

INSTITUTO FEDERAL

Farroupilha

Campus Uruguaiana

CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO

SERGIO OTÁVIO DA ROSA DE FREITAS

MAPEAMENTO DE PONTOS QUENTES

DA REDE *Wi-Fi* DO CAMPUS *IFFAR URUGUAIANA*

URUGUAIANA

2025

SERGIO OTÁVIO DA ROSA DE FREITAS

MAPEAMENTO DE PONTOS QUENTES

DA REDE *Wi-Fi* DO CAMPUS *IFFAR URUGUAIANA*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do *Campus* Uruguaiana do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha como requisito parcial para a obtenção do título de Técnico em Informática.

Orientadores:

Prof. Me. João Carlos de Carvalho e Ribeiro Silva

Prof. Dr. José Bráulio da Silva Junior

URUGUAIANA

2025

SERGIO OTÁVIO DA ROSA DE FREITAS

MAPEAMENTO DE PONTOS QUENTES

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. João Carlos de Carvalho Ribeiro e Silva
Orientador

Me. Pablo Brauner Viegas
Avaliador

Prof. Me. Natthan Ruschel Soares
Avaliador

Prof. Me. Jhonathan Alberto dos Santos Silveira
Avaliador

Dedico este trabalho aos meus pais, à minha irmã, aos amigos e professores, por me guiarem e aconselharem em direção a um caminho de ensino melhor

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, que, com muita garra e muitas madrugadas viradas, lutaram para que eu tivesse o direito de estar aqui hoje. Agradeço à minha irmã, que, com muita teimosia, sempre desejou ter um 'irmãozinho'. Agradeço aos meus amigos — tanto os de antes do IF quanto aqueles que conheci ao longo da minha jornada acadêmica. E agradeço aos meus orientadores, por me guiarem rumo a uma escrita e a um conhecimento prático melhores.

“A tecnologia não é nada. O importante é que você tenha fé nas pessoas, que elas sejam boas e inteligentes, e se você der a elas ferramentas, elas farão coisas maravilhosas”.

STEVE JOBS

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso apresenta como tema o mapeamento de pontos quentes, também chamados de pontos de acesso, onde se localiza o roteador de *Internet*, da rede *Wi-Fi* no *Campus* do IFFar Uruguaiana. Com o aumento da demanda por conexão sem fio, tornou-se necessária uma conectividade robusta para o adequado funcionamento do ambiente. Inicialmente, realizou-se o levantamento de critérios e a análise de ferramentas já existentes para a avaliação e otimização da rede *Wi-Fi* do *Campus*. Em seguida, foi feito o mapeamento do ambiente, a fim de identificar as zonas quentes, áreas com boa intensidade de sinal e as zonas de sombra, áreas com baixa intensidade de sinal. Com esses resultados, será possível planejar futuras instalações ou realocações de transmissores de sinal.

Palavras-chave: Mapas de calor; *Wi-Fi*; Pontos de Acesso.

ABSTRACT

This Final Course Project presents the mapping of hotspots, also called access points, where the Internet router is located, of the Wi-Fi network on the IFFar Uruguiana Campus. With the increase in demand for wireless connection, robust connectivity became necessary for the proper functioning of the environment. Initially, a survey of criteria and an analysis of existing tools for evaluating and optimizing the campus Wi-Fi network were conducted. Next, the environment was mapped to identify hot spots, areas with good signal strength, and shadow zones, areas with low signal strength. With these results, it will be possible to plan future installations or relocations of signal transmitters.

Keywords: Heat maps; Wi-Fi; Access Points.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma	14
Figura 2 - <i>Acrylic Wi-Fi Analyzer</i>	15
Figura 3 - Roteador 7d:60	16
Figura 4 - Terceiro Andar - Prédio de salas	17
Figura 5 - HeatMap	23
Figura 6 - Roteador 3b:a0	20
Figura 7 - Roteador b0:90	20
Figura 8 - Segundo Andar - Prédio de salas	21
Figura 9 - Roteador 40:c0	23
Figura 10 - Roteador 7c:20	23
Figura 11 - Primeiro Andar - Prédio de salas	24
Figura 12 - Ponto 11 esquerdo	25
Figura 13 - Ponto 15 esquerdo	25
Figura 14 - Ponto 7 esquerdo, segundo andar	26
Figura 15 - Ponto 17 esquerdo, segundo andar	27
Figura 16 - Ponto entrada, primeiro andar	27
Figura 17 - Ponto Laboratório 2	28
Figura 18 - Mapa de Calor Segundo Andar, Roteador Frente	29
Figura 19 - Mapa de Calor Segundo Andar, Roteador Fundos	30
Figura 20 - Mapa de Calor Segundo Andar. Dois Roteadores	30
Figura 21 - Mapa de Calor, Primeiro Andar, Roteador Frente	31
Figura 22 - Mapa de Calor, Primeiro Andar, Roteador Fundos	31
Figura 23 - Mapa de Calor, Primeiro Andar, Dois Roteadores	32
Figura 24 - Proposta de instalação de novo ponto de acesso – 1º Andar	34
Figura 25 - Proposta de instalação de novo ponto de acesso – 2º Andar	34

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 - Cores do Mapa de Pontos de Referência	19
Quadro 2 - Pontos de Referência	19
Quadro 3 - Tabela dos protocolos <i>Wireshark</i>	21
Quadro 4 - Pontos de Referência Segundo Andar, Roteador Fundos	25
Quadro 5 - Pontos de Referência Segundo Andar, Roteador Frente	25
Quadro 6 - Pontos de Referência Primeiro Andar, Roteador Frente	26
Quadro 7 - Pontos de Referência Primeiro Andar, Roteador Fundos	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APs	Pontos de Acesso(<i>Access Point</i>)
ARP	<i>Address Resolution Protocol</i>
DNS	<i>Domain Name System</i>
HTTP	<i>Hyper Text Transfer Protocol</i>
HTTPS	<i>Hyper Text Transfer Protocol Secure</i>
IFFar	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha
P1	Ponto de Referência
QUIC	<i>Quick UDP Internet Connections</i>
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 METODOLOGIA	13
2 DESENVOLVIMENTO	19
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso técnico em informática integrado ao ensino médio tem como tema: a análise e otimização de rede *Wi-Fi* por meio da criação de mapas de calor. Essa técnica permite a visualização da intensidade do sinal, *internet*, por diferentes pontos do *Campus* IFFar Uruguaiana-RS, possibilitando identificar áreas com sinal mais fraco, pontos de “sombra”, espaços em um determinado lugar onde não se encontra o sinal da rede *Wi-Fi* ou a frequência é muito baixa.

Um dos principais problemas em ambientes que utilizam redes *Wi-Fi* é a má distribuição de pontos de acesso, resultando em áreas com baixa qualidade de sinal ou até sem sinal, podendo causar instabilidade ao acesso à internet vindo dos usuários.

Em alguns casos, esses problemas podem vir a ser causados pela má localização dos pontos de transmissão, por interferência de obstáculos físicos, como o vidro, concreto, madeira, gesso ou pela falta de planejamento da instalação da rede *Wi-Fi*. Dessa forma, é necessário identificar essas falhas para assim propor soluções eficientes.

Assim, o presente trabalho se caracteriza na área da “Tecnologia da Informação”, área que busca as tecnologias computacionais para gerenciar, manipular, armazenar e transmitir informações. Postulando como foco temático em redes de computadores, especificamente no planejamento, análise e otimização de redes sem fio, *Wi-Fi*. Esta proposta envolve o uso de ferramentas já existentes, como o *Acrylic Analyzer*, *Wireshark* e *NetSpot*. Utilizando-as de forma organizada, será possível melhorar a conexão da rede do ambiente estudado.

Tal projeto tem como objetivo geral o desenvolvimento de um mapa de calor detalhado da rede *Wi-Fi* do ambiente estudado, destacando as áreas que estão nos pontos quentes e nos pontos de sombra. Com esta pesquisa será possível indicar os melhores pontos para se fazer a instalação ou a realocação do equipamento de transmissão, como roteadores e repetidores, auxiliando para uma conexão mais funcional e com menor interferência.

Com base nos estudos realizados por Farias (2021) e por Moraes e Silva (2024), estes trabalhos foram utilizados como referenciais teóricos, pois abordam metodologias de avaliação e otimização de redes Wi-Fi. Observa-se que há poucos trabalhos de conclusão especificamente relacionados ao mapeamento de pontos quentes em redes Wi-Fi, embora o tema de mapas de calor seja relevante e amplamente discutido dentro da área de Tecnologia da Informação. Ainda assim, percebe-se uma carência de pesquisas aplicadas com essa temática em ambientes educacionais.

1.1 JUSTIFICATIVA

Com o aumento da demanda por conectividade sem fio, garantir uma conexão eficiente de redes Wi-Fi tornou-se essencial, sobretudo em ambientes de uso coletivo, como instituições de ensino. Quando ocorre a má distribuição dessa transmissão de sinal, surgem as chamadas “zonas de sombra”, caracterizadas pela perda de sinal ou lentidão da conexão, comprometendo a experiência do usuário. De acordo com Farias (2021) e Moraes e Silva (2020), a transmissão de sinal até o usuário necessita ser precisa e contínua, evitando falhas de cobertura que prejudiquem a utilização da rede.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Este projeto tem como objetivo geral a criação de um mapa de calor de rede *Wi-Fi*. Sua função será identificar os melhores e piores pontos de sinal *Wi-Fi* no *Campus* IFFar Uruguaiana. Partindo destas informações será possível indicar os locais ideais para a instalação ou a realocação de equipamentos de transmissão. Com estes feitos, os pontos de acessos terão um melhor aproveitamento de sinal, atendendo as demandas dos usuários.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar o ambiente físico para identificar as possíveis zonas de sombra.
- Coletar dados de intensidade em diferentes pontos do ambiente, utilizando ferramentas já existentes.
- Realizar o mapa de calor de rede *Wi-Fi* com base nos dados coletados.
- Elucidar os resultados do mapa de calor para identificar as zonas de sombra e possíveis melhorias aos equipamentos de transmissão.
- Sugestionar a realocação ou instalação de APs, com base nas análises realizadas, assim buscando a otimização do desempenho da rede *Wi-Fi*.

1.3 METODOLOGIA

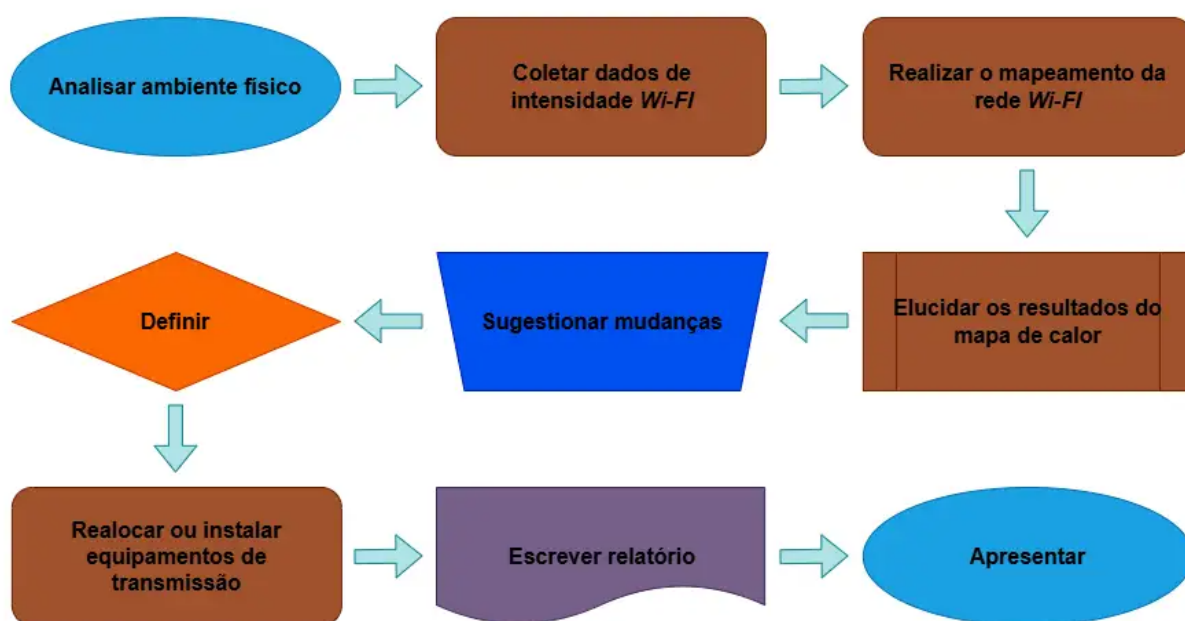
Ao pesquisar trabalhos de conclusão ou artigos semelhantes, para serem utilizados como embasamento teórico, verificou-se dois projetos coincidentes com o presente trabalho: o artigo “Análise e otimização da rede *Wi-Fi* em um ambiente corporativo” (MORAES et al., 2020) e o TCC “Avaliação da rede 802.11 nos prédios administrativos e acadêmicos da Unipampa.” (FARIAS, 2021).

Com base na revisão teórica sobre os estudos das ferramentas existentes para analisar, identificar e criar os mapas de calor, definiu-se a utilização de três ferramentas: *Wireshark*, *Acrylic Wi-Fi Analyzer* e *Acrylic HeatMap*. De acordo com FARIAS(2021), a utilização dessas ferramentas permite a geração de relatórios técnicos e mapas visuais que auxiliam na interpretação das áreas com boa ou má cobertura de sinal. Já MORAES et al.(2024) defendem que a combinação entre a análise de sinal e de tráfego é fundamental para a infraestrutura da rede sem fio.

O mapeamento teste foi realizado no *Campus* IFFar Uruguaiana, prédio de salas de aula, terceiro andar para que assim tivesse o conhecimento adquirido para realizar por todo o *Campus*. Com o objetivo de identificar a distribuição de sinal *Wi-Fi* em diferentes pontos físicos do andar. Para isto, foram utilizadas as seguintes ferramentas:

- *Acrylic Wi-Fi Analyzer*: empregada para análise detalhada das redes disponíveis, canais utilizados, força do sinal, taxas de transmissão e possíveis interferências. Essa ferramenta auxiliou na identificação de fatores que afetam o desempenho da rede, como sobreposição de canais e dispositivos vizinhos;
- *Acrylic Wi-Fi Heatmaps*: utilizado para, de uma forma mais óptica, identificar as zonas de sombra, e zonas quentes ao ambiente analisado.
- *Wireshark*: utilizado para a captura e análise dos pacotes trafegados na rede *Wi-Fi*. Uma forma de examinar o mapa de calor, para saber se as supostas zonas de sombra realmente existem.

Figura 1 - Fluxograma



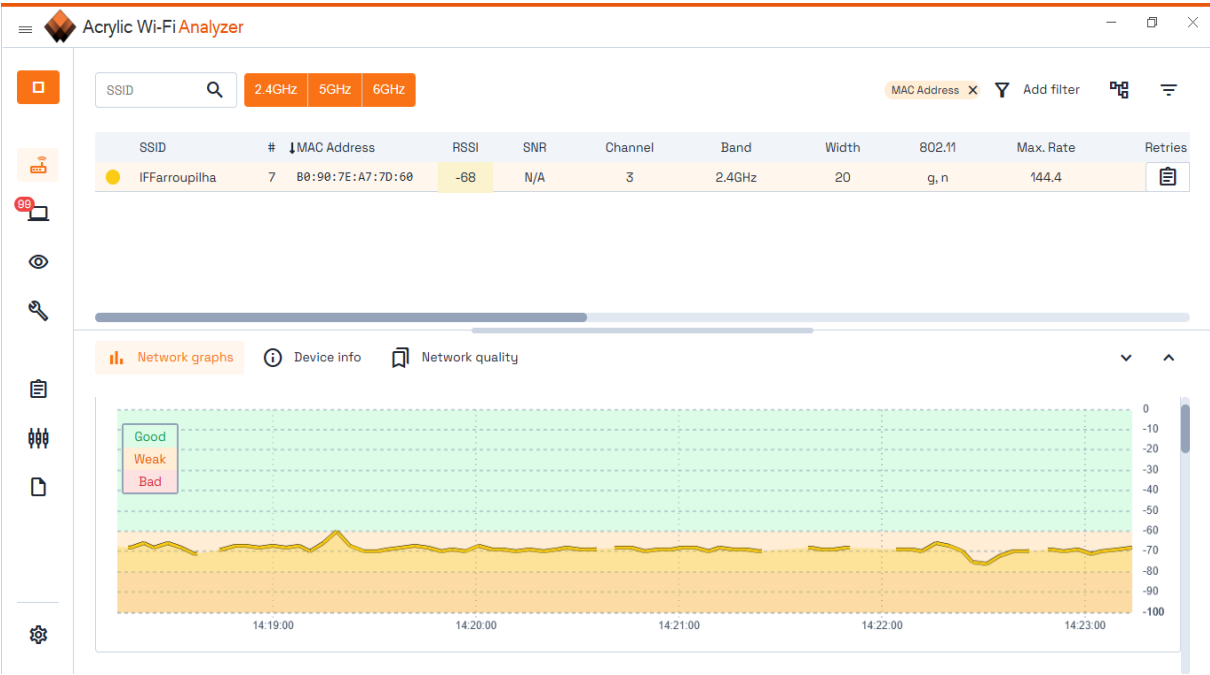
Fonte: Autoria própria

Optou-se inicialmente por realizar o levantamento da intensidade de sinal no terceiro andar do prédio de salas de aula, por uma questão de privacidade, visto que este é um dos andares com maior número de salas e, em tardes específicas — especialmente às terças e quartas-feiras —, encontrava-se praticamente vazio. Essa condição tornou o ambiente mais adequado e silencioso para a realização do estudo.

O levantamento foi realizado utilizando os equipamentos apropriados, como um notebook com os aplicativos necessários previamente instalados, e uma planilha eletrônica para registrar os dados obtidos. Essa planilha foi estruturada com tabelas que facilitaram a organização dos resultados e a identificação dos pontos de referência analisados durante o processo.

Para a primeira etapa foi realizada através do uso do *Acrylic Wi-Fi Analyzer*,

Figura 2 - *Acrylic Wi-Fi Analyzer*



Fonte: *Acrylic Suite(2025)*

Usando pontos de referência, tomando como base o ponto sob o equipamento de transmissão 7d:60.

Figura 3 – Roteador 7d:60



Fonte: Autoria Própria

O levantamento foi realizado com medições em pontos distribuídos a cada 2 metros de distância entre si, com um intervalo de aproximadamente 3 minutos entre cada coleta. Tal processo foi repetido ao longo do corredor até chegar em seu término.

Com os pontos de referência previamente definidos, foi possível criar uma grade de marcação sobre a planta baixa do ambiente, utilizando o *software* Canva. Em cada interseção entre as linhas horizontais e verticais desta grade, realizou-se uma medição da intensidade da rede *Wi-Fi*, garantindo uma distribuição padronizada e organizada dos dados. Os resultados obtidos em cada ponto foram registrados em uma planilha eletrônica, a qual uma tabela foi criada para a organização e o armazenamento de informações coletadas durante o levantamento, facilitando a posterior a análise e interpretação dos dados.

Quadro 1 – Cores do Mapa de Pontos de Referência

Cor	Qualidade	
	Ruim	
	Regular	
	Bom	
	N/A	Não acessível

Fonte: Autoria Própria

As cores foram decididas através da tabela de cores do *Acrylic HeatMap* e o gráfico de estatística do *Acrylic Wi-Fi Analyzer*; assim, tornou-se mais coerente a compreensão dos pontos

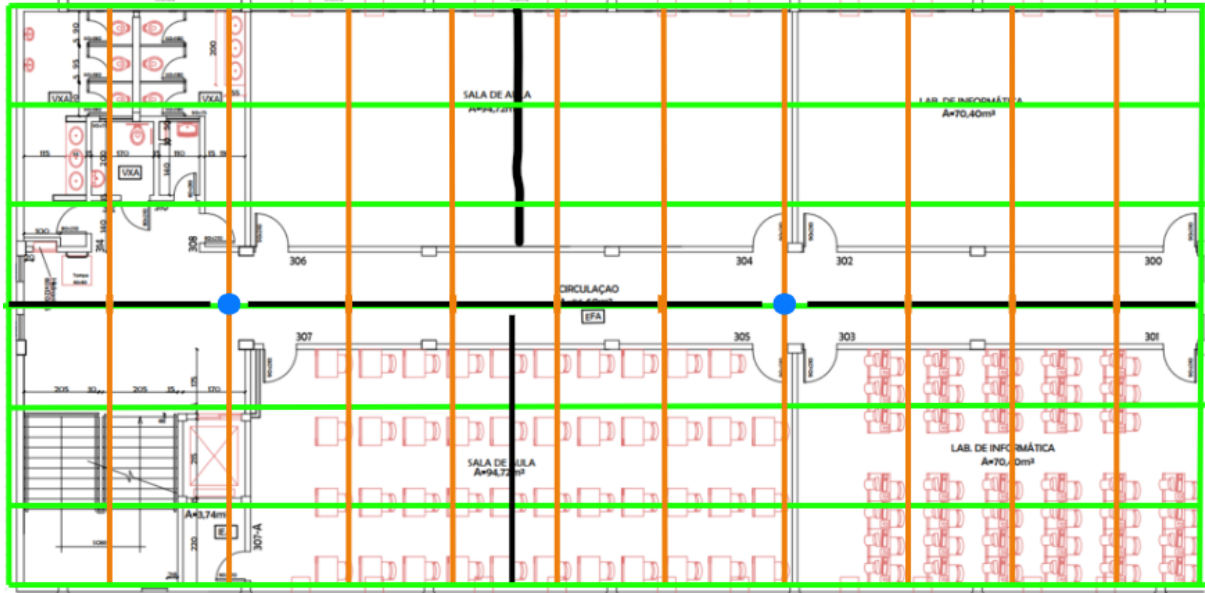
Quadro 2 – Pontos de Referência

Terceiro Andar	P1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20
Fundo 7d:60 esquerdo			76	71	72	69	68	67	69	65	60	61	68	61	68	66	69	68	70	68
Fundo 7d:60 direito			76	72	74	73							61	63	65	68	67	69	72	73

Fonte: Autoria própria

Logo a seguir está a planta baixa do terceiro andar do prédio de salas de aula.

Figura 4 – Terceiro Andar- prédio de Salas

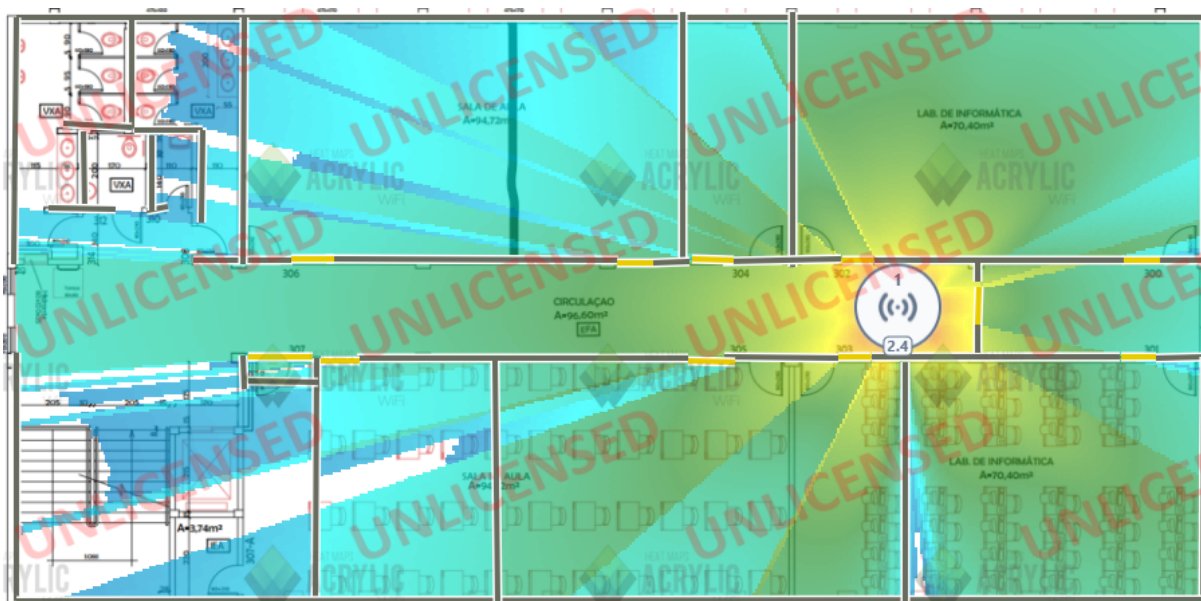


Fonte: Adaptado de Arquivo Técnico do IF Uruguaiana (2025)

Com a planta baixa do ambiente finalizada, será mais acessível interpretar os resultados ao término dos testes, contribuindo diretamente ao alcance dos objetivos propostos.

Para a segunda etapa do teste, o uso do *Acrylic HeatMap* ocorreu com o objetivo de gerar representações visuais da distribuição do sinal da rede *Wi-Fi*. Dessa forma, essa ferramenta permite a criação de mapas de calor, os quais indicam a intensidade do sinal em cada ponto do ambiente mapeado, por meio de uma escala de cores, conforme a potência do sinal.

Figura 5 – Mapa de calor, Terceiro Andar



Fonte: Autoria própria

Essa etapa é essencial a análise da cobertura da rede, auxiliando na identificação de áreas com zonas de sombra e zonas de calor, sendo inevitável para uma possível realocação de ou instalação de um transmissor de sinal de *Wi-Fi*.

Com a última etapa do teste, o *software Wireshark* foi utilizado como uma ferramenta de apoio à análise qualitativa da rede. Com o foco em identificar protocolos ativos e possíveis perdas de dados e desempenho geral da comunicação.

Durante o processo, o *Wireshark* foi realizado como uma forma de verificar se o mapa de calor estava realmente certo sobre as zonas de baixa intensidade de sinal.

Quadro 3 – Tabela dos protocolos *Wireshark*

<i>Wireshark</i>		
Protocolo	Função	Como ajuda no TCC
ARP	Descoberta de dispositivos na rede local	Mostra atividade local, mesmo sem internet
DNS	Tradução de nomes de sites	Mostra tentativas de acesso à web
HTTP/HTTPS	Acesso a sites	Prova que há navegação e troca de dados

TCP	Transporte confiável (stream, sites)	Mostra conexão e troca de pacotes
UDP	Transporte mais rápido (vídeo, jogo)	Mostra comunicação em tempo real
ICMP	Ping (teste de conexão)	Mede latência, detecta falhas

Fonte: Autoria própria

Protocolos utilizados para analisar a presença de retransmissão TCP (*Transmission Control Protocol*), consultas DNS (*Domain Name System*), respostas ICMP (*Internet Control Message Protocol*).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 PROCEDIMENTO DE MEDIÇÕES E COLETA DE DADOS

Nesta etapa do trabalho foi realizado o levantamento da intensidade do sinal da rede Wi-Fi no prédio de salas de aula do Instituto Federal Farroupilha – Campus Uruguaiana. O objetivo principal dessa fase foi coletar dados técnicos que possibilitassem a construção do mapa de calor da rede, permitindo identificar áreas com boa cobertura (zonas quentes) e áreas com baixa intensidade de sinal (zonas de sombra). De forma complementar, também foi realizada a análise do tráfego de dados da rede, a fim de validar os resultados obtidos por meio das medições de intensidade de sinal.

Dessa forma, o terceiro andar do prédio de salas foi utilizado para testes da metodologia de medições, levantamento e coleta de dados da rede *Wi-Fi*. A coleta foi organizada por andares e por pontos de acesso (APs), considerando a posição física dos roteadores, os obstáculos presentes no ambiente e a distância entre os pontos de medição. Para isso, foram utilizadas plantas baixas dos andares, nas quais foram aplicadas grades de referência que auxiliaram na padronização das medições.

O levantamento da intensidade do sinal foi realizado com o auxílio do software *Acrylic Wi-Fi Analyzer*, ferramenta que permite medir a potência do sinal (RSSI), identificar os pontos de acesso ativos, os canais utilizados e possíveis interferências. As medições foram realizadas de forma presencial, com deslocamento ao longo dos corredores e salas, respeitando um espaçamento médio de aproximadamente 2 metros entre cada ponto, com intervalo de cerca de 3 minutos entre as coletas.

No segundo andar, os roteadores analisados foram identificados por alguma parte de seus respectivos endereços MAC (*Media Access Control*) 3b:a0 (fundos) e b0:90 (frente). A Figura correspondente apresenta a planta baixa do andar com a marcação dos pontos de referência utilizados durante a coleta.

Figura 6 – Roteador 3b:a0



Fonte: Autoria Própria

Figura 7 – Roteador b0:90

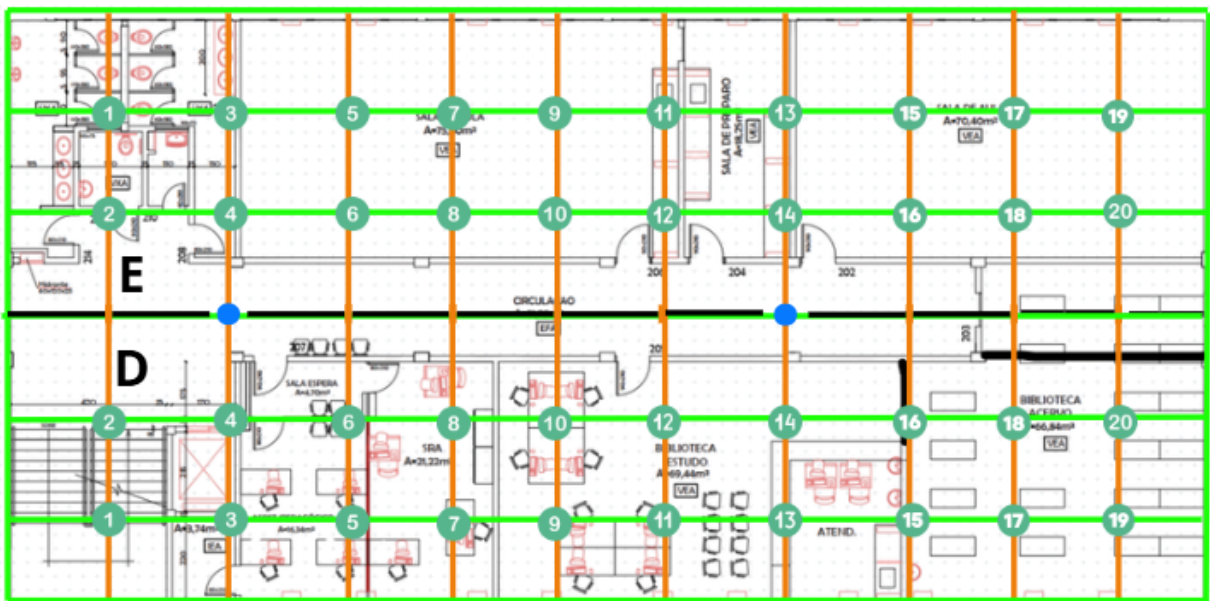


Fonte: Autoria Própria

Para facilitar a organização espacial dos dados, foram utilizadas plantas baixas dos andares analisados, editadas com linhas horizontais e verticais, formando pontos de intersecção que serviram como referência para as medições. Cada ponto foi identificado como esquerdo (E) ou direito (D), conforme sua posição em relação ao corredor.

2.2 RESULTADOS E ANÁLISE

Figura 8 – Segundo Andar- Prédio de salas



Fonte: Adaptado de Arquivo Técnico do IF Uruguaiana (2025)

Para organizar a coleta de intensidade de sinal, foram realizadas tabelas em planilhas eletrônicas, permitindo a construção de tabelas que facilitam a análise comparativa entre os diferentes locais. As tabelas Pontos de Referência demonstram variações significativas na intensidade do sinal à medida em que se afasta do roteador analisado e conforme a presença de paredes e outros obstáculos.

Quadro 4 – Pontos de Referência Segundo Andar, Roteador Fundos

Segundo Andar Fundo	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20
3b:a0 esquerdo					79	82	74	77	73	74	76	78	65	67	75	73	70	75	69	
3b:a0 direito					80	77	80	74	73	67	65	65	70	72	63	65	70	66	74	74

Fonte: Autoria própria

Quadro 5 – Pontos de Referência Segundo Andar, Roteador Frente

Segundo Andar Frente	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20
b0:90 esquerdo					72	69	72	70	62	74	72	72	78	80	87	85	89	87	90	90
b0:90 direito					70	59	77	75	80	81	72	85	79	78	88	89	89	87	91	87

Fonte: Autoria Própria

O mesmo procedimento foi aplicado no primeiro andar, onde os roteadores identificados foram 40:c0 (frente) e 7c:20 (fundos). Assim como no segundo andar, observou-se que pontos mais próximos aos APs apresentaram melhor desempenho, enquanto áreas mais afastadas ou separadas por barreiras físicas apresentaram queda na intensidade do sinal.

Figura 9 – Roteador 40:c0



Fonte: Autoria Própria

Figura 10 – Roteador 7c:20

Quadro 7 – Pontos de Referência Primeiro Andar Fundos

Primeiro Andar fundos	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20
7c:20 esquerdo			80	76	75	74	78	72	74	67	73	67	77	65	72	70	78	74	81	78
7c:20 direito					73	71	72	71	71	70	73	71	76	69	77	63	77	73	77	75

Fonte: Autoria Própria

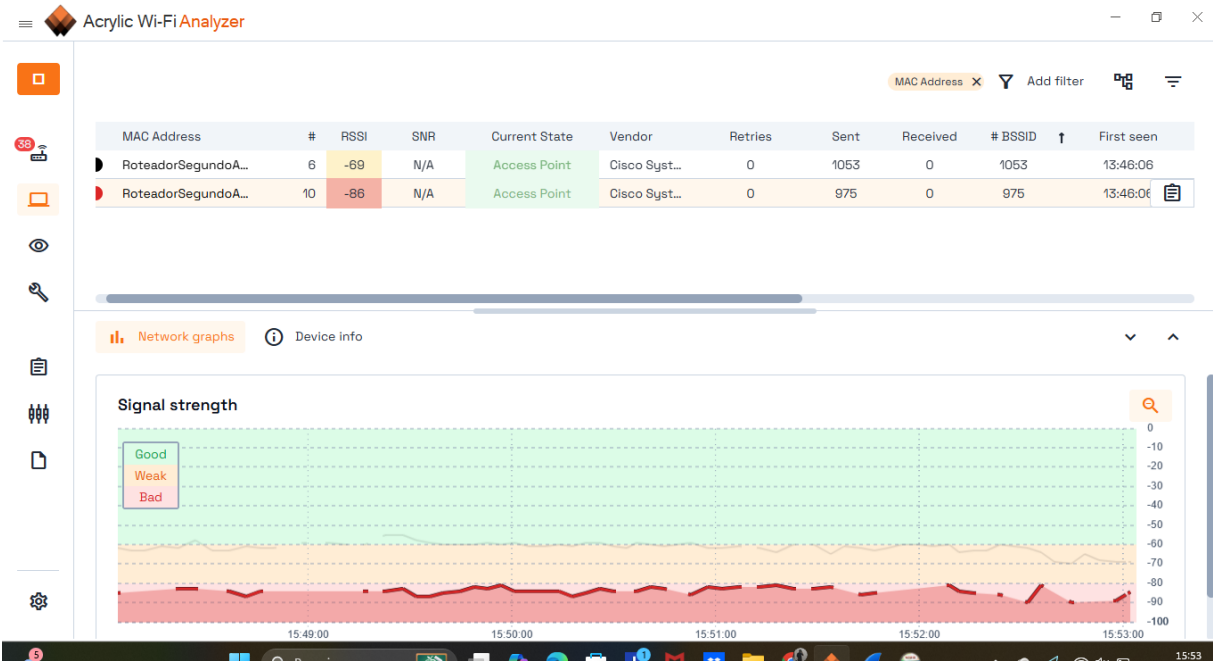
Durante a análise dos pontos coletados, alguns locais apresentaram quedas consideráveis na intensidade de sinal. Um exemplo é o Ponto E-P11, que demonstrou valores inferiores quando comparado a outros pontos situados a distâncias semelhantes do roteador. Esse comportamento pode ser explicado pela presença de paredes mais espessas e pela forma de propagação das ondas de rádio.

Figura 12 – Ponto 11 esquerdo

*Acrylic Wi-Fi Analyzer(2025)*

As ondas de rádio se propagam de maneira semelhante a círculos concêntricos, perdendo intensidade conforme se afastam da fonte emissora e ao atravessarem obstáculos físicos. Dessa forma, ambientes com divisórias de concreto, portas metálicas ou múltiplas paredes tendem a apresentar maior atenuação do sinal, resultando em zonas de sombra.

Figura 13 – Ponto 15 esquerdo



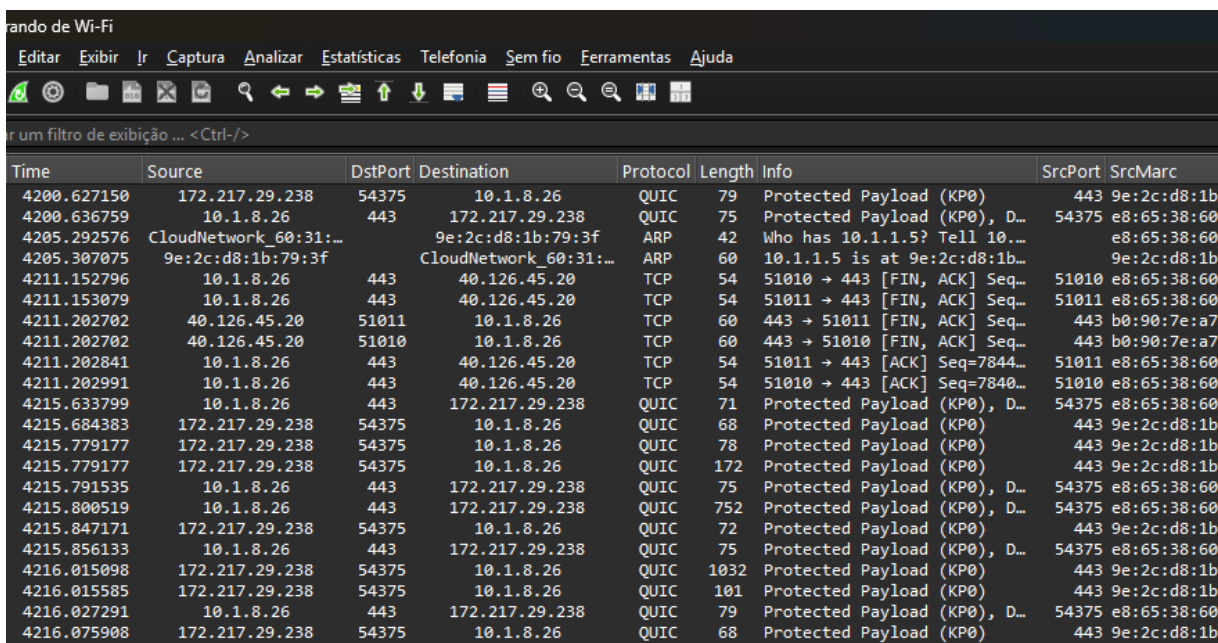
Fonte:Acrylic Wi-Fi Analyzer(2025)

Outro ponto crítico identificado foi o Ponto E-P15, localizado em uma sala específica, onde os valores de intensidade indicaram uma cobertura insuficiente para garantir uma conexão estável. Esses resultados reforçam a importância de uma distribuição adequada dos pontos de acesso dentro do ambiente.

Após o levantamento da rede, foi-se aplicado o *software Wireshark* a função do mesmo sucedeu para que verificasse o tráfego de dados da rede e se não houvesse dados perdidos ou retransmissão de pacotes. Permitindo visualizar de outra forma se havia zonas de sombra nos andares do prédio.

Nas capturas realizadas em pontos com menor intensidade de sinal, observou-se um número elevado de retransmissão de *TCP* duplicados, indicando perda de pacotes durante a transmissão. Esse fenômeno é típico de ambientes com sinal fraco ou instável e compromete diretamente a experiência do usuário.

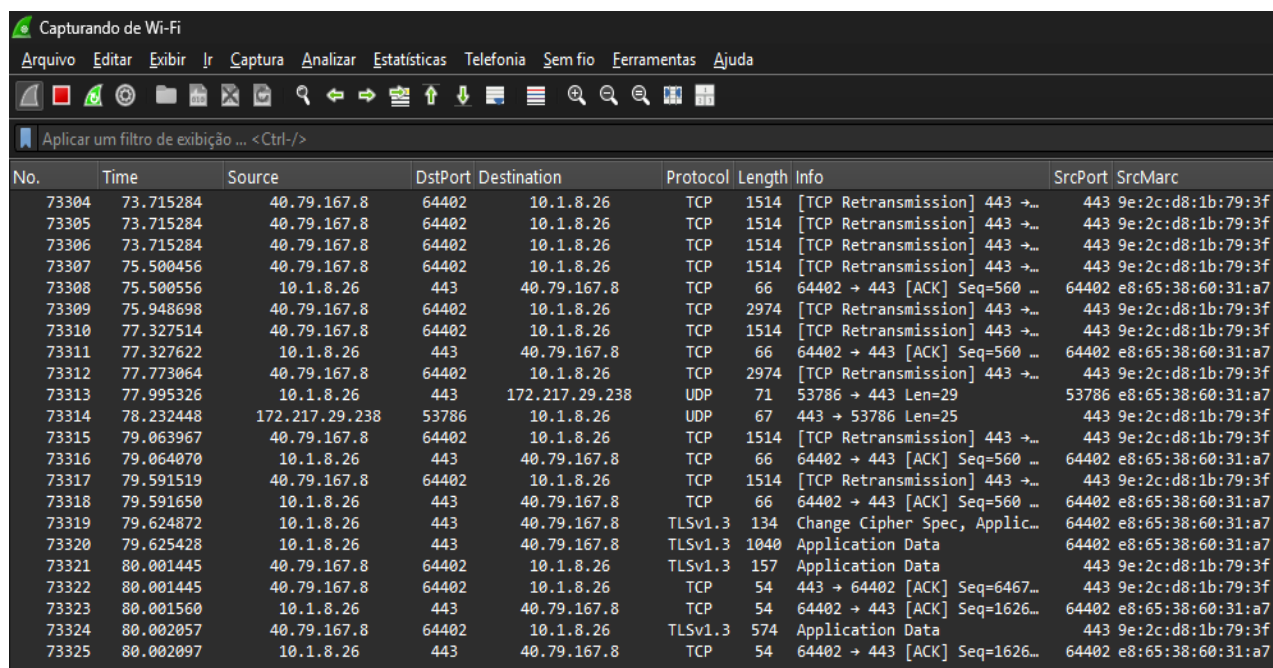
Figura 14 – Ponto 7 esquerdo, segundo andar



Time	Source	DstPort	Destination	Protocol	Length	Info	SrcPort	SrcMac
4200.627150	172.217.29.238	54375	10.1.8.26	QUIC	79	Protected Payload (KP0)	443	9e:2c:d8:1b:...
4200.636759	10.1.8.26	443	172.217.29.238	QUIC	75	Protected Payload (KP0), D...	54375	e8:65:38:60:...
4205.292576	CloudNetwork_60:31:...		9e:2c:d8:1b:79:3f	ARP	42	Who has 10.1.1.5? Tell 10...		e8:65:38:60:...
4205.307075	9e:2c:d8:1b:79:3f		CloudNetwork_60:31:...	ARP	60	10.1.1.5 is at 9e:2c:d8:1b...		9e:2c:d8:1b:...
4211.152796	10.1.8.26	443	40.126.45.20	TCP	54	51010 → 443 [FIN, ACK] Seq...	51010	e8:65:38:60:...
4211.153079	10.1.8.26	443	40.126.45.20	TCP	54	51011 → 443 [FIN, ACK] Seq...	51011	e8:65:38:60:...
4211.202702	40.126.45.20	51011	10.1.8.26	TCP	60	443 → 51011 [FIN, ACK] Seq...	443	b0:90:7e:a7:...
4211.202702	40.126.45.20	51010	10.1.8.26	TCP	60	443 → 51010 [FIN, ACK] Seq...	443	b0:90:7e:a7:...
4211.202841	10.1.8.26	443	40.126.45.20	TCP	54	51011 → 443 [ACK] Seq=7844...	51011	e8:65:38:60:...
4211.202991	10.1.8.26	443	40.126.45.20	TCP	54	51010 → 443 [ACK] Seq=7840...	51010	e8:65:38:60:...
4215.633799	10.1.8.26	443	172.217.29.238	QUIC	71	Protected Payload (KP0), D...	54375	e8:65:38:60:...
4215.684383	172.217.29.238	54375	10.1.8.26	QUIC	68	Protected Payload (KP0)	443	9e:2c:d8:1b:...
4215.779177	172.217.29.238	54375	10.1.8.26	QUIC	78	Protected Payload (KP0)	443	9e:2c:d8:1b:...
4215.779177	172.217.29.238	54375	10.1.8.26	QUIC	172	Protected Payload (KP0)	443	9e:2c:d8:1b:...
4215.791535	10.1.8.26	443	172.217.29.238	QUIC	75	Protected Payload (KP0), D...	54375	e8:65:38:60:...
4215.800519	10.1.8.26	443	172.217.29.238	QUIC	752	Protected Payload (KP0), D...	54375	e8:65:38:60:...
4215.847171	172.217.29.238	54375	10.1.8.26	QUIC	72	Protected Payload (KP0)	443	9e:2c:d8:1b:...
4215.856133	10.1.8.26	443	172.217.29.238	QUIC	75	Protected Payload (KP0), D...	54375	e8:65:38:60:...
4216.015098	172.217.29.238	54375	10.1.8.26	QUIC	1032	Protected Payload (KP0)	443	9e:2c:d8:1b:...
4216.015585	172.217.29.238	54375	10.1.8.26	QUIC	101	Protected Payload (KP0)	443	9e:2c:d8:1b:...
4216.027291	10.1.8.26	443	172.217.29.238	QUIC	79	Protected Payload (KP0), D...	54375	e8:65:38:60:...
4216.075908	172.217.29.238	54375	10.1.8.26	QUIC	68	Protected Payload (KP0)	443	9e:2c:d8:1b:...

Fonte: Wireshark

Figura 15 – Ponto 17 esquerdo segundo andar



No.	Time	Source	DstPort	Destination	Protocol	Length	Info	SrcPort	SrcMac
73304	73.715284	40.79.167.8	64402	10.1.8.26	TCP	1514	[TCP Retransmission] 443 → ...	443	9e:2c:d8:1b:79:3f
73305	73.715284	40.79.167.8	64402	10.1.8.26	TCP	1514	[TCP Retransmission] 443 → ...	443	9e:2c:d8:1b:79:3f
73306	73.715284	40.79.167.8	64402	10.1.8.26	TCP	1514	[TCP Retransmission] 443 → ...	443	9e:2c:d8:1b:79:3f
73307	75.500456	40.79.167.8	64402	10.1.8.26	TCP	1514	[TCP Retransmission] 443 → ...	443	9e:2c:d8:1b:79:3f
73308	75.500556	10.1.8.26	443	40.79.167.8	TCP	66	64402 → 443 [ACK] Seq=560 ...	64402	e8:65:38:60:31:a7
73309	75.948698	40.79.167.8	64402	10.1.8.26	TCP	2974	[TCP Retransmission] 443 → ...	443	9e:2c:d8:1b:79:3f
73310	77.327514	40.79.167.8	64402	10.1.8.26	TCP	1514	[TCP Retransmission] 443 → ...	443	9e:2c:d8:1b:79:3f
73311	77.327622	10.1.8.26	443	40.79.167.8	TCP	66	64402 → 443 [ACK] Seq=560 ...	64402	e8:65:38:60:31:a7
73312	77.773064	40.79.167.8	64402	10.1.8.26	TCP	2974	[TCP Retransmission] 443 → ...	443	9e:2c:d8:1b:79:3f
73313	77.995326	10.1.8.26	443	172.217.29.238	UDP	71	53786 → 443 Len=29	53786	e8:65:38:60:31:a7
73314	78.232448	172.217.29.238	53786	10.1.8.26	UDP	67	443 → 53786 Len=25	443	9e:2c:d8:1b:79:3f
73315	79.063967	40.79.167.8	64402	10.1.8.26	TCP	1514	[TCP Retransmission] 443 → ...	443	9e:2c:d8:1b:79:3f
73316	79.064070	10.1.8.26	443	40.79.167.8	TCP	66	64402 → 443 [ACK] Seq=560 ...	64402	e8:65:38:60:31:a7
73317	79.591519	40.79.167.8	64402	10.1.8.26	TCP	1514	[TCP Retransmission] 443 → ...	443	9e:2c:d8:1b:79:3f
73318	79.591650	10.1.8.26	443	40.79.167.8	TCP	66	64402 → 443 [ACK] Seq=560 ...	64402	e8:65:38:60:31:a7
73319	79.624872	10.1.8.26	443	40.79.167.8	TLSv1.3	134	Change Cipher Spec, Applic...	64402	e8:65:38:60:31:a7
73320	79.625428	10.1.8.26	443	40.79.167.8	TLSv1.3	1040	Application Data	64402	e8:65:38:60:31:a7
73321	80.001445	40.79.167.8	64402	10.1.8.26	TLSv1.3	157	Application Data	443	9e:2c:d8:1b:79:3f
73322	80.001445	40.79.167.8	64402	10.1.8.26	TCP	54	443 → 64402 [ACK] Seq=6467...	443	9e:2c:d8:1b:79:3f
73323	80.001560	10.1.8.26	443	40.79.167.8	TCP	54	64402 → 443 [ACK] Seq=1626...	64402	e8:65:38:60:31:a7
73324	80.002057	40.79.167.8	64402	10.1.8.26	TLSv1.3	574	Application Data	443	9e:2c:d8:1b:79:3f
73325	80.002097	10.1.8.26	443	40.79.167.8	TCP	54	64402 → 443 [ACK] Seq=1626...	64402	e8:65:38:60:31:a7

Fonte: Wireshark

Figura 16 – Ponto entrada, primeiro andar

	Source	DstPort	Destination	Protocol	Length	Info	SrcPort	SrcIP
542788	172.217.29.133	59051	10.1.8.26	TLSv1.3	1466	Continuation Data	443	9e::
542904	10.1.8.26	443	172.217.29.133	TCP	66	[TCP Dup ACK 85124#17] 590...	59051	e8::
541384	151.101.178.172	58565	10.1.8.26	TCP	2962	[TCP Retransmission] 80 → ...	80	b0::
541384	172.217.29.133	59051	10.1.8.26	TLSv1.3	1466	Continuation Data	443	b0::
541384	34.104.35.123	51702	10.1.8.26	TCP	1486	443 → 51702 [ACK] Seq=1457...	443	b0::
541548	10.1.8.26	80	151.101.178.172	TCP	66	58565 → 80 [ACK] Seq=343 A...	58565	e8::
541702	10.1.8.26	443	172.217.29.133	TCP	66	[TCP Dup ACK 85124#18] 590...	59051	e8::
541773	10.1.8.26	443	34.104.35.123	TCP	66	[TCP Dup ACK 85294#1] 5170...	51702	e8::
556859	172.217.29.133	59051	10.1.8.26	TCP	2878	[TCP Fast Retransmission] ...	443	9e::
567144	34.104.35.123	51702	10.1.8.26	TCP	2918	443 → 51702 [PSH, ACK] Seq=...	443	b0::
577153	151.101.178.172	58565	10.1.8.26	TCP	1514	80 → 58565 [ACK] Seq=43541...	80	9e::
5730025	10.1.8.26	80	151.101.178.172	TCP	66	58565 → 80 [ACK] Seq=343 A...	58565	e8::
5845184	172.217.29.133	59051	10.1.8.26	TLSv1.3	1466	Continuation Data	443	b0::
5845184	151.101.178.172	58565	10.1.8.26	TCP	1514	80 → 58565 [PSH, ACK] Seq=...	80	b0::
5845309	10.1.8.26	443	172.217.29.133	TCP	66	[TCP Dup ACK 85124#19] 590...	59051	e8::
5845569	34.104.35.123	51702	10.1.8.26	TCP	1486	[TCP Retransmission] 443 → ...	443	b0::
5845569	172.217.29.133	59051	10.1.8.26	TLSv1.3	1466	Continuation Data	443	b0::

Fonte: *Wireshark*

Figura 17 – Ponto Laboratório 2

	Source	DstPort	Destination	Protocol	Length	Info	SrcPort	SrcIP
5974	10.1.8.26	443	172.217.29.133	TCP	66	[TCP Dup ACK 33611#4] 6335...	63353	e8::
4900	172.217.29.133	63353	10.1.8.26	TCP	2878	[TCP Fast Retransmission] ...	443	b0::
2873	172.217.29.133	63353	10.1.8.26	TLSv1.3	1466	Continuation Data	443	9e::
2945	10.1.8.26	443	172.217.29.133	TCP	66	[TCP Dup ACK 33611#5] 6335...	63353	e8::
2160	172.217.29.133	63353	10.1.8.26	TCP	1466	443 → 63353 [ACK] Seq=1321...	443	9e::
2303	10.1.8.26	443	172.217.29.133	TCP	66	[TCP Dup ACK 33611#6] 6335...	63353	e8::
2795	172.217.29.133	63353	10.1.8.26	TCP	2878	[TCP Retransmission] 443 → ...	443	b0::
7083	172.217.29.133	63353	10.1.8.26	TCP	1466	443 → 63353 [ACK] Seq=1322...	443	9e::
7204	10.1.8.26	443	172.217.29.133	TCP	66	[TCP Dup ACK 33611#7] 6335...	63353	e8::
9449	172.217.29.133	63353	10.1.8.26	TCP	1466	443 → 63353 [ACK] Seq=1323...	443	9e::
9559	10.1.8.26	443	172.217.29.133	TCP	66	[TCP Dup ACK 33611#8] 6335...	63353	e8::
1420	172.217.29.133	63353	10.1.8.26	TCP	2878	[TCP Retransmission] 443 → ...	443	b0::
1246	172.217.29.133	63353	10.1.8.26	TCP	1466	[TCP Retransmission] 443 → ...	443	9e::
1384	10.1.8.26	443	172.217.29.133	TCP	66	63353 → 443 [ACK] Seq=4542...	63353	e8::
3181	172.217.29.133	63353	10.1.8.26	TCP	1466	[TCP Retransmission] 443 → ...	443	b0::
3181	172.217.29.133	63353	10.1.8.26	TCP	1466	443 → 63353 [ACK] Seq=1325...	443	b0::
3357	10.1.8.26	443	172.217.29.133	TCP	54	63353 → 443 [ACK] Seq=4542...	63353	e8::

Fonte: *Wireshark*

2.3 DISCUSSÃO DE ACHADOS CRÍTICOS

Através das coletas do segundo e primeiro andar, a numerosa retransmissão TCP evidencia o sinal fraco e estável que há nestes pontos, sendo o caso de:

- Zonas de sombra,
- Interferência,
- Distância do roteador,
- Obstáculos grossos (paredes),
- Canal Congestionado.

Pacotes *Quick UDP Internet Connections (QUIC)* e *Transport Layer Security versão 1.3(TLSv1.3)*. *QUIC* é usado pelo *Google, Youtube, Chrome, Gmail* e *TLS 1.3* é o tráfego criptografado (HTTPS), evidencia que mesmo com o sinal fraco, o dispositivo está tentando acessar o site e serviços de *web*. Porém vários pacotes estão sendo corrompidos e precisando reenviar. Isto significa que o usuário até tem internet, mas com instabilidade.

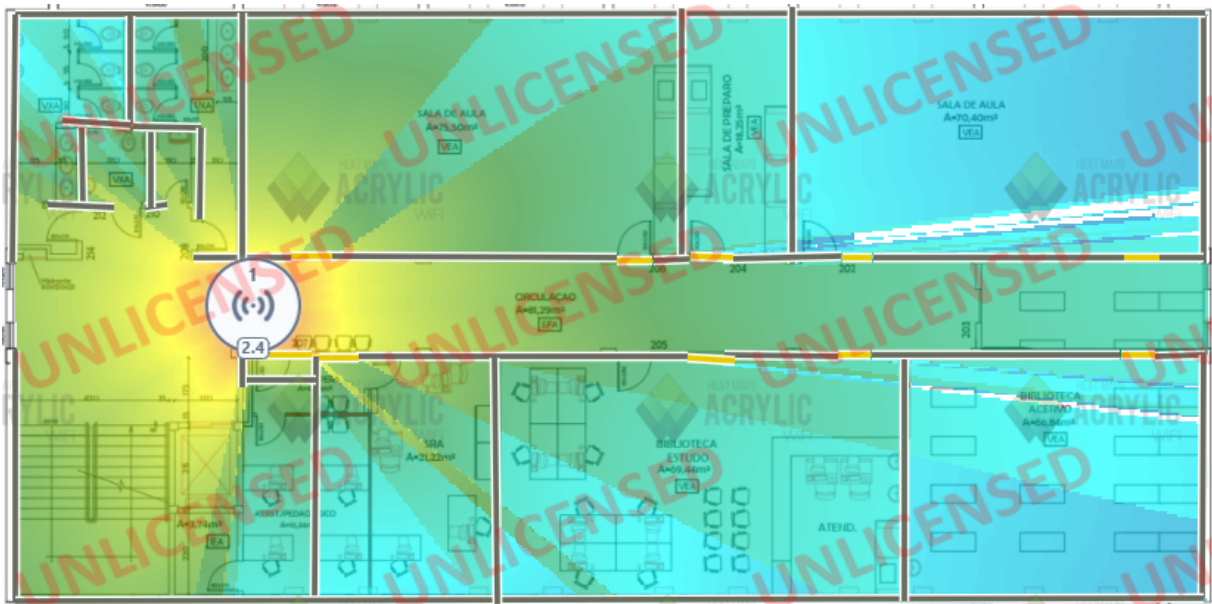
Presença de *Address Resolution Protocol(ARP)* repetidos “*Who has 10.1.1.5? Tell 10.1.8.26*” demonstrando que o dispositivo está tentando descobrir qual é o dispositivo na rede, quando se há muita perda de sinal, pacotes ARP repetem-se muitas vezes. Sinal de que a qualidade do sinal é baixa.

Domain Name System(DNS) praticamente não aparece, a razão desta causa está por conta da zona de sombra, DNS não consegue completar o ciclo(requisição + resposta), a excessiva perda de pacotes faz com que o sistema pare de tentar momentaneamente. QUIC/TCP fica fazendo retransmissão sem parar.

Após o levantamento e a coleta do tráfego de dados, iniciou-se a terceira e última etapa: a construção do mapa de calor por meio do *software Acrylic HeatMap*. Essa permite com que a visualização das zonas quentes e sombra nos andares fosse mais fácil, através de uma escala de cores, cores quentes(zona quente), cores frias(zonas de sombra).

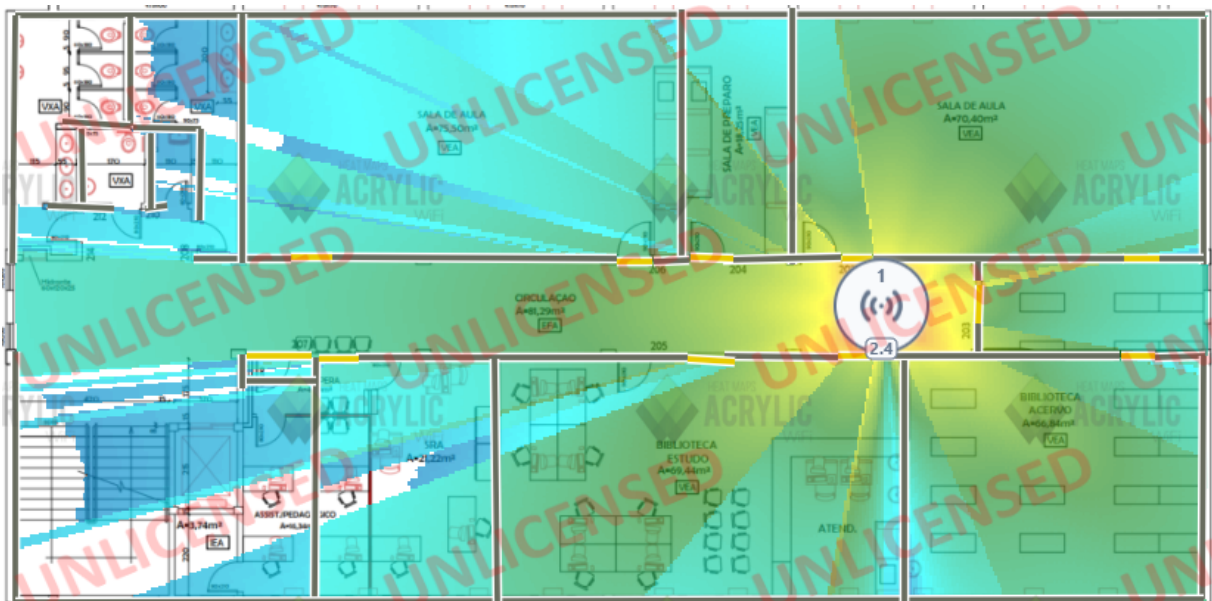
Os mapas de calor gerados para o primeiro e o segundo andar evidenciam claramente as regiões com melhor desempenho próximas aos roteadores, bem como as áreas críticas localizadas nas extremidades dos corredores e em salas afastadas. Essa representação visual facilita a interpretação dos dados técnicos e contribui para a identificação de pontos que necessitam de ajustes na infraestrutura.

Figura 18 – Mapa de Calor Segundo Andar, Roteador Frente



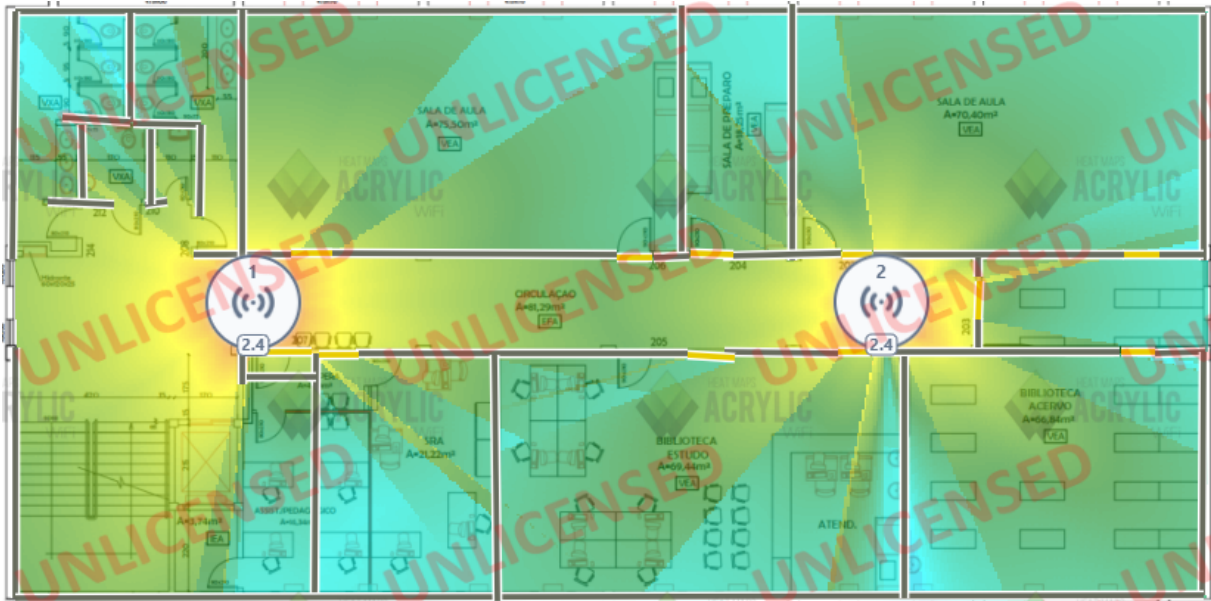
Fonte: Autoria própria(2025)

Figura 19 – Mapa de Calor Segundo Andar, Roteador Fundos



Fonte: Autoria própria(2025)

Figura 20 – Mapa de Calor Segundo Andar. Dois Roteadores



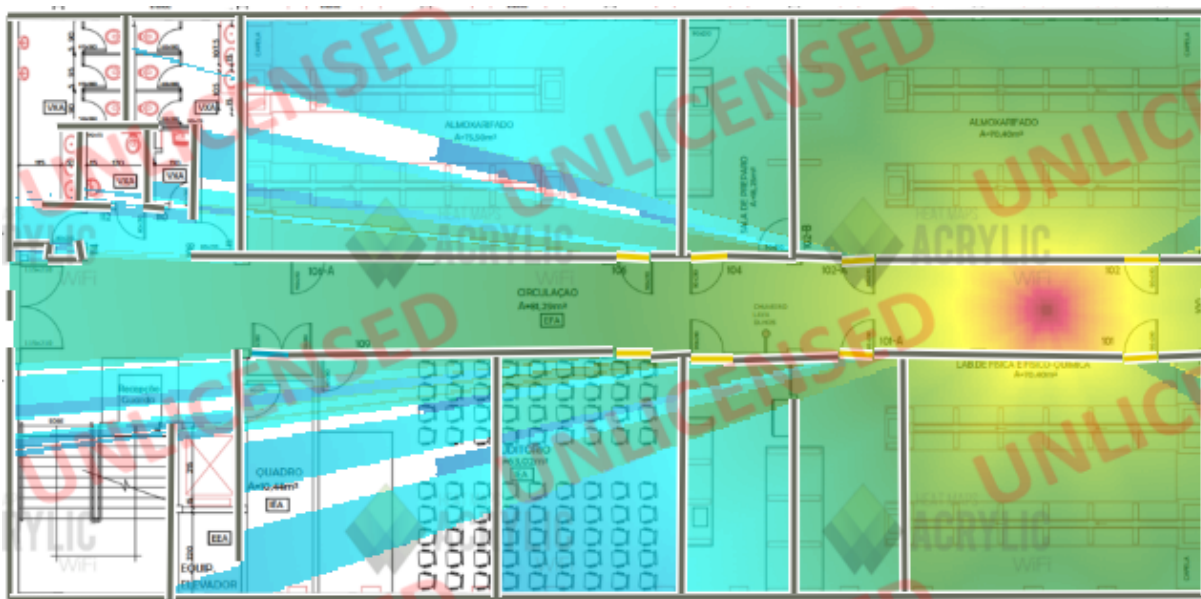
Fonte: Autoria Própria(2025)

Figura 21 – Mapa de Calor, Primeiro Andar, Roteador Frente



Fonte: Autoria Própria(2025)

Figura 22 – Mapa de Calor, Primeiro Andar, Roteador Fundos



Fonte: Autoria Própria(2025)

Figura 23 – Mapa de Calor, Primeiro Andar, Dois Roteadores



Fonte Autoria Própria(2025)

Com base nos resultados obtidos, foi possível constatar que a intensidade do sinal *Wi-Fi* varia significativamente de acordo com a posição física dos pontos de acesso, a distância e os obstáculos presentes no ambiente. A combinação entre o levantamento de intensidade de sinal, a análise de tráfego com o *Wireshark* e a construção do mapa de calor permitiu uma visão ampla e confiável da cobertura da rede.

Essas informações fornecem subsídios técnicos para futuras intervenções, como a realocação de roteadores, a instalação de novos pontos de acesso ou o ajuste de canais, visando melhorar a qualidade da conectividade no prédio analisado.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo analisar a rede *Wi-Fi* do prédio de salas de aula do Instituto Federal Farroupilha – *Campus* Uruguaiana, por meio do mapeamento de pontos quentes. A partir da utilização das ferramentas *Acrylic Wi-Fi Analyzer*, *Acrylic HeatMaps* e *Wireshark*, foi possível realizar o levantamento detalhado da intensidade do sinal em diferentes áreas do prédio, bem como compreender o comportamento da infraestrutura atual em relação à distribuição do sinal sem fio.

Os resultados obtidos demonstraram que, embora alguns locais apresentam boa cobertura de sinal, ainda existem áreas com queda significativa na qualidade da conexão, especialmente em trechos mais distantes dos roteadores, separados por paredes espessas ou sujeitos à sobreposição e interferência de sinal. Os mapas de calor possibilitaram a visualização clara dessas regiões, enquanto a análise de pacotes realizada no *Wireshark* confirmou a presença de instabilidade na rede, evidenciada por retransmissões TCP, repetição de pacotes ARP e falhas na resolução de DNS. Esses indicadores reforçam a existência de zonas de sombra e apontam limitações na propagação do sinal *Wi-Fi*.

Com base na execução do mapeamento, foi possível identificar pontos estratégicos onde poderá ocorrer a instalação ou a realocação de equipamentos de transmissão, visando uma melhoria gradual da cobertura e da qualidade da conectividade no ambiente analisado. Dessa forma, o estudo fornece subsídios técnicos que podem auxiliar na tomada de decisões relacionadas à otimização da rede sem fio do campus.

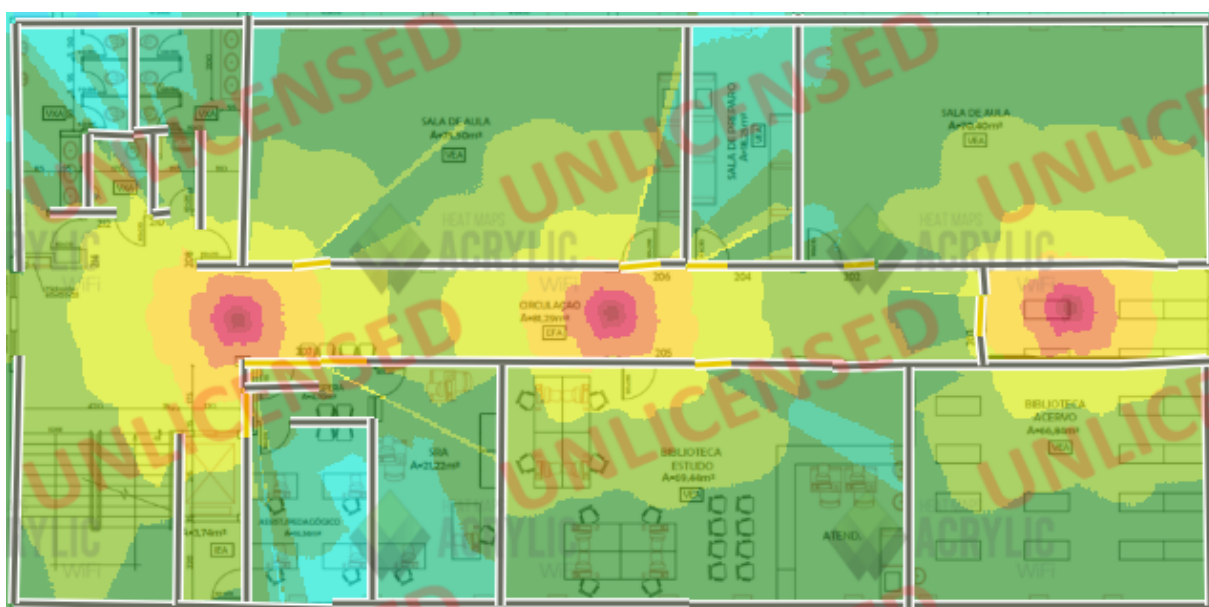
Como proposta de melhoria, sugere-se a instalação de um novo ponto de acesso em local estratégico, de forma a complementar a cobertura existente e reduzir a perda de sinal nas áreas críticas.

Figura 24 – Proposta de instalação de novo ponto de acesso – 1º Andar



Fonte: Autoria própria(2025)

Figura 25 – Proposta de instalação de novo ponto de acesso – 2º Andar



Fonte: Autoria própria(2025)

Na proposta apresentada, os pontos de acesso foram configurados para operar na faixa de 2,4Hz, utilizando canais distintos(1, 6 e 11) para que não ocorra sobreposição de canais e por serem os mais recomendados no Brasil. Tal configuração reduz interferências e melhora a estabilidade da rede, principalmente em ambiente múltiplos pontos de acesso.

Por fim, este trabalho reforça a importância do planejamento adequado de redes sem fio em ambientes educacionais, nos quais a conectividade desempenha um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem. A metodologia aplicada demonstrou que, mesmo com

o uso de ferramentas acessíveis e medições sistemáticas, é possível identificar falhas que muitas vezes passam despercebidas no uso cotidiano da rede. Assim, espera-se que este estudo contribua para futuras melhorias na infraestrutura de rede do campus e sirva de base para novos trabalhos voltados ao monitoramento, planejamento e otimização de redes *Wi-Fi*.

REFERÊNCIAS

- ACRYLIC Wi-Fi. *How to perform a wireless site survey with Acrylic Wi-Fi Heatmaps* [vídeo no YouTube]. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=C3abowfaJSs>
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- FARIAS DOS SANTOS, Marina. *Estudo de caso: avaliação da rede 802.11 nos prédios administrativo e acadêmico da Unipampa Alegrete*. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Telecomunicações) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2021.
- MORAES, Filipe; SILVA, Thiago; CEOLIN, Simone Regina; AZEVEDO, Renato Preigschadt de. Análise e otimização da rede Wi-Fi num ambiente corporativo. *RETEC - Revista de Tecnologias Educacionais*, Ourinhos-SP, v. 17, n. 2, p. 53–71, jul./dez. 2024.