



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
IFAP - CAMPUS MACAPÁ
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM REDES DE COMPUTADORES

GRAILSON DOS SANTOS SILVA
MANOEL RAIMUNDO CORDEIRO MARQUES

**IMPLANTAÇÃO E GERENCIAMENTO DE UMA REDE SEM FIO NO PRÉDIO
DE UM COLÉGIO TRADICIONAL DE MACAPÁ.**

Macapá/AP

2021

GRAILSON DOS SANTOS SILVA
MANOEL RAIMUNDO CORDEIRO MARQUES

**IMPLANTAÇÃO E GERENCIAMENTO DE UMA REDE SEM FIO NO PRÉDIO DE
UM COLÉGIO TRADICIONAL DE MACAPÁ.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do Título de Tecnólogo em
Redes do Curso Superior de Tecnologia de
Redes de Computadores do Instituto
Federal do Amapá, Campus Macapá.

Orientador: Prof. Jairo de Kássio Siqueira
Barreto

Macapá/AP
2021

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- S743i Silva, Grailson dos Santos Silva
 Implantação e gerenciamento de uma rede sem fio no prédio de um colégio tradicional de Macapá / Grailson dos Santos Silva Silva, Manoel Raimundo Cordeiro Marques Marques. - Macapá, 2021.
 63 f.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá, Curso de Tecnologia em Redes de Computadores, 2021.
- Orientador: Esp. Jairo de Kássio Siqueira Barreto Barreto.
1. Wireless. 2. WiseFi. 3. Captive Portal. I. Marques, Manoel Raimundo Cordeiro Marques. I. Barreto, Esp. Jairo de Kássio Siqueira Barreto, orient. II. Título.
-

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do IFAP
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

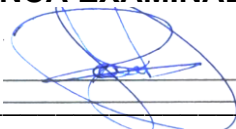
GRAILSON DOS SANTOS SILVA
MANOEL RAIMUNDO CORDEIRO MARQUES

**IMPLANTAÇÃO E GERENCIAMENTO DE UMA REDE SEM FIO NO PRÉDIO
DE UM COLÉGIO TRADICIONAL DE MACAPÁ.**

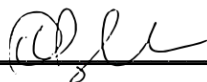
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do Título de Tecnólogo em
Redes do Curso Superior de Tecnologia de
Redes de Computadores do Instituto
Federal do Amapá, Campus Macapá.

Orientador: Prof. Esp. Jairo de Kássio
Siqueira Barreto

BANCA EXAMINADORA



Prof. Esp. Jairo de Kássio Siqueira Barreto.



Prof. Me. Olavo Nylander Brito Neto



Esp. Luan Paulo Gomes Azevedo Costa

Aprovados em: 24/06/2021

Nota: 8,9

AGRADECIMENTOS

A Deus todo poderoso, que nos concedeu sabedoria e forças, além de estar conosco nos abençoando durante todo o caminho percorrido desde a nossa entrada no curso de Tecnólogo em Redes de Computadores e, ainda, por nos manter saudáveis durante esta pandemia até este momento.

Aos professores e mestres que compartilharam conosco seus conhecimentos ao longo de todo o curso, e porque não dizer também de todos os colegas e amigos feitos durante toda esta jornada, que mesmo com o distanciamento social causado pela pandemia da COVID-19 nos manteve unidos e solidários.

Aos gestores do Colégio InterGenius Sr. Armindo Oliveira Sousa e Reiko Yokono Sousa por nos permitir desenvolver e realizar nosso trabalho em seu empreendimento.

Ao orientador, Prof. Jairo Siqueira Barreto, pela dedicação e que sempre nos desafiou a concluir esse projeto

Eu, Manoel Raimundo Cordeiro Marques, agradeço aos meus pais - In Memoriam – que, mesmo sendo semianalfabetos, conseguiram nos orientar para que pudéssemos ter a melhor educação e conhecimentos para chegarmos a este momento e ir além. Não posso deixar de citar minha amada esposa Iza Carla, meus 5 filhos: Cíntia Dantas Marques, Gabriel Henrique dos Santos Cordeiro, Círio Marques dos Santos Neto, Rafael Marques dos Santos e Manoel Victor dos Santos Marques que me apoiaram durante todo esse processo.

Eu, Grailson dos Santos Silva, agradeço a todos que estiveram comigo nesta jornada: amigos, familiares que, mesmo nos momentos difíceis, me deram forças para que eu pudesse concluir este curso. E em especial, a minha mãe e irmã que nunca me deixaram desistir dos meus sonhos. Agradeço ao meu colega e amigo de TCC, Manoel Marques, que teve uma importante colaboração nesta trajetória acadêmica, pois, ao longo do tempo me dava carona do IFAP para que eu pudesse chegar um pouco mais cedo em casa, e, toda honra e glória ao Senhor Jesus Cristo.

RESUMO

Este trabalho buscou, mesmo não sendo um tema novo, mostrar como é possível implantar e gerenciar uma rede Sem Fio sem o stress de ter que configurar vários ativos de rede, um de cada vez, em caso de haver alguma alteração de segurança ou de rotina na rede. Além, claro, de diminuir custos em implantar uma rede wireless. O cenário que utilizamos foi um colégio tradicional particular de Macapá, que precisava de rede Wi-fi que pudesse ter cobertura nos 03 andares do prédio e, que pudesse atender a grupos diferentes de usuários, com restrições de largura de banda específicos para cada tipo de uso.

Palavras chave: Wireless. WLAN. WiseFi. Captive Portal. Pontos de Acesso.

ABSTRACT

This work sought, even though it is not a new topic, to show how it is possible to deploy and manage a Wireless network without the stress of having to configure several network assets, one at a time, in case of any security or routine changes, on the network. In addition, of course to decrease costs in deploying a wireless network. The scenery we used was a traditional school in Macapá, which needed a Wi-Fi network that could have coverage on the 03 floors of the building and that could serve different groups of users, with specific bandwidth restrictions for each type of service used.

Keywords: Wireless. WLAN. WiseFi. Captive Portal. Access Point.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Canais e a frequência de operação de cada um	18
Figura 2 - Canais para a frequência de 2,4GHz no protocolo 802,11b	19
Figura 3 - Andar Térreo.....	36
Figura 4 - Primeiro Pavimento.....	37
Figura 5 - Segundo Pavimento.....	38
Figura 6 - Switch onde os APs estão conectados – Patch Cords vermelhos	38
Figura 7 - Mostra os APs que foram adicionados à rede	40
Figura 8 - Mostra os detalhes da configuração de um AP	40
Figura 9 - Grupos da WLAN IG 2,4Ghz cadastrados.....	41
Figura 10 - WLAN IG de 2,4Ghz- Rede PROFESSORES	42
Figura 11 - WLAN IG de 2,4Ghz - Grupo COLABORADORES	42
Figura 12 - WLAN IG de 2,4Ghz - Grupo DISPOSITIVOS.....	43
Figura 13 - Grupo WLAN de 5GHz.....	43
Figura 14 - WLAN IG 5Ghz - Grupo PROFESSORES_5G	44
Figura 15 - Todos os Perfis de banda	44
Figura 16 - Perfil de banda do grupo PROFESSORES	45
Figura 17 - Grupo de acesso - Foi criado apenas para a rede DISPOSITIVOS	45
Figura 18 - Tela de editar ou cadastrar um dispositivo de rede pelo MAC.....	46
Figura 19 - Cadastro do CPF de todos os professores.....	46
Figura 20 - Tela de customizar o Captive Portal.....	47
Figura 21 - Tela de Login do Captive Portal apresentada ao usuário	48
Figura 22 - Mostra em quais APs existem maior acesso e tráfego de dados	48
Figura 23 - Mostra a quantidade de clientes na rede por período	49
Figura 24 - Mostra o consumo em Megabytes, em toda a rede por período.....	49
Figura 25 - Registro de todas as conexões na rede	50
Figura 26 - Dashboard - Visão geral de como estão todas as conexões.	51
Figura 27 - Usuário habilitado a logar no WiseFi.....	51
Figura 28 - Tela para edição/adição de um usuário do WiseFi.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
AP	Access Point
APs	Access Points
BSS	Basic Service Set
CRC	Cyclic Redundancy Check
CTI	Coordenadoria de Tecnologia de Informação
IEEE	Institute of Electrical and Eletronics Engineers
EHF	Extremely High Frequency
ELF	Extremely Low Frequency
HF	High Frequency
IG	InterGenius
IP	Internet Protocol
ISSO	International Standards Organization
LF	Low Frequency
LP	Linha Privada
MAC	Media Access Control
MF	Medium Frequency
MIMO	Multiple Input Multiple Output
OSI	Open Systems Interconnection
POE	Power-over-Ethernet
SHF	Super High Frequency
STA	Wireless LAN Stations
SSID	Service Set Identifier
TCP	Transmission Control Protocol
TCP/IP	Transmission Control Protocol over Internet Protocol
UHF	Ultra High Frequency
VHF	Very High Frequency
VLF	Very Low Frequency
WEP	Wired Equivalent Privacy
WLAN	Wireless Local Area Network
WI-FI	Wireless Fidelity
WPA	Wi-Fi Protected Access
WPA2	Wi-Fi Protected Access2

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	12
2.1	Geral:	12
2.2	Específicos:	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	História do wireless	13
3.2	Ondas eletromagnéticas	14
3.2.1	Absorção	16
3.2.2	Reflexão.....	16
3.2.3	Difração.....	16
3.2.4	Interferência	17
3.3	Frequência em rede sem fio	17
3.4	Arquitetura IEEE 802	19
3.4.1	Padrão IEEE 802.3 (Ethernet).....	19
3.4.2	Padrão IEEE 802.11 (Wi-fi)	20
3.4.2.1	Padrão 802.11b.....	20
3.4.2.2	Padrão 802.11a.....	21
3.4.2.3	Padrão 802.11g.....	21
3.4.2.4	Padrão 802.11n.....	22
3.4.2.5	Padrão 802.11ac.....	22
3.5	Equipamentos	23
3.5.1	Roteador wireless.....	23
3.5.2	Wireless Access Point (WAP ou AP) - Ponto de Acesso Sem Fio	24
3.5.3	Repetidores Wi-Fi.....	24
3.5.4	Qual a diferença entre roteador, repetidor e Access Point?.....	25
3.5.5	Vantagens do Access Point.....	26
3.6	Segurança em rede	27
3.7	WiseFi	28
3.7.1	Captive Portal.....	28
3.7.2	Autenticação	29
3.7.3	Funcionamento do grupo WLAN	30
4	METODOLOGIA	31
4.1	Estudo de caso	31

4.2	Sujeito da pesquisa.....	32
4.3	Definição do escopo inicial	32
4.4	Perspectivas para a solução do problema	34
5	Implantação e configuração	36
5.1	Instalação física dos APs	36
5.2	Processo de implantação e configuração do WiseFi	38
5.3	Resultado esperado	47
6	CRONOGRAMA	53
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
7.1	Dificuldades encontradas.....	55
7.2	Trabalhos futuros.....	56
	REFERÊNCIAS.....	58
	APÊNDICE A - ORÇAMENTOS.....	62

1 INTRODUÇÃO

As redes de computadores são vistas ultimamente como um campo importante. Basta ver a dimensão que elas tomaram nas últimas décadas. Estas, que antes em sua maioria eram cabeadas, hoje, devido ao grande avanço das tecnologias, da quantidade de dispositivos móveis e a expansão da rede mundial de computadores, dão espaço para as redes sem fio, também chamadas Wi-Fi (Wireless Fidelity), seu nome provém do inglês: Wire (fio, cabo); Less (sem); ou seja: sem fios.

Se antes já era importante ter uma boa rede wireless, atualmente ela é fundamental. Saber quais equipamentos serão utilizados para os ambientes corporativos e educacionais, que dependem de conexão para realizar suas atividades, é um começo muito importante. Quer seja, para otimizar o trabalho dos colaboradores ou para disponibilizar internet sem fio para clientes e visitantes.

Em um cenário corporativo havia dificuldade para o profissional de rede instalar e gerenciar vários dispositivos de conexão – roteadores ou AP (Access Points), porque esses dispositivos eram configurados e administrados individualmente, conforme a política de acesso e segurança de cada empreendimento, quanto maior a quantidade de dispositivos, maior a dificuldade de gerenciamento.

Este trabalho abordará sobre a forma de como podemos implantar e gerenciar uma rede Wireless. Resolvendo os dilemas dos administradores de rede, no que se refere aos tipos e modelos dos ativos de rede usar, quantas WLANs (redes) serão disponibilizadas, gerenciamento centralizado de forma segura e escalável, possibilidade de inserir ou remover algum ativo da rede sem ter que refazer alguma configuração.

Escolhemos um colégio privado tradicional, localizado no centro de Macapá para planejar e implantar nosso trabalho. Será montada uma infraestrutura de rede Sem Fio que permitirá gerenciar 08 Access Points (AP) e aos seus grupos de usuários a utilizarem os serviços da rede com qualidade e segurança.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral:

Verificar a possibilidade de implantação de uma rede sem fio que permita criar e gerenciar 03 grupos WLAN para a rede dos dispositivos que trabalham na frequência de 2,4ghz – serão 3 redes com nomes distintos, e 02 grupos WLAN para a rede dos dispositivos que trabalham na frequência de 5ghz - serão 2 redes com nomes distintos, utilizando para isso 08 Access Points (AP) AP1210AC e o Gerenciador WiseFi, ambos do fabricante Intelbras.

2.2 Específicos:

- Escolher os modelos de Ativos de Rede que utilizaremos neste projeto.
- Fazer o gerenciamento desses Ativos de Rede de forma centralizada, sem a necessidade de ter que configurar cada um dos 08 APs, para isso, utilizaremos o Gerenciador de Access Points WiseFi da Intelbras.
- Configurar o WiseFi de forma que possamos controlar o acesso de todos os usuários, aplicar as políticas de segurança, aplicar os parâmetros a todos os AP de uma só vez, e ao final, fazer as análises do tráfego na rede.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Um dos grandes desafios para um administrador de redes ao planejar a infraestrutura de uma rede é aliar eficiência - em termos de conexão, a um custo que esteja dentro da realidade financeira da empresa. Podendo escolher entre uma rede cabeada e/ou wireless.

As redes wireless estão cada vez mais no cotidiano de empresas, instituições educacionais e até mesmo em residências. Com a popularização de equipamentos móveis como: notebooks, tablets, Smartphones e SmartTVs, a tendência é que os custos dos ativos de rede fiquem menores, ocasionando a redução dos custos de implantação das redes sem fio, em comparação com o das redes cabeadas. Além disso, as redes wireless são mais fáceis de implantar por não precisarem ser conectadas àqueles emaranhados de cabos, sem a necessidade de estar subindo em forros ou lajes para passagem de cabos.

Com a pandemia, em todo o mundo, estamos vivendo um período desafiador, em que cada vez mais as pessoas precisam estar em suas residências e conectadas. Seja para conversarem com seus familiares e amigos ou para o trabalho no formato home office. Especificamente para professores e estudantes, uma vez que as aulas estão totalmente sendo ministradas em formato virtual, este trabalho foi desenvolvido em um colégio privado tradicional de Macapá.

Também podemos elencar como um dos principais propósitos deste projeto a maneira fácil e rápida de instalar e gerenciar Access Points sem precisar passar horas configurando cada AP da rede individualmente, sobrando tempo para fazer outras atividades.

Antes que possamos nos dedicar sobre as práticas que inspiraram o tema de nosso trabalho, consideramos necessário poder mencionar, brevemente, históricos e conceitos do que está relacionado ao que hoje nos permite utilizar o sinal wireless como forma de comunicação.

3.1 História do wireless

Segundo ENGST e FLEISHMAN (2005) Wireless, em português significa sem fio, é termo usado para conceituar qualquer tipo de conexão para transmissão de dados ou informações sem o uso de cabos ou fios. Os meios utilizados podem ser ondas

eletromagnéticas ou de rádio, raios infravermelhos e até bluetooth para estabelecer uma conexão.

Sabemos que diversas tecnologias surgiram com fins militares e com as redes wireless não foi diferente, nasceu da necessidade de um método de transmissão simples e segura em um ambiente de comunicação em combate. Com vários estudos e muitas melhorias, essa tecnologia passou a ser utilizada em empresas, instituições de ensino e em ambientes domésticos. Tendo como sua principal característica a possibilidade de mobilidade, o que agrada aos usuários dessa tecnologia, principalmente no meio corporativo.

O que se sabe sobre a criação das redes wireless é que em 1901 o físico italiano Guglielmo Marconi estava fazendo uma demonstração da funcionalidade de um telégrafo sem fio e, de dentro de um navio, o físico transmitiu informações para o litoral por meio de ondas de rádio (código morse), a ideia central é a mesma, apenas os modernos sistemas digitais sem fio funcionam melhor.

Segundo ENGST e FLEISHMAN (2005). em 1971, na Universidade do Havaí, foi desenvolvida a primeira rede sem fio para conectar computadores em quatro ilhas sem utilizar cabos telefônicos. Nos anos 80, as redes sem fio se tornaram mais populares, com a ideia de compartilhar dados entre computadores. Algumas das primeiras redes sem fio não utilizavam rádios, eram usados transceptores infravermelhos. Porém, o infravermelho não evolui, pois, sua radiação não pode atravessar a maioria dos objetos físicos.

Já nos anos 90 muitas tecnologias sem fio foram desenvolvidas, mas a que mais agradou foi a do padrão IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11 batizada de redes Wi-Fi, e mais consequentemente, suas diversas versões e complementos (TECHTUDO.COM.BR, 2020).

3.2 Ondas eletromagnéticas

Antes de definirmos o que é uma onda, podemos dizer que ela está presente o tempo todo em nosso meio. Quando um cantor emite um som, ou quando jogamos algum objeto na água, até mesmo quando o vento bate na árvore causando o vai e vem dos galhos temos ali uma forma de onda, essas pequenas propagações de partículas no meio físico ou não, na mesma direção ou em direções diferentes de forma periódica

e em vários períodos. Dizemos que esses movimentos ocasionaram uma determinada onda.

Assim, a onda eletromagnética pode apresentar as seguintes propriedades: a velocidade com que ela se propaga, a frequência, a amplitude e ao comprimento dessa onda. Mede-se o comprimento de uma onda, indo da distância de um ponto a outro o qual é equivalente a onda seguinte. “Frequência é o número de ondas completas que passam por um ponto fixo dentro de um período de tempo. A velocidade é medida em metros por segundo (...)”. (FLICKENGER, 2008, p.10). A onda ainda possui uma propriedade chamada amplitude. Ela equivale a distância do centro da onda para o extremo de um de seus picos podendo ser vista como a altura da onda na água.

Quando se fala em onda, fala-se em espectro eletromagnético que existem e são padronizados pelas agências reguladoras. No caso do Brasil essa regulação é dada pela ANATEL. O espectro então, está dividido em três regiões: Região1 (Europa, África e parte da Ásia); Região2 (América do Norte, América do Sul e Groelândia); Região3 (Pacífico e Sul da Ásia) (ANATEL, 2009).

O espectro está dividido em frequências de ondas extremamente longas (ELF), muito longas (VLF), longas (LF), médias (MF), curtas (SF), frequências muito altas (VHF), frequências ultra altas (UHF), frequências super altas (SHF) e frequências extremamente altas (EHF). As ondas mais longas conseguem abranger distâncias maiores, porém, com qualidade de sinal baixo. As classificadas por suas frequências são destinadas a tipos específicos de serviço, determinados pelas autoridades de telecomunicações (SITEANTIGO.PORTALEUCACAO.COM.BR, 2020).

As ondas eletromagnéticas sofrem a junção de dois campos, elétrico e magnético, por serem ondas diferentes das ondas mecânicas, ela se propaga tanto no meio material quanto no vácuo. As ondas eletromagnéticas transportam consigo energia e assim dizemos que ela se propaga na velocidade da luz. Assim, as redes sem fio passam por um processo de decodificação do sinal, que são transmitidas através de ondas de rádio, que passam por um adaptador como um roteador que recebe esse sinal e retransmite para os demais dispositivos da rede (HELERBROCK, Rafael, 2020).

Os governos disponibilizam apenas duas frequências para a comunicação das informações, sendo elas 2.4 e 5 GHz, como as ondas se propagam através do vácuo e não necessitam de meio físico é necessário escolher muito bem a posição e o local em que os dispositivos de transmissão do sinal wireless serão instalados, para que a onda

possa se propagar sem que obstáculos e ou outros equipamentos causem interferência e nem atenuem o seu sinal.

As ondas que sofrem oscilações elétricas ao longo do seu percurso são transformadas em ondas eletromagnéticas e transmitidas através de antenas, posteriormente serão decodificadas por receptores e se transformam em sinal de Wi-Fi. O qual nos permite acesso à internet sem fio. A posição da antena é um fator determinante para ter um sinal mais forte e de melhor qualidade, mesmo que a antena esteja posicionada corretamente, vamos relatar o que acontece com essas ondas eletromagnéticas à medida que elas viajam (COMPUTER.HOWSTUFFWORKS.COM, 2021).

3.2.1 Absorção

Podem sofrer esse fenômeno qualquer tipo de onda, seja ela eletromagnética ou não, que é quando o meio por onde ela esteja passando absorve sua energia, representado pela diminuição de sua amplitude e distância. Algumas dessas barreiras podem ser representadas por metal, água, vidro, madeira ou qualquer outro campo que faça com que essa onda perca força.

3.2.2 Reflexão

Quando uma determinada onda colide com uma superfície onde os raios são transmitidos de volta para o meio de origem, chamamos isso de reflexão. Um fator relevante é que do mesmo jeito em que a onda atinge um objeto refletor será da mesma forma que os raios voltarão à sua origem. Água e metal são as principais causadoras de reflexão, assim, em um ambiente empresarial ou corporativo onde se tem barreiras dessa natureza, conclui-se que haverá uma quantidade bastante considerável de incidência de reflexão.

3.2.3 Difração

É quando uma onda, ao passar por um obstáculo, sofre um desvio ou espalhamento e, a partir desse ponto, se inicia uma nova onda que alcançará locais

que aparentemente estariam escondidos para ela. Nós não conseguimos observar esse fenômeno a olho nu, mas ele está presente em nosso dia-a-dia.

Quando a difração acontece, a onda é penalizada com perda de potência de sinal. Se for colocado algum aparelho ou se for feito um gráfico de como era a onda antes e de como ficou depois que sofreu difração, vamos observar que no decorrer do seu trajeto a onda sofreu atenuação e ficou mais fraca desde seu local de origem até seu destino final.

3.2.4 Interferência

Observamos esse fenômeno quando um aparelho celular toca perto da televisão ou de um aparelho de som. Temos ainda, ao viajar de avião, o pedido para desligar o telefone para que não interfira no funcionamento dos aparelhos de comunicação do avião, isso ocorre por causa da interferência de ondas. Quando duas ondas diferentes se propagam pelo mesmo espaço, uma pode sobrepor a outra causando um ruído na comunicação. Isso também ocorre quando um Access Point está configurado no mesmo canal que outro, em uma mesma rede, um vai causar interferência ao outro, formando uma onda embaralhada que não será eficiente para a comunicação.

3.3 Frequência em rede sem fio

As redes sem fio utilizam ondas de rádio ou infravermelho. Por isso, numa rede sem fio para funcionar bem em prédios, é preciso ficar atento ao local onde será colocada a antena de transmissão, para que a mesma não encontre obstáculos na hora de transmitir o sinal.

Ressalta-se que foi um engenheiro italiano chamado Guglielmo Marconi (1874-1937), o primeiro a fazer transmissão de mensagens através de ondas eletromagnéticas. O “telégrafo sem fio”, (rádio), foi patenteado em 1898. O rádio tem um significado muito especial, pois até hoje continua sendo a base para transmissão sem fio. Suas ondas conseguem alcançar até milhões de quilômetros de distancias.

Antes da popularização do padrão IEEE 802.11, uma série de soluções proprietárias já estavam disponíveis no mercado e incluem RadioLAN, Clarion e Aironet (hoje uma divisão da Cisco Systems). Com a ascensão do padrão do IEEE, essas alternativas são cada vez menos comuns. O atual

desenvolvimento em termos de capacidade de transmissão do padrão IEEE 802.11 vem de uma série de técnicas, como o uso de múltiplas antenas, agregação de quadros, melhores codificadores de canal e aumento da largura de banda de transmissão. (BRANQUINHO, 2014, p.11-13).

A frequência medida em hertz é inversa ao período, sendo que o período é a onda repetida de tempos em tempos. Ela transmite informação codificando os símbolos nos transmissores que serão decodificadas no receptor. Ao longo de sua história o padrão 802.11 faz uso de duas faixas de transmissão autorizadas para a rede sem fio, são elas: a faixa ISM (Industrial, Scientific and Medical), que abrange as frequências entre 2,4 e 2,5 GHz. Essa é a faixa utilizada pelas implementações 802.11b e 802.11g. e a outra é a faixa C-ISM que abrange as frequências entre 5,725 e 5,875 GHz.

Neste caso, a que será relevante neste momento é a primeira faixa. Pois, ela vai atender a perspectiva do trabalho. De modo, que para entender como funciona é bom saber que, de acordo com Torres:

A faixa de 2,4Ghz começa na frequência de 2.401Ghz e termina na frequência de 2.473Ghz (EUA) ou 2.483Ghz (maioria dos países do mundo incluindo o Brasil – Resolução Anatel 506/2008). Esta faixa é dividida em 14 canais em uma distância de 5Mhz entre cada canal. (Exceto entre canais de 13 e 14 que possuem uma distância de 12Mhz entre eles). (TORRES, 2020, p.14). Figura 1

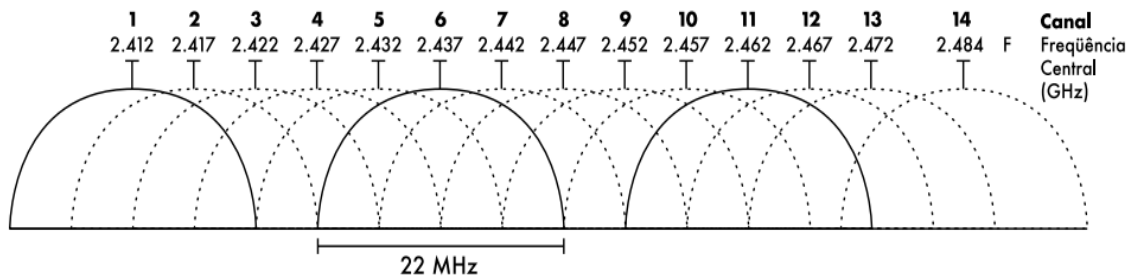
Figura 1 - Canais e a frequência de operação de cada um

ID do Canal	Freq. Canal
1	2412 MHz
2	2417 MHz
3	2422 MHz
4	2427 MHz
5	2432 MHz
6	2437 MHz
7	2442 MHz
8	2447 MHz
9	2452 MHz
10	2457 MHz
11	2462 MHz
12	2467 MHz
13	2472 MHz
14	2484 MHz

Fonte: Autores da pesquisa, 2021

Na faixa de 2,4Ghz os canais estão separados entre si por 5Mhz de largura, o canal 1 está na frequência 2.412Mhz. Para redes Wi-fi o ideal é usar a faixa de 2,4Ghz usando estes canais: de 20Mhz, 22Mhz e 40Mhz sem sobreposição nos canais 1, 5, 9 e 13; 1, 6 e 11 e; 3 e 11 respectivamente. Figura abaixo.

Figura 2 - Canais para a frequência de 2,4GHz no protocolo 802,11b



Fonte: <http://wndw.net/>, 2021

No entanto, esta é uma faixa que está saturada por ser muito utilizada por vários equipamentos como, por exemplo, o micro-ondas. Assim, como consequência se tem um baixo desempenho da rede. Por esse motivo, o ideal seria utilizar a faixa de 5Mhz, porém, os equipamentos são mais caros e ainda mais, muitos usuários não possuem aparelhos que operem nessa frequência, por serem, justamente, dispositivos mais caros. Ex.: Smartphones, Tablets e Notebooks.

O infravermelho é pouco utilizado devido a sua baixa frequência a qual não passa de 10 Mbps, numa distância de 30 metros de comunicação. Existe também a comunicação por laser, a qual alcança uma distância de 200 a 300 metros de distância e pode ligar uma rede a outra sem fio.

3.4 Arquitetura IEEE 802

Para que pudesse definir os métodos de acesso e controle para redes locais (LANs) e metropolitanas (MANs) o IEEE (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos) desenvolveu esse conjunto de padrões. Muito embora não seja a única série de padrões de protocolos criadas pelo IEEE, porém é a mais importante.

Da relação de normas IEEE 802 criadas, para que não fique muito extenso, daremos uma breve explicação sobre a 802.3 e a 802.11.

3.4.1 Padrão IEEE 802.3 (Ethernet)

O padrão 802.3 e suas extensões são dedicados às Redes locais Ethernet, onde o meio de comunicação é o cabo e, para que ocorra a comunicação é necessário que existam estações de trabalho, equipamentos que farão a interligação entre elas e do meio físico de transmissão, desde que estejam todas as estações na mesma rede local.

Como todo padrão evolui com o 802.3 não foi diferente, antes essa rede suportava velocidade de 10 Mbps com o uso de cabo coaxial, depois passou a alcançar 100 Mbps através de cabos UTP Cat 5, e, posteriormente, vieram os cabos UTP Cat 6 suportando faixa de 1Gbps. Tem como característica o uso da tecnologia CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), o método avalia se está tudo certo com a transmissão de dados, se o meio físico está livre, podendo ocorrer mais de uma transmissão ao mesmo tempo, pois, esse modo não prioriza nenhuma transmissão, podendo ocorrer uma colisão de dados, então o CD (Collision Detection), nos avisa que houve um problema ou um erro de transmissão e os dados estão colidindo na rede (IEEE, 2018).

3.4.2 Padrão IEEE 802.11 (Wi-fi)

Segundo Alecrin, Ermeson (2021), A primeira versão do padrão 802.11 foi apresentada oficialmente em 1997. Com o surgimento das versões posteriores, o padrão original passou a ser conhecido como 802.11-1997 ou, ainda, 802.11 legacy.

É conhecido como rede Wi-Fi por trabalhar em radiofrequência e seguir normas para estabelecer uma conexão sem fio, que podem conectar vários equipamentos a quilômetros de distâncias através de ondas eletromagnéticas. Caracteriza-se por trabalhar nas camadas físicas e de enlace segundo o modelo OSI/ISO. Por ter uma largura pouco compatível com a maioria dos aplicativos, foi necessário criar outros padrões para atender à exigência dos novos aplicativos. Por esse motivo, os produtos sem fio 802.11 comuns não são mais fabricados. Todavia, uma família inteira surgiu a partir desse padrão inicial (WI-FI ALLIANCE a, 2021).

Faremos uma breve abordagem sobre os padrões 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n e 802.11ac, porque os Acces Points escolhidos podem trabalhar com todos eles. Cada um funciona sobre uma frequência diferentes, alguns na faixa de 2,4 GHz (Gigahertz), outros na faixa de 5 GHz.

3.4.2.1 Padrão 802.11b

Segundo Engst e Fleishman, (2005) em julho de 1999 o padrão 802.11 original foi expandido pelo IEEE com a criação da especificação 802.11b, que suportaria uma velocidade teórica de até 11 Mbps. Uma largura de banda mais realista de 2 Mbps

(TCP) e 3 Mbps (UDP) deve ser esperada, uma vez que o padrão anterior não atendia a necessidade de seus usuários.

O 802,11b tem uma taxa de dados de 11Mbps/s e opera na mesma frequência de sinalização de rádio não regulamentada de 2,4 a 2,485 GHz, e isso pode incorrer em interferência de fornos de micro-ondas, telefones sem fio e outros aparelhos que usam a mesma faixa de frequência. Para evitar esse problema, deve-se instalar a engrenagem 802.11b a uma distância razoável de outros aparelhos, com isso, a interferência pode ser facilmente evitada (KUROSE, 2013).

3.4.2.2 Padrão 802.11a

Havia a crença que o 802.11a tinha sido criado depois do 802.11b. Porém, eles foram criados ao mesmo tempo e, sua diferença é que trabalha na frequência de 5GHz, atingindo velocidade de até 54Mbps. Este padrão foi criado para corrigir os problemas encontrados nos 802.11 e 802.11b. geralmente é encontrado em redes comerciais, por ter custo mais alto (ALECRIM, 2021).

Essa frequência mais alta em comparação com 802.11b encurta o alcance das redes 802.11a. A frequência mais alta também significa que os sinais 802.11a têm mais dificuldade em penetrar nas paredes e outras obstruções de sinal pois quanto maior a frequência mais forte é o sinal porem em uma área de cobertura menor (ALECRIM, 2021).

Por usarem frequências diferentes, o 802.11a e 802.11b não são tecnologias compatíveis. Para não perderem possíveis clientes, certos fornecedores conseguem oferecer equipamento de rede híbrido (802.11a / b, o que faz com que cada dispositivo conectado a ele deve usar um ou outro. Atualmente o 802.11b já estar sendo substituído em instalações novas por não atender mais as necessidades pretendidas (MATHEUS, 2017).

3.4.2.3 Padrão 802.11g

A intenção desse novo padrão era combinar o melhor dos padrões anteriores, o 802.11a e o 802.11b. O resultado é que 802.11g suporta largura de banda de até 54 Mbps e usa a frequência de 2,4 GHz para ter maior abrangência, seu esquema de modulação faz com que este padrão atinja elevadas taxas de dados (ARTHAS, 2010).

Por ser compatível com 802.11b, os pontos de acesso 802.11g funcionam com adaptadores de rede sem fio 802.11b e vice-versa, além de atuarem na mesma frequência os dois padrões possuem três canais. A vantagem dele é ter menor custo e suporta todos os dispositivos sem fio e equipamentos de rede usada atualmente. A desvantagem é que toda a rede fica mais lenta quando há uso de dispositivo padrão 802.11b plugado nela, pois o sinal é nivelado na frequência mais baixa (MORIMOTO. Revisado 26 jun. 2005).

3.4.2.4 Padrão 802.11n

Segundo CARROLL, 2009. Com a intenção de melhorar o padrão 802.11g, o 802.11n (também conhecido como Wireless N) foi projetado para melhorar a quantidade de largura de banda que ele suporta, usando vários sinais e antenas wireless (chamados de tecnologia MIMO) em vez de um. Foi ratificado em 2009, por grupos de padrões da indústria com especificações que fornecem até 600 Mbps de largura de banda de rede (IEEE, 2009).

Também oferece um alcance um tanto melhor em relação aos padrões Wi-Fi anteriores devido à sua maior intensidade de sinal e é compatível com versões anteriores do equipamento 802.11a / b / g (MORAES, 2010).

3.4.2.5 Padrão 802.11ac

Chega então a 5ª geração de Wi-Fi que primeiro sinalizou o uso popular, 802.11ac usa tecnologia sem fio de banda dupla, suportando conexões simultâneas em dispositivos Wi-Fi de 2,4 GHz e 5 GHz, com mais usuários navegando. Possibilita fazer conexões audiovisuais com mais velocidade. Também oferece compatibilidade com todas as versões anteriores (802.11a / b / g / n) e largura de banda avaliada em até 1300 Mbps na banda de 5 GHz e até 450 Mbps em 2,4 GHz, três vezes mais veloz que o padrão 802.11n, há também uma mudança na quantidade de antena suportada enquanto o padrão n pode ter até quatro antenas o padrão ac pode possuir até oito antenas (WI-FI ALLIANCE b, 2021).

A maioria dos roteadores sem fio domésticos são compatíveis com esse padrão. Com todas essas melhorias ele oferece uma conexão mais instável com menos interferências. Este padrão também é conhecido como Wi-Fi Gigabit.

3.5 Equipamentos

3.5.1 Roteador wireless

Os roteadores, de maneira geral, servem para receber e enviar dados para diferentes partes da rede. Algumas vezes os confundem com hubs, modems ou switches. No entanto, as funções desses componentes são combinadas e melhoradas no roteador, isso permite que ele se conecte aos outros ativos de rede para melhorar o acesso à internet ou ajudar a criar redes empresariais (CISCO, 2021).

Os roteadores são mais inteligentes que os bridges, porque fazem a leitura somente dos pacotes que precisam ser roteados, ou seja, que se destinam a outra rede. Por este motivo não basta que todos os computadores usem o mesmo protocolo, é preciso que o protocolo seja roteável. Apenas o TCP/IP e o IPX/SPX são roteáveis, ou seja, permitem que os pacotes sejam endereçados para outra rede. (MORIMOTO, 2011).

Por serem vistos como inteligentes, os roteadores permitem escolher qual a melhor rota. Desse modo, quando um roteador percebe que seu caminho está congestionado ele procura por roteadores que estejam com o tráfego livre ou menos congestionados, isso implica que ele pode ter que passar por uma quantidade maior de roteadores para chegar ao seu destino (RIBEIRO, 2014).

Tem a responsabilidade, também, de estabelecer e compartilhar a conexão à web com todos os dispositivos sem fio, por meio de uma rede Wi-Fi, oferecendo mobilidade para navegar na internet. Assim, mesmo distante da fonte de sinal, o usuário se mantém online.

Os roteadores são bem utilizados no meio Internet/Intranet e para comunicação LAN-TO-LAN (como, por exemplo, ligação matriz-filial). No meio Internet/Intranet, o roteador aparece na ligação do site do provedor (rede local do provedor) ao link Internet, bem como na conexão do provedor a sub-provedores via LP de dados (especializada), LP de voz (não especializada) ou mesmo linha discada. Matriz e filial podem usar a Internet para este fim, usando algum artifício de proteção nas pontas para evitar acesso público, o chamado software de firewall. (PINHEIRO, 2004).

Depois de compartilhado o sinal wireless, o acesso à rede é liberado para os usuários com ou sem senha. Para uma rede mais segura é indicado o uso de senhas.

3.5.2 Wireless Access Point (WAP ou AP) - Ponto de Acesso Sem Fio

É um dispositivo de rede que permite levar o sinal de Internet a áreas em que a cobertura original proporcionada por um roteador é limitada. Mais avançados do que os repetidores Wi-Fi, os aparelhos usam conexão via cabo aos dispositivos centrais de rede (como roteadores e switches).

O Access Point é o dispositivo principal em um provedor de Internet sem fio. Ele é o emissor central de sinal o qual os clientes recebem o sinal de Internet dele. O AP pode vir dotado de uma antena interna capaz de emitir um sinal em um ângulo de 360° a quilômetros de distância, porém, nos provedores, indica-se o uso de antenas externas e muitas vezes conectadas a amplificadores de sinal. (JARDIM, 2007, p. 65).

O coração de uma rede sem fio é o ponto de acesso e neste dispositivo deve residir boa parte da atenção do administrador. Por conta da diversidade de pontos de acesso existentes, as opções de configuração podem variar bastante. (BRANQUINHO, 2014).

Os APs levam sinal wireless para a outra ponta com mais velocidade, ainda proporciona controle e recursos de segurança importantes para quem precisa de um ambiente controlado. Muito comuns em empresas, os Access Points tendem a ser mais caros que os repetidores, os aparelhos são mais direcionados ao uso em empresas – ou em espaços que exigem mais desempenho e tolerância maior a um grande número de dispositivos conectados ao mesmo tempo.

3.5.3 Repetidores Wi-Fi

Seu nome já sugere sua função. É utilizado para repetir o sinal Wireless. A ideia é simples: o repetidor recebe o sinal gerado pelo roteador e o amplifica, fazendo com que a rede alcance uma área maior do que aquela que seria possível sem o uso do aparelho. Segundo Tanenbaum e Andrew, (2007), os repetidores não reconhecem quadros, pacotes ou cabeçalhos, somente volts. Por exemplo, a Ethernet clássica foi projetada para permitir quatro repetidores, a fim de estender o comprimento máximo de cabo de 500 metros para 2500 metros.

Tendem a ser mais baratos e simples de usar, mas penalizam o consumidor com alguma perda de desempenho. Esse tipo de problema não ocorre com o AP que, conectado via cabo, deve garantir velocidades maiores de rede. Outro diferencial importante está na oferta de maior controle do ambiente, com opções direcionadas a

administradores para determinar perfis de acesso e segurança à rede em questão. Além disso, o AP é, em geral, mais seguro e pode permitir um maior número de dispositivos conectados simultaneamente. (Filipe Garrett, 2018).

3.5.4 Qual a diferença entre roteador, repetidor e Access Point?

Os roteadores servem para interligar um número considerável de redes diferentes, mesmo que situadas em continentes diferentes. Ressaltando que cada rede possui seu próprio roteador e os vários roteadores são interligados entre si. (MORIMOTO,2019).

O roteador recebe a sua conexão de Internet de uma operadora (rede WAN) e distribui essa conexão para sua rede interna (LAN). O roteador tem diversas funções como servidor DHCP (fornece endereço IP de forma dinâmica para todos os dispositivos da rede); servidor DNS (é o responsável por converter os nomes dos sites que desejamos visitar em um número IP correspondente àqueles endereços), servidor de FIREWALL (é uma barreira de proteção, que controla todo o tráfego de dados entre os computadores da rede (LAN) com a Internet (rede WAN), permitindo somente a transmissão e recepção de dados autorizados, evitando ataques cibernéticos e vírus); redirecionamento de portas, muito usado para acesso remoto principalmente para câmeras de segurança. Se for um roteador Wi-Fi ainda compartilha o acesso via wireless, porém com uma limitação de acessos simultâneos.

Já o Repetidor de sinal é um dispositivo que replica o sinal do Wi-Fi, muito utilizado em residências grandes, onde o sinal wireless é muito fraco em determinados pontos da casa. Ele não oferece recursos avançados se comparado com o Access Point, no entanto é mais barato — ideal para o ambiente doméstico.

Em redes corporativas o Access Point é o dispositivo que melhora a experiência de navegação, já que tem capacidade para conexões simultâneas (até 500 dispositivos) e permite criar redes diferentes para cada tipo de uso: departamentos, chefia, clientes, aberto ao público, etc. Tudo isso com gerenciamento centralizado, que permite saber de que forma e com que qualidade a rede está sendo utilizada em cada um dos pontos. O que já não é suportado pelos roteadores.

Por ser configurável e contar com uma série de modos de uso, controles de banda e segurança, o Access Point é uma solução mais profissional para a ampliação de cobertura da rede sem fio em empresas de todos os portes, principalmente em

grandes projetos que necessitam de mais de um Access Point por ambiente, pois ele permite que os usuários naveguem por todo o espaço de cobertura da rede sem interrupção ou necessidade de ficar conectando, manualmente, na rede de maior sinal.

3.5.5 Vantagens do Access Point

A maior vantagem do uso do Access Point é a qualidade do sinal distribuído para todos os usuários e a possibilidade de subdividi-lo em várias redes de acesso, cada uma com uma senha específica ou não. O sinal Wi-Fi se torna mais rápido e seguro para todos os que estão utilizando a rede corporativa.

Outra vantagem é que o dispositivo tem maior potência, (pode ultrapassar os 600 mw) e pode ser ligado via cabo de rede, mantendo a performance. Isso significa que o sinal Wi-Fi distribuído não sofrerá perdas como as encontradas nos repetidores, gerando uma área maior de cobertura – em alguns modelos o alcance pode chegar a 400 m².

Nos modelos pesquisados, observamos que a alimentação é feita via PoE, pelo próprio cabo UTP. Isso elimina o inconveniente de ter que instalar tomadas elétricas nos locais em que eles serão fixados.

Para Meneses,

Access Point - funciona como uma bridge entre a rede wireless e a rede tradicional. Coordena a comunicação entre as STA dentro da BSS. Existem APs que também atuam como roteador, possibilitando o compartilhamento de Internet pelos outros micros da rede. Eles veem de fábrica como servidores DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), facilitando a obtenção de um endereço IP na rede. Também conhecido como concentrador. (MENESES apud ARTHAS, 2004).

O controle da rede Wi-Fi é outro benefício dos Access Points, pois acontece de forma centralizada e pode ser através de hardware ou software. Em nosso trabalho utilizamos os da Intelbras que, por meio de um software de gerenciamento gratuito chamado WiseFi, é possível gerenciar os APs e usuários, ajustando as configurações dos Access Points e grupos de usuários da rede. Mais detalhes serão abordados no item 3.7.

3.6 Segurança em rede

Uma das preocupações de quem planeja ou gerencia uma rede Wi-Fi é com sua segurança. O foco fica em como monitorar e prevenir o acesso não autorizado na mesma. Bem como, evitar a todo custo, a invasão dessa rede. Segundo Pereira, outro fator que afeta diretamente a segurança das redes WiFi é o próprio meio de transmissão que torna essas redes mais expostas, vez que os dados são transmitidos através de ondas de rádio pelo espaço.

Com tantas possibilidades de invasão facilitada através de softwares ou até mesmo sem nenhum conhecimento, muitos indivíduos obtêm acessos à rede sem fio sem autorização, comprometendo assim a confiabilidade e a integridade das informações que circulam pela rede sem fio. Indo mais a fundo, o hacker pode ter quatro comportamentos estratégicos diferentes em relação ao processo de invasão de redes sem fio. (FERREIRA apud RUFINO, 2005).

A segurança trata de situações em que mensagens legítimas são capturadas e reproduzidas, além de lidar com pessoas que tentam negar o fato de terem enviado determinadas mensagens. (TANENBAUM, 2019). Manter uma rede segura não é só pensar em manter a programação livre de erros e sim também cuidar para que ela não sofra ataques de inimigos inteligentes e aparentemente invisíveis ou até mesmo de dentro do próprio sistema ao qual estão inseridos.

A segurança de rede começa com autenticação do usuário, geralmente com um usuário e senha. A razão dessa autenticação é para que um falso AP não venha a roubar os dados da rede ou até mesmo negar o acesso. Para autenticar a rede é possível utilizar três fatores: usuário e senha (um fator); usuário, senha e cartão (dois fatores); usuário, senha e impressão digital ou leitura de retina (três fatores).

Uma vez autenticado, um firewall aplica políticas de acesso, como os serviços que são permitidos a serem acessados pelos usuários da rede. Embora efetivo na prevenção de acesso não autorizado, este componente pode falhar na checagem de conteúdo potencialmente perigoso, como Worms ou Trojans sendo transmitido pela rede.

Os problemas de segurança das redes podem ser divididos nas seguintes áreas interligadas: sigilo, autenticação, não repúdio e controle de integridade. O sigilo está relacionado ao fato de manter as informações longe de usuários não autorizados. É isso que geralmente nos vem à mente quando pensamos em segurança de redes. Em geral, a autenticação cuida do processo de determinar com quem você está se comunicando antes de revelar informações sigilosas ou entrar em uma transação comercial (TANENBAUM, 2019).

Para se evitar esse tipo de coisa, é preciso que o gerente de rede autentique usuários através de assinatura eletrônica, registro de retina e vozes, a fim de diminuir as quebras de sigilos pelos invasores da rede. Também é preciso reduzir os riscos trazidos por software e firmwares inseguros. Quando for preciso atualizar, fazer isso de forma cifrada e conferindo a sua autenticidade.

3.7 WiseFi

Segundo o Manual do Usuário do WiseFi, (2020). É um software de gerenciamento de Access Points Intelbras, desenvolvido para sistemas de redes corporativas em que a implantação de Access Points é feita de forma segura, escalável e controlada de um único local. De uma forma simples, com um assistente disponível no próprio software, você instala o WiseFi em uma máquina Windows e pode gerenciar sua rede através de um navegador web-padrão, configurando os principais atributos da sua rede em poucos minutos, com a descoberta automática dos dispositivos na rede e o status das principais informações da rede em tempo real.

Possui como características principais:

- » Gerenciamento centralizado sem necessidade de controladora física.
- » Customização da rede Wi-Fi para acesso dos visitantes: criação de Captive Portal através de voucher, senha simples, CPF ou cadastro individual.
- » Descoberta automática dos Access Points na rede: ideal para instalação em hotéis e empresas, onde é possível instalar inúmeros Access Points.
- » Dashboard intuitiva com as principais informações da sua rede Wi-Fi.
- » Criação de grupos WLAN para aplicar de forma fácil os parâmetros da sua rede Wi-Fi.
- » Bloqueio e desbloqueio de clientes conectados de forma fácil e segura.

3.7.1 Captive Portal

É um Software responsável por controlar e gerenciar o acesso à Internet em redes públicas, de forma “automatizada”. Ao digitar o endereço de qualquer site no navegador o usuário é interceptado pelo sistema do Captive Portal e redirecionado para

uma interface que solicita a autenticação, dispositivo mais transparente que não precisa interagir com a máquina do cliente.

O Captive portal proporciona aos usuários e ao administrador da rede uma conexão segura, onde podem ser dadas permissões e também podem ser restringidas algumas funções de conectividade, no Captive Portal podem ser colocadas diversas regras para garantir a total segurança da rede.

São sistemas e métodos para autenticação de rede multifator, independente de dispositivo. Em algumas modalidades, uma conexão de rede sem fio pode autenticar um dispositivo por meio de autenticação segura com um certificado que confirma a identidade do dispositivo. Depois de autenticar o dispositivo, um usuário pode ser solicitado a fornecer credenciais no Captive Portal. O Captive Portal pode ser inacessível para dispositivos que ainda não foram autenticados usando um certificado. Depois de fornecer credenciais aprovadas ao Captive Portal, o usuário pode acessar a rede. Esta modalidade e modalidades adicionais são prontamente integradas em redes sem fio privadas e outras. (Wells Fargo Bank NA)

3.7.2 Autenticação

Para garantir que usuários possam ter acesso aos serviços Wi-Fi com qualidade, segurança e, que o serviço possa ser de fácil implementação e manutenção por parte daqueles que provém o serviço, chegou-se ao consenso de que uma autenticação de usuários centralizada e homogênea seria a melhor solução para a resolução deste problema.

Qualquer dispositivo que deseja se conectar à rede de computadores, precisa ser autenticado antes que se permitida sua entrada. No WiseFi não é diferente, no processo de configuração, o gerente ou administrador da rede precisa definir várias regras para a correta autenticação do usuário, como exemplo: nome do usuário, e-mail e senha. Dessa forma cada usuário terá acesso somente à rede com as características configuradas para ele, que pode ser uma rede com baixas taxas de transmissão (MANUAL WISEFI, 2020).

Para garantir mais a segurança da rede foi desenvolvido um outro protocolo chamado WPA, ele vai atuar onde o anterior (WEP) falhou. Os processos de autenticação, controle de acesso e gerenciamento de chaves são os mesmos no WPA-Personal, adotado oficialmente em 2003 e WPA2-Personal (2004), este protocolo

complementa o primeiro (WPA), entretanto, os mecanismos para garantir a confidencialidade e a integridade dos dados são diferentes (OLIVEIRA, 2013)

Gonçalves e Linhares definem a autenticação WEP como:

Um protocolo de segurança do padrão IEEE 802.11, embora possua vulnerabilidades que podem ser facilmente exploradas como tamanho das chaves, além de ser estática e compartilhada por todos que utilizam o AP, ela possui apenas 40 bits, que é um tamanho suficiente para ser quebrada por força bruta (...). Apesar disso, ainda é o mais utilizado por usuários comuns (GONÇALVES; LINHARES, 2006).

O surgimento dos padrões de segurança WPA E WPA2 só foi possível graças aos esforços do grupo IEEE 802.11i. Hoje eles contribuem muito para que as redes sejam mais seguras. No entanto, apesar da sua fragilidade o protocolo WEP ainda é o mais utilizado nas redes domésticas e por usuários leigos (MORAES, 2010).

3.7.3 Funcionamento do grupo WLAN

Segundo o Manual do WiseFi, 2020. Através do grupo WLAN é possível configurar até 8 redes Wi-Fi de forma mais rápida. Basta determinar os parâmetros de configurações em cada SSID e todos os Access Points desse grupo WLAN receberão essas definições. Dentro do menu, Grupo WLAN, existem os submenus 2.4 GHz e 5 GHz, ou seja, a configuração de grupos WLAN é realizada por frequência de operação dos Access Points. As configurações do submenu 5 GHz serão aplicadas somente nos dispositivos Dual Band.

Numa WLAN o Access Point (AP) conecta todos os outros dispositivos à rede. APs estão se tornando comuns como acesso à rede em escritórios e centros de conferência. WLANs tem alcance de até 100 metros e atingem velocidades de até 54 Mbps e são baseadas em padrões como 802.11. (FREITAS, Antônio 2007).

4 METODOLOGIA

Barros e Lehfeld (2007) dizem que a metodologia é responsável por estudar e analisar os diferentes métodos disponíveis, examinando e avaliando as técnicas de pesquisa. Já Marconi e Lakatos (2010, p. 139) definem pesquisa como “um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico”.

Neste trabalho foram realizadas pesquisas de caráter bibliográfico e pesquisa-ação. Estudo de Caso do tipo descritivo.

Beuren (2006), define a pesquisa bibliográfica como sendo aquela que explica um determinado problema a partir de referências teóricas publicadas. Adquirimos a base de conhecimento acerca dos temas envolvidos no projeto. Sucintamente envolveu consultas a manual de fabricante, trabalhos acadêmicos, livros de referência e artigos da área de tecnologia de redes de computadores (GIL, 2012).

Pesquisa ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo, no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 1997).

Em nossa pesquisa ação buscou-se ir diretamente ao local em que desenvolvemos o TCC, para coletarmos informações diretamente com o gerente de rede da instituição em questão. Com objetivos de identificarmos o motivo da implantação da rede wireless, quais os tipos de ativos de rede a serem utilizados, orçamento em equipamentos, materiais e mão de obra para a execução.

Para Beuren (2006), o estudo de caso caracteriza-se principalmente pelo estudo de um único caso, este estudo é utilizado pelos pesquisadores que querem aprofundar seus conhecimentos em um determinado caso. Yin (2010) sintetiza o método do estudo de caso como, uma estratégia de pesquisa de grande abrangência, que se utiliza da lógica do planejamento, de modo a incorporar abordagens específicas à coleta de dados e a análise dos dados.

4.1 Estudo de caso

Este trabalho apresenta a implantação de uma rede sem fio em um tradicional colégio particular, localizado no centro de Macapá. e, inicialmente, essa rede sem fio

deveria ter cobertura apenas no térreo. Mas, com a chegada da Pandemia do COVID-19, e a impossibilidade do ensino presencial, as aulas passaram a ser ministradas de forma remota, com isso, a rede teve que se tornar escalável, para ter cobertura de sinal Wi-Fi em todas as salas de aula de cada andar, inclusive as salas de aula que já são atendidas com a rede cabeada.

Nesta rede os professores utilizarão as ferramentas do material didático virtual, além das tecnologias de Realidade Aumentada e Realidade Virtual, propostas pelo Sistema de Ensino utilizado pelo referido colégio.

4.2 Sujeito da pesquisa

O Colégio, onde o projeto foi desenvolvido, inicialmente em 1992 chamava-se Escola Manhattan Institute of Languages, posteriormente chamada de Escola InterGenius, em 1995. De escola, passou a se chamar Colégio InterGenius em 2013, ganhando um novo prédio com arquitetura arrojada e moderna, que viabilizou a implementação não só do serviço de Educação Básica mais também os de ensino superior através do Polo EAD da UP Universidade Positivo – o maior complexo universitário do Brasil.

4.3 Definição do escopo inicial

A proposição inicial para este trabalho é a implantação de uma rede wireless que possua administração centralizada, custo médio, mantendo as características de confiabilidade, disponibilidade e escalabilidade e, também, a completa mobilidade dos usuários, independentemente de sua localização ou trajeto dentro do prédio.

Vale ressaltar que cada ambiente do prédio, apesar da boa quantidade de Access Points instalados, está sujeito a intempéries próprias, fonte de interferências de diferentes origens, níveis de ruídos distintos. E, a soma de todos esses fatores poderá causar diminuição na qualidade do sinal wireless em determinados locais do prédio e das salas de aula.

A pesquisa foi realizada através de observação direta, na qual se dirigiu ao sujeito para coletar as informações. Analisando o cenário atual do colégio, foi percebido que já existe uma infraestrutura de rede cabeada, mas necessitava de uma rede Wireless abrangente no prédio, vista às constantes atualizações do material digital que

o Sistema de Ensino adotado disponibiliza, tais como Realidade Aumentada e Realidade Virtual, que só podem ser vivenciadas pelos dispositivos móveis.

Sempre com o objetivo de ter-se uma boa cobertura de acesso, facilidade de conexão, sem que o usuário precise ficar mudando de rede ao se deslocar pelo prédio, além, claro, da melhor experiência ao navegar na internet, finalizando com um melhor controle pelo administrador da TI, sobre os dispositivos e usuários que podem se utilizar dessa cobertura Wi-Fi.

Nesta fase fizemos a análise dos tipos de Dispositivos que poderíamos utilizar, as opções eram: Repetidores, Roteadores ou Access Points. A escolha da tecnologia é embasada principalmente no padrão mais adotado pelo mercado de dispositivos portáteis – Notebooks, Tablets, Smart Tvs, Smartphones, e a conclusão é que a infraestrutura deverá suportar equipamentos já no padrão 802.11ac.

O padrão 802.11ac é um padrão novo e bastante utilizado para uso indoor, que é o nosso caso. Se fosse para uso outdoor seria recomendável a utilização ao menos do padrão 802.11b, em que o rádio transmissor conseguiria maiores potências de transmissão, possibilitando uma maior área de cobertura, em detrimento à velocidade.

Optamos pelos Access Points, pelas características de facilidade no gerenciamento, configuração, de expansão, acesso ao suporte do fabricante e por trabalharem em outros padrões que não somente o 802.11ac

As características técnicas do Access Point Intelbras_AP_1240_AC¹, Cisco_Aironet_1700² e Huawei_AP7060DN³ são, praticamente, parecidas. Então, para nossa escolha, destacamos: a menor relação custo x benefício, a facilidade em gerenciar, disponibilidade do suporte da empresa, idioma do software e a alimentação via PoE. As características técnicas do WiseFi são encontradas no site do fabricante⁴.

¹ https://backend.intelbras.com/sites/default/files/2019-07/Datasheet_AP_1210_AC_03-19.pdf

² <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1700-series/datasheet-c78-732347.html>

³ <https://e.huawei.com/br/material/networking/wlan/f487a9862d7b4b3f952f94c59da9831b>

⁴ https://backend.intelbras.com/sites/default/files/2019-02/datasheet_wise-fi.pdf

Foram descartados os APs da Huawei e CISCO devido aos seus altos custos de aquisição, e, para os da Huawei, seria necessário comprar, também, uma controladora para a interligação e gerenciamento.

4.4 Perspectivas para a solução do problema

Diante do cenário que nos foi mostrado e as particularidades de administrar essa rede, escolhemos uma solução da Intelbras - que é uma empresa brasileira, situada no Estado de Santa Catarina, que a 45 anos oferece soluções inovadoras em segurança, redes, comunicação e energia - o AP 1210AC e o Gerenciador de AP WiseFi. O critério escolhido foi a melhor relação custo/benefício, acesso ao suporte e, por ser nacional, o software está em português.

O WiseFi é um software de gerenciamento de Access Points Intelbras, desenvolvido para sistemas de redes corporativas em que a implantação de Access Points é feita de forma segura, escalável e controlada de um único local. A partir de um assistente disponível no próprio software, o usuário instala facilmente o WiseFi em qualquer máquina Windows® e pode gerenciar sua rede através de um navegador web padrão, configurando os principais atributos da rede em poucos minutos, com a descoberta automática dos dispositivos e o status das principais informações em tempo real. (Manual WiseFi, 2020, página 2)

Esta rede wireless deverá atender a tipos específicos de usuários, que são os professores, colaboradores, dispositivos do colégio e visitantes com suas respectivas permissões de acesso, formas de se autenticar, largura de bandas disponíveis e a frequência que seus dispositivos podem conectar. Baseado nestes critérios, definimos 02 grupos para a WLAN de 2.4GHz e 01 grupo para a WLAN de 5GHz.

Para os equipamentos que trabalharão na frequência de 2,4GHz criamos 02 Grupos WLAN, seguindo as seguintes características:

1ª Grupo WLAN de 2,4GHz, que se chama IG, foram criadas 03 redes Wi-Fi, com SSIDs distintos, e foram assim nomeadas:

Wi-fi 01 - PROFESSORES – Será utilizada por todos os professores do colégio, que necessitam de maior largura de banda – seu método de autenticação será por Captive Portal / CPF, previamente cadastrados no WiseFi e seu controle de acesso bloqueará os clientes pertencentes ao Grupo de Usuários DISPOSITIVOS e COLABORADORES – nesta rede permitiremos apenas 100 usuários conectados;

Wi-fi 02 – COLABORADORES – Será utilizada pelos demais funcionários. Este grupo não necessita de altas velocidades de conexão – seu método de autenticação

será por senha, com criptografia WPA2-PSK – seu controle de acesso bloqueará os clientes pertencentes ao Grupo de Usuários PROFESSORES e DISPOSITIVOS – nesta rede permitiremos apenas 20 usuários conectados;

Wi-fi 03 – DISPOSITIVOS - São os dispositivos de rede que fazem parte do patrimônio tecnológico do colégio, tais como Notebooks, Tablets, Smart Tvs e Computadores. Possuem maior velocidade de conexão que a dos Professores e Colaboradores - seu método de autenticação será por cadastro de MAC - seu controle de acesso estará como ABERTO – nesta rede permitiremos apenas 30 dispositivos conectados.

Para o grupo WLAN de 5Ghz, – Como é uma rede que trabalha em uma frequência mais alta, e grande parte dos dispositivos ainda não possuem interfaces de rede que possam se conectar a elas, disponibilizamos somente ao uso dos professores e dos dispositivos fixos do colégio, ficando com características idênticas as do Grupo WLAN de 2,4Ghz, mudando apenas a identificação (SSID) e a frequência de trabalho, que refletirá em maior velocidade de navegação. As identificações são: Wi-Fi 01 – PROFESSORES_5G e Wi-Fi 02 – DISPOSITIVOS_5G

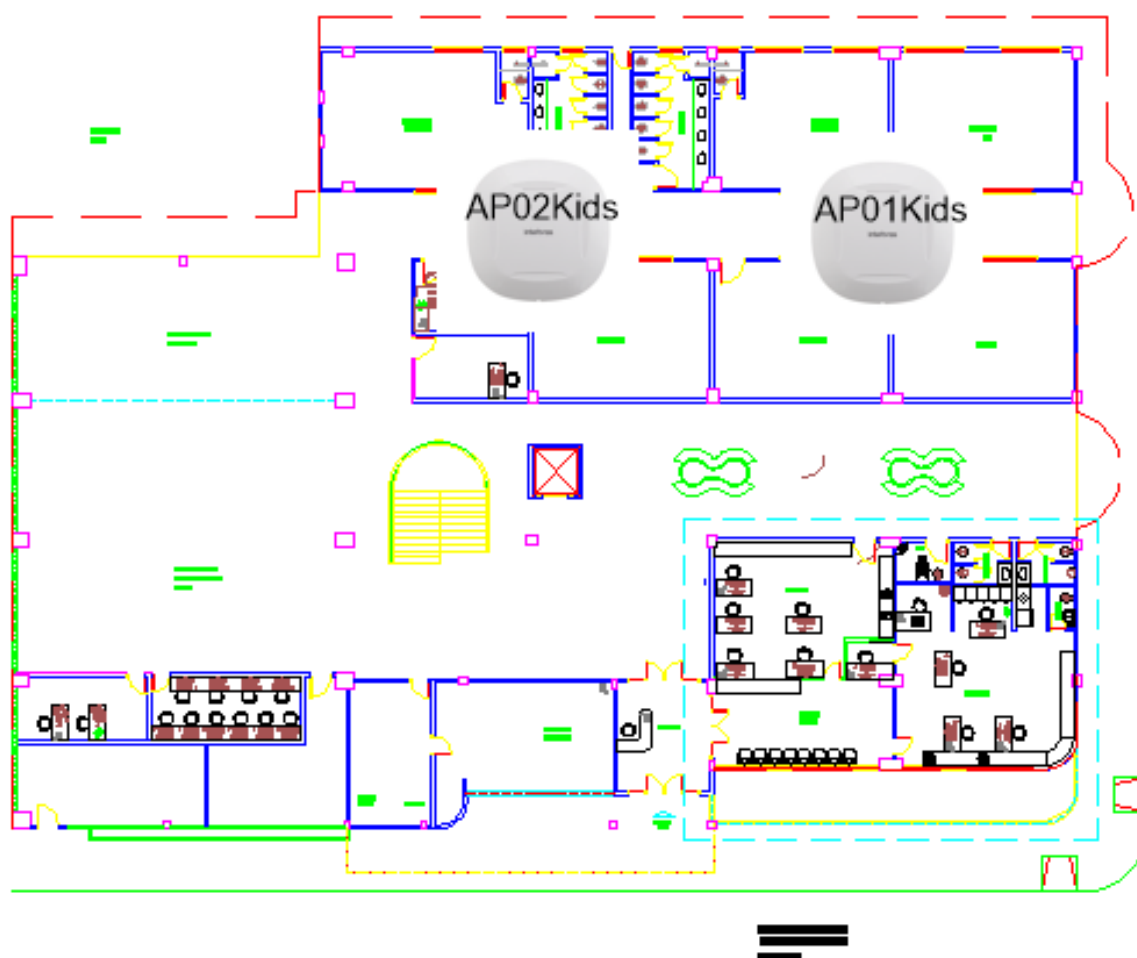
5 IMPLANTAÇÃO E CONFIGURAÇÃO

5.1 Instalação física dos APs

A distribuição dos APs pelos andares do Prédio, atendeu aos locais onde existem salas de aula, conforme as Figuras a seguir.

A figura abaixo mostra o andar térreo, os APs estão fixados no corredor do bloco onde ficam as salas de aula da Educação Infantil. São 06 salas de aulas e 01 coordenação com cobertura de sinal Wi-Fi. Neste segmento, os dispositivos que deverão conectar serão as Smart TVs, Tablets, Computadores e Smartphones.

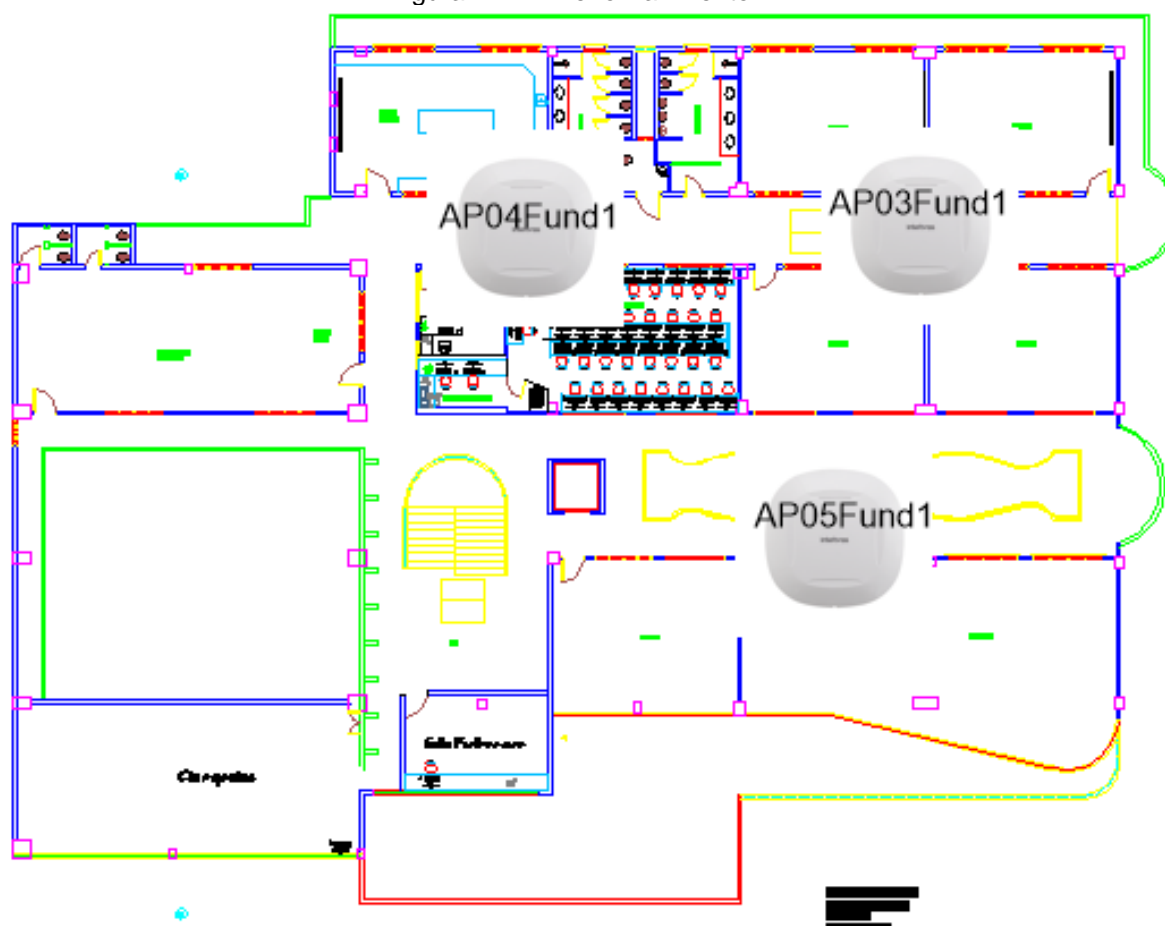
Figura 3 - Andar Térreo



Fonte: Autores da pesquisa, 2020

A figura abaixo mostra a posição de 03 APs, que estão em dois corredores no primeiro andar. Neste andar são atendidos os alunos dos anos iniciais (1º ao 5º Ano) em 07 salas de aula, 01 laboratório de ciências e a coordenação pedagógica. Ficando a distribuição da seguinte forma: o AP03 e o AP04 atendem ao corredor que se contra 04 Salas de aula, laboratório de ciências e a coordenação pedagógica e, o AP05 atender o corredor com 03 salas de aula.

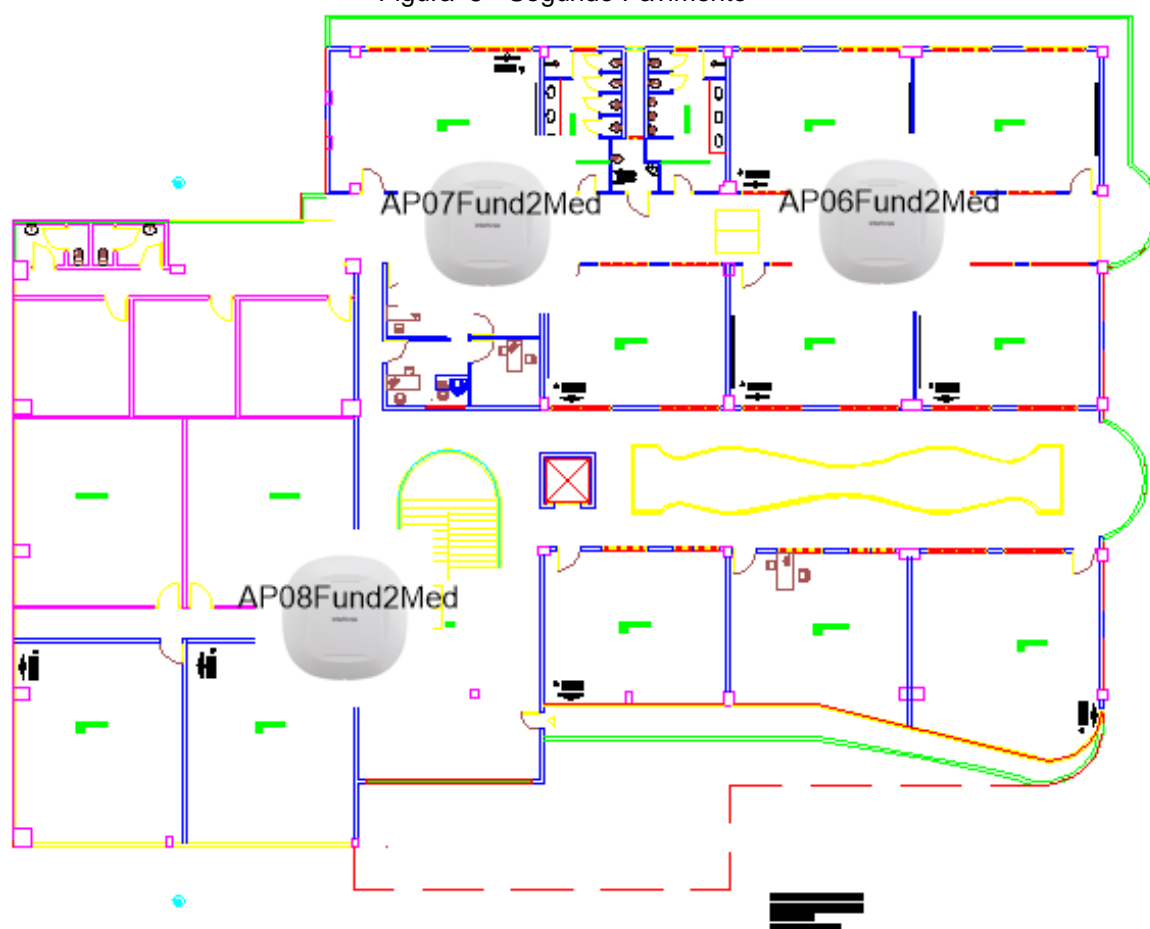
Figura 4 - Primeiro Pavimento



Fonte: Autores da pesquisa, 2020

A próxima figura demonstra a disposição dos APs para o segundo andar. Neste pavimento estão as salas de aula que atendem aos alunos dos Anos Finais (6º ao 9º Ano) e Ensino Médio. Ficando o AP06 e AP07, atendendo ao corredor com 06 salas de aula e Coordenação Pedagógica e o AP08 atendendo a 04 salas do Ensino Médio.

Figura 5 - Segundo Pavimento



Fonte: Autores da pesquisa, 2020

Todos os APs foram interconectados via cabo UTP Cat5e, ao Switch TP-Link TL-SG1024D, no Rack do colégio, conforme a Figura abaixo.

Figura 6 - Switch onde os APs estão conectados – Patch Cords vermelhos



Fonte: Autores da pesquisa, 2020

5.2 Processo de implantação e configuração do WiseFi

A descrição de todas as telas de configuração no WiseFi – Item A, estão descritas minuciosamente no manual do usuário WiseFi_ V-2 6 42⁵. Como em nosso

⁵ https://backend.intelbras.com/sites/default/files/2021-01/Manual_usuario_WiseFi_03-20_site.pdf

trabalho não iremos utilizar todos os recursos disponíveis do WiseFi, para o modelo de negócio apresentado, demonstraremos apenas as configurações feitas para o projeto, com suas respectivas figuras – Itens de B à H.

A - Instalação do WiseFi em um PC Windows – Passo a passo está descrito no Manual do usuário WiseFi

Configuração do PC onde foi instalado o WiseFi:

- ❖ Sistema Operacional: Microsoft Windows 10 Pro;
- ❖ Tipo do sistema: PC baseado em X64;
- ❖ Processador: Intel(R) Core (TM) i7-3520M CPU @ 2.90GHz, 2901 Mhz;
- ❖ Memória Física (RAM) Instalada: 8,00 GB;
- ❖ HD: 1Tb;
- ❖ Rede: Realtek PCIe GBE Family Controller – 100/1000.

B - Access Points adicionados – O Passo a passo do processo também está descrito no Manual do usuário WiseFi.

A identificação dos Access Points obedecerá a ordem de cada bloco e andar ficando da seguinte forma:

Andar Térreo - Bloco das salas da Educação Infantil:

- ❖ AP01Kids
- ❖ AP02Kids

1º Piso – Bloco 1 - salas dos Anos Iniciais

- ❖ AP03Fund1
- ❖ AP04Fund1
- ❖ AP05Fund1

2º Piso – Bloco das salas dos Anos Finais e Ensino Médio

- ❖ AP06Fund2Med
- ❖ AP07Fund2Med
- ❖ AP08Fund2Med

A Figura seguinte mostra a tela que exibe todos os APs já devidamente reconhecidos, instalados e renomeados.

Figura 7 - Mostra os APs que foram adicionados à rede

Status	Modelo	Comentário	IP MAC	Cliente(s)	Versão	Grupo WLAN	Canal	Banda	Potência Sensibilidade	Localizar	Alterar	Detalhe
📶	AP 1210 AC	AP03Fund1	192.168.0.212 24.FD.0D.23.00.9D	3	2.6.20	IG	1 (Acima)	20/40 MHz	21dBm Global (-85dBm)	📍	✏️	📄
📶	AP 1210 AC	AP01Kids	192.168.0.210 24.FD.0D.22.F7.5E	3	2.6.20	IG	1 (Acima)	20/40 MHz	21dBm Global (-85dBm)	📍	✏️	📄

Fonte: Autores da pesquisa, 2021

A figura a seguir mostra a janela que é exibida quando editamos um AP, nela são mostrados os detalhes das configurações para aquele escolhido.

Figura 8 - Mostra os detalhes da configuração de um AP

Fonte: Autores da pesquisa, 2021

C - Grupos da WLAN IG criados – Na Figura abaixo é mostrado a listagem dos grupos da WLAN IG 2,4GHz que foram criados. Nesse grupo temos as redes PROFESSORES, COLABORADORES e DISPOSITIVOS.



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

A figura abaixo mostra a janela onde determinamos as principais características, como: SSID, Perfil de banda, Limite de clientes nessa rede e, na parte de segurança, é onde se determina qual segurança - se Aberta, Captive Portal, Radius, WPA/PSK e WP2/PSK, o tipo de autenticação – que depende de qual das seguranças anteriores foi escolhida e, finalmente, o controle de acesso – onde escolhemos se deixamos desativado ou se permitimos ou bloqueamos algum grupo criado.

Na Figura abaixo mostramos as características da rede PROFESSORES:

- SSID: PROFESSORES
- Perfil de Banda: Foi criado um com o nome de Professores, mais adiante veremos essa tela específica
- Limite de clientes: 100
- Segurança: Captive Portal
- Tipo: CPF
- Controle de acesso: bloquear DISPOSITIVOS

Figura 10 - WLAN IG de 2,4Ghz- Rede PROFESSORES

The screenshot shows the 'Editando Grupo' (Editing Group) configuration page for a WLAN. The main settings are as follows:

- Nome do Grupo WLAN:** IG
- Sensibilidade Clientes:** Global
- Restrição de acesso entre clientes:** Isolar Wi-Fi e Clientes
- Nome do SSID:** PROFESSORES
- Perfil de Banda por Wi-Fi:** PROFESSORES
- Limite de Clientes neste Wi-Fi por AP:** Quantidade máxima de clientes: 100
- Segurança:** Captive Portal, Tipo: CPF
- Controle de Acesso:** Bloquear Permitir
- Controle de Acesso (checkbox):** DISPOSITIVOS

Fonte: Autores da pesquisa, 2021

A figura abaixo mostra as características da rede COLABORADORES

- SSID: COLABORADORES
- Perfil de Banda: Foi criado um com o nome de colaboradores
- Limite de clientes: 20
- Segurança: WPA2-PSK
- Senha: XXXXXXXX
- Controle de acesso: bloquear DISPOSITIVOS

Figura 11 - WLAN IG de 2,4Ghz - Grupo COLABORADORES

The screenshot shows the 'Editando Grupo' (Editing Group) configuration page for a WLAN. The main settings are as follows:

- Nome do Grupo WLAN:** IG
- Sensibilidade Clientes:** Global
- Restrição de acesso entre clientes:** Isolar Wi-Fi e Clientes
- Habilitado:**
- Nome do SSID:** COLABORADORES
- Perfil de Banda por Wi-Fi:** COLABORADORES
- Limite de Clientes neste Wi-Fi por AP:** Quantidade máxima de clientes: 20
- Segurança:** WPA2-PSK, Senha: XXXXXXXX
- Controle de Acesso:** Bloquear Permitir
- Controle de Acesso (checkbox):** DISPOSITIVOS

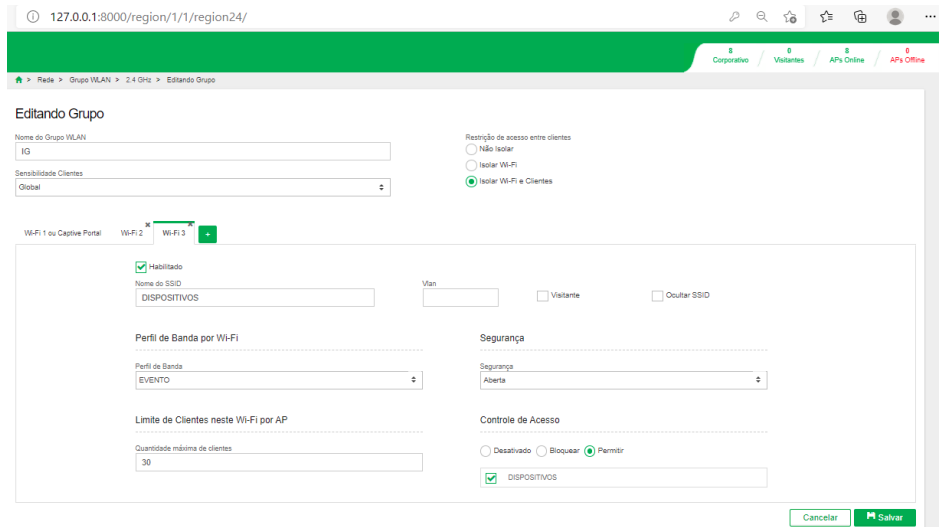
Fonte: Autores da pesquisa, 2021

A figura abaixo mostra as características da rede DISPOSITIVOS

- SSID: DISPOSITIVOS

- Perfil de Banda: Foi criado um com o nome de evento
- Limite de clientes: 30
- Segurança: Aberta
- Controle de acesso: permitir DISPOSITIVOS

Figura 12 - WLAN IG de 2,4Ghz - Grupo DISPOSITIVOS



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

A figura abaixo mostra que o grupo WLAN IG_5G possui duas redes: a PROFESSORES_5G e DISPOSITIVOS_5G. O que os difere das redes do grupo anterior é a faixa de frequência que eles trabalham.

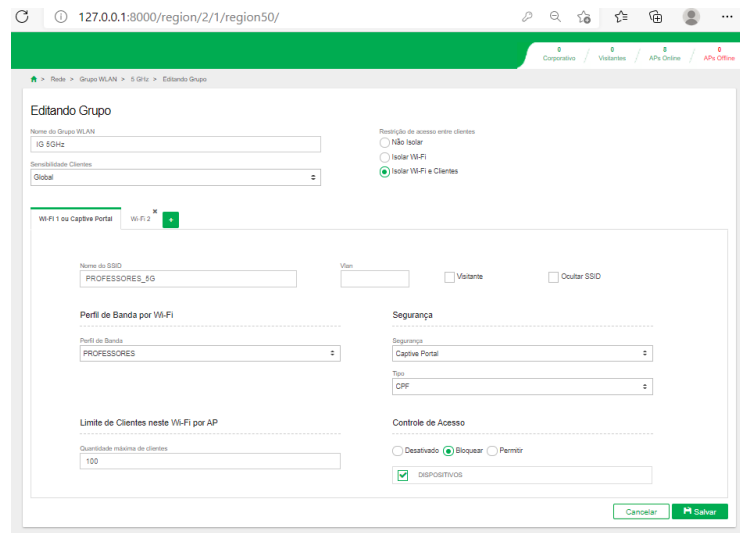
Figura 13 - Grupo WLAN de 5GHz

Grupo WLAN	Sensibilidade	Nome da Wi-Fi	VLAN	Perfil	Perfil de Banda por Wi-Fi	Segurança	Limite Clientes por Wi-Fi	Excluir	Alterar	Detalhe
IG 5GHz	Global (-85dBm)	PROFESSORES_5G		Corporativo	PROFESSORES	Captive Portal CPF	100			
		DISPOSITIVOS_5G		Corporativo	EVENTO	Aberta	50			

Fonte: Autores da pesquisa, 2021

Na próxima figura temos a tela onde editamos as características de apenas uma das redes criadas para o padrão 5Ghz, que, se formos perceber, são praticamente as mesmas da rede criada para o padrão 2,4GHz. Isso não implica que se desejássemos que elas tivessem características distintas não poderíamos altera-las.

Figura 14 - WLAN IG 5Ghz - Grupo PROFESSORES_5G



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

D - Perfil de Banda criados – Na figura abaixo mostramos a tela com todos os perfis de banda criados, embora somente os perfis EVENTO e COLABORADORES estejam em uso. Percebemos que a diferença em cada perfil é a taxa de download e upload. O perfil EVENTO fixado em 500Mbps em ambos e o perfil COLABORADORES fixado em 40,1Mbps.

Figura 15 - Todos os Perfis de banda

The screenshot shows the 'Perfil de Banda' (Band Profile) management page. It includes a search filter and a '+ Novo perfil' button. The table below lists the registered profiles:

Nome do Perfil	Download	Upload	Excluir	Alterar
COLABORADORES	40,1 Mbps	40,1 Mbps		
EVENTO	500,0 Mbps	500,0 Mbps		
Limitada	5,0 Mbps	5,0 Mbps		
PROFESSORES	400,0 Mbps	400,0 Mbps		
TI	1000,0 Mbps	1000,0 Mbps		

Fonte: Autores da pesquisa, 2021

Na figura seguinte mostramos a tela de edição/cadastro de um dos perfis. Nesta janela devemos apenas definir as taxas para Download e Upload para cada perfil criado.

Figura 16 - Perfil de banda do grupo PROFESSORES

The screenshot shows the Intelbras WiseFi web interface. At the top, there's a green header with the Intelbras logo and 'WiseFi' text. To the right of the header, there are four status indicators: '20 Corporativo', '0 Visitantes', '8 APs Online', and '0 APs Offline'. Below the header, there's a breadcrumb trail: 'Redes > Perfil de Banda > Editar Perfil'. The main content area is titled 'Perfil de Banda' and contains a form with the following fields: 'Nome' (Name) with the value 'PROFESSORES', 'Download (Mbps)' with the value '400,0', and 'Upload (Mbps)' with the value '400,0'. At the bottom right of the form, there are two buttons: 'Cancelar' and 'Salvar'.

Fonte: Autores da pesquisa, 2021

E - Grupos de Acesso criados – Por termos apenas um grupo que precisa de autenticação pelo MAC, mostramos na Figura abaixo a lista dos cadastrados para o grupo DISPOSITIVOS. A primeira coluna mostra o nome do grupo, na seguinte é a lista dos MACs e nomes atribuídos ao dispositivo e as últimas colunas são, respectivamente, os botões para excluir e adicionar/editar, que servem para excluir todo o perfil e adicionar/editar algum perfil.

Figura 17 - Grupo de acesso - Foi criado apenas para a rede DISPOSITIVOS

The screenshot shows the Intelbras WiseFi web interface. At the top, there's a green header with the Intelbras logo and 'WiseFi' text. To the right of the header, there are four status indicators: '21 Corporativo', '0 Visitantes', '8 APs Online', and '0 APs Offline'. Below the header, there's a breadcrumb trail: 'Grupos de acesso cadastrados'. There's a search filter box labeled 'Filtro' and a green button labeled '+ Novo Grupo de Acesso'. Below this, there's a table with the following columns: 'Nome', 'Clientes (MAC / Nome)', 'Excluir', and 'Alterar'. The table contains one main row for the 'DISPOSITIVOS' group, which lists several MAC addresses and device names.

Nome	Clientes (MAC / Nome)	Excluir	Alterar
DISPOSITIVOS	0C:9D:92:CA:DA:21 / LAB2_07		
	0C:9D:92:76:AF:CE / LAB2_08		
	0C:9D:92:CA:D8:4A / LAB2-09		
	5C:C9:D3:00:C1:06 / Note_Gateway_Kids		
	c8:f3:19:5d:f3:1e / Cel_Corp_Marcia		
	24:0A:64:F4:A2:68 / Note_CCE_Win_Kids		
	00:05:16:5B:1E:E9 / LAB1_08		
	7E:C9:D3:00:C1:06 / Note_Gatway_kids		
	00:05:16:5a:46:49 / LAB1_16		
	00:05:16:5b:13:ff / LAB1_14		
	00:05:16:5B:10:FD / LAB1_15		
00:05:16:5B:84:B3 / LAB1_11			

Fonte: Autores da pesquisa, 2021

Mostramos na figura seguinte a tela onde se pode adicionar/editar um dispositivo, informando seu MAC e atribuindo um nome a ele, para facilitar sua identificação.

Figura 18 - Tela de editar ou cadastrar um dispositivo de rede pelo MAC.

The screenshot shows a web interface for managing network devices. At the top, there are statistics: 21 Corporativo, 0 Visitantes, 8 APs Online, and 0 APs Offline. The main heading is "Editando Grupo" (Editing Group). Below it, there is a form for "Nome do grupo" (Group Name) with the value "DISPOSITIVOS".

The "Cadastrar dispositivo" (Register device) section contains two input fields: "MAC do Dispositivo" and "Nome/dispositivo". There is a green "+ Adicionar" button. Below these fields is a search filter and a "Salvar" (Save) button.

A table below the form lists existing devices:

MAC do Dispositivo	Nome/Dispositivo	Excluir
0C:9D:92:76:AF:CE	LAB2_08	
0C:9D:92:CA:D8:4A	LAB2-09	
5C:C9:D3:00:C1:06	Note_Gateway_Kids	

Fonte: Autores da pesquisa, 2021

F - Usuários em Captive Portal/CPF cadastrados – A figura abaixo mostra todos os usuários pertencentes à rede PROFESSORES. As informações mostradas nessa janela são: CPF, a quantidade de dispositivos que esse usuário necessita conectar – pode ser Smart Phone, Notebook e Tablet, o tempo de permissão que esse usuário terá para usar a rede e o Status – informando se o acesso está em vigor, expirado ou inutilizado. Nesta mesma janela é feita a adição de um novo CPF, ao preencher os campos correspondentes, basta clicar no botão “Gerar”.

Figura 19 - Cadastro do CPF de todos os professores

The screenshot shows a web interface for managing Captive Portal/CPF users. At the top, there are statistics: 34 Corporativo, 0 Visitantes, 8 APs Online, and 0 APs Offline. The main heading is "Novo CPF" (New CPF).

The "Novo CPF" section contains three input fields: "CPF", "Quant. dispositivos" (Number of devices), and "Expirar em" (Expires in) with a dropdown menu set to "Indeterminado" (Indeterminate). There is a green "+ Gerar" button.

The "CPF's cadastrados" (Registered CPFs) section contains a search filter and three buttons: "Excluir" (Exclude), "Limpar Expirados" (Clear Expired), and "Limpar Inutilizados" (Clear Inactive).

A table below the form lists registered users:

CPF	Núm. Dispositivos	Tempo	Status	
0 [redacted] 0	1	6 mes(es)	Expirado	<input type="checkbox"/>
9 [redacted] 2	1	6 mes(es)	Expirado	<input type="checkbox"/>
80 [redacted] 20	1	6 mes(es)	Expirado	<input type="checkbox"/>
5 [redacted] 2	1	6 mes(es)	Expirado	<input type="checkbox"/>

Fonte: Autores da pesquisa, 2021

G - Customização do Captive Portal – Nesta figura mostramos as opções de personalização da página de acesso que será apresentada aos usuários cadastrados para se autenticar pelo Captive Portal. Informamos o nome do Colégio, a mensagem de alerta para efetivar o login, a logo do colégio e o endereço para onde o usuário será direcionado.

Figura 20 - Tela de customizar o Captive Portal

Customize a página de acesso que será apresentada aos usuários sempre que for escolhido o método de Captive Portal por : [Senha Simples](#), [Voucher](#), [CPF](#) ou [Cadastro Individual](#).

Título
Colégio Intergenius

Imagem / Marca
captiveportal/Logo_Genius-captive_L4Zfucr.png

Extensões permitidas: jpg, jpeg, png, gif

Política de Privacidade

Mensagem
Para Navegar, insira os dados solicitados. Não se preocupe que seus dados serão preservados.

Redirecionamento após autenticação
http://www.colegiointergenius.com.br

Padrão de Fábrica Visualizar Salvar

Fonte: Autores da pesquisa, 2021

5.3 Resultado esperado

Como esperado, mostraremos os resultados do que foi anteriormente configurado. Ao final da etapa de aplicação obtivemos ampla cobertura ao longo de todas as salas de aula do prédio, com a devida autenticação dos usuários através das credencias de CPF ou senha criados, dependendo do grupo ao qual participam.

Ao tentar conectar, o usuário é direcionado para o site do colégio e são requisitadas as informações mostradas na Figura abaixo, que indica que o usuário foi cadastrado na modalidade “Cadastro Individual”.

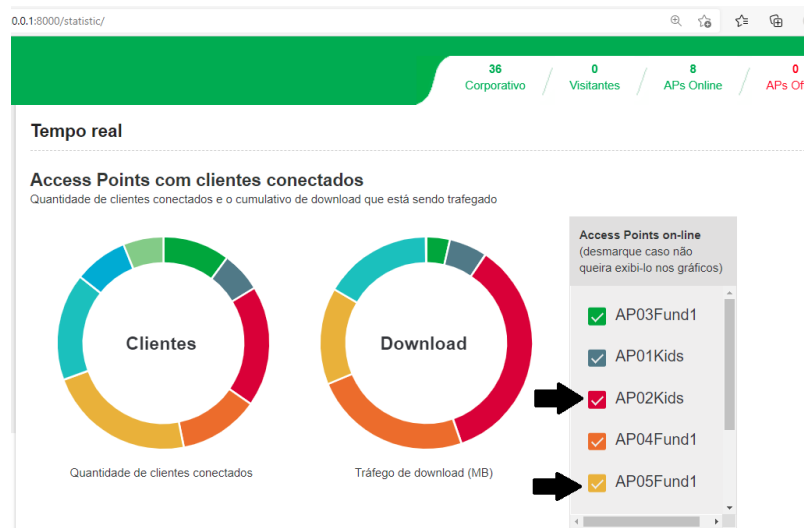
Figura 21 - Tela de Login do Captive Portal apresentada ao usuário



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

Verificando as Estatísticas da rede – Na figura abaixo, independente da rede ou frequência de trabalho, são mostradas as informações sobre a quantidade de clientes, conectados e o consumo de dados por cada AP, em tempo real. No momento da verificação, o gráfico em anel, da esquerda, mostra que tem clientes plugados em todos os APs – com maior concentração de clientes no AP05Fund1. Enquanto que o gráfico em anel, da direita, mostra que os clientes do AP02Kids estão com maior consumo de banda com downloads.

Figura 22 - Mostra em quais APs existem maior acesso e tráfego de dados

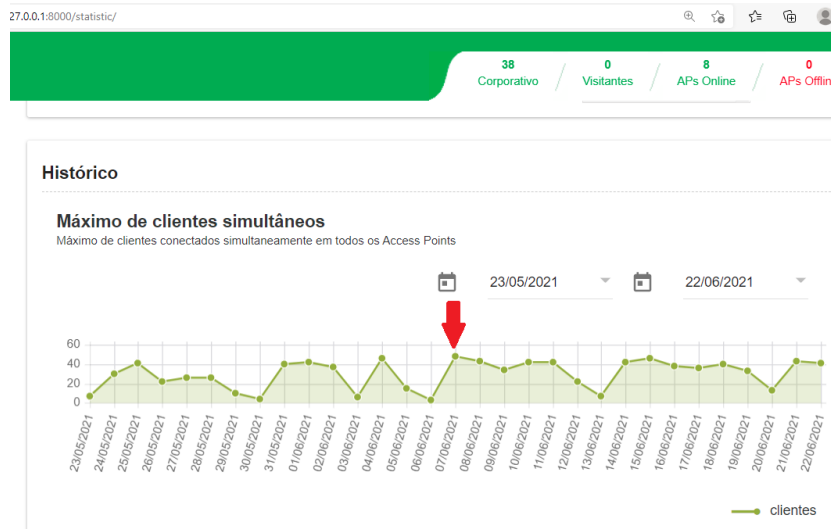


Fonte: Autores da pesquisa, 2021

Na Figura abaixo, com essa ferramenta podemos listar a quantidade máxima de conexões realizadas - independente do grupo WLAN ou frequência de trabalho - em

todos os APs, por período. Em nosso exemplo realizamos a coleta do dia 23/05/2021 a 26/06/2021 e constatamos que o dia em que tivemos a maior quantidade de usuários na rede, foi dia 07/06/2021.

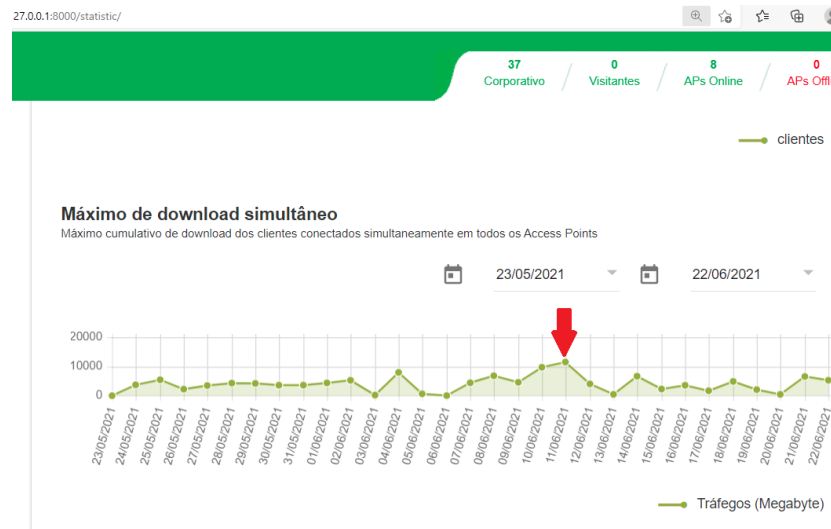
Figura 23 - Mostra a quantidade de clientes na rede por período



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

A próxima figura mostra o tráfego, em Megabytes, de todas as redes, em todos os APs, dentro de um determinado período. Coletamos no período de 23/05/20 a 26/06/2021 constatamos que o maior pico de consumo foi realizado no dia 11/06/2021.

Figura 24 - Mostra o consumo em Megabytes, em toda a rede por período



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

Registros de Conexões – A Figura abaixo mostra o registro de todos os IPs de conexões bem sucedidas, independente da rede e em todos os APs. A função do registro de conexões está sujeita às condições de funcionamento da rede e

infraestrutura necessária para sua plena operação. Uma vez que o WiseFi não opera como servidor DHCP, o endereço IP mostrado no relatório está relacionado ao AP no qual ele está conectado. A presença do mesmo IP para o mesmo AP, repetidas vezes, implica que houve oscilações na conexão daquele dispositivo.

Figura 25 - Registro de todas as conexões na rede

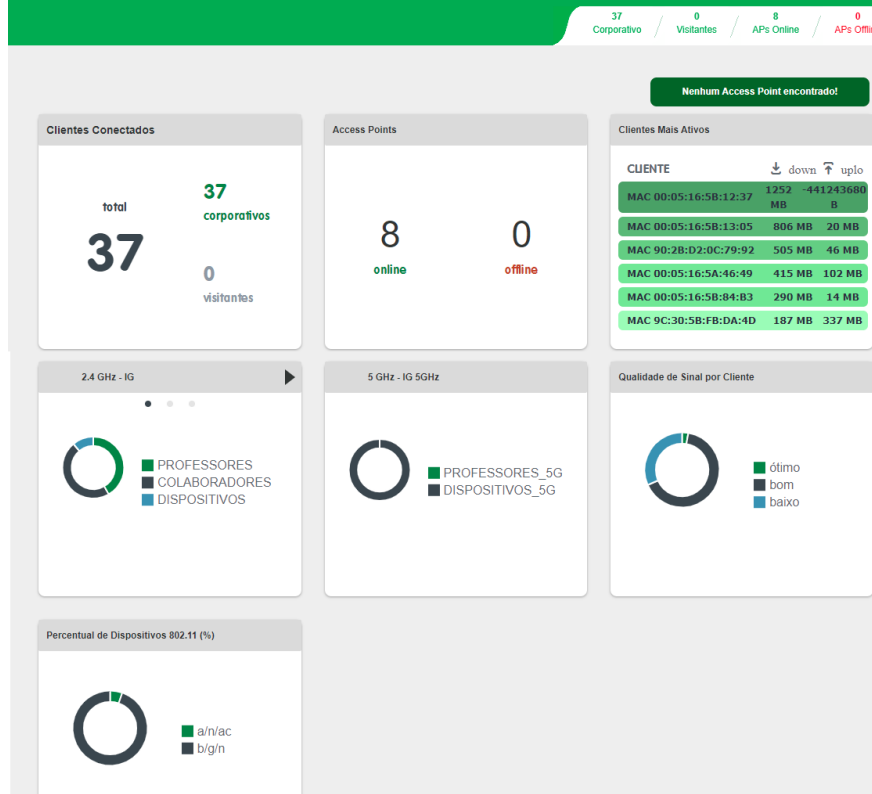
The screenshot shows the 'Registro de Conexões' page in a web browser. At the top, there is a green header with statistics: 38 Corporativo, 0 Visitantes, 8 APs Online, and 0 APs Offline. Below the header, there is a section titled 'Registro de Conexões' with a brief explanation of the function. Underneath, there is a 'Histórico de conexões de clientes' section with a search filter and pagination controls showing 'Mostrando 1 a 50 de 187,203 registros'. Below this, there are three buttons: 'Excluir', 'Exportar CSV', and 'Imprimir'. At the bottom, there is a table with the following columns: 'IP do cliente', 'MAC do cliente', 'IP do AP', 'MAC do AP', 'Data/hora início', and 'Data/hora fim'.

IP do cliente	MAC do cliente	IP do AP	MAC do AP	Data/hora início	Data/hora fim
192.168.105.72	26:69:17:39:83:3C	192.168.0.213	24:FD:0D:35:DA:C3	22/06/2021 09:04:52	22/06/2021 09:05:04
-	DC:BF:E9:98:E7:7F	192.168.0.213	24:FD:0D:35:DA:C3	22/06/2021 09:04:05	22/06/2021 09:04:38
-	DC:BF:E9:98:E7:7F	192.168.0.213	24:FD:0D:35:DA:C3	22/06/2021 09:01:49	22/06/2021 09:04:03
-	4C:02:20:E6:B7:7A	192.168.0.213	24:FD:0D:35:DA:C3	22/06/2021 08:40:24	22/06/2021 09:01:50

Fonte: Autores da pesquisa, 2021

A Figura abaixo mostra o estado da rede em tempo real, no momento da coleta dessa informação. As informações são interpretadas da seguinte forma: no campo Clientes Conectados temos, no geral, um total de 37 dispositivos conectados; o campo Access Point demonstra que todos os 08 APs estão ativos; o Campo Cliente lista os clientes que mais estão consumindo banda, ainda podemos escolher a ordem por download ou upload; no campo 2,4Ghz – IG, o gráfico em anel nos mostra que em todas as redes existem clientes conectados, com destaque de maior quantidade para a rede COLABORADORES; o campo 5GHz – IG_5G demonstrou que mais clientes pertencentes ao grupo DISPOSITIVOS_5G estavam conectados; o campo Qualidade do Sinal por Cliente demonstra que predominantemente o sinal está BOM; e, finalmente, o campo Percentual de Dispositivo 802.11 (%) demonstra o percentual de dispositivos por padrões Wi-fi presentes na rede, no caso em estudo são maioria os do padrão 802.11b/g/n .

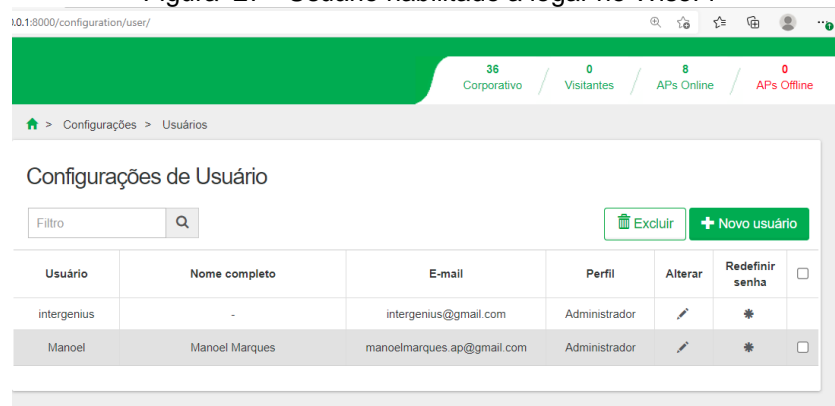
Figura 26 - Dashboard - Visão geral de como estão todas as conexões.



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

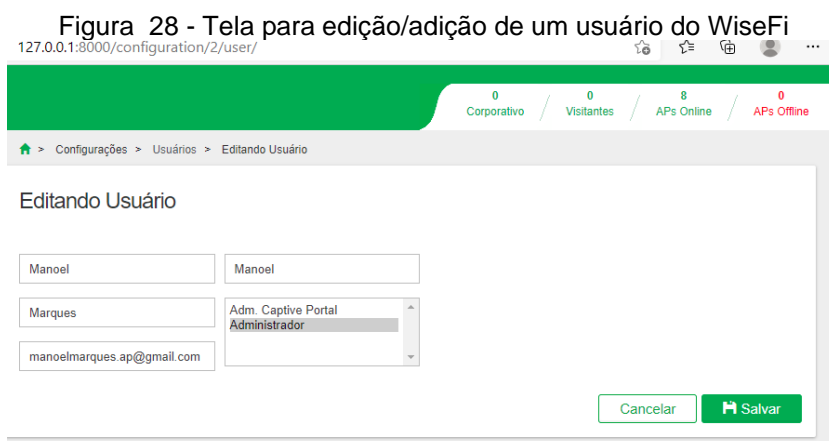
Configurações de Usuários – Na Figura a seguir é mostrada todos os usuários habilitados a utilizar o WiseFi e, no caso em estudo habilitamos apenas o Administrador da rede do colégio e uma conta de reserva para quem o Administrador delegou a responsabilidade de inserir ou remover usuários, quando ele não estiver presente no colégio.

Figura 27 - Usuário habilitado a logar no WiseFi



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

Na Figura abaixo mostramos a janela onde podemos editar ou cadastrar um novo usuário.



Fonte: Autores da pesquisa, 2021

Atualização do Firmware dos Access Points - Esse processo leva um certo tempo para finalizar e uma vez iniciado não deve, em hipótese alguma, ser interrompido, sob pena de danificar os APs. Durante o processo a rede fica offline, até que os APs religuem, reconectem e ela fica ativa novamente. O passo a passo está descrito no Manual do Usuário do WiseFi.

Diante do que foi feito, esperamos permitir, em etapas futuras através desta nova estrutura base, a criação de uma “Infovia” de alta velocidade para uso institucional do colégio (backbone sem fio de até 600 Mbps), com isso, garantir alta velocidade no acesso aos materiais disponibilizados pelo portal do Sistema de Ensino conveniado.

Considerando uma distribuição homogênea dos usuários da rede sem fio, projetamos suportar até 500 usuários simultâneos sem queda de qualidade na rede sem fio.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho tivemos a oportunidade de aliar a teoria adquirida durante o curso à prática aplicada no campo de trabalho, isso nos possibilitou fazer o planejamento, a execução e o gerenciamento da uma rede sem fio, em um empreendimento comercial. De forma que esta rede pudesse ser segura, escalável-podendo receber novos Access Points sempre que necessário, de baixo custo e de gerenciamento centralizado.

Para o processo de autenticação de usuários utilizamos as próprias ferramentas nativas do WiseFi, uma vez que a rede pertence a uma empresa de pequeno porte e não possui um grande número de usuário. Mas, caso haja necessidade de autenticação externa, pode se utilizar um servidor Radius. O WiseFi permite esse link nativamente.

Foram adotados os equipamentos e softwares da marca Intelbras, por se mostrarem eficientes na disponibilização, segurança e gerência dessa rede sem fio. Ao todo, foram instalados 08 APs, em 3 andares do colégio, 2 deles, no térreo, ficaram para o Ensino da Educação Infantil, que é composto por 1 bloco de 5 salas de aula. No 1º andar, que já possui 2 blocos e 6 salas, foram utilizados 3 APs e, finalmente, para o 2º andar foram instalados 03 APs, que atenderão a 2 blocos com 12 salas.

A mobilidade é algo que ainda pode ser melhorado, a cobertura é satisfatória nos corredores, mas em alguns locais de algumas salas de aula, apesar da distribuição equidistante entre os APs, tivemos atenuação de sinal, por causa de barreiras como vigas de concreto, paredes de alvenaria e pelos motores das centrais de ar condicionado.

O custo total da implantação, que compreende materiais, equipamentos e mão de obra, ficou dentro da realidade orçamentária da empresa, que foi de R\$ 5,349,00 (Cinco Mil, Trezentos e Quarenta e Nove Reais). O que tornou esse custo considerável foi a escolha do fabricante dos Access Points, caso optássemos pelos fabricantes de maior destaque no mercado como a Huawei e Cisco, o custo total seria muito maior.

As análises de tráfego e consumo de banda não puderam ser realizadas com o número máximo de acessos pretendidos, pelo motivo da pandemia, que impediu as aulas presenciais, deixando a maioria dos profissionais de educação do colégio produzindo e transmitindo seus conteúdos de suas residências. Portanto, não foi

possível identificar os locais onde deverá haver maior concentração de usuário e maior tráfego na rede.

O capítulo seguinte narra as dificuldades encontradas e as sugestões de melhorias para trabalhos futuros.

7.1 Dificuldades encontradas

Do início ao final deste trabalho muitas situações ocorreram, e todas tiveram que ser resolvidas. Podemos caracterizar essas dificuldades como antes e pós pandemia.

Inicialmente, antes da pandemia, a rede era destinada a atender somente ao Segmento da Educação Infantil, 1 bloco com 5 salas, com o uso de apenas 02 APs. Funcionou assim por 2 meses. Durante esse período resolvemos as questões que se seguem:

Mesmo seguindo as especificações dos equipamentos, tivemos que ajustar a distância ideal para cada AP, pois o sinal chegava atenuado em sala de aula para o professor, então a distância dos APs teve que ser ajustada por mais 2 vezes. Além de ajustar as distâncias entre eles, também configuramos para que eles trabalhassem em canais diferentes e, ainda, tentamos fixá-los em locais onde as vigas de concreto, paredes de alvenaria e motores de ar condicionado pudessem causar o mínimo de atenuação no sinal.

Ainda nessa primeira fase, tivemos que mudar o computador que gerenciava o WiseFi, pois estávamos fazendo teste em um notebook, e precisávamos utilizar um computador dedicado somente a esse gerenciamento. Após a instalação e posterior importação das configurações já feitas no note, para essa nova máquina, os usuários não conseguiam navegar, apesar de estarem conectados à rede e ter internet nos APs. Este problema foi resolvido juntamente com a ajuda do suporte do fabricante, que nos instruiu a resetar todos os APs e atualizar o firmware dos mesmos, feito isso, o problema foi resolvido.

Depois veio a pandemia, as aulas presenciais foram interrompidas. Em agosto de 2020 foi determinado que os professores precisavam ministrar suas aulas virtuais do colégio, então tivemos que alterar a abrangência da rede Wi-fi, porque eles iriam transmitir de todas as salas de aula. 06 novos APs foram comprados e novo cabeamento teve que ser feito, para recebê-los.

Depois que foram fixados, agora com 08 APs, não conseguimos gerenciá-los, apesar de o WiseFi os reconhecer e os adicionar, mas eles permaneciam offline. Acionamos o suporte do fabricante e descobrimos que a versão do WiseFi deveria ser atualizada, pois somente a nova versão é que conseguiria atualizar, também, o firmware de todos os 06 APs, já que os recém incluídos possuíam versão diferente de firmware.

Outra situação ocorrida é que alguns usuários cadastrados eram desconectados da rede em um período mais curto que o determinado no gerenciador de usuário, novamente acionamos o suporte e fomos orientados a atualizar novamente o WiseFi, pois esse bug já havia sido corrigido na nova versão. Atualmente está na versão 2.6.42

7.2 Trabalhos futuros

Este trabalho, apesar de receber alterações no decorrer dos processos, ainda podem sofrer melhorias. Os próprios desafios que a pandemia trouxe ao ramo educacional, nos permitiu fazer implementações que poderiam levar mais tempo para se tornarem necessárias.

Nossa sugestão ao fabricante, especificamente aos desenvolvedores, é que poderiam melhorar a forma como o WiseFi gerencia os grupos de acesso. Permitir, em um mesmo grupo WLAN, que a forma de autenticação, via Captive Portal, possa ser utilizada não apenas pela rede1, mas sim, pelas demais redes do mesmo grupo. Isso implica em, por exemplo:

Na WLAN IG, permitir que a autenticação por CPF pudesse ser utilizada pelos usuários das redes PROFESSORES e COLABORADORES – atualmente, a primeira usa o CPF para autenticar e a segunda utiliza senha WPA PSK.

Por não termos voltado às aulas presenciais até a entrega deste trabalho, situação em que todos os professores utilizariam os serviços da rede, não podemos testar a capacidade da rede de suportar a quantidade esperada de usuários com os acessos aos diversos serviços na internet que eles farão.

Assim como o WiseFi avisa que já existe atualização de firmware, deveria haver um aviso de atualização do próprio gerenciador. Pelos entraves que tivemos, o administrador da rede sabe que é preciso checar, somente quando o serviço começa a ficar afetado, tipo: usuários conectados sem poder navegar, o tempo de permissão do usuário que expira antes do definido para ele. Em suma, o gerenciador começa a

apresentar falhas em alguns serviços que antes não apareciam. Então é indício de que há atualização a ser instalada.

Ainda, devido à pandemia, não houve a oportunidade de criar e testar o 2ª Grupo WLAN de 2,4GHZ, que se chamará VISITAS, uma vez que todas as reuniões com os pais e alunos foram virtuais. A intenção é que este grupo, destinado aos usuários que não trabalham no colégio, tenha seu acesso, via Captive Portal / Senha Simples, habilitado em eventos específicos como reunião de pai e mestres.

E, para os alunos, em caso de acesso da turma, poderá ter seu acesso, via Captive Portal / Voucher, com habilitação temporária determinada pelo gerente da rede.

REFERÊNCIAS

[ANATEL, 2009] AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. **Atribuição de Faixas de Frequência no Brasil**. Disponível em: <<https://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=325099&pub=original&filtro=1&documentoPath=325099.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2021.

ALECRIN, Emerson. **O que é Wi-Fi? (Conceitos e Versões)**, Disponível em: <<https://www.infowester.com/wifi.php#definicao>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

ARTHAS, Kael, **Tutorial Redes Wireless**, publicado em 12 jul 2010. Disponível em: <<https://kaelnetworks.wordpress.com/2010/07/12/tutorial-redes-wireless>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

BARROS, Aidil J. da Silveira; LEHFELD, Neide A. de Souza. **Fundamentos de metodologia científica: um guia para a iniciação científica**. São Paulo: Makron Books, 2000.

BEUREN, Ilse Maria. **Como Elaborar Trabalhos de Monografia em Contabilidade: Teoria e Prática**. 3. ed., São Paulo, 2006.

BRAIN, Marchal; WIKSON, Tracy; JOHNSON, Bernadette, **Como Funciona o Wifi**, abr. 2021. Disponível em: <<https://computer.howstuffworks.com/wireless-network.htm>>. Acesso em: 04 jul. 2021.

BRANQUINHO, Omar de Carvalho. **Tecnologia de redes sem fio**. Rio de Janeiro, Escola Superior de Redes. 2014. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/32446522-Tecnologias-de-redes-sem-fio-omar-branquinho.html>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

CARROLL, Brandon. J. **CCNA Wireless Official Exam Certification Guide**. Indianapolis: Cisco Press, 2009. Disponível em: <<https://www.ciscopress.com/store/ccna-wireless-official-exam-certification-guide-ccna-9781587056185>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

[CISCO, 2021a] CISCO SYSTEMS. **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: 25 out. 2020.

[CISCO, 2021b] CISCO SYSTEMS. **Como escolher roteadores para empresas de pequeno porte**. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/pt_br/solutions/small-business/resource-center/networking/what-is-a-router.html>. Acesso em: 25 out. 2020.

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.

ETH SOLUÇÕES EM TI. **WI_FI. IEEE 802.11**: conheça as diferenças entre o b/g/n e o a/n/ac. 2019. Disponível em: <<https://blog.ethi.com.br/ieee-802-11>>. Acesso em: 14 jun. 2021.

FERREIRA, Rubem E Novatec, ed. **Linux**: guia do administrador do sistema. 2º ed. São Paulo: 2008 [s.n.] 9788575221778

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

HELERBROCK, Rafael. **Classificação das ondas**; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/a-classificacao-das-ondas.htm>>. Acesso em: 04 mai. 2021.

HELERBROCK, Rafael. **Espectro eletromagnético**; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico.htm>>. Acesso em: 04 mai. 2021.

HELERBROCK, Rafael. **Ondas Eletromagnéticas**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/ondas-eletromagneticas.htm>>. Acesso em: 10 mai. 2021.

[IEEE, 2009] INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERS. **Official IEEE 802,11 Working Group Project Timelines**. Disponível em: <https://www.ieee802.org/11/Reports/802.11_Timelines.htm>. Acesso em 20 jun. 2021.

[IEEE, 2018] INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERS. **802.3-2018 - Padrão IEEE para Ethernet**. 31 ago. 2018. Disponível em: <https://standards.ieee.org/standard/802_3-2018.html>. Acesso em: 19 jun. 2021.

INTELBRAS. **Access Point**: Como ele melhora o sinal de internet na sua empresa. Disponível em: <<https://blog.intelbras.com.br/access-point>>. Acesso em: 21 out. 2020.

INTELBRAS. **Roteador wireless saiba o que é e como escolher o seu**. Disponível em: <<https://blog.intelbras.com.br>>. Acesso em: 25 out. 2020.

JARDIM, F. de M. **Treinamento Avançado em Redes Wireless**. São Paulo: Digerati Books, 2007.

KUROSE, James F; ROSS, Keith W. **Redes de computadores e a Internet**: uma abordagem top-down; tradução Daniel Vieira; revisão técnica Wagner Luiz Zucchi. – 6. ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

LIRA, Messias Rocha de. **Ondulatória**: ondas de rádio. Disponível em: <<https://www.coladaweb.com/fisica>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MATHEUS, Yury. **Entendendo os padrões de Wi-Fi**. Disponível em: <<https://www.alura.com.br/artigos/entendendo-os-padroes-de-wi-fi>>. Acesso em: 14 jun. 2021.

MENESES, Emerson Barros. **Rede Wireless**: uma solução sem fios. Trabalho de Conclusão de Curso. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/redewireless.pdf>>. Acesso em: 09 mar. 2021.

MORAES, Alexandre Fernandes de. **Redes sem fio**: Instalação, configuração e segurança. 1. ed. São Paulo: Erica, 2010.

MORAIS, Geovani. Segurança da Informação através da autenticação centralizada por IEEE 802.1x baseada em protocolo RADIUS e Base de Dados LDAP aplicadas à Rede Sem Fio. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 31 out. e 01 nov, 2014. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/3024238.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2021.

MORIMOTO, Carlos E. **IEEE 802,11g**. Revisado em 25 jun. 2005. Disponível em: <<https://www.hardware.com.br/termos/ieee-802.11g>>. Acesso em 10 jun. 2021

MORIMOTO, Carlos E. **REDES, Guia Prático**: ampliada e atualizada. Porto Alegre: Sul Editores. Atualizado em 2011.

OLIVEIRA, Helen. **WEP, WPA, WPA2**: O que as siglas significam para o seu Wifi? Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/wi-fi/42024-wep-wpa-wpa2-o-que-as-siglas-significam-para-o-seu-wifi-.htm>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

PINHEIRO, José Mauricio dos Santos. **Equipamentos de redes**. Disponível em <http://projetosredes.com.br/tutoriais/tutorial_equipamentos_de_redes_01php>. Acesso em: 07 mar. 2021.

PERREIRA, Hélio Brilhante. **Segurança em Redes Wireless 802.1 Infraestruturadas**. Instituto Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/9644/1/ARTIGO_Seguranca_em_redes_wireless_802.11_infraestruturadas.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2021.

PORTAL EDUCAÇÃO. **Tipos de Frequência**. Disponível em: <<https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/informatica/tipos-de-frequencias/28833>>. Acesso em: 04 jan. 2021.

RANZAN, Henrique: **Interferências de Radiofrequência nos Provedores de Internet Via Rádio**: um estudo em São Lourenço Do Oeste – Disponível em: <<https://www.epublicacoes.uerj.br/ojs/index.php/cadinf/article/download/17378/20218#:~:text=As%20redes%20locais%20sem%20fio,ele%20teve%20seu%20uso%20popularizado>>. Acesso em: 05 abr. 2021.

RIBEIRO, Daniel. **Como Funciona um roteador e saiba quais os tipos existentes**. Artigo no site techtudo. Atualizado em: abr.2014. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2013/05/como-funciona-um-roteador-e-saiba-quais-os-tipos-existent.html#:~:text=Como%20já%20foi%20dito%2C%20os%20roteadores%20wireless%20realizam,Os%20roteadores%20wireless%20podem%20compartilhar%20a%20conexão%20com>>. Acesso em 10 jun. 2021.

SOBRAL, Marcelo. **Redes locais**: Tipos de redes. Material produzido para o curso de Telecomunicações, 8ª fase, unidade 2, Redes Locais. Disponível em: <<https://moodle.ifsc.edu.br/mod/book/view.php?id=312208&chapterid=52709>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. **Difração de ondas**; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/difracao-ondas.htm>>. Acesso em: 11 mai. 2021.

SIMMONDS, A; Sandilands, P; van Ekert, L (2004). **An Ontology for Network Security Attacks**. Lecture Notes in Computer Science.3285: 317–323. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-540-30176-9_41>. Acesso em: 19 out. 2020.

SOUZA, Fernando. **20 Anos do Wi-Fi**: relembre a história da conexão no Brasil e no mundo. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/2019/10/20-anos-do-wi-fi-relembre-historia-da-conexao-no-brasil-e-no-mundo.ghtml>>. Acesso em: 05 jul. 2021.

WI-FI ALLIANCE a. **Gerações de Wi-Fi**, disponível em: <<https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi>>. Acesso em: 08 mar. 2021.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: Planejamento e Métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

WI-FI ALLIANCE b. **Descubra o Wi-Fi - Wi-Fi Certified ac**. Disponível em: <<https://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/wi-fi-certified-ac>>. Acesso em 20 jun. 2021

APÊNDICE A - ORÇAMENTOS

Fizemos levantamento sobre valores e a quantidade de materiais, equipamentos e mão de obra necessários para a implementação dessa infraestrutura.

Por conta da pandemia, a área de abrangência da rede wireless teve que ser ampliada, então foram executados orçamentos em datas diferentes. O primeiro se referia a quantidade de apenas 02 APs e ao valor da mão-de-obra para passagem de cabo.

ORÇAMENTO EXECUTADO EM 16/01/2020

Item	Descrição	Qtd	Val Und	Val Total
1	Passagem de cabos e Fixação de 02 Access Points no Andar térreo	2	R\$ 80,00	R\$ 160,00
2	Acces Point AP-1210AC	2	R\$ 497,50	R\$ 995,00
				R\$ 1.155,00

Para a ampliação da rede, no segundo semestre de 2020, tivemos que comprar 06 APs e fazer a passagem de cabos até eles.

ORÇAMENTO EXECUTADO EM 17/08/2020

Item	Descrição	Qtd	Val Und	Val Total
1	Passagem de cabos e Fixação de 06 Access Points no 1º e 2º Andar	6	R\$ 80,00	R\$ 480,00
2	Acces Point AP-1210AC	6	R\$ 619,00	R\$ 3.714,00
				R\$ 4.194,00

Os valores da unidade, dos Acces Points da Cisco e Huawei, na data do primeiro orçamento, dia 16/01/2020, eram:

Access point Cisco Aironet 1700 = R\$ R\$920,00

Access Point Ap7060dn – Huawei = R\$ 2.850,00