



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS FLORIANO
TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

EMÍLIA NUNES CABRAL

REDES WI-FI EM AMBIENTES RESIDENCIAIS: AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS EM
UMA COBERTURA DOMÉSTICA

FLORIANO

2025



EMÍLIA NUNES CABRAL

REDES WI-FI EM AMBIENTES RESIDENCIAIS: Avaliação de cenários em uma
cobertura doméstica

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Floriano.

Orientador: Prof. Dr. Willamys Rangel Nunes de Sousa.

FLORIANO

2025

REDES WI-FI EM AMBIENTES RESIDENCIAIS: Avaliação de cenários em uma cobertura doméstica

Emília Nunes Cabral¹

Prof. Dr. Willamys Rangel Nunes de Sousa²

RESUMO

As redes sem fio estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas, principalmente pela facilidade de uso e mobilidade proporcionadas pela ausência de cabeamento físico. No entanto, redes Wi-Fi residenciais frequentemente enfrentam problemas relacionados a interferências, causadas por barreiras físicas, dispositivos que operam na mesma frequência e a presença de outras redes próximas. No contexto doméstico, onde cresce a demanda por serviços que exigem alta qualidade de conexão (como *streaming* em alta definição, videoconferências e dispositivos inteligentes), torna-se fundamental avaliar a cobertura e o desempenho da rede. Este trabalho tem como objetivo analisar o funcionamento de uma rede Wi-Fi em ambiente residencial, identificar os principais pontos de falha na cobertura e propor soluções que visem à melhoria da qualidade do sinal e da experiência do usuário. A metodologia inclui a realização de um Site Survey para mapeamento da cobertura e análise do ambiente, seguido por testes com diferentes tecnologias e posicionamentos de equipamentos. A partir da análise comparativa dos resultados — considerando intensidade do sinal, interferências, taxa de transferência, ping, jitter e estabilidade — concluiu-se que a solução com rede mesh apresentou o melhor desempenho para o ambiente avaliado.

Palavras-chave: wi-fi; interferências; cobertura; site survey; ambientes residenciais.

ABSTRACT

Wireless networks are increasingly present in people's daily lives, mainly due to the ease of use and mobility provided by the absence of physical cabling. However, Wi-Fi networks also frequently face problems related to interference, caused by physical barriers, devices operating on the same frequency, and the presence of other nearby networks. In the domestic context, where the demand for services that disable high-quality connections (such as high-definition streaming, videoconferencing, and smart devices) is growing, it is essential to evaluate network coverage and performance. This work aims to analyze the operation of a Wi-Fi network in a residential environment, identify the main points of failure in coverage, and propose solutions aimed at improving signal quality and user experience. The methodology includes conducting a Site Survey to map coverage and analyze the environment, followed by tests with different technologies and equipment positions. Based on a comparative analysis of the results—considering signal strength, interference,

¹ Graduanda em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Floriano. emilianunescabral@gmail.com.

²Doutor em Geologia pela Universidade Federal do Ceará (2022). Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal Rural do Semiárido (2012). Possui Especialização em Bancos de Dados pelo Instituto Federal do Piauí (2005). Graduado em Tecnologia em Informática pelo Instituto Federal do Piauí (2003). Professor efetivo de Informática do Instituto Federal do Piauí - campus Floriano, desde 2007. Diretor de Ensino do IFPI - Campus Floriano. rangelnunes@ifpi.edu.br.

transfer rate, ping, jitter, and stability—it was concluded that the mesh network solution presented the best performance for the evaluated environment.

Keywords: wi-fi; interference; coverage; site survey; residential environments.

Data de aprovação: 16/07/2025

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o uso de redes sem fio tem crescido de maneira exponencial em todo o mundo. Com a expansão da Internet das Coisas (IoT), a popularização de dispositivos inteligentes e a crescente digitalização das atividades cotidianas, as redes Wi-Fi se tornaram essenciais para o funcionamento de residências, empresas e espaços públicos. Uma pesquisa realizada pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br), departamento do Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (NIC.br), entre março e agosto de 2024, revelou que 86% da população brasileira, aproximadamente 141 milhões de pessoas, acessaram o ambiente digital nos três meses anteriores ao levantamento (NIC.br, 2024).

A conectividade em ambientes residenciais desempenha um papel essencial no contexto atual, especialmente devido ao crescimento de aplicações que demandam alta qualidade de serviço (QoS), como realidade virtual e *streaming* de vídeo em 4K. Contudo, a infraestrutura Wi-Fi doméstica, geralmente, consiste em pontos de acesso (*Access Points* - APs) autônomos, administrados diretamente pelos usuários. Essa administração, frequentemente realizada por pessoas com conhecimento técnico limitado, prioriza a simplicidade na configuração, o que pode comprometer o desempenho e a cobertura ideal da rede (Zehl; Zubow; Wolisz, 2017).

No contexto doméstico, a importância das redes Wi-Fi transcende o simples acesso à Internet. Elas são fundamentais para o trabalho remoto, o ensino à distância, o consumo de entretenimento digital e até mesmo o gerenciamento de dispositivos inteligentes, como câmeras de segurança e assistentes virtuais. Entretanto, o crescimento das redes sem fio tem gerado novos desafios, como a saturação das conexões, que resulta em anomalias na ligação e na degradação da experiência do usuário (Yiakoumis *et al.*, 2011 *apud* Celerino e Leandro, 2020).

Além disso, a falta de planejamento na instalação de equipamentos, como pontos de acesso e extensores, bem como o posicionamento inadequado desses dispositivos, pode impactar negativamente o desempenho das redes (Morimoto, 2011 apud Celerino e Leandro, 2020). Essas dificuldades frequentemente resultam em frustrações, afetando a produtividade e o lazer dos usuários.

Diversos estudos têm buscado explorar soluções para aprimorar a cobertura e a eficiência das redes Wi-Fi, considerando tanto aspectos técnicos quanto fatores ambientais. No entanto, essas pesquisas, em sua maioria, são realizadas em cenários padronizados ou urbanos de grande porte, ignorando as particularidades de residências típicas e o impacto de fatores como a disposição dos móveis, o tipo de construção e a presença de barreiras físicas. Essa lacuna evidencia a necessidade de investigações que considerem cenários comuns em residências e desenvolvam soluções adaptadas para essas realidades.

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência de diferentes cenários para melhorar a cobertura e o desempenho de redes Wi-Fi em ambientes residenciais, considerando cenários comuns em uma casa. A pesquisa busca identificar as abordagens mais eficazes para otimizar o desempenho das redes Wi-Fi, levando em conta os desafios práticos enfrentados por usuários em seu cotidiano. Por meio dessa investigação, espera-se contribuir para a criação de estratégias que melhorem a experiência dos usuários e ampliem o acesso a uma conectividade de qualidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A análise das soluções disponíveis no mercado para a propagação de sinal Wi-Fi tornou-se essencial devido ao crescimento exponencial das redes Wi-Fi nos últimos anos, tanto em ambientes domésticos quanto empresariais. Esse avanço é impulsionado, principalmente, pelo aumento do uso de dispositivos que dependem dessa tecnologia e pela popularização de inovações que simplificam a experiência do usuário (Castro e Palheta, 2021).

De acordo com a pesquisa do Módulo de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD Contínua, divulgada pelo IBGE, em 2023, 92,5% dos domicílios no Brasil tinham acesso à internet, representando um aumento de 1 (um) ponto percentual em comparação com 2022 (Nery, 2024).

Contudo, devido à crescente demanda por redes *wireless*, torna-se cada vez mais evidente um dos principais desafios desta tecnologia: as interferências (Morimoto, 2011 *apud* Castro e Palheta, 2021).

Diversos fatores que influenciam o nível de interferência em redes wireless, como: a distância entre os dispositivos, o tráfego de dados, a potência dos dispositivos, a taxa de dados e a sensibilidade das informações transmitidas, sendo que diferentes tipos de dados, como voz e arquivos, têm diferentes níveis de vulnerabilidade à interferência (IEEE802.15.2, 2003).

2.1 INTRODUÇÃO ÀS REDES WI-FI

A comunicação sem fio, apesar de ser amplamente associada à modernidade, tem suas raízes históricas no final do século XVIII, com a invenção do rádio. Inicialmente conhecido como telégrafo sem fio, essa tecnologia teve sua paternidade amplamente debatida. Com o passar do tempo, avanços significativos ocorreram, aumentando a potência de transmissão, reduzindo o tamanho dos componentes e tornando as transmissões mais eficientes. Essas melhorias possibilitaram o uso da comunicação sem fio em aplicações inéditas, como a transmissão da voz humana em tempo real, o que resultou no surgimento do rádio moderno (Goron, 2013).

Na década de 1990, o Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) iniciou o desenvolvimento de padrões para redes sem fio, utilizando as bandas de frequência ISM (*Industrial, Scientific and Medical*). Em 1997, foi lançado o primeiro padrão IEEE 802.11, que deu origem às redes locais sem fio (WLAN). Embora seu impacto inicial tenha sido modesto, o desempenho e a confiabilidade dessas redes evoluíram rapidamente, contribuindo para o amadurecimento do mercado e para a expansão acelerada das redes Wi-Fi (Nardin, 2008).

As redes Wi-Fi operam, principalmente, nas frequências das bandas ISM, como 2,4 GHz e 5 GHz, para a transmissão de dados sem a necessidade de cabos. Os padrões IEEE 802.11, definem protocolos e técnicas que garantem a eficiência e a confiabilidade das conexões (Nardin, 2008).

A família 802.11 abrange diversos protocolos, nem todos diretamente relacionados ao próprio protocolo de rádio. Contudo, entre os padrões *wireless* mais amplamente implementados nos equipamentos disponíveis no mercado, destacam-se quatro principais (Friendly *et al.*, 2008).

O *802.11b*, ratificado em 1999, utiliza modulação DSSS na banda de 2,4 GHz, com velocidade máxima de 11 Mbps (real de cerca de 5 Mbps). É um dos protocolos mais populares, devido à sua ampla adoção inicial.

O *802.11g*, introduzido em 2003, combina compatibilidade com o *802.11b* e melhor desempenho graças à modulação OFDM, alcançando 54 Mbps (real de cerca de 22 Mbps). Tornou-se padrão em dispositivos modernos, como laptops e handhelds.

O *802.11a*, também aprovado em 1999, opera na banda de 5 GHz com modulação OFDM, atingindo 54 Mbps (real de até 27 Mbps). Apesar do bom desempenho, tem alcance menor e menor popularidade, devido à incompatibilidade com os padrões de 2,4 GHz e restrições regionais para uso.

O *802.11n*, ratificado em 2009, foi projetado para oferecer uma melhoria significativa no desempenho em relação aos padrões anteriores, como o *802.11b* e o *802.11g*. Utiliza a tecnologia MIMO (*Multiple Input Multiple Output*), permitindo múltiplos fluxos de transmissão com o uso de diversas antenas tanto no transmissor quanto no receptor. Opera nas bandas de 2,4 GHz e 5 GHz, com canais de até 40 MHz e velocidades teóricas que podem chegar a 600 Mbps (real de até 150–300 Mbps, dependendo da configuração). Entre seus principais diferenciais estão o maior alcance, maior resistência a interferências e maior eficiência na camada MAC do protocolo. No entanto, seu custo ainda é superior ao do *802.11g*, e o uso simultâneo de múltiplos sinais pode causar interferência com redes legadas *802.11b/g*. Por conta disso, muitas redes são configuradas em modo misto (*802.11b/g/n*), otimizando a compatibilidade com dispositivos mais antigos. (Leandro, 2012).

2.2 FUNCIONAMENTO DAS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Segundo Friendly *et al.* (2008), em seu livro “Redes sem fio no Mundo em Desenvolvimento”, as ondas eletromagnéticas são oscilações de campos elétricos e magnéticos que se propagam pelo espaço, permitindo o envio de sinais por longas distâncias. Elas são fundamentais para as comunicações sem fio, como o Wi-Fi, e se diferenciam das conexões por cabo, como a *Ethernet*, devido ao comportamento das ondas de rádio no ambiente. Essas ondas possuem propriedades como velocidade, frequência e comprimento de onda, que estão interligadas pela relação (Equação 1):

$$\text{Velocidade} = \text{Frequência} * \text{Comprimento de Onda} \quad (1)$$

O comprimento de onda é a distância entre dois pontos equivalentes de uma onda, como, por exemplo, do topo de um pico até o próximo. A frequência representa o número de ondas que passam por um ponto fixo em um segundo, sendo medida em *Hertz* (Hz). Além disso, as ondas possuem uma propriedade chamada amplitude, que é a altura da onda, ou seja, a distância do centro da onda até o pico. Essas características são essenciais para a construção de redes wireless estáveis e rápidas.

O Princípio de *Huygens* é fundamental para entender a propagação das ondas, incluindo as ondas eletromagnéticas usadas nas redes sem fio. Proposto por Christiaan Huygens no século XVII, esse princípio afirma que cada partícula do meio por onde a onda se propaga não só transmite seu movimento à partícula seguinte, mas também gera ondas ao seu redor, resultando em uma onda esférica com a partícula como centro. Este fenômeno se aplica a diferentes tipos de ondas, como as de rádio, luz, som e até ondas na água, embora no caso da luz, o comprimento de onda seja pequeno demais para ser observado diretamente pelos seres humanos (Friendly *et al.*, 2008)

No contexto das redes sem fio, as ondas eletromagnéticas se comportam de maneiras específicas durante sua propagação, e isso afeta a qualidade da conexão e a cobertura. Alguns dos principais efeitos que influenciam a propagação dessas ondas incluem a absorção, reflexão e difração.

A absorção ocorre quando as ondas eletromagnéticas atravessam determinados materiais, podendo perder potência ou até mesmo desaparecer. A intensidade dessa perda depende da frequência da onda e das características do material atravessado. Em redes sem fio, materiais como metais e água são altamente absorventes, o que dificulta a passagem das ondas de rádio. Contudo, camadas finas de água podem permitir que parte da energia atravesse.

A reflexão acontece quando as ondas de rádio encontram superfícies que as fazem mudar de direção, assim como a luz visível. Materiais como metais e superfícies de água são exemplos comuns de refletores para ondas de rádio. Esse fenômeno pode alterar a direção da propagação da onda, impactando o alcance e a qualidade do sinal em redes sem fio.

A difração é o fenômeno no qual as ondas de rádio "dobram" ao contornar objetos. Esse efeito permite que as ondas se espalhem ao redor de obstáculos, como paredes ou móveis, facilitando a manutenção da conectividade em ambientes complexos. Contudo, a difração também pode causar interferências que comprometem a qualidade do sinal.

2.3 INTERFERÊNCIAS EM REDES WI-FI

A utilização do espectro de rádio, regulada por órgãos específicos em cada país, inclui as bandas ISM como as faixas mais flexíveis, compreendendo frequências de 902 MHz a 5.850 GHz (Casagrande e Inocêncio, 2023). Essas bandas são amplamente usadas por dispositivos de baixo consumo e curto alcance, como *Bluetooth*, redes Wi-Fi, e alarmes veiculares.

No entanto, a principal desvantagem é a interferência gerada pela coexistência de múltiplos dispositivos que operam na mesma frequência, agravada pelas diferenças nos padrões e protocolos utilizados (AZMI *et. al*, 2014). Fatores como distância entre dispositivos, potência do sinal, taxa de dados e tráfego em redes são determinantes para o nível de interferência (IEEE802.15.2, 2003).

A interferência é uma das principais causas de degradação no desempenho de redes Wi-Fi. Fontes de interferência incluem múltiplos pontos de transmissão na mesma célula, estações que operam na mesma frequência e vazamentos de energia de dispositivos externos (Rappaport, 2009). Além disso, o uso de potência baixa nas redes Wi-Fi torna o sinal suscetível a obstáculos físicos, como paredes de tijolos maciços, superfícies metálicas, espelhos e materiais densos, que causam perdas significativas no alcance do sinal (Morimoto, 2011 *apud* Castro e Palheta, 2023).

Além dos obstáculos, existem também equipamentos como fornos de micro-ondas também representam fontes de interferência, especialmente em frequências de 2,4 GHz, por emitirem pequenas porções de sinais que competem diretamente com a rede, prejudicando a transmissão (Barros, 2014). Esses fatores resultam em zonas de cobertura limitada e sinal fraco em ambientes residenciais, dificultando a estabilidade e a qualidade da conexão (Castro e Palheta, 2023).

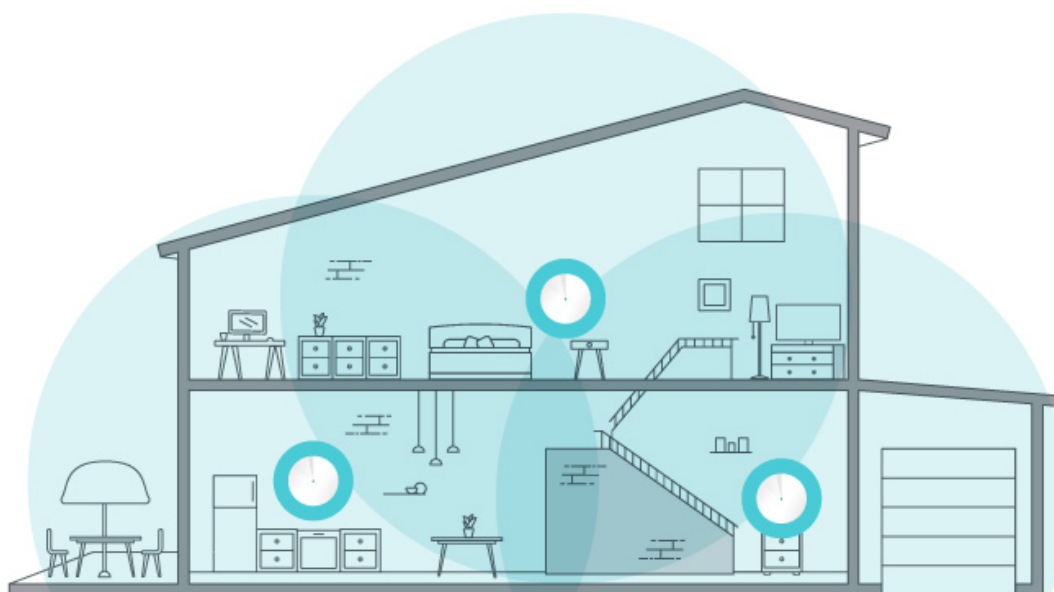
2.4 TIPOS DE TECNOLOGIAS DE COMUNICAÇÃO SEM FIO

A evolução dos protocolos de rede e o aumento da demanda por recursos conectados impulsionaram o desenvolvimento de novas tecnologias de comunicação

sem fio. Essas inovações visam atender às necessidades crescentes de cobertura, estabilidade e velocidade, especialmente em ambientes residenciais. Dentre essas tecnologias destaca-se as redes mesh (Castro e Palheta, 2023).

A Rede *Mesh* é composta por dois ou mais dispositivos interconectados, estrategicamente posicionados para formar uma única rede integrada conforme mostra a Figura 1. Essa tecnologia amplia a cobertura, melhora a estabilidade e a conectividade, além de oferecer maior velocidade. A principal vantagem do uso da rede mesh é a eliminação de pontos cegos, ou seja, áreas da residência onde o sinal Wi-Fi é fraco ou inexistente. Isso é alcançado graças à capacidade dos dispositivos de se comunicarem entre si e redistribuírem o sinal de forma eficiente (Przybysz e Júnior, 2006).

Figura 1: Funcionamento de uma rede wi-fi mesh



Fonte: (TP-LINK BLOG, 2024)

A rede Wi-Fi *Mesh* é uma solução eficiente para superar as limitações de alcance dos roteadores tradicionais. Enquanto extensores de alcance podem ampliar a cobertura, eles frequentemente comprometem a velocidade em favor da conectividade. Por outro lado, o Wi-Fi *Mesh* oferece benefícios significativos, como conectividade estável em longas distâncias, fácil configuração e gerenciamento, além de permitir uma única rede integrada para toda a residência, utilizando o mesmo *Service Set Identifier* (SSID) e senha (TP-LINK, c2025).

O funcionamento do Wi-Fi *Mesh* baseia-se no uso de dois ou mais dispositivos, conhecidos como "nós", que criam uma rede integrada. Um dos nós é conectado diretamente ao modem, enquanto os demais são distribuídos estrategicamente pelo ambiente para garantir uma cobertura uniforme e eficiente. Esses dispositivos comunicam-se entre si, permitindo uma transição fluida do sinal conforme os dispositivos conectados se deslocam pelo local. Essa característica torna a expansão da rede simples e prática, bastando adicionar novos nós à estrutura existente (TP-LINK, c2025).

A tecnologia citada anteriormente representa uma solução inovadora e prática para superar os desafios de conectividade em ambientes residenciais, contribuindo para a melhoria da experiência do usuário em redes domésticas.

2.5 TRABALHOS RELACIONADOS

Castro e Palheta, em seu trabalho intitulado “Redes Wi-Fi Domésticas: Como Identificar o Problema de Cobertura e Escolher a Melhor Solução”, afirmam que o crescente uso da internet sem fio enfrenta problemas relacionados à interferência, tornando necessária a realização de estudos que proponham soluções para garantir maior eficiência nas redes Wi-Fi.

No estudo, foram exploradas possíveis soluções para os problemas de cobertura e interferência, iniciando com a realização de um *site survey* para mapear a rede. Em seguida, foram realizados testes com diferentes equipamentos e tecnologias, como o uso de roteadores de rede *Mesh* (*Twibi*), adaptadores PLC, repetidores de sinal, roteadores dual band e até a realocação do equipamento existente para otimizar a cobertura e o desempenho da rede. Entretanto, o cenário de análise apresentou limitações, pois os testes foram realizados em um apartamento, o que restringe a generalização dos resultados para residências maiores ou ambientes corporativos.

No artigo “*Next Generation Wi-Fi Mesh for Indoor Residential Deployments*” é investigado o uso de conjuntos de antenas híbridas altamente direcionais em implantações de redes Wi-Fi mesh residenciais, com o objetivo de melhorar o desempenho em condições desafiadoras, como altas perdas causadas por paredes. Os autores propõem uma métrica para quantificar a qualidade da cobertura Wi-Fi e apresentam um procedimento de implantação para selecionar automaticamente os locais dos pontos de acesso (AP) extensor, visando maximizar essa métrica. A

avaliação do desempenho de conjuntos de antenas híbridas em implantações de malha Wi-Fi foi realizada por meio de simulações. Os resultados mostram que, em comparação com antenas omnidirecionais, o uso do conjunto proposto aumenta as áreas com pico de rendimento em mais de três vezes (Ho *et al.*, 2020).

Além disso, a análise de desempenho em termos de capacidade e confiabilidade de redes mesh também foi abordada por meio de simulações e análises analíticas e experimentais. No entanto, esses estudos não se concentraram especificamente no desempenho relacionado à cobertura, que é uma das questões mais críticas para redes Wi-Fi e um dos principais motivos para a adoção de redes mesh em ambientes internos. O estudo apresentado destaca que futuras soluções de malha, com o uso de APs direcionais sofisticados, poderão aumentar significativamente as áreas de cobertura, triplicando a área de pico de *throughput* em comparação com o uso de APs omnidirecionais. Os resultados obtidos demonstram a eficácia e o grande potencial das soluções de malha Wi-Fi, tanto as existentes quanto as futuras, para ampliar a cobertura em ambientes residenciais.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho utiliza uma abordagem metodológica exploratória quali-quantitativa descritiva, que se apresenta como a mais adequada para os objetivos propostos.

A pesquisa exploratória é uma abordagem que possibilita o aprofundamento em temas sobre os quais ainda se tem pouco conhecimento ou domínio. Por meio da identificação de características relevantes, essa metodologia amplia a compreensão sobre o assunto e fornece uma base para o desenvolvimento de trabalhos futuros mais complexos e específicos (Silva, 2021).

Nesse sentido, a natureza exploratória desta pesquisa permite investigar em profundidade o tema das redes *Wi-Fi* em ambientes residenciais, promovendo uma análise detalhada de soluções disponíveis e identificando lacunas na literatura e na prática. Isso é essencial, considerando que o campo de redes sem fio em residências possui características específicas, como a diversidade de *layouts* arquitetônicos e a presença de barreiras físicas que impactam a qualidade do sinal.

A abordagem descritiva tem como objetivo principal descrever, com precisão, os fatos e fenômenos de uma determinada realidade (Triviviños, 1987). Na metodologia aplicada ao estudo das redes *Wi-Fi* em ambientes domésticos, a

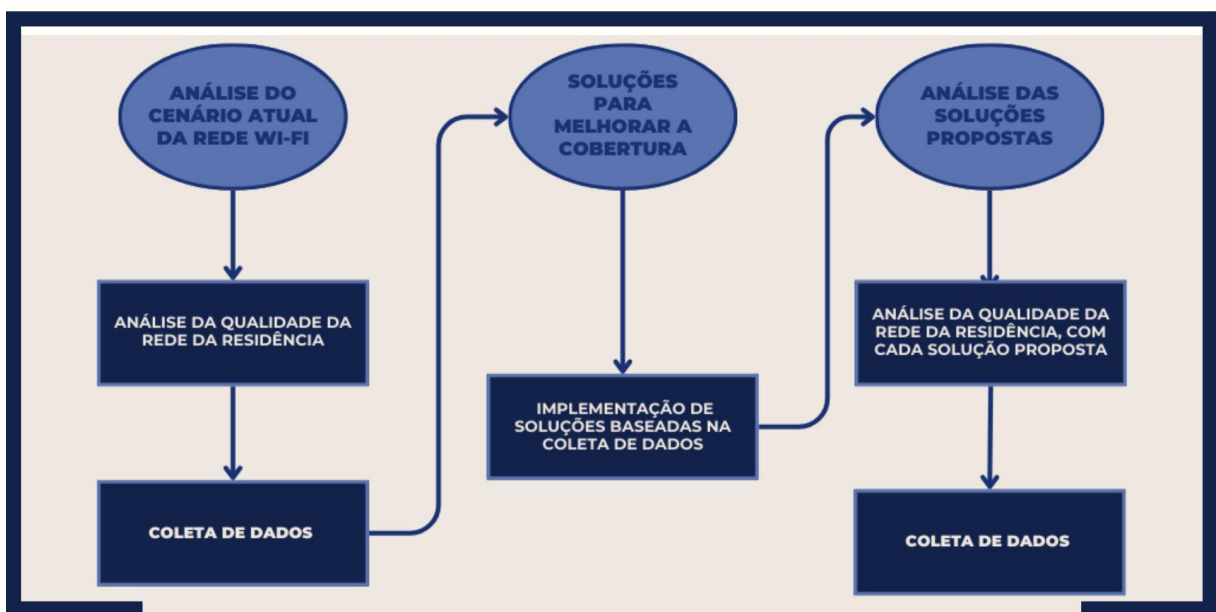
dimensão descritiva contribui para mapear e documentar as condições reais de funcionamento, permitindo identificar pontos críticos, como áreas com baixa qualidade de conexão, e descrever as condições atuais de cobertura e desempenho.

O levantamento inicial de dados possibilita identificar pontos críticos, como áreas com baixa qualidade de conexão, e descrever as condições atuais de cobertura e desempenho. Com isso, a integração de métodos quantitativos nesta etapa é crucial, pois permite a medição objetiva de variáveis, como intensidade do sinal, largura de banda e taxa de transferência, utilizando métricas específicas que auxiliam na análise comparativa das soluções.

Por outro lado, a inclusão de elementos qualitativos permite interpretar os dados coletados de maneira mais ampla, considerando fatores subjetivos, como a percepção do usuário em relação à estabilidade e facilidade de uso das soluções implementadas. Essa combinação de métodos possibilita captar tanto os aspectos numéricos quanto os contextuais do estudo, promovendo uma compreensão mais holística das condições e melhorias alcançadas.

A Figura 2 apresenta o fluxograma que resume os principais processos metodológicos adotados neste estudo. Ele visa ilustrar de forma clara e sequencial as etapas realizadas, desde a análise do cenário atual até a avaliação das soluções aplicadas:

Figura 2: Fluxograma dos procedimentos metodológicos do estudo.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Com base nesse fluxo de trabalho, os tópicos a seguir detalham cada uma das etapas representadas.

3.1 ANÁLISE DO CENÁRIO ATUAL DA REDE WI-FI

A análise do cenário atual da rede Wi-Fi foi realizada em duas etapas principais, utilizando ferramentas específicas para coleta e avaliação dos dados. O objetivo era identificar problemas relacionados à cobertura, intensidade do sinal, interferências e qualidade da conexão, garantindo uma visão ampla e precisa da situação atual da rede.

Na primeira etapa, foram coletados dados sobre a propagação do sinal Wi-Fi e possíveis interferências no ambiente analisado. Para isso, foi utilizada a ferramenta *Wi-Fi Analyzer*³, que permite medir a intensidade do sinal e identificar fatores que possam interferir na propagação, como obstáculos físicos ou dispositivos que operam na mesma faixa de frequência.

Na segunda etapa, foi avaliada a qualidade da conexão em toda a extensão do ambiente escolhido, focando nos parâmetros que influenciam diretamente a experiência do usuário final. Essa etapa foi conduzida utilizando o *Speed Test*⁴, uma ferramenta que permite realizar testes de QoS (*Quality of Service*), medindo velocidade de *download*, *upload*, latência e estabilidade da conexão. Esses testes foram executados logo após a análise do espectro, para que os resultados refletissem as condições reais do ambiente e não fossem distorcidos por variações externas.

Para garantir maior precisão e consistência nos resultados, todas as medições e testes foram realizados com o mesmo dispositivo, um *Xiaomi Redmi Note 9*, configurado exclusivamente para esse estudo. Essa abordagem minimiza discrepâncias causadas por diferenças entre dispositivos e assegura a padronização dos dados coletados.

3.2 PROPOSTAS DE SOLUÇÕES PARA MELHORAR A COBERTURA

Para a proposição de soluções a fim de melhorar a cobertura da rede *Wi-Fi*, teve-se como foco a análise dos dados obtidos na fase de análise descrita no tópico

³ Wi-fi Analyser. Disponível em: <https://www.wifianalyzer.info/>. Acessado em: 11 de jan. 2025.

⁴ Speed Test. Disponível em: <https://www.speedtest.net/pt>. Acessado em: 11 de jan. 2025.

anterior, seguida da implementação de soluções para resolver as dificuldades identificadas. A partir dos resultados, foram destacados os locais com menor intensidade de sinal, maior interferência e desempenho insatisfatório, visando aplicar soluções eficazes que atendessem a essas questões de maneira específica e objetiva.

A primeira solução considerada foi a realocação estratégica do roteador principal. Com base nos dados de intensidade de sinal e cobertura, o roteador foi reposicionado em um ponto onde a propagação do sinal é menos prejudicada por obstáculos físicos. Essa alteração visou otimizar a distribuição do sinal, diminuindo áreas de sombra ou com baixa intensidade, melhorando assim a cobertura geral da rede no ambiente.

Como a realocação do roteador não foi suficiente para resolver os problemas de cobertura, uma segunda solução foi a instalação de outro roteador, que foi configurado para criar uma rede mesh. Nesse cenário, o novo roteador funcionou como um ponto adicional de distribuição de sinal, integrando-se de forma inteligente com o roteador principal e garantindo maior estabilidade e alcance em áreas com sinal fraco. Essa abordagem visou criar uma rede mais eficiente, onde os dispositivos conectados puderam alternar entre os roteadores de maneira contínua e sem interrupções, assegurando um desempenho mais consistente.

Após a implementação dessas soluções, todos os testes de análise de sinal e qualidade de conexão foram repetidos, conforme os procedimentos da primeira fase. Isso permitiu avaliar o impacto de cada alteração na rede, verificando se as mudanças realmente resultaram em melhorias significativas na cobertura e no desempenho da rede Wi-Fi. O processo de monitoramento contínuo ajudou a identificar novas oportunidades de otimização, caso necessário.

3.3 ANÁLISE DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS

Após a implementação das soluções propostas no tópico anterior, cada alteração realizada na rede Wi-Fi foi avaliada individualmente, com o objetivo de analisar o impacto de cada uma na melhoria da cobertura e na qualidade do sinal. Foi necessário realizar uma nova coleta de dados para comparar com os resultados obtidos na fase inicial de análise.

A avaliação de cada solução foi baseada nos dados obtidos quanto à intensidade de sinal e qualidade da conexão em diferentes áreas do ambiente. Para

isso, foi realizada uma nova medição da intensidade do sinal com a ferramenta *Wi-Fi Analyzer*, em cada cômodo do ambiente, verificando se as áreas de sombra ou com baixa intensidade de sinal foram eficazmente abordadas pelas soluções implementadas.

Além disso, foram realizados novos testes de QoS utilizando a ferramenta *Speed Test*, para verificar se a qualidade da conexão foi aprimorada. Testes de velocidade de *download*, *upload*, latência e estabilidade foram analisados em pontos específicos do ambiente que antes apresentavam falhas ou desempenho abaixo do esperado. A melhoria desses parâmetros indicará a eficácia das alterações realizadas.

Após a avaliação individual de cada solução, foi possível determinar qual delas proporcionou o maior ganho de cobertura e qualidade para a rede Wi-Fi, considerando as características do ambiente específico. A partir dessa análise, a melhor solução foi identificada e recomendada para otimizar a rede no local estudado, garantindo uma conexão mais estável e eficiente para o usuário final.

3.4 RECURSOS

Nesta pesquisa, foram utilizados aplicativos e dispositivos físicos para análise e implementação de soluções de melhoria na cobertura de redes Wi-Fi em ambientes residenciais.

Entre os aplicativos, destacam-se duas ferramentas amplamente disponíveis na Google Play Store:

1. *WiFi Analyzer*: Este aplicativo permite a análise detalhada de parâmetros relacionados às redes Wi-Fi, como intensidade do sinal, canais em uso e interferências. Essas informações serão fundamentais para identificar pontos de fraqueza na cobertura e possíveis fontes de interferência.
2. *Speed Test*: Este aplicativo será utilizado para medir a qualidade da conexão Wi-Fi. Ele fornece dados como velocidade de *download* e *upload*, latência (*ping*) e estabilidade da conexão, permitindo avaliar a experiência do usuário e validar as melhorias propostas.

Além das ferramentas digitais, dispositivos físicos foram empregados para implementar e testar as soluções de melhoria de cobertura, conforme descrito na metodologia:

1. Roteadores *Wi-Fi* adicionais: Outro roteador foi configurado e utilizado em conjunto com o roteador principal. Um deles foi configurado como repetidor e o outro como ponto de acesso, para ampliar e melhorar a distribuição do sinal em locais estratégicos da residência.

Esses recursos foram combinados para identificar e implementar soluções que otimizam a cobertura, analisando a eficácia de cada abordagem e gerando dados para avaliação detalhada ao longo do estudo.

4 APLICAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a aplicação da metodologia proposta, os testes foram organizados em quatro cenários distintos, considerando o tipo de equipamento utilizado e as possíveis soluções adotadas para otimizar o desempenho da rede. Inicialmente, foi feita uma análise da rede *Wi-Fi* existente, sem qualquer modificação, com o objetivo de observar suas condições originais, identificar as áreas com maior interferência e onde há maior perda de intensidade do sinal. A partir dessa base, foram implementadas soluções que empregam dispositivos complementares à rede principal.

As análises foram realizadas com o auxílio de duas ferramentas gratuitas disponíveis na *Google Play Store*: o *WiFi Analyzer*, responsável por mensurar a intensidade do sinal, identificar os canais utilizados e detectar interferências; e o *Speed Test*, que avalia a velocidade de download e upload, a latência (*ping*) e a estabilidade da conexão.

A varredura do espectro da rede foi feita mantendo-se, por pelo menos um minuto em cada cômodo da residência, garantindo uma coleta de dados mais precisa e representativa. Após essa etapa, foram realizados os testes relacionados à Qualidade de Serviço (QoS). Todas as medições foram feitas utilizando um *smartphone* modelo *Xiaomi Redmi Note 9*.

Cada cenário envolveu o uso de um equipamento diferente ou de uma tecnologia alternativa. Os dispositivos selecionados para os testes foram:

- O roteador atualmente utilizado na residência (Huawei EchoLife EG8145V5);
- Um dispositivo que possibilita a criação de uma rede Mesh em conjunto com o equipamento já existente (HUAWEI WiFi AX2);

4.1 AMBIENTE DE TESTES

Os testes ocorreram em uma residência localizada na cidade de Barão de Grajaú, no endereço Rua dos Funcionários, nº 719, Bairro Nossa Senhora da Guia. O imóvel possui área de aproximadamente $200m^2$ e é composto por três quartos, um banheiro, duas salas, uma cozinha e um quintal. O serviço de internet contratado pelo morador oferece velocidade de 200 *Mbps* com conexão via fibra óptica (Figura 3).

Figura 3: Planta da casa.

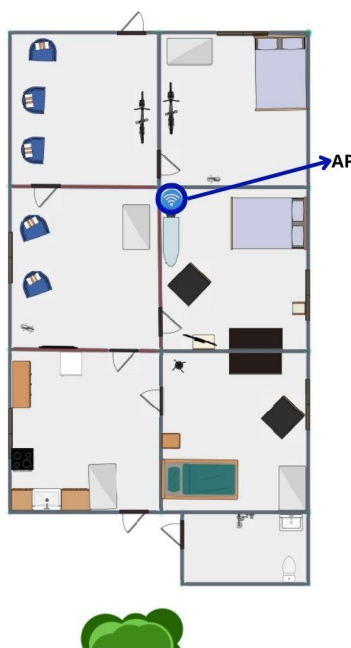


Fonte: Elaboração própria (2025).

4.2 PRIMEIRO CENÁRIO

No primeiro cenário, foi utilizado, exclusivamente, o roteador já presente na residência (*Huawei EchoLife EG8145V5*), sem qualquer modificação em suas configurações ou alteração em seu posicionamento original (Figura 4). As medições foram realizadas em cinco cômodos da casa, além do quintal, com o objetivo de avaliar a distribuição e a intensidade do sinal ao longo de toda a área do imóvel.

Figura 4: Rede inalterada.



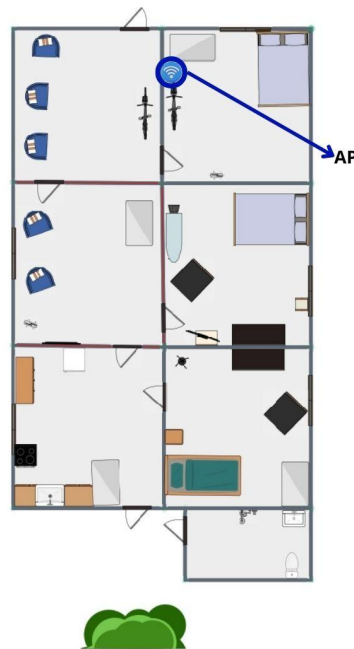
Fonte: Elaboração própria (2025).

4.3 SEGUNDO CENÁRIO

No segundo cenário, o roteador foi propositalmente realocado para um ponto menos estratégico dentro do imóvel, com o objetivo de demonstrar os impactos negativos de uma má centralização do equipamento. Para essa alteração, escolheu-se um local com acesso a tomadas elétricas e infraestrutura mínima necessária para instalação, mas que apresentava desvantagens em termos de cobertura de sinal. O ambiente selecionado foi a quarto 1 (Figura 5), que, embora funcional, oferecia condições menos favoráveis para a propagação uniforme do sinal em comparação ao primeiro cenário.

Essa mudança permitiu observar como a posição do roteador pode influenciar diretamente o desempenho da rede sem fio. Após a realocação, foram realizados novos testes nos mesmos ambientes da casa utilizados no primeiro cenário, visto que essa variação afetava diretamente o desempenho do aparelho principal, responsável por atuar como gateway da rede.

Figura 5: Roteador realocado.



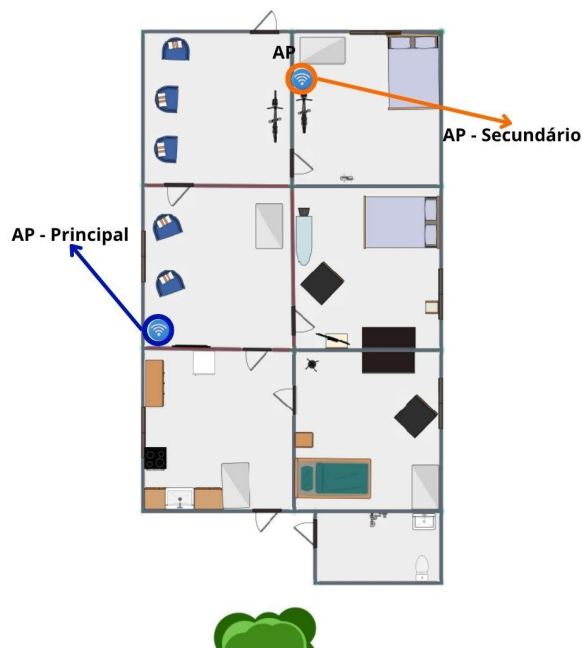
Fonte: Elaboração própria (2025).

4.4 TERCEIRO CENÁRIO

O terceiro cenário envolveu a instalação de um roteador *HUAWEI WiFi AX2*, configurado para operar em conjunto com o modelo já presente na residência, formando assim uma rede *mesh*. Essa estrutura permitiu o funcionamento integrado dos dois dispositivos, promovendo uma cobertura mais ampla e estável em todo o ambiente.

Nesse caso, o novo roteador foi conectado por meio de um cabo de rede na sala 2, conforme a Figura 6. Como se trata de uma solução em que o equipamento instalado também assume a função de *gateway* da rede, os testes foram executados nos mesmos cômodos da casa avaliados no primeiro e segundo cenário, a fim de avaliar o desempenho completo da nova configuração.

Figura 6: Aplicação da rede Mesh.



Fonte: Elaboração própria (2025).

5 ANÁLISES E RESULTADOS

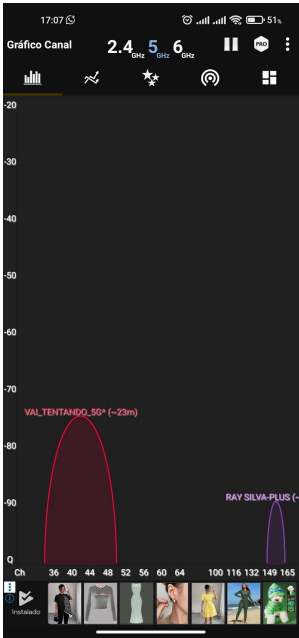
Neste capítulo serão apresentados e analisados os dados obtidos em cada um dos cenários descritos anteriormente.

5.1 PRIMEIRO CENÁRIO: REDE INALTERADA

Ao serem realizadas as medições em cinco cômodos da casa, além do quintal, foi possível obter os seguintes resultados, apresentados nas Figuras 7, 8, 9 e 10:

Figura 7: C1 - T1 - Intensidade na sala

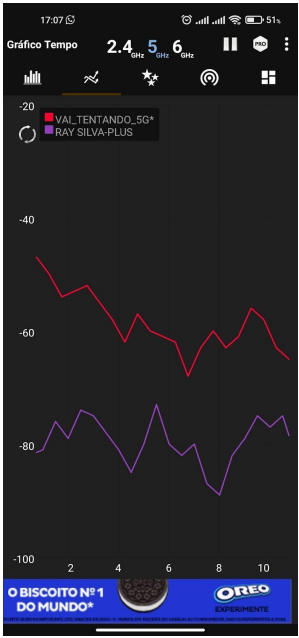
1.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 8: C1 - T2 - Intensidade na sala

1.



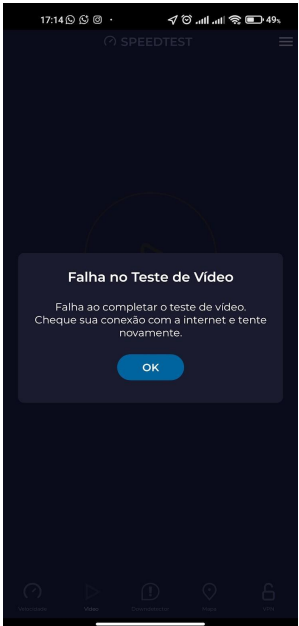
Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 9: C1 - T1 - QoS na sala 1.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 10: C1 - T2 - QoS na sala 1.



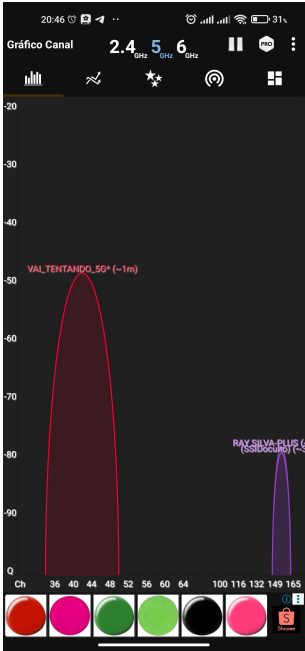
Fonte: Elaboração própria (2025).

Durante os testes do C1 (Cenário 1) realizados na sala 1 (Figuras 7 e 8), foi possível identificar a presença de poucas redes Wi-Fi vizinhas, provenientes de residências próximas. Apesar da possibilidade de interferência, a excelente intensidade do sinal do ponto de acesso (AP) principal garantiu uma conexão mais estável para os dispositivos utilizados nesse ambiente. Isso pode ser confirmado pelos resultados obtidos no T1 (Teste 1) do *Speed Test* (Figura 9), que indicaram uma alta velocidade de conexão, além de valores satisfatórios de *ping* e *jitter*. No entanto, no teste de reprodução de vídeo (Figura 10), o processo não pôde ser concluído na etapa de qualidade 4K. O aplicativo exibiu uma mensagem solicitando a verificação da conexão com a internet, o que indica que, apesar dos bons indicadores anteriores, a rede não conseguiu oferecer desempenho suficiente para vídeos em resolução ultra HD.

Os resultados obtidos no quarto 2 indicam que, assim como na sala 1, as redes vizinhas não interferem significativamente no desempenho da rede local. Isso se deve à alta intensidade do sinal emitido pelo AP principal nesse ambiente (Figuras 11 e 12).

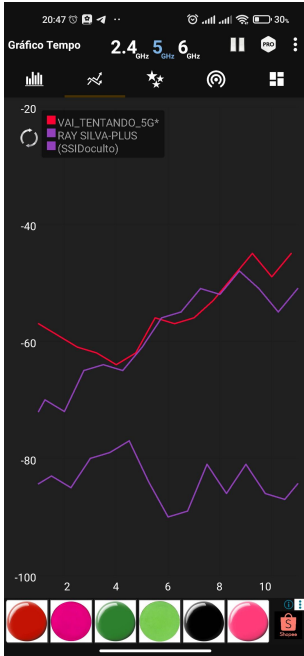
A avaliação da QoS apresentou variações mínimas, mantendo a estabilidade e a eficiência da conexão (Figura 13). No entanto, mesmo sendo o local mais próximo do AP principal, não foi possível concluir o teste de reprodução de vídeo na etapa final do procedimento. A tentativa foi interrompida com a exibição de um aviso solicitando a verificação da conexão (Figura 14), evidenciando uma limitação pontual no desempenho, apesar da boa intensidade de sinal.

Figura 11: C1 - T1 - Intensidade no quarto 2.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 12: C1 - T2 - Intensidade no quarto 2.



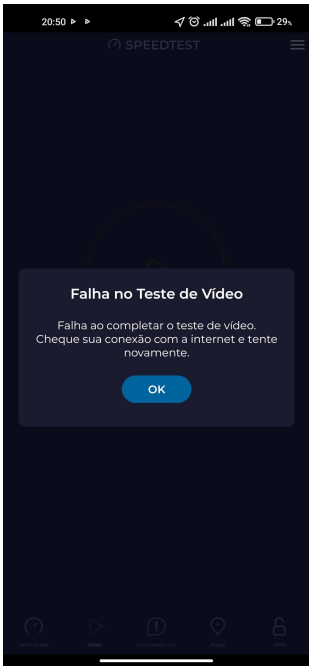
Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 13: C1 - T1 - Qos no quarto 2.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 14: C1 - T2 - QoS no quarto 2.



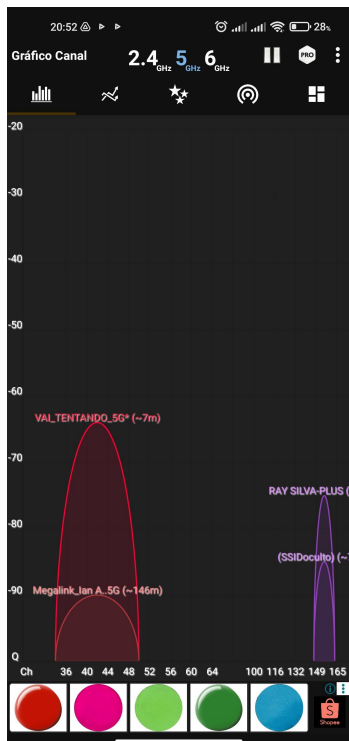
Fonte: Elaboração própria (2025).

Na cozinha, observou-se uma queda significativa na intensidade do sinal Wi-Fi (Figuras 15 e 16). Além disso, foi possível identificar um número maior de redes vizinhas ativas, o que indica um possível aumento nas interferências e justifica a redução na qualidade do sinal.

Os resultados da análise de QoS (Figura 17) apresentaram queda nas velocidades de download e upload, acompanhada por um aumento considerável na latência, refletido no tempo de resposta durante o carregamento de páginas e serviços online.

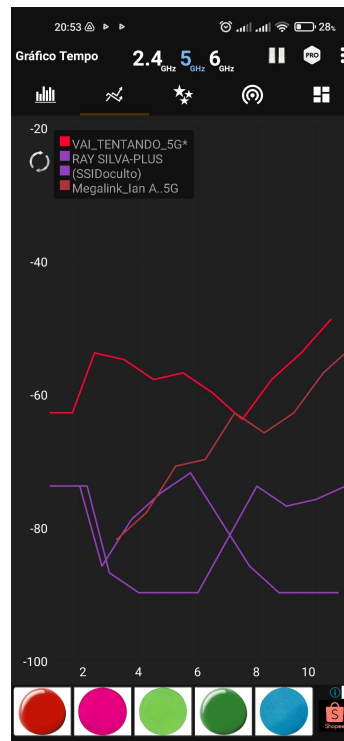
Durante o teste de reprodução de vídeo (Figura 18), a execução não conseguiu ultrapassar a fase em *1440p*, sendo interrompida antes mesmo da etapa final. Assim como ocorreu nos cômodos anteriores, o aplicativo exibiu a mesma mensagem de erro relacionada à verificação da conexão, reforçando a limitação de desempenho nesse ambiente da residência.

Figura 15: C1 - T1 - Intensidade na cozinha.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 16: C1 - T2 - Intensidade na cozinha.



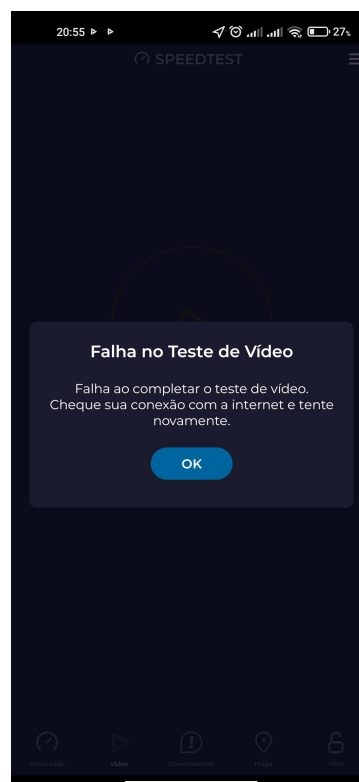
Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 17: C1 - T1 - QoS na cozinha.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 18: C1 - T2 - QoS na cozinha.

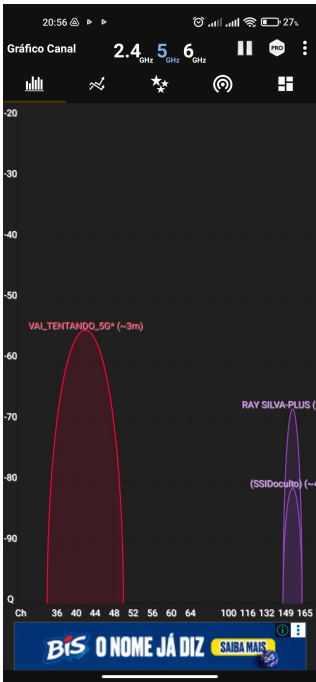


Fonte: Elaboração própria (2025).

Além da cozinha, a conexão também foi testada no quarto 3. Em termos de interferência (Figura 19), não houve mudanças significativas. No entanto, observou-se um aumento na intensidade do sinal em comparação com o ambiente anterior. Também foi registrada uma redução no número de redes vizinhas detectadas, permanecendo apenas aquelas identificadas na análise do quarto 2.

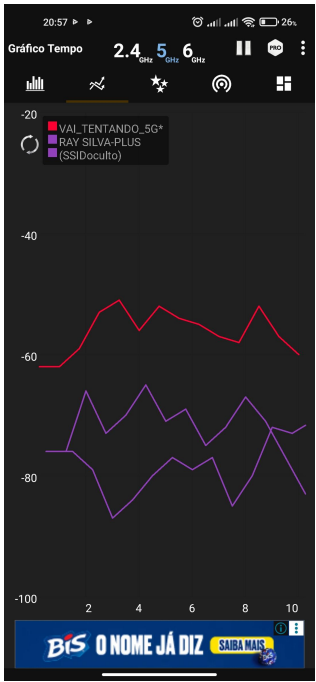
Os resultados obtidos nos testes de QoS (Figura 21) indicaram um desempenho satisfatório, o que pode ser atribuído à diminuição das interferências externas, favorecendo a estabilidade da conexão nesse ambiente.

Figura 19: C1 - T1 - Intensidade no quarto 3.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 20: C1 - T2 - Intensidade no quarto 3.



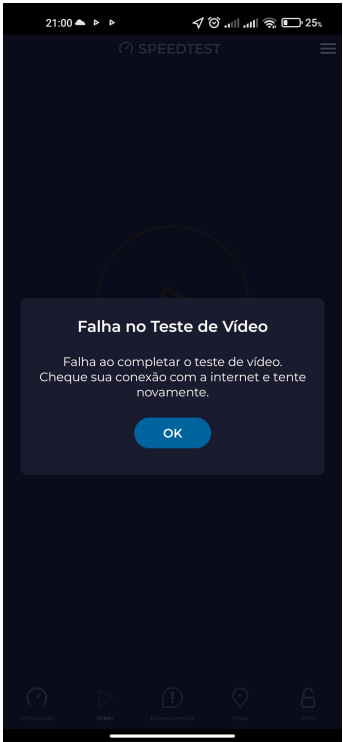
Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 21: C1 - T1 - QoS no quarto 3.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 22: C1 - T2 - QoS no quarto 3.



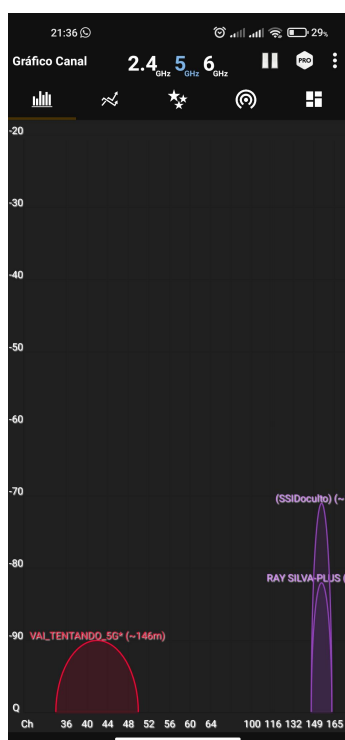
Fonte: Elaboração própria (2025).

No banheiro, a intensidade do sinal (Figura 23) apresentou uma redução significativa em comparação aos demais cômodos da residência. Observou-se que o sinal foi consideravelmente atenuado, o que pode ser atribuído à presença de paredes revestidas com azulejo, que tendem a dificultar a propagação das ondas de rádio utilizadas pela rede Wi-Fi.

Essa variação também pode ser observada na Figura 24, que ilustra a perda de intensidade do sinal conforme o dispositivo móvel se deslocava por diferentes pontos do ambiente. A alteração de posição dentro do cômodo resultou em mudanças perceptíveis na qualidade da conexão.

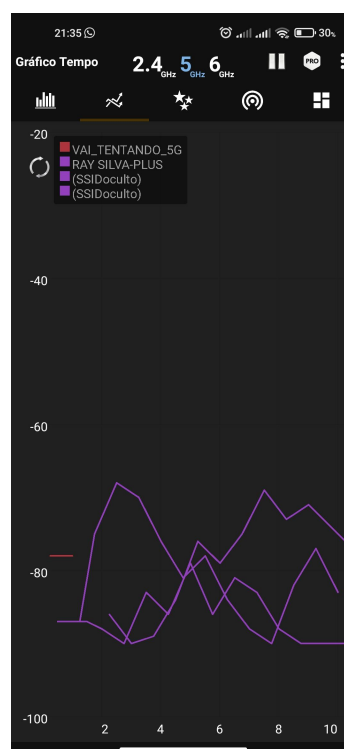
Na análise da QoS (Figura 25), foi identificada mais uma queda no desempenho da navegação, especialmente na velocidade de transmissão de dados. Além disso, houve uma leve variação no *jitter*, reforçando a conclusão de que a movimentação dos pacotes de dados foi afetada negativamente pela condição física do ambiente.

Figura 23: C1 - T1 - Intensidade no banheiro.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 24: C1 - T2 - Intensidade no banheiro.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 25: C1 - T1 - QoS no banheiro.

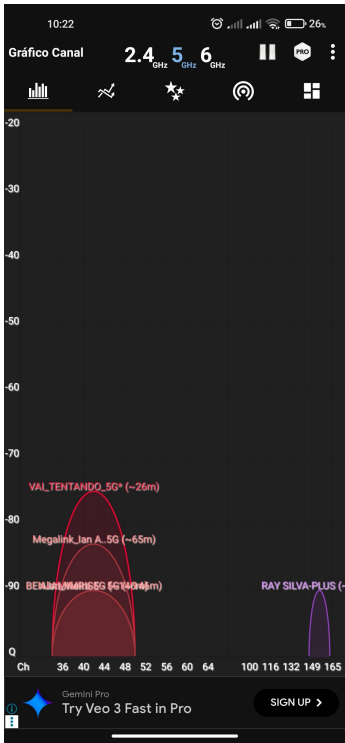


Fonte: Elaboração própria (2025).

Os resultados referentes à intensidade do sinal no quintal (Figuras 26 e 27) indicaram uma redução em comparação a alguns dos cômodos analisados anteriormente. Observou-se também a presença de outras redes Wi-Fi nas proximidades, que, em determinados momentos, atingiram níveis consideráveis de alcance, podendo interferir na qualidade da rede local.

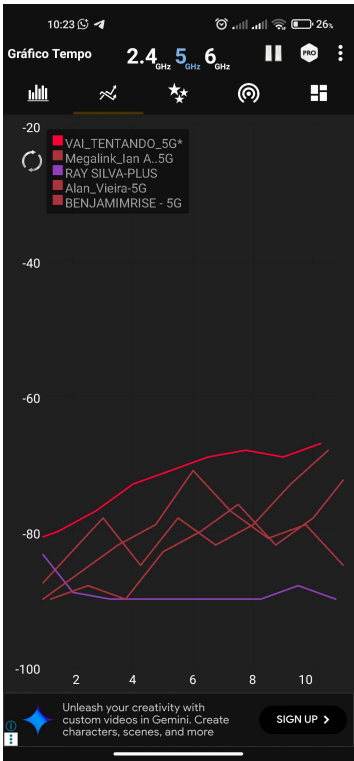
Quanto aos dados obtidos nos testes de QoS (Figura 28), foi constatada uma nova queda na velocidade de navegação, ainda mais acentuada do que a observada no banheiro. A variação no *jitter* também se manteve, reforçando a instabilidade da conexão nesse ambiente externo.

Figura 26: C1 - T1 - Intensidade no quintal.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 27: C1 - T2 - Intensidade no quintal.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 28: C2 - T1 - Qos no quintal.



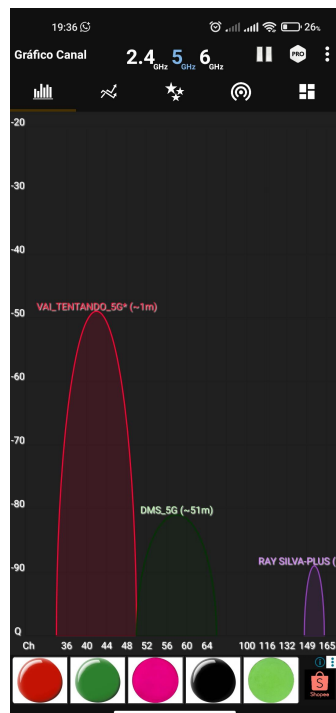
Fonte: Elaboração própria (2025).

Com base nos resultados obtidos, observou-se que a cozinha, o banheiro e o quintal foram os ambientes onde os problemas relacionados à interferência ocorreram de forma mais acentuada. Esses comprometimentos se devem tanto à presença de redes vizinhas com alto grau de sobreposição quanto à existência de obstáculos físicos, que dificultam a propagação eficiente do sinal Wi-Fi nesses locais.

5.2 SEGUNDO CENÁRIO: PONTO MENOS ESTRATÉGICO

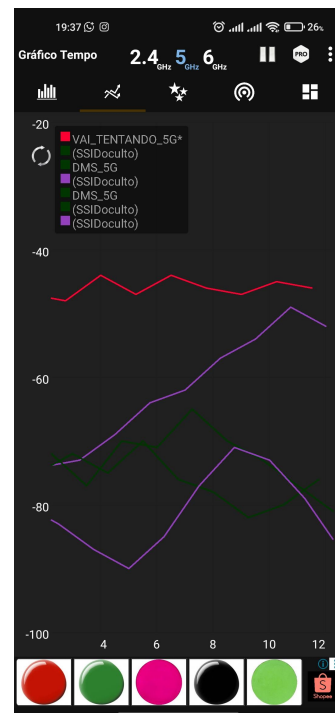
No segundo cenário, os testes foram novamente realizados em todos os cômodos analisados no primeiro cenário, com o objetivo de comparar os resultados após a implementação da mudança. A seguir, são apresentados os dados obtidos, permitindo avaliar o impacto da nova configuração sobre o desempenho da rede.

Figura 29: C2 - T1 - Intensidade na sala 1.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 30: C2 - T2 - Intensidade na sala 1.



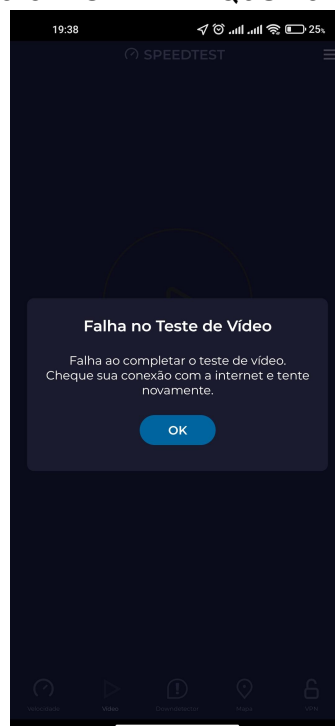
Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 31: C2 - T1 - QoS na sala 1.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 32: C2 - T2 - QoS na sala 1.

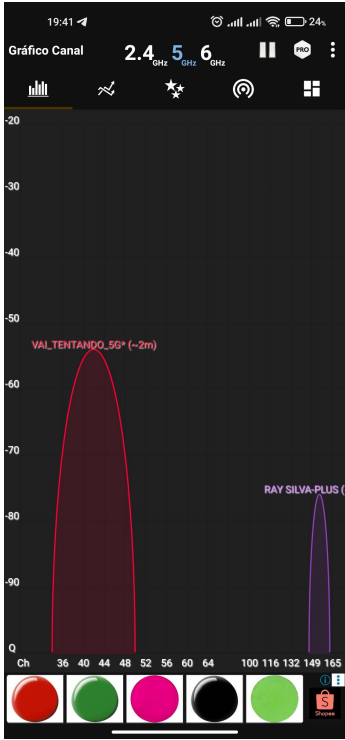


Fonte: Elaboração própria (2025).

Nos testes realizados na sala 1, no contexto do segundo cenário (C2), conforme ilustrado na Figura 23, observou-se uma melhora expressiva na intensidade do sinal em comparação ao primeiro cenário (C1). Embora ainda fossem detectadas algumas redes Wi-Fi vizinhas, provenientes de residências próximas, o número permaneceu reduzido, minimizando o risco de interferência. A elevada intensidade do sinal emitido pelo ponto de acesso principal (AP) contribuiu para uma conexão mais estável.

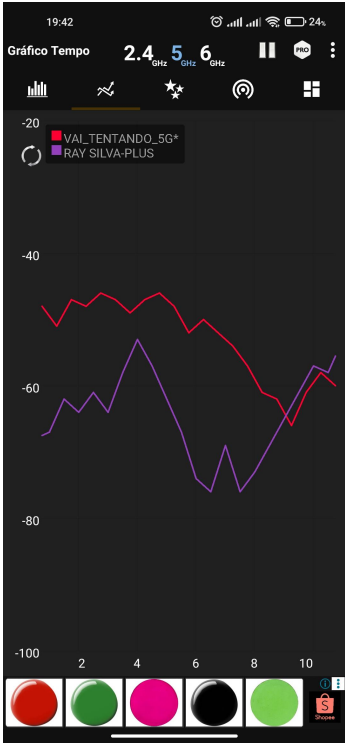
Essa melhoria também pode ser observada nos resultados do teste de QoS, apresentados na Figura 31, que indicaram velocidades de conexão satisfatórias, mesmo com ligeira queda nas taxas de *download* e *upload* com relação ao C1. No entanto, no teste de reprodução de vídeo (Figura 32), a rede permanece não conseguindo sustentar a transmissão em qualidade 4K. O aplicativo utilizado apresentou uma mensagem de erro relacionada à conexão com a internet, sugerindo que, apesar dos bons indicadores de sinal e velocidade, o desempenho ainda não é suficiente para suportar conteúdos em ultra alta definição de forma estável.

Figura 33: C2 - T1 - Intensidade no quarto 2.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 34: C2 - T2 - Intensidade no quarto 2.



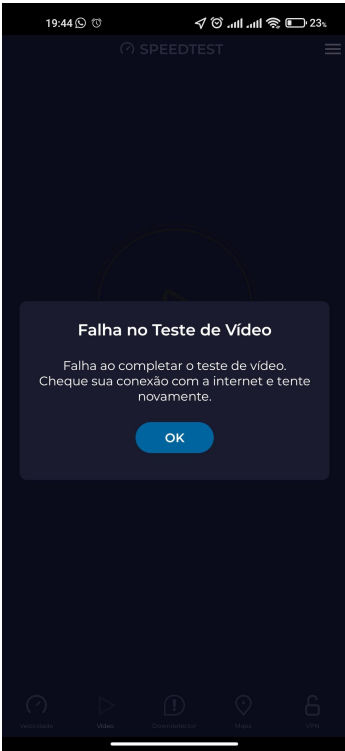
Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 35: C2 - T1 - QoS no quarto 2.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 36: C2 - T2 - QoS no quarto 2.



Fonte: Elaboração própria (2025).

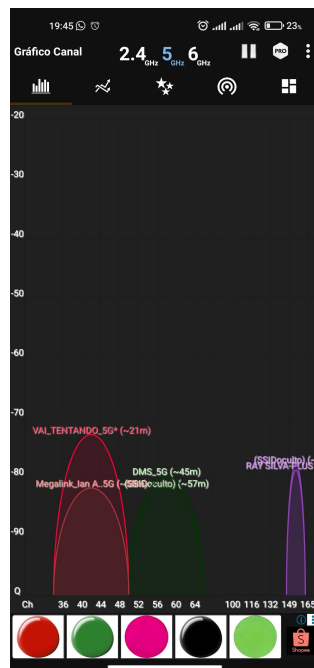
Durante os testes realizados no quarto 2 no segundo cenário, foi observada uma leve redução na intensidade do sinal em relação ao primeiro cenário, quando o ponto de acesso (AP) encontrava-se instalado nesse mesmo cômodo, conforme ilustrado na Figura 33. No momento da análise, apenas uma rede Wi-Fi de residência vizinha foi detectada, enquanto no cenário anterior haviam sido identificadas duas redes ativas.

Além disso, verificou-se uma oscilação no sinal ao longo do tempo durante o deslocamento pelo ambiente, indicando variações na qualidade da conexão dentro do próprio cômodo (Figura 34). Esse comportamento reforça a influência da localização do AP em relação à distribuição do sinal.

Quanto ao teste de QoS, os resultados demonstraram uma melhora nas velocidades de *download* e *upload* (Figura 35) em comparação com o cenário anterior. Esse dado chama atenção, uma vez que, neste novo posicionamento, o AP se encontra fisicamente mais distante do dispositivo utilizado no teste.

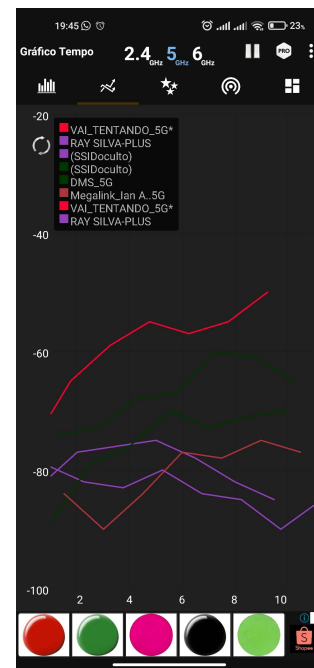
Por fim, o teste de reprodução de vídeo (Figura 36) apresentou o mesmo comportamento observado na sala 1, não sendo possível concluir a transmissão na qualidade 4K.

Figura 37: C2 - T1 - Intensidade na cozinha.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 38: C2 - T2 - Intensidade na cozinha.



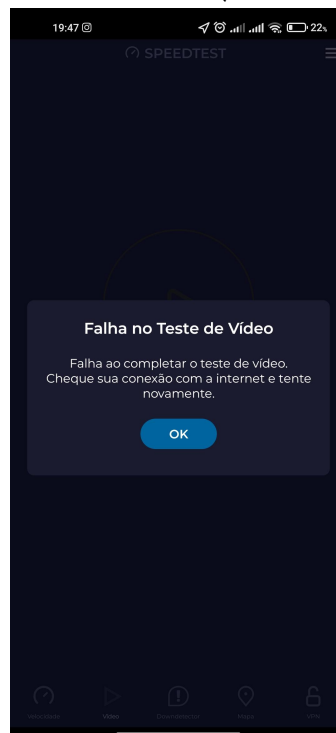
Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 39: C2 - T1 - QoS na cozinha.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 40: C2 - T2 - QoS na cozinha.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Na análise realizada na cozinha, observou-se uma diminuição na intensidade do sinal da rede principal, conforme demonstrado na Figura 37. Durante esse primeiro teste (T1) no segundo cenário, foram identificadas duas novas redes Wi-Fi vizinhas que não haviam sido detectadas no mesmo ambiente no cenário anterior. No teste subsequente (T2), representado na Figura 38, essas redes permaneceram ativas, mantendo-se como possíveis fontes de interferência.

Apesar do aumento na quantidade de redes nas proximidades, a rede principal continuou apresentando sinal predominante em relação às demais, o que sugere uma boa capacidade de propagação mesmo diante de potenciais interferências.

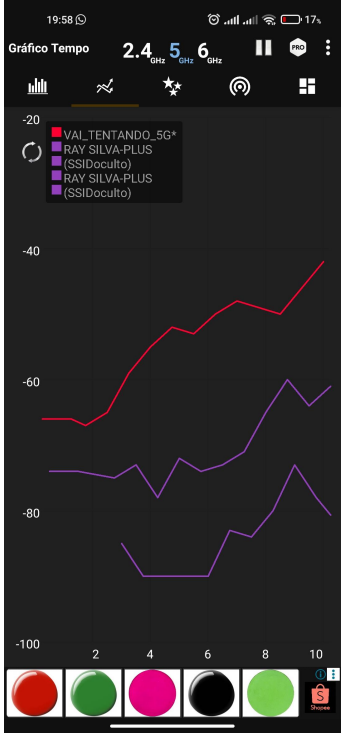
Em relação aos testes de qualidade de serviço (Figura 39), foi constatada uma redução nas taxas de *download* e *upload* em comparação ao cenário 1. Além disso, houve um aumento nos valores de *jitter* e *ping*, indicando uma maior instabilidade na conexão, o que pode afetar negativamente aplicações sensíveis à latência, como chamadas de vídeo e jogos online.

Figura 41: C2 - T1 - Intensidade no quarto 3.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 42: C2 - T2 - Intensidade no quarto 3.



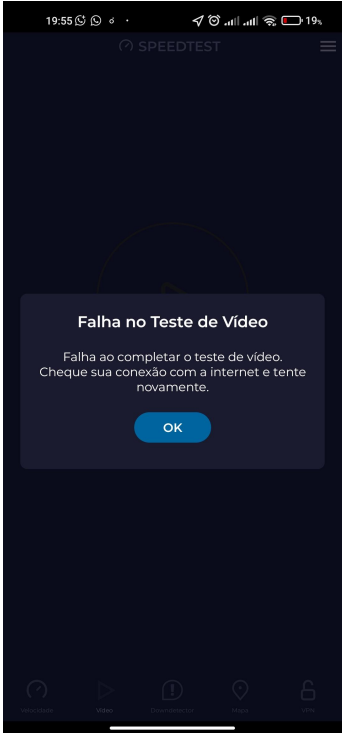
Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 43: C2 - T1 - QoS no quarto 3.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 44: C2 - T2 - QoS no quarto 3.

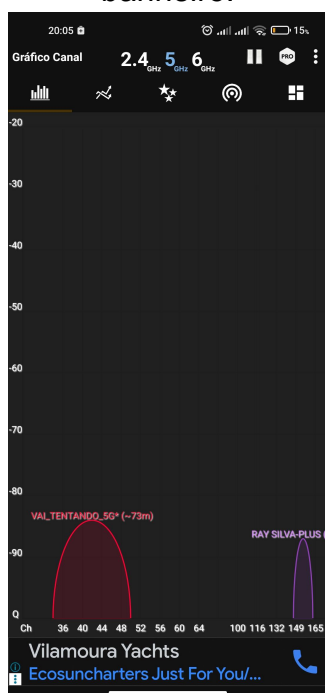


Fonte: Elaboração própria (2025).

No quarto 3, os testes realizados no segundo cenário, iniciando pelo T1 (Figura 41), indicaram uma queda acentuada na intensidade do sinal em comparação ao mesmo teste aplicado no cenário 1. Além disso, foi identificada a presença de uma rede Wi-Fi vizinha operando no mesmo canal da rede doméstica, o que representa um fator potencial de interferência e degradação da qualidade do sinal.

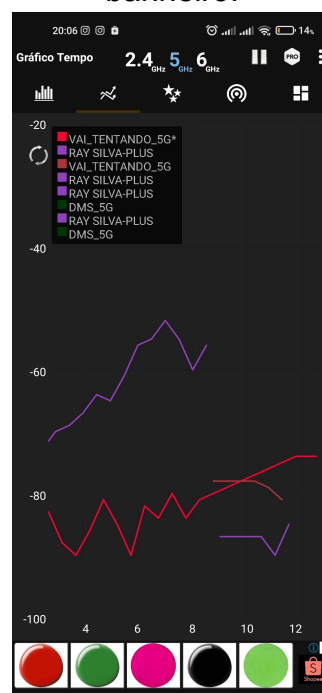
Na sequência, os resultados obtidos no teste de QoS, ilustrados na Figura 43, também revelaram uma diminuição significativa nas velocidades de *download* e *upload*. Esses dados reforçam a influência negativa da interferência de canal, associada à maior distância física entre o ponto de acesso (AP) e o dispositivo testado, contribuindo para o desempenho inferior registrado neste ambiente.

Figura 45: C2 - T1 - Intensidade no banheiro.



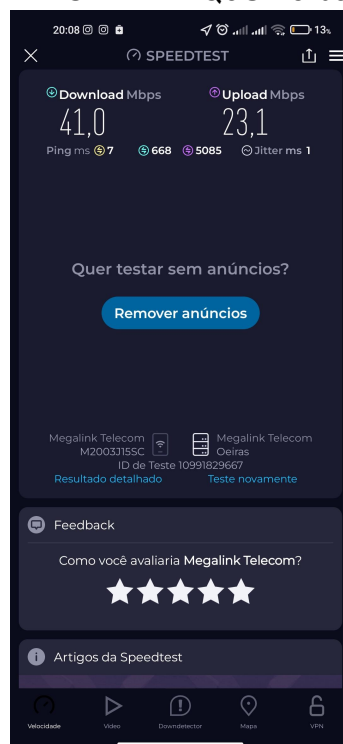
Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 46: C2 - T2 - Intensidade no banheiro.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 47: C2 - T1 - QoS no banheiro.



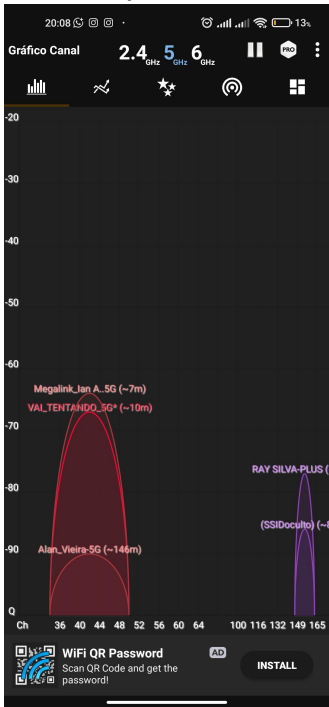
Fonte: Elaboração própria (2025).

No banheiro, o teste 1 do segundo cenário (Figura 45) apresentou um leve aumento na intensidade do sinal em comparação ao mesmo teste realizado no cenário anterior. Esse resultado é, à primeira vista, inesperado, considerando que o ponto de acesso (AP) encontra-se mais distante neste cenário e que o cômodo apresenta diversas barreiras físicas, que normalmente dificultam a propagação do sinal.

No teste 2 (Figura 46), observou-se um aumento na quantidade de redes vizinhas ativas, potencialmente capazes de interferir na qualidade da conexão. Apesar disso, o sinal da rede doméstica manteve-se relativamente estável ao longo do período analisado.

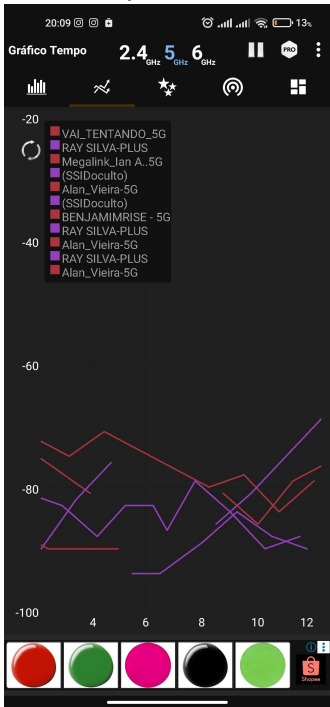
Entretanto, os resultados de QoS, apresentados na Figura 47, revelaram uma queda expressiva nas taxas de *download* e *upload* em relação ao primeiro cenário. Além disso, foi registrado um aumento nos valores de *ping*, indicando uma elevação na latência da conexão, o que pode comprometer a experiência do usuário em aplicações mais sensíveis ao tempo de resposta.

Figura 48: C2 - T1 - Intensidade no quintal.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 49: C2 - T2 - Intensidade no quintal.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 50: C2 - T1 - QoS no quintal.



Fonte: Elaboração própria (2025).

No quintal, os resultados do teste 1 (Figura 48) indicaram um aumento na intensidade de sinal em comparação ao primeiro cenário. No entanto, a rede com maior intensidade identificada no ambiente foi a Megalink_lan A..5G, que pertence a uma residência vizinha, o que representa um fator negativo, uma vez que evidencia a fragilidade da cobertura da rede local nessa área. Mesmo com a presença de apenas uma nova rede detectada em relação ao cenário anterior, a rede da residência não conseguiu manter predominância no ambiente externo.

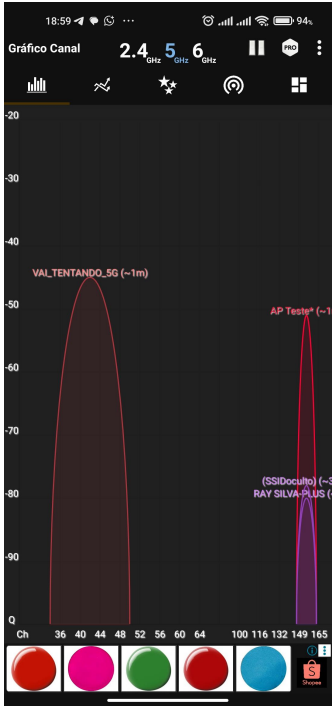
No teste 2 (Figura 49), observou-se um crescimento considerável no número de redes próximas, o que resultou na ausência da rede local no gráfico apresentado, possivelmente devido à sobreposição e interferência causadas por essas conexões adicionais.

Quanto à análise de QoS, apresentada na Figura 50, os dados revelaram uma nova redução nas velocidades de *download* e *upload*, acompanhada por mais um aumento nos valores de *ping*. Esses resultados indicam que, apesar de a intensidade do sinal ter sido inicialmente satisfatória, a interferência das redes vizinhas e a distância do ponto de acesso comprometeram significativamente a estabilidade e o desempenho da conexão no local.

5.3 TERCEIRO CENÁRIO: REDE MESH

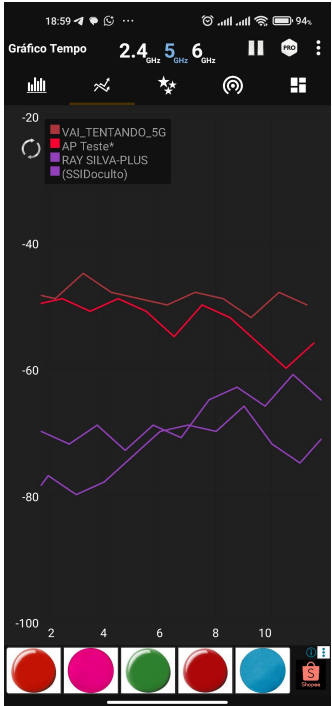
No terceiro cenário, os testes foram novamente aplicados em todos os cômodos anteriormente avaliados nos dois primeiros cenários, com o propósito de verificar as diferenças de desempenho após a implementação da nova configuração proposta. A seguir, são apresentados os resultados obtidos, os quais possibilitam uma análise comparativa dos impactos gerados pelo novo modelo.

Figura 51: C3 - T1 - Intensidade na sala 1.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 52: C3 - T2 - Intensidade na sala 1.



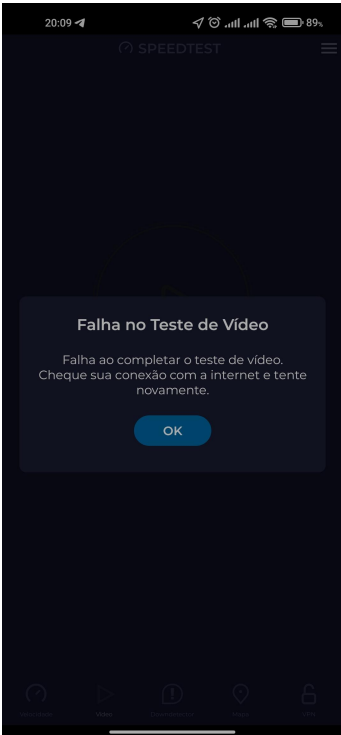
Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 53: C3 - T1 - QoS na sala 1.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 54: C3 - T2 - QoS na sala 1.



Fonte: Elaboração própria (2025).

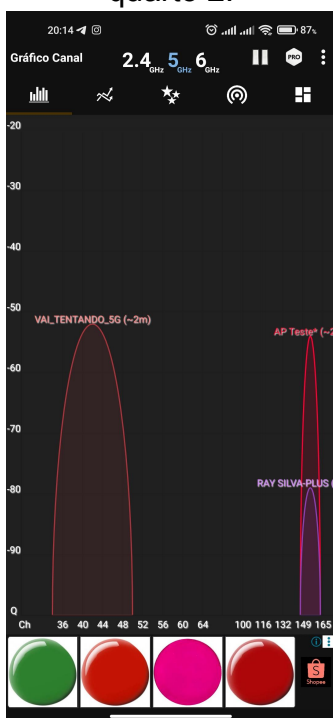
Na sala 1, o primeiro teste realizado no terceiro cenário (Figura 51) revelou a presença do novo ponto de acesso configurado (AP Teste), operando em conjunto

com o AP principal por meio de uma rede mesh. O AP principal continuou apresentando o sinal mais intenso no ambiente. Também foi identificada a presença de uma nova rede vizinha em comparação ao segundo cenário.

No segundo teste (Figura 52), observou-se que o AP principal manteve uma qualidade de sinal superior ao AP Teste ao longo do intervalo analisado. Em relação aos cenários anteriores, os dois testes deste ambiente apresentaram faixas de intensidade de sinal bastante semelhantes, demonstrando consistência na cobertura da rede.

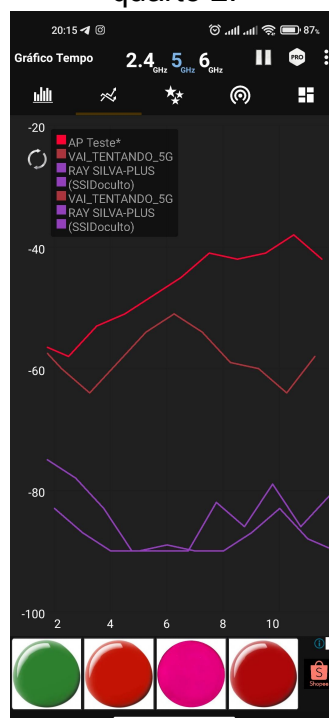
Na avaliação de QoS, apresentada na Figura 53, os resultados mostraram taxas de *download* e *upload* satisfatórias, ligeiramente superiores às observadas no segundo cenário, mas ainda inferiores aos valores registrados no primeiro. Já no teste de qualidade de vídeo (Figura 54), o desempenho manteve-se inalterado em relação aos testes anteriores, não sendo possível completar a reprodução em 4K. Diante da repetição dos resultados, essa etapa será desconsiderada nas próximas análises.

Figura 55: C3 - T1 - Intensidade no quarto 2.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 56: C3 - T2 - Intensidade no quarto 2.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 57: C3 - T1 - QoS no quarto 2.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 58: C3 - T2 - QoS no quarto 2.



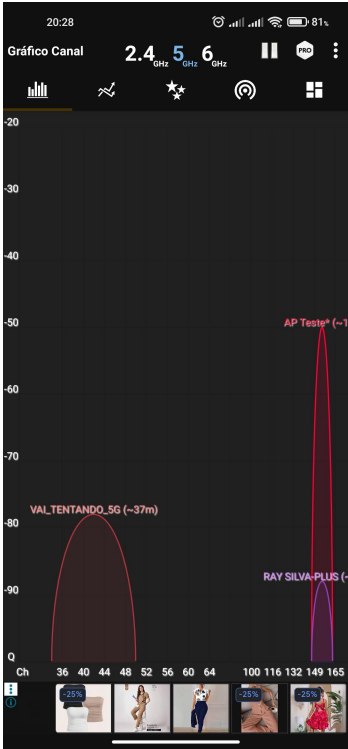
Fonte: Elaboração própria (2025).

Nos testes realizados no quarto 2, a Figura 55 mostra que o novo ponto de acesso (AP Teste) apresentou um sinal quase equivalente ao do AP principal, embora seu desempenho geral ainda se mantenha inferior. Em relação às redes vizinhas, o ambiente permaneceu com apenas uma rede detectada, resultado semelhante ao observado no segundo cenário e distinto do primeiro, onde foram identificadas duas redes externas.

Na Figura 56, referente ao segundo teste, observou-se o surgimento de novas redes vizinhas. Ainda assim, o AP Teste conseguiu manter a predominância de sinal sobre as demais, o que indica uma boa cobertura naquele momento.

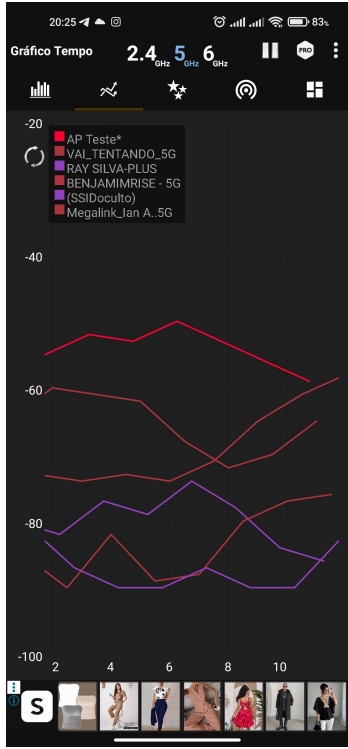
Quanto à análise de QoS, representada na Figura 57, os resultados mostraram a melhor taxa de *upload* entre todos os cenários testados. Por outro lado, o desempenho de *download* foi o mais baixo, além de ter sido registrado um aumento nos valores de *ping*, fator que não havia sido identificado nos testes anteriores. Esse contraste entre os indicadores demonstra uma instabilidade nos parâmetros de desempenho da rede neste ambiente, mesmo com a introdução da rede mesh.

Figura 59: C3 - T1 - Intensidade na cozinha.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 60: C3 - T2 - Intensidade na cozinha.



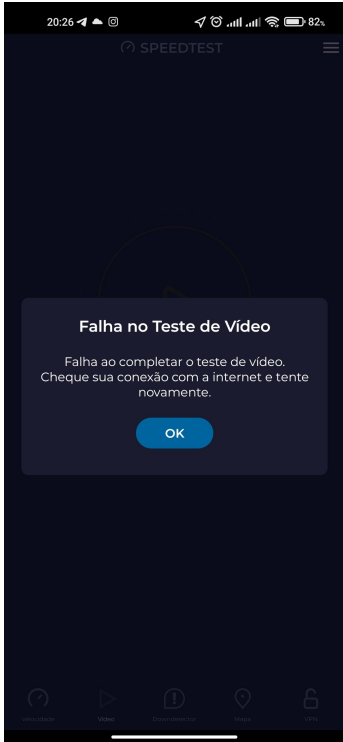
Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 61: C3 - T1 - QoS na cozinha.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 62: C3 - T2 - QoS na cozinha.



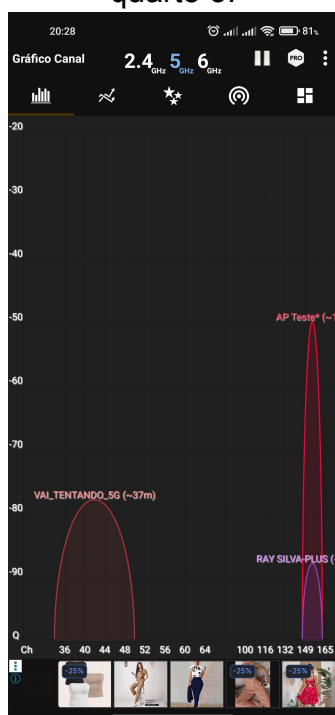
Fonte: Elaboração própria (2025).

Na cozinha, os resultados do primeiro teste (Figura 59) indicaram que o ponto de acesso secundário (AP Teste) apresentou um desempenho bastante satisfatório para o ambiente em questão. Comparando-se com os cenários anteriores, observou-se ainda uma redução na quantidade de redes vizinhas detectadas durante este teste.

No segundo teste (Figura 60), identificou-se o aparecimento de novas redes externas. No entanto, mesmo com o aumento das possíveis fontes de interferência, o AP Teste manteve a predominância em termos de qualidade de sinal. Em ambos os testes realizados neste cômodo, os níveis de intensidade de sinal superaram os registrados nos cenários anteriores, evidenciando uma melhora na cobertura da rede mesh nesse espaço.

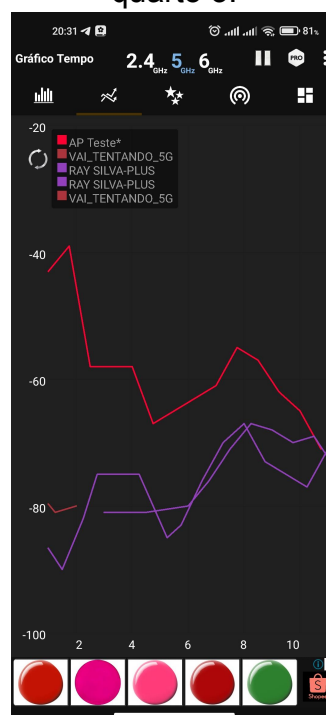
A análise de QoS, ilustrada na Figura 61, apresentou os melhores resultados até o momento, com as maiores velocidades de *download* e *upload* entre todos os cenários. Além disso, os valores de *ping* e *jitter* retornaram aos níveis observados no primeiro cenário, após terem se elevado significativamente no segundo. Esses dados indicam uma melhora notável no desempenho da rede na cozinha com a configuração adotada neste terceiro cenário.

Figura 63: C3 - T1 - Intensidade no quarto 3.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 64: C3 - T2 - Intensidade no quarto 3.



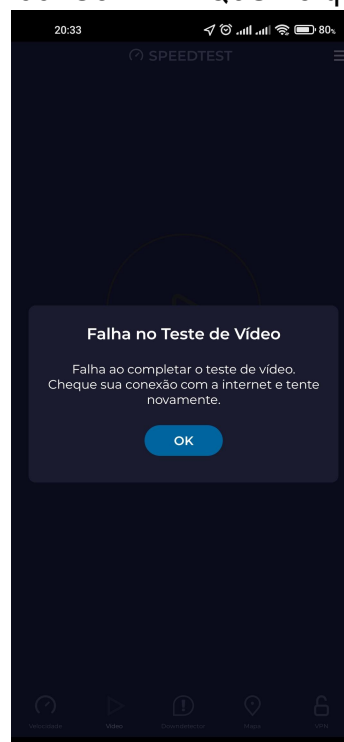
Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 65: C3 - T1 - QoS no quarto 3.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 66: C3 - T2 - QoS no quarto 3.

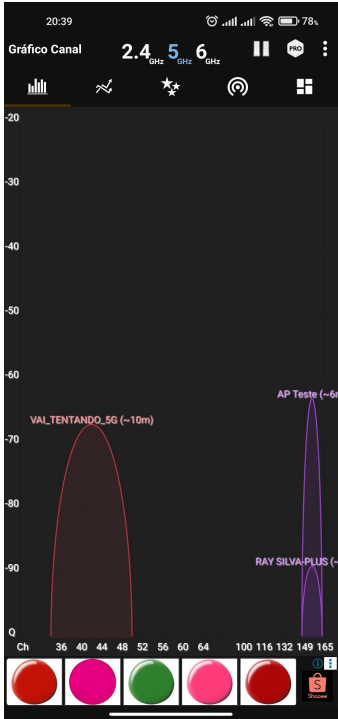


Fonte: Elaboração própria (2025).

No quarto 3, o primeiro teste (Figura 63) com o dispositivo conectado ao AP Teste demonstrou o melhor desempenho de sinal em relação aos cenários anteriores. Já no segundo teste (Figura 64), observou-se que, inicialmente, o sinal apresentou excelente qualidade, superando os resultados dos cenários 1 e 2. Contudo, ao longo do tempo, houve uma degradação progressiva do sinal, indicando que, embora a cobertura seja satisfatória, a estabilidade ainda representa um desafio nesse ambiente.

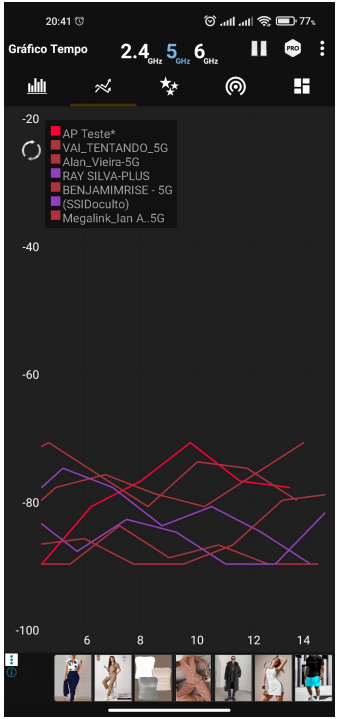
Nos testes de QoS, conforme mostrado na Figura 65, a velocidade de *download* foi praticamente equivalente à registrada no primeiro cenário, com uma diferença mínima. O *upload* apresentou desempenho superior ao do segundo cenário, embora ainda se mantenha abaixo dos valores obtidos no primeiro. Esses dados reforçam a percepção de que o novo modelo de rede mesh trouxe avanços pontuais, mas com variações que ainda exigem atenção, especialmente em termos de estabilidade do sinal.

Figura 67: C3 - T1 - Intensidade no banheiro.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 68: C3 - T2 - Intensidade no banheiro.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 69: C3 - T1 - QoS no banheiro.

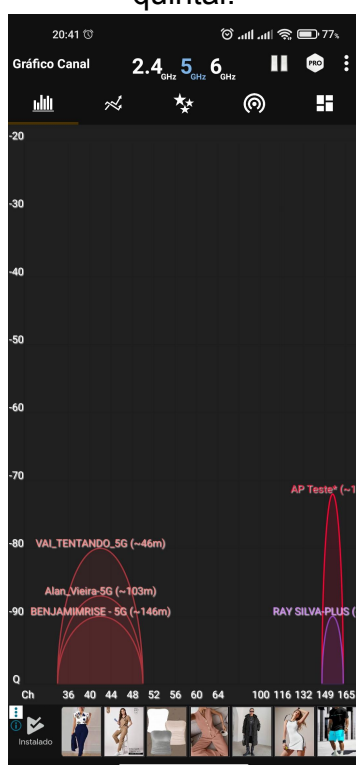


Fonte: Elaboração própria (2025).

No primeiro teste realizado no banheiro (Figura 67), o AP Teste apresentou o melhor desempenho de sinal em comparação aos cenários anteriores. Além disso, o AP principal também registrou uma melhora na intensidade do sinal em relação aos testes anteriores. No segundo teste (Figura 68), os resultados seguiram o mesmo padrão, superando os cenários 1 e 2 e demonstrando uma cobertura mais eficaz no ambiente.

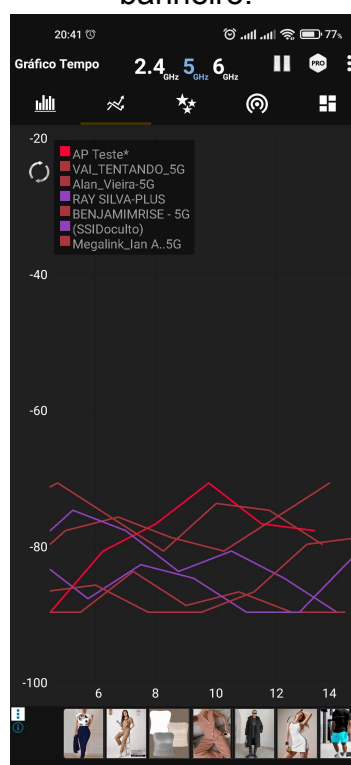
Na avaliação de QoS, representada na Figura 69, foi registrada a melhor taxa de *download* entre todos os cenários analisados até o momento. Em relação à taxa de *upload*, observou-se um desempenho superior ao do segundo cenário, embora ainda inferior ao obtido no primeiro. Esses resultados indicam uma evolução significativa na qualidade da rede nesse ambiente, principalmente em termos de cobertura, mas com margens de aprimoramento no que diz respeito à consistência da taxa de upload.

Figura 70: C3 - T1 - Intensidade no quintal.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 71: C3 - T2 - Intensidade no banheiro.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Figura 72: C3 - T1 - QoS no quintal.



Fonte: Elaboração própria (2025).

No quintal, o primeiro teste (Figura 70) apresentou uma qualidade de sinal semelhante à observada no segundo cenário. No entanto, neste caso, o AP Teste demonstrou desempenho superior às redes vizinhas, o que anteriormente havia ocorrido apenas no primeiro cenário — embora, naquela ocasião, com menor intensidade de sinal.

No segundo teste (Figura 71), foi registrada a presença de diversas redes vizinhas ativas. Apesar disso, o sinal do AP Teste permaneceu visível durante todo o intervalo de tempo do teste. Inicialmente, a qualidade do sinal era insatisfatória, mas houve uma progressiva melhora ao longo da medição, indicando uma recuperação de desempenho durante o período analisado.

Nos testes de QoS, ilustrados na Figura 72, os resultados de *download* e *upload* foram os melhores obtidos entre os três cenários, evidenciando um avanço significativo no desempenho da rede nesse ambiente externo. No entanto, os valores de *ping* e *jitter* permaneceram elevados, repetindo o comportamento observado no segundo cenário e indicando a persistência de instabilidade em termos de latência, mesmo com o aumento da velocidade de transmissão.

5.4 SÍNTESE COMPARATIVA DOS RESULTADOS

A seguir, são apresentadas tabelas comparativas com os resultados obtidos nos três cenários para cada cômodo analisado. As tabelas consideram indicadores técnicos, como intensidade do sinal, presença de interferências, velocidades de conexão, latência e estabilidade, além de observações específicas que destacam o comportamento da rede em cada ambiente.

Tabela 1 - Comparativo dos Cenários na Sala 1

Métrica	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Intensidade do sinal	Média	Alta	Alta
Interferência (redes)	Poucas	Poucas	Poucas + 1 rede nova
Download / Upload	Alto / Alto	Médio / Médio	Médio / Levemente alto
Ping / Jitter	Baixo / Baixo	Médio / Médio	Médio / Médio
Estabilidade	Estável	Estável	Estável
Observação	Bom desempenho geral, porém sem 4K	Leve queda no desempenho	Melhoria no upload, mas ainda sem suporte a 4K

Fonte: Elaboração própria (2025).

Tabela 2 - Comparativo dos Cenários no Quarto 2.

Métrica	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Intensidade do sinal	Alta	Média	Alta
Interferência (redes)	2 redes vizinhas	1 rede	1 rede (T1), várias (T2)
Download / Upload	Alto / Alto	Baixo / Médio	Baixo / Alto
Ping / Jitter	Baixo / Baixo	Alto / Médio	Médio / Médio
Estabilidade	Estável	Oscilante	Boa cobertura, sinal instável
Observação	Melhor equilíbrio de desempenho	Melhora parcial, porém instável	Melhor upload, pior download entre os cenários

Fonte: Elaboração própria (2025).

Tabela 3 - Comparativo dos Cenários na Cozinha.

Métrica	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Intensidade do sinal	Média	Baixa	Alta
Interferência (redes)	1 rede vizinha	3 redes	1 (T1) → várias (T2)
Download / Upload	Alto / Alto	Baixo / Médio	Altos – melhores valores
Ping / Jitter	Baixo / Baixo	Elevado / Elevado	Baixo / Baixo
Estabilidade	Estável	Oscilante	Estável
Observação	Boa conexão geral	Desempenho prejudicado por interferência	Melhor desempenho entre os três cenários

Fonte: Elaboração própria (2025).

Tabela 4 - Comparativo dos Cenários no Quarto 3.

Métrica	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Intensidade do sinal	Média	Baixa	Alta (com variação)
Interferência (redes)	1 rede vizinha	1 rede no mesmo canal	1 rede principal + novas
Download / Upload	Alto / Alto	Baixo / Médio	Alto ($\approx$ C1) / Médio
Ping / Jitter	Baixo / Baixo	Alto / Médio	Médio / Médio
Estabilidade	Estável	Instável	Boa cobertura, sinal flutuante
Observação	Melhor cenário geral	Pior desempenho	Boa cobertura, estabilidade limitada

Fonte: Elaboração própria (2025).

Tabela 5 - Comparativo dos Cenários no Banheiro.

Métrica	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Intensidade do sinal	Baixa	Leve melhora	Alta
Interferência (redes)	2 redes vizinhas	1 rede adicional	Diversas redes (T2)
Download / Upload	Alto / Alto	Baixo / Médio	Melhor download / Upload médio
Ping / Jitter	Baixo / Baixo	Alto / Médio	Baixo / Baixo
Estabilidade	Estável	Oscilante	Estável
Observação	Boa performance inicial	Queda nos testes de vídeo e QoS	Melhoria geral, ainda com limite no upload

Fonte: Elaboração própria (2025).

Tabela 6 - Comparativo dos Cenários no Quintal.

Métrica	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Intensidade do sinal	Baixa	Média	Média, com melhora gradual
Interferência (redes)	Diversas redes	Mais redes identificadas	Muitas redes (T2), porém sinal se manteve
Download / Upload	Baixo / Baixo	Baixo / Médio	Altos – melhores valores
Ping / Jitter	Baixo / Médio	Alto / Elevado	Alto / Elevado
Estabilidade	Oscilante	Instável	Inicial ruim, mas melhora ao longo do teste
Observação	Sinal fraco e instável	Boa presença de sinal, mas instabilidade persiste	Maior desempenho, mas com latência alta

Fonte: Elaboração própria (2025).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As redes sem fio tornaram-se uma infraestrutura essencial na sociedade contemporânea, desempenhando um papel central na conectividade entre pessoas e dispositivos. Tanenbaum (2003) discute os fatores físicos e técnicos que influenciam a confiabilidade e o desempenho das redes sem fio, ressaltando a importância de uma avaliação criteriosa nesses ambientes residenciais e

destacando a necessidade de considerar aspectos como interferências e o posicionamento dos equipamentos para garantir a qualidade da rede.

Durante a execução deste trabalho, foi possível identificar uma série de desafios que impactaram diretamente os resultados dos testes. Entre os principais fatores observados, destacam-se as limitações físicas da infraestrutura da residência, como a escassez de pontos de energia elétrica, a presença de móveis de materiais variados (madeira, metal, plástico) e a arquitetura interna, que dificultam a propagação do sinal. Além disso, foi constatada interferência causada por redes vizinhas e por dispositivos que compartilham a mesma frequência, o que comprometeu parte do desempenho analisado. Um problema recorrente durante os testes foi a falha sistemática na execução dos vídeos em 4K, que não foram concluídos em nenhum dos cenários testados. Suspeita-se que esse resultado esteja associado à velocidade de banda contratada na residência, insuficiente para suportar esse tipo de aplicação.

A Tabela 7 a seguir apresenta um resumo dos resultados obtidos, destacando o cenário com melhor desempenho em cada cômodo:

Tabela 7 - Síntese dos Melhores Resultados por Cômodo.

Cômodo	Cenário com Melhor Desempenho	Justificativa
Sala 1	Cenário 1	Melhor equilíbrio geral entre download/upload e estabilidade.
Quarto 2	Cenário 3	Melhor upload e cobertura, mesmo com download mais baixo.
Cozinha	Cenário 3	Maior velocidade de conexão e estabilidade, com baixa latência.
Quarto 3	Cenário 3	Sinal mais forte e QoS aceitável, apesar da oscilação.
Banheiro	Cenário 3	Maior intensidade de sinal e melhor desempenho de download.
Quintal	Cenário 3	Maior taxa de dados, apesar do ping elevado.

Fonte: Elaboração própria (2025).

De maneira geral, o cenário original da residência (cenário 1) apresentou um desempenho satisfatório para as condições analisadas. Contudo, com a implementação da rede mesh no terceiro cenário, foi possível observar melhorias

significativas em diversos ambientes, especialmente em relação à cobertura, à estabilidade do sinal e à taxa de download. Em contrapartida, o segundo cenário, que consistiu apenas na realocação do roteador principal, teve impacto negativo em vários cômodos, evidenciando que a simples mudança de localização do ponto de acesso pode não garantir bom desempenho em residências com obstáculos físicos relevantes.

Além disso, é importante destacar que a adoção de soluções mais robustas, como a rede mesh, envolve custos e desafios técnicos. A implementação do segundo cenário, apesar de aparentemente simples, apresentou dificuldades relacionadas à falta de infraestrutura elétrica em pontos estratégicos e à necessidade de deslocamento de mobiliário, o que reforça a importância de planejamento na instalação de redes sem fio domésticas.

Para estudos futuros, recomenda-se a ampliação das soluções de melhoria testadas, incluindo a implementação de tecnologias como adaptadores *Powerline Communication* (PLC), que podem ampliar significativamente o alcance e a estabilidade da rede sem a necessidade de cabeamento adicional. Também é sugerido que novos testes considerem diferentes velocidades de conexão contratadas, a fim de analisar o impacto direto da banda disponível no desempenho de aplicações mais exigentes, como vídeos em resolução ultra HD.

REFERÊNCIAS

AZMI, N. *et al.* **Interference issues and mitigation method in WSN 2.4GHz ISM band: A survey**. In: 2nd International Conference on Electronic Design (ICED), 2014, pp. 403-408.

BARROS, J. **Efeitos da interferência gerada por fornos de micro-ondas nas redes sem fio ieee 802.11b/g/n**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Paraíba, 2014.

CASAGRANDE, Rogério Antônio; INOCÊNCIO, Marcel Campos. (2023). **Interferência de comunicação de redes IEEE 802.11n sobre redes IEEE 802.15.4: uma análise experimental**. CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES, 16(9), 17061–17073. DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.9-193>. Acesso em: 05 jan. 2025.

CASTRO, Danyelle Cristiny Colares de; PALHETA, Leandro da Silva. **Redes wi-fi domésticas: como identificar o problema de cobertura e escolher a melhor solução**. Orientador: Jorge Antonio Moraes de Souza. 2021. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistema de Informação) - Universidade Federal

Rural da Amazônia, Belém, 2021. DOI: bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1982. Acesso em: 05 jan. 2025.

CELERINO, Paulo Gustavo de Amorim; LEANDRO, Rodrigo Lima de Souto. **OTIMIZAÇÃO DO DESEMPENHO DE REDES SEM FIO DE PEQUENO PORTE: UM ESTUDO DE CASO BASEADO EM REDES DOMÉSTICAS E DE PEQUENOS NEGÓCIOS**. Orientador: Prof. Dr. Almir Pereira Guimarães. 2020. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Sistemas de Informação). Instituto de Computação da Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, 2008.

FRIENDLY, Hacker. *et. al.* Rob et al. **Redes sem fio no Mundo em Desenvolvimento: Um guia prático para o planejamento e a construção de uma infra-estrutura de telecomunicações**. 2008. Disponível em: <https://wndw.net/pdf/wndw-pt/wndw-pt-ebook.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2025.

GORON, Leonardo Padua. **Avaliação de Desempenho e Interferências em Redes Wi-Fi**. UFRGS Lume Repositório Digital. 2013. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/78598>. Acesso em: 05 jan. 2025.

HO, Lester. *et al.* **Next Generation Wi-Fi Mesh for Indoor Residential Deployments**. 2020. IEEE 91st Vehicular Technology Conference (VTC2020-Spring), Antuérpia, Bélgica, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/VTC2020-Spring48590.2020.9128901.

IEEE802.15.2. **IEEE Recommended Practice for Information technology-- Local and metropolitan area networks-- Specific requirements-- Part 15.2: Coexistence of Wireless Personal Area Networks with Other Wireless Devices Operating in Unlicensed Frequency Bands**. DOI: 10.1109/IEEESTD.2003.94386. IEEE Std 802.15.2-2003, pp. 1-150, 2003.

LEANDRO, Willian Andukiu. **Comparativo entre IEEE 802.11g e 802.11n. 2012**. Monografia (Especialização em Configuração e Gerenciamento de Servidores e Equipamentos de rede) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2012.

NARDIN, Marcelo de. **Análise comparativa entre redes sem fio locais e metropolitanas, camada física**. UFRGS Lume Repositório Digital. 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/15989>. Acesso em: 06 jan. 2025.

NERY, Carmem. **Internet foi acessada em 72,5 milhões de domicílios do país em 2023. Agência de Notícias IBGE**. 02 de dezembro de 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41024-internet-foi-acessada-em-72-5-milhoes-de-domicilios-do-pais-em-2023>. Acesso em: 05 jan. 2025.

NIC.BR. **Em duas décadas, proporção de lares urbanos brasileiros com Internet passou de 13% para 85%, aponta TIC Domicílios 2024**. 31 de outubro de 2024, Tecnologia. Disponível em: <https://cetic.br/pt/noticia/em-duas-decadas-proporcao-de-lares-urbanos-brasileiros-com-internet-passou-de-13-para-85-aponta-tic-domicilios-2024/>. Acesso em: 09 jan. 2025.

O QUE É O WIFI MESH? Guia para uma rede WiFi doméstica em 2024. TP LINK, c2025. Disponível em: <https://www.tp-link.com/br/mesh-wifi/>. Acesso em: 07 jan. 2025.

PRZYBYSZ, Anfré Luiz; JÚNIOR, Olavo José Luiz. **Infra-estrutura e Roteamento em Redes Wireless Mesh**. Synergism scientifica UTFPR , Pato Branco, 02(1, 2, 3, 4). 2007.

RAPPAPORT, Theodore S. **Comunicação em fio: Princípios e práticas**. PEARSON PRENTICE HALL. 2009.

SILVA, André Robson de Alcântara. **PESQUISA EXPLORATÓRIA SOBRE REALIDADE AUMENTADA NO BRASIL E EXTERIOR COM O EMPREGO DE TEXT MINING**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2021.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. 4ª Edição. / Andrew S. Tanenbaum; tradução Vandenberg D. de Souza. — Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

TRIVIÑOS, Augusto Nibaldo Silva. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: A Pesquisa Qualitativa em Educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

ZEHL, Sven; ZUBOW, Anatolij; WOLISZ, Adam. **Practical distributed channel assignment in home Wi-Fi networks**, 2017. IEEE 18º Simpósio Internacional sobre um Mundo de Redes Sem Fio, Móveis e Multimídia (WoWMoM) , Macau, China, 2017, pp. 1-4, doi: 10.1109/WoWMoM.2017.7974331.