



UNIBRA

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA

CURSO DE GRADUAÇÃO TECNÓLOGO EM

REDES DE COMPUTADORES

ERICK DOUGLAS BARROS PERES DA SILVA

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE REDE SEM
FIO EM UM AMBIENTE ESCOLAR.**

RECIFE/2023

ERICK DOUGLAS BARROS PERES DA SILVA

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE REDE SEM
FIO EM UM AMBIENTE ESCOLAR.**

Trabalho Conclusão de Curso apresentado ao Centro
Universitário Brasileiro – UNIBRA, como requisito parcial para
obtenção do título de tecnólogo em Redes de Computadores.

Professor(a) Orientador(a): Ameliara Freire Santos de Miranda

RECIFE/2023

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

S586p Silva, Erick Douglas Barros Peres da.
Proposta de implementação de rede sem fio em um ambiente escolar /
Erick Douglas Barros Peres da Silva. - Recife: O Autor, 2023.
18 p.

Orientador(a): MSc. Ameliara Freire Santos de Miranda.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário
Brasileiro – UNIBRA. Tecnólogo em Redes de Computadores, 2023.

Inclui Referências.

1. Rede sem fio. 2. Ambiente escolar. 3. Modelo de implantação. I.
Centro Universitário Brasileiro. - UNIBRA. II. Título.

CDU: 004

AGRADECIMENTOS

*Agradeço a Deus por nos permitir estar aqui e nos proteger durante toda essa vida.
Aos professores Ameliara Freire Santos de Miranda e aos amigos, que sempre estiveram
ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o
período de tempo em que me dediquei a este trabalho*

“O homem não é nada além daquilo que a educação faz dele...”
(Kant)

RESUMO

Conforme amplamente conhecido, o uso da internet tem crescido exponencialmente, com bilhões de usuários conectados em todo o mundo. Com base nessa realidade, este projeto apresentará uma proposta de implementação de uma rede de computadores sem fio, conhecida como Wi-Fi, que visa atender uma escola que atualmente não possui acesso à internet devido a limitações na sua estrutura física. Essa proposta abordará sobre os equipamentos de rede usados na proposta da implantação, tecnologias que podem ser no cenário de configuração e pontos de distribuições dos access point.

Dentro do contexto escolar, o principal desafio deste projeto é apresentar uma solução eficiente para garantir acesso Wi-Fi estável, seguro e com bom desempenho aos alunos e professores. A pergunta central que orienta esse trabalho é: "Como garantir acesso à internet de forma controlada e segura?". Ao longo deste projeto, serão mencionados os equipamentos propostos na implantação e, além disso, serão estabelecidos objetivos específicos, como a seleção adequada de equipamentos de rede e o uso de tecnologia que ajudará a otimizar o uso da rede para obter maior retorno sobre o investimento. O objetivo principal deste trabalho é propor a implementação de uma rede Wi-Fi segura e eficiente para a escola, atendendo às necessidades de conectividade dos usuários.

Palavras-chave: Rede sem fio, Ambiente escolar, Modelo de implantação.

ABSTRACT

As widely known, the use of the internet has been growing exponentially, with billions of users connected worldwide. Based on this reality, this project will present a proposal for the implementation of a wireless computer network, known as Wi-Fi, aiming to serve a school that currently lacks internet access due to limitations in its physical infrastructure. This proposal will address not only the basic equipment needed for the implementation of the Wi-Fi network but also provide additional information about the benefits and functionalities of Wi-Fi, as well as tips on efficient configurations to ensure network security and performance. Within the school context, the main challenge of this project is to present an efficient solution to guarantee stable, secure, and high-performance Wi-Fi access to students and teachers. The central question guiding this work is: "How to ensure controlled and secure internet access?" Throughout this project, the necessary equipment and configurations (in a simplified manner) for the implementation of this Wi-Fi network will be mentioned to answer this question. Additionally, similar works already conducted will be studied, and specific objectives will be established, such as the appropriate selection of network equipment and the identification of ways to optimize network usage for greater return on investment. The primary objective of this work is to propose the implementation of a secure and efficient Wi-Fi network for the school, meeting the connectivity needs of its users.

Keywords: Wireless network, School environment, Implementation Model.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos Gerais	11
1.2 Objetivos Específicos:	11
1.3 Metodologia	12
2 Referencial Teórico	12
2.1 Breve Histórico	12
2.2 Segurança de redes sem fio	14
2.3 Topologia.....	15
2.4 Dispositivos de rede	16
2.4.1 Pontos de acesso sem fio	17
2.4.2 Roteadores sem fio.....	17
2.4.3 Ponte de rede sem fio.....	17
2.4.4 Repetidores	17
2.4.5 Switch	18
2.4.6 Rack	18
2.5 Frequência.....	19
2.6 IEE 802.11x	19
2.7 IEE 802.11ac.....	21
2.8 WPA 2	22
3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	23
3.1 Estudo dos componentes necessários	24
3.2 Estrutura do ambiente acadêmico.....	28
3.3 Implantação e configuração da rede	28
4 RESULTADOS	33
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Para A. F. de Moraes (2010, p. 16) “os últimos 15 anos temos observado um crescimento exponencial da utilização de tecnologias baseadas em redes sem fio, computadores móveis, telefones celulares e acesso à Internet por redes 3G.”

As arquiteturas de redes são um conjunto de camadas e protocolos que definem a transmissão física de dados, ou seja, como os dados são transmitidos. Nas redes Wi-Fi a arquitetura é definida com a utilização de cinco camadas do modelo Open System Interconnect (OSI), sendo a camada física, camada de enlace de dados, camada de rede, camada de transporte e camada de aplicação (TORRES, 2022, p.35).

A instauração de uma rede Wi-Fi em formato de infraestrutura, representa a implementação de redes nas quais toda a comunicação é canalizada por um ponto central, mesmo que os dispositivos sem fio estejam em proximidade suficiente para se comunicarem diretamente. Essa abordagem emerge como uma solução para as questões levantadas. Nos pontos centrais, denominados Estações de Suporte à Mobilidade (EMS), serão aplicados os protocolos de segurança para autenticar usuários e assegurar a salvaguarda dos dados. Além disso, será efetuado o gerenciamento da largura de banda, o qual implica em restringir a velocidade de acesso à internet para cada usuário, de modo a permitir que a largura de banda recebida pelo roteador permaneça acessível a outros utilizadores (RODRIGUES, 2011).

Garantir um aumento do acesso à Internet nas escolas públicas é fundamental para impulsionar o progresso educacional e mitigar as disparidades estruturais e a exclusão, especialmente no ambiente digital (CLARO, 2021).

1.1 Objetivos Gerais

O objetivo deste trabalho é demonstrar a importância da implementação das redes sem fio nas escolas, destacando suas vantagens de forma simples e objetiva. Com o Wi-Fi, é possível ter uma conectividade de rede móvel e altamente funcional, o que pode beneficiar muito os alunos e professores.

1.2 Objetivos Específicos:

- Entender e analisar a estrutura da escola.
- Analisar a redes wireless da escola;
- Documentar a situação encontrada e as mudanças a serem aplicadas
- Propor a implementação/migração do projeto para a melhora da rede

1.3 Metodologia

A pesquisa seguirá uma abordagem qualitativa, uma vez que o foco será compreender a estrutura física e superar as dificuldades dentro do ambiente. Isso permitirá uma compreensão mais profunda das necessidades, expectativas e desafios relacionados à implementação da rede sem fio.

O método dedutivo será empregado para a estruturação da pesquisa e desenvolvimento da proposta. Partindo de teorias e conceitos gerais sobre redes sem fio e educação, serão estabelecidas premissas que guiarão a análise das informações coletadas no contexto específico da escola.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Rede sem fio

A história da comunicação sem fio abrange mais de um século, sendo notável a transmissão telegráfica sem fio de longo alcance efetuada por Guglielmo Marconi em 1899, que representou o início rudimentar da utilização das ondas de rádio. (EXPLORERNET, 2022).

A forma atualmente familiar do Wi-Fi começou a evoluir a partir dos primeiros experimentos realizados pelo IEEE em 1997, naquela época operando com uma taxa de transmissão máxima de apenas 1 Mbps (EXPLORERNET, 2022).

O Wireless com seu significado literal “sem fio” caracteriza qualquer tipo de conexão para transmissão de sinal que não utilize cabos ou fios, ou seja, wi-fi,

bluetooth e infravermelho se enquadram nesse tipo de tecnologia. Inclusive como um exemplo lúdico, suponhamos que durante diálogo entre duas pessoas, uma espécie de conexão sem fio é mantida, pois, a onda sonora criada pela corda vocal não utiliza de nenhum cabo até chegar ao ouvido do receptor (ARTHAS, 2010).

A conexão Wi-Fi é baseada no padrão 802.11, desenvolvido pelo IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) e aprovado no final dos anos noventa. Essa tecnologia requer uma conexão cabeada prévia e um transmissor para distribuir o sinal de internet pelo ar (ENGST E FLEISHMAN, 2005)

Em 1999, o IEEE concluiu o padrão 802.11b (11 Mbps a 2,4 GHz). Em 2002, o 802.11a (54 Mbps a 5 GHz) foi lançado no mercado, porém incompatível com o padrão 802.11b. Também nesse ano, o padrão 802.11g (54 Mbps a 2,4 GHz) foi ratificado, operando com a mesma velocidade do 802.11a e na mesma frequência do 802.11b. (ENGST; FLEISHMAN, 2005).

2.2 Segurança de redes sem fio

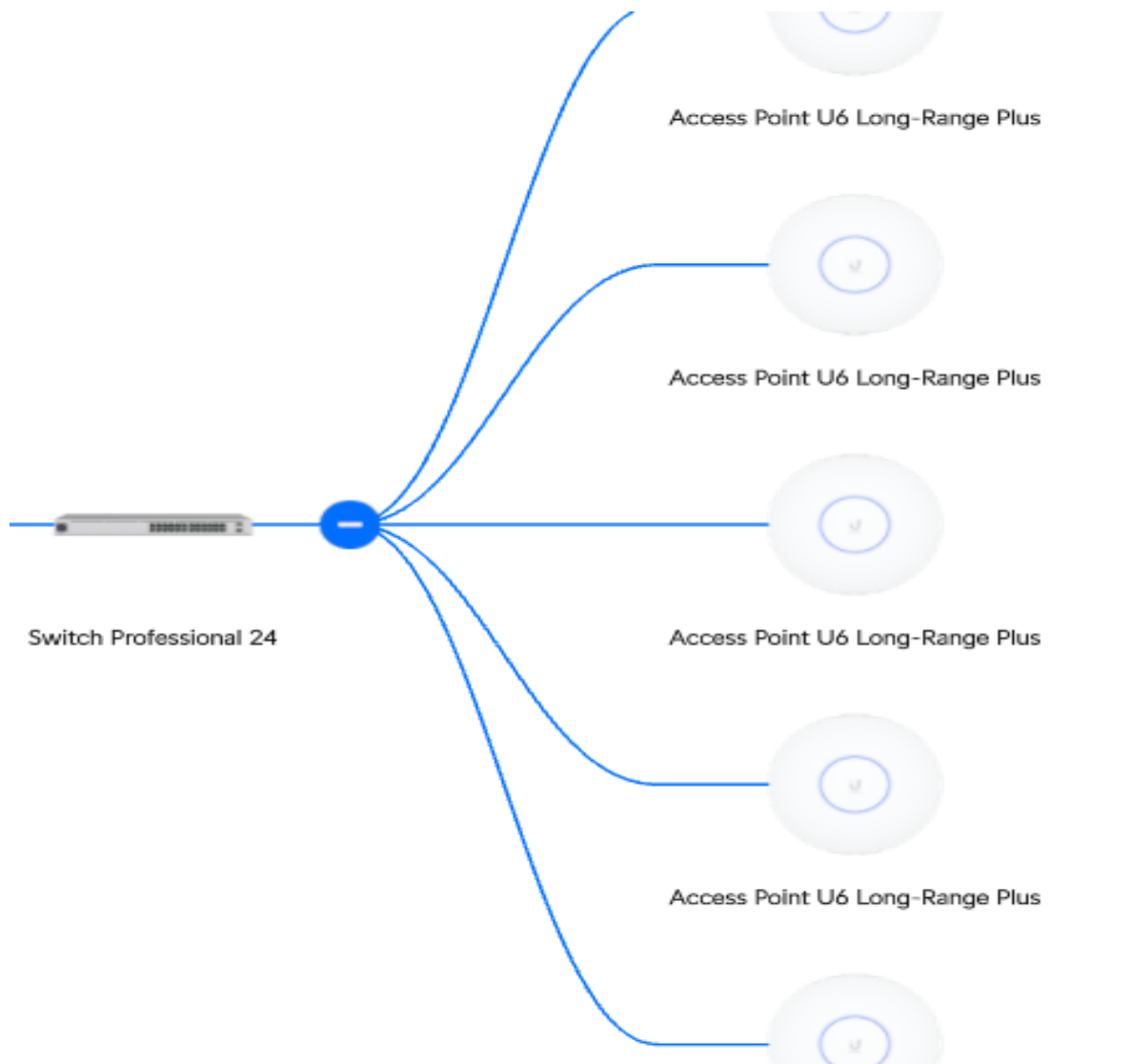
A necessidade de segurança é um fato real em nosso dia-dia. No mundo da informação onde o uso das informações digitais cresce ano a ano, essa segurança é muito peculiar, é uma evolução constante, onde novos ataques têm como resposta a descoberta de novas técnicas de proteção, criando assim um ciclo (SILVA E FREITAS, 2014).

Os dispositivos móveis, como laptops conectados a Wi-Fi ou aparelhos portáteis vinculados a conexões de Internet por telefone celular, permitem que muitos usuários acessem a Internet sem fio. No entanto, essa conveniência trazida pelo acesso generalizado à Internet também expõe uma considerável vulnerabilidade de segurança. Por exemplo, ao posicionar um receptor passivo próximo ao transmissor sem fio, é possível interceptar cópias de cada pacote de dados transmitido. Esses pacotes podem incluir informações sensíveis, como senhas, números de identificação, segredos comerciais e comunicações pessoais. (KUROSE; ROSS, 2013).

A expressão "vulnerabilidade" denota a situação que torna um bem mais propenso a ameaças e invasões. Por exemplo, ao deixar a porta de casa aberta, a vulnerabilidade a roubos é incrementada, embora isso não assegure um roubo imediato. Analogamente, no contexto de ativos de informação, a negligência em relação ao hardware ou software torna os sistemas mais suscetíveis a ataques (SOUZA, 2018).

2.3 Topologia






Figura 1: Topologia para planta



Para a definição da topologia que foi utilizada na implementação da rede WiFi, foi feito um levantamento da planta e definido os equipamentos a serem usados, conforme veremos em breve. A partir dos resultados obtidos definimos que a proposta atenderia todo o ambiente escolar, sem perda de sinal. Dentro desse cenário, a conexão é feita por um switch que através de um link de internet fornece a disponibilidade para os Access Points e então subside um meio de acesso disponível por smartphones, notebooks, celulares e tablets.

2.4 Dispositivos de rede

Figura 2: Dispositivos de redes usado na topologia

UniFi Devices	Quantity
 Access Point U6 Long-Range	5
 Rack Mount Blank Patch Panel 24-Port	1
 Switch Professional 24 PoE	1
Communications Rack	Quantity
 UniFi® Rack 24U with PDU	1
Cabling Materials	Quantity
 Existing Ethernet Cable	5

2.4.1 Pontos de acesso sem fio

Um access point sem fio (WAP) é um dispositivo de rede que permite aos dispositivos sem fio se conectarem a uma rede cabeada. É mais simples e fácil instalar WAPs para conectar todos os computadores ou dispositivos na rede do que usar fios e cabos. (CISCO, 2023).

2.4.2 Roteadores sem fio

São dispositivos de hardware que os provedores de serviços usam para conectar você à Internet a cabo ou xDSL. O roteador sem fio, também chamado de roteador Wi-Fi, combina as funções de rede de um access point sem fio e de um roteador. Um roteador conecta redes locais a outras redes locais ou à Internet. (CISCO, 2023).

2.4.3 Ponte de rede sem fio

Uma ponte sem fio é um tipo de dispositivo de hardware de rede que permite a conexão de dois segmentos diferentes de rede local (LAN) criando uma ponte de conexão sem fio entre eles. Ele funciona como uma ponte de rede com fio e é usado para conectar LANs que são logicamente separadas e / ou localizadas em diferentes locais físicos. (CISCO, 2023)

2.4.4 Repetidores

Extensores de alcance ou repetidores podem estender o alcance de uma rede sem fio existente. Extensores de alcance podem ser posicionados estrategicamente para cobrir uma área ou permitir que a área do sinal travesse barreiras como aquelas criadas em corredores em forma de L. Dispositivos sem fio conectados através de repetidores irão sofrer uma latência maior para cada salto. Ainda, um dispositivo sem fio conectado a qualquer um dos repetidores em uma corrente terão uma performance limitada pelo link mais fracos entre dois nós na corrente da qual a conexão é originada até onde a conexão termina (GOLDSMITH, 2005).

2.4.5 Switch

Os switches são os principais componentes de qualquer rede. Eles conectam vários dispositivos, como computadores, access points, impressoras e servidores na mesma rede, seja em um prédio ou no campus. Um switch permite que os dispositivos conectados compartilhem informações e conversem entre si. Switches não gerenciados Os switches de rede não gerenciados foram projetados para que ao conectá-los, eles funcionem imediatamente, sem necessidade de configuração. (CISCO, 2023).

Os switches não gerenciados normalmente servem para conectividade básica. Você costuma vê-los em redes domésticas, ou onde são necessárias apenas algumas portas, como na mesa do escritório, em um laboratório ou em uma sala de conferência. Os switches gerenciados oferecem maior segurança e mais recursos e flexibilidade, pois você pode configurá-los para se adequarem à sua rede. Com esse controle maior, você pode proteger melhor a rede e aprimorar a qualidade do serviço para os usuários dessa rede. (CISCO, 2023).

2.4.6 Rack

O rack de estrutura aberta tem seus benefícios, geralmente é no custo. Mais barato, esse tipo de rack chega a custar um terço do valor de racks fechados. Além do mais, graças à armação aberta, não há nada que impeça a circulação de ar pelo rack. Outro ponto positivo é em relação ao manuseio e acessibilidade interna dos equipamentos. (DICOMP, 2020).

2.5 Frequência

Tanto o espectro de 2,4 GHz quanto o de 5 GHz são faixas de frequência utilizadas para a comunicação de sinais Wi-Fi com dispositivos. A maioria dos roteadores modernos oferece ambas as opções para uso doméstico, o que às vezes pode gerar dúvidas sobre qual frequência usar em dispositivos como televisões, celulares e consoles de videogame (SSYOZI, 2022).

Além da mudança de nomenclatura, existem distinções específicas que merecem ser esclarecidas. No entanto, é importante notar que não é apenas a diferença numérica que determina a superioridade de uma frequência sobre a outra (SSYOZI, 2022).

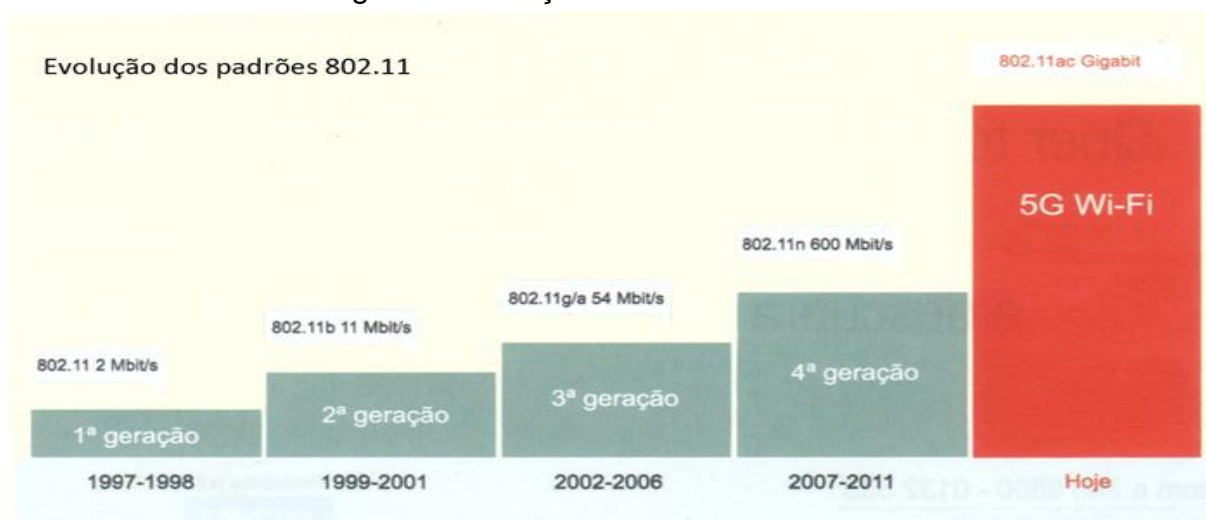
As principais diferenças entre as faixas de 2,4 GHz e 5 GHz:

Embora ambas sejam essencialmente utilizadas para Wi-Fi e compartilhem usos comuns, como conectar-se à internet, e o equipamento de transmissão (geralmente um roteador), existem semelhanças. Portanto, é frequente deparar-se com redes Wi-Fi com nomes semelhantes, mas com a adição dos números das respectivas frequências (SSYOZI, 2022).

As faixas de frequência utilizadas pelo padrão Wi-Fi não requerem licenças para instalação ou funcionamento, o que as torna bastante atrativas. Entretanto, no contexto comercial no Brasil, é obrigatório obter uma licença da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel). Para conectar-se à internet por meio de uma rede Wi-Fi, é necessário estar dentro da área de cobertura de um ponto de acesso ou de um local público que ofereça uma rede sem fio, utilizando dispositivos móveis, como laptops (MENDES, 2008).

2.7 IEE 802.11ac.

Figura 3: Evolução dos Padrões 802.11



Fonte: FHS. Padrão 802.11ac. Disponível em: https://fhs.pro.br/?page_id=979

O padrão IEEE 802.11ac emprega técnicas de transmissão fundamentadas no método OFDM, uma vez que o OFDM otimiza a utilização do espectro e mantém a resistência à degradação do sinal sem fio, como por exemplo o enfraquecimento causado por múltiplos trajetos de propagação. (TANENBAUM; WETHERALL, 2011).

A técnica OFDM emprega múltiplas portadoras ortogonais entre si para transmitir dados. Nesse método, a largura de banda disponível é dividida em faixas menores, onde subportadoras em diferentes frequências são utilizadas para transmitir informações simultaneamente. Cada subportadora transporta uma parcela dos dados originais, passando por etapas de embaralhamento e incorporação de códigos de correção de erro. Antes do advento do padrão IEEE 802.11n, a técnica OFDM estava baseada em 52 subportadoras que operavam em canais de 20 MHz de largura de banda. As evoluções mais recentes dessa tecnologia, incorporadas ao padrão IEEE 802.11n, adicionaram mais subportadoras para serem transmitidas em canais de maior largura de banda, como os de 40 MHz (BARROS, 2016).

2.8 WPA 2

No ano de 2004, o WPA2 foi oficialmente estabelecido como a evolução final do WPA. A distinção chave entre WPA e WPA2 reside no método de criptografia. Enquanto o WPA utiliza o algoritmo RC4, o mesmo empregado na segurança da Web (Web Encryption), o WPA2 adota a criptografia mais robusta AES (Advanced Encryption Standard), que é mais segura do que o TKIP (Temporal Key Integrity Protocol) utilizado pelo WPA. Contudo, é importante notar que o WPA2 demanda mais poder de processamento e algumas placas mais antigas não têm capacidade para suportar essa tecnologia, mesmo que haja uma atualização de firmware (SILVA, 2012).

A autenticação no WPA2 segue um processo semelhante ao do WPA. Ao autenticar-se, ocorre uma série de mensagens alteradas entre o ponto de acesso (AP) e o usuário. Essa troca de mensagens incorpora um prolongamento no procedimento de conexão (LINHARES; GONÇALVES, 2007).

O algoritmo de criptografia AES exige um maior processamento de dados para sua execução, então seu uso é indicado para usuários que necessitam de um alto padrão de segurança de redes como, por exemplo, organismos governamentais. No entanto, esta desvantagem não se torna tão relevante, já que as máquinas atuais são capazes de sustentá-lo tranquilamente. (CISCO,2023).

Embora o WPA2 seja o protocolo mais seguro atualmente, ele também tem desvantagens. O algoritmo de criptografia AES requer mais processamento de dados para ser executado, portanto, é adequado para usuários que exigem altos padrões de segurança de rede. (OLIVEIRA; BEM, 2017).

3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Este capítulo aborda a metodologia aplicada neste trabalho e a relevância para o desenvolvimento da pesquisa de implementação de rede sem fio, padrão IEEE 802.11ac.

O presente capítulo tem por objetivo trazer à tona quais as metas do projeto, bem como delimitar cada passo na concepção, além das métricas utilizadas. A aplicação do trabalho se dará em 3 importantes etapas:

1. Estudo dos componentes necessários para concepção da rede.
2. Estrutura do ambiente acadêmico.
3. Implantação e configuração da rede.

3.1 Estudo dos componentes necessários

Com a crescente dependência da conectividade sem fio, tanto em ambientes domésticos quanto corporativos, é essencial garantir uma rede estável e de alta velocidade para atender às necessidades dos usuários, com isso, veremos a seguir as características dos equipamentos e a de segurança da rede.

Roteador: O roteador é o coração da rede Wi-Fi. Ele conecta sua rede local à Internet e permite que vários dispositivos se conectem sem fio.

Ponto de acesso: Em casos onde a área a ser coberta é grande ou há obstáculos que podem enfraquecer o sinal do roteador, é recomendado o uso de pontos de acesso adicionais. Eles são dispositivos que estendem a rede Wi-Fi existente, fornecendo uma conexão forte e estável em áreas distantes.

Switch: Um switch é usado para conectar vários dispositivos por meio de cabos Ethernet. Ele permite criar uma rede com fio e distribuir a conexão de Internet para dispositivos que não possuem capacidade Wi-Fi, como desktops, impressoras ou consoles de jogos. Ao escolher um switch, é importante considerar o número de portas necessárias e a velocidade de transferência (10/100/1000 Mbps).

Cabos Ethernet: Os cabos Ethernet são utilizados para conectar os dispositivos à rede com fio. Neste projeto foi proposto cabos de categoria 6 ou superior para garantir velocidades de transferência de dados rápidas e estáveis.

Repetidor Wi-Fi: Se houver áreas onde o sinal Wi-Fi é fraco ou inexistente, um repetidor Wi-Fi pode ser utilizado para estender o alcance da rede. Ele capta o sinal Wi-Fi existente e o retransmite, fortalecendo-o em áreas remotas. É uma solução prática para ampliar a cobertura sem fio sem a necessidade de cabos adicionais.

Segurança: Em qualquer rede Wi-Fi, a segurança é uma preocupação fundamental. Para tanto, certificamos de escolher equipamentos com recursos de segurança robustos, como criptografia WPA2/WPA3, para proteger a rede contra invasões e acessos não autorizados.

3.2 Estrutura do ambiente escolar

Figura 4: Planta do Colégio A



Fonte: Autoral pelo Photoshop

3.3 Implantação e configuração da rede

Para a instalação da Rede serão utilizados equipamentos fabricados pela empresa Ubiquiti Networks, utilizando o padrão IEEE 802.11ac no qual oferece velocidades de transferência de dados muito superiores aos padrões anteriores, graças a técnicas avançadas de modulação, como a QAM. Ele opera na faixa de 5 GHz, o que resulta em uma maior largura de banda disponível e menos interferência. Além disso, o 802.11ac utiliza tecnologia MIMO com várias antenas, permitindo uma transmissão simultânea de múltiplos fluxos de dados e introduziu o Beamforming para melhorar o alcance e a estabilidade do sinal (UBNT, 2022).

Para um gerenciamento e manutenção da rede sem fio, é extremamente notório idealizar que é necessário ter um profissional para realizar os futuros ajustes.

4 RESULTADOS

Figura 5: Planta do Colégio A - 2.4Ghz

Estimated 2.4GHz WiFi Coverage



Figura 6: Planta do Colégio A - 5Ghz

Estimated 5GHz WiFi Coverage



Para aprimorar a infraestrutura de rede, foram adicionados cinco pontos de acesso Wi-Fi, estrategicamente, dentro da planta. O primeiro ponto foi instalado no teto da sala 03, proporcionando uma conexão de qualidade em praticamente todo o corredor, abrangendo desde a sala 01 até a sala 05. O segundo ponto foi instalado na secretaria, oferecendo acesso exclusivo à Internet para os professores, atendendo às suas necessidades de comunicação e distribuindo o sinal para o laboratório. O terceiro ponto está localizado no pátio, garantindo uma conexão confiável durante eventos, seminários e palestras. Por fim, o quarto e o quinto ponto de acesso foram instalados no corredor entre as salas 06 a 08, proporcionando uma cobertura abrangente.

Com essas melhorias na infraestrutura de rede, busca-se proporcionar uma conexão estável e de alta qualidade para diferentes áreas da instituição. Os pontos de acesso e roteadores estrategicamente posicionados permitem uma distribuição eficiente do sinal Wi-Fi, garantindo uma conectividade adequada tanto para eventos quanto para o uso diário das salas de aula, secretaria e laboratório. Isso possibilita uma experiência de internet mais fluida e produtiva para professores, alunos e demais usuários.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, apresenta-se a possibilidade de implantar uma rede sem fio na estrutura de comunicação de uma instituição educacional. Isso viabiliza a adoção de práticas de experimentação remota pelos professores durante as aulas.

O layout foi utilizado como forma de mostrar antes e depois dos locais, permitindo ao leitor uma maneira prática de visualizar todo o trabalho realizado.

Quanto aos resultados, podemos afirmar que a proposta de implementação é completamente viável e pode ser realizada, levando em consideração a melhoria na distribuição da internet nas salas, gestão, estabilidade e alcance..

A proposta do projeto acabou não se tornando uma realidade devido ao colégio não mostrar interesse, mesmo reconhecendo que a solução seria eficiente e eficaz. Entretanto, o projeto está sendo usado como trabalho de conclusão de curso, trilhando o caminho para a tecnologia dentro da sala de aula.

REFERÊNCIAS

MENDES, Douglas R. **Redes de Computadores: Teoria e prática**. SP: Novatec Editora, 2007. Acesso em: 11 mar. 2023.

CISCO PRESS. **CCNA Wireless Official Exam Certification Guide**. Disponível em: <https://www.ciscopress.com/store/ccna-wireless-official-exam-certification-guideccna-9781587056185>. Acesso em: 1 jun. 2023.

CISCO. **Roteadores para empresas de pequeno porte**. Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/solutions/small-business/networking/routers.html. Acesso em: 24 abr. 2023

CISCO. **O que é um roteador**. Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/solutions/small-business/resource-center/networking/what-is-a-router.html. Acesso em: 1 jun. 2023.

CISCO. **Configuração do WPA 2**. Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/wireless-mobility/wireless-lan-wlan/67134-wpa2-config.html. Acesso em: 3 mai. 2023.

CISCO. **Como funciona um switch**. Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/solutions/small-business/resource-center/networking/network-switch-how.html. Acesso em: 3 mai. 2023.

DICOMP. **O que são racks**. Disponível em: <https://www.dicomp.com.br/noticia/156/o-que-sao-racks-12-caracteristicas-para-entender-mais-e-escolher-o-ideal-para-seu-servidor>. Acesso em: 11 jun. 2023.

ENGST, Adam; FLEISHMAN, Glenn. **Kit do Iniciante em Redes Sem Fio: O guia prático sobre redes Wi-Fi para Windows e Macintosh**. 2ª ed.: São Paulo. Ed.: Pearson Makron Books. 2005. Acessado em: 24 mai. 2023.

MORAES, A. F. (nd). **Redes sem fio: Instalação, Configuração E Segurança - Fundamentos**. Saraiva Educação S.A. Acesso em: 19 mai. 2023.

SOUZA, V.A. D. **Fundamentos de segurança da informação**. Editora: Grupo A, 2018. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595025875/>. Acesso em: 20 ago 2023.

GOLDSMITH, Andrea. **Wireless Communications**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2005. Acesso em: 24 mai. 2023.

KUROSE, James F.; ROSS, Keith W.. **Redes de Computadores e a Internet: Uma Abordagem Top - Down**. 5. ed. São Paulo: Pearson, 2010. 576 p. Acesso em: 4 jun. 2023.

BIBLIODIGITAL. **Implementação de um Modelo de Segurança para Rede Sem Fio WPA2-EAP**. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4574/Roger%20Casagrande%20de%20Medeiros.pdf?sequence=1>. Acesso em: 5 abr. 2023.

SILVA, Givonaldo, **Redes sem fio** 2012, Disponível em: <http://givonaldogilvan.blogspot.com.br/2012/10/wep-wep2-wpa-wpa2-wpa-psk-wpa2-psk.html>- Acessado em: 20 mar. 2023.

OLIVEIRA, Daniel Thomé de; CORTIMIGLIA, Marcelo Nogueira; LONGHI, Magali Teresinha. **Ambientes Virtuais de Aprendizagem no Ensino Superior Presencial: o processo de adoção da tecnologia na perspectiva do docente**. Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância, v. 14, 2015. Acesso em: 24 mai. 2023.

RODRIGUES, L. et al. Universidade Estadual Paulista Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira Programa de pós-graduação em Engenharia Elétrica. **Análise e desempenho de rede de acesso sem fio**. Disponível em: . Acesso em: 23 mai. 2023.

FHS. **Padrão 802.11ac**. Disponível em: https://fhs.pro.br/?page_id=979. Acesso em: 8 jun. 2023

NOVATEC. **Segurança em redes sem fio**. Disponível em: <https://s3.novatec.com.br/capitulos/capitulo-9788575222430.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2023.

KUROSE, J. F.; ROSS, K. W. **Rede de computadores e a internet: Uma Abordagem Topdown**. 6 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013. Disponível em: https://www.academia.edu/40017607/6_a_edi%C3%A7%C3%A3o. Acesso em: 10 dez. 2023.

SILVA, A. C.; FREITAS, R. N. **Segurança em redes sem fio**. In: CECÍLIO, T. C. B. NetworkTechnologies. São Paulo. Anais... SP: Faculdades Network, 2014. Disponível em: www.nwk.edu.br/intro/wp-content/uploads/2014/05/BSI-2013-.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acesso em: 29 Mai. 2023.

SYOZI, R. **Qual a diferença entre a rede Wi-Fi de 2,4 GHz e 5 GHz**. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/qual-a-diferenca-entre-a-rede-wi-fi-de-24-ghz-e-5-ghz/>. Acesso em: 16 ago. 2023.

CLARO, Letícia. **A importância da garantia do acesso à internet nas escolas**. Disponível em: <https://prioridadeabsoluta.org.br/midiainformacao/a-importancia-da-garantia-do-acesso-a-internet-nas-escolas/>. Acesso em: 13 ago. 2023.

SILVA, Eduardo S. **Pesquisa e análise dos protocolos de segurança nas implementações de redes utilizando o padrão IEEE 802.11. 2011**. Disponível em: 3 jun. 2023.

TANENBAUM, A. S.; WETHERAL, D. J. **Redes de Computadores - 5a Ed. - 2011**. [S.I.]: PEARSON EDUCATION - BR, 2011. Acesso em: 04 jun. 2023.

TORRES, Gabriel. **Redes de Computadores**. Vila Isabel RJ: Novaterra, 2019.
Acesso em: 2 jun. 2023.

LINHARES, André Guedes;GONÇALVES,Paulo André Da. **Uma Análise dos Mecanismos de Segurança de Redes IEEE 802.11:WEP, WPA, WPA2 e IEEE 802.11w**. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) - Centro de Informática (CIn)Av. Professor Luís Freire s/n – Cidade Universitária - Recife – PE – Brasil{agl., pasg}@cin.ufpe.br,2007. Acesso em: 22 mar. 2023.

EXPLORERNET: **Entenda como surgiu a internet sem fio**. Disponível em:
<<https://explorernet.com.br/blog/entenda-como-surgiu-a-internet-sem-fio.html>>.
Acesso em: 11 ago. 2023.

BARROS, J. J. R. **Efeitos da Interferência gerada por Fornos de Micro-ondas nas Redes sem fio IEEE 802.11 b/g/n**. Dissertação (Mestrado) — Instituto Federal de Ciência, Tecnologia e Educação - Paraíba, 2016. Citado na página 24.

UBNT. **airOS v5.5**. Disponível em:
https://dl.ubnt.com/guides/airOS/airOS_UG_V55_3-20-12.pdf. Acesso em: 3 jun. 2023.