

ANÁLISE E OTIMIZAÇÃO DA REDE WI-FI NUM AMBIENTE CORPORATIVO

Filipe Moraes¹; Thiago Silva²; Simone Regina Ceolin³; Renato Preigschadt de Azevedo⁴

Resumo

Este trabalho apresenta um estudo de caso focado na análise e otimização da rede Wi-Fi no Centro de Educação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Com o crescente uso de dispositivos móveis e a necessidade de uma conectividade robusta para suportar as atividades acadêmicas, a qualidade da rede sem fio tornou-se uma prioridade. Inicialmente, foi realizado um levantamento detalhado da infraestrutura existente, utilizando UniFi Design Center para mapear a cobertura atual do sinal Wi-Fi e identificar áreas com falhas e interferências. A análise dos dados revelou problemas críticos na distribuição dos access points (APs), o que motivou a proposta de realocação dos APs existentes e a instalação de seis novos dispositivos. Serão implementadas essas mudanças, com novos mapas de calor sendo gerados para validar a eficácia das melhorias propostas. Este trabalho busca não apenas solucionar os problemas de conectividade atuais, mas também preparar a rede para futuras demandas tecnológicas, garantindo um ambiente acadêmico mais eficiente e conectado.

Palavras-chave: Redes de Computadores. Wi-Fi. Infraestrutura de Rede. Mapa de Calor. Otimização de Rede.

Abstract

This work presents a case study focused on the analysis and optimization of the Wi-Fi network at the Education Center of the Federal University of Santa Maria (UFSM). With the growing use of mobile devices and the need for robust connectivity to support academic activities, the quality of the wireless network has become a priority. Initially, a detailed survey of the existing infrastructure was conducted, using the UniFi Design Center to map current Wi-Fi signal coverage and identify areas with gaps and interference. Data analysis revealed critical issues in the distribution of access points (APs), prompting the proposal to relocate existing APs and install six new devices. These changes will be implemented, with new heat maps generated to validate the effectiveness of the proposed improvements. This study seeks not only to address current connectivity issues but also to prepare the network for future technological demands, ensuring a more efficient and connected academic environment.

Keywords: Computer Networks, Wi-Fi, Network Infrastructure, Heatmap, Network Optimization.

1 Introdução

A qualidade do Wi-Fi em ambientes acadêmicos é fundamental para atividades educativas e administrativas. No contexto universitário, a crescente demanda por conectividade é impulsionada pelo uso intensivo de dispositivos móveis e acesso a recursos digitais e plataformas de aprendizagem (Kurose & Ross, 2013).

1 Graduado em Redes de Computadores-CTISM/UFSM. E-mail: filipetmoraes@live.com.

2 Graduado em Redes de Computadores-CTISM/UFSM. E-mail: thiago.mathias@redes.ufsm.br.

3 Doutora em Ciência da Computação pela Universidade de York/Reino Unido, professora Associada do Colégio Técnico Industrial da Universidade Federal de Santa Maria (CTISM-UFSM). E-mail: sceolin@redes.ufsm.br.

4 Doutor em Informática pela Universidade do Minho/Portugal, professor adjunto da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM. E-mail: renato@redes.ufsm.br.

A conectividade de alta qualidade suporta tecnologias educacionais modernas, desde a navegação até atividades colaborativas e acesso a bibliotecas virtuais. Contudo, a infraestrutura Wi-Fi enfrenta problemas como interferências, limitações de largura de banda e posicionamento inadequado de APs. Estudos indicam que a otimização da posição dos APs e o gerenciamento das frequências podem melhorar a cobertura e qualidade do sinal (Stallings, 2013).

Este estudo de caso busca identificar falhas na rede atual e propor uma nova configuração de APs, incluindo a adição de seis novos dispositivos a serem instalados pelo Centro de Processamento de Dados (CPD) da UFSM. Com ferramentas de análise de sinal e mapas de calor, será possível visualizar a distribuição do sinal e simular melhorias.

1.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo analisar a infraestrutura atual da rede Wi-Fi do prédio 16 do Centro de Educação (CE) da UFSM, identificando falhas e propondo melhorias para otimizar a cobertura e qualidade do sinal. O estudo busca garantir uma conectividade robusta e eficiente, essencial para as atividades acadêmicas e administrativas. Com novas configurações de APs e adição de dispositivos, pretende-se oferecer uma experiência superior, atendendo às demandas tecnológicas da comunidade universitária.

1.2 Objetivos específicos

1. Realizar um levantamento detalhado da infraestrutura atual da rede Wi-Fi do prédio 16, Centro de Educação, incluindo a localização dos APs existentes;
2. Identificar áreas com cobertura de sinal Wi-Fi fraca ou inexistente através de medições de intensidade de sinal e geração de mapas de calor;
3. Analisar as causas de interferências que afetam a qualidade da rede Wi-Fi no prédio;
4. Simular o impacto das mudanças propostas na cobertura da rede utilizando ferramentas de análise de sinal;

2 Referencial teórico

A pesquisa sobre a análise e otimização de redes Wi-Fi em ambientes educacionais e corporativos é fundamental para garantir a qualidade da conectividade e a eficiência das atividades que dependem da *internet* sem fio. O referencial teórico deste trabalho está dividido em várias seções que abordam desde os conceitos básicos de redes de computadores até os

detalhes técnicos dos padrões IEEE 802.11, a interferência e cobertura do sinal, os *hardwares* utilizados, e a utilização de mapas de calor para a visualização e análise da rede.

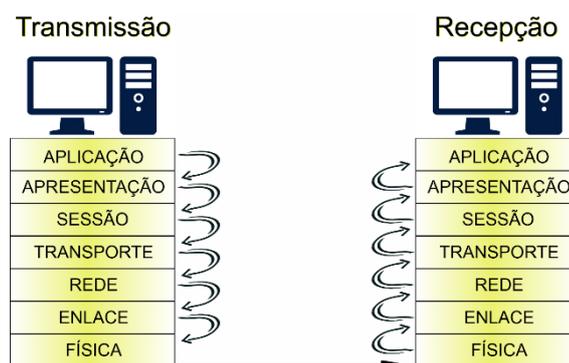
2.1 Redes de computadores

As redes de computadores são essenciais para a comunicação moderna, permitindo a interconexão de dispositivos e a troca eficiente de informações. Os protocolos TCP e IP formam a base da rede TCP/IP, assegurando entrega confiável e roteamento dos dados (Kurose & Ross, 2013).

O sucesso do TCP/IP se deve à sua flexibilidade, permitindo fácil integração de diferentes sistemas e favorecendo a expansão da *Internet* (Comer, 2016).

Para entender o TCP/IP, é importante conhecer o modelo OSI, que organiza a comunicação em sete camadas, cada uma com funções específicas, facilitando a interoperabilidade entre sistemas de *hardware* e *software* (Stallings, 2013).

Figura 1 - Representação modelo OSI



Fonte: Autores (2024)

2.2 Padrão IEEE 802.11

O padrão IEEE 802.11 define as especificações técnicas para comunicações em redes locais sem fio (WLAN), incluindo frequências, modulação, taxas de dados e segurança. Projetado para garantir interoperabilidade entre dispositivos de diferentes fabricantes, ele impulsionou a ampla adoção do Wi-Fi em diversos setores. Expansões como 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n e, mais recentemente, 802.11ac, 802.11ax e 802.11be (Figura 5), introduziram melhorias em velocidade, uso de espectro e capacidade de rede (Quadro 1) (Gast, 2005).

Figura 2 - Evolução do padrão 802.11 ao decorrer dos anos



Fonte: Autores (2024)

Quadro 1 - Características do padrão 802.11 e suas versões

| Padrão | Ano | Frequência | Largura de Banda | Modulação | Tecnologia Antena | Taxa de Dados |
|----------|------|------------|------------------|------------|--------------------|---------------|
| 802.11 | 1997 | 2.4 GHz | 20 MHz | DSSS, FHSS | N/A | Até 2 Mbps |
| 802.11a | 1999 | 5 GHz | 20 MHz | OFDM | N/A | Até 54 Mbps |
| 802.11b | 1999 | 2.4 GHz | 20 MHz | DSSS | N/A | Até 11 Mbps |
| 802.11g | 2003 | 2.4 GHz | 20 MHz | OFDM, DSSS | N/A | Até 54 Mbps |
| 802.11n | 2009 | 2.4/5 GHz | 20/40 MHz | OFDM | MIMO | Até 600 Mbps |
| 802.11ac | 2013 | 5 GHz | 20/40/80/160 MHz | OFDM | MU-MIMO | Até 6.93 Gbps |
| 802.11ad | 2012 | 60 GHz | 2160 MHz | SC, OFDM | <i>Beamforming</i> | Até 7 Gbps |
| 802.11ax | 2019 | 2.4/5 GHz | 20/40/80/160 MHz | OFDMA | MU-MIMO, OFDMA | Até 9.6 Gbps |

Fonte: Baseado em (OUGHTON, 2021; ORTIZ, 2009)

A faixa de 2.4GHz foi escolhida pela disponibilidade global sem licenciamento, facilitando a adoção universal do Wi-Fi. Ela é dividida em 14 canais, mas, no Brasil, a ANATEL permite o uso de 13 canais de 20MHz cada. Embora ofereça maior alcance pela melhor penetração em obstáculos, essa faixa é mais suscetível a interferências de dispositivos domésticos como micro-ondas, telefones sem fio e Bluetooth, o que pode degradar a performance da rede (Gast, 2005).

A faixa de 5GHz foi introduzida para aliviar a congestão da banda de 2.4GHz e oferecer maiores taxas de dados. Com canais não sobrepostos mais amplos, reduz significativamente a interferência, proporcionando desempenho mais estável. No entanto, seu alcance e penetração são menores, limitando a eficácia em ambientes com muitas barreiras físicas. Ideal para redes de alta densidade e aplicações que exigem altas taxas de dados (Gast, 2005).

2.3 Interferência e cobertura

A interferência em redes Wi-Fi refere-se à degradação do sinal devido à presença de obstáculos físicos e outros dispositivos operando na mesma faixa de frequência. A transmissão de sinais em redes sem fio é fortemente impactada por interferências e limitações de cobertura, causadas por fatores ambientais e estruturais. Materiais como concreto e metal atenuam os sinais de rádio, e a topografia também afeta a propagação das ondas (Rappaport, 2002).

A escolha de antenas é crucial: antenas direcionais focam o sinal em uma direção, ideais para coberturas concentradas; já as antenas omnidirecionais distribuem o sinal uniformemente, sendo mais indicadas para ambientes internos (Rappaport, 2002).

O gerenciamento do espectro de frequência ajuda a reduzir interferências, permitindo identificar canais menos congestionados e melhorar a performance da rede (Stallings, 2013).

2.4 Hardwares

Access Points (APs) e roteadores são essenciais para redes de comunicação, oferecendo conectividade, gerenciamento e distribuição de sinal de forma eficiente. Esses dispositivos são fundamentais em ambientes residenciais e corporativos, permitindo que vários dispositivos acessem a *internet* de maneira confiável e segura (Tanenbaum, 2011).

Os roteadores são fundamentais na infraestrutura de redes, atuando como intermediários que direcionam o tráfego de dados entre redes. Eles conectam LANs a redes maiores, como a *internet*, garantindo o encaminhamento correto dos dados (Stallings, 2013).

Eles operam na camada 3 do modelo OSI e utilizam endereços IP para determinar a melhor rota para os pacotes, processo conhecido como roteamento, e mantêm tabelas de roteamento com informações sobre redes e rotas (Forouzan, 2013). Há vários tipos de roteadores, como os domésticos, que conectam residências à *internet*, e os empresariais, que suportam mais dispositivos e oferecem funcionalidades avançadas, como gerenciamento de rede, segurança integrada, VLANs, VPN e firewall (Comer, 2013).

Os roteadores modernos podem incorporar tecnologia sem fio, atuando também como APs, o que facilita a configuração e expande a cobertura, atendendo ambientes com alta densidade de dispositivos, como escritórios e instituições (Gast, 2013).

Os *access points* (APs) permitem que dispositivos sem fio se conectem a uma rede cabeada, expandindo a cobertura sem a necessidade de cabos adicionais. São essenciais em ambientes como escritórios, universidades e espaços públicos, onde muitos usuários precisam se conectar simultaneamente (Forouzan, 2013).

Os APs com antenas omnidirecionais fornecem cobertura uniforme em todas as direções, ideais para ambientes internos, garantindo que o sinal alcance todas as áreas ao redor do AP de forma consistente. Essas antenas distribuem o sinal em 360 graus, adequadas para locais com alta densidade de dispositivos (Gast, 2005). Em áreas de alta densidade de usuários, como salas de aula e auditórios, APs de alta capacidade são fundamentais para manter a qualidade do serviço, usando tecnologias como MIMO e *beamforming* para melhorar a eficiência e suportar múltiplos dispositivos simultaneamente (Gast, 2013).

Os administradores devem configurar os APs corretamente, planejando canais e potência de transmissão, para evitar interferências e otimizar o desempenho da rede (Stallings, 2013).

2.5 Mapa de Calor

Os mapas de calor são representações visuais que mostram a intensidade do sinal em diferentes áreas, ajudando a identificar pontos de cobertura fraca e otimizando o planejamento da rede. Esses mapas são ferramentas visuais que representam a intensidade do sinal em redes sem fio, utilizando uma escala de cores para mostrar diferentes níveis de potência. Cores quentes, como vermelho e laranja, indicam sinais fortes, enquanto cores frias, como azul e verde, indicam sinais fracos, podendo ser personalizadas conforme o software. Esses mapas são essenciais para o planejamento, análise e otimização de redes, permitindo identificar áreas de cobertura inadequada e ajustar a infraestrutura com precisão (EKAHOU, 2024).

Os mapas de calor são criados com *softwares* especializados que coletam dados de intensidade de sinal em diferentes pontos. Esses dados são convertidos em visualizações que mostram a distribuição do sinal, facilitando a identificação rápida de problemas de cobertura e ajudando a decidir onde posicionar APs e roteadores para melhorar a performance da rede (Gast, 2005). Estes, são aplicados em grandes ambientes corporativos ou educacionais. Em uma universidade, por exemplo, eles ajudam a garantir cobertura de sinal em áreas como salas de aula, bibliotecas e laboratórios. Com base no mapa, administradores podem ajustar a posição dos APs ou adicionar novos dispositivos para eliminar áreas de sombra (Gast, 2005).

Exemplo de *softwares* para criação de mapas de calor:

- Ekahau *HeatMapper*: *software* para criação de mapas de calor em redes Wi-Fi, amplamente usado por profissionais para visualizar e otimizar a cobertura de sinal, incluindo a simulação de interferências de múltiplos andares; é um *software* pago (Ekahau, 2024).
- UniFi *Design Center*: desenvolvido pela Ubiquiti, é uma plataforma interativa para planejamento de redes Wi-Fi, permitindo criar modelos 3D dos ambientes e simular a

cobertura para otimizar a posição dos APs. Integrado à linha UniFi, permite configurar e gerenciar dispositivos diretamente a partir do design, além de gerar relatórios detalhados para documentação da rede, mas só inclui dispositivos Ubiquiti (Ubiquiti, 2024).

2.6 Trabalhos Relacionados

Esta subseção apresenta diversos estudos que contribuíram para discussões, análises e aplicações relacionadas a este trabalho. Foram exploradas tecnologias voltadas para a medição da potência de sinal e o mapeamento de intensidade do sinal em ambientes internos, utilizando técnicas de manipulação e configuração de mapas de calor que serviram como referência para esta pesquisa.

2.6.1 Análise E Simulação De Conexão No Centro De Ciências Rurais Da Ufsm: Uma Proposta De Melhoria Na Qualidade Da Rede *Wireless*

No estudo de (Ceolin et al., 2023), é analisada e proposta uma melhoria para a rede Wi-Fi no prédio do Centro de Ciências Rurais (CCR) da UFSM, com o objetivo de reduzir interferências e aumentar a qualidade da conexão. Para isso, foram coletados dados através de questionários com usuários do prédio e feita uma análise estrutural do ambiente. Utilizando o software UniFi Design Center, a pesquisa simula o posicionamento ideal de novos access points (APs), distribuindo 20 unidades para garantir uma cobertura estável. Com essa proposta, a expectativa é melhorar a estabilidade e a cobertura do sinal em todas as áreas críticas, oferecendo uma conexão mais robusta para os usuários. Este estudo fornece uma referência valiosa para projetos de redes Wi-Fi em ambientes complexos, destacando a importância do planejamento e da alocação estratégica de recursos para otimização da conectividade.

2.6.2 Análise Dos Fatores Que Influenciam No Desempenho Da Rede *Wireless*

No trabalho de (NHANOMBE, 2022), são analisados os fatores que afetam o desempenho da rede *wireless* no Departamento de Engenharia Eletrotécnica da Universidade Eduardo Mondlane (DEEL). A metodologia adotada combina pesquisa aplicada e qualitativa, incluindo a coleta de dados junto aos estudantes, mapeamento da rede e revisão de literatura especializada. A pesquisa identificou problemas como interferências, ruído e má localização dos *access points* (APs), que afetam a qualidade do sinal e causam interrupções na conexão. Como solução, o estudo recomenda a atualização dos equipamentos e a redistribuição dos APs, visando otimizar a cobertura e a eficiência da rede sem fio no DEEL.

2.6.3 Otimização Do Posicionamento De Pontos De Acesso *Wireless*

Neste estudo, (Vieira, 2017) desenvolveu um *software* para otimizar o posicionamento de pontos de acesso Wi-Fi utilizando a meta-heurística *Simulated Annealing*. A pesquisa, aplicada no campus Formiga do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), visa aprimorar a cobertura e a qualidade do sinal Wi-Fi. O *software* modelou a propagação do sinal considerando as características físicas do ambiente, permitindo simular diferentes configurações de posicionamento dos APs sem a necessidade de movê-los fisicamente. Dessa forma, é possível propor uma distribuição que maximize a cobertura e a intensidade do sinal. O estudo destaca a importância de um planejamento detalhado e da escolha apropriada dos modelos de propagação para garantir resultados precisos, além de sugerir a exploração de novas técnicas e meta-heurísticas em pesquisas futuras.

2.6.4 Conclusão

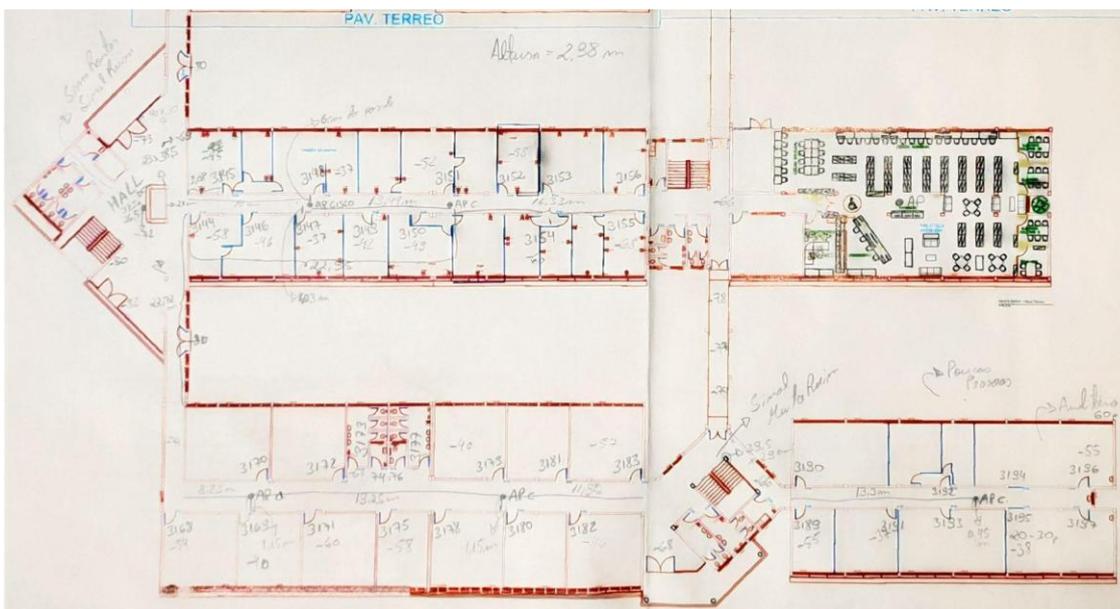
Os trabalhos analisados convergem na análise e otimização de redes Wi-Fi, ressaltando a importância de uma boa cobertura e qualidade de sinal em ambientes institucionais específicos. No estudo de Ceolin *et al.* (2023), realizado no Centro de Ciências Rurais da UFSM, foram utilizados questionários e o software UniFi Design Center para simular o posicionamento ideal de novos APs, visando reduzir interferências e aprimorar a estabilidade da conexão. De forma similar, Nhanombe (2022) identificou no Departamento de Engenharia Eletrotécnica da Universidade Eduardo Mondlane problemas de interferências, ruídos e má localização dos APs, propondo como solução a atualização de equipamentos e uma redistribuição estratégica dos pontos de acesso. Por outro lado, Vieira (2017) desenvolveu um software baseado em *Simulated Annealing* para otimizar o posicionamento dos APs no campus Formiga do IFMG, possibilitando a simulação de diferentes configurações sem o custo de movê-los fisicamente.

Esses estudos ilustram como metodologias de coleta e simulação de dados, combinadas com ferramentas de otimização, podem guiar a distribuição ideal de APs e melhorar a conectividade. A aplicação prática desses métodos em ambientes distintos destaca a relevância de um planejamento detalhado e da adaptação dos modelos de propagação para obter resultados eficazes, proporcionando soluções personalizadas que atendam às necessidades específicas de cada ambiente. Além disso, o investimento em novas tecnologias e atualizações de equipamentos é essencial para garantir melhorias duradouras na qualidade e na abrangência das redes sem fio.

3 Desenvolvimento

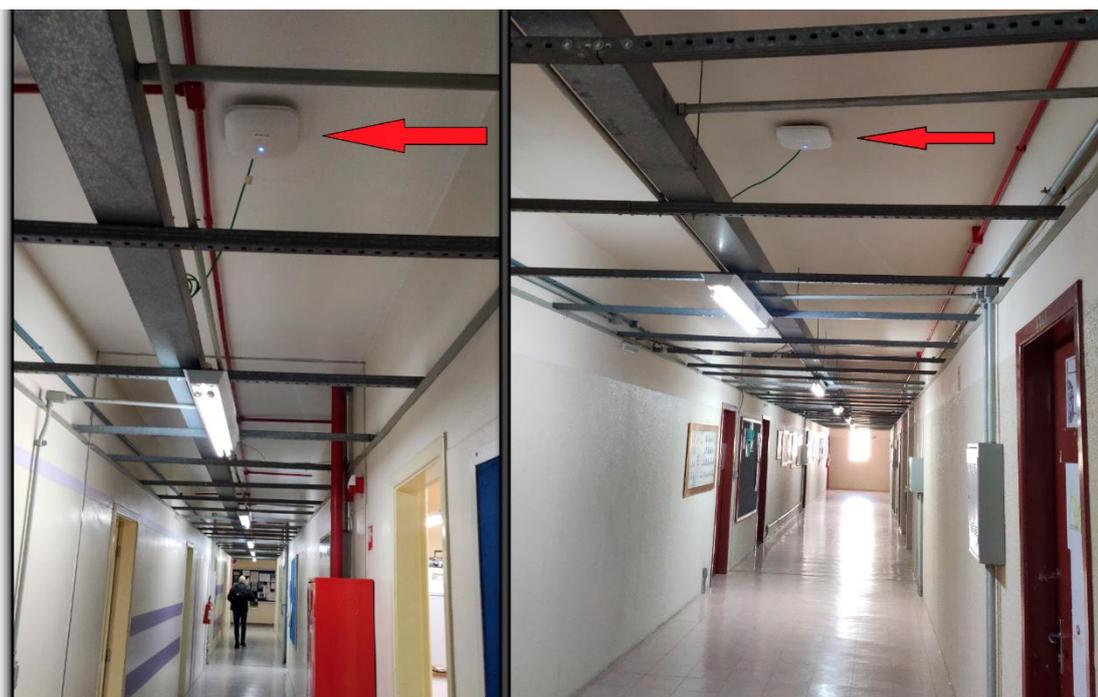
Inicialmente, foi realizado um levantamento detalhado da infraestrutura existente da rede Wi-Fi no prédio 16 do Centro de Educação (Figura 3). Esse levantamento incluiu a localização dos APs existentes (Figuras 4), e as plantas-baixas (Figura 5) do prédio em questão. Foram utilizados os dados obtidos para o desenvolvimento do mapa de calor utilizando o *UniFi Design Center*, que gera uma simulação com APs específicos.

Figura 3 - Dados anotados na planta-baixa durante as visitas técnicas



Fonte: Autores (2024)

Figura 4 - Posicionamento de alguns APs no primeiro andar



Fonte: Autores (2024)

Figura 5 - Plantas-baixas do prédio 16



Fonte: Autores (2024)

3.1 Hardwares e seus similares

No prédio 16, do estudo de caso, são encontrados 14 APs Cisco AIR-CAP2602I-T-K9 (Figura 6a), e 1 AP HP A9552 JD019A (Figura 6b). O AP HP A9552 JD019A se encontra no segundo andar.

Figura 6 - Cisco AIR-CAP2602I-T-K9 (a), HP A9552 JD019A (b)



(a)

Fonte: Cisco Systems (2024)



(b)

Fonte: Autores (2024)

Para a simulação e geração do mapa de calor no UniFi Design Center, foram identificados modelos da Ubiquiti que mais se assemelhavam aos dispositivos existentes. Para substituir os modelos da Cisco, foi escolhido o UniFi AP-AC Pro, enquanto para o modelo da HP (3com), foi utilizado o UniFi UAP-AC-Lite. A escolha do UniFi AP-AC Pro para substituir o Cisco AIR-CAP2602I-T-K9 deve-se à similaridade nas faixas de frequência e potência de

transmissão, assim como o UniFi UAP-AC-Lite para o HP A9552 JD019A. Os dados utilizados para comparação estão nos Quadros 2 e 3.

Quadro 2 - Comparativo entre Cisco AIR-CAP2602I-T-K9 e UniFi AP-AC Pro

| Característica | Cisco AIR-CAP2602I-T-K9 | UniFi AP-AC Pro |
|---|--|--|
| Padrões Wi-Fi | 802.11a/b/g/n | 802.11a/b/g/n/ac |
| Bandas de Frequência | 2,4 GHz e 5 GHz | 2,4 GHz e 5 GHz |
| Taxa Máxima de Dados (2,4GHz) | 450 Mbps | 450 Mbps |
| Taxa Máxima de Dados (5 GHz) | 450 Mbps | 1300 Mbps |
| MIMO | 3x4 MIMO | 3x3 MIMO |
| Antenas | Internas: 3 dBi (2,4GHz), 4 dBi (5 GHz) | Internas: 3 dBi (2,4GHz), 6 dBi (5 GHz) |
| Potência de Transmissão (2,4GHz) | Até 23 dBm | Até 22 dBm |
| Potência de Transmissão (5GHz) | Até 23 dBm | Até 22 dBm |
| Segurança | WPA/WPA2, 802.1X, AES, TKIP | WPA-PSK, WPA-Enterprise, 802.1X |
| Interfaces | 1 x Gigabit Ethernet (10/100/1000) | 2 x Gigabit Ethernet (10/100/1000) |
| Alimentação | PoE (802.3af) | PoE (802.3af) |

Fonte: Cisco Systems; Ubiquiti (2024)

Quadro 3 - Comparativo entre HP A9552 JD019A e UniFi UAP-AC-Lite

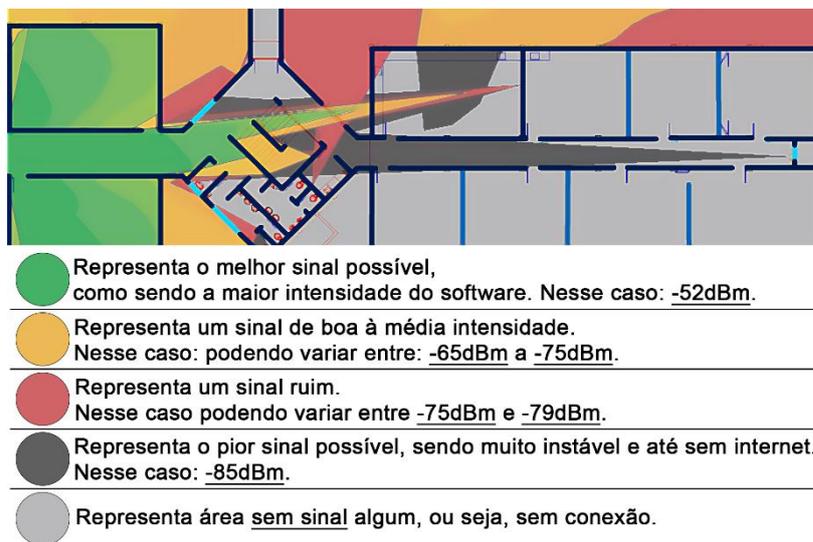
| Característica | HP A9552 JD019A (HP 425) | UniFi UAP-AC-Lite |
|--|---------------------------------------|---|
| Padrões Wi-Fi | 802.11a/b/g/n | 802.11a/b/g/n/ac |
| Bandas de Frequência | 2,4 GHz e 5 GHz | 2,4 GHz e 5 GHz |
| Taxa Máxima de Dados (2,4 GHz) | 300 Mbps | 300 Mbps |
| Taxa Máxima de Dados (5 GHz) | 300 Mbps | 867 Mbps |
| MIMO | 2x3 MIMO | 2x2 MIMO |
| Antenas | Internas, omnidirecionais | Internas: 3 dBi (2,4 GHz), 3 dBi (5 GHz) |
| Potência de Transmissão (2,4 GHz) | Até 23 dBm | Até 20 dBm |
| Potência de Transmissão (5 GHz) | Até 23 dBm | Até 20 dBm |
| Segurança | WPA/WPA2, 802.1X, AES, TKIP | WPA-PSK, WPA- Enterprise, 802.1X |
| Interfaces | 1 x Gigabit Ethernet (10/100/1000) | 1 x Gigabit Ethernet (10/100/1000) |
| Alimentação | PoE (802.3af) | PoE (802.3af) |

Fonte: Hewlett Packard Enterprise; Ubiquiti (2024).

3.2 Mapa de calor com *UniFi Design Center*

Os mapas de calor no *UniFi Design Center* foram editados para destacar melhor a intensidade do sinal nas áreas importantes. A Figura 7 explica cada cor e sua intensidade de sinal.

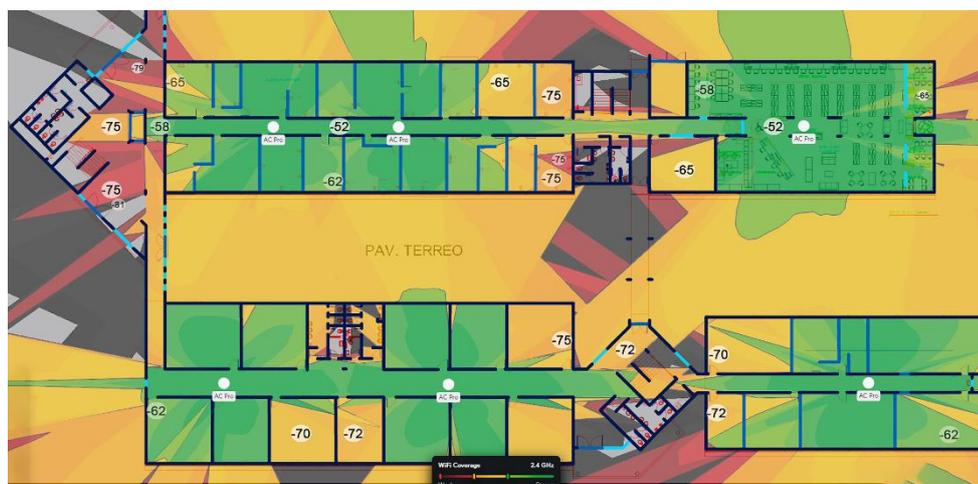
Figura 7 - Gráfico explicativo das cores e suas correspondências no *UniFi Design Center*



Fonte: Autor (2024)

O *UniFi Design Center* simula um mapa de calor usando apenas *hardwares* da marca Ubiquiti, por isso, foram escolhidos APs com características mais próximas aos do prédio do estudo. A ferramenta oferece apenas três tipos de paredes: concreto (aproximadamente 15 dB de perda), *drywall* (aproximadamente 5 dB de perda) e vidro (aproximadamente 3 dB de perda), sem opção para especificar espessuras ou outros tipos de paredes.

Figura 8 - Mapa de calor do térreo simulado com *UniFi Design Center*



Fonte: Autores (2024)

Conforme apresentado na Figura 8, observa-se a perda da intensidade do sinal no térreo, influenciada pela quantidade e tipo de paredes, com paredes de concreto causando maior

atenuação. No segundo andar (Figura 9), é possível ver que áreas próximas ao AP mantêm uma intensidade razoável, enquanto áreas com divisórias de gesso apresentam menor perda de sinal em comparação com as de concreto. Já no terceiro andar (Figura 10), o efeito das barreiras físicas na propagação do sinal é evidente, com o sinal enfraquecendo nas áreas mais distantes dos APs devido à presença de materiais densos.

Figura 9 - Mapa de calor do segundo andar simulado com *UniFi Design Center*



Fonte: Autores (2024)

Figura 10 - Mapa de calor do terceiro andar simulado com *UniFi Design Center*



Fonte: Autores (2024)

3.3 Interferência e segurança

A realocação de alguns APs e a adição de novos visam reduzir a interferência causada por roteadores pessoais usados por funcionários, que representam riscos de interferência e segurança, pois a direção do Centro de Educação e o CPD não têm controle sobre esses dispositivos. A Figura 11 exemplifica essa situação, mostrando um roteador TP-LINK antigo, sem segurança adequada, localizado no corredor sobre as calhas de alumínio, com um cartaz exibindo o nome da rede e senha. Isso não apenas gera interferência, mas também problemas

de segurança, permitindo que invasores explorem a rede ou que funcionários, ao utilizá-la, comprometam outros usuários devido a dispositivos infectados em uma rede mal configurada.

Figura 11 - Roteador TP-LINK utilizado pelos funcionários no terceiro andar



Fonte: Autores (2024)

A justificativa dos funcionários para a utilização desses roteadores é o sinal muito fraco da rede Wi-Fi da UFSM no prédio. Com a proposta de novos APs e realocação, espera-se que sejam retirados esses roteadores, assim, melhorando a segurança e diminuindo a interferência.

3.4 Problema encontrados

Alguns dos problemas encontrados são o próprio prédio, que é antigo e não foi pensado em cabeamento estruturado e tampouco em uma rede Wi-Fi de qualidade.

Os corredores do prédio apresentam uma configuração irregular, com trajetórias não lineares e não paralelas, refletindo a arquitetura antiga da construção. Essa disposição gera desafios específicos para a cobertura de sinal de Wi-Fi, uma vez que impede uma distribuição uniforme do sinal ao longo dos corredores (Figuras 12 e 13).

Figura 12 - Local com grande dificuldade de sinal



Fonte: Autores (2024)

4 Resultados

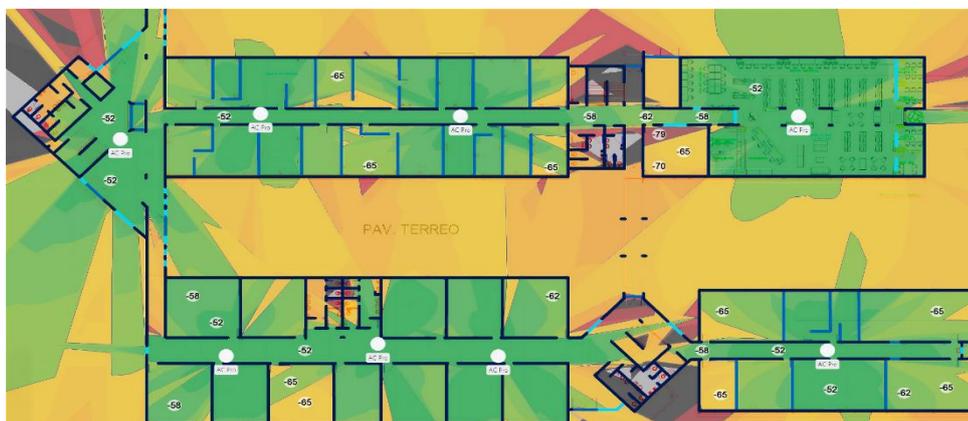
Após a análise inicial da situação atual do prédio, foi proposta a adição de seis novos APs, do mesmo modelo dos já existentes da marca CISCO, além da possível realocação dos APs atuais para melhorar a cobertura de sinal no edifício. Espaços como banheiros e escadas não foram considerados prioritários, focando-se em áreas com maior necessidade de um sinal potente, como salas de aula, salas de funcionários, de professores e laboratórios.

A simulação foi realizada utilizando o *software UniFi Design Center*, onde foram configuradas as plantas de cada andar. Para a configuração, utilizou-se o arquivo da planta do prédio, ajustando as características físicas, como paredes, considerando diferentes tipos, como alvenaria, gesso e vidro, de acordo com suas dimensões e impacto na propagação do sinal.

Devido à ausência dos dispositivos CISCO específicos no *software UniFi Design Center*, foi necessário utilizar modelos equivalentes da marca Ubiquiti. Assim, a simulação não reflete com exatidão a realidade, mas fornece uma estimativa bastante próxima.

As Figuras 13, 14 e 15 representam os novos APs e adição de novos APs, sendo que um, da marca HP(3com) foi substituído, localizado no corredor da Figura 9 na parte inferior direita, mostram uma clara melhoria na cobertura Wi-Fi nos três pavimentos, que pode ser visto comparando com a distribuição dos equipamentos anteriormente nas Figuras 8, 9 e 10. Após a realocação e adição dos APs, as áreas que antes apresentavam um sinal mais fraco (valores próximos de -70 dBm e -75 dBm, representados pelas cores amarelas escura e vermelhas) agora têm uma cobertura significativamente melhor, com valores mais próximos de -52 dBm a -65 dBm, indicando um sinal mais forte e mais confiável (representados pelas cores verde e amarelo claro). A adição dos novos APs contribuiu para uma distribuição mais homogênea do sinal, reduzindo significativamente as áreas de sombra e melhorando o alcance e a qualidade do sinal em áreas previamente problemáticas.

Figura 13 - Simulação do térreo com a realocação e adição de novos APs



Fonte: Autores (2024)

Após a realocação e adição dos APs, observa-se uma melhora significativa na cobertura no pavimento térreo (Figura 13). Anteriormente, muitas áreas apresentavam sinal fraco, com valores em torno de -70 dBm a -75 dBm, especialmente nos cantos, corredores e principalmente no *hall* de entrada. Após a expansão, essas áreas passaram a apresentar valores entre -52 dBm a -65 dBm. A colocação dos APs foi otimizada para garantir uma cobertura mais uniforme, reduzindo a presença de áreas com sinal fraco, especialmente nas salas e corredores mais distantes.

Figura 14 - Simulação do segundo andar com a realocação e adição de novos APs



Fonte: Autores (2024)

No segundo pavimento (Figura 14), a melhoria também é evidente. Nas imagens anteriores à expansão, algumas áreas estavam recebendo sinal em torno de -70 dBm a -85 dBm, especialmente nos corredores e áreas periféricas do prédio. Após a adição dos APs, a cobertura melhorou de forma considerável, com a maioria das áreas tendo sinal em torno de -52 dBm a -65 dBm, proporcionando uma cobertura mais uniforme em todo o pavimento. Notou-se uma redução nas áreas com valores negativos altos, que indicavam sinal fraco ou inexistente.

Figura 15 - Simulação do segundo andar com a realocação e adição de novos APs



Fonte: Autores (2024)

O terceiro pavimento (Figura 15) apresentou um ganho considerável na qualidade do sinal após a realocação e adição dos APs. No cenário antes da expansão, havia muitas áreas com cobertura limitada, com valores entre -70 dBm e -75 dBm, representando um sinal fraco. Também havia, no corredor, na parte superior direita da imagem, um roteador antigo e sem segurança, alocado pelos próprios professores que naquela área trabalham, que foi substituído por um APs da CISCO. Após a expansão, a maioria das áreas apresenta valores entre -52 dBm a -62 dBm, indicando uma melhoria significativa no sinal, especialmente nas salas de aula e corredores, que agora têm uma cobertura muito mais adequada.

5 Conclusão

Este estudo abordou a análise e otimização da rede Wi-Fi no prédio 16 do Centro de Educação da UFSM, utilizando ferramentas de mapeamento de sinal para diagnosticar áreas com baixa cobertura e interferências. Com o aumento da demanda por conectividade robusta em ambientes acadêmicos, evidenciou-se a necessidade de realocar os APs existentes e adicionar novos dispositivos para melhorar a distribuição de sinal e a qualidade da conexão. Os novos APs instalados e a realocação dos dispositivos existentes resultaram em uma cobertura significativamente melhorada nas áreas prioritárias.

A simulação realizada com o *UniFi Design Center* indicou que as mudanças propostas, especialmente em áreas prioritárias como salas de aula, laboratórios e espaços administrativos, têm o potencial de corrigir deficiências da rede atual e proporcionar uma experiência mais eficiente para os usuários. No entanto, por limitações no *software*, a simulação com APs equivalentes da Ubiquiti pode causar diferenças mínimas nos resultados, apesar da tentativa de manter o teste o mais próximo da realidade, portanto não reflete a realidade exata dos APs CISCO instalados, mas oferece uma base confiável para a implantação planejada.

A implementação das mudanças possibilitará uma análise detalhada da eficácia das melhorias planejadas e servirá de base para futuras adaptações, caso as demandas da comunidade acadêmica continuem a evoluir. O uso contínuo de ferramentas de mapeamento de sinal é recomendado para futuras adaptações da rede, garantindo uma resposta ágil às novas demandas tecnológicas e de conectividade. Com isso, espera-se que a rede ofereça uma experiência de conectividade mais confiável e eficiente, capaz de atender plenamente às necessidades acadêmicas e administrativas do ambiente universitário.

Referências

CISCO. **Cisco Aironet 2600 Series**. Disponível em:

https://www.cisco.com/c/pt_br/support/wireless/aironet-2600-series/series.html. Acesso em: 30 jul. 2024.

COMER, D. E. **Redes de computadores e internet**. Porto Alegre: Grupo A, 2016.

COMER, D. E. **Internetworking with TCP/IP**. 6th ed. Boston: Pearson, 2013.

EKAHAU. **Wi-Fi Heatmaps**. Seattle/WA, s.d. Disponível em: <https://www.ekahau.com/solutions/wi-fi-heatmaps/>. Acesso em: 01 fev. 2025.

FOROUZAN, B. A.; MOSHARRAF, F. **Redes de computadores: uma abordagem top-down**. Grupo A, 2013.

GAST, M. S. **802.11 Wireless networks: the definitive guide**. [S.l.]: O'Reilly Media, 2005.

GAST, M. **802.11ac: A Survival Guide**. [S.l.]: O'Reilly Media, 2013

CEOLIN, S. R. Análise e implementação da conexão wireless no Centro de Ciências Rurais da UFSM. **RETEC-Revista de Tecnologias**, v. 16, n. 1, p. 24-39, 2023. Disponível em: <https://www.fatecourinhos.edu.br/retec/index.php/retec/article/view/466>. Acesso em: 14 jul. 2024.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. **Redes de computadores e a Internet: uma abordagem top-down**. 6. Ed. São Paulo: Pearson, 2013.

NHANOMBE, F. A. Análise dos fatores que influenciam no desempenho da rede wireless: caso de estudo do Departamento de Engenharia Eletrotécnica da Faculdade de Engenharia. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Electrónica) – Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, 2022.

ORTIZ Jr. S. IEEE 802.11n: The road ahead. **Computer**, 42, n. 7, p. 13-15, 2009. Disponível: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5165519>. Acesso em: 01 fev. 2025.

UGHTON, E. J. et al. Revisiting wireless internet connectivity: 5g vs wi-fi 6. **Telecommunications Policy**, v. 45, n. 5, p. 102127, 2021. ISSN 0308-5961. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030859612100032X>. Acesso em: 07 jul. 2024.

RAPPAPORT, T. S. **Wireless Communications: Principles and Practice**. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002.

STALLINGS, W. **Data and Computer Communications**. 10. ed. Calcutá: Pearson, 2013.

TANENBAUM, A. S. **Redes de Computadores**. 5.ed, Pearson, 2011.

UBIQUITI. **Unifi**. Disponível em: <https://br.store.ui.com/br/pt?category=all-wifi>. Acesso em: 07 jul. 2024.

VIEIRA, S. T. **Otimização do posicionamento de pontos de acesso wireless**. 2017. 105 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciência da Computação) – Instituto Federal de

Minas Gerais – Campus Formiga, Formiga, 2017. Disponível em:
<https://www.formiga.ifmg.edu.br/documents/2017/PublicacoesTCCsBiblioteca/CienciadaComputacao/Monografia-Samuel-Terra-Vieira--Ciencia-da-Computacao.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2025.