

ANÁLISE E SIMULAÇÃO DE CONEXÃO NO CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS DA UFSM: UMA PROPOSTA DE MELHORIA NA QUALIDADE DA REDE WIRELESS

Pedro Ariel Loreto Peres Gonçalves¹; Jardel Batista Gonçalves²; Simone Regina Ceolin³; Rafael Teodósio Pereira⁴; Renato Preigschadt de Azevedo⁵

Resumo

Com o avanço da Internet cada vez mais pessoas tendem a estar mais conectadas no mundo virtual. O aumento dessa quantidade de dispositivos conectados fez com que fossem criadas tecnologias para várias conexões diferentes, como por exemplo a rede wireless. Como toda tecnologia inovadora traz alguns inconvenientes, a quantidade de sinais transmitidos por equipamentos em um ambiente, acaba realizando interferências, por muitas vezes, diminuindo a potência de sinal desses equipamentos. A Universidade Federal de Santa Maria tem vários desses dispositivos e com isso muitas interferências entre eles. A partir deste contexto, o trabalho desenvolvido teve como objetivo apresentar uma solução para diminuir essas interferências entre equipamentos, com a utilização de ferramentas para mostrar locais com maior abrangência de sinal, melhorando assim, a qualidade da conexão e disponibilizando Internet para todos. Após a realização de uma análise no Centro de Ciências Rurais, foi constatado que a instalação estratégica de dezenove pontos de acesso proporciona uma área de cobertura abrangente em todo o edifício interno. Nesse ambiente, a intensidade de sinal mais baixa registrada é de -60 dBm, o que assegura um acesso completo à Internet, a rede global de computadores.

Palavras-chave: Conexão; interferência; wireless.

Abstract

With the advancement of the Internet, more and more people tend to be increasingly connected in the virtual world. The increase in the number of connected devices has led to the creation of technologies for various types of connections, such as wireless networks, for example. Like any innovative technology, it brings some inconveniences. The amount of signals transmitted by devices in an environment often leads to interference, reducing the signal strength of these devices. The Federal University of Santa Maria has several of these devices, resulting in many interferences among them. In this context, the developed work aimed to present a solution to reduce these interferences between devices, using tools to identify locations with greater signal coverage, thereby improving connection quality and providing Internet access for everyone. Upon conducting an analysis at the Center for Rural Sciences, it was found that strategically installing nineteen access points allows for comprehensive coverage throughout the internal building. In this environment, the lowest recorded signal strength is -60 dBm, ensuring full access to the Internet, the global computer network.

Keywords: Connection; interference; wireless.

¹ Graduado no Curso Superior de Tecnologia em Redes de Computadores do Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (CTISM) na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); E-mail: pedroariel95@redes.ufsm.br.

² Graduando no Curso Superior de Tecnologia em Redes de Computadores do Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (CTISM) na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); E-mail: jardel.goncalves@redes.ufsm.br.

³ Doutora em Ciência da Computação pela *University of York* (UK); professora do Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (CTISM) e da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); E-mail: sceolin@redes.ufsm.br.

⁴ Doutor em Informática pela Universidade do Minho (PT); professor do Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (CTISM) na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); E-mail: rafatp@redes.ufsm.br.

⁵ Doutor em Informática pela Universidade do Minho (PT); professor do Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (CTISM) na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); E-mail: renato@redes.ufsm.br

1 Introdução

O uso de tecnologia é um processo de transformação e principalmente como as inovações tecnológicas podem resultar em mudanças significativas em um paradigma de vida para um sujeito. A inclusão de tecnologias nos ambientes de ensino, empresa, residenciais (casas, prédios), lugares públicos (*shoppings*, restaurantes, entre outros) estão cada vez mais frequente, permitindo o apoio e complemento no processo do conhecimento da informação.

A rede *wireless* é a conexão para a transmissão de informações sem o uso de fios e cabos e ela está presente diariamente, tanto na vida pessoal quanto profissional dos usuários. Com o aumento da utilização da Internet, viu-se necessário melhorar a conexão para as pessoas. O aumento da rede sem fio se deve pelo uso da tecnologia presente em quase todos os aparelhos utilizados pela população. Como, por exemplo: *tablets*, *smartphones*, *laptops* entre outros. Sendo que todos esses dispositivos, usados diariamente, são integrados com a Internet.

A pesquisa e desenvolvimento do presente trabalho será elaborado em parceria com o Centro de Processamento de Dados (CPD) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). A UFSM apresenta diversas Unidades de Ensino, Pró-Reitorias e os Órgãos Executivos/Suplementares/Apoio. A Instituição, ostenta uma arquitetura complexa e diversa na estrutura dos prédios. Além disso, há uma grande circulação de pessoas pelo campus, onde existem picos de aumento de fluxo, tornando assim o trabalho mais desafiador.

A Rede sem fio Institucional da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) está em fase de transição, novos estudos e pesquisas estão sendo realizadas no sentido de melhorar a cobertura e transmissão do sinal de dados da rede *wireless*. A pesquisa tem como objetivo geral analisar, planejar e simular a utilização ideal dos novos equipamentos adquiridos pela UFSM utilizando os novos equipamentos adquiridos pela UFSM, no Centro de Ciências Rurais.

Para a realização deste trabalho, questionários foram desenvolvidos para entrevistar as pessoas que transitam pelo prédio (Professores, alunos bolsistas, Técnicos administrativos), para ajudar na interpretação e análise dos dados, com o objetivo de aprimorar a rede sem fio para o usuário final. Com a utilização destes questionários foi possível verificar o número máximo de pessoas por sala, especificar o uso da rede nos ambientes do prédio, verificar os roteadores não institucionais que estavam nas instalações do CCR 44 e verificar a faixa de frequência utilizada pelos dispositivos dos usuários. Normalmente, eram entrevistadas no mínimo duas pessoas por sala de estudo, para conseguirmos resultados mais eficazes. A equipe do projeto utilizava um questionário interno para coletar informações mais técnicas de equipamentos já instalados, como modelo de roteadores, material das paredes dos prédios entre

outras questões mais técnicas, enquanto o questionário para usuários tinha como objetivo principal recolher informações quanto a qualidade de fato da Internet e o desejo de melhoria dos usuários. Desta forma foi possível concluir a proposta de instalação para o CCR da UFSM.

A Figura 1 apresenta do lado esquerdo, a primeira parte do questionário interno, enquanto no lado direito está a primeira parte do questionário para os usuários.

Figura 1 - Questionário interno e para usuários

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA COLÉGIO TÉCNICO INDUSTRIAL GRUPO DE PESQUISA REDE WI-FI</p>  <p style="text-align: center;">Questionário Interno Acerca da melhoria da Rede WI – FI da UFSM Professora Responsável: Simone Regina Ceolin</p> <p>Data da Coleta: ____/____/____ Coletador: _____ Prédio: _____ Andar: _____ Sala/corredor: _____ Tipo de Sala: _____ Celular Utilizado: _____ Celular Utilizado: _____</p> <p>1. Tipos de roteadores instalados, modelo, frequência, localização do AP? Roteador: _____ Modelo: _____ Frequência: _____ Localização do AP: _____ Quantidade de ap: _____ Outros: _____</p> <p>2. Estrutura dos prédios, possíveis interferências (micro-ondas etc.)? Material do Prédio: _____ Distância do AP ao switch: _____ Existe algum problema na trajetória Cabeada? Qual? _____ Existe alguma parte da sala que não conecta à rede: _____</p> <p>3. Quantidade de pessoas por sala? _____</p>	 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA COLÉGIO TÉCNICO INDUSTRIAL PROJETO Nº 057102 / OTIMIZAÇÃO DA REDE SEM FIO</p>  <p style="text-align: center;">Questionário para os usuários em relação à Rede WI – FI atual da UFSM Professora Responsável: Simone Regina Ceolin</p> <p>Data da Coleta: ____/____/____ Foi Entregue no mesmo Dia: () Sim () Não Coletador: _____ Prédio: _____</p> <p>1. Nome: _____</p> <p>2. Vínculo: <i>Marque todas as que se aplicam.</i> <input type="checkbox"/> Professor <input type="checkbox"/> TAE <input type="checkbox"/> Terceirizado <input type="checkbox"/> Aluno <input type="checkbox"/> Visitante</p> <p>3. Sala: _____</p> <p>4. Andar <i>Marque apenas uma caixa.</i> <input type="checkbox"/> Subsolo <input type="checkbox"/> Térreo <input type="checkbox"/> Segundo Pavimento <input type="checkbox"/> Terceiro Pavimento</p>
---	---

Fonte: Os autores (2022).

1.1 Objetivo Geral

A Rede sem fio Institucional da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) está em fase de transição, novos estudos e pesquisas estão sendo realizadas no sentido de melhorar a cobertura e transmissão do sinal de dados da rede *wireless*. A pesquisa e desenvolvimento do trabalho tem como objetivo geral analisar, planificar e simular a utilização ideal dos novos equipamentos adquiridos pela UFSM, no Centro de Ciências Rurais.

1.2 Objetivos Específicos

- Análise do prédio de Centro de Ciências Rurais (CCR) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM);

- Buscar a informação sobre a média do fluxo de pessoas no ambiente;
- Verificar as projeções de sinais já existentes no prédio;
- Instalação e adaptação de software para fazer a planta dos prédios em questão;
- Verificar possíveis interferências já existentes e instalar *access points* (AP) adicionais nos locais;
- Fazer a projeção dos prédios com os equipamentos novos, mostrando possibilidades de instalação desses novos equipamentos;
- Comparativo do desempenho e abrangência de sinal dos novos APs, com WiFi 6, em relação aos APs da geração anterior. Análise de custo-benefício. Análise de ambientes mais apropriado para os APs novos e para os antigos;
- Revisão da Literatura para justificar e validar os pontos de instalação baseados nos obstáculos apresentados pela arquitetura do prédio e interferência entre equipamentos.

2 Referencial Teórico

Nesta seção será apresentado a pesquisa bibliográfica sobre os tópicos importantes para o desenvolvimento do trabalho.

2.1 Trabalhos Relacionados

Nesta seção, foram relacionados alguns trabalhos que fomentaram discussões, estudos e aplicações deste trabalho. Onde foram abordadas tecnologias para verificação de potência de sinal e mapeamento de força de sinal em ambientes fechados, onde algumas técnicas de manipulação e configuração de mapeamento de mapas de calor foram usadas de base para este trabalho.

2.1.1 Posicionamento Interno Assistido Por Mapa Utilizando Sinais Wi-Fi Onipresentes

Na tese do (DU, 2018) foi utilizado a tecnologia *location-based services* ou serviços baseados na localização (LBS) como uma tecnologia chave para poder ter uma localização precisa dentro de ambientes. Pois no trabalho o autor mostra que por mais que o *Global Positioning System* ou Sistema de Posicionamento Global (GPS) seja o mais usado, essa tecnologia não é muito efetiva para lugares fechados, pois o sinal não passa com muita precisão pelas paredes.

Por outro lado, para ambientes ao ar livre existem várias ferramentas que fazem esse mapeamento com facilidade, como o Google Maps e Open Street Map, que provêm coordenadas geográficas e ajudam com bastante facilidade o posicionamento de Access

Points (AP). Mas como informa o autor (DU, 2018) Os sistemas de posicionamento e LBS precisam esclarecer as seguintes questões: como expressar locais, como obter um local e como exibir um local na interface do usuário (IU).

Para ter uma estimativa de uma boa precisão de sinal, o autor fez uma comparação entre Radio Frequency ou Rádio Frequências (RFs) similares à tecnologia wireless. Foi feito um estudo com a própria Wi-Fi, com somente a tecnologia de identificação de rádio frequência (RFID), a *Ultra-Wideband* que são pulsos de pequenas distâncias com múltiplas frequências simultâneas que vão de: 3.1 GHz à 10.6GHz e utilizou o Bluetooth que tem uma frequência de sinal de baixo custo, mas tem pequenas distâncias. Em resumo, a tecnologia Wi-Fi ainda continua sendo a melhor para posicionamento internos, pois apesar de não ter a melhor precisão, o custo é menor, é fácil de instalar e tem uma área moderada de alcance.

A utilização da tecnologia *Receive Signal Strength* (RSS) escolhida pelo autor, que atualmente é a maneira mais convencional de verificar perdas de pacotes em ambientes fechados, pois é verificado a força do sinal em um local específico. Junto com essa tecnologia, ir à locais exatos no ambiente e fazer um mapa tendo uma precisão de força de sinal, assim marcando manualmente como estava o RSS em cada local do ambiente.

Baseado nos cálculos do autor, e testes, foram utilizados para contribuir para utilização de locais para a instalação dos novos equipamentos com maior precisão. Não foi possível realizar as verificações do RSS, pois os equipamentos não foram instalados no local ainda.

2.2 Posicionamento Em Ambientes Internos Com Dispositivos Wi-Fi De Baixo Custo

No artigo de (FARIAS et al., 2017), os autores sugeriram a aplicação de equações de estimativa de localização por trilateração que seria as distâncias entre posições de referência de APs e uma posição desconhecida (T) podem ser consideradas como raios de círculos com centro em cada posição de referência. Logo, a localização desconhecida é a interseção de três círculos (FARIAS et al., 2017). Para fazer esse cálculo foi utilizado o Teorema de Pitágoras, onde x e y resolvem as coordenadas de cada roteador. A localização usando trilateração é muito conveniente porque as distâncias entre três roteadores distintos podem ser obtidas a partir da intensidade de sinal (RSS) e as coordenadas de localização de todos os nós de referência que são conhecidas (FARIAS et al., 2017).

A partir desses cálculos foram desenvolvidos sistemas para posicionamento interno de roteadores. Foi utilizado pelos autores um microcontrolador ESP8266 que possuía um *firmware* que coleta os valores de intensidade de sinal de transmissão de vários *Access Point* (APs) no local desejado e assim enviando os dados para um computador que esteja na mesma rede.

O sistema em questão foi desenvolvido em *Labview*, onde calcula os sinais coletados pelo ESP8266 e assim faz uma posição aproximada do dispositivo no ambiente. O programa em si, foi usado para calcular através de três APs mais próximos com a maior potência de sinal e com essa potência é convertida em distância. O valor que o programa recebe é aproximado, muitas vezes podendo não ser muito preciso, mas mostrou bastante sucesso em ambientes internos tendo um baixo custo e tendo sua identificação por RFID, algo que já tem por padrão em qualquer roteador.

2.1.3 Sistema De Posicionamento Interno Sem Esforço Baseado Em Wi-Fi Usando Sensores IoT

No trabalho de (ALI; HUR; PARK, 2019), é utilizado um sistema de posicionamento interno através de sensores de *Internet of Things* ou Internet das Coisas (IOT) já pré-instalados. Utilizando assim mapeamento rádio dinâmico, para uma tentativa de maior precisão de um AP. Também tendo em vista que irá ser gerado um mapa, mas esse mapa não é um mapa dinâmico, pois é utilizado numa arquitetura permanente ou já feita, como um prédio de uma instituição.

Para criar os mapas em questão foi utilizado um ESP8266, que é o modelo mais econômico pesquisado pelos criadores do trabalho, onde utiliza um sensor *Received signal strength indication* ou intensidade do sinal recebido (RSSI), para verificar a capacidade se sinais em um determinado local. Quando o sensor começa a enviar atualizações para o sistema, essas informações podem ser usadas para calibrar os sensores. Para calibração do sensor, simplesmente calculamos a diferença de recepção RSSI de todos os sensores e o dispositivo móvel de destino. Para isso, todos os sensores e o dispositivo alvo são colocados lado a lado, e as atualizações são salvas (ALI; HUR; PARK, 2019).

O processo para a criação desse mapa se dá em duas fases: Geração de um mapa de rádio sinal *offline* e Geração de RSSI *online*. A primeira fase se dá registrando os APs e Sensores, coletando as informações como o endereço MAC, parâmetros dos locais e o RSSI do AP numa distância aproximada de 1 metro. Com isso é calibrado o sensor ESP8266 para ter uma estimativa dos sinais.

Após com a ajuda do *Particle swarm optimization* ou Otimização por enxame de partículas (PSO) que estima os dois parâmetros, o de perda de pacote constante e *Web application firewall* ou *firewall* de aplicativo da *web* (WAF) é feito um cálculo estimado de perdas de pacotes de cada AP, no trabalho é feito um cálculo somente com as paredes do local. É feita uma equação com vários parâmetros, como: localização dos sensores, atenuação, perda de pacotes, RSSI, locais dos APs. Tendo assim uma estimativa da força do sinal. Após todos os

cálculos, é gerado um mapa de rádio sinal, onde se verifica o cobertura de área de cada AP. Esse processo é uma preparação para a segunda fase, pois diminui a quantidade de recursos do computador para processar o mapa em questão.

Na segunda parte, quando o sistema coletou todas as informações da primeira fase é gerado um mapa com troca de RSSI em tempo real. Cada RSSI de cada sensor no APs presentes no local, estão sendo calculados pelo sistema em tempo real, assim gerando um mapa sem a necessidade de calibrar o RSSI de cada sensor e APs presentes no local.

2.2 Redes De Computadores

Rede de computadores é um conjunto de equipamentos interligados de maneira a trocarem informações e compartilhem recursos, como arquivos de dados gravados, impressoras, modems, softwares e outros equipamentos (ALENCAR, 2016).

As redes de computadores existem desde o final da década de 1960. Em 1969, a rede Arpanet foi ativada, interligando bases militares e centros de pesquisa do governo americano. A Arpanet rodava um conjunto de protocolos de comunicação chamado *Network Control Program* (NCP). O NCP foi predecessor do TCP/IP, o qual viria a tornar-se o modelo de referência em protocolos de comunicação no geral (FEY,2014).

Os sistemas terminais, assim como os principais componentes da Internet, precisam de protocolos de comunicação, que servem para controlar o envio e a recepção das informações na Internet. O *Transmission Control Protocol* (TCP) e o *Internet Protocol* (IP) são os principais protocolos da Internet, daí o fato de a Internet ser também conhecida como rede TCP/IP (CANTÚ, 2003).

Uma das principais razões do sucesso dos padrões TCP/IP é sua tolerância à heterogeneidade. Em vez de tentar definir detalhes sobre as tecnologias de comutação de pacotes, tais como os tamanhos dos pacotes e o método usado para identificar o destino (COMER, 2016).

O TCP requer que a mensagem enviada seja confirmada que chegou ao destino pré-determinado. Sendo diferente do UDP que não garante que os dados enviados por um processo cheguem intactos ao processo destinatário, não há estabelecimento de conexão, ou seja, o UDP envia mensagens sem nenhuma necessidade de informar que está sendo enviado (CAMPOS, 2015).

2.3 Tecnologia Wireless

As tecnologias de rede *wireless* permitem a conexão de dispositivos eletrônicos sem o uso de cabos, a distâncias que variam de acordo com a tecnologia empregada e a potência dos dispositivos. Através da tecnologia Wi-Fi é possível realizar a interligação de dispositivos compatíveis como *notebooks*, impressoras, *tablets*, *smartphones*, entre outros (FRANCISCATTO; CRISTO; PERLIN, 2014).

A primeira geração de redes wireless (1G) foi estabelecida no final dos anos de 1970, com o foco de prover telefonia por voz, através de um sistema de assinatura. Através da tecnologia do 1G, começaram a serem desenvolvidas novos meios para melhorar a tecnologia de redes wireless. No começo do ano de 1990, já começaram a pensar mais em tecnologia digitais, para que o meio digital fosse bem-sucedido foi criado a segunda geração da conexão sem fios, sendo ela o 2G, com o intuito de ter uma eficiência melhor nas transmissões e robustez nas comunicações (YACOUB, 2017).

Após esse avanço gigantesco da Internet, foi então desenvolvida entre os anos 2000 e 2010 a terceira geração de conexões sem fio a 3G, utilizada até hoje em alguns celulares. A popularidade do 3G foi tão grande que somente na China, já existia mais de 500 milhões de usuários de telefones celulares antes da era 3G, aumentando para 3.5 bilhões com o desenvolvimento do 3G (MOLISCH, 2012).

O sinal de transmissão da rede sem fio pode funcionar de três maneiras, sendo elas: *Broadcast*, *Multicast* ou *Unicast*, onde o *Broadcast* a estação central envia sinais para todos no domínio do *broadcast*, já o *multicast* é enviado sinal para todos os dispositivos num grupo pré-definido e por último o *unicast*, onde somente é enviado sinal à uma estação específica (ROSHAN; LEARY, 2004).

2.4 Espectro de Sinal

O Espectro eletromagnético é o intervalo completo da radiação eletromagnética, que contém ondas de rádio, o infravermelho, a luz visível, os raios ultravioletas, o raio x e até a radiação gama (GAST, 2005).

Tendo em vista que, todos os dispositivos que transmitem algum sinal, podem causar algum tipo de interferência na frequência. Notamos que utilizando uma frequência de transmissão parecida já poderá ocorrer interferências. Por exemplo: Se você conectar o seu celular em um roteador, e você passar por uma parede, a frequência do sinal irá diminuir, pois a parede irá bloquear parte da transmissão (GAST, 2005).

2.5 Roteadores

Um roteador é um aparelho usado em redes de computadores para o encaminhamento das informações em pacotes de dados, proporcionando conectividade entre os dispositivos como computadores, *smartphones* e *tablets*, em redes LAN com a Internet.

Estes dispositivos têm diversas funções e características próprias, como: (i) Protocolos de Segurança: WEP, WPA, WPA2; (ii) Conexão e Velocidade: Tipo de Conexão: sem fio; (iii) Velocidade *Wireless*: 1317 Mbps; (iv) Frequências: 2.4 GHz, 5GHz e 6GHz; (v) Tipo de Frequência: banda dupla; (vi) Padrões *Wireless*: IEEE 802.11a/b/g/n/ac; (vii) *Hardware*: quantidade de antenas, quantidade total de portas e quantidade de portas LAN.

No mercado, existem um volume muito grande de modelos e marcas de Roteadores. No projeto será apresentado os roteadores já existentes na UFSM e os roteadores que estão sendo adquiridos pela instituição.

As duas últimas linhas do Quadro 1, apresenta os novos *Access Points* (AP) adquiridos pela UFSM, os quais atuam com o novo padrão de rede sem fio, o de 802.11 ax, que permite uma taxa de transmissão elevada e uma largura de banda maior.

Quadro 1 – Modelos e especificações de roteadores da UFSM

Modelo	Padrão IEEE	Transferência de dados	Frequência
AIR-CAP1602L-T-K9	802.11 a/g/n	até 300 Mbps	2.4/5 GHz
AIR-CAP1552E-N-K9	802.11 n/a/b/g	até 300 Mbps	2.4/5 GHz
AIR-CAP2602E-T-K9	802.11 n/b/g	até 450 Mbps	2.4/5 GHz
AIR-CAP2602L-T-K9	802.11 n/a/b/g	até 450 Mbps	2.4/5 GHz
AIR-CAP2702L-Z-K9	802.11 n/a/b/g	até 866.7 Mbps	2.4/5 GHz
C9115AXI-Z	802.11 ax	até 5.38 Gbps	2.4/5 GHz
C9130AXE-Z	802.11 ax	até 5.38 Gbps	2.4/5 GHz

Fonte: CISCO, 2022.

2.6 Interferência

O meio físico sem fio transporta sinais eletromagnéticos que representam os dígitos binários de comunicações de dados usando frequências de rádio ou de micro-ondas. Os aspectos a serem considerados sobre o meio físico sem fio:

- Área de cobertura: os materiais de construção utilizados em prédios e estruturas, e o terreno local, limitaram a cobertura;
- Interferência: prejudicada por dispositivos comuns, como luzes fluorescentes, fornos de micro-ondas e outras comunicações sem fio;
- Segurança: os dispositivos e usuários que não estão autorizados a acessar a rede podem obter acesso à transmissão;

- Meio compartilhado: apenas um dispositivo pode enviar ou receber de cada vez e o meio físico sem fio é compartilhado com todos os usuários sem fio.
- Um sinal elétrico é aplicado a um meio físico metálico e a corrente elétrica que percorre os condutores gera os campos elétricos e magnéticos associados que se propagam no sentido axial deste condutor (MARIN, 2014).

2.7 Decibel Miliwatt

Para analisar a qualidade do serviço que está sendo entregue pelos APs, é utilizada uma unidade de medida para expressar a potência absoluta mediante uma relação logarítmica. É utilizado o decibel miliwatt (dBm) pois fica visualmente difícil para o ser humano distinguir potências muito pequenas entre si (FERREIRA; MONTANHA, 2017).

Para realizar o cálculo, deve-se pensar que zero dBm é igual a um miliwatt. A cada aumento de três decibéis, a potência é aproximadamente dobrada. Portanto, 3 dBm é igual a aproximadamente 2 mW. Por outro lado, uma redução de três decibéis diminuirá a potência em aproximadamente metade. Portanto, -3 dBm será igual a aproximadamente 1/2 ou 0,5 miliwatt (FERREIRA; MONTANHA, 2017).

Para se ter noção da potência que chega aos dispositivos através da rede sem fio, o Quadro 2 demonstra conversões de potência para dBm.

Quadro 2 - Conversão de potência para dBm

Potência em miliwatts	Potência em dBm
0,001 mW	-30 dBm
0,01 mW	-20 dBm
0,1 mW	-10 dBm
1 mW	0 dBm
10 mW	10 dBm
20 mW	13 dBm
30 mW	15 dBm

Fonte: Os autores (2022).

2.8 Unifi Design Center

O mapa de calor é um termo técnico que foi originado a partir de tecnologias que utilizam o calor do corpo humano para monitoramento de ambientes ou para realizações de exames médicos. No *software* da UniFI, quanto maior a intensidade do sinal, a cor do ambiente fica em um tom de verde forte, e quando a intensidade vai diminuindo a cor vai mudando para amarelo, até chegar no branco, que representa nenhum tipo de sinal.

O desenvolvimento do manuscrito deverá ser feito em pelo menos uma seção. Nas seções, os autores devem abordar sobre os materiais e métodos, referencial teórico e analítico que embasa o trabalho, bem como os resultados e discussões da pesquisa.

O *UniFi Design Center* é um programa de mapas de calor grátis da empresa *Ubiquiti*. O programa é para somente dispositivos da *Ubiquiti*. Ele tem a versão gratuita como a paga, porém na versão gratuita tem inúmeras ferramentas para serem utilizadas, podendo adicionar plantas baixas já ajustadas e podendo desenhar por cima das paredes que tem no local.

Como a *Ubiquiti* não fornece somente dispositivos *wireless*, há também a possibilidade de usar tantos *switches*, roteadores e criar até *racks* com esses equipamentos integrados. Há também a possibilidade de câmeras, pois a empresa também produz esses equipamentos, mostrando a abrangência das câmeras nas plantas. Pode ser criada uma planta baixa do zero também, com as paredes grossas ou finas para o melhor ajuste de sinal. Por fim, é liberado para ser criado um relatório em PDF, podendo selecionar quais áreas serão utilizadas para compor o relatório, como por exemplo: fazer um relatório somente da abrangência de sinal *wireless* e das câmeras. Para simular os pontos de instalação dos novos roteadores e APs, foi utilizado o *UniFi Design Center*.

3 Desenvolvimento

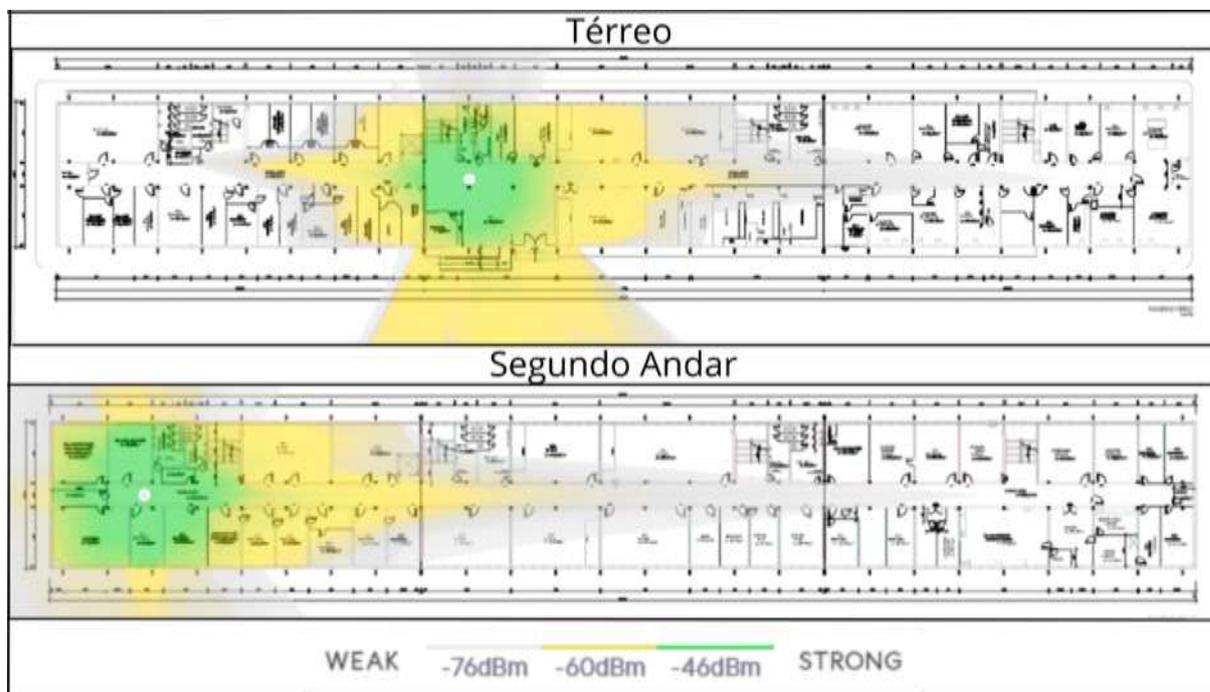
Todo o desenvolvimento foi realizado na plataforma *UniFi design center* da *Ubiquiti*, onde foram utilizados roteadores similares com os ciscos que foram instalados no local. Os equipamentos que foram instalados pelo CPD são os Cisco AIR-CAP2602E-T-K9 na rede atual, já na proposta de instalação serão utilizados os Cisco C9115i. Como similares da *Ubiquiti* foram utilizados os *Access Points* nanohd sendo o seu similar o equipamento Cisco AIR-CAP2602E-T-K9, já para o novo equipamento Cisco 9115i foi utilizado como similar o *Access Points* U6 Pro.

A rede atual do prédio CCR 44 está apresentada na Figura 1, para fins de demonstração da ineficiência da rede atual, foi realizada simulações no *UniFi Design Center*, onde é possível apresentar a área de cobertura que estes dispositivos estão fornecendo. O prédio todo possui apenas dois APs, sendo um no térreo e um no segundo andar.

Na Figura 2 estão sendo demonstrados em dBm os sinais propagados pelos APs, instalados atualmente no CCR 44. Com a instalação de apenas dois pontos de acesso (APs), fica evidente que a área de cobertura é restrita, oferecendo uma conexão estável apenas nas áreas verdes e amarelas. Nas áreas cinzas, a conexão é instável devido à baixa potência do sinal recebido pelo dispositivo receptor, o que limita várias funções da Internet, como *streaming*,

videoconferência e reprodução de vídeos em alta resolução, entre outros recursos. Nas áreas brancas, não há conexão com a rede. Não estão sendo apresentados os demais andares pois eles não têm nenhum AP, e por isso, não há conectividade estável.

Figura 2 - Mapa de calor do prédio CCR 44 atualmente



Fonte: Ubiquiti Design Center (2022).

3.1 Metodologia

Para desenvolver o trabalho, foram utilizados dados fornecidos pelo CPD, como a planta do prédio e infraestrutura da rede atual. Além disso, foram utilizados questionários com professores e alunos que frequentam o prédio, a fim de ter uma base de dados dos locais onde a Internet não tem alto desempenho e verificar o que os usuários desejam da rede.

Com as plantas fornecidas e com os questionários é possível realizar o mapa de calor e editar a estrutura física dos prédios, nas plantas que por muitas vezes, estão desatualizadas. Diante desses dados, é possível ter uma abrangência da situação atual de distribuição de Internet *wireless* no prédio do Centro de Ciências Rurais.

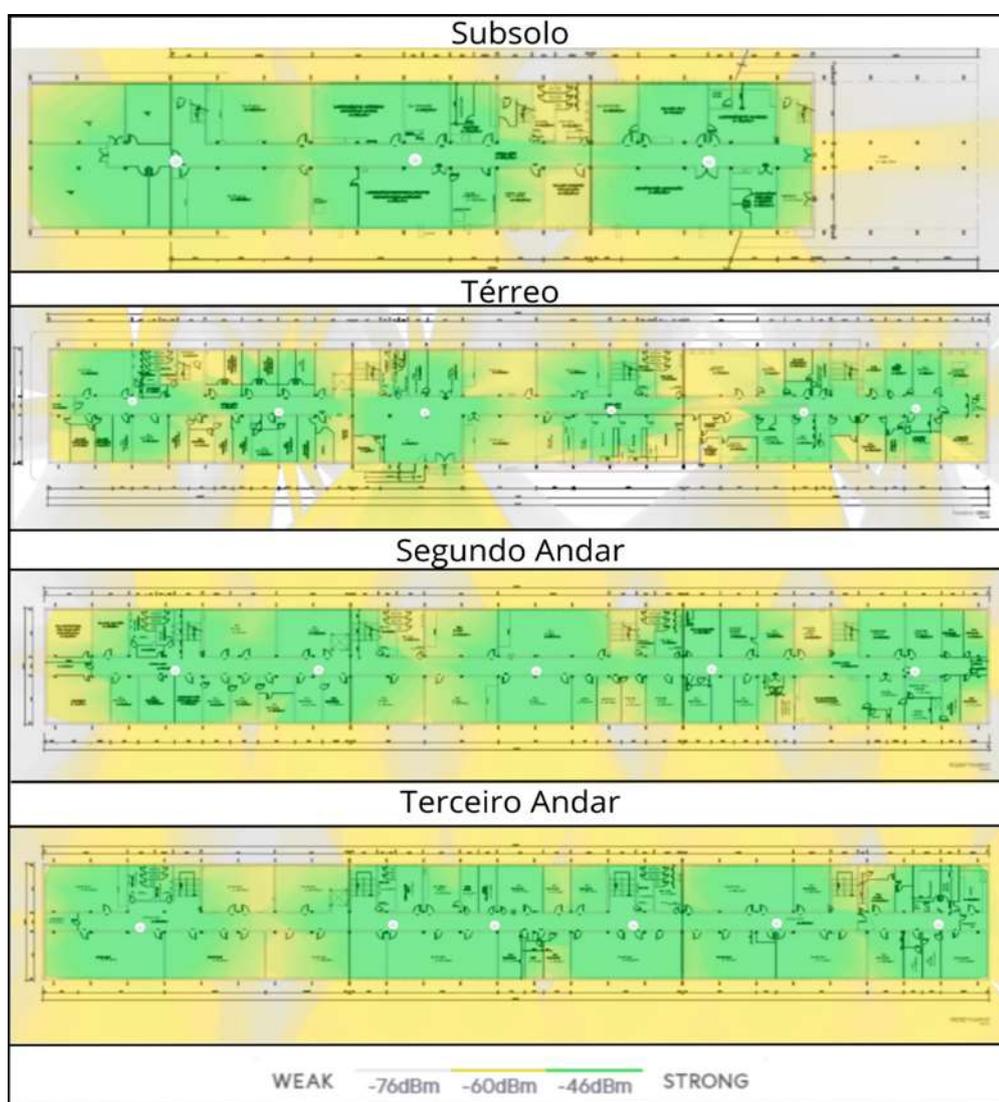
4 Proposta Da Otimização Da Rede Sem Fio

Com o auxílio dos questionários e análises, foi realizada a proposta de melhoria de sinal da rede sem fio do prédio CCR 44. Tendo em vista que há lugares que não é necessária a emissão de um sinal muito forte, como por exemplo: banheiros e escadas (não haver muito

movimento nessas regiões), o foco foi a melhora em regiões com maiores necessidades de uso, como sala de aulas, secretarias etc.

Para melhorar o sinal *wireless* no prédio, foram utilizados mais APs que já havia no local. O CPD informou que seriam liberados 20 APs para fazer esse aperfeiçoamento. A proposta de melhoria pode ser visualizada nos mapas de calor exibidos na Figura 3, que demonstram uma cobertura estável em todos os andares, permitindo o acesso a todos os recursos necessários pelos usuários da rede. É evidente que nenhuma área do prédio está marcada em cinza ou branco, o que resulta em uma rede estável em todo o local.

Figura 3 - Proposta de melhoria em todos os andares do CCR 44



Fonte: Ubiquiti Design Center (2022).

5 Resultados

Através da análise inicial da situação atual do prédio, foi criada a proposta para a melhoria de sinal para o prédio. Tendo em vista que, lugares como banheiros e escadas não foram

colocados como necessidade, pois eles são somente para movimentação de pessoas. Foi dado como prioridade resultados mais positivos para lugares com maior necessidade de sinal com maior potência, como por exemplo: sala de aulas, salas de funcionários e professores e laboratórios que usam serviços hospedados em nuvem ou necessidade de *upload* de arquivos para projetos.

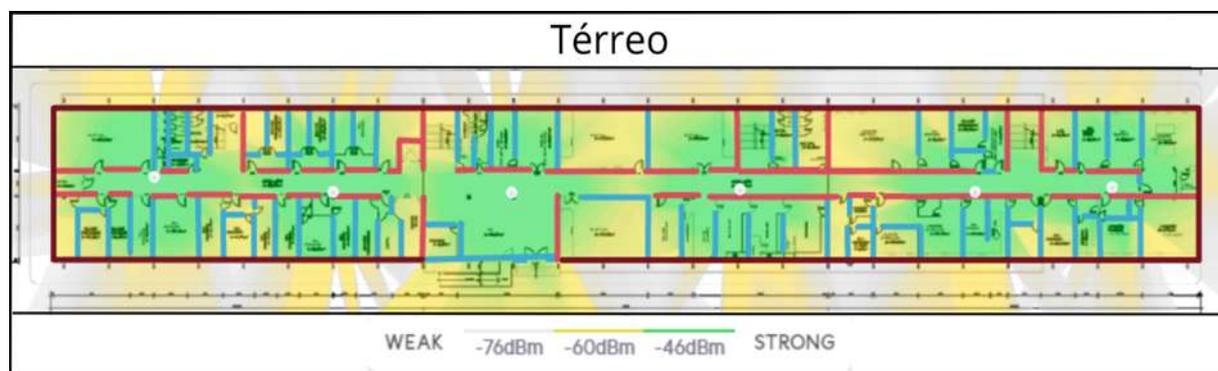
Nos mapas de calor, foram demonstrados a média de sinal em cada sala. Em algumas localizações, como era um conjunto de sala numa só, foi dado o sinal médio das salas juntas.

Lembrando que os dados foram retirados de uma simulação, não foi possível ser retirados os dados reais com a nova proposta, por motivos de infraestrutura que não foi possível ainda ser instalado e nem configurado os novos APs no prédio.

A simulação foi realizada no programa *Ubiquiti Design Center*, onde foram configuradas as plantas de cada prédio. Para configuração foi utilizado o arquivo da planta e em cima desse arquivo foram ajustadas as partes físicas do prédio, como por exemplo: as paredes, há tamanhos diferentes para paredes internas como externas, em sua grande maioria, paredes externas são mais grossas que as paredes internas.

Na Figura 4 pode ser visto como isso foi visualizado no programa no andar térreo.

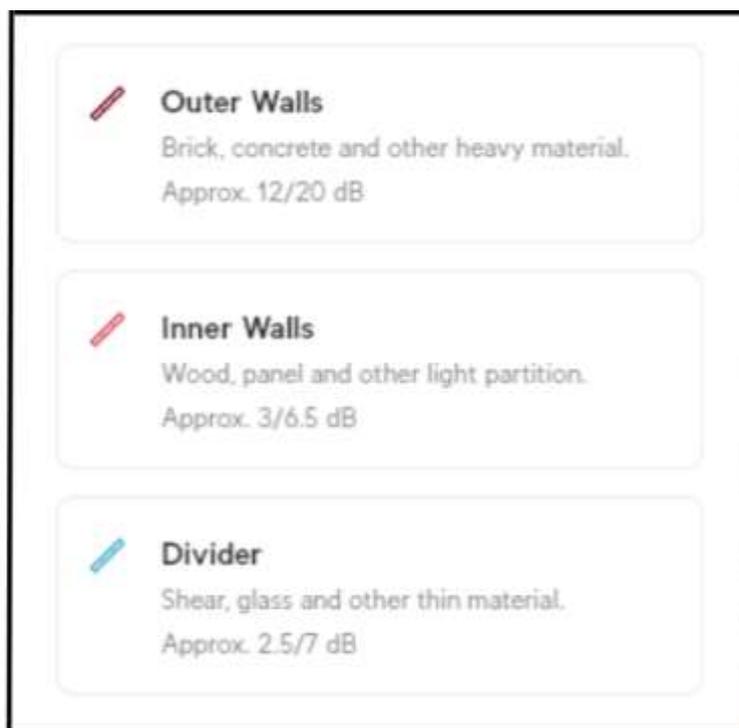
Figura 4 - Simulação do térreo com paredes, do CCR 44



Fonte: Ubiquiti Design Center (2022).

Para ter as métricas de cada parede, o próprio programa já mostra a medida e sua interferência de sinal aproximada, como apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Tipos de paredes para configuração



Fonte: Ubiquiti Design Center (2022).

6 Conclusão

O presente trabalho teve como propósito estudar a propagação de sinal de rede *wireless* em um ambiente específico, buscando melhorar e otimizar de forma em que, a maior parte das pessoas que estão frequentemente no local, possam utilizar de forma produtiva a rede instalada.

Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o sistema *wireless* propagação do sinal e possíveis interferências no ambiente que posso comprometer a difusão do sinal da rede sem fio.

Na etapa de desenvolvimento foram utilizadas as plantas baixas do ambiente do Centro de Ciências Rurais, sendo configuradas em um programa de mapa de calor, onde através do mesmo possa ser visto de maneira mais didática onde a potência de sinal está sendo mais bem disseminada. Com uma proposta de melhora e equipamentos novos foi realizada a configuração do programa, demonstrando possíveis localizações para a instalações dos novos adquiridos e mostrando o resultado com a instalação desses novos equipamentos.

Como trabalhos futuros, sugere-se a instalação física e configuração lógica desses novos equipamentos, para ser visto na prática a utilização dos mesmos e como o programa de mapa de calor realmente interfere em um bom projeto para redes sem fio.

Referências

ALENCAR, M. A. d. S. **Fundamentos de Redes de Computadores**. 2016.

ALI, M. U.; HUR, S.; PARK, Y. Wi-fi-based effortless indoor positioning system using iot **Sensors**, v. 19, n. 7, p. 1496, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/7/1496/pdf>. Acesso em: 29 ago. 2023.

CAMPOS, L. B. **Redes de Computadores e Interligação em Redes**. 2015.

CANTÚ, E. **Redes de Computadores e a Internet**. São José, 2003.

CISCO. **Conexão sem Fio e Todos os Produtos Compatíveis**. Cisco Systems, Inc. 2023. Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/support/wireless. Acessado em 02 de abril de 2023.

COMER, D. E. **Redes de Computadores e Internet-6**. Bookman Editora, 2016.

DU, X. **Map-assisted Indoor Positioning Utilizing Ubiquitous WiFi Signals**. 2018. Tese (PhD pela School of Computer Science and Electronic Engineering) - University of Essex, 2018. Disponível em: <https://repository.essex.ac.uk/21361/>. Acesso em: 29 ago. 2023.

FERREIRA, L.; MONTANHA, G. K. Interferência de sinal wi-fi em função de tipos de barreiras. **Tekhne e Logos**, v. 8, n. 2, p. 73–81, 2017. Disponível em: <http://www.revista.fatecbt.edu.br/index.php/tl/article/download/488/302>. Acesso em: 29 ago. 2023

FEY, A. F. **Fundamentos de Redes de Computadores**. Clube dos Autores, 2014.

FRANCISCATTO, R.; CRISTO, F.; PERLIN, T. **Redes de computadores**. Frederico Westphalen: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Agrícola de Frederico Westphalen, 2014. Disponível em: https://www.academia.edu/download/60500115/redes_computadores20190905-30621-1gofdgj.pdf. Acesso em: 29 ago. 2023

GAST, M. **802.11 wireless networks: the definitive guide**. "O'Reilly Media, Inc.", 2005.

MARIN, P. S. **Cabeamento Estruturado**. Saraiva Educação SA, 2014.

MOLISCH, A. F. **Wireless Communications**. John Wiley & Sons, 2012. v. 34.

ROSHAN, P.; LEARY, J. **802.11 Wireless LAN fundamentals**. Cisco press, 2004.

YACOUB, M. D. **Wireless technology: protocols, standards, and techniques**. CRC Press, 2001.