. Em seguida, o display na loja exibe o preço para o cliente.
- **Router de Integração de Produtos (ROUTER Wi-Fi):** O ROUTER Wi-Fi é responsável por receber os códigos QR dos produtos lidos, encaminhá-los para o servidor e receber as informações de preço de volta para exibição nos displays.

Essa arquitetura permite uma comunicação eficiente entre as duas lojas, fornecendo ao gestor de estoque uma visão em tempo real dos níveis de estoque em ambas as lojas, enquanto os clientes podem facilmente acessar informações de preços dos produtos por meio dos códigos QR.

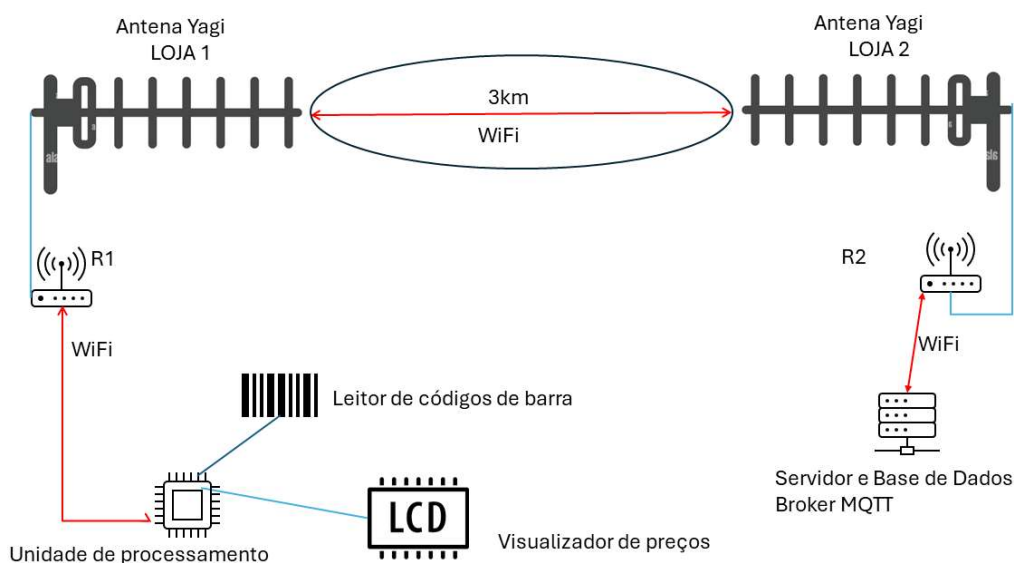


Figura 2 - Arquitetura do sistema

Os próximos capítulos vão descrever em pormenor todos os elementos que constituem o sistema proposto.

3 Interligação sem fios entre lojas

A antena Yagi representada na Figura 3, também conhecida como Yagi-Uda, é uma antena direcional projetada para maximizar a receção e transmissão de sinais de rádio e televisão em uma direção específica. Inventada pelos engenheiros japoneses Hidetsugu Yagi e Shintaro Uda na década de 1920, esta antena se destaca por sua estrutura composta por um elemento ativo, vários elementos diretores e um elemento refletor [2].

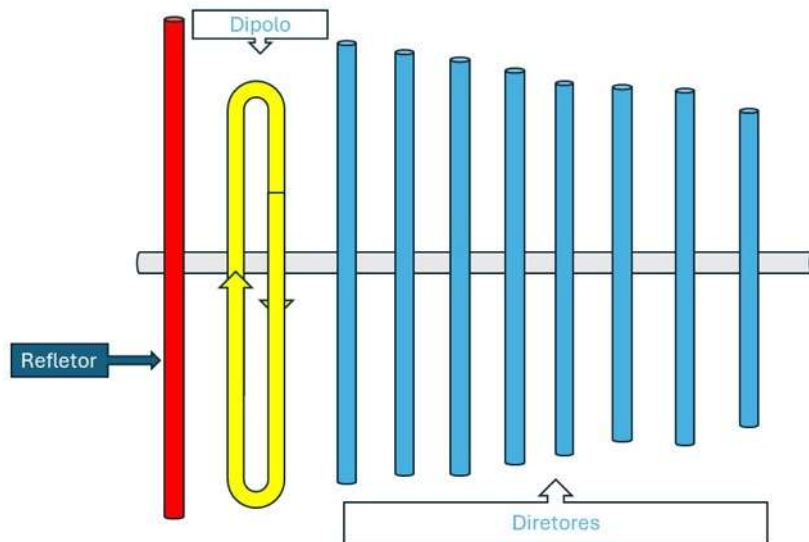


Figura 3 - Antena Yagi

O elemento ativo, geralmente um dipolo, é alimentado diretamente pelo transmissor ou recetor, enquanto os diretores e o refletor trabalham para concentrar e direcionar o sinal, aumentando assim o ganho e a eficiência. O Yagi é amplamente utilizado em aplicações onde é necessário foco direcional e alto ganho, como em sistemas de televisão, rádio amador e comunicações de dados ponto a ponto.

Sua capacidade de captar e transmitir sinais de maneira eficiente em uma direção específica torna-se ideal para áreas com sinais fracos ou para longas distâncias. A simplicidade de sua construção e seu custo relativamente baixo para sua popularidade e uso difuso.

Neste projeto, optamos pelo uso da antena Yagi devido à necessidade de estabelecer uma comunicação de dados ponto a ponto em uma distância de 3 km, com direção precisa. A antena Yagi é a escolha ideal para esta aplicação devido à sua capacidade direcional que permite uma transmissão e receção eficientes de sinais, focando-os na direção desejada com alta precisão

3.1 Requisitos

É necessário ligar dois pontos a uma distância um do outro de aproximadamente 3 km como mostra a Figura 4. Pretende-se que a comunicação seja feita de preferência em linha de vista, no entanto, as duas lojas se chamam Bodem. Para diferenciá-las:

- A Loja 1 está localizada na Rua Vitorino da Costa, Bissau, Guiné-Bissau, com coordenadas de latitude 11.858448185608237 e longitude -15.582990067655711.
- A Loja 2 está localizada na Avenida dos Combatentes da Liberdade da Pátria, com coordenadas de latitude 11.85794388601626 e longitude -15.608367435129326.

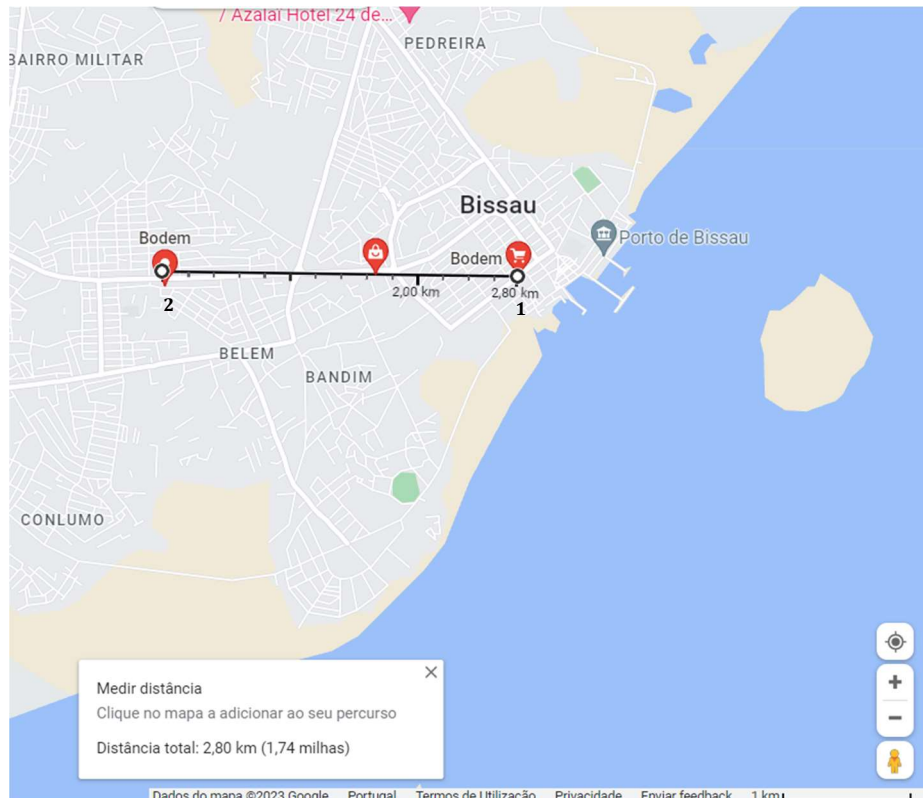


Figura 4 - Ligação das duas lojas geograficamente

Com isso pretende-se usar uma tecnologia sem pagar que é o Wi-Fi

Um debito binário de mínimo 20bit/s

3.1.1 Planeamento da Interligação Sem Fios

1. Escolha das Antenas Yagi

As antenas Yagi são ideais para conexões de longa distância devido à sua alta direccionalidade e ganho. Para uma distância de aproximadamente 3 km, são precisas antenas Yagi com um ganho suficiente para garantir uma boa receção e transmissão do sinal. Antenas com um ganho de 15 dBi ou superior são recomendadas para essa aplicação.

2. Equipamentos Necessários

Antenas Yagi: Duas unidades, uma para cada ponto (loja).

Router Wi-Fi de Alta Potência: Que suportem modos de operação ponto-a-ponto e tenham conectores para antenas externas.

Cabos Coaxiais de Baixa Perda: Para conectar as antenas aos routers.

Pontos de Montagem: Torres ou mastros para instalar as antenas Yagi em altura suficiente para uma linha de vista desobstruída.

Proteção contra Sobretensão: Dispositivos para proteger os equipamentos de descargas elétricas e picos de tensão.

3. Configuração da Linha de Vista (LOS)

Para garantir a linha de vista (LOS), é necessário que o caminho entre as duas antenas esteja livre de obstruções como árvores, prédios e colinas. A elevação das antenas deve ser suficiente para superar quaisquer obstáculos no caminho. A altura recomendada pode variar, mas geralmente entre 10 a 15 metros de altura pode ser necessário, dependendo da topografia local, neste caso 25 metros de altura.

4. Cálculo do Link Budget

O cálculo do link budget ajuda a garantir que o sinal transmitido seja forte o suficiente ao chegar ao destino. O link budget é dado por:

$$LB = P_t + G_t + G_r - L_p \quad (1)$$

onde:

- L_B é o Link Budget
- P_t é a Potência de Transmissão
- G_t é o Ganho da Antena Transmissora
- G_r é o Ganho da Antena Recetora
- L_p é a Perda no Caminho

Para 3 km, a perda no caminho num ambiente sem grandes interferências é aproximadamente 112 dB para Wi-Fi na banda de 2,4 GHz.

Como a antena foi construída por mim e não foi possível medir seu ganho devido à falta de material, não conseguimos calcular o link budget.

Configuração dos Equipamentos

Os routers foram configurados para o modo bridge ou ponto-a-ponto, e as configurações de canal ajustadas para minimizar a interferência.

Foram utilizadas ferramentas de alinhamento para garantir que as antenas estejam apontadas diretamente uma para a outra. Um alinhamento preciso é crucial para maximizar a eficiência do link.

5. Considerações Finais

A implementação de uma rede Wi-Fi ponto-a-ponto com antenas Yagi para uma distância de 3 km é viável e pode fornecer o débito binário necessário se corretamente planejada e executada. Para garantir uma conexão estável e eficiente deve considerar todos os fatores ambientais e técnicos.

3.2 Simulações

3.2.1 Radio Mobile

O software Radio Mobile (Figura 5) tem copyright de Roger Coudé VE2DBE. O Radio Mobile é um software de modelação de propagação de rádio que permite simular comunicações entre dois pontos, levando em consideração uma variedade de fatores que afetam a propagação do sinal de rádio, como topografia, obstáculos, tipo de antena e características do terreno. Essas simulações são úteis para planejar e otimizar redes de comunicação sem fio, incluindo redes Wi-Fi, redes celulares, sistemas de comunicação de emergência e muito mais.

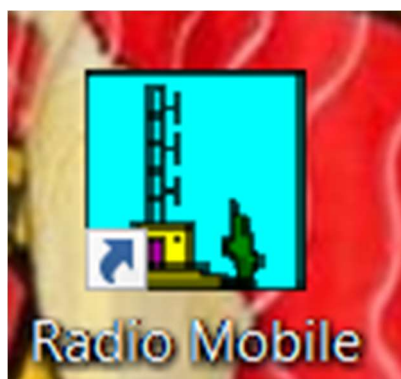


Figura 5 - Radio mobile

Aqui está uma visão geral de como o Radio Mobile funciona:

- **Recolha de Dados:** Antes de iniciar uma simulação, é necessário fornecer informações sobre os dois pontos de comunicação, como as regiões geográficas (latitude e longitude) e as características das antenas que serão usadas (como ganho e altura de montagem).
- **Modelação do Terreno:** O Radio Mobile utiliza dados de elevação do terreno (geralmente disponíveis em formatos digitais, como arquivos DEM - Digital Elevation Model) para modelar a topografia entre os dois pontos de comunicação. Isso é crucial, pois a topografia afeta significativamente a propagação do sinal de rádio.
- **Definição de Parâmetros:** Especifica vários parâmetros que podem ser experimentados na simulação, como frequência de operação, potência de transmissão, características das antenas, margens de interferência e outros fatores relevantes para o sistema de comunicação em questão.

- **Análise de Propagação:** Com base nas informações fornecidas, o Radio Mobile calcula a perda de percurso do sinal entre os dois pontos de comunicação, levando em consideração a atenuação causada pela propagação através do terreno, refração atmosférica e outros efeitos de propagação.
- **Visualização dos Resultados:** O software apresenta os resultados da simulação de forma visual, geralmente em forma de mapas de cobertura que mostram a intensidade do sinal em diferentes áreas entre os pontos de comunicação. Isso permite identificar áreas com cobertura fracas ou potenciais problemas de interferência.
- **Análise e Otimização:** Com base nos resultados da simulação, pode fazer configurações nas configurações do sistema, como a localização das antenas, para otimizar a cobertura e a qualidade da comunicação entre os dois pontos.

Em resumo, o Radio Mobile é uma ferramenta de software poderosa e gratuita destinada ao uso de rádio Amador, simular e otimizar comunicações de rádio entre dois pontos, levando em consideração uma variedade de fatores que afetam a propagação do sinal da área de planeamento de cobertura de rádio frequência (RF), utilizado frequentemente para a simulação de cobertura de uma ERB (Estação Rádio Base), estação repetidora ou outra rede de rádio, esta opera na faixa de frequência de 20 MHz a 20 GHz. Para realizar a previsão de cobertura, o Radio Mobile implementa diversos parâmetros referentes a propagação de ondas de rádio como modelo de propagação ITM (Irregular Terrain Model), reflexão, difração, dispersão de ondas de rádio, potência de transmissão, tipo de antena, entre outros. Apesar da ferramenta proporcionar previsão de área de cobertura, não é possível gerar a percentagem da área coberta. É amplamente utilizado por engenheiros de telecomunicações, gestores de redes e operadores de sistemas de comunicação para projetar e otimizar redes sem fio em uma variedade de cenários e ambientes.

Porém o Radio Mobile é capaz de gerar um arquivo raster com informações referentes a previsão de cobertura realizada.

A Figura 6 é a janela de configuração da barra de ferramentas do Radio Mobile. Aqui o utilizador pode mostrar ou ocultar os botões da barra de ferramentas e personalizar as funções que mais usa.



Figura 6 - Barra de Ferramenta

3.2.2 Simulação com software Radio Mobile

1. Instalação do Radio Mobile

Download: O Radio Mobile foi baixado do site oficial (<http://www.ve2dbe.com/english1.html>).

Instalação: As instruções de instalação fornecidas no site foram seguidas.

2. Configuração Inicial

Inicie o Radio Mobile O software foi iniciado após a instalação.

Configuração do Projeto: Aceder a File > New Project para criar um novo projeto.

Nome do Projeto: O projeto foi nomeado "Interligação Lojas Guiné-Bissau".

3. Importação de Mapas

Mapas Topográficos: Mapas topográficos da Guiné-Bissau foram importados usando fontes como SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). No Radio Mobile, foi acedido Map > Download SRTM para baixar os mapas de elevação como mostra a Figura 7.

Definir Área de Estudo: A área específica onde as lojas estão localizadas foi configurada, utilizando as coordenadas geográficas obtidas anteriormente

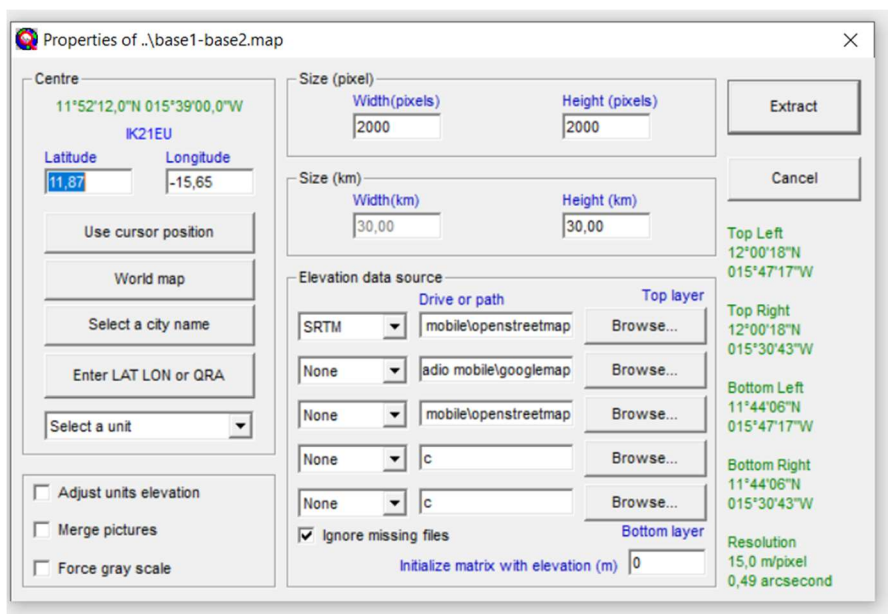


Figura 7 - Importação das Mapas

4. Definir as Estações (Lojas)

Adicionar Estações: Foi acedido Network > New Site para adicionar uma nova estação (loja), Base 1 é Loja 1 e Base 2 é a Loja 2.

Nome: A estação foi nomeada, por exemplo, "Base 1".

Coordenadas: As coordenadas exatas da loja A foram inseridas (Latitude: 11.865, Longitude: -15.598).

Altura da Antena: A altura da antena foi configurada conforme sua altura.

Adicionar a Segunda Estação: O processo foi repetido para a segunda loja (Base 2) com as coordenadas (Latitude: 11.879, Longitude: -15.612).

5. Configuração das Antenas

Antena Yagi: Foi acedido Antenna para configurar os parâmetros da antena Yagi.

Tipo de Antena: "Yagi" foi escolhido na lista de antenas.

Ganho: O ganho da antena foi configurado.

Azimute e Elevação: O azimute e a elevação foram configurados para garantir que as antenas estejam apontadas uma para a outra.

6. Configuração dos Transmissores e Recetores

Configuração do Transmissor: Foi acedido Transmitter para configurar os parâmetros do transmissor.

Potência de Transmissão: A potência de transmissão foi definida.

Frequência: A frequência de operação foi definida.

Configuração do Recetor: A sensibilidade do recetor foi configurada conforme especificado no router Wi-Fi.

7. Simulação do Link

Criação do Link: Foi acedido Network > Create Link para criar um link entre as duas estações.

Link Name: O link foi nomeado, por "Base 1 – Base 2".

Parâmetros do Link: Os parâmetros do link foram configurados, incluindo o tipo de modulação, margem de desvanecimento, etc.

8. Análise do Link

Análise de Linha de Visada: Foi acedido Link > LOS Profile para verificar a linha de visada entre as duas lojas. O perfil de elevação mostrará quaisquer obstruções no caminho.

Cálculo do Link Budget: O link budget foi calculado automaticamente pelo Radio Mobile com base nas configurações fornecidas.

Relatório de Desempenho: O relatório de desempenho foi verificado para assegurar que o débito binário mínimo de 20 Mbps pode ser alcançado. Os parâmetros foram ajustados se necessário.

9. Ajustes Finais e Salvar Projeto

Ajustes Finais: Ajustes finos na direção da antena, potência de transmissão e altura da antena foram feitos, se necessário.

Salvar Projeto: O projeto foi salvo para futuras referências e ajustes.

Conclusão

O Radio Mobile oferece uma plataforma robusta para planejar e simular interligações sem fios utilizando antenas Yagi. Ao seguir esses passos, consegui configurar e otimizar uma conexão de 3 km entre duas lojas na Guiné-Bissau, garantindo um débito binário mínimo de 20 Mbps. Esta abordagem permitiu uma análise detalhada do perfil de elevação, link budget e linha de visada, assegurando uma implementação bem-sucedida.

3.2.3 Cenário 1

A simulação foi realizada com pior cenário de frequências de 2.4 GHz, nisso com as alturas de antena de ambas base1 e base2 de 5m, 5m respetivamente.

Nos parâmetros da rede base1-base2 com frequência de 2.4 GHz, a frequência máxima e mínima é de 2.4 GHz. Na polarização vertical.

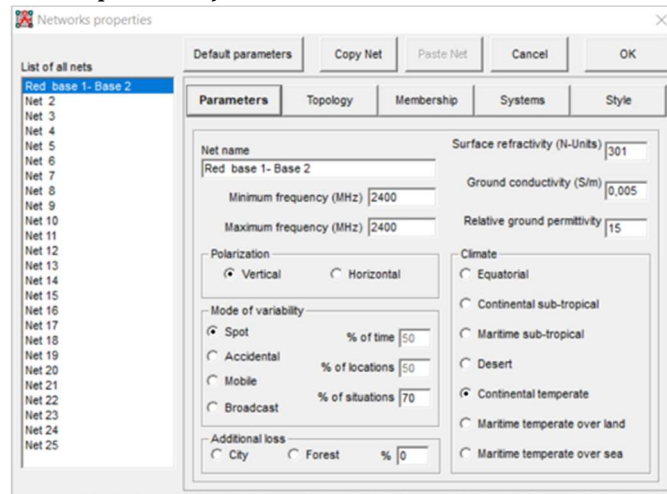


Figura 8 - Parâmetros da rede base1-base2

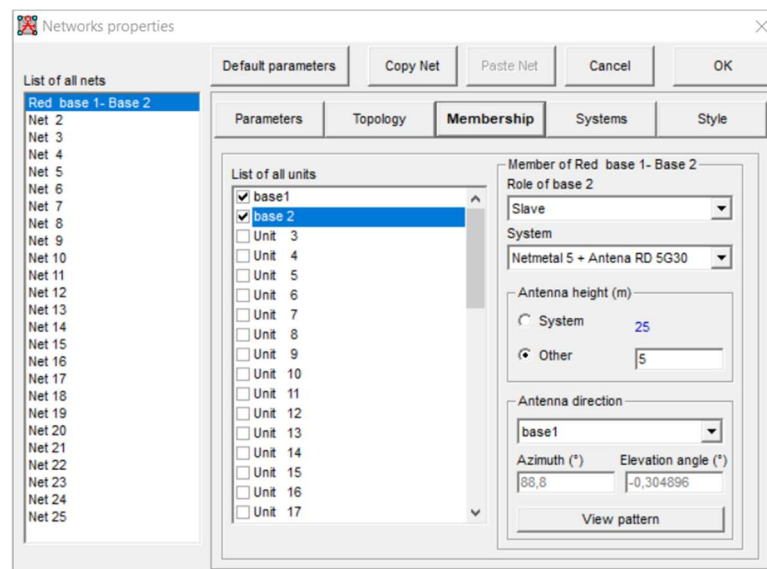


Figura 9 - Membership da rede base1-base2

A altura da Base 1 e Base 2 é de 5m, 5m respetivamente, o que afeta a propagação do sinal devido à linha de visão e à presença de obstáculos entre as bases.

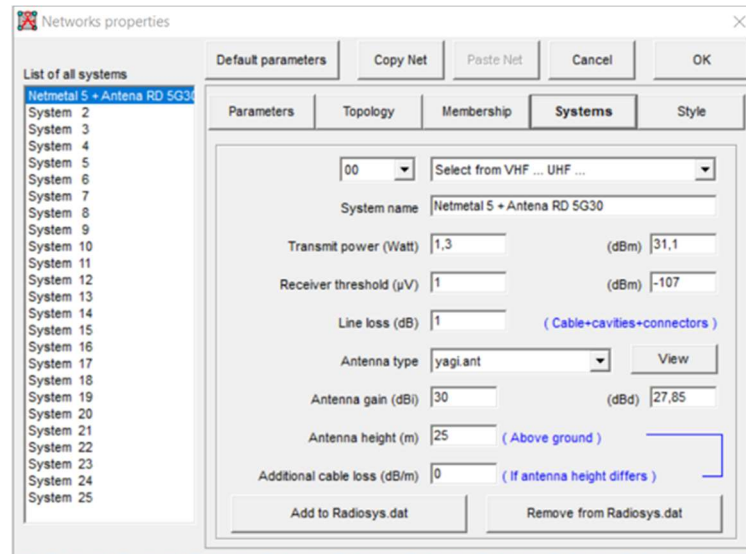


Figura 10 - Systems da rede base1-base2

A base está transmitindo com uma potência de 31,1 dBm, o que é relativamente alto e deve fornecer uma boa cobertura, especialmente considerando o ganho da antena. A sensibilidade do recetor da base é de -107 dBm, o que indica o nível mínimo de potência de sinal necessário para manter uma comunicação confiável.

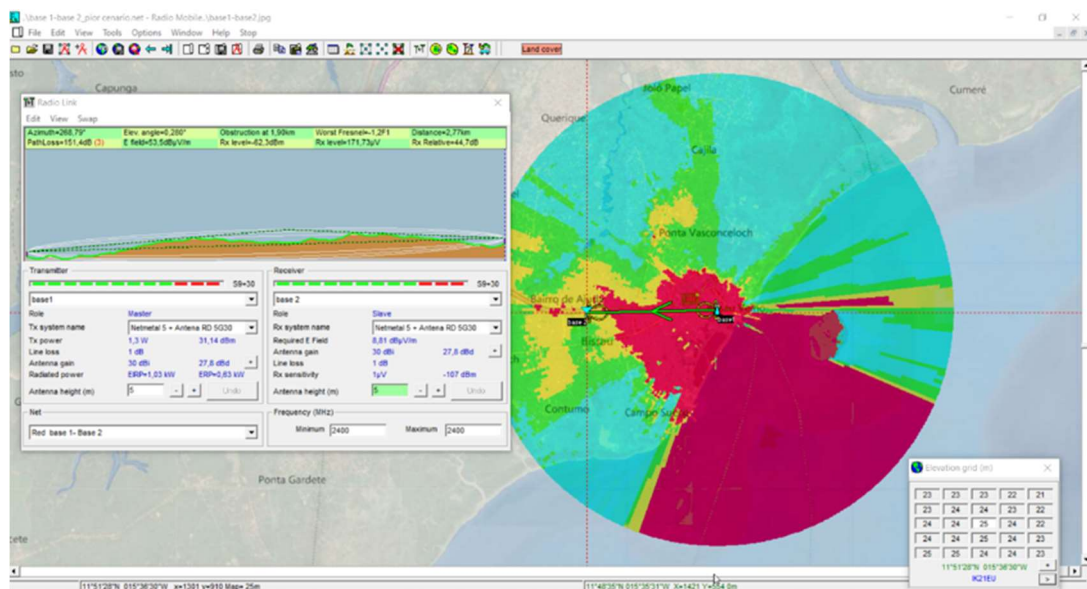


Figura 11 - Resultados da simulação do cenário 1

Resultados da Simulação

A análise dos resultados da simulação indica que:

Obstrução na Linha de Vista: A linha de visão entre Base1 e Base2 apresenta uma obstrução significativa em 1,90 km, o que impede a propagação direta do sinal.

Perda de Dados: Devido à obstrução, há uma perda significativa de dados, prejudicando a comunicação e reduzindo a eficiência da transmissão.

Impacto da Obstrução: A presença de obstáculos entre as bases afeta severamente a propagação do sinal, mesmo com a potência de transmissão elevada e o alto ganho das antenas.

Nota do cenário 1: Simulação realizada com a frequência de 2.4 GHz revelou que, com as alturas das antenas de 5 metros em ambas as bases (Base1 e Base2), a LOS entre as duas bases tem uma obstrução significativa em 1,90 km do total de 3 km como mostra a Figura 11. Este nível de obstrução resulta em consideráveis perdas de dados devido à interferência e ao bloqueio do sinal, isso compromete a comunicação confiável entre as duas bases.

3.2.4 Cenário 2

A simulação foi realizada com pior cenário de frequências de 5 GHz, nisto com as alturas da antena de ambas as base1 e base2 com 5m respetivamente.

Nos parâmetros da rede base1-base2 com frequência de 5 GHz, a frequência máxima e mínima é de 5 GHz, na polarização vertical, tipo de clima é continental

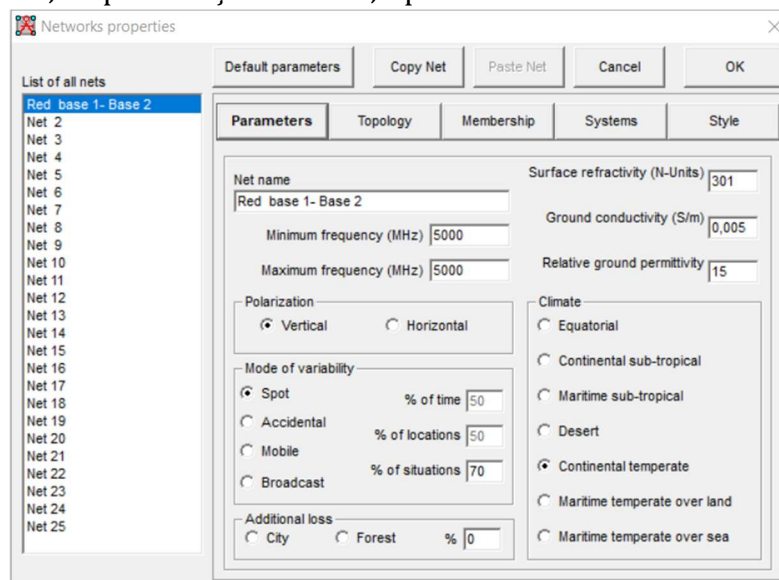


Figura 12 - Parâmetros da rede base1-base2 Cenário 2

As alturas das antenas de base1 e base2 é de 5m

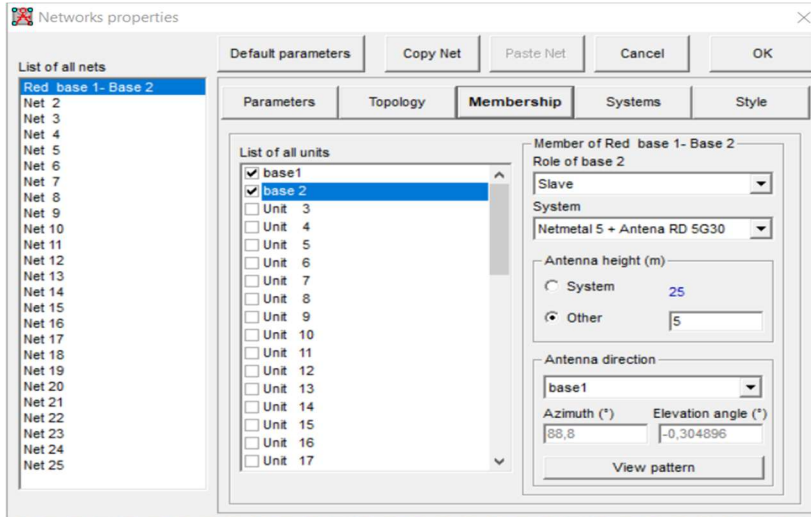


Figura 13 - Membership da rede base1-base2 Cenário 2

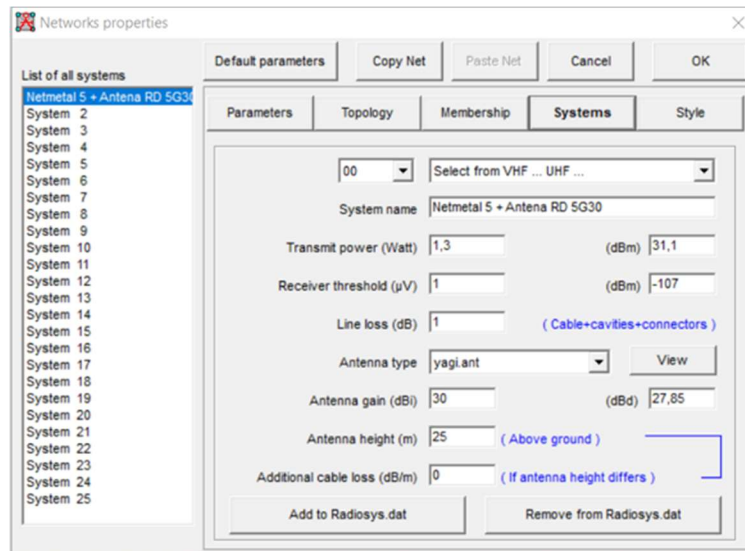


Figura 14 -Systems da rede base1-base2 Cenário 2

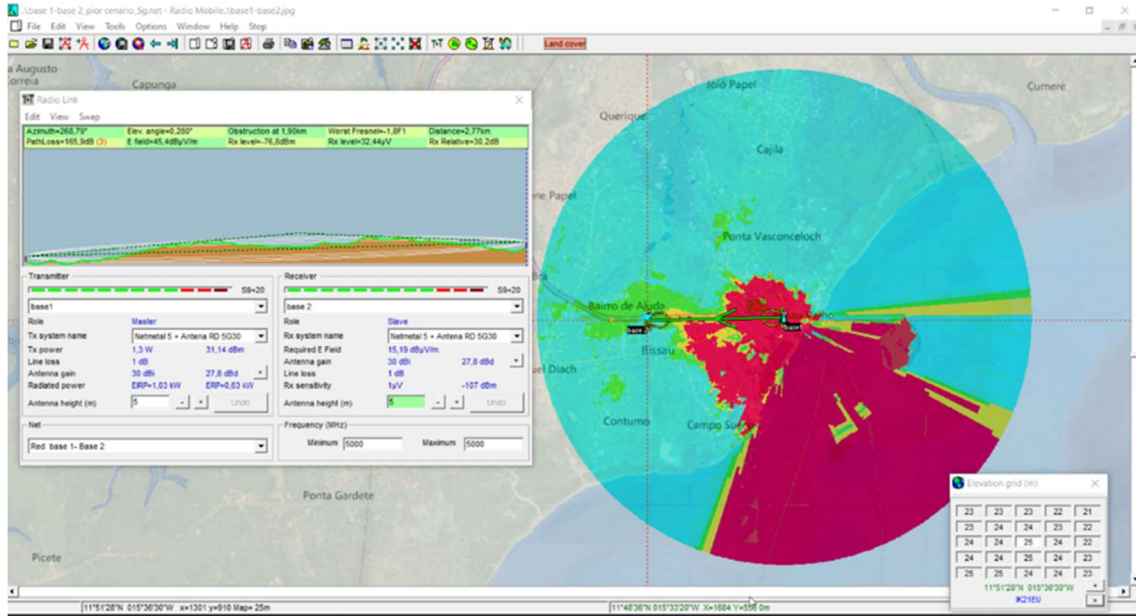


Figura 15 - Resultados da simulação do cenário 2

Nota do cenário 2: Com a base no resultado da Figura 15 do cenário 2, conclui-se que a simulação de base1 para base2, a linha de vista tem uma obstrução de 1.90km, com esse nível de obstrução houve muita perda de informação de dados.

No entanto a conclusão que se chega do cenário 1 e cenário 2 é que com a obstrução de 1.90Km, há muita perda de informação, por isso é o pior cenário para 2.4 GHz e 5 GHz

3.2.5 Cenário 3

A simulação foi realizada com melhor cenário de frequências de 2.4 GHz, nisso com as alturas da antena base1 e base2 com 10m e 20m respetivamente.

Nos parâmetros da rede base1-base2 com frequência de 2.4 GHz, a frequência máxima e mínima é de 2.4 GHz, na polarização vertical, tipo de clima é continental

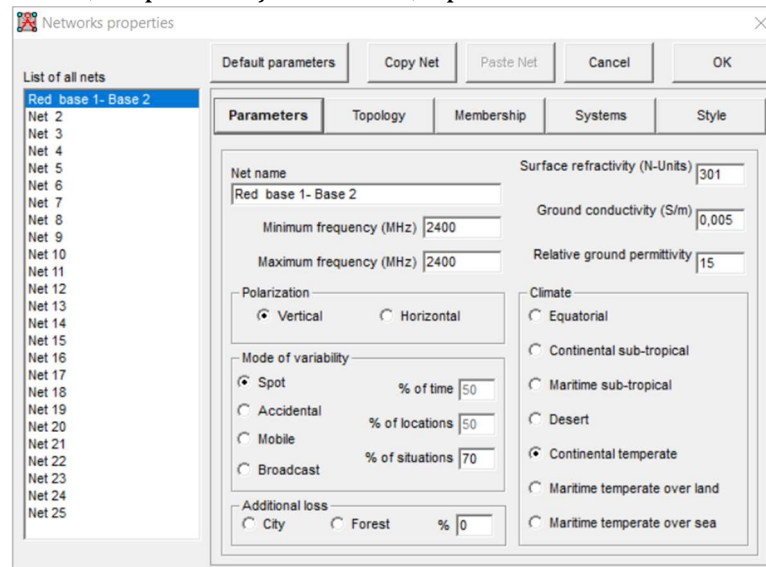


Figura 16 - Parâmetros da rede base1-base2 Cenário 3

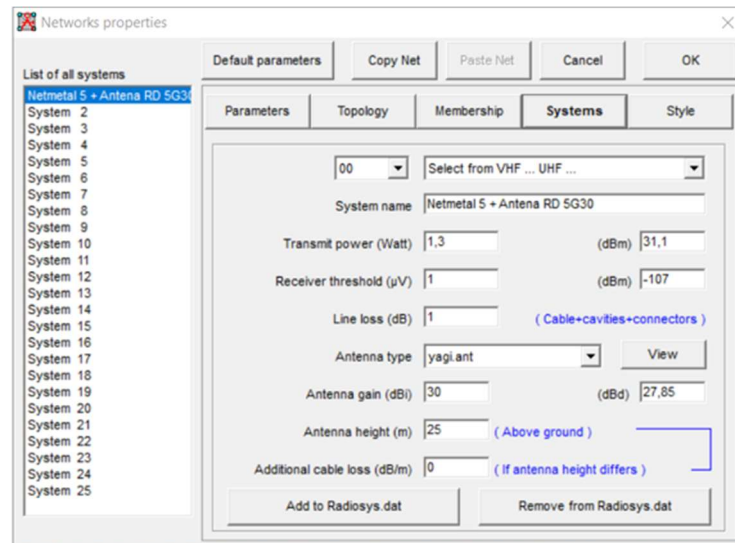


Figura 17 - Systems da rede base1-base2 do Cenário 3

As alturas das antenas de base1 e base2 é de 10m, 20m respetivamente

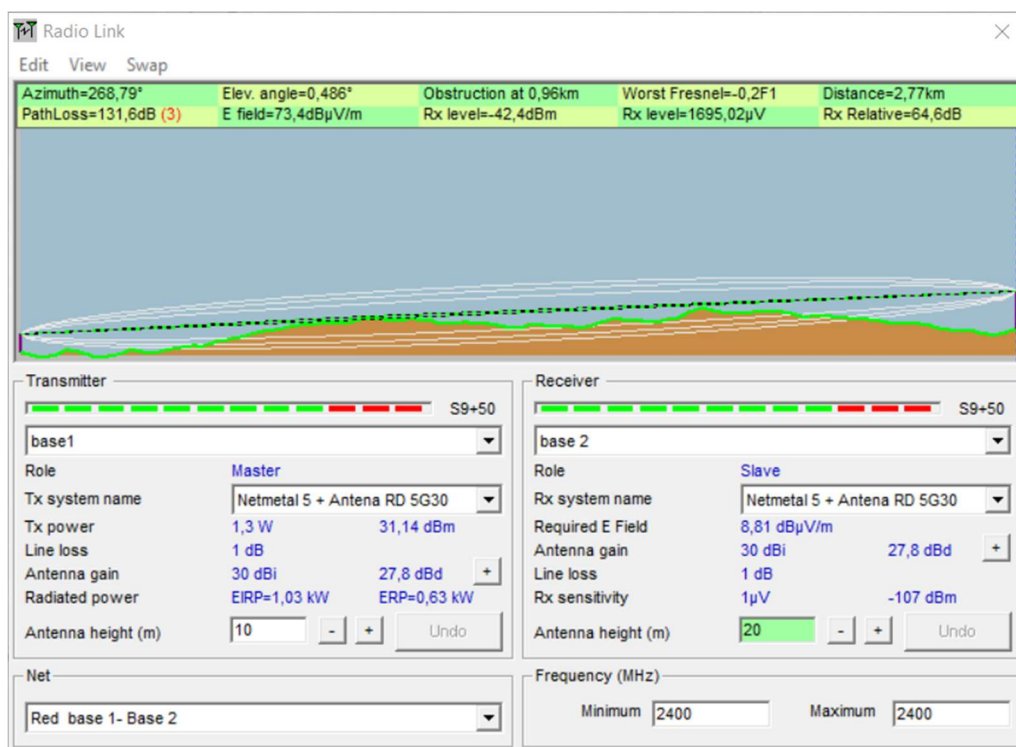


Figura 18 - Altura de antenas do cenário 3

No Cenário 3: A simulação foi realizada utilizando a frequência de 2.4 GHz com diferentes alturas de antenas para Base1 e Base2 para minimizar as obstruções na linha de visão. A Base1 foi configurada a uma altura de 10 metros e a Base2 a uma altura de 20 metros. Esta configuração visou melhorar a linha de vista e reduzir as perdas de sinal. Com Figura 18, nota-se que a linha de vista não é totalmente 100 %.

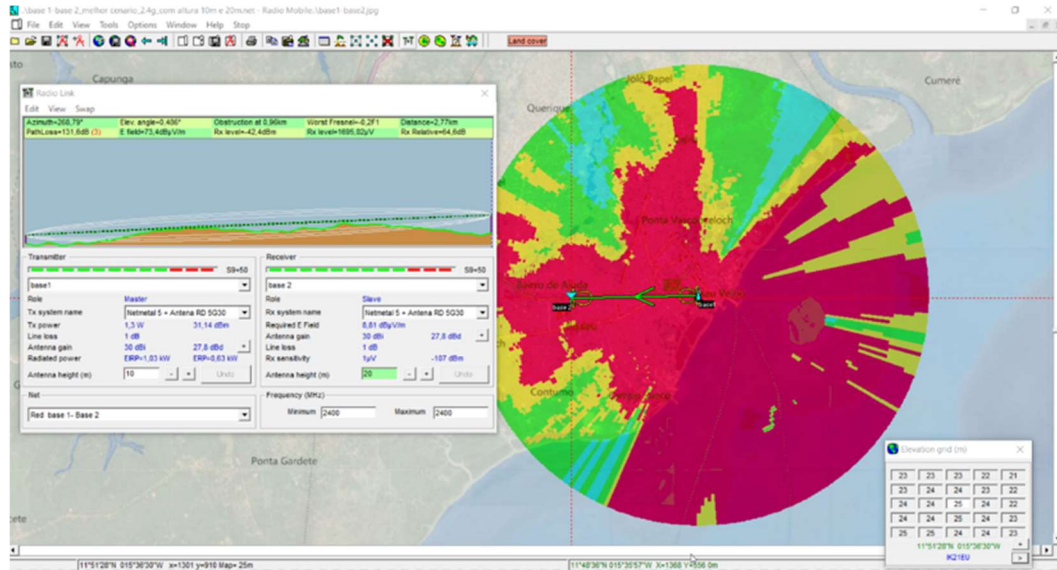


Figura 19 - Resultados da simulação do cenário 3

Nota do cenário 3: Com base nos resultados do Cenário 3, conclui-se que a obstrução de 0,96 km na linha de visão entre Base1 e Base2 significa que há um trecho de 0,96 km onde algo está bloqueando a visibilidade direta entre as duas bases como demonstra a Figura 19. Apesar dessa obstrução, a comunicação entre as bases ainda é eficaz e confiável, o que torna essa configuração viável para manter a conectividade necessária entre elas.

3.2.6 Cenário 4

A simulação foi realizada com melhor cenário de frequências de 5 GHz, nisso com as alturas da base1 e base2 com 10m, 20m respetivamente. Nos parâmetros da rede base1-base2 com frequência de 5 GHz, a frequência máxima e mínima é de 5 GHz, na polarização vertical, tipo de clima é continental

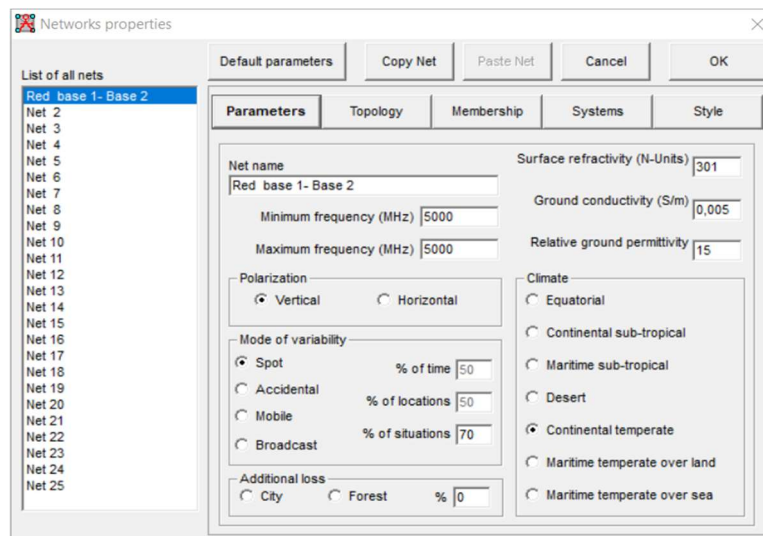


Figura 20 - Parâmetros da rede base1-base2 do Cenário 4

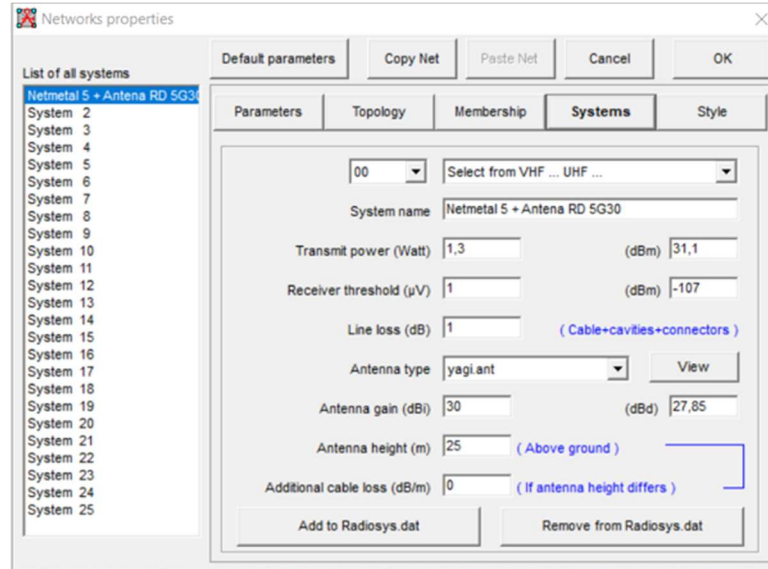


Figura 21 - Systems da rede base1-base2 do Cenário 4

As alturas das antenas de base1 e base2 é de 10m, 20m respetivamente

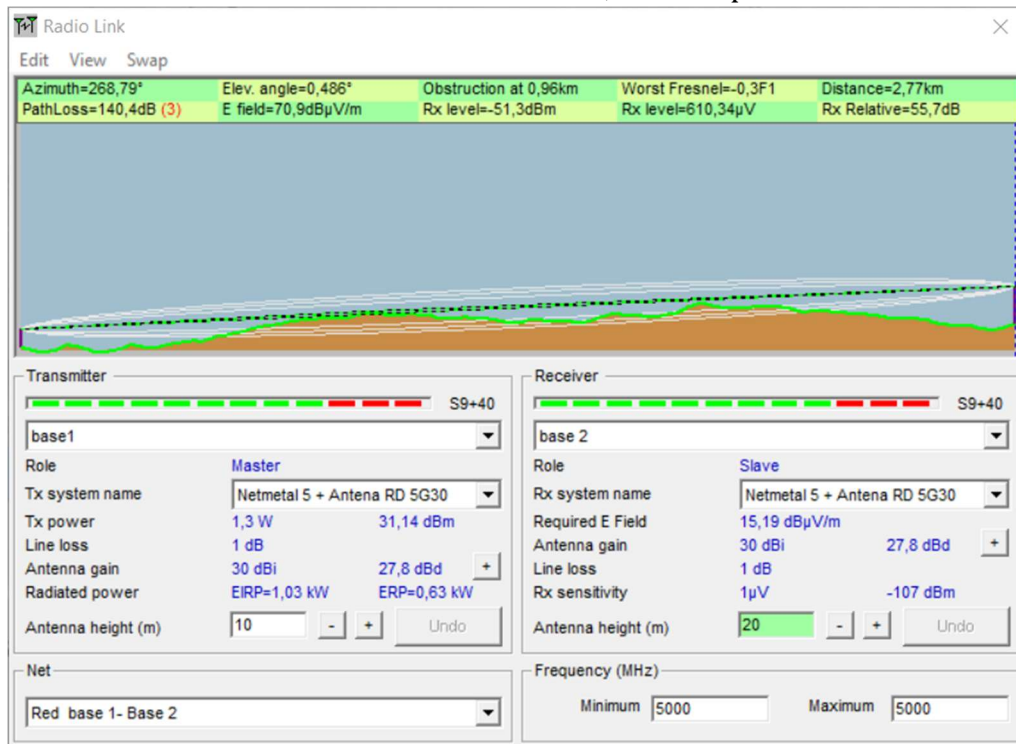


Figura 22 - Altura das antenas Cenário 4

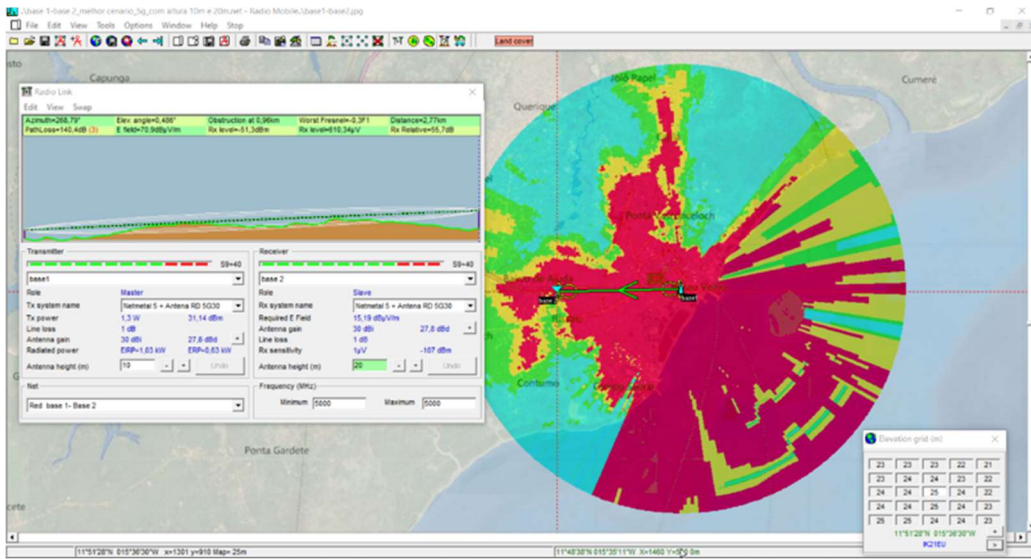


Figura 23 - Resultados da simulação do cenário 4

Nota do cenário 4: Com a base no resultado da Figura 23 do cenário 4, conclui-se que a simulação de base1 para base2, a linha de vista tem uma obstrução 0,96 km, com esse nível de obstrução houvera pouca perda de informação de dados.

No entanto a conclusão que se chega do cenário 3 e cenário 4 é que com a obstrução de 0.90 km, não há muita perda de informação, por isso é o melhor cenário para 2.4 GHz e 5 GHz, isso porque foi aumenta altura da antena para ter uma vista de linha mais clara e com pouca interferência.

3.2.7 Cenário 5

A simulação foi realizada com melhor cenário de frequências de 2.4 GHz á 5 GHz, nisso com as alturas da base1 e base2 com 25m, 25m respetivamente.

Nos parâmetros da rede base1-base2 a frequência máxima é de 5 GHz e mínima é de 5 GHz, na polarização vertical, tipo de clima é continental

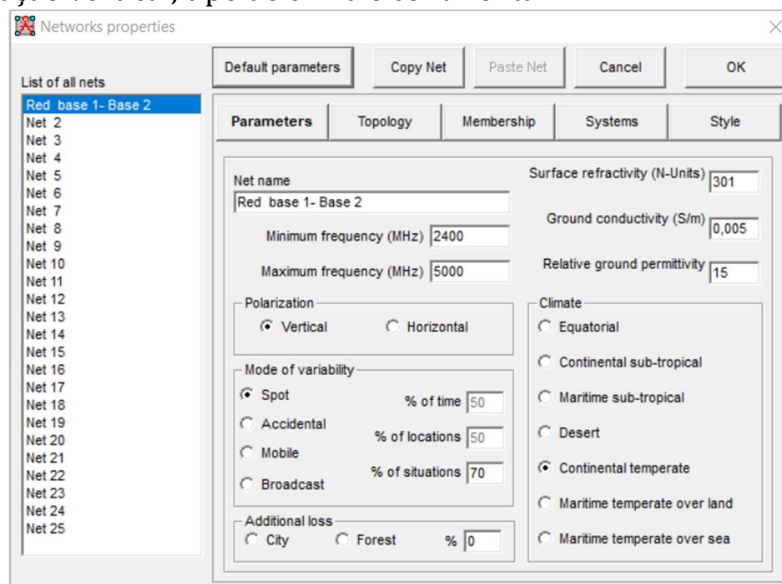


Figura 24 - Parâmetros da rede base1-base2 do Cenário 5

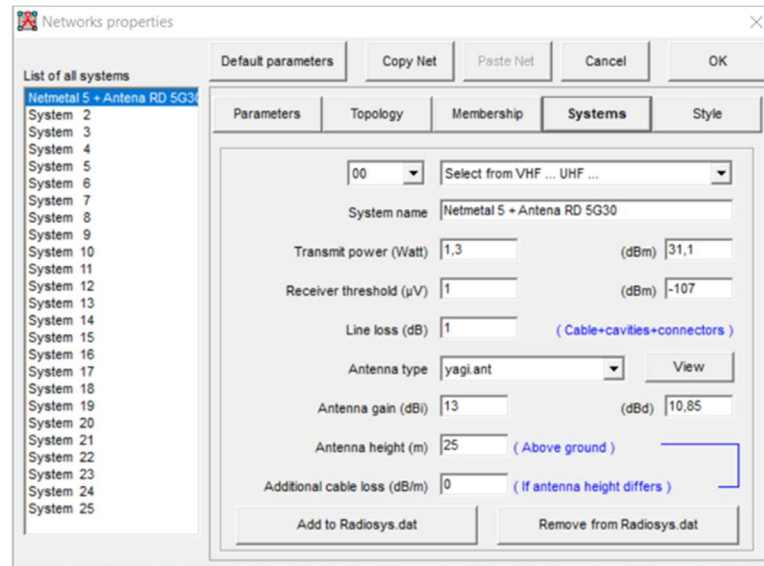


Figura 25 - Systems da rede base1-base2 do Cenário 5

As alturas das antenas de base1 e base2 é de 25 m, 25 m respetivamente

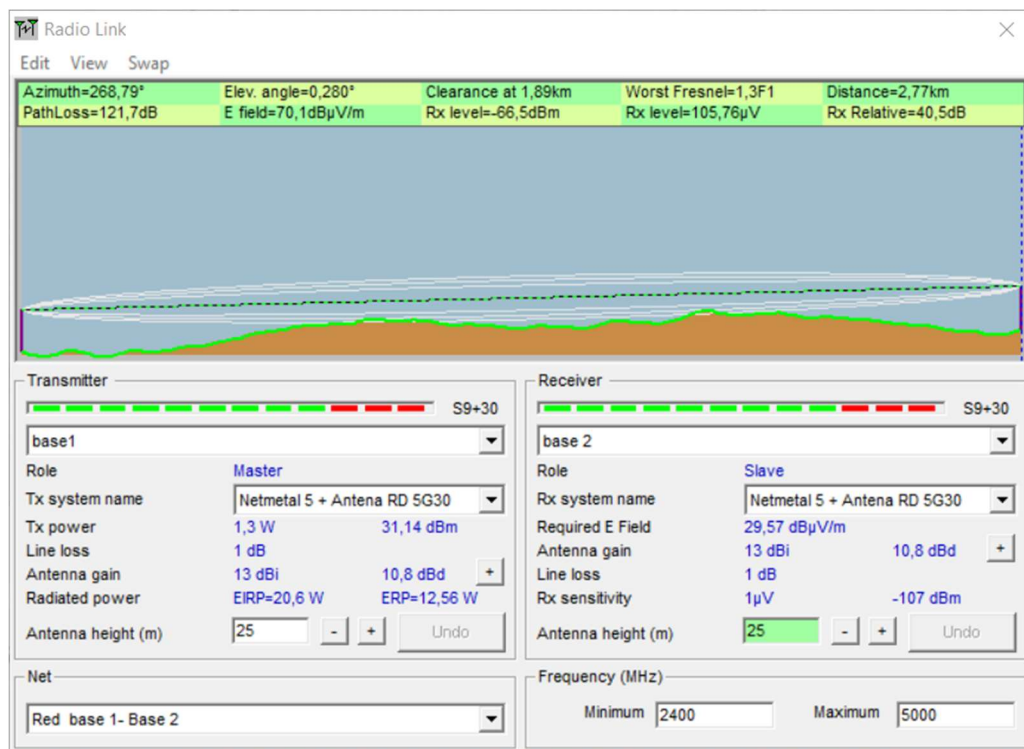


Figura 26 - Altura das antenas Cenário 5

Como Figura 27 repara-se que a vista é muito clara

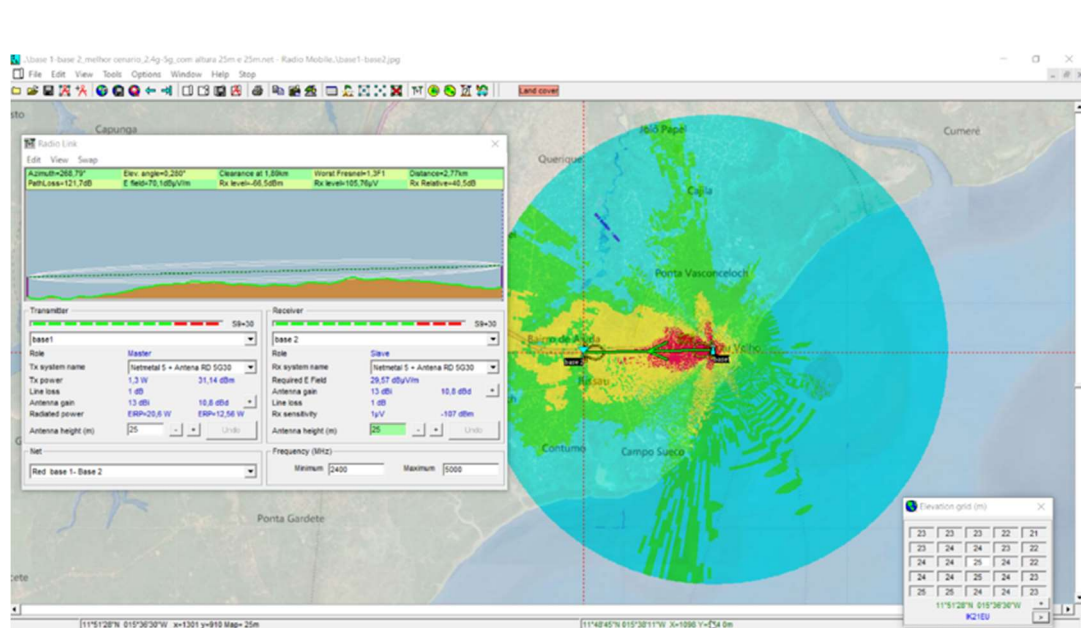


Figura 27 - Resultados da simulação do cenário 5

Nota do cenário 5: No Cenário 5, a simulação foi realizada utilizando a frequência de 2.4 GHz, com ambas as antenas (Base1 e Base2) configuradas a uma altura de 25 metros. Esta altura elevada das antenas visou garantir uma linha de visada clara, eliminando qualquer obstrução potencial entre as duas bases.

Resultados da Simulação no Cenário 5

A análise dos resultados da simulação indica que:

Linha de Visada: A linha de visão entre Base1 e Base2 é clara e não possui nenhuma obstrução ao longo dos 3 km de distância.

Perda de Dados: Devido à ausência de obstruções, a perda de dados é mínima ou inexistente, resultando em uma comunicação extremamente estável e eficiente.

Qualidade do Sinal: A qualidade do sinal é mantida em um nível ótimo, permitindo a transmissão de dados de forma confiável e atingindo o débito binário mínimo de 20 Mbps.

Conclusão:

Com base nos resultados do Cenário 5, conclui-se que a linha de visada clara entre Base1 e Base2, com antenas a 25 metros de altura, sem nenhuma obstrução, proporciona uma comunicação confiável e eficiente. Esta configuração é ideal para manter a integridade do sinal e minimizar as perdas de dados, garantindo que o débito binário mínimo de 20 Mbps seja facilmente atingido.

Conclusão Final

O Cenário 5 demonstra uma configuração ideal para interligação sem fios entre Base1 e Base2, com ambas as antenas a 25 metros de altura, eliminando qualquer obstrução

na linha de visada. Esta configuração garante uma comunicação confiável e eficiente, atingindo o débito binário mínimo de 20 Mbps, com frequência de 2.4 GHz á 5 GHz

3.3 Construção das Antenas Yagi Uda

A antena Yagi é um tipo popular de antena direcional utilizada em diversas aplicações, incluindo comunicações sem fio, como redes Wi-Fi. É composta por um elemento ativo central, chamado de dipolo, que é responsável pela transmissão e recepção do sinal, além de elementos diretores e um refletor que direcionam e aumentam a eficiência da antena.

Componentes da Antena Yagi:

- **Dipolo:** O dipolo é o elemento ativo da antena Yagi e é geralmente construído com um pedaço de fio ou haste metálica. Para a frequência de 2,4 GHz do Wi-Fi, o dipolo terá aproximadamente 6,25 cm de comprimento (meia onda).
- **Diretores:** Os diretores são elementos curtos posicionados à frente do dipolo. Eles aumentam a direccionalidade da antena, concentrando o sinal na direção desejada. No meu caso, a antena possui 8 diretores.
- **Refletor:** O refletor é um elemento mais longo posicionado atrás do dipolo. Ele reflete o sinal na direção do dipolo, aumentando assim a eficiência da antena. O refletor costuma ter um comprimento ligeiramente maior que o do dipolo.

3.3.1 Montagem da Antena:

Para montar a antena Yagi, posicionei os diretores e o refletor em distâncias específicas em relação ao dipolo, de acordo com o projeto da antena. Isso garante que a antena opere com eficiência na frequência desejada.

O software que foi usado para calcular as estruturas de antena Yagi-Uda é Calculadora Yagi por John Drew [3].

O Yagi Calculator (Figura 28) é um programa para Windows que também funciona bem no Linux, especificamente no Ubuntu 8.10, utilizado para calcular as dimensões de uma antena Yagi de estilo DL6WU. As antenas Yagi longas são comumente utilizadas desde a banda amadora de 144MHz até a banda de 2,4GHz. O modelo DL6WU é altamente valorizado por sua facilidade de construção, resultados consistentes, ampla largura de banda e padrão de radiação eficaz [3].

O modelo DL6WU, criado por Günter Hoch (DL6WU), é um design de antena Yagi otimizado para garantir alto desempenho, mesmo em comprimentos maiores. Este design é conhecido por proporcionar uma construção relativamente simples, mantendo resultados precisos e repetíveis, além de oferecer uma boa largura de banda e um padrão de radiação útil para diversas aplicações [3].

Cálculo da Impedância:

O cálculo da impedância da antena Yagi pode ser um pouco complexo e geralmente envolve simulações e medições práticas. Para a frequência de 2,4 GHz, a impedância típica de uma antena Yagi para Wi-Fi geralmente é próxima de 50 Ohms, que é a impedância padrão para a maioria dos dispositivos Wi-Fi.

Para garantir uma correspondência de impedância adequada entre a antena e o dispositivo Wi-Fi, é preciso ajustar o comprimento do dipolo e possivelmente a distância entre os elementos da antena.

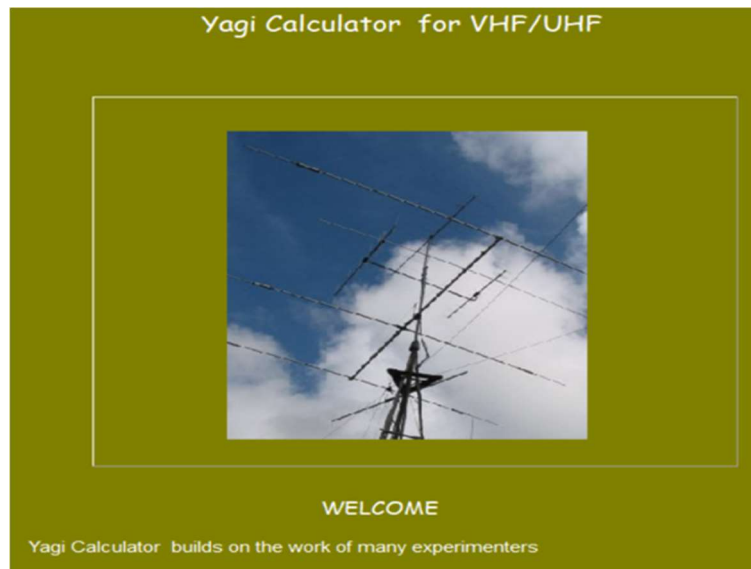


Figura 28 - Calculador Yagi

No simulador de Radio Mobile, definimos qual era o ganho que necessitamos na antena, foi isso a base de trabalho para esse ponto. Na construção de antena Yagi-Uda, quanto mais diretores mais ganho temos. Então temos que constituir a antena na base disso.

A nível de construção de antena, os parâmetros da antena, como comprimentos e a distância de diretores, refletores e radiadores foram calculados pelo Calculador Yagi.

A frequência usada é de 2,4 GHz, comprimento da onda 125 mm.

Frequência de projeto Yagi = 24GHz

Comprimento de onda = 125mm

Elementos parasitas em contato com uma lança metálica de seção redonda com 16 mm de diâmetro.

Dipolo dobrado montado da mesma forma que diretores e refletor

Diâmetro do diretor/refletor = 4 mm

Diâmetro do radiador = 4 mm

REFLETOR

10,6 mm de comprimento na posição da lança = 30 mm (IT = 24,5 mm)

RADIADOR

Dipolo dobrado de 62,8 mm ponta a ponta, espaçado 25,0 mm do refletor na posição da lança 55,0 mm (IT = 23,5 mm)

DIRETORES

Tabela 1 - Dados de construção de antena

Diretor	Comprimento (mm)	Espaçado (mm)	Posição no boom (mm)	IT (mm)	Ganho (dBd)	Ganho (dBi)
1	54,9	9,4	64,4	19,5	4,8	6,9
2	54,1	22,5	86,8	19,0	6,5	8,6
3	53,3	26,9	113,7	18,5	7,8	9,9
4	52,6	31,2	144,9	18,5	8,9	11,0
5	51,9	35,0	179,9	18,0	9,8	11,9
6	51,3	37,5	217,4	17,5	10,5	12,7
7	50,7	39,3	256,7	17,5	11,2	13,3
8	50,2	41,2	297,9	17,0	11,7	13,9

Esta tabela resume as propriedades dos diretores utilizados no projeto da antena Yagi.

COMENTÁRIOS:

A abreviatura "IT" significa "Inserir para", é a distância de construção da ponta do elemento até a borda da lança para montagem direta da lança.

Espaçamentos medidos de centro a centro do elemento anterior.

A tolerância para comprimentos de elemento é +/- 0 mm.

A posição da lança é o ponto de montagem de cada elemento medido a partir da parte traseira da lança e inclui o balanço de 30 mm. O comprimento total da lança é de 328 mm, incluindo duas saliências de 30 mm.

A largura de feixe estimada de 3dB do feixe é de 41 graus.

Um balun de meia onda 4:1 usa fator de velocidade 0,66 RG-58C (PE) e tem 41 mm de comprimento mais cabos

CONSTRUÇÃO DE DIPOLO DOBRADO (Figura 29)

As medições são feitas no interior das curvas

Comprimento do dipolo dobrado medido ponta a ponta = 63mm

Comprimento total da haste = 149 mm

Centro da haste=75mm

Distância BC=CD=19mm

Distância HI=GF=16mm

Distância HA=GE=36mm

Distância HB=GD=56mm

Distância HC=GC=75mm

Folga em HG=5mm

Diâmetro da curvatura BI=DF=25mm

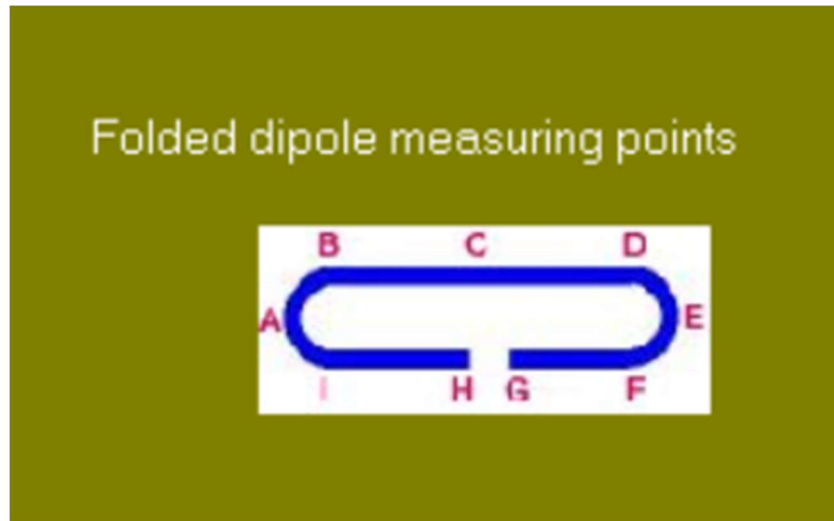


Figura 29 - Dipolo[3]

Uma antena que opera na frequência de Wi-Fi 2,4 GHz, o comprimento de onda(λ) é cerca de 12 cm, o dipolo de meia onda é 6 cm, para aumentar o alcance da rede Wi-Fi

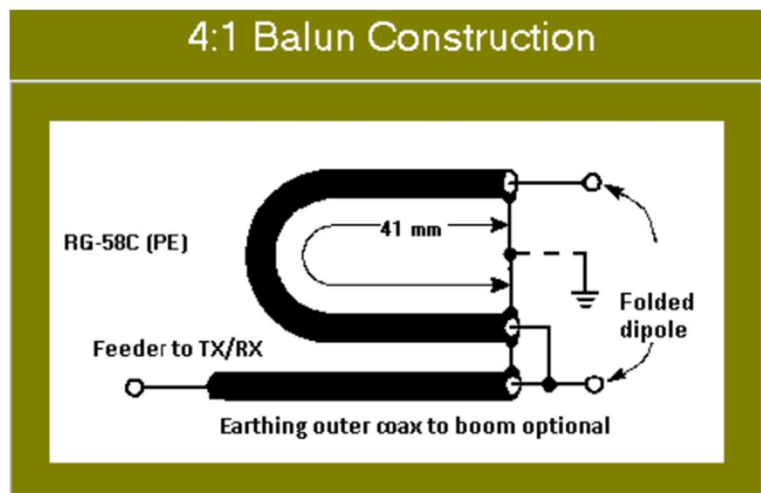


Figura 30 -Construção de Balun[3]

Um dipolo de meia onda tem uma impedância de $\approx 70 \Omega$. Quando dobramos o dipolo, quadruplicamos a impedância de antena sem interferir no resto.

Um balun (Figura 30) é um dispositivo usado em antenas Yagi para converter uma linha de transmissão balanceada em uma linha não balanceada, ou vice-versa. Sua principal função é:

- Correspondência de Impedância: Ajusta a impedância da antena (geralmente balanceada) com a do cabo coaxial (não balanceada), garantindo máxima transferência de potência.
- Redução de Interferência e Ruído: Minimiza a captação de ruído na linha de transmissão.
- Eliminação de Correntes de Modo Comum: Evita que correntes indesejadas fluam pelo cabo coaxial, melhorando o desempenho da antena.
- Melhoria do Padrão de Radiação: Mantém a simetria da antena, garantindo que opere de acordo com as especificações projetadas.

Em resumo, o balun é essencial para otimizar o desempenho das antenas Yagi, assegurando uma operação eficiente e sem interferências.

3.3.2 Materiais necessários para construção:

- 2-Barras plásticas de secção redonda.
- 2-Cabos coaxial de 50 Ω , este é totalmente diferente do utilizado nas TV que é de 75 Ω e oferece maior resistência.
- 1-Conector fêmea N;
- 2-Conectores macho BNC;
- 2-Tubo de alumínio (para depois ser cortado para fazer diretores, refletor e dipolo);

3.3.3 Descrição do processo de construção da antena

O processo de construção da antena está descrito em nos seguintes passos:

1. Cortar as barras plásticas de seção redonda com comprimento de 40mm.
2. Cortar também os diretores, refletor e dipolo, cada um com o seu próprio comprimento calculado pelo Calculadora Yagi
3. Posicionar cada elemento na barra plástica com a distância correta
4. Fixá-los com cola, para evitar que mexam, como se sabe a antena vai para rua e como vai entrar em contacto com vento, chuva e etc..., temos de evitar que saem do lugar

A Figura 31 mostra a antena construída de acordo com os passos anteriores indicados.

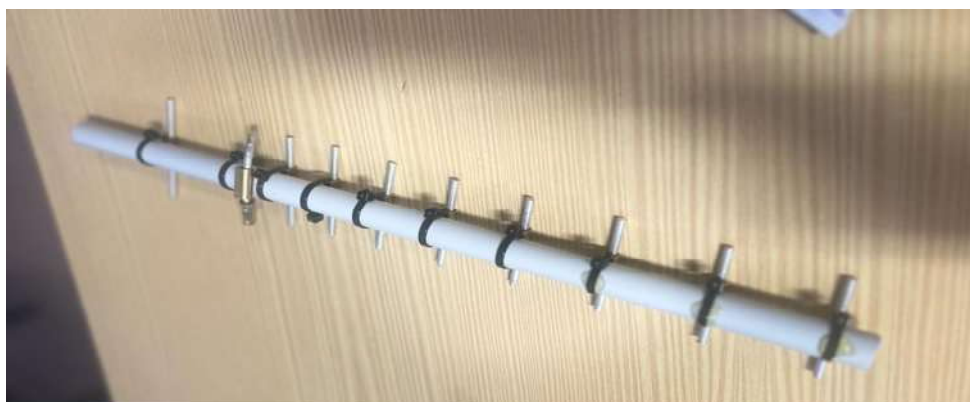


Figura 31 - Antena 1

Para montar um dipolo de meia onda na antena Yagi, estes são os passos:

1. Escolha do Material: Use um pedaço de cabo coaxial para construir o dipolo. O comprimento ideal para operação na frequência de 2,4 GHz é aproximadamente 6,25 cm, mais neste caso use 8 cm para deixar margens, mede 2 cm e descarna o cabo sem estragar, depois volta-se a medir 4.1 cm sem descarnar, logo em seguida descarnar o resto de cabo como mostra a Figura 32.

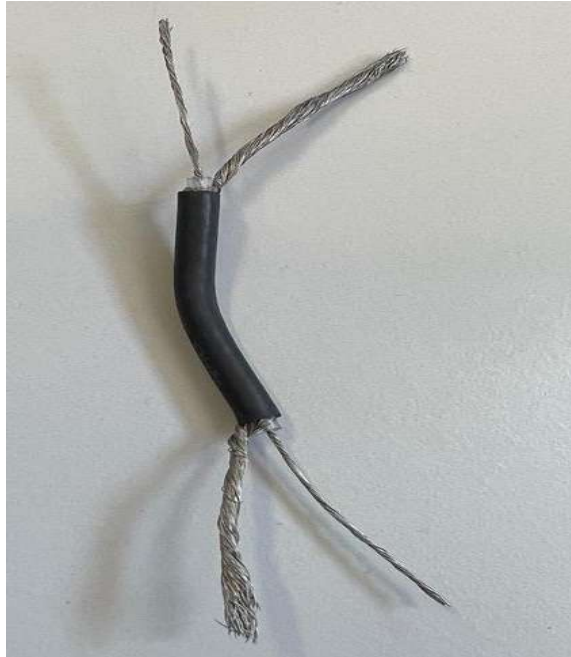


Figura 32 - Construção de Dipolo

2. Dobre o cabo: Dobre o cabo ao meio para formar um ângulo reto. Isso criará dois segmentos de cabo, cada um com cerca de 3,125 cm de comprimento.
3. Fixação: Prenda o ponto de dobragem do cabo num suporte ou isolador, garantindo que os dois segmentos do fio estejam esticados em direções opostas.
4. Posicionamento: Montar o dipolo na posição central da antena Yagi, com os dois segmentos do cabo estendidos horizontalmente.
5. Conexão: Conecte um dos extremos do dipolo ao cabo coaxial que será conectado ao transmissor ou recetor de Wi-Fi.
6. Ajuste: Se necessário, ajustar o comprimento do dipolo experimentalmente para otimizar o desempenho da antena, garantindo uma correspondência de impedância adequada e a melhor receção/transmissão de sinal.

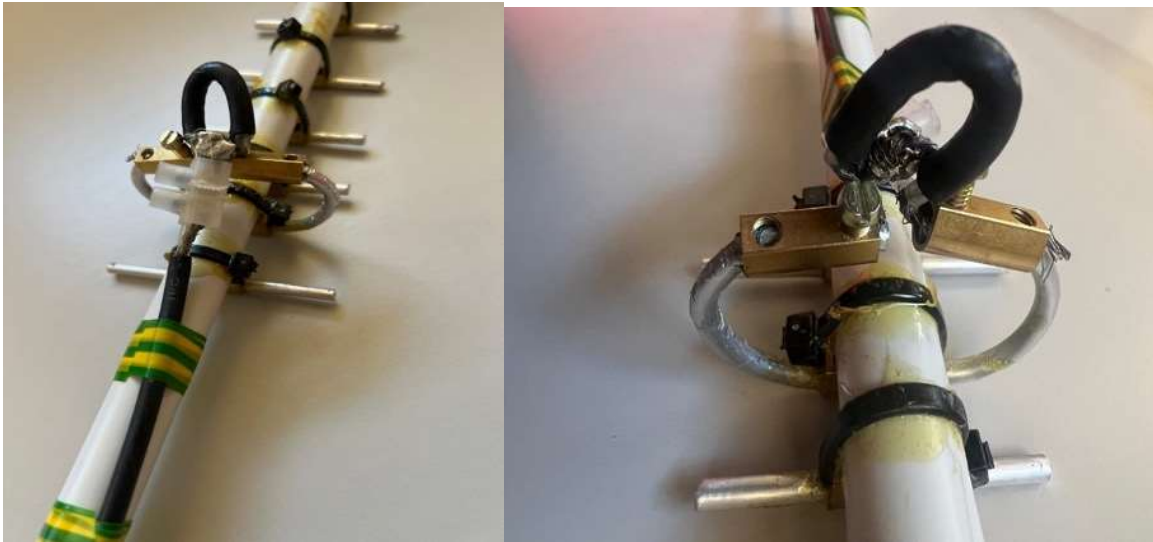


Figura 33 - Antena com dipolo

Ao seguir esses passos, estará montando um dipolo de meia onda como mostra a Figura 33 e 34, para a antena Yagi, adequado para operação na frequência de 2,4 GHz.



Figura 34 - Antena com tudo montado

3.4 Testes das Antenas Yagi Uda

3.4.1 1º Teste

O teste de antena foi feito com uma aplicação chamada Wi-Fi Sweet Spots(Figura 35), para testar o seu alcance e a qualidade do sinal que oferecem. O Wi-Fi Sweet Spots, pode ajudá-lo a conhecer melhor a sua rede sem fios e os melhores locais para a usar [4].



Figura 35 - Wi-FiSweetSpots

Os problemas que mais vezes atingem as redes sem fios estão relacionados com a intensidade do sinal de podemos encontrar em determinados locais e a velocidades que podemos obter.

Esta qualidade e velocidade estão diretamente relacionados entre si e podem, em determinados locais, mostrar que uma rede tem perdas de qualidades grandes.

É precisamente este problema que o Wi-Fi SweetSpots consegue detetar, dando ao utilizador uma visão mais detalhada e com dados concretos, dos pontos onde a sua rede tem uma qualidade inferior.

O Wi-Fi SweetSpots consegue testar as redes sem fios onde está ligado e medir a qualidade do sinal e também a velocidade dessa mesma rede, dando ao utilizador a capacidade de identificar os pontos onde esta é melhor ou pior.

Mas o Wi-Fi SweetSpots não testa a ligação para fora da rede, fazendo os seus testes de intensidade apenas internamente, garantindo assim uma intensidade mais real e garantindo que consegue também dar uma resposta aos serviços internos que podem oferecer, quer seja num nós ou entre máquinas.

A forma de usar o Wi-Fi SweetSpots é bastante simples e intuitiva. Em primeiro lugar está disponível para iOS e para Android, o que lhe garante uma ótima base de utilização.

Em segundo lugar, e na parte prática da utilização, basta que o liguem a uma rede sem fios e que lhe indiquem que deve começar a medir a velocidade. Após este passo o utilizador só precisa de se movimentar no espaço em que a rede sem fios está disponível, à medida que o Wi-Fi SweetSpots realiza os seus testes.

Um indicador auditivo ajuda o utilizador a perceber a qualidade da rede, permitindo que este marque os pontos onde esta tem melhor qualidade.

Podemos também marcar os pontos a evitar para se colocarmos ou instalarmos equipamentos que fazem uso da rede, bastando ligarmos o Wi-Fi SweetSpots e fazer os testes que precisamos.

O Wi-Fi SweetSpots não corrige problemas, mas identifica áreas que precisam de ver a cobertura aumentada, quer através de repetidores ou da instalação de novos pontos de

acesso. Podemos fazer uma radiografia a nossa rede com Wi-Fi SweetSpots e descobriremos os pontos que precisam de ser melhorados ou que devem simplesmente ser enviados.

Os resultados obtidos durante o teste de sinal Wi-Fi realizado no ambiente do bloco A, onde foi instalado um router na janela do gabinete do professor Rogério Dias. O objetivo do teste foi avaliar a cobertura e a qualidade do sinal Wi-Fi em diferentes distâncias.

Metodologia:

Para o teste, utilizamos um router com antena direcionada para o parque e um dispositivo móvel equipado com a aplicação Wi-Fi SweetSpots para medir o RSSI e a velocidade de conexão. O dispositivo foi conectado à rede Wi-Fi do router e foram realizadas medições em intervalos de distância pré-determinados.

Resultados:

Tabela 2 – Teste 1

Distância (m)	Velocidade de Download (Mbps)	RSSI (dBm)
10	5,2	-60
20	4,8	-62
30	4,5	-64
40	4,0	-66
50	3,6	-68
60	3,2	-70
70	2,8	-72
80	2,4	-74
90	2,0	-76
100	1,6	-78
110	1,2	-80
113,70	0,4	-82

A distância máxima alcançada durante o teste foi de 113,70 metros como mostra a Tabela 2, com uma velocidade de download de 0,4 Mbps. Observou-se que à medida que aumentava a distância do router, houve uma diminuição significativa na qualidade do sinal, refletida na redução da velocidade de conexão.

Discussão:

Os resultados indicam que a antena direcionada utilizada proporcionou uma cobertura considerável, atingindo distâncias substanciais antes de ocorrer uma degradação significativa na velocidade de conexão. No entanto, a velocidade de 0,4 Mbps obtida a 113,70 metros pode ser considerada insuficiente para aplicações que exigem maior largura de banda, como streaming de vídeo ou transferência de arquivos grandes.

Conclusão:

Com base nos resultados do teste, recomenda-se avaliar a possibilidade de ajustes na posição da antena do router ou considerar a instalação de repetidores Wi-Fi para melhorar a cobertura e garantir uma conectividade estável em áreas mais distantes.

Estudos adicionais podem ser necessários para otimizar a infraestrutura de rede e atender às necessidades de conectividade dos usuários no ambiente do bloco A.

3.4.2 2º Teste

O teste de antena foi feito com uma aplicação chamada Wi-Fi Analyzer (Figura 36), este pode ajudar a identificar problemas de Wi-Fi, encontrar o melhor canal ou o melhor lugar para router/ponto de acesso, transformando PC/laptop, tablet ou dispositivo móvel em um analisador para rede sem fio.

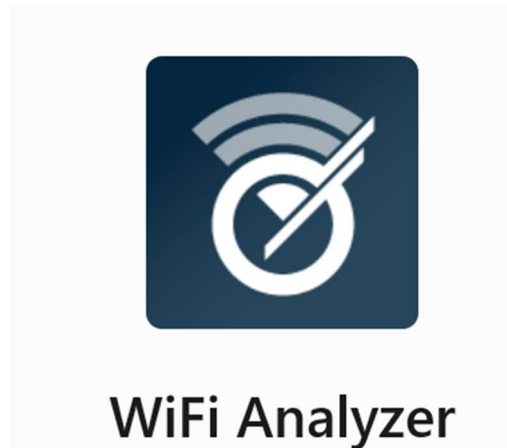


Figura 36 - Wi-Fi Analyzer [5]

A aplicação Wi-Fi Analyzer é uma ferramenta popular utilizada para analisar e otimizar redes sem fio. Disponível para dispositivos Android, o Wi-Fi Analyzer permite visualizar informações detalhadas sobre redes Wi-Fi ao seu redor, incluindo intensidade do sinal, canais de frequência utilizados, interferências e outros dados relevantes. Aqui estão algumas das principais funcionalidades e usos do Wi-Fi Analyzer:

- **Análise de redes Wi-Fi:** O Wi-Fi Analyzer exibe uma lista das redes Wi-Fi disponíveis na área, juntamente com informações como o nome da rede (SSID), intensidade do sinal (RSSI), canal de frequência e segurança (por exemplo, se a rede é protegida por senha ou não).
- **Gráficos de intensidade do sinal:** A aplicação apresenta gráficos visuais que mostram a intensidade do sinal das redes Wi-Fi ao longo do tempo. Isso pode ajudar os usuários a identificar áreas de cobertura fraca ou interferências.
- **Canais de frequência:** O Wi-Fi Analyzer analisa quais canais de frequência estão sendo utilizados pelas redes Wi-Fi ao seu redor. Isso é útil para identificar congestionamentos e interferências, permitindo que você escolha um canal menos congestionado para a sua própria rede Wi-Fi.
- **Diagnóstico de problemas de conexão:** Se você estiver enfrentando problemas de conexão Wi-Fi, o Wi-Fi Analyzer pode ajudar a identificar possíveis causas,

como interferências de outras redes Wi-Fi, canais sobrepostos ou pontos de acesso defeituosos.

- Otimização da rede: Com base nas informações fornecidas pelo Wi-Fi Analyzer, os usuários podem otimizar suas redes Wi-Fi, ajustando as configurações do router, escolhendo o melhor canal de frequência e posicionando os dispositivos de forma a obter uma melhor cobertura e desempenho da rede.

É importante observar que, embora o Wi-Fi Analyzer seja uma ferramenta útil para diagnóstico e otimização de redes Wi-Fi, alguns recursos podem exigir permissões adicionais ou acesso root no dispositivo Android. Além disso, a eficácia do Wi-Fi Analyzer pode variar dependendo do dispositivo e do ambiente Wi-Fi específico em que está sendo utilizado.

No entanto, para este teste o router e as antenas foram montados na porta da sala C6 como mostra a figura 37, e por outro lado uso antena do meu pc. Essa figura mostra Antena 1 ligado no router com antena exterior do próprio router ligado por outro lado.

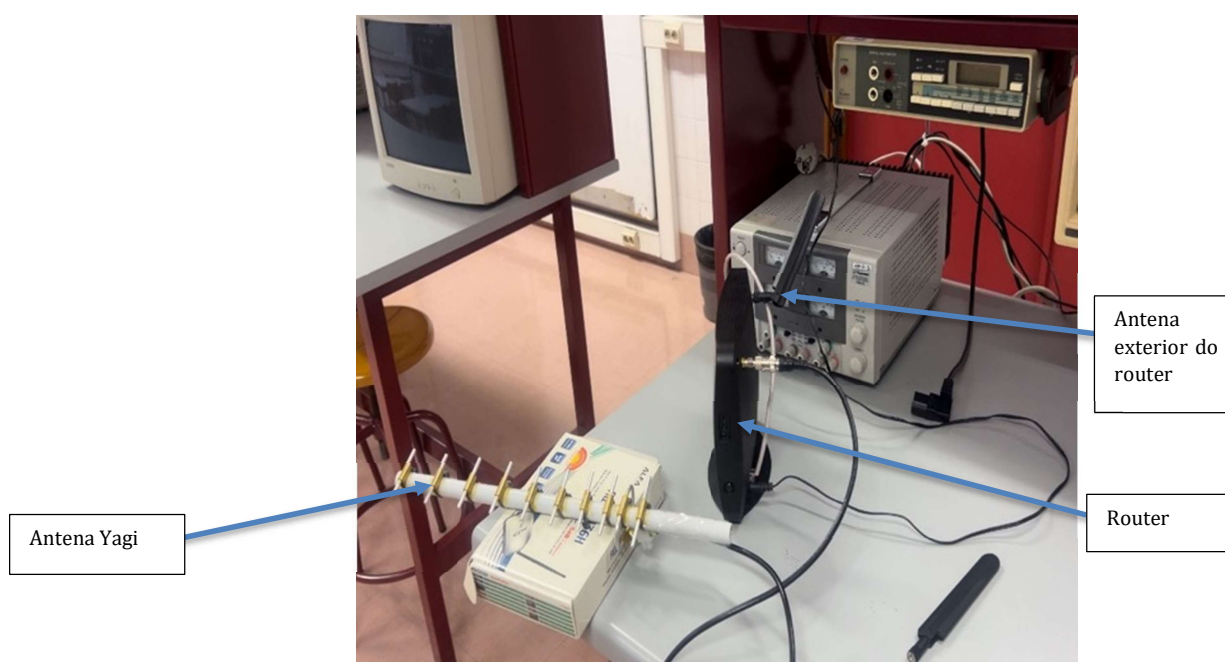


Figura 37 - Teste 2: Antena 1 + Antena exterior

Com ajuda de Wi-Fi Analyzer fiz 4 conjuntos de medições apresentados em tabelas, para 8 locais diferentes da Escola Superior de Tecnologia de Castelo Branco e para cada tabela fiz um gráfico de bigode, que é relação entre o RSSI e a Distância.

- Local e Distância: As duas primeiras colunas indicam o local de teste e a distância desse ponto em relação ao router em metros.
- Latitude/Longitude: Esta coluna fornece as coordenadas geográficas do ponto de teste.
- Medidas de Intensidade do Sinal (dBm): As colunas 4 a 8 representam as medidas de intensidade do sinal em dBm realizadas em intervalos de 5 minutos.

Cada medida representa a intensidade do sinal recebido pela antena de PC nos respetivos pontos de teste.

- Média (dBm): Esta coluna mostra a média das cinco medidas de intensidade do sinal para cada ponto de teste. Essa média é útil para ter uma visão geral da intensidade média do sinal recebido em cada localidade.
- Desvio: O desvio padrão é uma medida estatística que indica o quanto as medidas individuais se desviam da média. Neste caso, o desvio padrão foi calculado para avaliar a variabilidade das medidas de intensidade do sinal em cada ponto de teste.

Esses dados são úteis para entender como a intensidade do sinal varia em diferentes distâncias do router e em diferentes pontos geográficos, bem como para avaliar a consistência das medidas ao longo do tempo.

Tabela 3 – Teste 2 : Antena do PC + Antena 1 com Antena exterior

Teste 2 com PC antena 1 com antena exterior									
local	distancia de router/pc(m)	lat/long	medida 1	medida 2	medida 3	medida 4	medida5	media	desvio
porta de sala c6	1,68	39.819269, -7.513139	44	42	43	43	48	44	1,6
a tras de sala c6	6,63	39.819281, -7.513201	52	51	52	50	48	50,6	1,28
fim de escada de bloco c	8,7	39.819348, -7.513188	74	75	76	78	74	75,4	1,28
inicio do corredor de cb	9,32	39.819254, -7.513209	58	56	58	52	52	55,2	2,56
armario de fundo de sala c7	9,51	39.819266, -7.513188	52	52	53	52	52	52,2	0,32
fim do corredor cb	23,48	39.819319, -7.513252	71	61	70	69	75	69,2	3,36
porta de sala c11	25,7	39.819266, -7.513183	86	81	88	81	81	83,4	2,88
porta de bloco b	37,94	39.819287, -7.513209	77	76	81	81	75	78	2,4

Ao interpretar os dados da Tabela 3, é importante considerar não apenas os valores absolutos de intensidade do sinal, mas também as características específicas do ambiente onde as medições foram realizadas, especialmente se trata de um ambiente fechado, onde a presença de obstáculos pode afetar significativamente a conectividade sem fio. Por exemplo, na porta de sala C6 que tem uma média do sinal da intensidade -44 dBm e porta de sala C11 que tem uma média do sinal da intensidade de -83,4 dBm.

- Um sinal de -44 dBm é considerado relativamente forte, indicando uma boa intensidade do sinal recebido. Isso mostra que o dispositivo recetor (no caso, a antena de PC) está relativamente próximo ao transmissor (o router) ou possui uma boa linha de visão e pouca interferência entre os dois.

- Por outro lado, um sinal de -83.4 dBm é muito fraco e indica que o dispositivo recetor está bastante distante do transmissor, ou há obstruções significativas entre eles, como paredes espessas, obstáculos físicos ou interferência de outros dispositivos.

Em resumo, o sinal mais forte (-44 dBm) indica uma boa conectividade, enquanto o sinal mais fraco (-83.4 dBm) sugere uma conectividade muito pobre ou inexistente, dependendo das especificações do sistema de comunicação em questão.

Para facilitar a interpretação da tabela, faz um gráfico de bigode que será relação do RSSI e distância.

Um gráfico de bigode, ou boxplot, é uma representação visual da distribuição dos dados que mostra a posição dos quartis e a presença de valores atípicos. Ele consiste em:

Caixa (box): A caixa no meio do gráfico representa o intervalo interquartil (IQR), que é a diferença entre o terceiro quartil (Q3) e o primeiro quartil (Q1). A linha dentro da caixa representa a mediana (Q2).

Linhas (whiskers): As linhas que se estendem a partir da caixa, chamadas de "whiskers", vão até o menor valor dentro de 1,5 vezes o IQR abaixo do Q1 e até o maior valor dentro de 1,5 vezes o IQR acima do Q3. Qualquer ponto fora desses limites é considerado um valor atípico e é representado individualmente no gráfico.

Pontos (outliers): Pontos individuais fora das "whiskers" são considerados valores atípicos e são mostrados separadamente no gráfico.

Limites (mínimo e máximo): As extremidades das "whiskers" representam os valores mínimo e máximo dos dados, excluindo os valores atípicos.

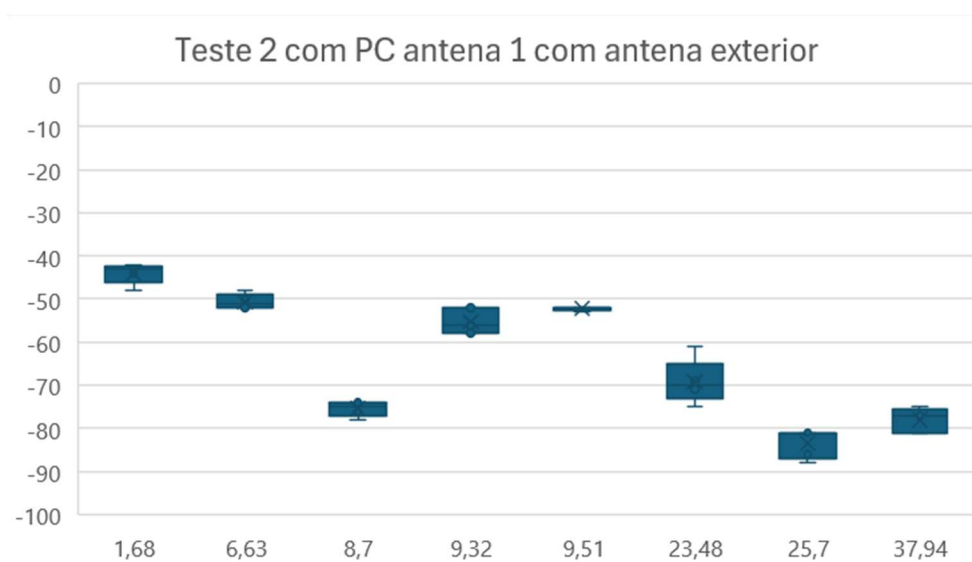


Figura 38 - Teste 2: Gráfico de teste com antena do PC + antena 1 + antena exterior

Análise Geral do Gráfico de Bigode

O gráfico de bigode apresentado na Figura 38 representa a distribuição das medições de sinal em diferentes locais, medidos em distâncias variadas de um router/PC com antena exterior. Vamos analisar cada componente e o comportamento geral dos dados.

Comportamento Geral dos Dados

1. Medições por Distância:

- O gráfico apresenta medições para distâncias crescentes (de 1,68m até 37,94m).
- A variação das medições (dispersão dos dados) tende a aumentar com a distância, refletindo uma possível atenuação do sinal com o aumento da distância do router.

2. Mediana e Intervalo Interquartil (IQR):

- A mediana de cada conjunto de dados está representada pela linha horizontal no meio de cada caixa.
- O IQR, representado pela altura da caixa, mostra a dispersão central dos dados. A maioria das caixas apresenta IQRs relativamente consistentes, exceto para maiores distâncias onde a dispersão aumenta.

3. Bigodes e Outliers:

- Os bigodes mostram a extensão dos dados não considerados outliers.
- Alguns locais têm bigodes mais longos, indicando maior variabilidade nos dados (e.g., "Fim do corredor cb" e "Porta de sala c11").
- Outliers são poucos, indicando que a maioria das medições está dentro de um intervalo esperado.

Análise por Local

1. Porta de sala c6 (1,68m):

- Mediana: Aproximadamente -45
- IQR estreito: Pouca variabilidade nos dados, com a maioria das medições próximas da mediana.
- Bigodes curtos, sem outliers visíveis.

2. Atras de sala c6 (6,63m):

- Mediana: Aproximadamente -51
- IQR mais amplo do que "Porta de sala c6", indicando mais variabilidade.
- Bigodes de extensão média, sem outliers.

3. Fim de escada de bloco c (8,7m):

- Mediana: Aproximadamente -75
- IQR similar a "Atras de sala c6".
- Bigodes de extensão média, sem outliers.

4. Início do corredor cb (9,32m):

- Mediana: Aproximadamente -55
- IQR mais estreito, indicando menor variabilidade.
- Bigodes curtos, sem outliers.

5. Armário de fundo de sala c7 (9,51m):

- Mediana: Aproximadamente -52
- IQR muito estreito, indicando pouca variabilidade.

- Bigodes curtos, sem outliers.

6. Fim do corredor cb (23,48m):

- Mediana: Aproximadamente -70

- IQR mais amplo, indicando maior variabilidade.

- Bigodes longos, sem outliers.

- Este local mostra maior dispersão nas medições, sugerindo instabilidade no sinal.

7. Porta de sala c11 (25,7m):

- Mediana: Aproximadamente -81

- IQR estreito, mas bigodes longos, indicando que os dados são dispersos, mas a maior parte está centrada.

- Sem outliers visíveis.

8. Porta de bloco b (37,94m):

- Mediana: Aproximadamente -77

- IQR moderado com bigodes de extensão média.

- Sem outliers visíveis.

Observações Finais

- Tendência Decrescente:

- A mediana das medições tende a diminuir (sinal mais fraco) conforme a distância do router aumenta.

- Isso é esperado, pois o sinal de rádio frequência se atenua com a distância.

- Variabilidade Aumentada:

- Locais mais distantes como "Fim do corredor cb" e "Porta de sala c11" apresentam maior variabilidade nos dados, possivelmente devido a interferências ambientais ou obstáculos físicos.

- Consistência dos Dados:

- A maioria dos locais apresenta dados consistentes sem muitos outliers, indicando medições estáveis na maior parte dos cenários.

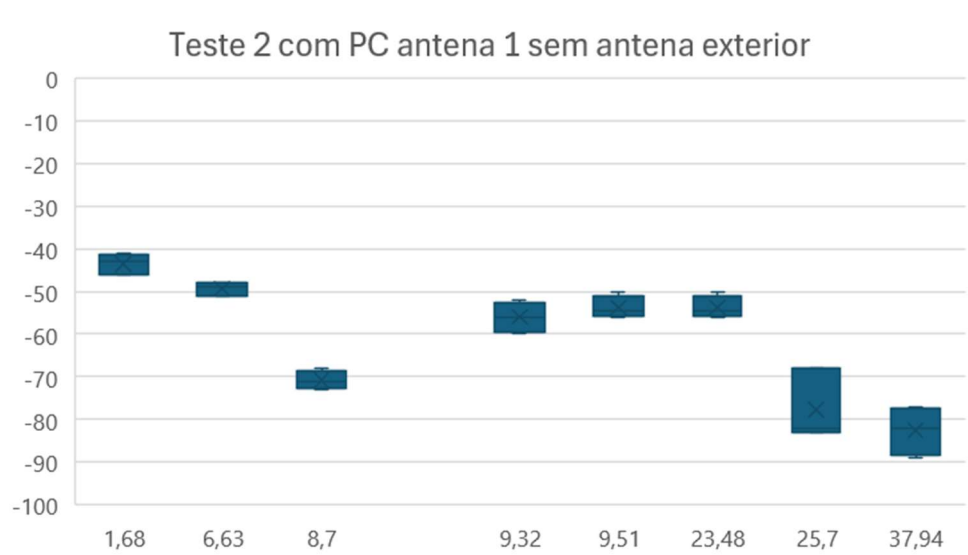
Conclusão

O gráfico de bigode oferece uma visão clara da distribuição e variabilidade das medições de sinal em diferentes distâncias. Ele confirma que a qualidade do sinal tende a diminuir e se tornar mais variável à medida que a distância do router aumenta. Essa análise pode ser útil para otimizar a colocação de routers e antenas em ambientes semelhantes, garantindo uma melhor cobertura de sinal.ki'

Tabela 4 – Teste 2 : Antena do PC + Antena 1 sem Antena exterior

Teste 2 com PC antena 1 sem antena exterior									
local	distancia	lat/long	medida 1	medida 2	medida 3	medida 4	medida5	media	desvio
porta de sala c6	1,68	39.819269, -7.513139	46	46	41	42	43	43,6	1,92
a tras de sala c6	6,63	39.819281, -7.513201	51	49	51	48	48	49,4	1,28
fim de escada de bloco c	8,7	39.819348, -7.513188	70	0	68	73	72	56,6	22,64
inicio do corredor de cb	9,32	39.819254, -7.513209	59	56	60	52	53	56	2,8
armario de fundo de sala c7	9,51	39.819266, -7.513188	56	55	50	54	0	43	17,2
fim do corredor cb	23,48	39.819319, -7.513252	66	65	68	64	66	65,8	1,04
porta de sala c11	25,7	39.819266, -7.513183	68	83	82	0	0	46,6	37,28
porta de bloco b	37,94	39.819287, -7.513209	77	86	78	0	89	66	26,4

O teste da Tabela 4, que é com antena do PC e a antena 1 sem antena exterior do router os sinais de intensidade foram mais baixos. Por exemplo na porta de sala C6, a media de intensidade de sinal é de -43,6 dBm e por outro lado a porta de sala C11, a media de intensidade de sinal é de -46,6, isso porque na medida 4 e 5, é 0 (zero), isso indica que não havia sinal algum nesses momentos, porque não havia conectividade.

**Figura 39 - Teste 2 : Gráfico de teste com antena do PC + antena 1 sem antena exterior**

Este gráfico da Figura 39, ilustra a relação entre a distância do recetor e o valor do RSSI (Indicador de Força do Sinal Recebido). Conforme a distância entre o transmissor e o recetor aumenta, o valor do RSSI também aumenta, indicando que o sinal fica mais fraco. Um RSSI alto corresponde a uma força de sinal menor, resultando em uma conectividade fraca ou até mesmo inexistente.

Entretanto, há algumas exceções notáveis nas distâncias de 9,32 m, 9,51 m e 23,48 m. Nestes pontos específicos, o RSSI não segue a tendência esperada e não aumenta conforme a distância. Isso ocorre porque o valor do RSSI nessas distâncias é 0 dBm, o que indica a ausência total de conectividade.

Resumindo tudo:

Teste com Antena do PC e Antena 1 com Antena Exterior do Router:

- Na porta da sala C6, a média de intensidade do sinal foi de -44 dBm.
- Na porta da sala C11, a média de intensidade do sinal foi de -83,4 dBm.
- Observou-se uma diferença significativa na intensidade do sinal entre os dois pontos, com a sala C11 tendo uma intensidade muito mais baixa.
- Isso sugere que mesmo com a presença da antena exterior do router não melhorou a intensidade do sinal recebido pela antena do PC e antena 1.

Teste com Antena do PC e Antena 1 sem Antena Exterior do Router:

- Na porta da sala C6, a média de intensidade do sinal foi de -43,6 dBm.
- Na porta da sala C11, a média de intensidade do sinal foi de -46,6 dBm.
- Assim como no teste anterior, houve uma diferença na intensidade do sinal entre os dois pontos.
- No entanto, nas medições 4 e 5, foram registados valores de 0 dBm, indicando falta de conectividade do Sistema, com isso, a media de intensidade do sinal na porta C11, muda significativamente.

Comparação:

- Ambos os testes mostraram uma diminuição na intensidade do sinal entre os pontos de teste, independentemente da presença ou ausência da antena exterior do router.
- No entanto, o segundo teste apresentou valores de intensidade do sinal ligeiramente mais baixos, devido à falta de conectividade do sistema nas medições 4 e 5 e também a falta de antena exterior do router.
- A presença ou ausência da antena exterior do router parece influenciar um pouco a intensidade do sinal recebido pela antena do PC e antena 1.

Em suma, esses testes destacam a importância de uma análise detalhada da intensidade do sinal e da conectividade do sistema em diferentes configurações de antena e ambiente.

Tabela 5 – Teste 2 : Antena do PC + Antena 2 com Antena exterior

Teste 2 com PC antena 2 com antena exterior									
local	distancia	lat/long	medida 1	medida 2	medida 3	medida 4	medida 5	media	desvio
porta de sala c6	1,68	39.819269, -7.513139	40	45	47	45	50	45,4	2,48
a tras de sala c6	6,63	39.819281, -7.513201	48	47	50	52	50	49,4	1,52
fim de escada de bloco c	8,7	39.819348, -7.513188	71	72	77	76	73	73,8	2,16
inicio do corredor de cb	9,32	39.819254, -7.513209	64	61	59	55	60	59,8	2,24
armario de fundo de sala c7	9,51	39.819266, -7.513188	50	52	50	55	52	51,8	1,44
fim do corredor cb	23,48	39.819319, -7.513252	69	67	65	71	66	67,6	1,92
porta de sala c11	25,7	39.819266, -7.513183	88	90	89	85	88	88	1,2
porta de bloco b	37,94	39.819287, -7.513209	75	82	82	91	83	82,6	3,52

Analisando a Tabela 5, por exemplo:

- Na porta da sala C6, a média de intensidade do sinal foi de -45,4 dBm.

- Na porta da sala C11, a média de intensidade do sinal foi de -88 dBm.

Esses resultados indicam uma diferença significativa na intensidade do sinal entre os dois pontos de teste. A porta da sala C6 apresenta uma intensidade do sinal muito maior em comparação com a porta da sala C11.

Essa diferença pode ser atribuída a vários fatores, incluindo a distância em relação ao router, a presença de obstáculos físicos, a interferência de outros dispositivos ou até mesmo as características estruturais do ambiente.

- A porta da sala C6 dado que está mais próxima do router e possui uma linha de visão mais direta, o que resulta em uma intensidade do sinal mais forte.

- Por outro lado, a porta da sala C11 dado que está mais distante do router e tem mais obstáculos que interferem na propagação do sinal, levando a uma intensidade do sinal mais fraca.

Em resumo, os resultados indicam que a intensidade do sinal varia significativamente entre os diferentes pontos de teste como mostra a Figura 40, o que destaca a importância de considerar a localização e as condições específicas do ambiente ao avaliar a qualidade da conexão sem fio.

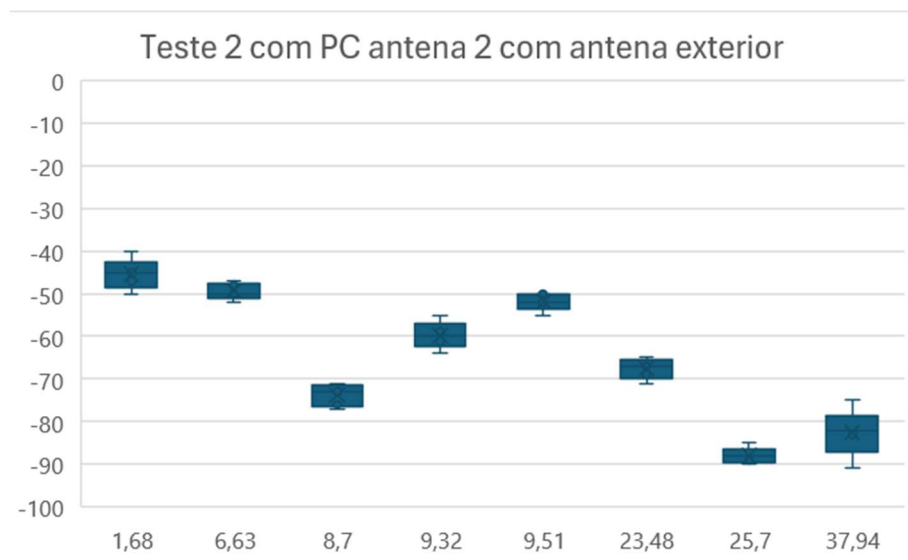


Figura 40 - Teste 2 : Gráfico de teste com antena do PC + antena 2 + antena exterior

Tabela 6 – Teste 2 : Antena do PC + Antena 1 sem Antena exterior

Teste 2 com PC antena 2 sem antena exterior									
local	distancia	lat/long	medida 1	medida 2	medida 3	medida 4	medida5	media	desvio
porta de sala c6	1,68	39.819269, -7.513139	70	49	49	48	43	51,8	7,28
a tras de sala c6	6,63	39.819281, -7.513201	79	51	47	48	48	54,6	9,76
fim de escada de bloco c	8,7	39.819348, -7.513188	71	62	0	0	0	26,6	31,92
inicio do corredor de cb	9,32	39.819254, -7.513209	80	61	57	58	60	63,2	6,72
armario de fundo de sala c7	9,51	39.819266, -7.513188	86	52	52	53	53	59,2	10,72
fim do corredor cb	23,48	39.819319, -7.513252	90	74	73	77	80	78,8	4,96
porta de sala c11	25,7	39.819266, -7.513183	80	86	0	0	0	33,2	39,84
porta de bloco b	37,94	39.819287, -7.513209	0	0	82	0	0	16,4	26,24

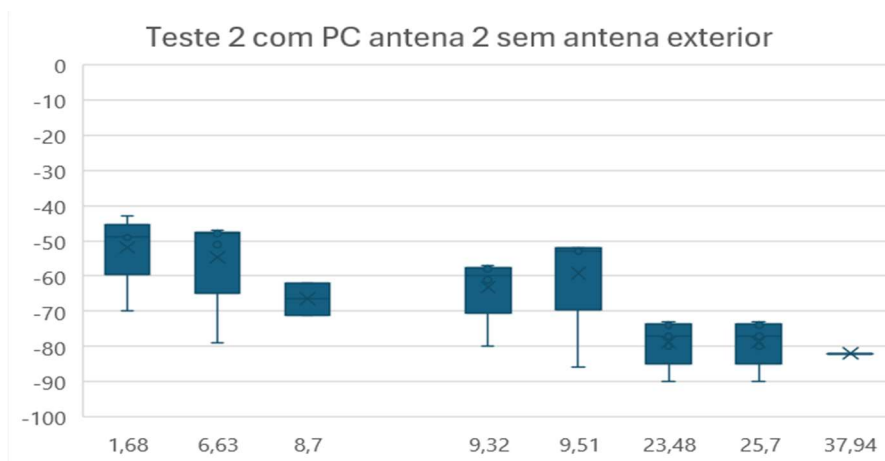
No teste da Tabela 6, que teste com a antena do PC e antena 2 sem antena exterior do router, os sinais de intensidade foram mais baixos em comparação com o teste anterior. Por exemplo:

- Na porta da sala C6, a média de intensidade do sinal foi de -51,8 dBm.
- Na porta da sala C11, a média de intensidade do sinal foi de -33,2 dBm.

Embora os valores médios indiquem que a intensidade do sinal na porta da sala C6 é maior do que na porta da sala C11, é importante notar que nas medições 3, 4 e 5, foram registados valores de 0 (zero). Isso indica que não houve conectividade do sistema nessas medições, o que influenciou significativamente a média geral de intensidade do sinal.

Portanto, é essencial compreender que, embora a média de intensidade do sinal na porta da sala C6 possa parecer maior, isso não significa necessariamente que a conectividade ou a qualidade do sinal é melhor nesse local. A presença de valores zero nas medições 3, 4 e 5 indica uma falta de sinal nessas ocasiões, o que pode afetar a confiabilidade da análise.

Em suma, a interpretação dos dados deve levar em consideração não apenas os valores médios, mas também as circunstâncias individuais de cada medição, como a presença ou ausência de sinal, para uma compreensão mais precisa da conectividade do sistema e da qualidade do sinal em cada ponto de teste.

**Figura 41 - Teste 2 : Gráfico de teste com antena do PC + antena 2 sem antena exterior**

A Figura 41, mostra claramente que quanto maior for a distância do recetor, maior é o valor do RSSI o que quer dizer que o sinal será mais fraco e uma conectividade muito pobre ou inexistente

Resumindo tudo de Antena 2:

Teste com Antena do PC com Antena 2 com Antena Exterior do Router:

- Na porta da sala C6, a média de intensidade do sinal foi de -45,4 dBm.
- Na porta da sala C11, a média de intensidade do sinal foi de -88 dBm.
- Observou-se uma diferença significativa na intensidade do sinal entre os dois pontos, com a sala C6 apresentando uma intensidade do sinal mais forte.
- Isso sugere que a presença da antena exterior do router não melhorou muito a intensidade do sinal recebido pela antena do PC e antena 2.

Teste com Antena do PC com Antena 2 sem Antena Exterior do Router:

- Na porta da sala C6, a média de intensidade do sinal foi de -51,8 dBm.
- Na porta da sala C11, a média de intensidade do sinal foi de -33,2 dBm.
- Nas medições 3, 4 e 5, foram registados valores de 0 dBm, indicando falta de conectividade do sistema.
- Embora a média de intensidade do sinal na sala C6 pareça maior, a falta de conectividade do sistema nas medições 3, 4 e 5 indica que esses valores devem ser interpretados com cautela.

Comparação:

- Ambos os testes mostraram uma diminuição na intensidade do sinal entre os pontos de teste.
- A presença ou ausência da antena exterior do router parece influenciar significativamente a intensidade do sinal recebido pela antena do PC e antena 2.
- A falta de conectividade do sistema nas medições 3, 4 e 5 no segundo teste destacou a importância de considerar a confiabilidade das medições ao interpretar os resultados.

Esses resumos fornecem uma visão geral das diferenças observadas nos dois testes e destacam pontos importantes para análise e interpretação dos resultados.

Aqui está um resumo abrangente dos testes realizados com Antena 1 e Antena 2:

Teste com Antena 1:

- Foram realizadas medições de intensidade do sinal em diversos pontos de teste usando a Antena 1.
- A intensidade do sinal variou entre os pontos de teste, refletindo possíveis variações na qualidade da recepção do sinal.
- Em alguns pontos de teste, foram registadas intensidades de sinal mais baixas, o que pode indicar obstáculos físicos, interferências ou distância do transmissor.
- A média de intensidade do sinal e o desvio padrão foram calculados para cada ponto de teste, fornecendo uma visão geral da conectividade em todo o ambiente.

Teste com Antena 2:

- Realizou-se um segundo conjunto de medições de intensidade do sinal utilizando a Antena 2.
- As medições foram comparadas com os resultados do teste anterior com Antena 1 para avaliar as diferenças na qualidade da recepção do sinal.
- Observou-se que, em alguns casos, a intensidade do sinal com Antena 2 foi mais baixa do que com Antena 1, enquanto em outros casos foi mais alta.
- Foi investigado o impacto da presença ou ausência da antena exterior do router nas medições de intensidade do sinal.

Comparação Geral:

- Ambos os testes mostraram variações na intensidade do sinal em diferentes pontos de teste.
- As diferenças na intensidade do sinal entre os testes com Antena 1 e Antena 2 podem ser atribuídas a vários fatores, incluindo características específicas das antenas, condições do ambiente.
- A análise dos resultados dos dois testes fornece insights sobre a conectividade e a qualidade da recepção do sinal em diferentes locais e sob diferentes condições.
- Para uma análise completa, é importante considerar os resultados de ambos os testes e investigar as causas por trás das variações na intensidade do sinal.

3.4.3 3º Teste

Teste de Conectividade Wi-Fi utilizando o Aplicação Wi-Fi Analyzer

O teste de conectividade Wi-Fi foi realizado utilizando a aplicação Wi-Fi Analyzer para avaliar a qualidade do sinal e a conectividade de um router situado no telhado do Bloco B em direção aos prédios, à vista da placa de autocarro (Figura 42). Este teste teve como objetivo medir a força do sinal (RSSI) em diferentes distâncias, utilizando uma antena Yagi construída manualmente e conectada ao router, e uma segunda antena Yagi conectada a um adaptador no computador.



Figura 42 - Localização do Bloco B

Metodologia

Equipamentos Utilizados:

Router: D-Link DWR-953, configurado como Access Point.

Antenas: Duas antenas Yagi construídas manualmente.

Adaptador: ALF NETWORK 802.11 b/g Long-Range, Adaptador Wi-Fi conectado ao PC.

Aplicação: Wi-Fi Analyzer.

Dispositivos de Teste: Router Access Point e PC com adaptador Wi-Fi.

Procedimento

1. O Router foi colocado no telhado do Bloco B, conectado a uma antena Yagi construída manualmente e configurado como Access Point.
2. Uma segunda antena Yagi foi conectada a um adaptador Wi-Fi no PC para teste de conectividade.
3. Utilizando a aplicação Wi-Fi Analyzer no PC, foram medidos os níveis de RSSI (Received Signal Strength Indicator) em diferentes distâncias do router.
4. A distância máxima alcançada durante o teste foi de 160 metros, em direção aos prédios, na vista da placa de autocarro.
5. O RSSI foi registado em cada ponto de medição, sendo o menor valor registado -85 dBm.



Figura 43 - Localização do Bloco B e ponto máximo

Os resultados do teste são apresentados na tabela abaixo:

Tabela 7 - Teste 3

Distância (m)	RSSI (dBm)
0	-30
20	-40
40	-50
60	-60
80	-70
100	-75
120	-80
160	-83
180	-85

Análise dos Resultados

A análise dos resultados do teste de conectividade Wi-Fi apresentados na Tabela 7, revela que a qualidade do sinal diminui significativamente com o aumento da distância. A uma distância de 180 metros, o sinal foi registado em -85 dBm, que é considerado um valor fraco, indicando uma conectividade limitada ou instável.

Impacto da Distância na Qualidade do Sinal

- A uma distância próxima ao router (0 a 20 metros), o sinal foi forte, com valores de RSSI variando de -30 dBm a -40 dBm.

- Com o aumento da distância, houve uma queda gradual na qualidade do sinal, chegando a -85 dBm a 180 metros.

Limitações das Antenas Yagi Construídas Manualmente

- Devido às antenas Yagi terem sido construídas manualmente, pode-se ter limitado o alcance do sinal em comparação com antenas comerciais.

Conclusão:

O teste de conectividade Wi-Fi utilizando a aplicação Wi-Fi Analyzer demonstrou que a qualidade do sinal diminuiu significativamente com o aumento da distância. Embora as antenas Yagi construídas manualmente tenham ajudado a estender a cobertura, é possível que antenas comerciais teriam alcançado um melhor desempenho em termos de alcance e estabilidade do sinal.

Para futuros testes, recomenda-se considerar o uso de antenas comerciais para obter resultados mais precisos e representativos da capacidade de alcance do router.

Recomendações Futuras

Para futuros testes, sugere-se:

- Utilizar antenas comerciais para avaliar o alcance máximo do router em condições semelhantes.
- Realizar medições adicionais em diferentes ambientes e condições para obter uma compreensão mais abrangente do desempenho do router em diferentes cenários.
- Explorar outras ferramentas e métodos de análise de sinal Wi-Fi para complementar os resultados obtidos com o Wi-Fi Analyzer.

4 Sistemas de leitura de códigos de barra

4.1 Arquitetura do sistema de leitura de código de barras

A arquitetura do sistema de leitura de código de barras está representada na Figura 44. Os seguintes pontos descrevem o modo como o sistema funciona.

1. Leitura de códigos de barras: O cliente usa um dispositivo que inclui um leitor código de barras para ler a referência única do produto.
2. Publicação da Referência via MQTT: Após o ler, a referência do produto é enviada através do protocolo MQTT para o PC que está executando o Node-RED.
3. Processamento no Node-RED: O Node-RED recebe a referência do produto e coordena a lógica de processamento. Ele executa uma consulta na base de dados local para recuperar o preço associado à referência.
4. Envio do Preço via MQTT: Se o produto está registrado na base de dados, o Node-RED envia o preço de volta ao dispositivo que leu o código, usando MQTT.
5. Exibição no display: O dispositivo que leu o código, que inclui um display, recebe automaticamente o preço do produto via MQTT e exibe esse preço no display para o cliente ver.

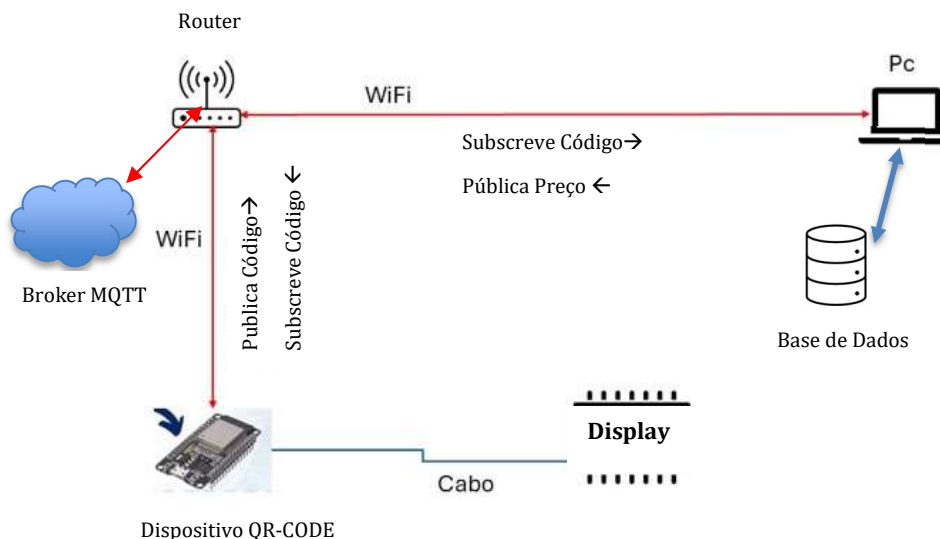


Figura 44 - Arquitetura experimental

Neste cenário, o dispositivo que leu o código também atua como o ponto de exibição, pois possui um display conectado diretamente a ele. Isso elimina a necessidade de um display separado conectado ao PC ou servidor via MQTT. A comunicação é direta entre o dispositivo do cliente e o sistema central (Node-RED) via MQTT, proporcionando uma experiência rápida e integrada para consultar e exibir preços de produtos.

4.2 Hardware

4.2.1 M5stack Atom QR-CODE

O Atom QR-CODE (Figura 45) é um módulo compatível com M5Atom para leitura de códigos de barras/QR. O produto inclui duas partes: uma unidade M5Atom Lite e um módulo de leitura de código. Suporta 6 tipos de códigos 2D e 19 tipos de códigos 1D. Possui LED de iluminação embutido, que pode facilmente identificar códigos mesmo em um ambiente escuro. O LED verde é conveniente para focar e apontar. A precisão de reconhecimento efetiva da imagem CMOS de alta resolução atinge 5 mil. Além disso, possui diversos modos de leitura, que podem ser ajustados para acionamento contínuo automático ou acionamento manual conforme a necessidade. O módulo possui sua própria companhia, que possui diferentes efeitos sonoros imediatos em diferentes estados. O módulo também suporta a adição de prefixo/sufixo personalizado aos dados, definindo teclado multinacional, edição de dados e muitas outras funções, usa TTL para comunicação, e pode facilmente usar a porta série para transmissão de dados. Ele pode ser facilmente usado na programação Arduino ou UIFlow, você pode enviar os dados digitalizados para o recetor para processamento via conexão com ou sem fio através do M5Atom Lite [6].



Figura 45 - Atom QR-CODE[6]

Neste projeto o Atom QR-CODE será usado para ler os códigos de barra e enviar a informação para display, vai ser programado em Arduino IDE e interligado com Node-RED.

4.2.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi (Figura 46) foi desenvolvido pela Raspberry Pi Foundation e lançado pela primeira vez em 2012. Oferece uma plataforma de baixo custo e de alto desempenho que é ideal para uma variedade de aplicações.

Um Raspberry Pi também pode ser visto como um sistema embebido com placa única muito popular e amplamente utilizado em projetos de eletrônica, programação e IoT (Internet das Coisas), no qual todos os dispositivos necessários funcionam em uma única placa de circuito impresso. Foi introduzido pelos Estados Unidos para promover o ensino de ciência da computação com uma solução de baixo custo.

Aqui estão alguns pontos importantes sobre o Raspberry Pi:

1. **Hardware:** O Raspberry Pi consiste em uma placa de circuito impresso com um processador, memória RAM, portas USB, conexão de rede (Ethernet ou Wi-Fi), saída de vídeo HDMI e outras interfaces de entrada/saída. Existem vários modelos disponíveis, com diferentes especificações de hardware e preços.
2. **Sistema Operacional:** O Raspberry Pi suporta uma variedade de sistemas operacionais, incluindo Raspbian (baseado em Debian), Ubuntu, Windows 10 IoT Core e outros. Raspbian é a escolha mais comum e otimizada para o Raspberry Pi, oferecendo uma experiência de utilizador familiar baseada no ambiente de desktop Linux.
3. **Projetos e Aplicações:** O Raspberry Pi é usado em uma ampla gama de projetos, desde servidores web e media centers até sistemas de automação residencial e dispositivos IoT. Ele é especialmente popular entre entusiastas, educadores e estudantes por sua acessibilidade e facilidade de uso.
4. **Comunidade e Suporte:** O Raspberry Pi possui uma grande comunidade de usuários e desenvolvedores que compartilham projetos, tutoriais.



Figura 46 - Raspberry Pi 3 Model B+

Neste projeto o Raspberry Pi será usado para funcionar como Access Point Wi-Fi e comunicar com os dispositivos do projeto.

4.2.3 M5Stack Digi-Clock Unit

UNIT-Digi-Clock(Figura 47) é um módulo de display de 7 segmentos de 4 dígitos de 2,1 polegadas. Há pontos decimais em cada dígito e um fio extra para dois pontos no centro, que pode exibir decimais e relógio. Este módulo adota TM1637 como o driver IC e

STM32F030 como comunicação I2C. O endereço I2C pode ser modificado por dip switch de 4 bits. O LED vermelho suporta 8 brilhos. E reservamos 4 furos de fixação lá [7].



Figura 47 - Localização do Bloco B

Este é um dispositivo compacto e versátil que combina várias funcionalidades numa única placa, projetado principalmente para projetos de IoT (Internet das Coisas) e desenvolvimento rápido de protótipos.

O M5Stack Digi-C é usado nesse projeto para apresentar o preço do produto.

4.3 Software

4.3.1 Arduíno IDE

O Arduíno IDE (Integrated Development Environment) é um software gratuito e de código aberto desenvolvido pela Arduíno LLC (Limited Liability Company). Foi projetado para facilitar a programação de placas Arduíno, que são microcontroladores de baixo custo e amplamente utilizados em projetos de eletrônica e IoT (Internet das Coisas).

Aqui estão algumas características importantes do Arduíno IDE:

- **Interface Simples:** O Arduíno IDE possui uma interface de utilizador simples e intuitiva, tornando-a acessível mesmo para iniciantes em programação e eletrônica. Ela inclui um editor de código, console de saída e barras de ferramentas para facilitar o desenvolvimento de projetos.
- **Suporte a Placas Arduíno:** Um IDE oferece suporte a uma ampla variedade de placas Arduíno, incluindo o Arduíno Uno, Arduíno Mega, Arduíno Nano, entre outros. Ela permite que você selecione a placa correta no menu de configuração e carregue o código diretamente para ela.
- **Biblioteca Embutida:** Um Arduíno IDE vem com uma biblioteca embutida que inclui uma variedade de funções e exemplos de código para facilitar o desenvolvimento de projetos. Essas bibliotecas abrangem uma ampla gama de

funcionalidades, desde controle de entrada/saída até comunicação com dispositivos externos.

- **Compilação e Carregamento de Código:** Um IDE permite compilar o código-fonte e carregá-lo diretamente na placa Arduino através de uma

O Arduino IDE (Figura 48) é uma aplicação que pode ser executado nos sistemas operacionais mais populares, como MacOS, Linux e Windows. A linguagem usada para programar é principalmente C, mas C++ também pode ser usado.



Figura 48 - Arduino IDE

O Arduino IDE tem a capacidade de compilar e carregar programas para uma placa. Uma de suas grandes vantagens é que temos muitas bibliotecas para importar e exemplos de como funcionam, dando assim a possibilidade de conectar um grande número de periféricos diferentes (neste caso, sensores). Outra grande vantagem é que também podemos usar placas de outras marcas se a sua biblioteca estiver disponível, tornando o Arduino IDE uma aplicação muito multifacetada para este tipo de projeto.

4.3.2 NODE-RED

Node-RED (Figura 49) é uma ferramenta baseada em fluxo desenvolvida para programação de grafos, visual e foi originalmente criada pela IBM. Sua finalidade é conectar dispositivos de hardware, APIs e serviços online de uma maneira intuitiva e fácil de usar. Ele é baseado em uma interface gráfica, onde você pode criar fluxos de dados (flows) arrastando e soltando nós (nós) e conectando-os para criar automatizações, integrações e aplicações IoT (Internet das Coisas).

Cada nó em um fluxo executa uma função específica, como receber dados de sensores, processar informações, enviar comandos para dispositivos, acessar APIs da web, entre outras tarefas. Nós estamos conectados em uma variedade de maneiras para criar lógicas complexas e interações entre diferentes sistemas.

Em vez de incluir alguns nós, podem ser criadas funções programadas em JavaScript.

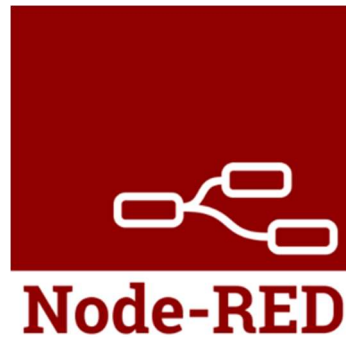


Figura 49 - Node-RED

Nesse caso, o Node-RED serve para receber as informações da Referência do Produto e imprimir o preço na tela e também publica o preço e subscreve a referência do produto usando MQTT.

4.3.3 SQLite e SQLiteStudio

SQLite é um sistema de gestão de bases de dados compacto e autónomo, sem necessidade de servidor. Armazena dados num único ficheiro, suporta SQL, é fiável e fácil de usar.

SQLiteStudio (Figura 50) é um gestor de base de dados SQLite, com as seguintes características: Único arquivo executável - sem necessidade de instalar ou desinstalar, pois o mesmo é um arquivo binário pronto para uso. Interface intuitiva. Este é uma aplicação de desktop para navegar e editar arquivos de base de dados SQLite [8].



Figura 50 - SQLiteStudio

No SQLiteStudio usamos para criar uma base de dados com uma tabela de 3 colunas que vão conter:

- Referência (Ref) dos produtos;
- Descrição (Des) dos produtos;
- Preço (Preço) dos produtos.

4.3.4 MQTT

MQTT, ou Message Queuing Telemetry Transport, é um protocolo de mensagens leve, baseado em assinaturas, projetado para dispositivos com largura de banda limitada e conectividade de rede instável. Ele foi desenvolvido pela IBM nos anos 90 e agora é um

padrão aberto amplamente adotado na Internet das Coisas (IoT) e em sistemas de comunicação de máquina para máquina (M2M).

Read and publish data



Figura 51 - MQTT

A principal característica do MQTT é sua eficiência em redes com recursos limitados, como dispositivos IoT que podem ter restrições de energia, largura de banda e processamento. O MQTT opera sob o modelo de publicação/subscrição (pub/sub), onde os dispositivos podem publicar mensagens em "tópicos" e outros dispositivos podem se inscrever nesses tópicos para receber mensagens relevantes, por outras palavras, um Sistema MQTT é baseado na comunicação cliente-servidor, onde o cliente pode assinar ou publicar informações e o servidor tem a função administrativa. O servidor no protocolo MQTT é conhecido como broker e recebe, processa e encaminha os dados enviados pelos sensores. O cliente pode ser assinante ou publicador, bastando escolher o tema correto para receber ou enviar informações do corretor. Os sensores apenas agem como publicando e enviando os dados para o corretor

Algumas características importantes do MQTT incluem:

- Assinaturas por tópico: Os clientes podem se inscrever em tópicos específicos para receber mensagens relevantes. Isso permite uma comunicação eficiente e seletiva entre os dispositivos.
- QoS (Quality of Service): O MQTT suporta três níveis de QoS para garantir a entrega confiável das mensagens, mesmo em condições de rede instável.
- Retenção de mensagens: Os servidores MQTT podem reter as mensagens mais recentes em um tópico, permitindo que novos assinantes recebam a última mensagem publicada quando se conectarem.
- Baixa sobrecarga: O protocolo é leve e possui uma sobrecarga mínima de cabeçalho, tornando-o ideal para dispositivos com recursos limitados.

O MQTT é amplamente utilizado em cenários de IoT, como monitorização remoto, automação residencial, rastreamento de ativos, agricultura inteligente, entre outros, devido à sua eficiência, confiabilidade e escalabilidade.

5 Testes Preliminares

5.1 Teste de Arduíno IDE

Inicialmente, para adicionar as placas de M5stack, foi necessário adicionara um link no IDE Arduíno que indica onde estão as bibliotecas de M5stack, portanto é feita com os seguintes passos:

Passo 1: Abrir a Arduíno IDE

- Abrir a Arduino IDE no computador

Passo 2: Aceder as Preferências

- No menu superior, clicar em "Arquivo" (ou "File") e, em seguida, seleccionar "Preferências" (ou "Preferences").

Passo 3: Adicionar o URL do gestor de Placas

- Na janela de Preferências, procurar o campo chamado "URLs Adicionais para Gerenciadores de Placas" (ou "Additional Board Manager URLs"). Adicionar o seguinte URL no campo (separando por vírgula caso já haja outros URLs):
- https://m5stack.oss-cn-shenzhen.aliyuncs.com/resource/Arduino/package_m5stack_index.json

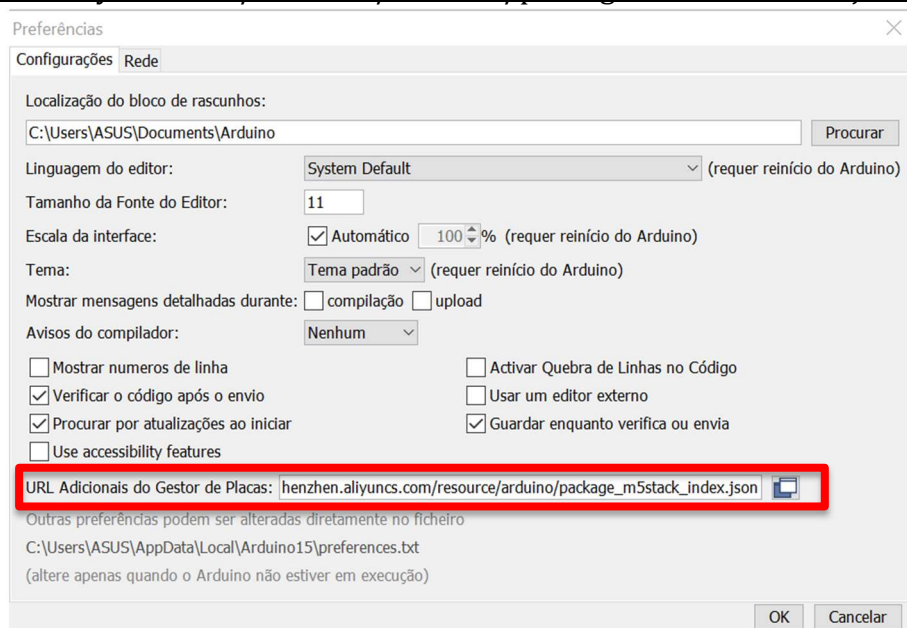


Figura 52 - URL de M5stack

- Clicar em "OK" para guardar as mudanças.

Passo 4: Abrir o Gestor de Placas

- No menu superior, clicar em "Ferramentas" (ou "Tools"), ir até "Placa" (ou "Board") e seleccionar "Gestor de Placas" (ou "Board Manager").

Passo 5: Instalar as Placas M5Stack

- No Gestor de Placas, digitar "M5Stack" na barra de busca. Encontrar a entrada para M5Stack e clicar em "Instalar".

Passo 6: Seleccionar a Placa M5Stack

- Após a instalação, voltar ao menu "Ferramentas" (ou "Tools"), ir para "Placa" (ou "Board") e seleccionar a placa M5Stack usada que é "M5Stack-Atom".

5.1.1 Porta série

Teste da porta série, ler os dados. Para realizar o teste da porta série, foi necessário seguir alguns passos:

1. Conectar o dispositivo Atom Qr-CODE ao computador através de um conector na porta série;
2. Abrir a Arduíno IDE que permita a comunicação série;
3. Utilizar o código fornecido no Anexo 1 para realizar a leitura dos dados da porta série.

Aqui está uma explicação desde o início de código de Anexo 1:

1. Inclusão de bibliotecas: A linha ``include <M5Atom.h>`` indica que o código está utilizando a biblioteca M5Atom, que fornece funcionalidades específicas para o dispositivo Atom.

2. Definição de constantes: As linhas ``define TRIG 23`` e ``define DLED 33`` atribuem valores fixos aos pinos TRIG e DLED, respetivamente.

3. Configuração inicial: A função ``void setup()`` é executada uma vez quando o dispositivo é inicializado. Dentro dela:

``M5.begin(false, false, true)``: Inicializa o dispositivo Atom com a exibição ativada e sem Wi-Fi ou Bluetooth.

``Serial.begin(9600)``: Inicia a comunicação série com uma taxa de transmissão de 9600 baud.

``Serial2.begin(9600, Serial_8N1, 22, 19)``: Inicia a comunicação série na porta Serial2 com uma taxa de transmissão de 9600 baud, 8 bits de dados, nenhum bit de paridade e 1 bit de parada. Os pinos 22 e 19 são usados para RX e TX, respetivamente.

``M5.dis.drawpix(0, 0x00f000)``: Ativa um pixel verde no display do dispositivo.

``pinMode(TRIG, OUTPUT)`` e ``pinMode(DLED, INPUT)``: Configura os pinos TRIG como saída e DLED como entrada.

``digitalWrite(TRIG, HIGH)``: Define o pino TRIG como HIGH.

Após realizar o teste da porta série entre o dispositivo Atom QR-CODE e o computador, verificamos que a comunicação está a funcionar conforme o esperado. Ao ler o código do produto na janela de comunicação (Figura 53) entre o dispositivo e o computador, confirmamos que a porta série está operacional. Além disso, a capacidade de realizar tanto a leitura quanto a escrita da referência do produto demonstra a integridade da comunicação bidirecional. Esses resultados validam a funcionalidade da porta série e sua capacidade de trocar dados de forma eficiente entre o dispositivo Atom QR-CODE e o computador.

5.1.2 Teste de Wi-Fi

O teste da porta série foi conduzido com sucesso, permitindo a comunicação entre o dispositivo Atom QR-CODE e um computador. Durante o teste, foi possível ler e imprimir informações na janela de comunicação série entre os dispositivos.

Com base nesse passo, prosseguimos com um teste de Wi-Fi no dispositivo Atom QR-CODE. Utilizando os comandos fornecidos no Anexo 3, conseguimos configurar o módulo Wi-Fi, preparando o dispositivo para se conectar a uma rede Wi-Fi específica.

Esses testes foram cruciais para verificar a funcionalidade dos recursos de comunicação do dispositivo, tanto por porta série quanto por Wi-Fi, e demonstram sua capacidade de trocar dados de forma eficiente, tanto localmente quanto pela rede.

Aqui está uma explicação desde o início de código de Anexo 3

1. Inclusão da biblioteca Wi-Fi.h:

A linha ``include<Wi-Fi.h>`` inclui a biblioteca necessária para utilizar funcionalidades relacionadas à conexão Wi-Fi.

2. Definição das informações da rede Wi-Fi:

As variáveis ``ssid`` e ``password`` armazenam o nome e a senha da rede Wi-Fi que o dispositivo M5Atom tentará se conectar, a Figura 54 mostra como é feita essa configuração.

```
const char* ssid = "LabExperimental";  
const char* password = "LabExperimental";
```

Figura 54 - Configuração do Wi-Fi no Código

3. Função ``setupWi-Fi()`` (atualmente não utilizada):

- Esta função é definida para lidar com a configuração e conexão à rede Wi-Fi. No entanto, no código fornecido, esta função não é chamada em nenhum lugar do código

principal (`setup()` ou `loop()`). Ela seria responsável por estabelecer a conexão Wi-Fi utilizando os dados de SSID e password especificados.

- A função não possui retorno (`void`) e não recebe nenhum argumento.

4. Função `setup()`:

Dentro da função de inicialização, a conexão Wi-Fi é iniciada do modo da Figura 55, utilizando os dados de SSID e password:

```
WiFi.begin(ssid, password);
```

Figura 55 - Inicialização do Wi-Fi

Em seguida, há um loop que aguarda até que a conexão Wi-Fi seja estabelecida:

```
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
```

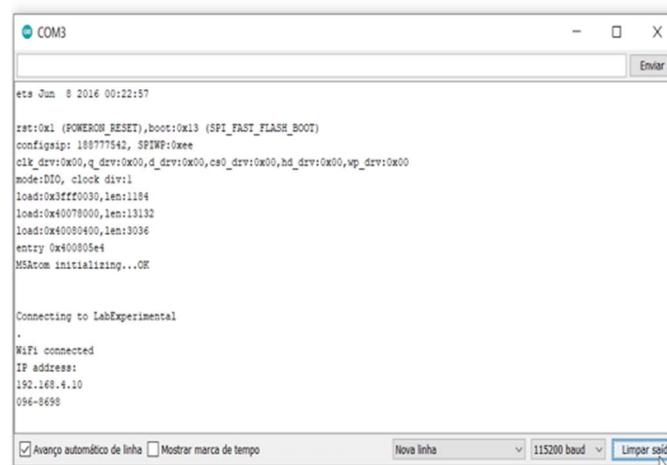
Figura 56 - Conexão do Wi-Fi

Após a conexão bem-sucedida, o endereço IP atribuído ao dispositivo é impresso utilizando código da Figura 57:

```
Serial.println(WiFi.localIP());
```

Figura 57 - Código para atribuir Endereço IP

Essas partes do código são responsáveis por configurar e estabelecer a conexão Wi-Fi do dispositivo M5Atom à rede especificada.



```
ets Jun  8 2016 00:22:57

rst:0x1 (POWERON_RESET),boot:0x13 (SPI_FAST_FLASH_BOOT)
configsip: 188777542, SPIWP:0xee
clk_drv:0x00,q_drv:0x00,d_drv:0x00,cs0_drv:0x00,hd_drv:0x00,wp_drv:0x00
mode:DIO, clock div:1
load:0x3fff0030,len:1184
load:0x40078000,len:13132
load:0x40080400,len:3036
entry 0x400805e4
M5Atom initializing...OK

Connecting to LabExperimental
.
WiFi connected
IP address:
192.168.4.10
096-8698
```

Figura 58 - Resultado da Wi-Fi no Arduino IDE

Com base na análise das partes do código relacionadas à configuração e conexão Wi-Fi, podemos concluir que: O código foi projetado para permitir que o dispositivo Atom QR-CODE se conecte a uma rede Wi-Fi específica, utilizando os dados de SSID e password fornecidos. Após a inicialização, o dispositivo tenta estabelecer a conexão Wi-Fi e aguarda até que a conexão seja bem-sucedida. Uma vez conectado, o endereço IP atribuído ao dispositivo é impresso no monitor série (Figura 58).

Essa funcionalidade é essencial para permitir que o dispositivo M5Atom se comunique com outros dispositivos e serviços pela rede Wi-Fi, abrindo possibilidades de troca de dados, controle remoto e acesso a serviços baseados na nuvem.

Em resumo, a configuração e conexão Wi-Fi são passos cruciais para garantir que o dispositivo Atom QR-CODE esteja pronto para interagir com seu ambiente de rede, ampliando suas capacidades e utilidades em diversas aplicações.

5.1.3 Teste de MQTT

Com resultados bem-sucedidos nos testes anteriores, o teste de MQTT foi realizado. Durante este teste, foi necessário adicionar bibliotecas (Figura 59), específicas para MQTT ao código. Essas bibliotecas são essenciais para permitir a comunicação usando o protocolo MQTT, amplamente utilizado em aplicações de Internet das Coisas (IoT) para troca de mensagens entre dispositivos e servidores.

A adição dessas bibliotecas permitiu que o dispositivo comunicasse de forma eficaz usando o protocolo MQTT, possibilitando a publicação e subscrição de mensagens em tópicos MQTT. Isso expandiu as capacidades de comunicação do dispositivo, permitindo sua integração em sistemas IoT mais amplos e complexos.

Em resumo, após obter resultados positivos nos testes anteriores, a inclusão das bibliotecas MQTT foi uma etapa crucial para garantir que o dispositivo estivesse pronto para comunicar usando o protocolo MQTT, permitindo a sua participação em redes de IoT e sistemas de comunicação baseados em MQTT.



Figura 59 - M5Unit-MQTT

A configuração do MQTT no nível do setup envolve a inclusão das bibliotecas MQTT necessárias e a definição dos parâmetros de conexão, como o endereço do servidor MQTT, nome de utilizador e senha como mostra a Figura 60. Em seguida, a conexão MQTT é inicializada durante o setup do dispositivo IoT, permitindo que ele se conecte e comunique-se com o servidor (mqtt.m5stack.com), onde está localizado o broker MQTT.

```

unit.configMQTT("mqtt.m5stack.com", // host
               "1883",           // port
               id,                // client id
               "user" + id,       // user name
               "pwd",             // password
               "60"                // keepalive
               );

```

Figura 60 - MQTT no Setup

Em conclusão, a configuração do MQTT no nível do setup é uma etapa fundamental para garantir a funcionalidade eficaz da comunicação em dispositivos IoT. Ao incluir as bibliotecas MQTT apropriadas, definir os parâmetros de conexão e inicializar a conexão MQTT durante o setup, o dispositivo torna-se capaz de estabelecer uma conexão estável e confiável com o servidor MQTT. Isso permite que o dispositivo envie e receba mensagens de forma eficiente, ampliando suas capacidades de comunicação e possibilitando sua integração em sistemas IoT mais amplos e complexos. Em resumo, a configuração do MQTT no nível do setup é essencial para o sucesso da comunicação MQTT em dispositivos IoT.

5.2 Teste da base de dados

A base de dados, apresentado na Tabela 8 é uma só tabela designada por banco_dados_proj, com uma estrutura de 3 coluna (Referência, Descrição e Preço), o tipo de dados da Referência e Descrição é texto e Preço é numérico. Para o teste, foram inseridos no mínimo 10 produtos diferentes.

Tabela 8 - Base de Dados SQLite

Referência (REF)	Descrição (DES)	Preço (PREÇO) €
K041	Atom 2D/1D Bar Code Scanner kit	81.66
5601009992171	LUBRIFICANTE LABEAL	2.99
5600747234413	OLEO VEGETAL PURO ROSA MOSQUETA	7.99
42397304	ANTI-TRANSPIRANTE BLACK & WHITE 48H	3.99
096-8698	MODULO LEITURA CODIGO BARRA	5.75
4005900443298	CREME HIDRATANTE NIVEA	9.59
5412359708646	GEL DE MASSAGEM	15
5904966741289	BRUMA CORPORAL COCO E FRAMBOESAS	4.5
4005900388612	ANTI-TRANSPIRANTE BLACK & WHITE 72H	4.5
8681781008854	GEL DE CERRA MODUS	5.79

5.3 Teste de Node-RED

5.3.1 Teste local com a porta série

No teste realizado localmente (SOLUÇÃO A), a comunicação via porta série foi integrada ao Node-RED para receber informações e verificar sua transmissão através do painel de debug. Para isso, foram utilizados blocos específicos para série e debug. Essa integração permitiu monitorizar e depurar as informações transmitidas pela porta série, facilitando a verificação do fluxo de dados entre dispositivos e possibilitando diagnósticos rápidos em caso de problemas de comunicação.

A configuração que foi feita na porta série foi:

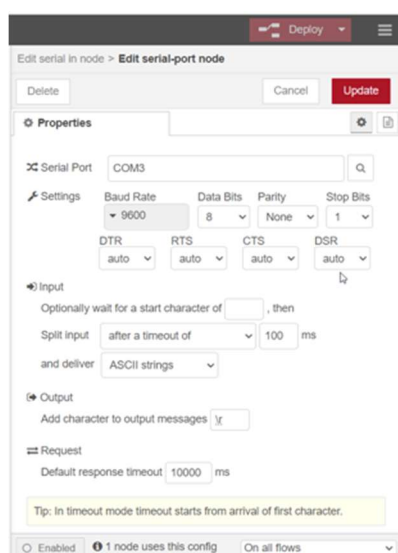


Figura 61 - Porta série no NODE-RED

E o resultado foi isso

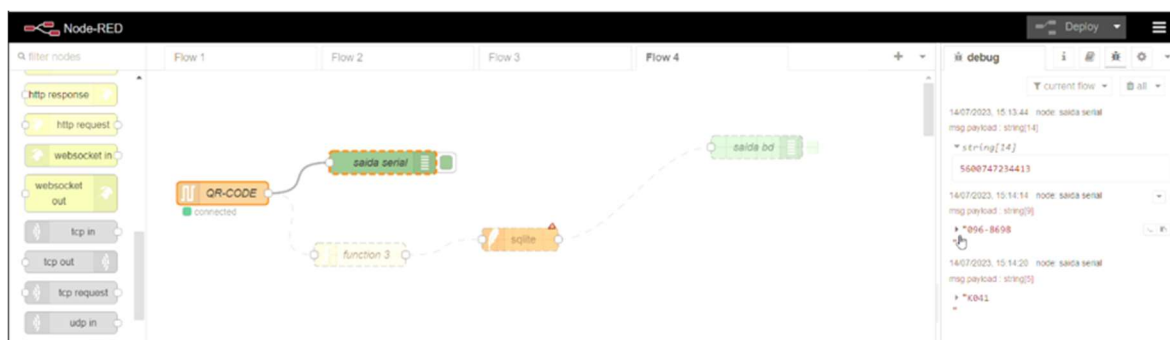


Figura 62 - Resultado da Porta série no NODE-RED

Com base no sucesso do teste, podemos concluir que a integração da comunicação via porta série com o Node-RED foi bem-sucedida. A capacidade de ler os produtos e

receber suas referências no painel de debug como mostra a Figura 62, confirma a funcionalidade eficaz da comunicação série. Além disso, a confirmação de que os dados recebidos são do tipo 'string' indica uma integração coesa e adequada entre os dispositivos, permitindo uma troca de dados confiável. Esses resultados demonstram a viabilidade e eficiência da comunicação série para transmitir informações entre dispositivos e sistemas externos, abrindo possibilidades para futuras aplicações e integrações.

5.3.2 Teste local da base de dados

Continuando com testes locais (SOLUÇÃO A), para realizar consultas na base de dados após a leitura de uma referência de produto, foi introduzida uma função dedicada. Essa função tem a responsabilidade de executar query na base de dados. Durante os testes, foi necessário integrar essa função ao sistema para verificar a sua eficácia. Isso possibilitou a verificação do processo de consulta à base de dados e garantiu que as informações necessárias pudessem ser recuperadas com sucesso após a leitura da referência do produto.

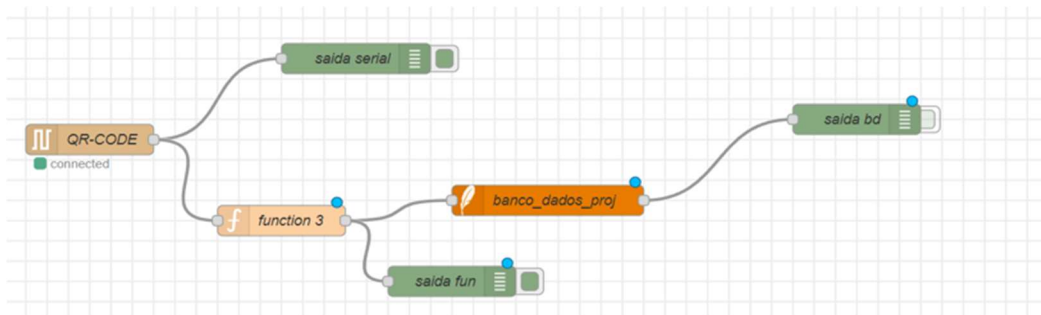


Figura 63 - Base de Dados no NODE-RED

Para realizar consultas na base de dados ao ler uma referência de um produto, foram configurados blocos específicos no Node-RED. O bloco QR-CODE foi configurado da mesma forma que no ponto anterior para capturar e processar os dados dos códigos QR.

Além disso, foi introduzida uma função específica no Node-RED para executar queries na base de dados. A configuração do bloco “function 3” foi feita da seguinte forma:

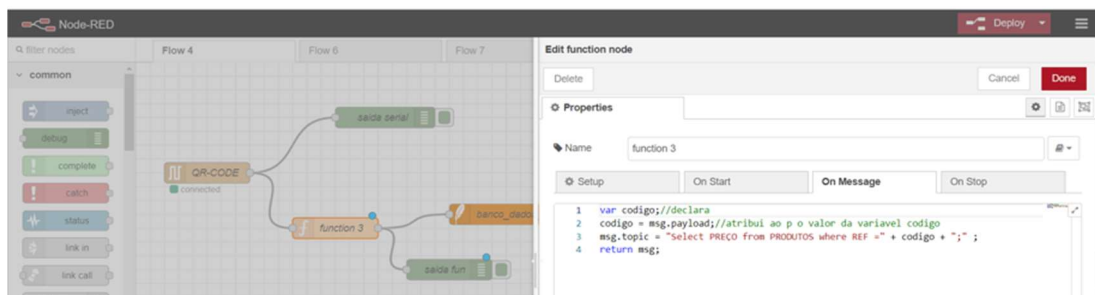


Figura 64 - Configuração Base de Dados

Essa função constrói uma query SQL para buscar informações na base de dados com base na referência do produto lido. A referência do produto, capturada pelo bloco QR-CODE, é usada como critério de pesquisa na query SQL. O resultado da query é então enviado ao próximo node para processamento adicional.

Durante os testes, essa função foi integrada ao sistema para garantir que as consultas à base de dados fossem executadas corretamente e que as informações dos produtos pudessem ser recuperadas com sucesso após a leitura dos códigos QR. A configuração eficaz desses blocos e funções no Node-RED demonstrou a viabilidade e precisão da comunicação e integração com a base de dados.

Isso quer dizer o seguinte:

- 1- Foi declarado variável 'codigo';
- 2- Atribui ao payload a mensagem que chegou ai,(atribui variável 'codigo', a mensagem payload que chega no bloco de função). Nesse momento o codigo contem uma 'string' de tamanho variável, que depende do código Qr ou código de barra. Depois é integrado aquele 'codigo' no query;
- 3- O comando da Figura 65, esse comando quer dizer que, vai fazer uma query em base de dados e seleciona o PREÇO de um PRODUTO cuja REFERÊNCIA é igual ao código que se lê no dispositivo Atom QR-CODE, isso resulta numa string e ao tópico da mensagem será atribuído essa string;

```
-----string-----+string--+string-  
"Select PREÇO from PRODUTOS where REF =" + codigo + ";" ;
```

Figura 65 - Comando do query

Isso conclui que o comando tem 3 strings

- 4- E devolve a mensagem;

O bloco de banco_de_dados_proj foi configurado desse modo:

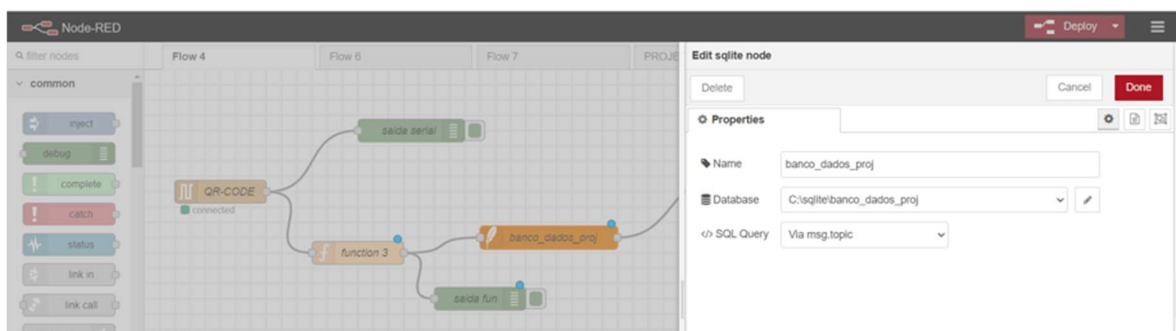


Figura 66 - Caminho para Base de Dados no Node-RED

Database é o caminho para onde encontrar o ficheiro base de dados criada; A base de dados, criada com SQLite, está no mesmo computador onde é executado Node-RED, foi gravada com o nome de 'banco_dados_proj'

O resultado desse teste é o seguinte: após ler um código de um produto, o bloco function 3 faz uma query desse produto no banco_de_dados_proj e devolve a referência e o preço do produto na janela de debug (Figura 67). Isso confirma que o sistema é capaz de realizar consultas na base de dados de forma eficiente e precisa, devolvendo as informações corretas dos produtos conforme necessário.

Essa integração demonstra a viabilidade e eficácia do sistema em processar leituras de códigos de barras, executar consultas em um base de dados e fornecer informações relevantes em tempo real, sendo uma solução robusta para gerenciamento e verificação de produtos.

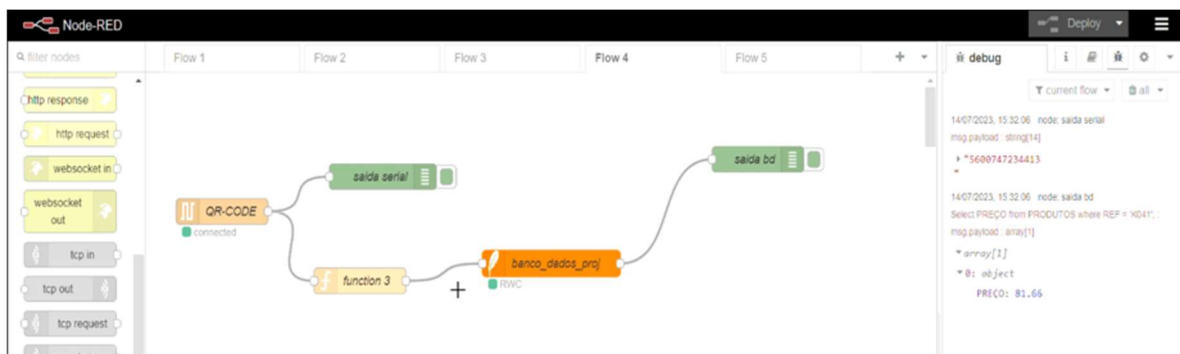


Figura 67 - Resultado da base de dados no NODE-RED

5.3.3 Teste remoto com MQTT

Neste teste, (SOLUÇÃO B), a base de dados está armazenada num servidor externo e é acedida através de Wi-Fi usando protocolo MQTT.

Configuração e Teste de Comunicação via MQTT

O MQTT é um protocolo de comunicação muito simples baseado em HTTP. Este protocolo necessita de um broker, que é o software intermediário responsável por receber e encaminhar mensagens entre os dispositivos. O broker pode operar localmente ou remotamente. O funcionamento do MQTT baseia-se em dois principais elementos: publicadores e subscritores de informações.

- Publicadores: Dispositivos que enviam informações.
- Subscritores: Dispositivos que recebem informações específicas.

O broker decide quais informações são encaminhadas e para quem, com base nas subscrições feitas pelos dispositivos. Por exemplo, o dispositivo Atom QR-CODE atua como um publicador de informações, enquanto o Node-RED pode atuar como subscritor.

No nosso caso específico, embora não utilizemos um broker centralizado, a lógica do MQTT facilita a comunicação em redes Wi-Fi com múltiplos dispositivos. Quando vários dispositivos leitores de códigos de barras estão presentes na mesma rede, o broker encaminha corretamente os pedidos aos subscritores apropriados, garantindo uma comunicação eficiente.

Para o teste funcional, tanto o dispositivo QR- CODE Atom quanto os computadores devem estar conectados ao mesmo ponto de acesso (AP) de rede Wi-Fi, chamado ROUTER Wi-Fi. Isso garante que ambos estejam na mesma rede, permitindo a comunicação necessária para o teste.

Passos para Configuração da Rede Wi-Fi:

1. Configuração do AP (ROUTER Wi-Fi): Configurar o ponto de acesso (AP) ROUTER Wi-Fi para que todos os dispositivos possam se conectar.
2. Conexão do Dispositivo Atom QR-CODE: O dispositivo Atom QR-Code deve conectar-se ao router Wi-Fi.
3. Conexão do Computador: O computador também deve se conectar ao mesmo router Wi-Fi (Figura 68), para garantir que ambos estejam na mesma rede.

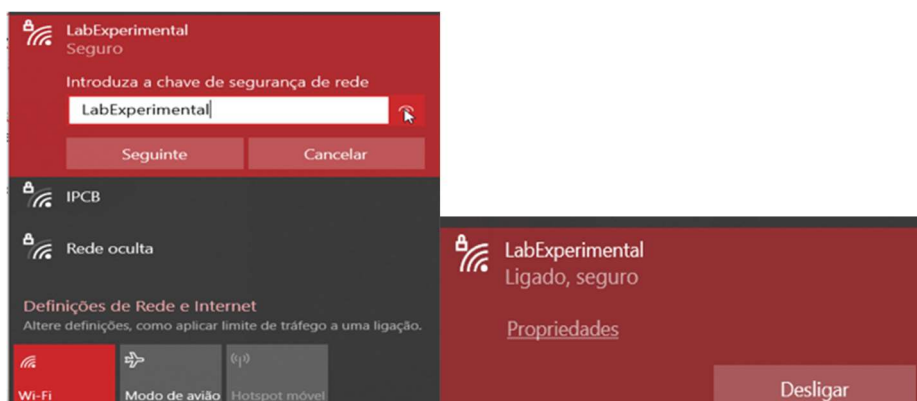


Figura 68 - Wi-Fi no PC

A maneira mais fácil de utilizar o protocolo MQTT é por meio de um broker online, acessível pela internet. O protocolo MQTT funciona independentemente da localização dos dispositivos, desde que o endereço do broker seja conhecido. Algumas empresas fornecem serviços de MQTT online, eliminando a necessidade de instalar um broker localmente. Para testes, essa abordagem é excelente, pois simplifica a configuração e a conectividade. No entanto, a desvantagem é que os dados enviados e recebidos através de um broker público podem ser acessados por qualquer pessoa, comprometendo a segurança.

Para este projeto, o router funciona como AP, enquanto o broker opera num servidor online. Toda a configuração e testes preliminares já foram realizados com sucesso, garantindo que o sistema funcione conforme esperado.

Essa estrutura resume de maneira clara o funcionamento do protocolo MQTT, a sua aplicação prática no contexto do teste, e os passos necessários para garantir a

funcionalidade da rede Wi-Fi para comunicação entre o dispositivo Atom QR-CODE e o computador.

6 Resultados experimentais

Esses resultados são da versão final do projeto, que integra todos os subsistemas testados nos capítulos anteriores, usando MQTT e Wi-Fi.

6.1 Diagrama de Fluxo

O diagrama do fluxo apresentado na Figura 69 é a funcionalidade da versão final do projeto de Automação de Consulta de Preços.

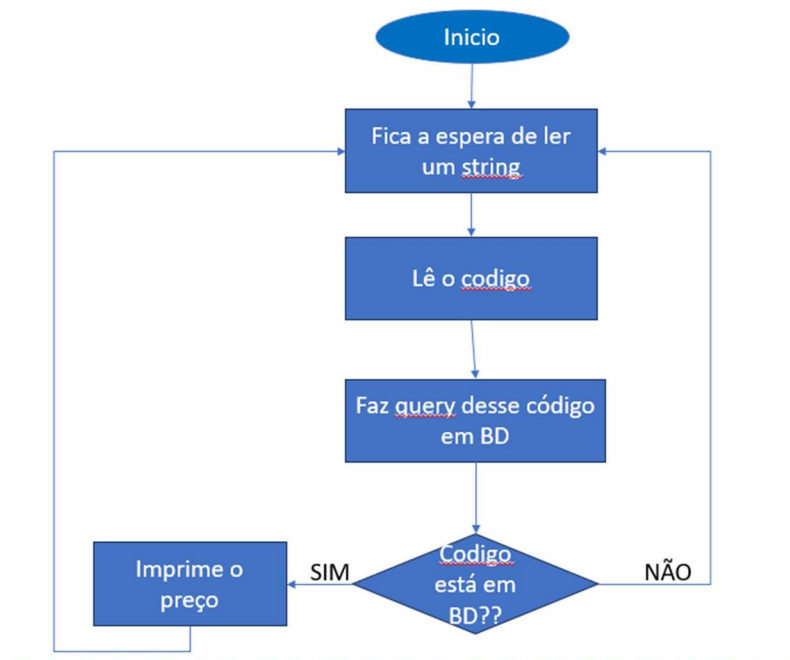


Figura 69 - Fluxograma do funcionamento QR-CODE

- Captura de Imagem:
 - O cliente utiliza dispositivo Atom QR-CODE para ler a imagem do código de barra de um produto.

- Conexão via ROUTER Wi-Fi:
 - O dispositivo se conecta ao ROUTER Wi-Fi, que funciona como ponto de acesso (AP), permitindo a comunicação com a rede local da loja e a internet.

- Processamento no Node-RED:
 - Node-RED recebe a referência do produto decodificado através do Router Wi-Fi. Em Node-RED, fluxos de processamento são configurados para:

- Consultar a base de dados dos preços com o referencia do produto.
- Receber o preço do produto do base de dados.

- Exibição do Preço ao Cliente:

- O preço do produto é enviado de volta ao dispositivo Atom QR-CODE, onde é exibido no display de 7 segmentos. E também é exibido no écran do computador.

Esse sistema oferece uma maneira eficiente e rápida para os clientes verificarem o preço dos produtos usando o dispositivo Atom QR-CODE, integrando hardware e software de maneira coesa para proporcionar uma experiência de utilizador fluida e informativa

6.2 Resultados no Arduíno IDE

Os resultados experimentais demonstram a eficácia do sistema de leitura de código de barras que inclui funcionalidades de Wi-Fi e MQTT, além de acesso a uma base de dados para obter informações como preço e mostrar no display. Antes de apresentar os resultados, é importante revisar alguns conceitos fundamentais para o funcionamento do sistema. Para que a comunicação entre o PC e o dispositivo Atom QR-CODE seja bem-sucedida, ambos devem estar conectados à mesma rede Wi-Fi.

Resultados

Os testes demonstraram que, ao ler um código de barras, o dispositivo Atom QR-CODE consegue enviar a referência do produto para o Node-RED, que atua como subscritor. A função configurada no Node-RED realiza uma consulta na base de dados utilizando a referência do produto e retorna informações relevantes, como o preço do produto. Essas informações são então exibidas no monitor série em Arduíno IDE como mostra a Figura 70.



```
.....
Successo

Conectando à NOS-6A04
.
WiFi connectedo
IP address:
192.168.1.52
Inicialização do relógio digital bem-sucedida
Atenção MQTT conectando...conectado
4005900388612A mensagem chegou [MamiPR] 400,5
```

Figura 70 - Resultado no Arduíno IDE

Em resumo, os resultados experimentais confirmam que o sistema é capaz de:

- Ler códigos de barras utilizando o dispositivo Atom QR-CODE.

- Conectar-se à rede Wi-Fi utilizando o AP ROUTER Wi-Fi.
- Comunicar de maneira eficiente através do protocolo MQTT.
- Realizar consultas na base de dados para obter informações detalhadas sobre os produtos, como referência e preço.
- Exibir as informações obtidas no monitor série em Arduíno IDE e também no display de 7 segmentos (Figura 71).



Figura 71 - Resultado final no Display de 7 segmentos

Essa configuração demonstra a viabilidade e eficácia de um sistema integrado de leitura de códigos de barras com suporte para Wi-Fi, MQTT e base de dados, proporcionando uma solução robusta para gestão e verificação de produtos em tempo real.

6.3 Resultados no Node-RED

Para descrever os resultados experimentais que se pode esperar desse fluxo do Node-RED, vamos considerar o processo passo a passo, enfatizando o que cada parte do sistema está fazendo e o resultado.

1. Entrada de Dados:

- Depois passar um produto pelo leitor de códigos de barras, o dispositivo Atom QR-CODE envia uma mensagem com um código de referência de produto para o tópico MQTT "REF".

2. Processamento e Consultas:

- O Node-RED subscreve e recebe essa mensagem e usa o código de referência para realizar três consultas SQL na base de dados:

- Obtém o preço do produto.
- Verifica e confirma a referência do produto.
- Obtém a descrição do produto.

3. Conversão e Extração de Dados:

- As respostas da base de dados, que estão em formato JSON, são processadas para extrair os dados específicos (preço, referência e descrição).

4. Exibição na Dashboard:

- O Node-RED Dashboard exibe as seguintes informações:

- Preço (€): O preço do produto associado ao código de referência.
- Descrição: Uma descrição textual do produto.
- Referência: O código de referência do produto.

4. Publicação via MQTT:

- Além da exibição no Dashboard Node-RED, o preço do produto é publicado no tópico MQTT "MamiPR".

6.3.1 Exemplos de Resultados Experimentais

Imagine que o cliente de uma loja pretende saber o preço do produto da Figura 72.



Figura 72 - Produto

Esse produto tem a seguinte entrada na base de dados:

- Referência: 5904966741289
- Preço: 4,5
- Descrição: BRUMA CORPORAL COCO E FRAMBOESAS

Quando o cliente lê a referência através do dispositivo QR-CODE, este envia a referência "5904966741289" para o tópico "REF" do MQTT, os resultados experimentais serão:

- No Node-RED apresenta Dashboard como Figura 73:

***** BODEM *****	
REFERENCIA	5904966741289
DESCRIÇÃO	BRUMA CORPORAL COCO E FRAMBOESAS
PREÇO (€)	4,5

Figura 73 - Resultado final no NODE-RED

- No tópico MQTT "MamiPR":

- Uma mensagem será publicada com o conteúdo "4,5" no display 7 segmento para o cliente ver o preço (Figura 74), na loja junto ao local onde fez a leitura do código.



Figura 74 - Preço Exibido no Display

6.3.2 Observações

- Validação: O sistema não só recupera informações, mas também confirma a referência do produto.

- Atualização em Tempo Real: As informações no Dashboard e no tópico MQTT são atualizadas em tempo real com base na referência recebida.

- Usabilidade: O painel visual (Dashboard) permite uma fácil visualização das informações dos produtos, mais também a publicação MQTT mostra claramente o preço do produto ao cliente no display de 7 segmentos.

6.3.3 Cenários de Teste

1. Referência Válida: Ao enviar uma referência válida, todas as informações relacionadas ao produto são exibidas e publicadas corretamente.
2. Referência Inválida: Se uma referência inválida for enviada, as consultas à base de dados devolvem um campo vazio, e os campos no Dashboard podem não exibir informações ou exibir mensagens de erro.
3. Vários Produtos: Enviando diferentes referências em sequência, o Dashboard atualizará com as informações correspondentes a cada produto.

Este fluxo do Node-RED oferece uma maneira eficiente de buscar, processar e exibir informações de produtos a partir de referências recebidas via MQTT, tornando-o útil para aplicações em ambientes industriais, lojas online, e outros sistemas de gestão de produtos.

7 Conclusão

As conclusões estão divididas em duas partes, correspondentes às duas realizações deste projeto: a comunicação Wi-Fi entre lojas, e a leitura de preços de produtos em loja.

1. **Cobertura das Antenas:** Com base nos três testes realizados e nas análises detalhadas dos resultados, podemos chegar às seguintes conclusões que o teste realizado revela que as antenas Yagi construídas manualmente proporcionaram uma cobertura considerável, alcançando distâncias substanciais antes da degradação significativa do sinal. No entanto, a intensidade da conexão diminuiu notavelmente com o aumento da distância, destacando a necessidade de uma infraestrutura de rede robusta para garantir conectividade estável em áreas distantes. A variação na intensidade do sinal entre diferentes pontos de teste indica a influência de obstáculos físicos e interferências na qualidade da recepção. Devido a esses fatores e outros relacionados com aspectos construtivos das antenas, não foi possível atingir uma ligação estável com uma distância de 3 km, e para alcançar essa distância futuramente, o uso de antenas comerciais com maior ganho podem ser uma opção.
2. **Projeto de Automação de Consulta de Preços:** O projeto demonstrou o uso eficiente e inteligente de tecnologias modernas, como código de barras, MQTT, Node-RED e displays de 7 segmentos, para a automação da consulta de preços de produtos. O sistema automatiza o processo desde a leitura do código de barras até a exibição do preço, proporcionando uma experiência rápida e fluida para o cliente. A implementação dessas tecnologias facilita a escalabilidade e flexibilidade do sistema, melhorando a eficiência operacional e reduzindo a necessidade de intervenções manuais.

Em suma, a conclusão final do projeto é que tanto o sistema de antenas quanto o sistema de automação de consulta de preços apresentaram resultados positivos dentro dos objetivos propostos. As antenas direcionais Yagi construídas manualmente proporcionaram uma cobertura significativa, apesar das limitações impostas por obstáculos físicos, interferências e aspectos construtivos. Para alcançar distâncias maiores, como 3 km, o uso de antenas comerciais com maior ganho devem ser consideradas. No que diz respeito à automação da consulta de preços, a utilização de QR-CODE, MQTT, Node-RED e displays locais demonstrou ser uma solução eficiente e escalável, melhorando a experiência do cliente e a eficiência operacional. Esses

resultados indicam um avanço significativo na infraestrutura de rede e na automação de processos, proporcionando bases sólidas para futuras melhorias e expansões.

8 Trabalho Futuro

8.1 1ª Parte do Projeto

No que diz a respeito da primeira parte do meu projeto, que é de Interligação sem fios entre lojas, após os testes realizados com antenas Yagi para estender a cobertura de rede Wi-Fi entre duas lojas separadas por 3 km na cidade de Bissau, identifiquei algumas considerações importantes para futuro:

1. Seleção das Melhores Antenas Yagi:

Optar por antenas Yagi comerciais de alta qualidade, com um ganho significativo para maximizar o alcance e a direccionalidade do sinal. Escolher antenas direccionais será crucial para focar o sinal na direcção desejada, minimizando interferências e melhorando a intensidade do sinal.

2. Planeamento Detalhado da Instalação:

Realizar um estudo minucioso do ambiente entre as lojas para identificar os pontos ideais de instalação das antenas Yagi. Considerar possíveis obstáculos físicos, como edifícios e árvores, para garantir uma linha de visão direta clara.

3. Realização de Testes de Campo Prévios:

Antes da implementação definitiva, fazer testes de campo com as antenas Yagi seleccionadas. Medir a intensidade do sinal em intervalos de distância para avaliar o desempenho real das antenas em condições reais.

4. Ajustes na Direcção das Antenas:

Durante os testes, fazer ajustes na direcção e no alinhamento das antenas Yagi para otimizar a qualidade do sinal. Esses ajustes finos serão cruciais para maximizar a estabilidade e a potência do sinal.

5. Consideração dos Fatores Ambientais:

Levar em conta fatores como condições meteorológicas e outros elementos ambientais que poderiam afetar a propagação do sinal. Testar a solução em diferentes condições para garantir robustez e confiabilidade.

6. Implementação e Monitorização Contínuo:

Após os testes bem-sucedidos, proceder com a instalação definitiva das antenas Yagi. Monitorar continuamente a conectividade entre as lojas para garantir que a rede opere de maneira estável e eficiente.

7. Elaboração de um Plano de Contingência:

Elaborar um plano de contingência para lidar com possíveis problemas de conectividade, como a disponibilidade de antenas reserva e ajustes na configuração do router, garantindo assim uma operação ininterrupta da rede.

Essas ações visam assegurar uma solução eficaz para a monitorização de stock em tempo real entre as lojas, utilizando antenas Yagi para maximizar a cobertura e a qualidade da rede Wi-Fi na malha urbana de Bissau.

8.2 2ª Parte do Projeto

Para o trabalho futuro quero que tudo funcione separadamente, o Node-RED num servidor e a base de dados no outro servidor, no entanto, mantendo a funcionalidade descrita, podemos configurar o sistema da seguinte maneira:

Configuração do Sistema Separadamente

1. leitura do Código:

- O cliente usa um dispositivo com capacidade de ler o código de barras.

2. Envio da Referência via MQTT:

- Após ler o código de barras, a referência do produto é enviada via MQTT para um servidor MQTT centralizado. Este servidor MQTT pode ser hospedado num servidor na nuvem ou num servidor local, dependendo da infraestrutura disponível.

3. Node-RED no Servidor A:

- Um servidor dedicado (Servidor A) hospeda o Node-RED. Está configurado para subscrever ao tópico MQTT onde as referências do produto são publicadas.

- O Node-RED, ao receber a referência do produto, inicia um fluxo de trabalho para consultar a base de dados.

4. Base de Dados no Servidor B:

- Outro servidor dedicado (Servidor B) hospeda a base de dados. Esta base de dados contém informações detalhadas sobre os produtos, incluindo seus preços.

- O Node-RED executa uma consulta SQL na base de dados para recuperar o preço do produto com base na referência recebida.

5. Envio do Preço via MQTT:

- Após recuperar o preço do produto da base de dados, o Node-RED publica o preço de volta no servidor MQTT centralizado, usando um tópico específico.

6. Exibição no Dispositivo de Saída (display):

- O dispositivo que leu a referência e enviou a referência via MQTT agora recebe o preço do produto de volta através do servidor MQTT.

- O dispositivo exibe o preço recebido no seu próprio display (no lugar de um display de 7 segmentos) para o cliente.

Benefícios e Considerações

- **Separação de Responsabilidades:** Esta arquitetura distribuída permite escalabilidade e manutenção mais fáceis. Cada componente (Node-RED, servidor MQTT, base de dados) pode ser dimensionado independentemente conforme necessário.
- **Comunicação Assíncrona:** O uso do MQTT facilita a comunicação assíncrona entre os componentes do sistema, garantindo que os dispositivos cliente recebam as informações atualizadas de forma rápida e eficiente.
- **Segurança:** É importante configurar corretamente a segurança em todos os pontos de conexão (MQTT, base de dados, Node-RED) para proteger os dados sensíveis dos clientes e garantir que apenas dispositivos autorizados possam aceder e modificar informações no sistema.
- **Monitorização e Manutenção:** Cada servidor pode ser monitorizado separadamente para garantir que estejam funcionando corretamente e de acordo com as expectativas do sistema.

Implementando essa arquitetura, temos um sistema distribuído que mantém a funcionalidade de consulta de preços de produtos através de códigos de barra, enquanto permite flexibilidade e escalabilidade para futuras expansões e manutenções.

Biografia e Referências

- [1] https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/14232/1/SOEIRO_Antena_Wi-Fi.pdf
- [2] <https://drj.com.br/o-que-e-uma-antena-yagi>
- [3] <https://www.vk5dj.com/yagi.html>
- [4] https://play.google.com/store/apps/details?id=com.assia.sweetspots&hl=en_US&pli=1
- [5] https://play.google.com/store/apps/details?id=abdelrahman.Wi-Fianalyzerpro&hl=en_US
- [6] http://docs.m5stack.com/en/atom/atomic_qr
- [7] https://docs.m5stack.com/en/unit/digi_clock
- [8] <https://github.com/pawelsalawa/sqlitestudio/wiki/SQLiteStudio>

Anexos

Anexo 1 - Teste da porta série com M5stack

```

include <M5Atom.h>

define TRIG 23
define DLED 33

void setup() {
  M5.begin(false, false, true);
  Serial.begin(9600);
  Serial2.begin(9600, SERIAL_8N1, 22, 19);
  M5.dis.drawpix(0, 0x00f000);
  pinMode(TRIG, OUTPUT);
  pinMode(DLED, INPUT);
  digitalWrite(TRIG, HIGH);
}

void loop() {
  M5.update();
  if(digitalRead(39) == LOW){
    digitalWrite(TRIG, LOW);
  }else {
    digitalWrite(TRIG, HIGH);
  }
  if(digitalRead(DLED) == HIGH){
    while(Serial2.available() > 0){
      char ch = Serial2.read();
      Serial.print(ch);
    }
  }
}

```

Anexo 2 - Código da conexão do dispositivo ao Wi-Fi

/Press button to scan, serial monitor will print information/

```
include <M5Atom.h>

define TRIG 23
define DLED 33

int flag = 0 ;// nao ha dados

void setup() {
  M5.begin(false, false, true);
  Serial.begin(9600);
  Serial2.begin(9600, Serial_8N1, 22, 19);
  M5.dis.drawpix(0, 0x00f000);
  pinMode(TRIG, OUTPUT);
  pinMode(DLED, INPUT);
  digitalWrite(TRIG, HIGH);
}

void loop() {
  M5.update();

  //LEITURA DE CODIGO DE BARRA OU QR
  if (digitalRead(39) == LOW) {
    digitalWrite(TRIG, LOW);
  } else {
    digitalWrite(TRIG, HIGH);
  }

  if (digitalRead(DLED) == HIGH) {
    while (Serial2.available() > 0) {
      flag = 1;
    }
  }
}
```

```
    char ch = Serial2.read();
    Serial.print(ch);
  }
} else {
  if (flag) {
    Serial.println("teste");
    flag = 0;
  }
}

// //ESCRITA DO PREÇO
// while(Serial.available() > 0){
//   char ch = Serial.read();
//   m5stack atom qr-code
//   delay(200);
//   M5.dis.drawpix(0, 0x00f111);
//   delay(200);
// }

}
```

Anexo 3 - Conexão do dispositivo ao Wi-Fi

```

/
include "M5Atom.h"
include <Wi-Fi.h>

define TRIG 23
define DLED 33

// Foi configurado the name and password of the connected Wi-
Fi and your MQTT Serve
const char ssid      = "LabExperimental"; // Nome da rede Wi-
Fi que deseja se conectar
const char password = "LabExperimental"; // senha da rede Wi-
Fi que deseja se conectar
const char mqtt_server = "mqtt.m5stack.com"; // URL do broker
MQTT que se deseja utilizar

const char host = "data.sparkfun.com";
const char streamId = ".....";
const char privateKey = ".....";

//declaração de funções
void setupWi-Fi(); //faz conexão com Wi-Fi

void setup()
{

    M5.begin(true, false, true);
    Serial.begin(115200);
    Serial2.begin(9600, Serial_8N1, 22, 19);
    M5.dis.drawpix(0, 0x00f000);
    pinMode(TRIG, OUTPUT);
    pinMode(DLED, INPUT);
    digitalWrite(TRIG, HIGH);

```

```
delay(10);

// We start by connecting to a Wi-Fi network

Serial.println();
Serial.println();
Serial.print("Connecting to ");
Serial.println(ssid);

Wi-Fi.begin(ssid, password);

while (Wi-Fi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
}

Serial.println("");
Serial.println("Wi-Fi connected");
Serial.println("IP address: ");
Serial.println(Wi-Fi.localIP());
}

int value = 0;

void loop()
{
    M5.update();
    if(digitalRead(39) == LOW){
        digitalWrite(TRIG, LOW);
    }else {
        digitalWrite(TRIG, HIGH);
    }
}
```

```
if(digitalRead(DLED) == HIGH){
  while(Serial2.available() > 0){
    char ch = Serial2.read();
    Serial.print(ch);
    Serial.print("");
  }
}

void setupWi-Fi() {
  delay(10);
  Serial.printf("Connecting to %s", ssid);
  Wi-Fi.mode(
    Wi-Fi_STA); //Defina o modo para o modo de estação Wi-Fi.
  Wi-Fi.begin(ssid, password); // Iniciar conexão Wi-Fi.

  while (Wi-Fi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }//fim do ciclo while
  Serial.printf("\nSuccess\n");
  M5.dis.fillpix(0x00ff00);
} //Fim de função setupWi-Fi
```

Anexo 4 - Conexão do dispositivo ao MQTT

/

Este esboço envia dados por meio de solicitações HTTP GET para o serviço `data.sparkfun.com`.

Você precisa obter `streamId` e `privateKey` em `data.sparkfun.com` e colá-los

abaixo. Ou apenas personalize este `scRouter Wi-Fi` para conversar com outros servidores HTTP.

/

```
include "M5Atom.h"
include "M5_MQTT.h"
include <Wi-Fi.h>
include <PubSubClient.h>

define TRIG 23
define DLED 33

Wi-FiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);

M5_MQTT unit;
uint32_t chipId = 0;
unsigned long start = 0;

// Foi configurado the name and password of the connected Wi-
// Fi and your MQTT Serve
const char ssid = "LabExperimental"; // Nome da rede Wi-
// Fi que deseja se conectar
const char password = "LabExperimental"; // senha da rede Wi-
// Fi que deseja se conectar
```

```

const char mqtt_server = "mqtt.m5stack.com";// URL do broker
MQTT que se deseja utilizar

const char host = "data.sparkfun.com";
const char streamId = ".....";
const char privateKey = ".....";

//conf mqtt
unsigned long lastMsg = 0;
define MSG_BUFFER_SIZE (50)
char msg[MSG_BUFFER_SIZE];
int value = 0;
int flag = 0 ;// nao ha dados

//declaração de funcoes
void setupWi-Fi();//faz conexão com Wi-Fi
void callback(char topic, byte payload, unsigned int length);
void reConnect();// garante que as conexões com Wi-Fi e MQTT
se mantenham
void enviarValores();//envia os pacotes(payload)

void setup()
{
  //conf mqtt
  M5.begin(true, false, true);
  M5.dis.fillpix(0xffff00);
  setupWi-Fi();
  client.setServer(mqtt_server,
                  1883); // Define os detalhes do servidor
  client.setCallback(
    callback); // Define a função de retorno de chamada da
mensagem.
  //fim conf mqtt

```

```

//INICIO de conf de PROJ
Serial.begin(115200);
Serial2.begin(9600, Serial_8N1, 22, 19);
M5.dis.drawpix(0, 0x00f000);
pinMode(TRIG, OUTPUT);
pinMode(DLED, INPUT);
digitalWrite(TRIG, HIGH);

// We start by connecting to a Wi-Fi network

Serial.println();
Serial.println();
Serial.print("Connecting to ");
Serial.println(ssid);

Wi-Fi.begin(ssid, password);

while (Wi-Fi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}

Serial.println("");
Serial.println("Wi-Fi connected");
Serial.println("IP address: ");
Serial.println(Wi-Fi.localIP());

//fim de conf de PROJ
}

//int value = 0;

```

```

void loop()
{

    //inicio de configuração de MQTT
    if (!client.connected()) {
        reconnect();
    }
    client.loop(); // Esta função é chamada periodicamente para
    permitir que os clientes
    // processar mensagens recebidas e manter conexões com o
    // servidor.
    // enviaValores();

    //INICIO DE CONF DO PROJ
    M5.update();
    if (digitalRead(39) == LOW) {
        digitalWrite(TRIG, LOW);
    } else {
        digitalWrite(TRIG, HIGH);
    }
    if (digitalRead(DLED) == HIGH) {
        while (Serial2.available() > 0) {
            flag = 1;
            char ch = Serial2.read();
            Serial.print(ch);
            msg[value] = ch;
            ++value;
            // Serial.println("");
        }
    } else {
        if (flag) {
            client.publish("REF", msg); // Publica uma mensagem
            para o especificado
            value = 0;

```

```

        flag = 0;
    } //fim do if
} //fim do else

}

void setupWi-Fi() {
    delay(10);
    Serial.printf("Connecting to %s", ssid);
    Wi-Fi.mode(
        Wi-Fi_STA); //Defina o modo para o modo de estação Wi-Fi.
    Wi-Fi.begin(ssid, password); // Iniciar conexão Wi-Fi.

    while (Wi-Fi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(500);
        Serial.print(".");
    }
    Serial.printf("\nSuccess\n");
    M5.dis.fillpix(0x00ff00);
}

void callback(char topic, byte payload, unsigned int length)
{
    M5.dis.fillpix(0x00ffff);
    Serial.print("Message arrived [");
    Serial.print(topic);
    Serial.print("] ");
    for (int i = 0; i < length; i++) {
        Serial.print((char)payload[i]);
    }
    Serial.println();
}

```

```
void reconnect() {
  while (!client.connected()) {
    Serial.print("Attempting MQTT connection...");
    // Crie um ID de cliente aleatório.
    String clientId = "REF-";
    clientId += String(random(0xffff), HEX);
    //Tentativa de conexão
    if (client.connect(clientId.c_str())) {
      Serial.println("connected");
      // Uma vez conectado, publique um anúncio no tópico.
      client.publish("REF", "hello world");
      // ... e recadastrar.
      client.subscribe("REF");
    } else {
      Serial.print("failed, rc=");
      Serial.print(client.state());
      Serial.println("try again in 5 seconds");
      delay(5000);
    }
  }
}
```

Anexo 5 - Código final do projeto no Arduíno IDE

```

/*
    Este esboço envia dados por meio de solicitações HTTP GET
    para o serviço data.sparkfun.com.

    Você precisa obter streamId e privateKey em
    data.sparkfun.com e colá-los
    abaixo. Ou apenas personalize este scRouter Wi-Fi para
    conversar com outros servidores HTTP.

*/

include "M5Atom.h"
//include "M5_MQTT.h"
include <Wi-Fi.h>
include <PubSubClient.h>
include "Wire.h"
include "M5UNIT_DIGI_CLOCK.h"

define TRIG 23
define DLED 33

/* Para M5Atom Lite/Matriz */
define SDA 26
define SCL 32
define ADD 0x30

Wi-FiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);

//M5_MQTT unit;
uint32_t chipId = 0;
unsigned long start = 0;

```

```

// Configuração do nome e a senha do Wi-Fi conectado e do seu
servidor MQTT

const char* ssid      = "Wlan1"; // Nome da rede Wi-Fi que
deseja se conectar

const char* password = "123qwe++"; // senha da rede Wi-Fi que
deseja se conectar

const char* mqtt_server = "mqtt.m5stack.com"; // URL do broker
MQTT que se deseja utilizar

const char* host = "data.sparkfun.com";
const char* streamId = ".....";
const char* privateKey = ".....";

//conf mqtt
unsigned long lastMsg = 0;
define MSG_BUFFER_SIZE (50)
char msg[MSG_BUFFER_SIZE];
int value = 0;
int flag = 0 ;// nao ha dados

//declaração de funções
void setupWi-Fi(); //faz conexão com Wi-Fi
void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int
length);
void reConnect(); // garante que as conexões com Wi-Fi e MQTT
se mantenham
void enviarValores(); //envia os pacotes(payload)

M5UNIT_DIGI_CLOCK Digiclock; // Declaração de variavel
Digiclock

void setup()
{
  //conf mqtt

```

```

M5.begin(true, false, true);
M5.dis.fillpix(0xffff00);
setupWi-Fi();
client.setServer(mqtt_server,
                 1883); // Define os detalhes do servidor
client.setCallback(
    callback); // Define a função de retorno de chamada da
mensagem.
//fim conf mqtt

//INICIO de conf de PROJ
Serial.begin(115200);
Serial2.begin(9600, SÉRIE_8N1, 22, 19);
M5.dis.drawpix(0, 0x00f000);
pinMode(TRIG, OUTPUT);
pinMode(DLED, INPUT);
digitalWrite(TRIG, HIGH);

// Começamos nos conectando a uma rede Wi-Fi
Serial.println();
Serial.println();
Serial.print("Connecting to ");
Serial.println(ssid);

Wi-Fi.begin(ssid, password);

while (Wi-Fi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
} //fim do ciclo while

Serial.println("");
Serial.println("Wi-Fi connected");

```

```
Serial.println("IP address: ");
Serial.println(Wi-Fi.localIP());

//fim de conf de PROJ

Wire.begin(SDA, SCL);

/* Inicialização do relógio digital */
if (Digiclock.begin(&Wire, SDA, SCL, ADD))
{
    Serial.println("Inicialização do relógio digital bem-
sucedida");
}
else
{
    Serial.println("Erro de inicialização do relógio
digital");
    while (1);
}
char buff[] = " ";
Digiclock.setString(buff);

} //Fim da função setup

int val = 0;

void loop()
{

    if (val == 0) {
        //display
        char buff[] = "8.8.:8.8.";
        Digiclock.setString(buff);
        delay(200);
```

```

char buff2[] = " ";
Digiclock.setString(buff2);
val = 1;
}

//inicio de configuração de MQTT
if (!client.connected()) {
    reconnect();
} //fim do ciclo if
client.loop(); // Esta função é chamada periodicamente para
permitir que os clientes
// processar mensagens recebidas e manter conexões com o
// servidor.
// enviaValores();

//INICIO DE CONF DO PROJ
M5.update();
if (digitalRead(39) == LOW) {
    digitalWrite(TRIG, LOW);
} else {
    digitalWrite(TRIG, HIGH);
} //fim de ciclo else
if (digitalRead(DLED) == HIGH) {
    while (Serial2.available() > 0) {
        flag = 1;
        char ch = Serial2.read();
        Serial.print(ch);
        msg[value] = ch;
        ++value;
        // Serial.println("");
    } //fim do while
} else {

```

```

    if (flag) {
        client.publish("REF", msg);    // Publica uma mensagem
para o especificado
        value = 0;
        flag = 0;
    } //fim do if
} //fim do else

} //Fim da função loop

```

```

void setupWi-Fi() {
    delay(10);
    Serial.printf("Conectando à %s", ssid);
    Wi-Fi.mode(
        Wi-Fi_STA); //Defina o modo para o modo de estação Wi-Fi.
    Wi-Fi.begin(ssid, password); // Iniciar conexão Wi-Fi.

    while (Wi-Fi.status() != WL_CONNECTED) {
        delay(500);
        Serial.print(".");
    } //fim do ciclo while
    Serial.printf("\nSucesso\n");
    M5.dis.fillpix(0x00ff00);
} //Fim de função setupWi-Fi

```

```

void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length)
{
    char buff[] = " ";
    M5.dis.fillpix(0x00ffff);
    Serial.print("Message arrived [");
    Serial.print(topic);
    Serial.print("] ");
    for (int i = 0; i < length; i++) {

```

```

    Serial.print((char)payload[i]);
    if ((char)payload[i] == 0x2C) { //substitui a virgula pelo
ponto
        buff[i] = 0x2E;
    }//fim de if
    else {
        buff[i] = (char)payload[i];
    }//fim de else
} //fim do ciclo for
Digiclock.setString(buff); //manda o que esta no monitor
para display
Serial.println();
} //Fim de função callback

void reconnect() {
    while (!client.connected()) {
        Serial.print("Atenção MQTT conectando...");
        // Crie um ID de cliente aleatório.
        String clientId = "REF-";
        clientId += String(random(0xffff), HEX);
        //Tentativa de conexão
        if (client.connect(clientId.c_str())) {
            Serial.println("conectado");
            client.subscribe("MamiPR");
        } else {
            Serial.print("fracassado, rc=");
            Serial.print(client.state());
            Serial.println("tente novamente em 5 segundos");
            delay(5000);
        } //fim do ciclo else
    } //fim do ciclo while
} //Fim de função reconnect

```

Anexo 6 - Teste de MQTT no Node-RED

```
[
  {
    "id": "539375fb0d12647c",
    "type": "tab",
    "label": "Flow 7",
    "disabled": false,
    "info": "",
    "env": []
  },
  {
    "id": "f8c40753a56d6bd5",
    "type": "mqtt in",
    "z": "539375fb0d12647c",
    "name": "",
    "topic": "REF",
    "qos": "2",
    "datatype": "auto-detect",
    "broker": "8c344528ef61acf0",
    "nl": false,
    "rap": true,
    "rh": 0,
    "inputs": 0,
    "x": 150,
    "y": 180,
    "wires": [
      [
        "66bcd0d64a0f723e"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "66bcd0d64a0f723e",
```

```

    "type": "debug",
    "z": "539375fb0d12647c",
    "name": "debug 4",
    "active": true,
    "tosidebar": true,
    "console": false,
    "tostatus": false,
    "complete": "false",
    "statusVal": "",
    "statusType": "auto",
    "x": 420,
    "y": 180,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "8c344528ef61acf0",
    "type": "mqtt-broker",
    "name": "M5stack",
    "broker": "mqtt.m5stack.com",
    "port": "1883",
    "clientid": "",
    "autoConnect": true,
    "usetls": false,
    "protocolVersion": "4",
    "keepalive": "60",
    "cleansession": true,
    "birthTopic": "",
    "birthQos": "0",
    "birthPayload": "",
    "birthMsg": {},
    "closeTopic": "",
    "closeQos": "0",

```

```
    "closePayload": "",
    "closeMsg": {},
    "willTopic": "",
    "willQos": "0",
    "willPayload": "",
    "willMsg": {},
    "userProps": "",
    "sessionExpiry": "",
    "credentials": {}
  }
]
```

Anexo 7 - Teste da Porta série com o Node-RED

Este anexo tem incluído código com a porta série que faz um query na base de dados através de uma função

```
[
  {
    "id": "4e7eb20e7908ffffb",
    "type": "tab",
    "label": "Flow 4",
    "disabled": false,
    "info": "",
    "env": []
  },
  {
    "id": "d31e6bce3ccd2bf4",
    "type": "sqlite",
    "z": "4e7eb20e7908ffffb",
    "mydb": "6e7e40d2537578c4",
    "sqlquery": "msg.topic",
    "sql": "",
    "name": "banco_dados_proj",
    "x": 530,
    "y": 220,
    "wires": [
      [
        "4a947aab1220924e",
        "86aa568250961e0a"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "731692be30438c5f",
    "type": "function",
```

```

    "z": "4e7eb20e7908ffffb",
    "name": "function 3",
    "func": "var      codigo;//declara\ncodigo      =
msg.payload;//atribui ao p o valor da variavel
codigo\nmsg.topic = \"Select PREÇO from PRODUTOS where REF =\"
+ codigo + \";\" ;\nreturn msg;",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 280,
    "y": 240,
    "wires": [
      [
        "d31e6bce3ccd2bf4",
        "d55411489e167e0a"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "4a947aab1220924e",
    "type": "debug",
    "z": "4e7eb20e7908ffffb",
    "name": "saida bd",
    "active": false,
    "tosidebar": true,
    "console": false,
    "tostatus": false,
    "complete": "payload",
    "targetType": "msg",
    "statusVal": "",
    "statusType": "auto",
    "x": 800,

```

```

    "y": 100,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "a8fd5c5e463cc978",
    "type": "debug",
    "z": "4e7eb20e7908ffffb",
    "name": "saida série",
    "active": true,
    "tosidebar": true,
    "console": false,
    "tostatus": false,
    "complete": "payload",
    "targetType": "msg",
    "statusVal": "",
    "statusType": "auto",
    "x": 350,
    "y": 80,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "6bd353b85fa25e9e",
    "type": "mqtt out",
    "z": "4e7eb20e7908ffffb",
    "name": "",
    "topic": "REF",
    "qos": "2",
    "retain": "",
    "respTopic": "",
    "contentType": "",
    "userProps": "",
    "correl": "",

```

```
    "expiry": "",
    "broker": "8c344528ef61acf0",
    "x": 290,
    "y": 160,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "d55411489e167e0a",
    "type": "debug",
    "z": "4e7eb20e7908ffffb",
    "name": "saida fun",
    "active": true,
    "tosidebar": true,
    "console": false,
    "tostatus": false,
    "complete": "payload",
    "targetType": "msg",
    "statusVal": "",
    "statusType": "auto",
    "x": 440,
    "y": 300,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "86aa568250961e0a",
    "type": "Serial out",
    "z": "4e7eb20e7908ffffb",
    "name": "",
    "Serial": "1b7b748a82722cf5",
    "x": 690,
    "y": 420,
    "wires": []
  },
}
```

```

{
  "id": "f1b5e8237b6d53d6",
  "type": "Serial in",
  "z": "4e7eb20e7908fffb",
  "name": "QR-CODE",
  "Serial": "1b7b748a82722cf5",
  "x": 100,
  "y": 160,
  "wires": [
    [
      "731692be30438c5f",
      "a8fd5c5e463cc978",
      "6bd353b85fa25e9e"
    ]
  ]
},
{
  "id": "6e7e40d2537578c4",
  "type": "sqlitedb",
  "db": "C:\\sqlite\\banco_dados_proj",
  "mode": "RWC"
},
{
  "id": "8c344528ef61acf0",
  "type": "mqtt-broker",
  "name": "M5stack",
  "broker": "mqtt.m5stack.com",
  "port": "1883",
  "clientid": "",
  "autoConnect": true,
  "usetls": false,
  "protocolVersion": "4",

```

```
    "keepalive": "60",
    "cleansession": true,
    "birthTopic": "",
    "birthQos": "0",
    "birthPayload": "",
    "birthMsg": {},
    "closeTopic": "",
    "closeQos": "0",
    "closePayload": "",
    "closeMsg": {},
    "willTopic": "",
    "willQos": "0",
    "willPayload": "",
    "willMsg": {},
    "userProps": "",
    "sessionExpiry": ""
  },
  {
    "id": "1b7b748a82722cf5",
    "type": "Serial-port",
    "Serialport": "COM3",
    "Serialbaud": "9600",
    "databits": "8",
    "parity": "none",
    "stopbits": "1",
    "waitfor": "",
    "dtr": "none",
    "rts": "none",
    "cts": "none",
    "dsr": "none",
    "newline": "100",
    "bin": "false",
    "out": "time",
```

```
"addchar": "\\r",  
"responsetimeout": "10000"  
}  
]
```

Anexo 8 - Código de Node-RED Que faz Query na base de dados através de uma função

```
[
  {
    "id": "3da6d0ee639d97c6",
    "type": "mqtt out",
    "z": "3bed656cbad29042",
    "name": "",
    "topic": "REF",
    "qos": "2",
    "retain": "",
    "respTopic": "",
    "contentType": "",
    "userProps": "",
    "correl": "",
    "expiry": "",
    "broker": "8c344528ef61acf0",
    "x": 530,
    "y": 360,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "8c344528ef61acf0",
    "type": "mqtt-broker",
    "name": "M5stack",
    "broker": "mqtt.m5stack.com",
    "port": "1883",
    "clientid": "",
    "autoConnect": true,
    "usetls": false,
    "protocolVersion": "4",
    "keepalive": "60",
    "cleansession": true,
  }
]
```

```
"birthTopic": "",
"birthQos": "0",
"birthPayload": "",
"birthMsg": {},
"closeTopic": "",
"closeQos": "0",
"closePayload": "",
"closeMsg": {},
"willTopic": "",
"willQos": "0",
"willPayload": "",
"willMsg": {},
"userProps": "",
"sessionExpiry": ""
}
]
```

Anexo 9 - Código final do Node-RED

```
[
  {
    "id": "eb4475d499194154",
    "type": "tab",
    "label": "PROJETO_FINAL",
    "disabled": false,
    "info": "",
    "env": []
  },
  {
    "id": "855648fdf4019ca2",
    "type": "sqlite",
    "z": "eb4475d499194154",
    "mydb": "6e7e40d2537578c4",
    "sqlquery": "msg.topic",
    "sql": "",
    "name": "banco_dados_proj",
    "x": 530,
    "y": 280,
    "wires": [
      [
        "f8060b0bcecl1a343"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "753e914f1a084f59",
    "type": "function",
    "z": "eb4475d499194154",
    "name": "function 15",
  }
]
```

```

    "func":      "var      codigo;//declara\ncodigo      =
msg.payload;//atribui      ao      p      o      valor      da      variavel
codigo\nmsg.topic = \"Select PREÇO from PRODUTOS where REF =\"
+ codigo + \";\n\" ;\nreturn msg;\",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 280,
    "y": 280,
    "wires": [
        [
            "855648fdf4019ca2"
        ]
    ]
},
{
    "id": "faac7af3056512c4",
    "type": "debug",
    "z": "eb4475d499194154",
    "name": "saida bd PREÇO",
    "active": true,
    "tosidebar": true,
    "console": false,
    "tostatus": false,
    "complete": "payload",
    "targetType": "msg",
    "statusVal": "",
    "statusType": "auto",
    "x": 1030,
    "y": 140,
    "wires": []
}

```

```

    },
    {
      "id": "2ce6af5330628b02",
      "type": "mqtt in",
      "z": "eb4475d499194154",
      "name": "",
      "topic": "REF",
      "qos": "2",
      "datatype": "auto-detect",
      "broker": "8c344528ef61acf0",
      "nl": false,
      "rap": true,
      "rh": 0,
      "inputs": 0,
      "x": 110,
      "y": 360,
      "wires": [
        [
          "753e914f1a084f59",
          "7a28ca0088892bbf",
          "7f6509bb1574fef1"
        ]
      ]
    },
    {
      "id": "7a28ca0088892bbf",
      "type": "function",
      "z": "eb4475d499194154",
      "name": "function 16",
      "func": "var      codigo;//declara\ncodigo      =
msg.payload;//atribui  ao  p  o  valor  da  variavel
codigo\nmsg.topic = \"Select REF from PRODUTOS where REF =\"
+ codigo + \";\n\" ;\nreturn msg;",
      "outputs": 1,

```

```

    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 280,
    "y": 440,
    "wires": [
      [
        "b2c3446f953d6a8b"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "b2c3446f953d6a8b",
    "type": "sqlite",
    "z": "eb4475d499194154",
    "mydb": "6e7e40d2537578c4",
    "sqlquery": "msg.topic",
    "sql": "",
    "name": "banco_dados_proj",
    "x": 530,
    "y": 440,
    "wires": [
      [
        "8ee8bb73bf57dca0"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "2f7674eafc21bd1c",
    "type": "debug",
    "z": "eb4475d499194154",

```

```

    "name": "saida bd REF",
    "active": true,
    "tosidebar": true,
    "console": false,
    "tostatus": false,
    "complete": "payload",
    "targetType": "msg",
    "statusVal": "",
    "statusType": "auto",
    "x": 1100,
    "y": 460,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "7f6509bb1574fef1",
    "type": "function",
    "z": "eb4475d499194154",
    "name": "function 17",
    "func": "var      codigo;//declara\ncodigo      =
msg.payload;//atribui ao p o valor da variavel
codigo\nmsg.topic = \"Select DESCRIÇÃO from PRODUTOS where REF
=\" + codigo + \";\" ;\nreturn msg;",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 280,
    "y": 360,
    "wires": [
      [
        "4924aaebb916666e"
      ]
    ]
  }
]

```

```

},
{
  "id": "4924aaebb916666e",
  "type": "sqlite",
  "z": "eb4475d499194154",
  "mydb": "6e7e40d2537578c4",
  "sqlquery": "msg.topic",
  "sql": "",
  "name": "banco_dados_proj",
  "x": 530,
  "y": 360,
  "wires": [
    [
      "f124e769c22419f5"
    ]
  ]
},
{
  "id": "7cf1e3ca3e1747bd",
  "type": "debug",
  "z": "eb4475d499194154",
  "name": "saida bd DES",
  "active": true,
  "tosidebar": true,
  "console": false,
  "tostatus": false,
  "complete": "payload",
  "targetType": "msg",
  "statusVal": "",
  "statusType": "auto",
  "x": 1060,
  "y": 280,

```

```

        "wires": []
    },
    {
        "id": "1fee5a91fab7318",
        "type": "function",
        "z": "eb4475d499194154",
        "name": "function 18",
        "func": "// Certifique-se de que o payload é uma
string\nlet payload = String(msg.payload);\n\n// Expressão
regular para encontrar todas as ocorrências entre aspas
duplas\nlet matches = payload.match(/\"(.*)\"/g);\n\n// Se
houver correspondências, extraia o conteúdo entre aspas\nif
(matches) {\n    // Use map para remover as aspas e armazenar
apenas o conteúdo\n    msg.payload = matches.map(match =>
match.slice(1, -1));\n} else {\n    msg.payload = []; // ou
você pode tratar isso conforme necessário\n}\nmsg.payload =
msg.payload[1];\n// Retorne o objeto de mensagem
modificado\nreturn msg;",
        "outputs": 1,
        "noerr": 0,
        "initialize": "",
        "finalize": "",
        "libs": [],
        "x": 910,
        "y": 460,
        "wires": [
            [
                "2f7674eafc21bd1c",
                "d0a25d65624147e8"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "8ee8bb73bf57dca0",
        "type": "json",
        "z": "eb4475d499194154",

```

```

    "name": "",
    "property": "payload",
    "action": "str",
    "pretty": false,
    "x": 710,
    "y": 460,
    "wires": [
      [
        "1fee5a91fab7318"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "9886bdb39ffa8a71",
    "type": "function",
    "z": "eb4475d499194154",
    "name": "function 19",
    "func": "// Certifique-se de que o payload é uma
string\nlet payload = String(msg.payload);\n\n// Expressão
regular para encontrar todas as ocorrências entre aspas
duplas\nlet matches = payload.match(/\"(.*)\"/g);\n\n// Se
houver correspondências, extraia o conteúdo entre aspas\nif
(matches) {\n  // Use map para remover as aspas e armazenar
apenas o conteúdo\n  msg.payload = matches.map(match =>
match.slice(1, -1));\n} else {\n  msg.payload = []; // ou
você pode tratar isso conforme necessário\n}\nmsg.payload =
msg.payload[1];\n\n// Retorne o objeto de mensagem
modificado\nreturn msg;",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 810,
    "y": 160,

```

```

        "wires": [
            [
                "faac7af3056512c4",
                "1195c364db6defb2",
                "933cb8693b381ea0"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "f8060b0bcecl1a343",
        "type": "json",
        "z": "eb4475d499194154",
        "name": "",
        "property": "payload",
        "action": "str",
        "pretty": false,
        "x": 610,
        "y": 160,
        "wires": [
            [
                "9886bdb39ffa8a71"
            ]
        ]
    },
    {
        "id": "5f9360739629f3ac",
        "type": "function",
        "z": "eb4475d499194154",
        "name": "function 20",
        "func": "// Certifique-se de que o payload é uma
string\nlet payload = String(msg.payload);\n\n// Expressão
regular para encontrar todas as ocorrências entre aspas
duplas\nlet matches = payload.match(/\"(.*)\"/g);\n\n// Se
houver correspondências, extraia o conteúdo entre aspas\nif

```

```
(matches) {\n    // Use map para remover as aspas e armazenar
apenas o conteúdo\n    msg.payload = matches.map(match =>
match.slice(1, -1));\n} else {\n    msg.payload = []; // ou
você pode tratar isso conforme necessário\n}\nmsg.payload =
msg.payload[1];\n// Retorne o objeto de mensagem
modificado\nreturn msg;"},
```

```
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "libs": [],
    "x": 910,
    "y": 360,
    "wires": [
      [
        "7cf1e3ca3e1747bd",
        "5432a41e5a1df88a"
      ]
    ]
  ]
},
```

```
{
  "id": "f124e769c22419f5",
  "type": "json",
  "z": "eb4475d499194154",
  "name": "",
  "property": "payload",
  "action": "str",
  "pretty": false,
  "x": 710,
  "y": 360,
  "wires": [
    [
      "5f9360739629f3ac"
    ]
  ]
}
```

```
    ]
  },
  {
    "id": "1195c364db6defb2",
    "type": "ui_text",
    "z": "eb4475d499194154",
    "group": "ec0cba76a4737dfd",
    "order": 5,
    "width": 0,
    "height": 0,
    "name": "",
    "label": "PREÇO (€)",
    "format": "{{msg.payload}}",
    "layout": "row-spread",
    "className": "",
    "x": 1030,
    "y": 200,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "5432a41e5a1df88a",
    "type": "ui_text",
    "z": "eb4475d499194154",
    "group": "ec0cba76a4737dfd",
    "order": 3,
    "width": 0,
    "height": 0,
    "name": "",
    "label": "DESCRIÇÃO",
    "format": "{{msg.payload}}",
    "layout": "row-spread",
    "className": "",
    "x": 1090,
```

```

    "y": 380,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "d0a25d65624147e8",
    "type": "ui_text",
    "z": "eb4475d499194154",
    "group": "ec0cba76a4737dfd",
    "order": 1,
    "width": 0,
    "height": 0,
    "name": "",
    "label": "REFERENCIA",
    "format": "{{msg.payload}}",
    "layout": "row-spread",
    "className": "",
    "x": 1120,
    "y": 540,
    "wires": []
  },
  {
    {
      "id": "933cb8693b381ea0",
      "type": "mqtt out",
      "z": "eb4475d499194154",
      "name": "",
      "topic": "MamiPR",
      "qos": "2",
      "retain": "",
      "respTopic": "",
      "contentType": "",
      "userProps": "",
      "correl": "",

```

```
    "expiry": "",
    "broker": "8c344528ef61acf0",
    "x": 1320,
    "y": 160,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "6e7e40d2537578c4",
    "type": "sqlitedb",
    "db": "C:\\sqlite\\banco_dados_proj",
    "mode": "RWC"
  },
  {
    "id": "8c344528ef61acf0",
    "type": "mqtt-broker",
    "name": "M5stack",
    "broker": "mqtt.m5stack.com",
    "port": "1883",
    "clientid": "",
    "autoConnect": true,
    "usetls": false,
    "protocolVersion": "4",
    "keepalive": "60",
    "cleansession": true,
    "birthTopic": "",
    "birthQos": "0",
    "birthPayload": "",
    "birthMsg": {},
    "closeTopic": "",
    "closeQos": "0",
    "closePayload": "",
    "closeMsg": {},
    "willTopic": "",
```

```
    "willQos": "0",
    "willPayload": "",
    "willMsg": {},
    "userProps": "",
    "sessionExpiry": ""
  },
  {
    "id": "ec0cba76a4737dfd",
    "type": "ui_group",
    "name": "|BODEM|",
    "tab": "3542179caa222af6",
    "order": 1,
    "disp": true,
    "width": "10",
    "collapse": false,
    "className": ""
  },
  {
    "id": "3542179caa222af6",
    "type": "ui_tab",
    "name": "LOJAS",
    "icon": "dashboard",
    "disabled": false,
    "hidden": false
  }
]
```

