



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Curso de Engenharia Electrónica

**ANÁLISE DOS FATORES QUE INFLUENCIAM NO
DESEMPENHO DA REDE WIRELESS**
CASO DE ESTUDO: DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
ELETROTÉCNICA DA FACULDADE DE ENGENHARIA

FIRMINO ANTÓNIO NHANOMBE

Estágio Profissional

Coordenador: Eng. Juan Garzón

Supervisores: Eng. Felizardo Munguambe

Eng^a Ivone Cipriano

Maputo, aos 02 de Novembro de 2022

DEDICATÓRIA

Aos meus pais que nunca desistiram de mim, a todos aqueles que deram votos e acreditaram em mim e especialmente a minha mãe que lhe prometi a nunca desistir.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que sempre me proporcionou força para que realizasse este trabalho mesmo quando era para ser impossível;

Em seguida, a mim por sempre ter desistido de desistir e por ter feito o impossível quando se pensou que seria impossível me realizar;

Aos meus Pais pela vida e comprometimento, em geral, a minha família que sempre colocou seus olhos em mim dando suporte e aqueles amigos por seus incentivos e preocupações;

À Faculdade de Engenharia, seu corpo docente que me guiou e me incutiu conhecimentos, sector administrativo e colegas;

À CIUEM que me concedeu o estágio profissional em momentos impossíveis de pandemia;

Ao Eng. Garzón por ter sido Coordenador e base do projeto por ter trazidos todas as normas do EP;

Aos meus supervisores, o Eng. Felizardo Munguambe, o alfa, por ter me dado diretrizes do Campo de estágio, e a Eng^a Ivone Cipriano por sempre ter estado empenhada e motivada a me ajudar perante todas as dificuldades presente em torno do trabalho para que se produzisse este lindo resultado.

À equipe do DTIC nomeadamente: dr. Xavier, dra. Cidália e dra. Mindú por ter me acolhido com hospitalidade para dar os procedimentos do Estágio.

Finalmente, desejo homenagear, in memoriam, as três grandes amigas que sempre acreditaram em minhas capacidades desde aquela infância, mostraram-me preocupação voltada a minha vida pessoal e a estudantil, depositaram-me forças desde a infância e lhes prometi sempre a nunca desistir: minha mãe Palmira Matola e minhas duas irmãs, Cacilda e Elsa.

Contudo, a todos aqueles que sempre acreditaram em minhas capacidades de realização e de comprometimento, direto ou indiretamente, muito obrigado!

EPÍGRAFE



“The wise man said just, raise your hand and reach out the spell
Find the door to the promised land, just believe in your yourself
Hear this voice from deep inside, it’s the call of your heart
Close your eyes and you will find, the way out of the dark”

Scorpions - Send me an angel

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	I
AGRADECIMENTOS	II
EPÍGRAFE	III
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	3
1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	4
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. Objetivo Geral	5
1.3.2. Objetivos Específicos.....	5
1.4. METODOLOGIA.....	5
1.5. ESTRUTURA DO DOCUMENTO.....	6
CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1. SURGIMENTO DAS REDES DE COMPUTADORES CABEADAS.....	7
2.1.1 Classificação das redes de computadores.....	7
2.1.2. Tipos de Conexões.....	8
2.1.3. Topologia das redes cabeadas	9
2.1.4. Dispositivos da rede local cabeada	11
2.2. REDES WIRELESS	16
2.2.3. Requisito Mínimo para Implementação Rede Wireless (<i>AP-Access Point</i>).....	20
2.3. ARQUITETURA DE REDES WIRELESS	30
2.3.1. Redes sem Infraestrutura ou IBSS	31
2.3.2. Modo Infraestrutura	32
2.3.3. Conjunto de Serviço Estendido.....	33
2.4. ONDAS ELETROMAGNÉTICAS.....	34
2.4.2. Polarização de Ondas Eletromagnéticas.....	39
2.4.3. Tipos de Ondas Eletromagnéticas aplicadas em WiFi	39
2.4.4. Zona Fresnel	41

CAPÍTULO III – DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	42
3.1. LOCAL DE ESTÁGIO	42
3.2. FERRAMENTA USADA PARA INVESTIGAÇÃO DO DESEMPENHO DA REDE	43
3.2.1. NetSpot.....	43
3.3 FACTORES QUE INFLUENCIAM NO DESEMPENHO DA REDE WIRELESS DO DEEL	44
3.3.1. Fontes de ruído.....	45
3.3.2. Fontes de Interferência	47
3.3.3. Posição do Roteador.....	49
3.3.4. Obstáculos Físicos.....	50
3.3.5. Questões Elétricas	52
3.2.6. Insegurança do Sinal da rede WiFi.....	52
3.3.7. Indisponibilidade do AP	53
3.2.8. Clima e Temperatura.....	54
3.3.9. Falta de atualização dos APs.....	55
3.3.10. Constrangimento da Rede Externa	55
4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	59
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXIO 1 – FAMÍLIA DO PADRÃO IEEE 802.11	A1.63
ANEXO 2 - GUIÃO DE ENTREVISTAS	A2.64
ANEXO 3: PLANO DE ACTIVIDADES	A2.68
ANEXO 4 -TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DO TRABALHO DE LICENCIATURA	A2.71
ANEXO 5 -TERMO DE ATRIBUIÇÃO DE TEMA DE PROJECTO DO CURSO.....	A3.72
ANEXO 6 – ACTA DE ENCONTROS	A4.73
ANEXO 7 – F1 – GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO.....	A5.74
ANEXO 8- F2 – GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA.....	A6.75
ANEXO 9- FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATITUDE DO ESTUDANTE (PELO SUPERVISOR).....	A7.76
ANEXO 10 - F3 - FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL.....	A8.77

Lista de figuras

FIGURA 1: ETAPAS DA PESQUISA	6
FIGURA 2: CONEXÃO PONTO-A-PONTO	8
FIGURA 3: CONEXÃO MULTIPONTO	9
FIGURA 4: TOPOLOGIA MALHA	10
FIGURA 5: TOPOLOGIA ESTRELA	10
FIGURA 6: TOPOLOGIA BARRAMENTO	11
FIGURA 7: TOPOLOGIA RING	11
FIGURA 8: PLACA DE REDE	12
FIGURA 9: HUB	13
FIGURA 10: REPETIDOR DO SINAL WIFI	13
FIGURA 11: BRIDGE	14
FIGURA 12: SWITCH TP-LINK-SL1226 USADO NO DEEL	15
FIGURA 13: ROTEADORES MICROTIK CCR1036-8G-2S+	16
FIGURA 14: CLASSIFICAÇÃO DAS REDES QUANTO À EXTENSÃO GEOGRÁFICA	18
FIGURA 15: DISPOSITIVOS PONTOS DE ACESSO INTERIOR E EXTERIOR	21
FIGURA 16: PORTAS E BOTÕES DO AP INDOOR	21
FIGURA 17: SELO DO PRODUTO WIFI	23
FIGURA 18: FLUXOGRAMA DO PROTOCOLO CSMA/CA	24
FIGURA 19: INTERFACE DO ACESSO À REDE WIFI COM WPA2	26
FIGURA 20: SSID DO BSS	30
FIGURA 21: ARQUITETURA IBSS	31
FIGURA 22: ARQUITETURA BSS	32
FIGURA 23: ARQUITETURA ESS	34
FIGURA 24: ONDA ELETROMAGNÉTICA	34
FIGURA 25: POLARIZAÇÃO DE ANTENA	35
FIGURA 26: FRENTES DE ONDAS ESFÉRICAS IRRADIADAS POR UMA FONTE ISOTRÓPICA	35
FIGURA 27: ZONA FRESNEL	41
FIGURA 28: FACULDADE DE ENGENHARIA	42

FIGURA 29: NETSPOT APP	43
FIGURA 30: POSIÇÃO DO AP	50
FIGURA 31: ESTUDO PARCIAL DO LÓBULO PRINCIPAL E ZONA FRESNEL DO AP OUTDOOR DO.....	51
FIGURA 32: ARMÁRIO DE DISPOSITIVOS DA REDE	53
FIGURA 33: SALAS VANDALIZADAS	54
FIGURA 34: CLIMA DA SALA DE INFORMÁTICA	55
FIGURA 35: LOCALIZAÇÃO E DISTÂNCIA ENTRE CAMPUS DA UEM E FEUEM.....	56
FIGURA 36: MAPA PARCIAL DE REDE DA UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE-MAPUTO	56
FIGURA 37: CANAL DA REDE WMAN.....	57

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: RECEITAS TRIMESTRAIS DOS FABRICANTES DOS WI-FI DOS ANOS 2021/22	2
GRÁFICO 2: SINAIS DA REDE E SINAIS DE RUÍDOS	45
GRÁFICO 3: RELAÇÃO SINAL/RUIDO	46
GRÁFICO 4: INTERFERÊNCIA NA BANDA 2.4GHZ.....	48
GRÁFICO 5: INTERFERÊNCIA NA BANDA 5 GHZ	49

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RECEITAS TRIMESTRAIS DOS FABRICANTES DOS WI-FI DOS ANOS 2021/22.....	2
TABELA 2: CARACTERÍSTICAS DO SWITCH TP-LINK-SL1226.....	15
TABELA 3: CLASSIFICAÇÃO DAS REDES SEM FIO	18
TABELA 4: PADRÕES DO WI-FI	19
TABELA 5: ESPECIFICAÇÕES DO AP INDOOR UAP-AC-PRO	22
TABELA 6: IEEE 802.3 100BASE-TX MEIOS ALTERNATIVOS DA CAMADA FÍSICA	27
TABELA 7: MAPA DE REDE WIRELESS DO DEEL	44
TABELA 8: CANAIS DOS APS QUE NÃO SE SOBREPÕEM DO DEEL	47
TABELA 9: DISPOSITIVO DA BANDA DE 5GHZ	48
TABELA 10: TESTE DO SINAL DA REDE WLAN	51

LISTA DE ABREVIATURAS

ACK	<i>Acknowledge</i>
AP	<i>Access Point</i>
ATM	<i>Automated Teller Machine</i>
BSA	<i>Basic Service Area</i>
BSS	<i>Basic Service Set</i>
CIEM	<i>Centro de Informática da Universidade Eduardo Mondlane</i>
CPU	<i>Central Processing Unity</i>
CSMA/CA	<i>Carrier Sense Multiple Access with Collison Avoidance</i>
CWNA	<i>Certified Wireless Network administrator</i>
dB	<i>Decibel</i>
DCF	<i>Distributed Coordination Function</i>
DEEL	<i>Departamento de Engenharia Eletrotécnica</i>
DHCP	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>
DIFS	<i>Distributed Inter-Frame Space</i>
DS	<i>Distribution System</i>
DSB	<i>Dual Side Band</i>
DSL	<i>Digital Subscriber Line</i>
DTIC	<i>Departamento de Tecnologia de Informação e Comutação</i>
EE	<i>Espectro Eletromagnético</i>
EIA/TIA	<i>Electronic Industries Embedded Memory Interface Association / Telecommunications</i>
EMI	<i>Industry Association</i>
ESS	<i>Extended Service Set</i>
FENG	<i>Faculdade de Engenharia</i>
FEUEM	<i>Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane</i>
GHz	<i>Gigahertz</i>
GPRS	<i>General Packet Radio Services</i>
HTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
HTTPS	<i>Hypertext Transfer Protocol Secure</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communication</i>
Hz	<i>Hertz</i>
IBM	<i>International Business Machines</i>
IBSS	<i>Independent Basic Service Set</i>
IDC	<i>Internacional Data Corporation</i>
IEEE	<i>Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos</i>
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>

I/O	<i>Input/output</i>
ISM	<i>Industrial Scientific and Medical</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
LED	<i>light Emitting Diode</i>
LWAPP	<i>lightweight Access Point Protocol</i>
MAC	<i>Medium Access Control</i>
MAN	<i>Metropolitan Area Network</i>
MDI	<i>Medium Dependent Interface</i>
MDIX	<i>Medium Dependent Interface Crossover</i>
MHz	<i>Megahertz</i>
MIMO	<i>Multiple Input Multiple Output</i>
NAS	<i>Network Access Server</i>
NIC	<i>Network Interface Card</i>
NPS	<i>Network Policy Server</i>
OEM	<i>Onda Eletromagnética</i>
OFDM	<i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>
OSI	<i>Open System Interconnection</i>
PAN	<i>Personal Area Network</i>
PC	<i>Personal Computer</i>
PCF	<i>Point Coordination Function</i>
PCI	<i>Peripheral Component Interconnect</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PSU	<i>Power Supply Unit</i>
PHY	<i>Physical Layer</i>
QAM	<i>Quadrature Amplitude Modulation</i>
QPSK	<i>Quadrature Phase Shift Keying</i>
RADIUS	<i>Remote Authentication Dial-In User Service</i>
RAM	<i>Read Access Memory</i>
RF	<i>Radio Frequency</i>
RMON	<i>Remote Network Monitoring</i>
RTS	<i>Request to Send</i>
SDB	<i>Super Dual Band</i>
SFP	<i>Small Form-factor Pluggable</i>
SIFS	<i>Short Inter-Frame Space</i>
SNMP	<i>Simple Network Management Protocol</i>
SNR	<i>Signal Noise Relation</i>
SSID	<i>Service Set Identifier</i>
STP	<i>Shielded Twisted Pair</i>
TFTP	<i>Trivial File Transfer Protocol</i>

TDM	<i>Time Division Modulation</i>
TMCEL	<i>Mozambique Telecom</i>
TVM	<i>Televisão de Moçambique</i>
Tx	<i>Transmissor</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunication System</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
UTP	<i>Unshielded Twisted Pair</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>
WAP	<i>Wi-Fi Protected Access</i>
WEP	<i>Wired Equivalent Privacy</i>
WIFI	<i>Wireless Fidelity</i>
WiMAX	<i>Worldwide Interoperability for Microwave Access</i>
WLAN	<i>Wireless Local Area Network</i>
WMAN	<i>Wireless Metropolitan Area Network</i>
WPAN	<i>Wireless Personal Area Network</i>
WWAN	<i>Wireless Wide Area Network</i>

RESUMO

O Presente trabalho analisa os fatores que influenciam no desempenho da rede wireless e teve com estudo de caso o departamento de engenharia eletrotécnica (DEEL) da Faculdade de Engenharia (FENG)

Para se alcançar resultados pretendidos, teve-se como metodologia: pesquisa no campo coletando dados junto aos estudantes, fez-se mapeamento da rede no departamento, pesquisa bibliográfica incluindo livros, apostilas, artigos e matérias de internet. Optou-se por uma pesquisa qualitativa uma vez que procura soluções aos problemas da sociedade. Durante a pesquisa, verificou-se que embora a arquitetura desta rede apresente Access Points (APs) modernos, porém, os mesmos não apresentam um funcionamento satisfatório. Constatou-se que a posição do roteador, os obstáculos físicos, a instabilidade da corrente e a temperatura como sendo os principais fatores que influenciam no desempenho da rede wireless do DEEL. Desta forma, é possível citar que, o projeto corretivo deverá ser feito pensando-se nos eventuais pontos críticos da rede, segurança da rede, desempenho e investimento possível para se alcançar o objetivo.

Palavras chave: Mapeamento de redes wireless; WiFi; Arquitetura da rede local sem fio.

ABSTRACT

The present work analyzes the factors that affect the wireless network performance and the case study, is the department of Electrical Engineering (DEEL) of the Faculty of Engineering (FENG).

To achieve the desired results, was proceeded the methodology such as, field research collecting the information from students, the department network mapping was performed, bibliographic research including books, articles, grammar books and internet information. Qualitative research was chosen as it seeks solutions to society's problems.

During the research, it was found that although the architecture of this network has modern Access points (APs), however, they don't function satisfactorily.

It was found that the position of some APs, physical obstacles, current instability and temperature as the main factors that influence the performance of the DEEL wireless network.

In this way, it is possible to mention that the corrective project should be done considering the possible critical points of the network, network security, performance and possible investment to achieve the objective.

Keywords: Wireless network mapping; WiFi; Wireless local area network architecture.

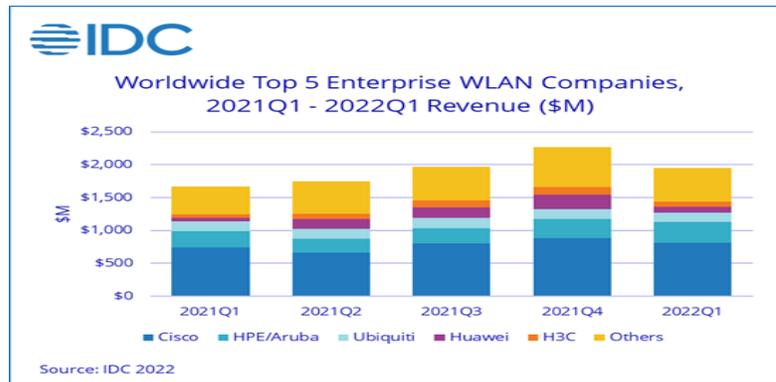
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

As tecnologias dominaram as sociedades, os modelos de comunicações buscam novos desafios como forma de atender as necessidades que acompanham o desenvolvimento global. Atualmente, verifica-se uma integração massiva das tecnologias computacionais. As diferentes arquiteturas suportadas pelas redes de computadores, oferecem vantagens que proporcionam maior comodidade no que diz respeito a mobilidade, alta Velocidade, disponibilidade, robustez, flexibilidade e menor custo, conduzindo a novos paradigmas de comunicações.

Nos últimos 25 anos, as redes de computadores sofreram uma expansão e novas tecnologias foram criadas. Uma das tecnologias que vem sendo amplamente adotada, é o protocolo 802.11, conhecido vulgarmente como redes sem fio (WIFI). Segundo RUBINSTEIN et al. (2006, p.1) as redes sem fio estão sendo usadas progressivamente nas comunicações entre dispositivos de variados tipos e tamanhos.

À medida que a qualidade das mesmas vai melhorando, o preço dos equipamentos vai se tornando mais acessível. Desta forma, percebe-se o contributo destas ferramentas uma vez que a flexibilização dos processos atuais, sejam estes, educacionais, comerciais organizacionais, entre outros, dependem destes recursos.

Como forma de prover a comunicação sem fio, a tecnologia Wireless vem ganhando espaço relativamente as redes cabeadas. Embora este padrão apresente algumas limitações no que diz respeito a altas taxas de transmissão e o raio de cobertura, inegavelmente, a sua implementação tem sido uma preferência em maior parte das organizações. Portanto, uma análise clara pode ser entendida a partir do gráfico 1, no qual pode-se notar que, a demanda dos dispositivos WLAN tende a crescer. Em apenas o primeiro trimestre do ano 2022 já se alcançou uma receita feita até o terceiro trimestre do ano 2021.

Gráfico 1:Receitas trimestrais dos fabricantes dos Wi-Fi dos anos 2021/22

Fonte: (www.idc.com, acesso:, 08/06/2022)

Uma análise comparativa do crescimento da demanda dos dispositivos WLAN dos trimestres dos 2 últimos anos para cada fabricante, pode também ser feita através da tabela 1, na qual, só o primeiro trimestre do ano 2022, já mostra um crescimento acelerado em relação aos outros trimestres do ano 2021.

Tabela 1 - Receitas trimestrais dos fabricantes dos Wi-Fi dos anos 2021/22

Fabricante	Receitas trimestrais do anuais de fabricantes de WiFi				
	2021				2022
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1
Cisco	21.2%	6.1%	7.7%	22.1%	9.4%
HPE/Aruba	27.7%	16.5%	-12.2%	9.9%	30.7%
Ubiquiti	18.8%	49.7%	6.5%	3.3%	8.4%
Huawei	21.3%	72.6%	36.6%	48.0%	71.5%
H3C	11.9%	16.2%	56.3%	41.8%	58.8%

Fonte: (www.idc.com, acesso:08/06/2022)

Embora verifique-se um crescimento exponencial em relação as redes WiFi, fazer uma análise no que diz respeito às receitas deste equipamento se torna muito importante, como forma de entender qual fabricante tem dispositivos com qualidade e mais procurados no mercado, para que se possa comparar com os dispositivos usados na rede do DEEL pois, isso poderá servir de auxílio no processo de resolução dos problemas da rede do DEEL.

1.1 JUSTIFICATIVA

O tema em análise, surge pela motivação da existência de vários fatores que dificultam o acesso à internet na Faculdade de Engenharia, em particular, no Departamento de Eletrotécnica. Por outro lado, o autor deste trabalho, sendo estudante desta faculdade tem assistido o mau desempenho desta rede sem fio, mas, com expectativas de gozar das boas qualidades dos seus serviços que estão por de trás desses fatores e que seriam oferecidas pela rede.

Durante esses três últimos anos letivos, a rede wireless da faculdade de Engenharia sofreu inumeráveis constrangimentos que criam barreiras críticas aos seus usuários, assolando mais em massa, a camada estudantil, visto que, esta rede tem um papel fundamental para o desenvolvimento de vários processos nesta faculdade, seja pela troca de recursos didáticos entre estudantes e docentes, pesquisas, assim como atividades desenvolvidas em sectores administrativos, a análise dos fatores que assolam o desempenho desta rede, torna-se algo de maior relevância. Isto é, uma melhor alternativa para facilitar na obtenção da solução para o problema que assola esta rede, uma vez que, uma análise é um método de pensamento voltado para a compreensão ou explicação de um fenômeno complexo, que consiste em reduzir uma realidade intrincada, de difícil apreensão global, em seus componentes básicos e mais simples.

O estudo deste tema, traz grandes vantagens para toda comunidade da Faculdade visto que, busca as melhores formas do uso da rede assim como normas de segurança para a rede, uma vez que, lista todos os fatores que colocam a rede num estado crítico para que se busque uma forma de combatê-los caso possível. Por parte dos estudantes, este estudo trará vários benefícios pois, esta rede oferece mobilidade e as salas nas quais eles usam computadores ligados à rede cabeada, em muitas vezes, encontram ocupadas por alunos assistindo aulas. Com a mobilidade e fácil acesso desta rede wireless, é fácil ter acesso a internet em qualquer local da Faculdade, desde que haja lá um ponto de acesso. Em suma, o estudo garante que é uma boa e melhor alternativa para contornar todos os fatores interferentes e que posteriormente poderá simplificar, auxiliar no acesso opcional à internet por parte dos usuários e poderá contribuir na melhoria da formação na instituição para que, os estudantes cheguem à bom porto e para que o País entre em outro nível elevado de desenvolvimento. Pois, no mundo, a educação é a melhor arma para o desenvolvimento.

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A cada dia, verifica-se uma necessidade crescente na adoção das tecnologias de comunicações sem fio, de modo a se alcançar funcionalidades que as comunicações de redes cabeadas não suportam. A Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane é composta por departamentos que lecciona 11 cursos contando com pós-graduação e excluindo curso de geologia e departamento da UP. Anualmente são admitidos novos ingressos nesta faculdade, isso pressupõe um incremento em relação ao número de estudantes. Face ao desenvolvimento das tecnologias, as redes de computadores ganharam um papel de destaque em todas as sociedades, com relevância as redes locais sem fio (WLAN).

No sentido de acompanhar o desenvolvimento tecnológico predominantes nas sociedades e instituições de ensino modernas, esta faculdade implementou numa fase inicial uma rede de computadores cabeada, entretanto, ao longo dos anos integrou a WLAN. Assim, como forma de responder a demanda da comunidade acadêmica, nos últimos 14 anos, aumentou a instalação de pontos de rede *Wireless* em diferentes locais desta Faculdade. Este cenário surge como resposta de maior procura tanto dos estudantes como dos funcionários em usar o sinal de internet para várias atividades. Esta rede, tem desempenhado um papel fundamental pelo facto de contribuir para realização de diversas atividades do corpo técnico administrativo, dos docentes e igualmente dos estudantes, uma vez que grande número destes estudantes tem renda financeira baixa.

Partindo de princípio que a rede desta faculdade apresenta uma arquitetura tecnológica com largura de banda capaz de oferecer um sinal de rede sem fio estável e eficiente aos utilizadores desta, porém, nos últimos 3 anos, registou-se uma atenuação do sinal de cobertura desta rede. Consequentemente, surgem muitas reclamações por parte dos seus utilizadores, apontando fundamentalmente os seguintes constrangimentos:

- Lentidão excessiva;
- Baixa intensidade do sinal em alguns locais ou departamentos próximos ao Access Point;
- Intermitência;
- Falta de cobertura em alguns locais.

Portanto, este estudo, torna-se mais relevante por forma a identificar os fatores que têm contribuído para estas reclamações, sustentando-se pela seguinte pergunta de pesquisa: **Quais os fatores que influenciam no desempenho da rede wireless no Departamento de Eletrotecnia?**

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

- Analisar os fatores que influenciam no desempenho da Rede Wireless.

1.3.2. Objetivos Específicos

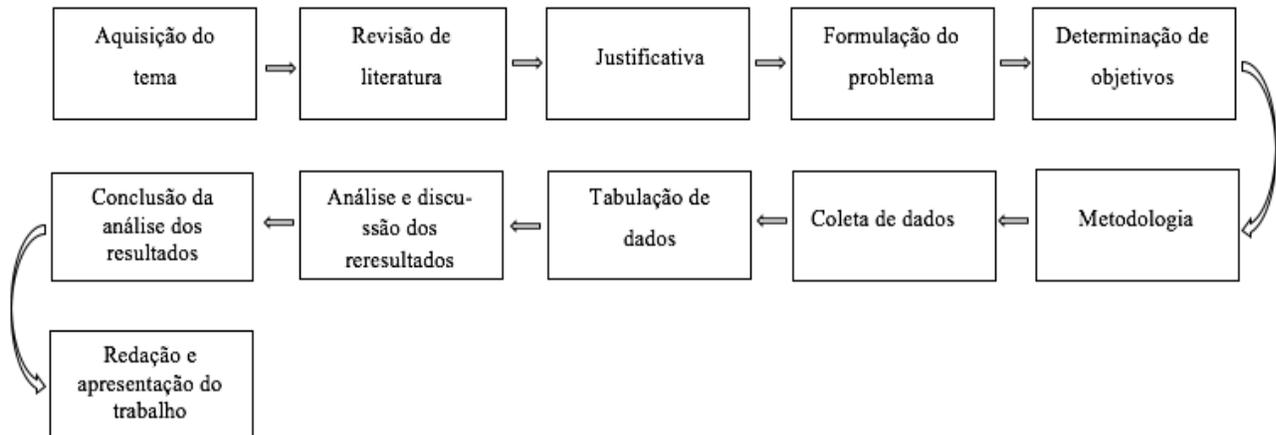
- Descrever os requisitos para implementar uma Rede Wireless;
- Apresentar a arquitetura de uma rede Wireless;
- Identificar os fatores que influenciam no desempenho da rede Wireless do Deel.

1.4. METODOLOGIA

Todo o trabalho acadêmico segue uma metodologia para se alcançar os resultados desejados, assim importa inicialmente situar neste trabalho. Na classificação, quanto a natureza esta pesquisa classifica-se como aplicada, pois, procura soluções a problemas específicos da sociedade. Quanto à forma de abordagem, a pesquisa é quantitativa uma vez que se faz a análise dos fatores sem menção de cálculos matemáticos. Quanto aos objetivos, a pesquisa é exploratória e quanto aos procedimentos classifica-se com estudo de caso e pesquisa bibliográfica pois, fez-se busca sistemática dos conhecimentos sobre o assunto na literatura disponível de autores como FLICKENGER, FOUROZAN, TANEMBAUM etc.... e algumas páginas da internet. Fez também levantamento envolvendo interrogações diretas aos estudantes e funcionários. O estudo foi mais além, fazendo estudo do campo para coletar dados exatamente no lugar de origem do fenômeno. Portanto, fez observações e entrevistas para compreender este fenômeno como está no anexo 2.

Uma vez que o problema abrange todos departamentos da faculdade, para delimitar o assunto, fez-se o estudo do caso, tendo-se como departamento amostral, o DEEL.

Antes de se fazer a documentação deste projeto, o planejamento e a execução da pesquisa fizeram parte de um processo sistematizado que compreende etapas detalhadas através da figura 1.

Figura 1: Etapas da pesquisa

Fonte: Autoria própria

1.5. ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O trabalho é composto por três capítulos, dos quais, o primeiro segue as necessidades de um trabalho acadêmico e outros capítulos seguem as fases da metodologia.

O primeiro capítulo, apresenta a introdução do trabalho, mostra a sua contextualização, problematização, relevância do tema, resumo, objetivo principal e metodologia utilizada para levantamento de dados, justificativa e estrutura do documento.

O segundo capítulo trata da revisão da literatura em torno dos requisitos necessários para implementação duma rede Wireless, arquiteturas de wireless WLANs e o elo de comunicação em redes wireless, as ondas eletromagnéticas.

O terceiro e último capítulo, apresenta o inquérito da pesquisa sobre a rede WLAN da FENG, a ferramenta usada para a simulação da rede e identifica os fatores que influenciam no desempenho da rede Wireless do DEEL e no fim têm-se conclusões, recomendações e referências bibliográficas.

CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA

2.1. SURGIMENTO DAS REDES DE COMPUTADORES CABEADAS

As tecnologias de redes dos computadores iniciados nos anos 80, foram desenvolvidas com objetivo de interligar os computadores e partilhar recursos computacionais.

Hoje em dia, as redes dos computadores têm uma grande relevância e atuam em todas as áreas do saber em que dados ou informações são processadas reduzindo assim o tempo das tarefas que poderiam ser feitas deslocando dum ponto para outro e para lugares longínquos.

“Em termos um pouco mais genéricos, a questão aqui é o compartilhamento de recursos, e o objetivo é tornar todos os programas, equipamentos e especialmente dados ao alcance de todas as pessoas na rede, independente da localização física do recurso e do usuário” (TANEMBAUM, 2007, p. 19).

Assim, verifica-se que a aplicabilidade destas tecnologias vai desde a locais residenciais até aos ambientes organizacionais. Conforme será visto adiante, a comunicação nas redes de computadores, os hosts podem ser interligados através de diferentes meios de comunicação, dependendo das necessidades do projeto.

2.1.1 Classificação das redes de computadores

A classificação das redes de computadores obedece a vários critérios, nomeadamente, abrangência, topologia de rede, meios de transmissão, tecnologia entre outros. A distância é fundamental, uma vez que, de acordo com este parâmetro pode-se identificar os vários elementos ou dispositivos para sua implementação. Quanto a abrangência, as redes de computadores são classificadas conforme descreve-se seguidamente:

2.1.1.1 Redes Locais

As redes locais, muitas vezes chamadas LANs (*Local Area Network*) são redes privadas contidas em um único edifício ou Campus Universitário com até alguns quilômetros de extensão. Elas são amplamente usadas para conectar PCs e estações de trabalho em escritórios e instalações

industriais de empresas, permitindo o compartilhamento de recursos e a troca de informações. Toda rede de computadores é formada pelo menos por uma LAN.

2.1.1.2. Redes Metropolitanas

Uma rede metropolitana, ou MAN (*Metropolitan Area Network*), abrange uma cidade, com maior extensão relativamente as LANs. podendo interligar redes em diferentes espaços geográficos dentro de uma cidade.

2.1.1.3. Redes Geograficamente Distribuídas

Uma rede geograficamente distribuída, ou WAN (*Wide Area Network*) é uma rede que contém um quantidade de máquinas cuja objectivo é executar os programas do usuário. Ela abrange uma grande área geográfica, como um país ou continente. A Internet é um exemplo desse tipo de rede.

2.1.2. Tipos de Conexões

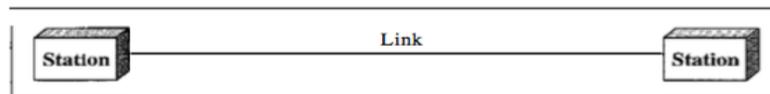
Para que haja comunicação entre dois dispositivos numa rede, deve existir um meio que lhes permita comunicarem-se.

Segundo Fourouzan (2007, p.45) existem dois tipos de conexões possíveis: Ponto-a-ponto e Multiponto.

2.1.2.1. Conexão Ponto-a-ponto

A conexão ponto-a-ponto oferece conexão dedicada entre dois dispositivos, toda capacidade do link é reservada para a transmissão entre tais dispositivos. É o tipo de comunicação mais simples.

Figura 2: Conexão ponto-a-ponto

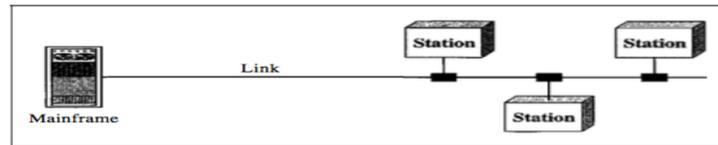


Fonte: Forouzan (2007, p.46)

2.1.2.2 Conexão Multiponto

A conexão multiponto é uma conexão na qual mais do que dois dispositivos partilham um único link como ilustra a figura 3. Neste link, a capacidade do canal é compartilhada e vários dispositivos partilham o mesmo link simultaneamente.

Figura 3: Conexão Multiponto



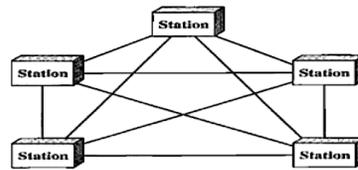
Fonte: Forouzan (2007, p.46)

2.1.3. Topologia das redes cabeadas

A topologia refere-se a forma como os dispositivos estão estruturados e como flui a comunicação entre os mesmos. Fundamentalmente, existem dois tipos de topologias numa rede, a física e a lógica. “O termo topologia física refere a maneira na qual uma rede é arranjada fisicamente, isto é, dois ou mais dispositivos são colocados em conexão. A topologia é representação geométrica de todas as conexões e dispositivos da rede conectados. Existem 4 possíveis topologias: Mesh, Bus, Star e Anel” (FOROUZAN, 2007, p.46). Por outro lado, topologia lógica diz respeito a forma como os dados fluem numa rede de computadores. Desta forma, as redes de computadores podem empregar as seguintes topologias conforme se segue.

2.1.3.1. Topologia Malha (Mesh)

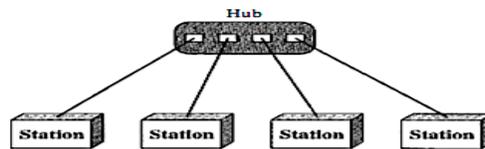
A topologia malha, todos os dispositivos possuem links ponto-a-ponto dedicados e garante que cada conexão possa transportar seus dados, assim, eliminando os problemas de tráfego que podem ocorrer quando os links são compartilhados pelos vários dispositivos. Nesta topologia, os links ponto-a-ponto facilitam identificar falhas assim como correção e oferece vantagem de privacidade e segurança. As principais desvantagens no uso da topologia malha está relacionado com a quantidade de cabeamento e o número de portas de entradas e saída necessárias conforme ilustra a figura 4, existe muitos cabos assim como várias portas I/O em todos os dispositivos.

Figura 4: Topologia Malha

Fonte: Forouzan (2007, p.46)

2.1.3.2. Topologia Estrela (Star)

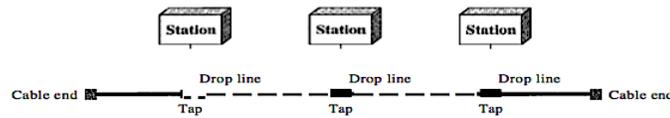
Nesta topologia cada dispositivo tem uma conexão dedicada ponto-a-ponto somente para a central de controle, usualmente o Hub e os dispositivos não são diretamente conectados. O controlador age como um câmbio, isto é, se um dispositivo quiser enviar dados para outro, envia um para o controlador que depois encaminha para outro dispositivo. A vantagem desta topologia é o uso de menos cabos e ser robusta. Se um link falha, somente esse tal link é afetado e outros links mantém-se ativos. Portanto, como ilustra a figura 5, uma grande desvantagem da topologia estrela, é a dependência de toda a topologia num único ponto, o Hub. Se ele se desliga, todo sistema fica inativo.

Figura 5: Topologia Estrela

Fonte: Forouzan (2007, p.48)

2.1.3.3. Topologia Barramento (Bus)

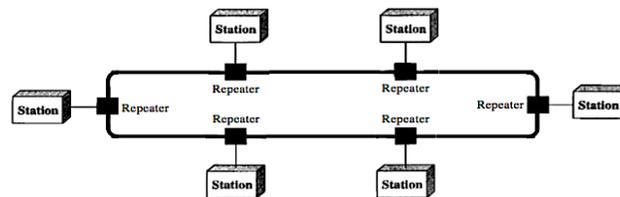
Na topologia bus, os nós são conectados a um barramento por uma linha interrompida e linhas de toque (Tap). Linha do toque é um conector que se embute dentro do cabo principal ou fura o revestimento do cabo para criar um contato com o condutor metálico. A facilidade na instalação da topologia bus é uma das vantagens além do uso de menos cabos face as topologias malha e estrela. A dificuldade de reconexão e falha de isolamento tornam-se uma desvantagem fora da interrupção do cabo que pára toda transmissão. Na figura 6 ilustra-se que, a topologia barramento é multiponto e um longo cabo age como uma espinha dorsal para conectar todos os dispositivos na rede.

Figura 6: Topologia Barramento

Fonte: Forouzan (2007, p.48)

2.1.3.4 Topologia anel (Ring)

Na topologia ring, cada dispositivo incorpora um repetidor e é uma conexão ponto-a-ponto dedicado com somente dois dispositivos em ambos lados dela. O sinal é passado ao longo do anel fluindo num único sentido passando de cada dispositivo até alcançar o seu destino. Geralmente na topologia ring o sinal circula o tempo todo e se o dispositivo não recebe o sinal dentro do período especificado, emite o alarme alertando ao operador o problema e o local. Da figura 7 se pode notar que, o tráfego unidirecional torna-se uma desvantagem e num simples anel, uma quebra do anel pode interromper todo o sistema.

Figura 7: Topologia Ring

Fonte: Forouzan (2007, p.49)

2.1.4. Dispositivos da rede local cabeada

Geralmente, uma rede cabeada de computadores tem sido um requisito básico para a criação duma rede wireless com anexo do dispositivo Access Point. Os dispositivos de redes locais cabeadas, são hardwares responsáveis pelas interligações entre redes de comunicação e a estações de trabalho. Cada dispositivo tem a sua função, portanto, formando um sistema com outros e sendo imprescindível a sua existência na rede. De acordo com Forouzan (2007, p.445), são placa de rede, repetidores, hubs, bridges (pontes), switches e roteadores.

2.1.4.1 Placa de Rede (*NIC- Network Interface Card*)

A NIC é um dispositivo da camada 2 do modelo OSI, possui um código MAC atribuído pelo fabricante de comprimento de 48 bits, expresso em 12 dígitos hexadecimais.

“Uma NIC é um dispositivo de hardware responsável pela comunicação de um computador em uma rede de computadores, controla o envio e recebimento de dados de um computador conectado a uma rede, através de OEM, cabos metálicos ou cabos de fibra óptica” (https://pt.wikipedia.org/wiki/Placa_de_rede , acesso: 14/06/2021).

A NIC controla as comunicações de dados do host na rede. Portanto, cada arquitetura de rede pode exigir um tipo específico de placa de rede. Na figura 8 ilustra-se uma placa de rede dedicada com conector PCI e Slot RJ45, portanto, comparando esta placa com outras, é possível entender que, além da arquitetura usada, as placas de rede diferem-se também pela taxa de transmissão, cabos suportados e barramento utilizado (PCI, PCI Express, USB ou Thunderbolt).

Figura 8: Placa de rede



Fonte: (<https://kruguerinformatica.com.br/produto/placa-de-rede-10100/>, acesso:31/10/2018)

2.1.4.2. Hub

É um dispositivo usado para conectar vários dispositivos da rede, um conector de cabos de dispositivos da rede vindo de diferentes ramos. Numa topologia estrela de Ethernet de uma LAN por exemplo, o hub é um ponto no qual sinais vindos de diferentes estações colidem. O Hub regenera cada pacote recebido em qualquer porta sem fazer nenhum tipo de leitura do quadro de informação que entra por uma porta. Os hubs por serem obsoletos são substituídos por switches e no entanto, não merecendo um estudo aprofundado. A figura 9 ilustra, um exemplo típico do Hub, um ponto no qual os sinais colidem. Este tipo de Hub é uma parte do meio que se encontra na camada física no modelo de OSI.

Figura 9: Hub

Fonte: (<https://www.infowester.com/hubswitchrouter.php>, acesso:19/09/2019)

2.1.4.3. Repetidores

Assim como Hub, um repetidor é um dispositivo que opera somente na camada física do modelo OSI. Sinais que transportam informações dentro de uma rede podem alcançar uma distância fixa antes da atenuação e prejudicar a integridade de dados de comunicação, no entanto, o repetidor consegue regenerar, retemporizar e amplificar o sinal de modo que alcance distâncias maiores e ao detectar uma colisão, envia um sinal de congestionamento para todas suas portas.

“O repetidor aumenta o potência do sinal e o retransmite, permitindo assim que viaje longas distâncias e como amplificam o sinal, requerem uma fonte de energia eléctrica”¹

Conforme ilustrado na figura 10, o repetidor não usa cabo e recebe um sinal e antes de este tornar-se muito fraco ou corrompido, regenera o padrão dos bits originais, envia sinal atualizado estendendo assim o comprimento de uma LAN.

Figura 10: Repetidor do sinal WiFi

Fonte: (<https://www.magazineluiza.com.br/portaldalu/repetidor-de-sinal-wi-fi-quando-usar/40894/>, acesso:12/09/2022)

Importa salientar também que, há repetidores para redes com fios assim como para redes sem fio.

¹ https://www.magazineluiza.com.br/portaldalu/repetidor-de-sinal-wi-fi-quando-usar/40894

2.1.4.4. Pontes (Bridges)

Uma bridge é um dispositivo usado para conectar duas redes LANs. Opera nas camadas física e enlace de dados do modelo OSI. Na camada de enlace, o bridge pode verificar o endereço físico MAC contido no quadro, não muda o endereço físico num frame e têm capacidade de filtragem. Isto é, é capaz de ver o endereço destino de um quadro e decidir se o quadro poderá ser encaminhado ou será anulado. Computa o CRC (*cyclic redundancy check*) antes de reencaminhar os pacotes infelizmente atrasando assim a propagação. A bridge tem uma tabela que mapeia os endereços para portas. Existem bridge a cabo assim com a sem fio como ilustrado na figura 11, portanto, neste caso o bridge conecta duas ou mais redes usando antena.

Figura 11: Bridge



Fonte: (<https://bootblockbios.wordpress.com/redes/bridge-ou-ponte/>, acesso:28/02/2011)

2.1.4.5. Switches

O switch é um dispositivo sofisticado sem nenhum domínio de colisão localizado na segunda camada do modelo OSI.

“Os switches operam na segunda e terceira camada. O switch da segunda camada actua nas camadas física e enlace. Os switches da terceira camada são roteadores, mas mais rápidos e mais sofisticados” (FOROUZAN 2007, p.445).

O switch tem um buffer para guardar quadros para o processamento, pode também ter fator de comutação que encaminha os frames em altas velocidades. Nos gabinetes de dispositivos da rede da sala de Informática assim como na sala servidores do DEEL, estão alojados os switches da marca D-Link e TP-Link-SL1226, sendo este último, em foco e merecendo uma breve descrição.

Segundo (www.scarcom.com.br), o switch TP-Link-SL1226 é uma tecnologia Green Ethernet. Esta tecnologia economiza até 60% de energia. Suporta auto-learning do MAC e Auto MDI/MDIX.

Na tabela 2 encontram-se algumas informações à cerca deste dispositivo, portanto, além do número e tipos de portas há informações sobre taxas de transmissão.

Tabela 2: Características do Switch TP-Link-SL1226

Switch TP-Link-SL1226		
Designação de Portas	Números de portas	Taxa de transmissão (Mbps)
Fast Ethernet (Rj-45)	24	10/100
Uplink Gigabits	2	10/100/1000

Fonte: (www.scarcom.com.br, acesso:05/10/2022)

Na figura 12 ilustra-se um dos modelos do switch usados no DEEL (TP-Link-SL1226). Como se pode ver, possui 24 portas Fast Ethernet e 2 portas Gigabit além disso, pode se notar que é um projeto compacto de case de aço para desktop e montável no rack sistema plug and play.

Figura 12: Switch TP-Link-SL1226 usado no Deel



Fonte:(www.scarcom.com.br, acesso: 05/10/2022)

2.1.4.6. Roteadores

O roteador é um dispositivo especializado para o envio de pacotes através da rede de dados. localiza-se na terceira camada do modelo OSI, a camada que roteia pacotes baseados nos seus endereços lógicos.

“Normalmente interconecta LANs e WANs na internet e tem uma tabela de roteamento que é usada para fazer a decisão sobre a rota” (<https://mikrotik.com/product/CCR1036-8G-2Splus>).

Os roteadores interconectam redes selecionando a melhor rota para um pacote seguir e encaminham os pacotes ao destino. Suas tabelas são normalmente dinâmicas e são atualizadas usando protocolos. Contêm dois grupos de interfaces isto é interface LAN e WAN. A interface LAN agrega

o roteador a rede LAN, usa o endereço MAC da camada 2 e IP da camada 3 e outros slots usuais RJ-45. A interface WAN usa o endereço IP da terceira camada e estabelece conexão com redes externas que conectam a LAN. A figura 13, ilustra um protótipo de roteadores usados na FENG, vem em sua 1U invólucro rackmount, tem 2 portas SFP. 8 portas Gigabit Ethernet e porta consolam serial, porta USB completas e duas PSU para a redundância.

Figura 13: Roteadores MicroTik CCR1036-8G-2S+



Fonte: (<https://mikrotik.com/product/CCR1036-8G-2Splus,18/08/2022>)

2.2. REDES WIRELESS

A implementação das redes dos computadores cabeadas tornava-se cada vez mais onerosa à medida que estas se expandiam e por outro lado, há serviços que estas redes não conseguiam oferecer além das dificuldades de implantação de cabos em certas áreas de difícil acesso. No entanto, a necessidade de comunicação envolvendo novos serviços como mobilidade, flexibilidade, e outros a menos custos, expandiu as redes dos computadores.

Outrora, por volta de 1873, as equações do James Clerk Maxwell comprovavam a existência das OEM, capazes de viajar a velocidade finita e igual à luz. Esta experiência só veio a ser feita em 1887, por Hertz no seu trabalho acadêmico dando um impacto extraordinário para o avanço.

A exploração comercial das OEM para telegrafia sem fio veio a ser possível através do Guglielmo Marconi e em 1902 que patenteou o seu sistema de transmissão e estabeleceu um serviço comercial de telegrafia sem fio que geralmente veio a avançar o mundo das comunicações sem fio. Como base o modelo OSI (*Internacional Standards Organization*), o IEEE criou um grupo para reunir uma série de especificações de comunicação entre os dispositivos.

2.2.1. Classificação das redes sem fio

As redes sem fio são infraestruturas de comunicação que podem ser classificadas de acordo com o tipo de cobertura.

“Há diversos tipos de redes wireless, que propagam o sinal de diversas maneiras, algumas redes usam radiação infravermelha para transmitir informações, outras usam sinais de radiofrequência e, ainda outras usam satélites espaciais para transmitir e retransmitir os dados.” (RIBEIRO, 2016, p.21).

As classificações das redes sem fio quanto à extensão geográfica são:

2.2.1.1. WPAN (*Wireless Personal Area Network*)

Esta usa tecnologia Bluetooth, rede de baixo custo e com taxas de transferências baixas. Alcança pequenas distâncias e estabelece conexão entre os dispositivos móveis que estão sendo utilizados.

2.2.1.2. WLAN (*Wireless Local Area Network*)

A rede local que faz a conexão com a internet ou uma outra rede utilizando ondas de rádio. Normalmente, o padrão utilizado para essas redes é o IEEE 802.11b WiFi - *Wireless Fidelity* e sua frequência de operação é de (2,4-5) GHz.

2.2.1.3. WMAN (*Wireless Metropolitan Area Network*)

A WMAN cobre uma cidade ou estados. Os provedores de acesso e pontos de distribuição constituem o sistema que fazem a conexão nessas redes. Um exemplo de tecnologia usada em redes WMAN é o padrão WiMax (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*), este tem como objetivo de estabelecer a parte final da infraestrutura de conexão da banda larga independente.

2.2.1.4. WWAN (*Wireless Wide Area Network*)

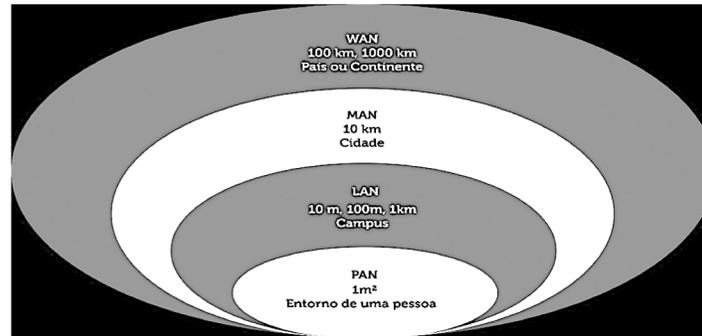
A rede WWAN utiliza tecnologia presente em rede de telefonia celular e em alguns serviços de dados, são exemplos das redes usadas pela TMCEL como GSM - *Global System Mobile*, a rede GPRS (*General Packet Radio Services*) e a rede UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*).

Portanto, tanto redes sem fio assim como redes cabeadas, quanto à extensão geográfica, ambas têm a mesma dimensão e o que difere as duas redes relativamente ao meio de transmissão de dados é,

enquanto a rede cabeada usa cabos como elo de comunicação entre dois pontos, a rede sem fio usa ondas eletromagnéticas.

A figura 14 elucida a classificação das redes quanto a extensão, nela, é possível se ter obviamente quanto à extensão, a diferença de uma em relação a outra.

Figura 14: Classificação das redes quanto à extensão geográfica



Fonte: (<<http://networking.layer-x.com/pic/fig008.jpg>>., acesso:07/12/2015)

Na tabela 3 ilustra-se um resumo de tecnologias utilizadas em cada tipo de rede sem fio, nela é possível concluir que, a rede feita entre o Campus da UEM e Campus da FEUEM usa tecnologia Wimax e também pode-se notar que a rede WLAN da FEUEM, usa tecnologia WiFi.

Tabela 3: Classificação das redes sem fio

Tipos de Rede Wireless	Tecnologias utilizadas
WPAN (Wireless Personal Area Network)	Bluetooth, IDA, home RF
WLAN (Wireless Local Area Network)	Wi-Fi, HiperLAN
WMAN (Wireless Metropolitan Area Network)	WiMAX
WWAN (Wireless Wide Area Network)	GSM, GPRS, UMTS(3G)

Fonte: Autoria Própria

2.2.2. WLAN (*wireless local area network*)

As redes Wi-Fi baseiam-se no padrão IEEE 802.11, com várias versões. O uso da WLAN é mais empregado em locais públicos, escritórios e residências.

“Wi-Fi é uma tecnologia empregada na construção de redes locais sem fio para comunicação entre computadores e dispositivos portáteis, como tablets, notebooks e smartphones, entre outros, a redes como a Internet ou outras redes locais, cabeadas ou não.”²

A tecnologia Wi-Fi usa ondas de rádio ou micro-ondas que se propagam a partir das antenas dos APs e isso é uma grande vantagem pois, impede o uso de cabos além de conseguir atender uma quantidade excelente de usuários e pode-se estender seu raio de cobertura com uso de repetidores. Com uso de criptografia, as redes Wi-Fi garantem segurança de dados, e o sinal de rede só perde a sua qualidade acima de 60 metros, porém, dependendo de muitos fatores que serão citados no capítulo III. Existem vários padrões do IEEE 802.11 e nesta sessão resumir-se-á a descrição de alguns que compõe a rede do DEEL.

2.2.2.1. Padrões das redes IEEE 802.11

“Os padrões de Wi-Fi são definidos pelo IEEE e têm seu nome “IEEE 802.11” como padrão. Seguido desse nome, vem uma letra minúscula que significa maior velocidade de transmissão quanto maior a sua sequência alfabética, como a, v, g ou n.”³

A compatibilidade não está em todos padrões, portanto, da tabela 4, é possível entender que as taxas de transferência são alcançadas por padrões com maior sequência alfabética os padrões a e b são incompatíveis.

Tabela 4: Padrões do Wi-Fi

Padrão	Taxa de transferência	Faixa de frequências	Compatibilidades
802.11a	até 54 Mbps	5,1-5,8 GHz	Não
802.11b	até 11 Mbps	2,4-2,485 GHz	Não
802.11g	até 54 Mbps	2,4-2,485 GHz	802.11b
802.11n	até 600 Mbps	2,4-5 GHz	802.11b/g
802.11ac	até 1.3 Gbps	2,4-5 GHz	802.11b/g/n
802.11ad	até 7 Gbps	2,4; 5 GHz e 60 GHz	802.11b/g/n/ac

Fonte: (<https://inforticsite.wordpress.com/tipos-de-padroes-de-redes-wireless/>, acesso:05/10/2022)

² www.bosontreinamentos.com.br/redes-wireless, acesso:31/05/2022

³ <https://tecnoblog.net/responde/como-escolher-um-roteador-guia-dicas/>, acesso:18/08/2022

2.2.3. Requisito Mínimo para Implementação Rede Wireless (AP-Access Point)

O requisito mínimo para a implementação de uma rede wireless é o access point. O AP tem basicamente a mesma função de retransmitir os pacotes de dados como Hub, de forma que todos os dispositivos da rede os recebam. Em geral os APs possuem saídas para serem conectadas num Hub tradicional, permitindo assim a conexão dos dispositivos da rede cabeada com os que se conectam através da rede wireless, formando assim, uma única rede

“AP é um dispositivo da rede que permite levar o sinal de internet a áreas em que a cobertura original proporcionada por um roteador é limitada”(https://www.techtudo.com.br/noticias/2018/06/o-que-e-access-point-veja-para-que-serve-o-ponto-de-acesso-de-wi-fi.ghtml).

As exigências mínimas para que se implemente uma rede wireless segura são:

- Taxa de transmissão mínima de 54Mbps;
- Compatibilidade com padrão IEEE 802.11g e/ou IEEE 802.11a e/ou IEEE 802.11n;
- Controle de acesso à rede por endereço MAC;
- Controle de acesso à rede autenticada via servidor RADIUS;
- Certificação WiFi Alliance;
- Suporte a criptografia WPA2 Enterprise;
- Gerenciamento via SNMP;
- Implementação de RADIUS Authentication e Accounting;
- Interface 100Base Tx. ou superior com conector Rj45;
- Suporte à atualização de firmware;
- Certificado de homologação do equipamento;
- Controle de potência do sinal de rádio;
- Suporte a VLAN IEEE 802.1q.

No DEEL usam-se os APs indoor assim como outdoor das Empresas MicroTik e UbiTik. A figura 15, ilustra os dispositivos do tipo indoor e outdoor da marca UniFi da Empresa UbiTik, suas características podem ser descritas a partir da tabela 5. Visto que, o dispositivo AP UAP-AC-PRO pode ser instalado também num ambiente outdoor, mas com proteção, no trabalho aprofundar-se-á somente à cerca deste dispositivo.

Figura 15: Dispositivos Pontos de Acesso interior e exterior



a) AP Indoor UAP-AC-PRO

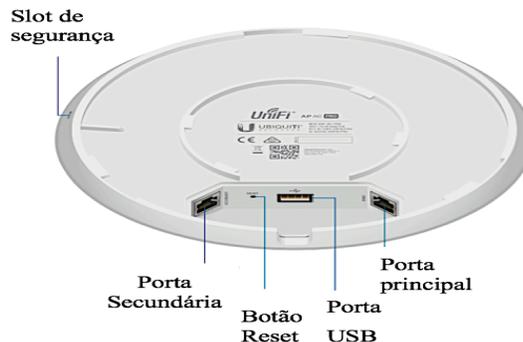


b) AP Outdoor UAP-AC-M-PRO

Fonte: https://dl.ubnt.com/guides/UniFi/UniFi_AP-AC-Pro_QSG.pdf

Da parte traseira do AP indoor, é possível ver as portas: principal e secundária Rj45, slot de segurança, porta USB como ilustra a figura 16. Além disso, este dispositivo, dispõe de um botão reset.

Figura 16: Portas e botões do AP indoor



Fonte: (https://dl.ubnt.com/guides/UniFi/UniFi_AP-AC-Pro_QSG.pdf, data do acesso: indisponível)

A porta Secundária é uma porta de Ethernet Gigabit usada para criar ponte. O botão reset fornece duas funções para o AP UniFi a saber: O Restart - neste caso, ao pressioná-lo dispara-se rapidamente o botão reset e para reconfiguração fabril, deve-se pressionar e segurar o botão reset por

mais de 5 segundos. A porta USB é reservada para o futuro uso, isto é, para a flexibilidade do sistema. A porta principal também é de Ethernet Gigabit que é usada para energizar o dispositivo e também para conectar uma LAN e um servidor DHCP.

O slot de segurança é simplesmente usado para montar e desmontar o dispositivo num certo local, inserindo um clipe no slot de segurança para lançar a etiqueta que fecha e virar o AP para o sentido anti-horário. Da tabela 5, além das partes externas descritas acima, é possível ver-se todas especificações do dispositivo AP indoor UAP-AC-PRO.

Tabela 5: Especificações do AP indoor UAP-AC-PRO

UAP-AC-PRO	
Dimensões	196.7x196.7x35 mm
Peso com kit de montagem	450 g
Interface de rede	(2 portas Ethernet) 10/100/1000
Botão	reset
Método de energizar	PoE 802.3af/802.3at
Fonte de alimentação	48V, 0.5A adaptador Gigabit PoE
Consumo máximo de potência	9W
Frequências de operação	(2.4-5) GHz
Máx. Potência de transmissão (2.4-5) GHz	22 dBm
Antenas	(3) antenas de 2 bandas, 3 dBi para cada
Padrão do WiFi	802.11.a/b/g/n/ac
Velocidade (2.4-5) GHz	(450-1300) Mbps
Alcance	122 m
Taxa de dados do 802.11/ac	(6.5-1300) Mbps
Modo POE	802.3afPOE/802.3atPOE+
Segurança da rede sem fio	WEP, WPA-PSK, WPA-Enterprise (WPA/WPA2, TKIP/AES)
Montagem	Parede, tecto
Temperaturas de operação	-10°- 70°C (14 a 158° F)
Certificação	CE, FCC, IC

Fontes: (https://dl.ubnt.com/guides/UniFi/UniFi_AP-AC-Pro_QSG.pdf e www.bztech.com.br, acesso: 27/09/2022)

2.2.3.1. Certificação WiFi alliance

“É um selo reconhecido internacionalmente com aprovação para o produto, indicando que o produto padrão teve acordo acertado, para interoperabilidade, segurança e uma margem aplicação de protocolo específico” (<https://www.wi-fi.org/certification>).

A certificação garante que em diferentes maneiras o produto foi testado. Neste processo, valida-se a não interoperabilidade com outros equipamentos WIFI, que operam na mesma banda de frequência. O selo de certificação pode ser ilustrado na figura 17.

Figura 17: Selo do produto WiFi



Fonte: (<https://www.wi-fi.org/certification>)

O CERTIFIED passa por testes rigorosos por três caminhos de certificação a saber: Flextrack, Quicktrack e Derivado.

2.2.3.2. Controle ao acesso à rede por endereço MAC

Para se ter acesso à rede, o dispositivo usuário deve fornecer sua identificação à rede usando um endereço da rede chamado MAC. Este endereço pode ser usado para proibir o acesso não autorizado da rede. O MAC contém 12 dígitos hexadecimal.

“O MAC é fabricado em todas as placas de rede, como Ethernet cartão ou WiFi cartão e, portanto, não pode ser alterado. Ele é um número de identificação do hardware que identifica exclusivamente cada dispositivo em uma rede” (<https://techlib.wiki/definition/macaddress.html>).

Quando se faz troca de pacotes na rede, os dispositivos comparam entre o próprio adaptador e o endereço destino e se forem os mesmos, o pacote é processado e caso não, será descartado. Em WiFi o MAC usado para controlar o acesso usando a senha.

2.2.3.3. Método do acesso ao meio do WiFi

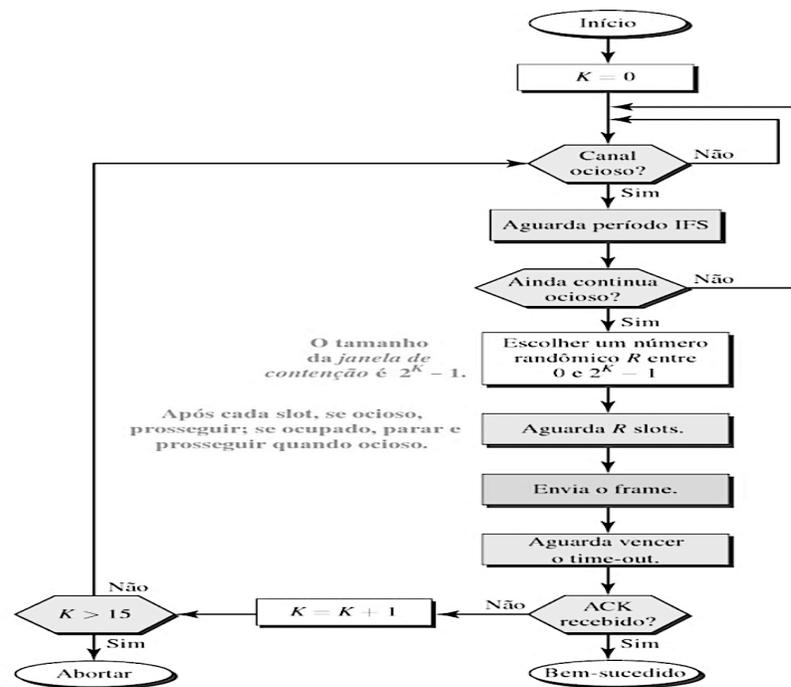
Um método do acesso, é um conjunto de mecanismos utilizados para aderir serviços da rede da melhor forma possível.

“O CSMA/CA é um dos métodos de acesso usado em redes locais sem fio (WLANs) seguindo o padrão IEEE 802.11. Aqui o acesso a portadora é combinado com o esquema backoff em caso do

meio ocupado para alcançar alguma imparcialidade entre estações competitivas” (SCHILLER 2003, p.98).

Neste caso, quando o usuário pretende enviar um quadro, escuta o meio até que ele seja livre. Assim que estiver livre, a estação aguarda um tempo aleatório chamado backoff. Terminado o tempo, o quadro é enviado e caso o meio seja utilizado durante esse tempo de backoff, a estação pára a contagem do tempo e só retorna quando o canal estiver livre de novo. Existem outros métodos do acesso ao WiFi, porém, como forma de limitar o estudo, neste trabalho falar-se-á apenas do método CSMA/CA. O método do acesso ao meio CSMA/CA é resumido através do fluxograma da figura 18.

Figura 18: Fluxograma do Protocolo CSMA/CA



Fonte: FOROUZAN (2009, p.379)

2.2.3.4. Controle de acesso à rede autenticada via servidor RADIUS

No Servidor RADIUS pode se atribuir senhas diferentes para usuários garantindo assim maior segurança na rede. O RADIUS, garante mais controle no acesso pois, permite registrar todos os que podem ser incluídos com outros serviços de diretório que centralizam todas as contas dos usuários.

2.2.3.5. Gerenciamento via SNMP (*Simple Network Management Protocol*)

O SNMP é um protocolo que permite monitorar grande número de dispositivos conectados à rede.

Segundo Stallings (2007, p.762) o gerenciamento de estação e agentes são conectados pelo protocolo de gerenciamento da rede. O protocolo usado para gerenciamento de redes TCP/IP é o SNMP.

Encontra-se no nível de aplicação e baseia-se em IP. É suportado por vários de hardwares e pacotes de gerenciamento de rede. O software de gerenciamento, é usado para gerir e monitorar dispositivos da rede, incluindo, hubs, switches, servidores e roteadores que estejam cientes no SNMP. O modelo de gerenciamento usado em SNMP inclui seguintes elementos chaves: Gerenciamento de estações ou administrador, agente, gerenciamento de informação base, e gerenciamento de protocolo da rede.

2.2.3.6. Implementação de RADIUS Authentication e Accounting

O protocolo RADIUS (*Remote Authentication Dial-In User Service*) faz autenticação de usuários e contabilidade.

“RADIUS (*Remote Authentication Dial-In User Service*) é de facto um protocolo para autenticação remota de usuários e está documentado em RFC 2865 e RFC 2866.”(Fonte: <https://learn.microsoft.com/th-th/windows/win32/nps/ias-radius-authentication-and-accounting>)

Segundo Flickenger (2008, p.165), as credenciais de autenticação são verificadas com o uso do protocolo 802.1X, que consulta uma terceira base de dados, como o RADIUS.

Para o RADIUS Authentication autenticar o usuário, o NAS (*Network Access Server*) contata o servidor remoto NPS (*Network Policy Server*) e neste caso o NAS e NPS se comunicam usando o protocolo RADIUS. O NAS opera como um cliente de um servidor que suporta o protocolo RADIUS. O NAS passa a informação sobre usuário para o servidor designado RADIUS, e depois age com base na resposta do servidor. Este pedido feito pelo NAS geralmente é designado pedido de autenticação. Assim que o servidor autenticar o usuário com sucesso, o servidor RADIUS retorna informação de configuração para o NAS e daí, fornece os serviços ao usuário. O servidor RADIUS Accounting,

colecta variedade de informações enviada por NAS que é usada para a contagem e reportagem das atividades da rede.

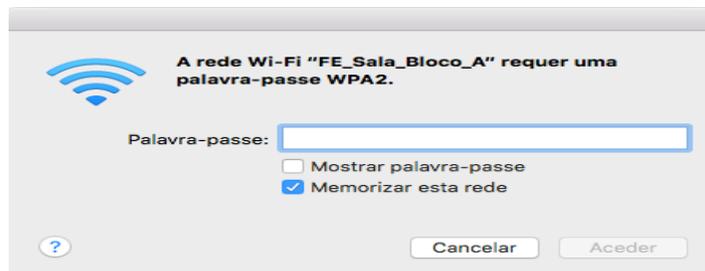
2.2.3.7. Suporte a criptografia WPA2 Enterprise

O WAP é um método de criptografar informações que assegura que a chave da rede foi modificada. Por outro lado, autentica usuários de modo a garantir que somente pessoas autorizadas possam ter acesso à rede.

“Outro protocolo de autenticação na camada de link de dados é o *Wi-Fi Protected Access* (Acesso Protegido Wi-Fi), ou *WPA*. O WPA foi criado para lidar especificamente com os problemas do WEP (*Wired Equivalent Privacy*)” (FLICKENGER, 2008, p.165).

Os tipos de WAP são WAP e WAP 2. O WAP funciona com todos os adaptadores sem fio, porém, não está presente em roteadores obsoletos. O WAP 2 é mais actual e seguro que o WAP, mas não funciona em adaptadores de redes antigas. Portanto se é usado com um servidor de autenticação 802.11X que distribui chaves diferentes para cada usuário. Também pode ser usado no modo chave pré-compartilhada (PSK) conforme mostra a interface quando se acessa ao WiFi na FENG como se ilustra na figura 19, visualiza a área na qual deve se digital a chave, tem opção para ocultar além da memória.

Figura 19: Interface do acesso à rede WiFi com WPA2



Fonte: autoria própria

2.2.3.8. Interface 100Base Tx ou superior com conetor Rj45

Uma interface 100Base Tx é um meio usado para conectar dispositivos da rede permite comunicação full-duplex e ponto-a-ponto.

Segundo Stallings (2007, p.493) 100BASE-TX usa cabo par traçado blindado (STP), um para transmissão e outro para recepção ou alta qualidade (Categoria 5) par não traçado (UTP).

2.2.3.8.1. Par Trançado não Blindado (*UTP- Unshielded Twisted Pair*)

É usado em sistemas LAN e telefonia. O cabo UTP consiste em quatro pares de cores de condutor de cobre, cada par trançado. A proteção do cabo protege e fornece um caminho para cada par de fios. O cabo UTP é conectado ao dispositivo através de um conector modular de 8 pinos chamado conector RJ-45. Os cabos UTP suportam sinais de voz de baixa velocidade e sinais de LAN de alta velocidade. O UTP de categoria 5 é recomendado como uma categoria mínima para instalações de LAN e é adequado para topologias em estrela.

2.2.3.8.2. Par trançado blindado

O cabo par trançado blindado é um cabo usado em várias instalações de redes de dados. Suportar uma frequência mais alta além do tráfego da LAN. Neste cabo, há um invólucro adicional para cada par de cabos. O wrapper pode fornecer melhor proteção contra interferência EMI

Na tabela 6, as especificações do 100BASE-TX. Este tipo de cabo usa apenas o efeito de cancelamento, produzido pelos pares de fios trançados para limitar a degradação do sinal causada por EMI e RFI, nas redes locais possui integração de serviços de dados, voz e imagens, além disso, é o mais usado na rede local da Faculdade de Engenharia.

Tabela 6: IEEE 802.3 100BASE-TX meios alternativos da camada física

	100BASE-TX	
	STP	Categoria 5UTP
Meio de transmissão	2 pares,	2 pares,
Técnica de sinalização	MLT-3	MLT-3
Taxa de dados	100 Mbps	100 Mbps
Max. Comprimento de sinalização	100 m	100 m
Rede Span	200 m	200 m

Fonte: Stallings (2007, p.494)

2.2.3.9. Suporte à atualização de firmware

Fazer actualização do firmware do AP, melhora o funcionamento do mesmo e elimina vírus nele, que pode se espalhar em toda rede reduzindo a sua performance.

“O novo firmware faz melhoramento da antiga versão do firmware. A performance da rede pode ser reforçada quando uma atualização é feita” (<https://www.cisco.com/c/en/us/support/>).

Nos protocolos: TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*), HHTTP (*Hypertext Transfer Protocol Secure*) e HTTPS (*Hypertext Transfer Protocol Secure*), as pastas podem ser transferidas para atualizarão do firmware do AP. O TFTP é um protocolo de transferência de ficheiros entre hosts numa rede. O UDP (*User Datagram Protocol*) tipicamente é usado para upgrades do software e configuração de pastas. Assim que se usa o TFTP cliente, a pasta de actualização será baixada pelo servidor TFTP.

2.2.3.10. Certificado de homologação do equipamento

“Todos os equipamentos de telecomunicação comercializado precisam de ser homologados” (<http://master.org.br/certificacao-anatel/anatel-wifi/>).

A homologação é um processo que garante a qualidade de segurança dos produtos e neste caso, os equipamentos da rede são atribuídos selos. O certificado de conformidade emitido, garante que todas as especificações do equipamento estão corretas. No caso de WiFi, organismo responsável pela homologação, cita que, a distribuição do sinal depende totalmente das condições físicas do canal sem fio e para se ter qualidade dessa distribuição utiliza-se somente equipamento homologado de modo que se use o produto certificado.

2.2.3.11. Controle de potência do sinal de rádio

Normalmente o sinal do WiFi enfraquece ao encontrar obstáculos e sendo assim, acaba tendo menor alcance. Neste caso, para que o sinal possa ter um longo alcance, é preciso que se aumente o seu nível de energia. Para que se controle do sinal da rádio, é recomendável se ter conhecimentos sobre LWAPP (*lightweight Access Point Protocol*) e sobre WLAN (*RF-Radiofrequência e CWNA-*

Certified Wireless Network administrator). Existe um software destinado ao controle da rede wireless chamado WLAN Controller. Com este controlador, o RRM suporta até 20 controladores e 1000 pontos de acesso em um grupo de RF.

“O algoritmo chamado TCP, é responsável apenas por desactivar os níveis de energia. O aumento da potência Tx faz parte da função do algoritmo Convergence Hole Detection and correction” (https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/wireless-mobility/wireless-lan-wlan/71113-rrm-new.html)

Para aumentar a potência de transmissão, basea-se na qualidade dos níveis do sinal do cliente e depois nos APs. Portanto, o algoritmo de correção de erros e detecção de cobertura determina os orifícios de cobertura.

2.2.3.12. Suporte a VLAN IEEE 802.1q

Atualmente, o suporte a VLAN (*Virtual LAN*) depende dos Switches com suporte ao padrão IEEE 802.11q.

“VLAN é um protocolo usado para organizar vários dispositivos dentro de uma rede física única sem precisar de fazer mudanças físicas na infraestrutura” (<https://anlix.io/vlan-redes-virtuais-facilitam-trafego-e-agilizam-conexao/>)

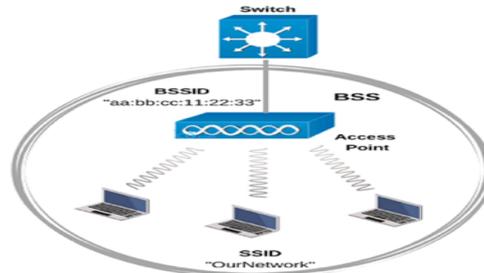
O uso de VLAN é muito útil em grandes redes como por exemplo, a rede da UEM. As VLANs também são usadas para priorizar um determinado tipo de tráfego. Em norma, aqueles que possuem requisitos específicos da rede. As vantagens do uso de VLAN para o provedor é que além de reduzir os custos de configuração, também reduz o congestionamento, aumenta a segurança e facilita na administração da rede.

2.2.3.13. Suporte a 4 SSIDs

O SSID (*Service Set Identifier*) é um identificador do pontos de acesso. Se um usuário estiver acessando na rede por exemplo, usando uma varredura no seu dispositivo, o nome que aparecerá será o nome do SSID. Os BSS são nomeados para que os clientes possam ter identidade da rede através desse nome, conforme ilustra a figura 20, portanto, neles o sistema de nomes SSID pode receber um

máximo de 32 caracteres. Os caracteres também diferenciam de maiúsculas para que o SSID possa ser mais variado.

Figura 20: SSID do BSS



Fonte: <https://altitudetvm.com/pt/komputer/1539>

Na rede wireless do DEEL, é possível um usuário sair duma BSA e entrar noutra sem se aperceber do handoff pois, o SSID mais predominante nos APs é FE-UEM1 conforme ver-se-á nas tabelas do capítulo III.

De modo genérico, o SSID para cada ponto de acesso sem fio é diferente para segurança da placa de rede sem fio, Sem SSID é impossível detectar a rede wireless e, com certeza reduz o risco de invasão pelos terceiros irresponsáveis.

2.3. ARQUITETURA DE REDES WIRELESS

Um *Service set*, é um termo usado para descrever os componentes básicos de uma WLAN operacional, pode ser também referenciado como topologia de uma WLAN.

A arquitetura de uma rede, considera-se ao modo como os dispositivos são conectados e ao tipo de equipamentos necessários para implementar a tal rede. Todos os dispositivos que se conectam a uma rede sem fio, têm denominação de estações, podendo ser Access Points ou Clientes de Rede, e se comunicam com a rede por meio de uma interface de rede wireless. No caso de redes locais sem fio Wi-Fi, existem três tipos de arquiteturas disponíveis:

- Redes sem Infraestrutura (*Independent Basic Service Set -IBSS*).
- Modo Infraestrutura (*Basic Service Set-BSS*);
- Conjunto de Serviço Estendido (*Extended Service Set -ESS*);

2.3.1. Redes sem Infraestrutura ou IBSS

A IBSS é uma infraestrutura que permite comunicação entre dispositivos sem uso de AP. nesta arquitectura o raio de cobertura é menor relativamente as outras duas arquitecturas.

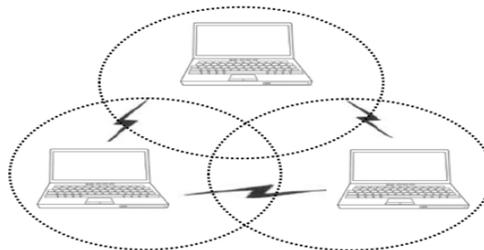
“Esta topologia, é um tipo de rede mais simples, pois se trata de dispositivos que se comunicam diretamente entre si, apenas clientes, incluindo PCs, notebooks, tablets, smartphones e outros dispositivos”(www.bosontreinamentos.com.br/redes-wireless/arquiteturas-de-redes-locais-sem-fio-wi-fi/)

Para que haja comunicação entre esses dispositivos, é necessária apenas uma interface de rede wireless e antenas apropriadas que geralmente são embutidas no dispositivo. As WLANs IBSS são também denominadas Redes Ad-Hoc e todos os dispositivos operam com o mesmo SSID.

Segundo Forouzan (2009, p.421), uma BSS sem um AP, é uma rede isolada e independente que não pode transmitir dados para outras BSSs. É denominada *arquitectura ad hoc*.

Nessa arquitetura, as estações podem formar uma rede sem a necessidade de um AP, são capazes de se localizar e concordar entre si em fazer parte de uma BSS. Na figura 21 ilustra-se a arquitetura IBSS, como se pode ver, cada dispositivo cria sua célula e para se comunicar com outro dispositivo, é preciso que este por sua vez, esteja ao alcance ou mesmo cada célula deve estar dentro doutra célula.

Figura 21: Arquitetura IBSS



Fonte: Autoria própria

Podem-se resumir as características de uma rede IBSS como segue:

- Não há nenhum Ponto de Acesso (AP);
- O tráfego não é canalizado;
- Comunicação se faz de cliente para cliente;

- O desempenho da rede diminui à medida que novos clientes são aumentados;
- Tem um suporte de no máximo 5 clientes para um desempenho aceitável com o tráfego.

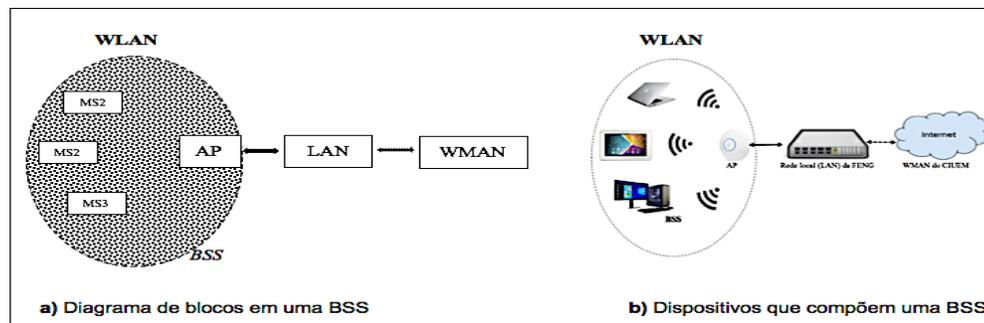
2.3.2. Modo Infraestrutura

Igualmente a topologia de serviço celular GSM na qual os telefones conectam-se à uma BSS, os celulares não podem comunicar-se entre si sem ela. Caso uma MS quiser enviar uma mensagem para outra MS mesmo ambos estando na mesma área, o celular envia os dados para uma BSS de sua operadora, que pode estar a 3KM de distância, e esta, então, envia os dados para outro telefone.

“O BSS, consiste num AP conectado a uma linha DSL (*Digital Subscriber Line*) ou algum outro tipo de rede cabeada de larga escala. Num *hotspot* deste tipo, o AP usualmente atua como uma estação master, distribuindo o acesso internet a seus clientes, que operam em modo gerenciado.” (FLICKENGER et al, 2013, p.134).

O BSS é o mais comum em arquitetura de redes Wi-Fi e os dispositivos clientes são interconectados através do central denominado AP, agindo como Switch Wireless. É um grupo vedado de dispositivos, que consiste numa fonte central sem fio e seus clientes que dela aderem serviços, assim como a topologia da rede WLAN da FENG que se comunica com um padrão sem fio 802.11. Como ilustra a figura 22, o dispositivo central neste caso o AP, os clientes são os dispositivos sem fios ativos. Todos os dispositivos em uma BSS, usam o mesmo canal de comunicação. Os Pontos de Acessos usam antenas Omnidirecionais. Portanto, seus sinais são usáveis em áreas circulares e cada limite dessas áreas tem um nome específico designado por célula ou área do serviço básico em inglês (BSA- *Basic Service Area*).

Figura 22: Arquitetura BSS



Fonte: Autoria própria

2.3.3. Conjunto de Serviço Estendido

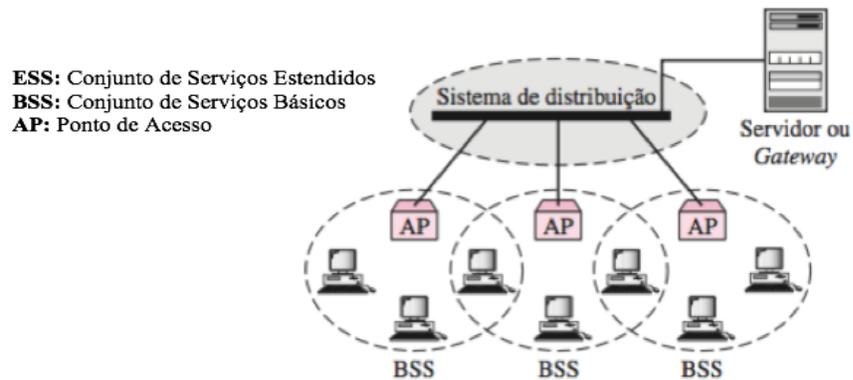
Numa arquitetura BSS, quando se aumenta o número de APs, a área de cobertura aumenta e neste caso, para que cada AP não interfira nos outros, é preciso que os APs opere nos canais 1,6 e 11.

“É um conjunto de BSS interconectadas com o intuito de aumentar o alcance e a capacidade da rede Wi-Fi, podendo consistir em até dezenas de APs e conter milhares de hosts ligados”(www.bosontreinamentos.com.br/redes-wireless/arquiteturas-de-redes-locais-sem-fio-wifi/).

Os APs em um ESS são conectados por meio de um Serviço de Distribuição (*DS- Distribution System*), o qual pode ser cabeado ou wireless também. A arquitetura ESS é formada pelo um múltiplo de BSS nos quais os APs são conectados por meio de um DS. Além disso, é possível analisar que, quanto mais adicionados os APs na rede, a área de cobertura aumenta. Os APs são dispositivos limitados que podem cobrir uma BSA (célula). No DEEL, a área de cobertura da rede é larga que a área feita somente por um AP. Entretanto, com base na análise feita no armário de dispositivos da rede no DEEL, os APs são adicionados e conectados num switch para cobrirem uma área maior e tornam-se individuais contínuos com conexões separadas na perspectiva do usuário. Um usuário pode passar duma célula para outra sem nenhuma interrupção na conexão. Portanto, combinando mais um AP à uma rede conectada é chamada de conjunto de serviços estendidos. Uma rede que contém múltiplos APs, todos os SSIDs devem ser definidos em cada Access Point para uma conexão contínua e interrupta. Neste caso, os BSSID de cada Access Point são diferentes, mas os SSID são os mesmos.

“A passagem de um AP para outro é chamado de roaming. Isto é simplesmente lógico similar com o roaming do operador móvel. Se um cliente muda do BSA, então olha para o novo AP e se encontra então é conectado a este novo AP” (Fonte: <https://ipccisco.com/lesson/wireless-principles>).

A figura 23 ilustra uma arquitetura do conjunto de sistema estendido. Como pode-se ver, esta arquitetura é simplesmente uma composição de um número de BSSs conectados por um serviço de distribuição. Além disso, pode-se notar também que, ao aumentar mais uma AP, o número das células aumenta, aumentando assim, a área de cobertura

Figura 23: Arquitetura ESS

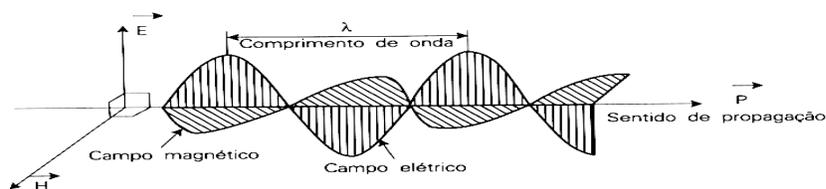
Fonte: Forouzan (2009, p.422)

2.4. ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Em comunicações sem fio utilizam-se ondas eletromagnéticas para o envio de sinais através de longas distâncias. Sob ponto de vista de qualquer usuário da rede, as conexões wireless não diferem de qualquer outro tipo de conexão de rede pois, os serviços oferecidos pela rede funcionarão de acordo como esperado. Mas, em termos de propriedades, as OEM têm algumas propriedades diferente quando comparadas com o cabo de Ethernet. No contexto geral das telecomunicações, é imprescindível falar das redes sem fio sem falar das ondas eletromagnéticas.

Segundo Nascimento (1992) os sistemas de comunicação via rádio utilizam ondas eletromagnéticas (OEM) como elemento de ligação entre o transmissor e o receptor.

A propriedade de uma OEM irradiar-se pelo espaço, prescinde a existência de quaisquer meios físicos para sua transmissão e a implantação de sistemas de comunicação via rádio é, portanto, facilitada. Conforme ilustra-se na figura 24, uma OEM é composta por um campo elétrico e um campo magnético perpendiculares entre si e ao sentido de propagação P.

Figura 24: Onda Eletromagnética

Fonte: Nascimento (2002, p.38)

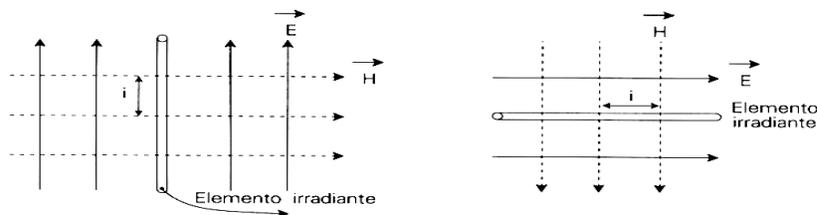
“No vácuo, as OEM propagam-se na velocidade da luz, cerca de $3,0 \cdot 10^8$ m/s” (mundoeducacao.uol.com.br/fisica/ondas-eletromagneticas.htm).

Duas cristas consecutivas do campo elétrico são separadas por uma distância igual ao seu comprimento de onda dado pela equação 1:

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{Eq. 1}$$

Na figura 25 (a e b) elucida-se que, a direção do campo elétrico de uma OEM é paralela ao eixo longitudinal do elemento irradiante da antena e determina a sua polarização.

Figura 25: Polarização de antena



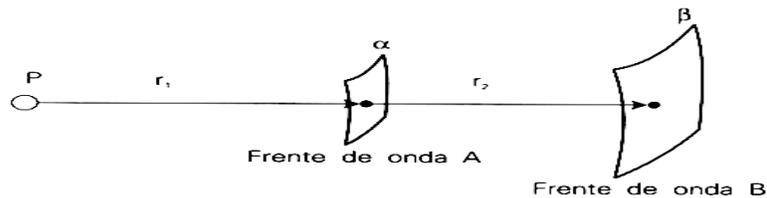
a) Antena vertical (Polarização vertical)

b) Antena horizontal (Polarização horizontal)

Fonte: NASCIMENTO, 1992, p. 38

No espaço, as OEM espalham-se uniformemente em todas as direções a partir do ponto de origem que na WLAN é o AP, fazendo com que a densidade de potência seja inversamente proporcional ao quadrado da distância conforme ilustra-se na figura 26.

Figura 26: Frentes de ondas esféricas irradiadas por uma fonte isotrópica



Fonte: Nascimento (1992, p. 38)

Quanto mais a distância percorrida por uma OEM aumenta, a onda tende a enfraquecer. E na rede WiFi, o sinal enfraquece a partir dos 60 m. O enfraquecimento da OEM, nessas condições, é um fenômeno claramente geográfico e sua intensidade, e dada pela equação 2:

$$P = \frac{P_t}{4\pi r^2} \quad (\text{Eq. 2})$$

P: é a densidade de potência à distância r de uma fonte isotrópica, em W/m²;

r: é a distância entre a origem e a frente de onda, em m;

P_t: é a Potência transmitida, em W.

2.4.1. Características das ondas eletromagnéticas

As ondas eletromagnéticas têm seguintes características:

2.4.1.1. Amplitude

Considera-se como intensidade ou quantidade de energia que uma onda é capaz de transferir.

2.4.1.2. Velocidade

Depende exclusivamente do meio em que elas se encontram. Por exemplo, na água, a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas é menor do que no ar, devido ao fenômeno conhecido como refração.

2.4.1.3. Frequência

É a medida de oscilações completas que essas ondas realizam a cada segundo. No SI, a unidade de medida de frequência é o hertz (Hz). Além disso, a frequência é determinada pelo inverso do seu período, a saber: o tempo necessário para que uma onda eletromagnética complete uma oscilação.

2.4.1.4. Comprimento de Onda

É a distância entre dois pontos sucessivos quaisquer de uma onda periódica que estejam na mesma fase é também a distância entre duas posições de máxima amplitude (cristas) e mínima amplitude (vales).

Segundo (Flickenger et al.,2013, p.13), as ondas Eletromagnéticas transportam energia através do espaço sem transportar a matéria. Durante esse percurso, as OEM podem sofrer seguintes perturbações seguintes:

2.4.1.5. Absorção

A absorção é conversão parcial ou total da energia da onda incidente sobre um meio em energia do próprio meio. Quando a OEM penetra alguma material, geralmente enfraquece ou deixam de existir. A quantidade da perda de sua potência, irá depender da frequência e do material que penetra.

“frequentemente, o coeficiente de absorção é usado para descrever o impacto do material na radiação. Para micro-ondas, os dois principais absorventes são: metais e água” (FLICKENGER et al.,2013, p.13).

Nos Metais absorve-se a energia de uma onda que passe pelos mesmos. Isso porque os elétrons movem-se livremente, sendo prontamente capazes de oscilar.

Na água, as ondas da rádio não conseguem atravessar pois, as moléculas da água são agitadas pelas micro-ondas e por sua vez, tomam parte de energia desta onda.

2.4.1.6. Reflexão

“Assim como a luz visível, as RF são refletidas quando entram em contato com materiais apropriados. Portanto, para ondas de rádio, as principais fontes de material refletor são metais e superfícies de água” (FLICKENGER et al, 2013, p.14).

A reflexão resulta no retorno completo ou parcial de ondas ao se propagar em um determinado meio, após a incidência sobre a interface de separação entre este meio e o outro. Portanto, vale salientar que, na lei de reflexão, o ângulo incidente é sempre igual ao ângulo refletido.

2.4.1.7. Difração

Resulta assim que uma onda passa pela borda de uma barreira ou através do alargamento do comprimento de onda e interferência das frentes de onda que criam regiões de maior ou menor intensidade.

A difração é a aparente dobra das ondas quando atingem um objeto. Uma vez que, o comprimento de onda da luz visível é muito pequeno, este efeito é invisível a olho nú. As micro-ondas, com o comprimento de alguns centímetros, mostram o efeito da difração quando atingem paredes, picos de montanhas e outros obstáculos. Portanto, embora a difração ocorra a custo de perda de potência, torna-se uma vantagem pelo facto de contornar obstáculos.

2.4.1.8. Interferência

Quando existe qualquer energia não desejada e que afecta a recepção de sinais desejados, a comunicação fica comprometida.

“A interferência pode ser definida como qualquer perturbação através de outras fontes de Radiofrequência (RF), qualquer ruído que pode entrar no caminho da propagação, por exemplo de canais vizinhos ou concorrentes fornecedores” (FLICKENGER et al., 2009, p21).

Quando os pontos máximos da amplitude dos movimentos ondulatórios coincidem, formando uma onda resultante com o dobro da amplitude ($1 + 1 = 2$). Isto denomina-se *interferência construtiva*.

Quando há coincidência entre os pontos máximos e mínimos da amplitude dos movimentos ondulatórios, os mesmos se anulam ($1 + (-1) = 0$), a isso denomina-se *interferência destrutiva*. Em tecnologia wireless a interferência diz respeito à perturbações causadas através de outras fontes de radiofrequência, como canais vizinhos. Um exemplo prático de interferência que se viveu numa das salas de reuniões da TVM, 3 micros wireless estavam ligados e usando mesma frequência e como resultado, a anularam-se os sinais de voz. Portanto, para que fosse possível se ter o sinal de cada microfone, teve que se atribuir frequência diferente para cada microfone e cada receptor.

2.4.2. Polarização de Ondas Eletromagnéticas

Em óptica, é possível fazer restrição às possíveis direções de vibração dos campos em OEM.

“A polarização de uma onda irradiada é definida como a propriedade de uma onda eletromagnética que descreve a direção e amplitude, variantes no tempo do vector do campo eléctrico” (BALANIS 2009, p.40).

A polarização vertical é a mais predominante em antenas apesar das antenas com polarização horizontal captarem menos interferência produzidas pelos humanos.

“A polarização é usada para criar links estáveis em locais de muita interferência” (FLICKENGER et al., 2007, p.13).

“Nesta técnica usa-se uma ferramenta de monitoração para observar a interferência de redes adjacentes, gira-se a antena até se conseguir o menor nível de sinal de recepção, liga-se o outro lado do link e orienta-se para casar a polarização com o primeiro” (FOROUZAN, 2009)

Importa salientar que, mesmo usando antenas de alto ganho, portanto, se na polarização não houver casamento, a polarização não será correta

2.4.3. Tipos de Ondas Eletromagnéticas aplicadas em WiFi

Embora não haja uma distinção clara entre um e outro tipo de OEM, existe um conjunto de frequências conhecido como EE (Espectro Eletromagnético). As OEM predominam em uma grande quantidade variada de frequências e comprimentos, essa variação é designada de EE, as redes sem

firos de computadores utilizam frequências entre 2,4 e 2,495 GHz para os protocolos 802.11(b,g e n), e o espectro na faixa de 5,15 a 5,85 GHz sendo nos protocolos 802.11(a,g,n e ac).

Segundo (<https://www.coladaweb.com/fisica/ondas/ondas-eletromagneticas>), de grande utilidade prática, as OEM são utilizadas em todos os ramos da ciência.

Há inúmeras aplicações para as ondas OEM e a seguir falar-se-á somente das micro-ondas e ondas da rádio que são os sinais que link que sofrem no DEEL, por fatores por citar mais adiante.

2.4.3.1. Micro-ondas e Ondas da rádio

As Micro-ondas, são OEM cuja sua faixa de frequências parte aproximadamente de 10^9 Hz a 10^{12} Hz. Um dos dispositivos nos quais são mais aplicadas, cita-se o forno micro-ondas. Portanto, têm frequência um pouco maior comparativamente as ondas de rádio, são bastante usadas nas telecomunicações. As Micro-ondas também são utilizadas como elo de comunicação em Wi-Fi que é o dispositivo de muito importância neste estudo e também em radares que captam a velocidade de veículos em movimento.

“A chamada rede Wi-Fi é uma rede sem fio na qual podemos ter acesso à internet apenas por sinal de ondas de rádio, assim como as televisões e os celulares, não sendo necessária a utilização de fios conectores” (https://www.sofisica.com.br/conteudos/curiosidades/wi_fi.php).

As ondas da rádio são OEM cujas frequências se encontram na faixa de 3 KHz e 300 GHz. São aplicadas na emissão e recepção radiofônicas, onda radioelétrica, onda hertziana. Portanto, têm frequência um menor em relação as frequências das micro-ondas e do infravermelho além transportarem menos energia.

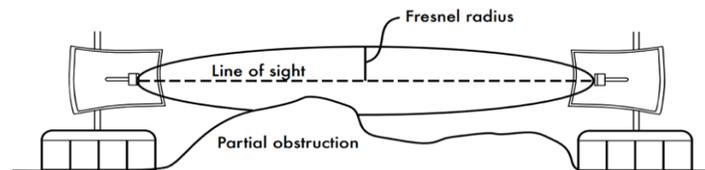
2.4.4. Zona Fresnel

Em tecnologia WiFi, os APs vêm com antenas embutidas nos dispositivos. Os APs são colocados em locais mais altos como forma de evitar obstáculos ao seu redor.

Segundo (www.cpt.com.pt), a zona Fresnel determina a área em torno da visada na qual poderá introduzir interferência no sinal, caso ele seja bloqueado.

Quando não há obstáculo, e as antenas conseguem se comunicar perfeitamente uma a outra, dá-se o nome de visada direta. Neste caso, não ocorrerá problema na comunicação entre a transmissão e o receptor, pois, o link não estará afetado. Na figura 27, a zona Fresnel é parcialmente obstruída neste link, embora a linha visual aparece bem definida, se um dos pontos A ou B estivesse completamente obstruído, não se teria a visada de linha e neste caso, a comunicação seria difícil ou impossível

Figura 27: Zona Fresnel



Fonte: Flickenger et al., (2007)

Se a zona Fresnel for parcialmente obstruída por obstáculo de por exemplo um edifício, o sinal vindo dum extremo longínquo, será enfraquecido. Neste caso, ao se implementar uma infraestrutura do elo sem fio, deve-se por isso se ter certeza de que essas zonas serão mantidas sem obstruções. Usualmente em WLAN verifica-se que 60% do feixe da 1ª zona Fresnel deveria estar desobstruída.

CAPÍTULO III – DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

3.1. LOCAL DE ESTÁGIO

O presente estágio profissional é uma transigência do Centro de Informática da UEM. O estágio teve como campo de pesquisa, a Faculdade de Engenharia ilustrada na figura 28.

Figura 28: Faculdade de Engenharia



Fonte: Autoria própria

O estagiário foi acolhido no Departamento de Tecnologia de Informação e Comunicação (DTIC) desta Faculdade.

O problema abordado na pesquisa era de grande escala e no entanto, afetando todos os Departamentos da Faculdade. Sendo assim, as atividades desenvolvidas neste estágio, foram simplificadas e tendo-se como departamento amostral para o estudo do caso, o Departamento de Engenharia Eletrotécnica (DEEL). A atividade principal do estágio foi analisar os factores que influenciam do desempenho da rede wireless do DEEL. Nesta atividade, principiouse com uma pequena entrevista como forma de recolher dados sobre a rede junto aos estudantes e funcionários de todos os departamentos da Faculdade. O estudo foi mais além fazendo mapeamento, como forma de estudar a topologia da rede cabeada e neste caso, começando por conhecer os dispositivos da rede na sala dos servidores e sala de informática. O estudo aprofundou mais ainda, analisando a rede wireless, dimensionando a sua cobertura e testando dispositivos APs activas e inactivas na rede.

Feito o estudo das duas redes, analisaram-se e levantaram-se os factores que influenciam no desempenho da rede wireless do DEEL e por fim, todas as atividades formaram o presente documento.

Portanto, existiram outras atividades secundárias desenvolvidas no DTIC, tais como:

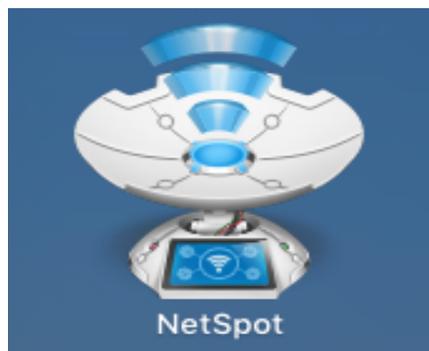
- Reparação de computadores da faculdade;
- Instalação de softwares;
- Resolução de problemas de pontos da rede cabeada em diferentes departamentos da Faculdade;
- Configuração de Impressoras em rede;
- Manutenção da sala de Informática de Química e;
- Montagem da rede na sala de informática ao lado da sala dos servidores do DEEL.

3.2. FERRAMENTA USADA PARA INVESTIGAÇÃO DO DESEMPENHO DA REDE

3.2.1. NetSpot

NetSpot é uma incrível ferramenta de análise de localização de rede sem fio para o planeamento Wi-Fi, carrega um mapa, recolhe alguns dados da análise da área sem fio e cria um mapa completo de calor da sua rede. Este aplicativo está disponível para MACOS e Windows e o seu ícone pode ser visto na figura 29.

Figura 29: Netspot App.



Fonte: (www.netspotapp.com/pt/, data do acesso: indisponível.)

O mapa visual da conexão WiFi que é obtido pelo NetSpot permite que se possa ver áreas inativas, sem cobertura e otimizar os pontos de acesso. O limite que se teve no uso absoluto de serviços deste aplicativo, deve-se ao facto de ele ser pago em dólar. Contudo, a informação extraída através

deste aplicativo face a rede, é suficiente para se estudar a rede Wireless do DEEL. Para mais informação à cerca do aplicativo pode-se acessar a fonte: www.netspotapp.com/pt/.

3.3 FACTORES QUE INFLUENCIAM NO DESEMPENHO DA REDE WIRELESS DO DEEL

No Departamento de Engenharia Eletrotécnica (DEEL) da Faculdade de Engenharia-UEM, após uma entrevista à cerca do desempenho da rede wireless por parte dos usuários, fez mapeamento para se ver a disponibilidade dos APs ativos/ inativos assim como também para verificar a qualidade da atividade de cada AP. Como auxílio para estudo do desempenho da rede, usou-se o aplicativo NetSpot. Da tabela 7, é possível entender através da coluna dos SSIDs que, nem todos os dispositivos são APs, alguns APs não fazem parte da rede wireless do DEEL. Alguns dispositivos são celulares e neste caso, para se identificar dispositivos da rede, foi necessário estar presente em cada sala.

Tabela 7: Mapa de rede Wireless do DEEL

SSID	BSSID	Alias	Ch...	Band	Security	Vendor	Mode	Level (SNR)	Signal	Signal % Avg	Max	Min	Noise	Nois...	Last seen
FE_UEM1	2C:C8:1B:2E:E5...		1	2.4GHz	Open	2C:C8:1B	b/g/n	-78	22%	-69	-62	-86	-90	10%	8s ago
FE_UEM1	F4:92:BF:CD:DF...		11	2.4GHz	Open	F4:92:BF	b/g/n	-90	10%	-85	-76	-91	-92	8%	8s ago
ODX	76:05:68:93:6E:B1		6	2.4GHz	WPA2 Personal	76:05:68	ac	-	0%	-77	-61	-82	-	0%	3min 51s ago
FE_UEM1	2C:C8:1B:2E:E2...		1	2.4GHz	Open	2C:C8:1B	g/n	-76	24%	-72	-70	-76	-90	10%	8s ago
_Jg	72:F4:B6:06:7A:97		6	2.4GHz	WPA2 Personal	72:F4:B6	ac	-	0%	-85	-70	-85	-	0%	3min 51s ago
FE_Sala_BI...	FA:92:BF:CD:E1:C3		6	2.4GHz	WPA2 Personal	FA:92:BF	b/g/n	-	0%	-90	-90	-90	-	0%	12min 31s ago
MM_NET	C4:6E:1F:A1:B5:8E		6,-1	2.4GHz	WPA2 Personal	TP-LINK	b/g/n	-	0%	-84	-79	-84	-	0%	5min 27s ago
FE_UEM1	2C:C8:1B:2E:F3...		1	2.4GHz	Open	2C:C8:1B	b/g	-74	26%	-86	-73	-88	-90	10%	8s ago
AndroidA...	80:CE:B9:AC:8B:...		6	2.4GHz	WPA2 Personal	80:CE:B9	b/g/n	-	0%	-71	-67	-81	-	0%	1min 8s ago
FE_UEM1	B8:69:F4:DA:21...		36	5GHz	Open	B8:69:F4	ac	-75	25%	-73	-62	-77	-92	8%	8s ago
FE_UEM1	B8:69:F4:D9:6E:F0		36	5GHz	WPA Personal	B8:69:F4	ac	-	0%	-86	-86	-86	-	0%	6min 38s ago
FE_UEM1	B8:69:F4:DA:21...		1	2.4GHz	Open	B8:69:F4	n	-72	28%	-60	-52	-72	-82	18%	8s ago
VFD 1100	5E:77:76:1C:4D...		11	2.4GHz	WPA2 Personal	5E:77:76	n	-80	20%	-82	-73	-87	-92	8%	8s ago
SUPER MÁ...	14:A5:1A:0E:79:0E		11	2.4GHz	WPA2 Personal	HUAWEI	b/g/n	-	0%	-77	-77	-77	-	0%	5min 27s ago
FE_Sala_BI...	FA:92:BF:CD:DF...		11	2.4GHz	WPA2 Personal	FA:92:BF	b/g/n	-	0%	-80	-75	-84	-	0%	3min 51s ago
Galaxy A1...	2A:2D:D1:C8:C...		6	2.4GHz	WPA2 Personal	2A:2D:D1	ac	-58	42%	-67	-56	-84	-87	13%	8s ago
FE_UEM1	B8:69:F4:D9:6E:F1		1	2.4GHz	WPA Personal	B8:69:F4	b/g/n	-	0%	-73	-73	-73	-	0%	3min 51s ago
FE_Sala_BI...	FA:92:BF:CD:DF...		11	2.4GHz	WPA2 Personal	FA:92:BF	b/g/n	-83	17%	-82	-81	-83	-87	13%	8s ago
FE_UEM1	B8:69:F4:D9:5...		1	2.4GHz	Open	B8:69:F4	b/g/n	-73	27%	-71	-69	-73	-90	10%	8s ago
FE_UEM1	F4:92:BF:CD:E1:D5		6	2.4GHz	Open	F4:92:BF	b/g/n	-	0%	-79	-78	-81	-	0%	28s ago
FE_Sala_BI...	FA:92:BF:CD:DF...		6	2.4GHz	WPA2 Personal	FA:92:BF	b/g/n	-76	24%	-74	-74	-76	-88	12%	8s ago
UEM-EP	44:AD:D9:2B:32...		4	2.4GHz	WPA Personal	Cisco	b/g	-	0%	-83	-83	-85	-	0%	28s ago
FE_UEM1	F4:92:BF:CD:DF...		6	2.4GHz	Open	F4:92:BF	b/g/n	-72	28%	-74	-72	-75	-88	12%	8s ago
Sala_TIC	B8:69:F4:D9:6...		36	5GHz	Open	B8:69:F4	a	-75	25%	-75	-73	-76	-92	8%	8s ago
TECNO CA...	5A:28:53:A5:28...		1	2.4GHz	WPA2 Personal	5A:28:53	ac	-60	40%	-68	-59	-77	-90	10%	8s ago
UEM-EP	44:AD:D9:C6:A4...		13	2.4GHz	WPA Personal	Cisco	b/g	-	0%	-90	-90	-90	-	0%	1min 48s ago
DIRECT-8...	52:81:40:A9:C4:89		44	5GHz	WPA2 Personal	52:81:40	a/m	-	0%	-87	-87	-87	-	0%	1min 48s ago
FE_Sala_BI...	FA:92:BF:CD:E1:D5		6	2.4GHz	WPA2 Personal	FA:92:BF	b/g/n	-	0%	-79	-79	-79	-	0%	1min 8s ago
FE_UEM1	F4:92:BF:CD:DF...		11	2.4GHz	Open	F4:92:BF	b/g/n	-81	19%	-81	-81	-83	-91	9%	8s ago
UEM-EP	50:06:04:E7:A4...		13	2.4GHz	WPA Personal	Cisco	b/g	-90	10%	-89	-89	-90	-90	10%	8s ago

Fonte: Autoria própria

Os primeiros fatores como, estabilidade na conexão e mobilidade na transmissão, são os fatores mais requisitados numa rede wireless. Na rede wireless do DEEL, os fatores que dão um bom perfil à rede wireless, quase não se verificam e neste caso, na pesquisa aprofundou-se em busca dos fatores que influenciam negativamente no desempenho da rede e, teve-se como resultado os seguintes:

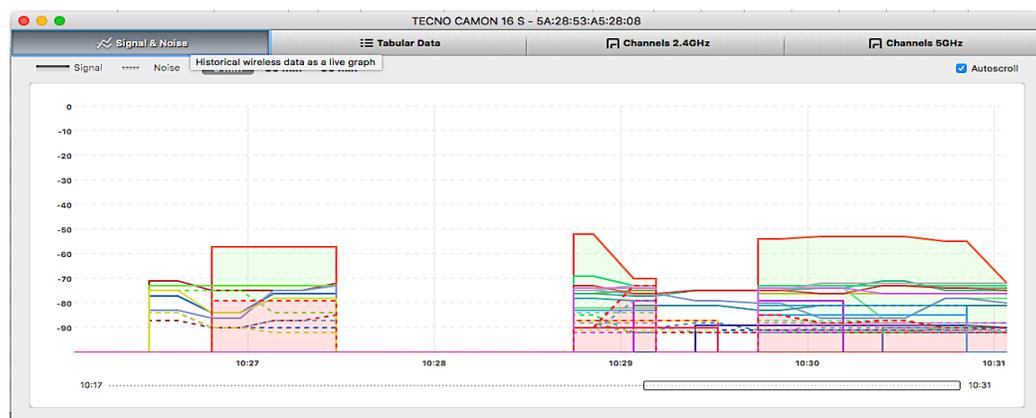
3.3.1. Fontes de ruído

O nível do ruído é a quantidade de interferência externa detectada em cada ponto de medição em relação ao sinal WiFi. O ruído é um fator que afeta negativamente o sinal do WiFi. Com SNR (relação sinal ruído), os sinais de rádio WiFi podem estar a um bom alcance, mas, há outros sinais que dificultam a captação. Nos dispositivos que provocam o ruído, inclui-se fornos micro-ondas, telefones sem fio, dispositivos Bluetooth, câmeras de vídeo sem fio, controladores de game sem fio, lâmpadas fluorescentes e mais. Esse todos fatores não são uma novidade no DEEL. Importa salientar também que, outras redes WiFi não podem ser vistas como criadoras de ruído, mas sim, de interferência.

Para SNR a taxa de (10-15) dB é usualmente considerado pobre, de (16-24) dB é o mínimo aceitável para estabilizar uma conexão ilegível e de (25-40) dB a taxa é boa e de 41dB em diante a taxa é considerada excelente.

O gráfico 2 ilustra sinais de rede WLAN e sinais ruídos que afetam nos sinais da rede WLAN no DEEL. Os sinais ruído estão a traços interrompidos e os sinais da rede wireless estão a traço contínuo. Entretanto, é possível entender que, este tipo de ruído só existe na presença do sinal de rede.

Gráfico 2: Sinais da rede e sinais de ruídos



Fonte: Autoria própria

Na tabela 7, os valores dos sinais de cada AP podem ser vistos na coluna com margem esverdeada e os valores do ruído estão na coluna com margem encarnada. Para medir a relação sinal ruído (SNR) em cada AP, basta subtrair o valor do nível do sinal da rede por valor nível do ruído.

Um exemplo claro e objetivo pode-se dar com valores desta tabela, encontrados no AP que se encontra na linha com margem a laranja. Têm-se como valor do sinal -83 dB e valor do ruído -87dB. Neste caso, para medir o valor da relação ruído basta subtrair ambos valores de seguinte maneira:

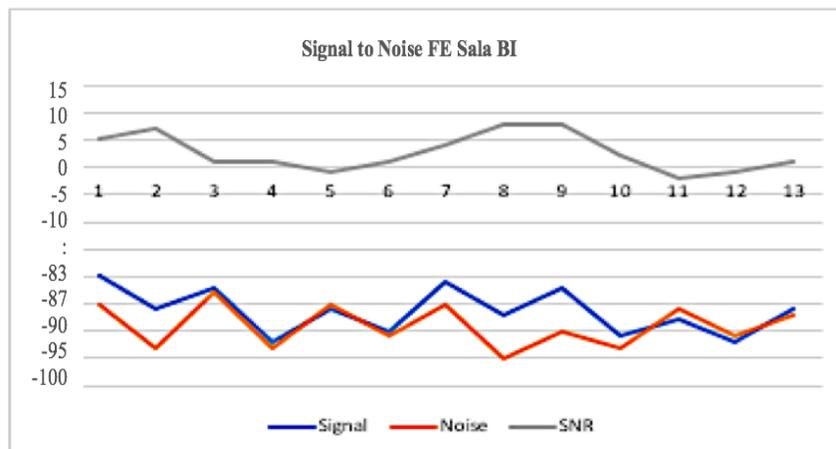
$$\text{SNR} = \text{Sinal} - \text{Ruído} \quad (4)$$

$$\text{SNR} = -83\text{dB} - (-87\text{dB})$$

$$\text{SNR} = 4 \text{ dB}$$

A SNR de 4 dB é considerada muito pobre. Portanto, no que concerne à relação, quanto mais os valores do sinal da rede e do ruído se aproximam conforme ilustra o gráfico 3, a conexão à internet por parte dos usuários, tende a ser impossível ou mesmo pior é a comunicação, o que quer dizer que, para que haja uma comunicação com uma boa SNR, os valores do sinal da rede e do ruído devem estar bem distanciados. Neste caso, pode-se concluir que, o ruído é um dos fatores que influencia negativamente no desempenho na rede wireless do DEEL.

Gráfico 3: Relação Sinal/Ruido



Fonte: Autoria própria

3.3.2. Fontes de Interferência

No DEEL, encontram-se dispositivos Bluetooth como Smartphones, Androide, teclados e mouses wireless que operam no espectro de 2.4 GHz. Além disso, há forno micro-onda que não pode ser emparelhado ealém de outros aparelhos que operam no DEEL, em geral na FENG

Esses dispositivos podem afetar negativamente as conexões WiFi com interferência eletromagnética, também chamada interferência de radiofrequência. Essa interferência pode ser dividida em 3 categorias: interferência entre canais, interferência de canal adjacente e interferência sem relação com WiFi.

- A interferência entre canais na verdade não é uma interferência eletromagnética. Os dispositivos uma vez que operam na mesma frequência, se dão prioridade para que cada um possa interagir como visto no método de acesso ao meio no capítulo II e neste caso, quanto mais dispositivos estiverem acessando o meio, mais tempo de espera haverá para os demais.
- A interferência de canal adjacente acontece quando os usuários nos canais sobrepostos falam ao mesmo tempo. A seleção dos canais WiFi é crucial em casos como este. Tais interferências relacionadas ao canal podem ser reduzidas ou excluídas escolhendo o canal Wi-Fi adequado.

Na quarta coluna limitada a encarnada da tabela 8 são ilustrados os canais 1, 6 e 11 dos WiFi do DEEL, são os roteadores WiFi modernos que usam esses canais e não se sobrepõem. Porém, isso só acontece quando não estiverem em configuração não-MIMO (ou seja **802.1 a, b e g**), portanto, conseguem lidar com interferência do canal adjacente.

Tabela 8: Canais dos APs que não se sobrepõem do DEEL

SSID	BSSID	Alias	Ch...	Band	Security	Vendor	Mode	Level (SNR)	Signal	Signal % Avg	Max	Min	Noise	Nois...	Last seen	
FE_UEM1	2C:C8:1B:2E:E5:E8		1	2.4GHz	Open	2C:C8:1B	b/g/n		-	0%	-63	-64	-	0%	56s ago	
FE_UEM1	F4:92:BF:CD:DF:...		11	2.4GHz	Open	F4:92:BF	b/g/n		-	0%	-91	-91	-91	0%	2min 10s ago	
ODX	76:05:68:93:6E:...		6	2.4GHz	WPA2 Personal	76:05:68	ac		-71	28%	-77	-71	-81	-87	13%	4s ago
FE_UEM1	2C:C8:1B:2E:E2:...		1	2.4GHz	Open	2C:C8:1B	g/n		-74	26%	-72	-70	-74	-85	15%	4s ago
_rg	72:F4:B6:06:7A:...		6	2.4GHz	WPA2 Personal	72:F4:B6	ac		-85	15%	-85	-82	-85	-87	13%	4s ago
FE_Sala_Bl...	FA:92:BF:CD:E1:C3		6	2.4GHz	WPA2 Personal	FA:92:BF	b/g/n		-	0%	-90	-90	-90	-	0%	2min 10s ago
MM_NET	C4:6E:1F:A1:B5:BE		6,-1	2.4GHz	WPA2 Personal	TP-LINK	b/g/n		-	0%	-84	-82	-84	-	0%	37s ago
FE_UEM1	2C:C8:1B:2E:F3:...		1	2.4GHz	Open	2C:C8:1B	b/g		-88	12%	-86	-85	-88	-84	16%	4s ago

Fonte: Autoria própria

Na tabela 9, na quarta coluna, encontram-se alguns dispositivos operando em diferentes canais com alguns não fazendo parte do DEEL e na sétima linha encontra-se um padrão dum dispositivo que opera na banda 5GHz.

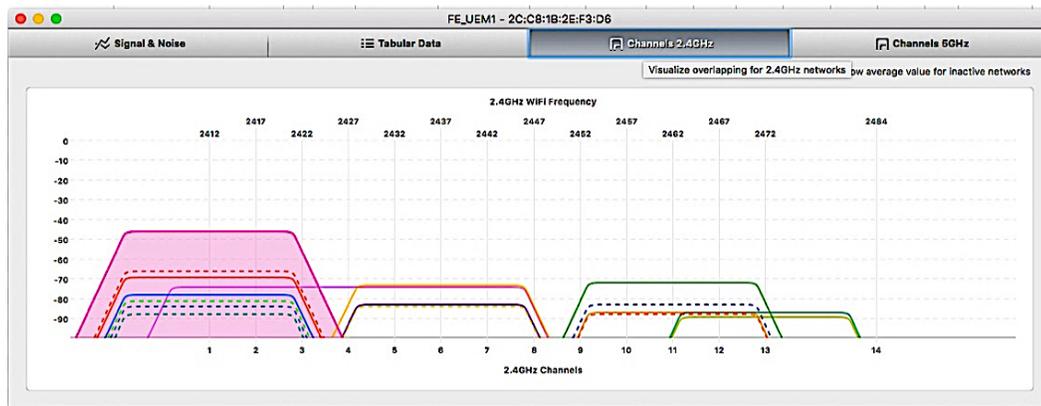
Tabela 9: Dispositivo da Banda de 5GHz

SSID	BSSID	Alias	Ch...	Band	Security	Vendor	Mode	Level (SNR)	Signal	Signal % Avg	Max	Min	Noise	Nois...	Last seen
HUAWEI P...	B8:C3:85:17:2F:BB		11	2.4GHz	WPA2 Personal	B8:C3:85	b/g/n	-	0%	-71	-67	-80	-	0%	19min 44s a...
FE_UEM1	F4:92:BF:CD:DF:...		11	2.4GHz	Open	F4:92:BF	b/g/n	-	0%	-83	-72	-89	-	0%	3min 18s ago
HONOR 10i	74:60:FA:CF:F4:...		6, -1	2.4GHz	WPA2 Personal	74:60:FA	b/g/n	-72	28%	-69	-65	-87	-87	13%	4s ago
Criiss	9A:4C:E3:0C:0...		13	2.4GHz	WPA2 Personal	9A:4C:E3	n	-88	12%	-87	-78	-91	-88	12%	4s ago
FE_UEM1	B8:69:F4:D9:5...		36	5GHz	Open	B8:69:F4	ac	-85	15%	-80	-77	-85	-92	8%	4s ago
FE_UEM1	2C:C8:1B:2E:F3...		1	2.4GHz	Open	2C:C8:1B	g	-50	50%	-51	-38	-92	-85	15%	4s ago
ODX	76:31:BB:2F:BE:...		6	2.4GHz	WPA2 Personal	76:31:BB	ac	-76	24%	-76	-61	-86	-87	13%	4s ago
FE_Sala_Bi...	FA:92:BF:CD:DF:...		11	2.4GHz	WPA2 Personal	FA:92:BF	b/g/n	-86	14%	-82	-72	-88	-91	9%	4s ago
FE_UEM1	B8:69:F4:D9:5...		1	2.4GHz	Open	B8:69:F4	b/g/n	-68	32%	-66	-63	-85	-90	10%	4s ago
TECNO CA...	72:9F:A9:CC:A...		13	2.4GHz	WPA2 Personal	72:9F:A9	n	-83	17%	-87	-83	-91	-88	12%	4s ago
FE_UEM1	2C:C8:1B:2E:E5...		1	2.4GHz	Open	2C:C8:1B	b/g/n	-51	49%	-61	-45	-89	-90	10%	4s ago
FE_UEM1	2C:C8:1B:2E:E2...		1	2.4GHz	Open	2C:C8:1B	g/n	-65	35%	-66	-65	-76	-84	16%	4s ago
FE_Sala_Bi...	FA:92:BF:CD:DF:...		1	2.4GHz	WPA2 Personal	FA:92:BF	b/g/n	-	0%	-84	-82	-86	-	0%	8min 39s ago
FE_Sala_Bi...	FA:92:BF:CD:DF:...		6	2.4GHz	WPA2 Personal	FA:92:BF	b/g/n	-	0%	-86	-83	-89	-	0%	2min 18s ago
FE_UEM1	F4:92:BF:CD:DF:07		6	2.4GHz	Open	F4:92:BF	b/g/n	-	0%	-84	-84	-89	-	0%	6min 39s ago
FE_Sala_Bi...	FA:92:BF:CD:DF:...		11	2.4GHz	WPA2 Personal	FA:92:BF	b/g/n	-	0%	-88	-88	-88	-	0%	12min 24s a...
FE_UEM1	B8:69:F4:DA:21:BB		1	2.4GHz	Open	B8:69:F4	b/g/n	-	0%	-81	-80	-84	-	0%	4min 18s ago
AndroidA...	B6:E6:18:E2:86:09		11	2.4GHz	WPA2 Personal	B6:E6:18	ac	-	0%	-85	-75	-87	-	0%	1min 38s ago
DIRECT-P...	62:57:1B:E1:3B:...		11	2.4GHz	WPA2 Personal	62:57:1B	g/n	-76	24%	-79	-71	-82	-90	10%	4s ago
FE_UEM1	F4:92:BF:CD:DF:...		1	2.4GHz	Open	F4:92:BF	b/g/n	-	0%	-88	-88	-88	-	0%	6min 19s ago
FE_Sala_Bi...	FA:92:BF:CD:E1:D5		6	2.4GHz	WPA2 Personal	FA:92:BF	b/g/n	-	0%	-88	-88	-88	-	0%	4min 18s ago

Fonte: Autoria própria

Com o gráfico 4, é possível entender que, as versões Wi-Fi 802.11 (a,b,g, n) funcionam entre as frequências de canais 2400 e 2500 MHz. Estes 100 MHz entre essas versões, são divididos em 14 canais de 20 MHz de largura para cada. Como resultado, alguns canais de 2.4GHz criam sobreposição (canais 4 e 13) com outros canais e a tal sobreposição torna-se um efeito de um dos fatores que cria um rendimento da rede wireless bastante ruim no DEEL.

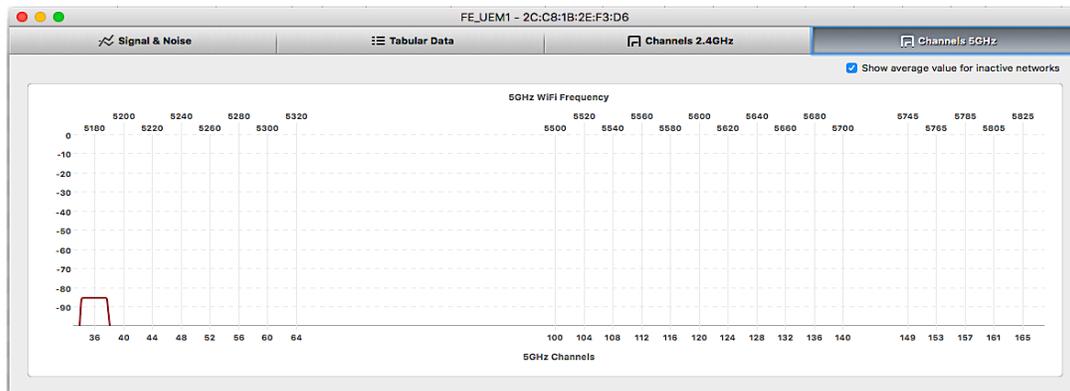
Gráfico 4: Interferência na banda 2.4GHz



Fonte: Autoria própria

Na banda 2.4 GHz, a maioria dos dispositivos tem um hardware dentro que seleciona automaticamente o canal WiFi adequado e ajusta a potência de saída para impulsionar a produtividade e reduzir a interferência. A situação é muito melhor na faixa de 5 GHz, porque há muito mais espaço. A banda de 5 GHz oferece 23 canais de largura de 20 MHz sem sobreposição, além de vários canais de 40 MHz, 80 MHz e 160 MHz. Contudo, segundo a tabela 12, só se tem um dispositivo WiFi do padrão 802.11ac operando nesta banda, na linha 7 com margem azul. No gráfico 5 ilustra-se a banda do mesmo dispositivo. Como se pode ver, embora a banda de 5 GHz possa transmitir dados em velocidades mais rápidas, infelizmente fornece menos cobertura.

Gráfico 5: Interferência na banda 5 GHz



Fonte: Autoria própria

- No entanto, também existem outros dispositivos que podem interferir na banda 2.4 GHz causando a interferência sem relação com WiFi. Isso porque também usam ondas da rádio para se comunicarem.
- A rede WLAN da FENG, sendo afetada por interferência quando algum dos seguintes sintomas ocorrem: conectividade intermitente ou desconexões inesperadas, atraso na conexão e na transferência de dados, velocidade lenta da rede e sinal fraco.

3.3.3. Posição do Roteador

O erro ao posicionar o roteador sem fio cria efeito sobre a área de cobertura do dispositivo e a intensidade do sinal WiFi. Quanto mais aberto o ambiente onde for posicionado o AP, melhor é a

propagação do sinal WiFi. Quanto mais distante, menor a intensidade de sinal, ou seja, menor a velocidade disponível. No corredor do último piso no DEEL existe um roteador da marca Unifi que se encontra a uma altura muito baixa e não está centralizado em relação a área do teto do corredor, como mostra a figura 30. também é possível se entender que, o sinal enfrenta uma parede a sua frente e o piso, portanto, oferecendo o sinal com dificuldade e sendo assim, um local desfavorecido.

Figura 30: Posição do AP



Fonte: Autoria própria

3.3.4. Obstáculos Físicos

No DEEL encontram-se obstáculos físicos como pessoas, paredes, pisos, metais, vidros e árvores na parte traseira. Entretanto, esses obstáculos quando penetrados pelo sinal WiFi, ele geralmente enfraquece ou deixa de existir ou mesmo perde a potência dependendo de frequência na qual opera. No caso de janelas metálicas contidas neste departamento, podem absorver a energia da onda que passa por elas. As RF são refletidas e absorvidas quando entram em contato com materiais apropriados. Para ondas de rádio, as principais fontes de material refletor e absorvente são metais e superfícies de água.

Os vidros fazem com que o sinal de WiFi seja refletido e as árvores também têm capacidade de absorção uma vez que, elas contêm água que toma uma parte de energia do sinal. Mas, felizmente no DEEL o AP outdoor está a uma distância favorável em relação as árvores que até deixam de ser um fator de atenção neste estudo.

As paredes e pisos criam um limite para o sinal do WiFi e é por isso que, os sinais de rede só são intensos nas salas nas quais estão montados os APs. Entretanto, o sinal do AP perde força e reduz seu alcance conforme encontra paredes e pisos.

Um exemplo mais prático que se pode tomar concernente ao obstáculo é, há um AP outdoor localizado na entrada do laboratório de eletrotécnica, eclipsada a vermelho conforme ilustra a figura 31. A lanchonete em frente do DEEL, obstrui este AP merecendo estudo da primeira zona Fresnel citada no capítulo II. Portanto, embora se possa ter o caso da difração, no qual o sinal contorna o edifício, infelizmente neste lóbulo não se pode traçar o raio e nem a visada direta de linha. Outro ponto que também cria uma inquietação é, para quem estiver por dentro desta lanchonete, não terá um sinal Wi-Fi forte uma vez que, as paredes deste edifício não ficam por de trás do cenário. Isto é, por serem espessas e além disso, a posição do AP que não ajuda na comunicação.

Figura 31: Estudo parcial do lóbulo principal e zona Fresnel do AP Outdoor do



Fonte: Autoria própria

Quanto mais o usuário se distancia do AP, mais fraco se torna o sinal da rede Wi-Fi e quanto mais próximo se encontra o obstáculo do AP, fraco é o sinal para os usuários. Na tabela 10 é possível entender que, apesar das proximidades das salas com APs, os sinais dos seus APs são fracos. Isso porque, não conseguem absolutamente atravessar as paredes da sala na qual se fez o teste do sinal da rede do AP que se encontra com sinal forte (esverdeado): Célula (L13 X C9).

Tabela 10: Teste do sinal da rede WLAN

SSID	BSSID	Alias	Ch...	Band	Security	Vendor	Mode	Level (SNR)	Signal	Signal % Avg	Max	Min	Noise	Nois...	Last seen		
HUAWEI P...	B8:C3:85:17:2F:BB		11	2.4GHz	WPA2 Personal	B8:C3:85	b/g/n			0%	-71	-67	-80	-	0%	10min 5s ago	
FE_UEM1	F4:92:BF:CD:DF:...		11	2.4GHz	Open	F4:92:BF	b/g/n			0%	-83	-72	-89	-	0%	25s ago	
HONOR 10i	74:60:FA:CF:F4:32		6, -1	2.4GHz	WPA2 Personal	74:60:FA	b/g/n			0%	-69	-66	-87	-	0%	25s ago	
Criss	9A:4C:E3:0C:0...		13	2.4GHz	WPA2 Personal	9A:4C:E3	n			-88	12%	-87	-78	-91	-87	13%	5s ago
FE_UEM1	B8:69:F4:D9:5D:...		36	5GHz	Open	B8:69:F4	ac			0%	-80	-77	-84	-	0%	2min 25s ago	
FE_UEM1	2C:C8:1B:2E:F3...		1	2.4GHz	Open	2C:C8:1B	g			-50	50%	-51	-38	-88	-85	15%	5s ago
ODX	76:31:BB:2F:BE:...		6	2.4GHz	WPA2 Personal	76:31:BB	ac			-69	31%	-76	-63	-78	-91	9%	5s ago
FE_Sala_Bl...	FA:92:BF:CD:DF:...		11	2.4GHz	WPA2 Personal	FA:92:BF	b/g/n			0%	-82	-81	-88	-	0%	2min 25s ago	
FE_UEM1	B8:69:F4:D9:5...		1	2.4GHz	Open	B8:69:F4	b/g/n			-74	26%	-66	-63	-85	-85	15%	5s ago
TECNO CA...	72:9F:A9:CC:A...		13	2.4GHz	WPA2 Personal	72:9F:A9	n			-87	13%	-87	-84	-90	-90	10%	5s ago
FE_UEM1	2C:C8:1B:2E:E5...		1	2.4GHz	Open	2C:C8:1B	b/g/n			-51	49%	-61	-45	-89	-92	8%	5s ago
FE_UEM1	2C:C8:1B:2E:E2...		1	2.4GHz	Open	2C:C8:1B	g/n			-69	31%	-66	-66	-75	-85	15%	5s ago
FE_Sala_Bl...	FA:92:BF:CD:DF:...		1	2.4GHz	WPA2 Personal	FA:92:BF	b/g/n			0%	-84	-84	-86	-	0%	11min 45s ago	
FE_Sala_Bl...	FA:92:BF:CD:DF:...		6	2.4GHz	WPA2 Personal	FA:92:BF	b/g/n			0%	-86	-86	-86	-	0%	16min 25s a...	
FE_UEM1	F4:92:BF:CD:DF:07		6	2.4GHz	Open	F4:92:BF	b/g/n			0%	-84	-84	-87	-	0%	9min 45s ago	
FE_Sala_Bl...	FA:92:BF:CD:DF:...		11	2.4GHz	WPA2 Personal	FA:92:BF	b/g/n			0%	-88	-88	-88	-	0%	2min 45s ago	
FE_UEM1	B8:69:F4:DA:21...		1	2.4GHz	Open	B8:69:F4	b/g/n			-83	17%	-81	-81	-84	-91	9%	5s ago
AndroidA...	B6:E6:18:E2:8B:09		11	2.4GHz	WPA2 Personal	B6:E6:18	ac			0%	-85	-75	-87	-	0%	1min 45s ago	
DIRECT.P...	62:57:18:E1:38:...		11	2.4GHz	WPA2 Personal	62:57:18	n/n			-79	21%	-79	-75	-82	-88	12%	5s ago

Fonte: Autoria própria

3.3.5. Questões Eléctricas

A oscilação da corrente prejudica instantaneamente o sinal do WiFi. Embora no que concerne a questões eléctricas, os nobreaks fazem parte da segurança dos dispositivos da rede do DEEL, outra questão também pode ser o uso de tomadas e adaptadores de tomadas em mau estado ou mesmo, que podem não oferecer a segurança do sinal eléctrico e, por conseguinte, prejudicarem os dispositivos da rede assim como o sinal da rede.

3.2.6. Insegurança do Sinal da rede WiFi

A rede WLAN da FENG não é somente acessada pelos estudantes e funcionário desta Instituição. Alguns usuários, vêm doutras faculdades para ter acesso num tempo incógnito. Fora disso, existem outros usuários que vêm baixar vídeos e filmes e outros recursos de entretenimento, isso por causa da partilha das senhas feita por estudantes aos seus amigos que não fazem parte desta Faculdade, pondo assim, a rede insegura. Como resultado, os canais da rede encontram-se congestionados e por fim, o sinal não chega para todos. A verdade é que, os dispositivos WiFi têm uma capacidade de

processar uma quantidade limitada de dados por segundo como visto no capítulo II, entretanto, quando a demanda for muito alta que a especificada, o envio de dados para o dispositivo final pode ser afetado pois, a rede fica lenta.

3.3.7. Indisponibilidade do AP

Todas as salas do DEEL encontravam-se equipadas com dispositivos APs da Mikrotik e apesar de que os sinais propagavam limitadamente pelas quatro paredes em cada sala, o cenário era mais preferível do que o que se vive hoje em dia. Algumas salas deste departamento encontram-se vandalizadas e caso não se tome o caso em consideração, é possível que o próprio armário que aloja alguns dispositivos da rede na sala de informática, venha também a sofrer consequências do gênero uma vez que, não se encontra seguro como ilustra a figura 32, portanto armário de encontra-se numa sala muito frequentada, isolada e sua porta não está munida de nenhuma ferramenta de bloqueio ora, seu ambiente interno precisa de arejamento para evitar excesso do efeito joule nos componentes dos dispositivos e sua porta do vidro não contém furos para permitir a passagem do ar.

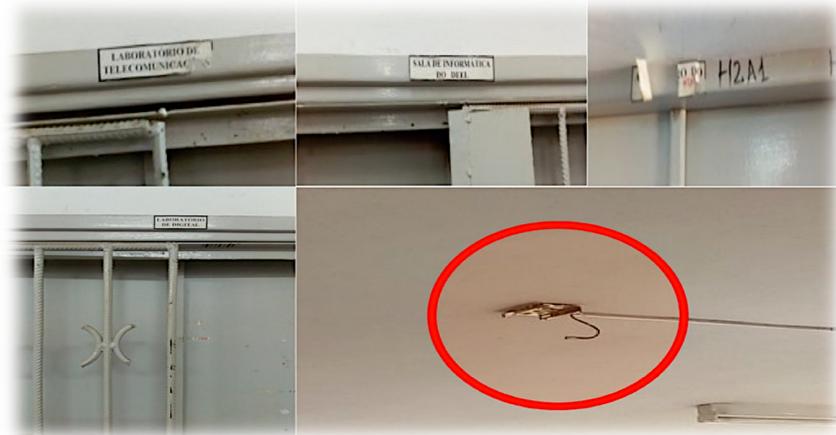
Figura 32: Armário de dispositivos da rede



Fonte: autoria própria

Indo-se mais além com roubos registados, as salas que foram vandalizadas são: Laboratório de Telecom., sala de Informática, Laboratório de digital e H2A1, conforma ilustradas na figura 33.

Figura 33: Salas vandalizadas



Fonte: Autoria própria

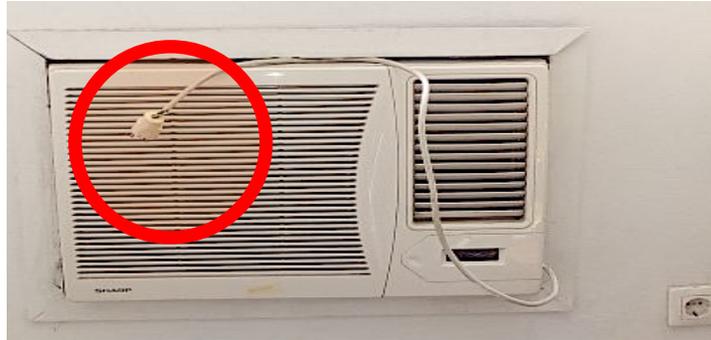
Entretanto, é possível se concluir com este facto real que, o roubo dos APs nessas salas, é um dos principais fatores da ausência da cobertura da rede nessas salas pois, um AP é um dispositivo responsável pela difusão do sinal da rede Wireless.

3.2.8. Clima e Temperatura

Os fenómenos climáticos como chuva, granizo e trovoadas afetam na velocidade do WiFi exterior. No entanto, se houver outro fator que influencia no desempenho do Wi-Fi interior ou mesmo nas salas, não há outro senão a temperatura que se faz sentir dentro das salas deste Departamento e principalmente quando suas portas e janelas estiverem fechadas. O equipamento electrónico é destinado a operar dentro da faixas de temperaturas limitadas e quando essas temperaturas forem excedidas, há diminuição do desempenho no computador e da velocidade da rede WiFi e se o efeito joule for prolongado nos seus componentes electrónicos, as avarias podem ocorrer. Na sala de informática onde existe um armário dos dispositivos da rede, há uma parede que é assolada pelo sol de manhã até o fim da tarde, como se ilustra na figura 34, esta sala contém 2 dispositivos AC do

género e que, mas nenhum dos dois se encontra ligado à rede eléctrica. Neste caso, nos dias do sol intenso, quanto mais a temperatura aumenta, a soma do calor produzido pelo o efeito joule nos dispositivos da rede e o calor do ambiente resulta num calor que assola os componentes dos dispositivos e por conseguinte, reduz a velocidade da rede WiFi.

Figura 34:Clima da sala de Informática



Fonte: Autoria própria

3.3.9. Falta de atualização dos APs

Os AP constantemente devem ter atualizações de firmware, conforme visto nos requisitos (AP) no capítulo II, que visam a melhorar atributos na conexão e do sinal Wi-Fi. Neste caso, a falta da atualização nos roteadores torna todo o sistema ineficiente, proporcionando a redução do desempenho e da velocidade. Além disso, acumula bugs e torna o AP inseguro.

3.3.10. Constrangimento da Rede Externa

Conforme a descrição no capítulo II sobre a extensão geográfica das redes, saber a distância que uma rede alcança, é uma chave muito importante para que se possa entender o tipo de rede em questão. A figura 35 ilustra localizações e distância de separação entre o Campus da UEM e a Faculdade de Engenharia. Desta forma, pode-se afirmar que, uma vez que, o Campus da UEM e a FacEng se comunicam através visada direta de linha que é de aproximadamente 7 km, neste caso, pode-se concluir que, deste link se forma uma rede WMAN (*Wireless Metropolitan Area Network*) da qual se cria uma rede local cabeada na Faculdade de Engenharia e por fim a WLAN.

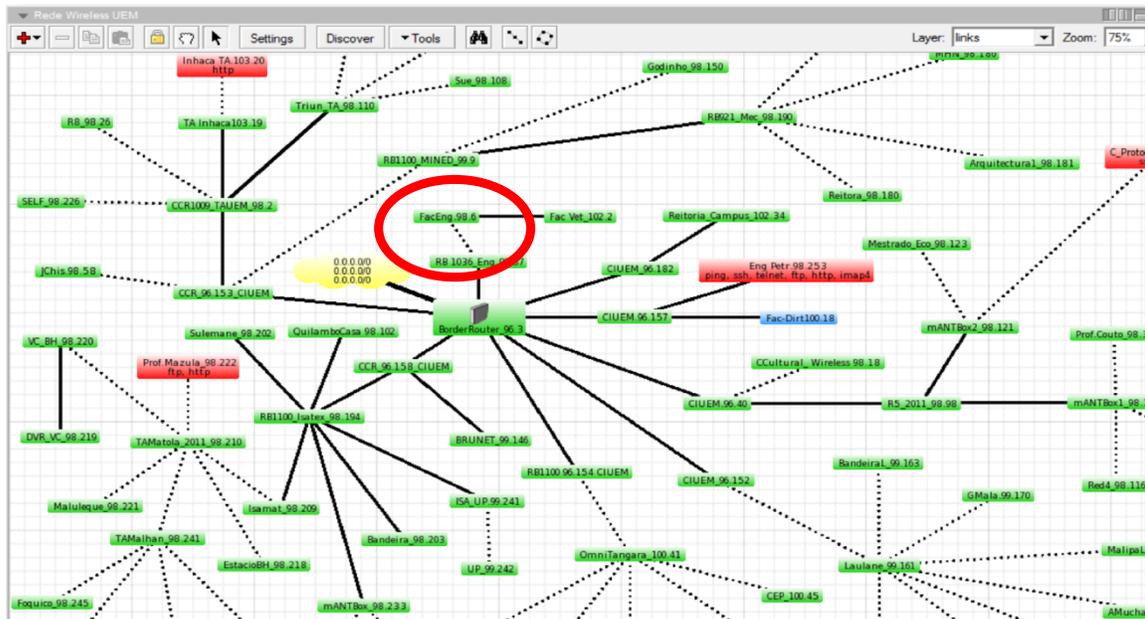
Figura 35:Localização e distância entre Campus da UEM e FEUEM



Fonte: Autoria própria

A figura 36 ilustra o mapa de rede da Universidade Eduardo Mondlane em Maputo. Como se pode ver, o mapa dispõe de faculdades, bibliotecas e residências ligadas a cabo (linha contínua) e ondas eletromagnéticas (linhas interrompidas). Deste mapa é possível enfocar que, a comunicação entre a FacEng (FENG) e o CIUEM é através das ondas eletromagnéticas.

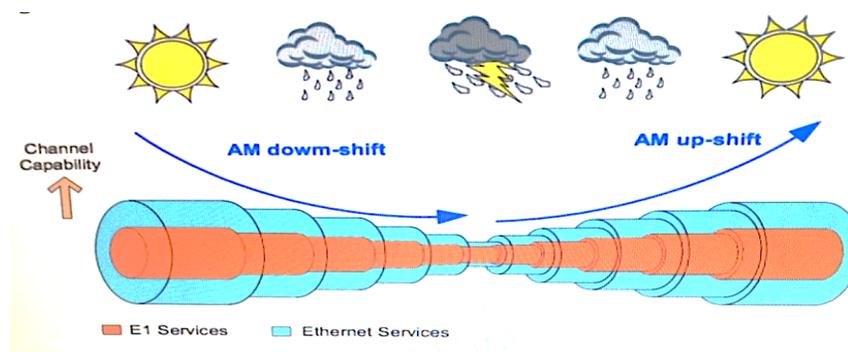
Figura 36:Mapa parcial de rede da Universidade Eduardo Mondlane-Maputo



Fonte: CIUEM

Os constrangimentos da rede externa neste caso, refere-se aquilo que pode influenciar negativamente no desempenho da rede WLAN, duma forma indireta ou mesmo, assolando a rede sem fio metropolitana que se encontra fora do DEEL, da qual surge a rede local da FENG. Neste caso, uma vez que, a rede sem fio metropolitana, depende das condições climáticas do ambiente em que ela opera. Nas comunicações wireless, quando ocorrem chuvas, a capacidade do canal tende a reduzir. Por conseguinte, reduzem-se os serviços E1 e Serviços de Ethernet e se a chuva for acompanhada por trovoadas, a capacidade de canal tende a reduzir mais ainda, isto é, o canal fica mais estreito como ilustrado na figura 37. No entanto, o canal só consegue recuperar a sua largura e seus serviços quando houver o sol. E por fim, este fator que é impassível de sofrer inversão, cria tanta dependência à rede WLAN do DEEL e em geral para à rede da FENG.

Figura 37: Canal da rede WMAN



Fonte: (<http://www.huawei.com>, Acesso: 15/12/2013)

Portanto, com este constrangimento da rede sem fio metropolitana pode se concluir que, se esta não contiver nenhum serviço de internet no seu canal, infelizmente não haverá internet na FENG, quer na rede LAN assim como na rede WLAN.

A seguir citam-se alguns parâmetros que possuem uma relação direta com fatores que influenciam no desempenho da rede já citados.

b) alcance

O alcance é o ponto máximo em que um usuário é capaz de ser detectado por um AP através do sinal da rede WLAN. Embora o alcance dependa da frequência de operação de cada transmissor do sinal, a potência de transmissão e sensibilidade do receptor, existem alguns fatores que foram citados neste capítulo, que obstruem o sinal da rede durante a propagação e sendo assim, o AP acaba tendo um alcance reduzido.

c) Latência

A latência ou atraso, é o tempo que o pacote leva para ser transmitido pelo transmissor e chegar ao receptor. Este está relacionado com a taxa de transferência. Isto é, quanto mais a taxa for elevada, mais atraso verificar-se-á durante a transmissão.

d) Perdas de pacotes

A taxa de perdas de pacote é muito importante para análise duma rede sem fio pois, é através desta medida que se pode saber quantos pacotes do total dos pacotes enviados efetivamente foram recebidos pelo receptor. Infelizmente merece muita atenção pois, os pacotes perdem-se porque no meio de transmissão há interferências que originam colisões entre pacotes, mas felizmente o método do acesso tratado neste trabalho evita colisões e embora que assim seja, há alguns que podem se corromper durante a transmissão por causa de congestão da rede, sobrecarga da capacidade da infraestrutura, ameaças de segurança e problemas de hardware, portanto, criando assim a ineficiência na comunicação.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- De acordo com as metas propostas neste trabalho conclui-se que os objetivos foram alcançados, pois foram descritos os requisitos para implementação de Rede Wireless, conforme definido no primeiro objetivo específico, apresentou-se a arquitetura de Wireless. por último, foram igualmente identificados os fatores que influenciam no desempenho da rede Wireless.
- Durante a fase de mapeamento da rede wireless do DEEL, partindo principalmente da sala dos servidores, pôde-se notar que, os dispositivos de comunicação são modernos, entretanto, com base nos resultados obtidos através da simulação, é possível citar que, a rede é intermitente, com destaque da interferência e ruído.
- Os APs de banda 5GHz que são os mais rápidos e robustos são poucos, os APs de 2.4 GHz que alcançam maiores distâncias, mas não são robustos relativamente aos APs de 5 GHz, são obstruídos e sobrecarregados pois, além de encararem paredes no DEEL, há mau uso da rede por parte de usuários fazendo com que, o sinal da rede seja fraco e a rede lenta.

A investigação se tornou mais interessante quando obteve os pontos seguintes:

- Há falta de repetidores, fazendo com que a rede se torne pior ainda, uma vez que, a maioria dos fatores que criam maiores constrangimentos no desempenho desta rede como por exemplo paredes, são imutáveis.
- A existência de manutenção preventiva da rede, poderia garantir atualizações dos firmwares dos roteadores contribuindo deste modo para um sinal estável e com bom desempenho da rede.
- O AP outdoor na entrada do DEEL e o AP no corredor do último piso, merecem mais atenção concernente a posição pois, enfrentam obstruções críticas;
- O acendimento das lâmpadas fluorescentes no departamento cria mau desempenho da rede, uma vez que, essas lâmpadas dificultam o desempenho dos APs assim como forno Micro-onda e dispositivos Bluetooth pois, criam interferência;
- Quanto a obstáculos que a rede enfrenta, não é de lamentar tanto pois, normalmente, cada sala é munida de dispositivo AP e se o usuário tende a melhorar o gozo da rede, é preciso que permaneça na sala que contém o AP pois, fora da mesma o sinal enfrenta paredes se tornando

assim, muito fraco ou por outra via, seria mais útil o aumento dos APs em corredores mas que não criam sobreposição do canal;

- Os usuários devem se informar sobre o aplicativo NetSpot para poderem saber qual canal do dispositivo AP encontra-se vago, como forma de evitar congestionamento em canais;
- Por fim, cita-se que, esta pesquisa proporcionou desenvolver habilidades com a WLAN ao autor e caso o trabalho seja para servir como uma base para o projeto de manutenção de rede WLAN, propõe-se o uso deste trabalho para solucionar os problemas da rede do DEEL, da FENG, especificamente pode servir de modelo para qualquer rede wireless.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. <<http://networking.layer-x.com/pic/fig008.jpg>>, 1. (acesso:07/12/2015).
2. BALANIS, C. A. (2009). *Teoria das Antenas*. Rio de Janeiro.
3. FERREIRA, D. M. (2007). *Minimização do efeito de anomalia em redes ieee 802.11 usando snr para controlar o cw.*{sn}.
4. FLICKENGER, R. (2008). *Redes sem fio no Mundo em Desenvolvimento* (2 ed., Vol. 2). Brasil.
5. FLICKENGER, R. e. (2007). *Redes sem Fio no Mundo em Desenvolvimento* (2 ed.).
6. FLICKENGER, R. e. (2013). *Wireless Network in the Developing World* (3 ed.).
7. FOROUZAN, A. B. (2009). *Comunicação de Dados e Redes de Computadores*. Brasil: Mcgraw Hill.
8. Fourouzan A, B. (2007). *Comunicação de dados e Redes de Computadores*. (4, Ed.) Brasil: Mcgraw Hill Companies. Inc.
9. <http://master.org.br/certificacao-anatel/anatel-wifi/>, 1. (acesso: 04/03/2022).
10. <http://www.huawei.com>. (Acesso: 15/12/2013).
11. <https://anlix.io/vlan-redes-virtuais-facilitam-trafego-e-agilizam-conexao/>. (acesso:25/07/18).
12. <https://bootblockbios.wordpress.com/redes/bridge-ou-ponte/>. (acesso:28/02/2011).
13. https://dl.ubnt.com/guides/UniFi/UniFi_AP-AC-Pro_QSG.pdf. (data do acesso: indisponível).
14. <https://inforticsite.wordpress.com/tipos-de-padroes-de-redes-wireless/>. (acesso:05/10/2022).
15. <https://kruguerinformatica.com.br/produto/placa-de-rede-10100/>. (acesso:31/10/2018).
16. <https://mikrotik.com/product/CCR1036-8G-2Splus>. (acesso: 18/08/2022).
17. <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/ondas-eletromagneticas.htm>, 4. (acesso: 05/10/2022).
18. https://pt.wikipedia.org/wiki/Placa_de_rede. (acesso: 14/06/2021.).
19. <https://techlib.wiki/definicion/macaddress.html>. (data do acesso: indisponível).
20. <https://tecnoblog.net/responde/como-escolher-um-roteador-guia-dicas/>. (acesso:18/08/2022).
21. https://www.cisco.com/c/pt_br/support/docs/wireless-mobility/wireless-lan-wlan/71113-rrm-new.html. (acesso: 24/02/2020).
22. <https://www.coladaweb.com/fisica/ondas/ondas-eletromagneticas>, 4. (acesso: 23/06/2022).
23. <https://www.infowester.com/hubswitchrouter.php>. (acesso:19/09/2019).
24. <https://www.magazineluiza.com.br/portaldalu/repetidor-de-sinal-wi-fi-quando-usar/40894/>. (acesso:12/09/2022).

25. <https://www.sofisica.com.br/conteudos/curiosidades/wi-fi.php>. (acesso: 05/10/2022).
26. <https://www.techtudo.com.br/noticias/2018/06/o-que-e-access-point-veja-para-que-serve-o-ponto-de-acesso-de-wi-fi.ghtml>. (acesso: 02/06/2018.).
27. <https://www.wi-fi.org/certification>. (data do acesso: indisponível).
28. NASCIMENTO, J. d. (1992). *Telecomunicações*. Brasil: Editora Makron books.
29. NASCIMENTO, J. d. (2002). *Telecomunicações*. Brasil: Editora Makron books.
30. <https://-que-e-access-point-veja-para-que-serve-o-ponto-de-acesso-de-wi-fi.ghtml>, h. (acesso:02/06/2018).
31. RIBEIRO, T. (2006). *Fundamentos de Redes de Computadores*. Londres: Editora e Distribuidora Educacional SA.
32. RUBNISTEIN, J. (2006). *Mobile and Wireless Communications Networks*. Chile: Springer.
33. SHILLER, J. (2003). *Mobile Communications* (Vol. 2). Great Britain: Pearson Education.
34. STALLINGS, W. (2007). *Data and Computer Communications* (8 ed.). Inc USA: Pearson Education.
35. TANEMBAUM, A. S. (2007). *Oganização Estruturada de Computadoress* (Vol. 4 ed.). São Paulo: Pearson-Prentice All.
36. www.bosontreinamentos.com.br/redes-wireless. (acesso:31/05/2022).
37. www.bosontreinamentos.com.br/redes-wireless/arquiteturas-de-redes-locais-sem-fio-wi-fi/, 3. (acesso: 31 de Maio de 2022).
38. www.bztech.com.br. (acesso: 27/09/2022).
39. www.cpt.com.pt. (acesso: indisponível).
40. www.idc.com. (acesso: 08/06/21).
41. www.idc.com. (acesso:08/06/2022).
42. www.idc.com, acesso: (08/06/2022).
43. www.netspotapp.com/pt/. (data do acesso: indisponível.).
44. www.scarcom.com.br. (acesso:05/10/2022).

ANEXIO 1 – FAMÍLIA DO PADRÃO IEEE 802.11

A tabela 1-63 ilustra quase todos padrões que foram desenvolvidos até o ano 2022 com quase todas especificações mais essenciais nos padrões de IEEE 802.11.

Tabela 1-63 - Características dos Padrões IEEE 802.11

IEEE 802.11 network PHY standards											
Frequency range, or type	PHY	Protocol	Release date ^[8]	Frequency	Bandwidth	Stream data rate ^[9]	Allowable MIMO streams	Modulation	Approximate range		
				(GHz)	(MHz)	(Mbit/s)			Indoor	Outdoor	
1–6 GHz	DSSS/FHSS ^[10]	802.11-1997	Jun 1997	2.4	22	1, 2	N/A	DSSS, FHSS	20 m (66 ft)	100 m (330 ft)	
	HR-DSSS ^[10]	802.11b	Sep 1999	2.4	22	1, 2, 5.5, 11	N/A	DSSS	35 m (115 ft)	140 m (460 ft)	
	OFDM	802.11a	Sep 1999	5	4.9/5.0 ^[11]	5/10/20	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 (for 20 MHz bandwidth, divide by 2 and 4 for 10 and 5 MHz)	N/A	OFDM	35 m (115 ft)	120 m (390 ft)
		802.11j	Nov 2004	?						?	
		802.11p	Jul 2010	?						1,000 m (3,300 ft) ^[12]	
		802.11y	Nov 2008	?						5,000 m (16,000 ft) ^[A]	
	ERP-OFDM	802.11g	Jun 2003	2.4					38 m (125 ft)	140 m (460 ft)	
	HT-OFDM ^[13]	802.11n (Wi-Fi 4)	Oct 2009	2.4/5				4	MIMO-OFDM	20	Up to 288.8 ^[13]
										40	Up to 600 ^[13]
	VHT-OFDM ^[13]	802.11ac (Wi-Fi 5)	Dec 2013	5				8	MIMO-OFDM	20	Up to 346.8 ^[13]
										40	Up to 800 ^[13]
										80	Up to 1733.2 ^[13]
										160	Up to 3466.8 ^[13]
HE-OFDMA	802.11ax (Wi-Fi 6)	Feb 2021	2.4/5/6				8	MIMO-OFDM	20	Up to 1147 ^[F]	
									40	Up to 2294 ^[F]	
									80	Up to 4804 ^[F]	
									80+80	Up to 9608 ^[F]	
mmWave	DMG ^[16]	802.	Dec 2012	60	2,160	Up to 6,757 ^[17] (6.7 Gbit/s)	N/A	OFDM, single carrier, low-power single carrier	3.3 m (11 ft) ^[18]	?	
		802.11aj	Apr 2018	45/60 ^[C]	540/1,080 ^[19]	Up to 15,000 ^[20] (15 Gbit/s)	4 ^[21]	OFDM, single carrier ^[21]	?	?	
	EDMG ^[22]	802.11ay	Est. March 2021	60	8000	Up to 20,000 (20 Gbit/s) ^[23]	4	OFDM, single carrier	10 m (33 ft)	100 m (328 ft)	
Sub-1 GHz IoT	TVHT ^[24]	802.11af	Feb 2014	0.054–0.79	6–8	Up to 568.9 ^[25]	4	MIMO-OFDM	?	?	
	S1G ^[24]	802.11ah	Dec 2016	0.7/0.8/0.9	1–16	Up to 8.67 (@ 2 MHz) ^[25]	4		?	?	
2.4 GHz, 5 GHz	WUR	802.11ba ^[E]	Oct 2021	2.4/5	4.06	0.0625, 0.25 (62.5 kbit/s, 250 kbit/s)	N/A	OOK (Multi-carrier OOK)	?	?	
Light (Li-Fi)	IR	802.11-1997	Jun 1997	?	?	1, 2	N/A	PPM	?	?	
	?	802.11bb	Est. Jul 2022	60000-790000	?	?	N/A	?	?	?	
802.11 Standard rollups											
		802.11-2007	Mar 2007	2.4, 5		Up to 54		DSSS, OFDM			
		802.11-2012	Mar 2012	2.4, 5		Up to 150 ^[9]		DSSS, OFDM			
		802.11-2016	Dec 2016	2.4, 5, 60		Up to 866.7 or 6,757 ^[9]		DSSS, OFDM			
		802.11-2020	Dec 2020	2.4, 5, 60		Up to 866.7 or 6,757 ^[9]		DSSS, OFDM			



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA

ANEXO 2 - GUIÃO DE ENTREVISTAS

Guião de entrevista para usuários da rede wireless na faculdade de Engenharia

O tema análise dos factores que influenciam no desempenho das redes WLANs em diferentes Universidades do País, tem assumido um papel de uma relevância obscura e as redes têm sido cada vez mais precárias, resultando assim, no mau gozo das mesmas por parte dos estudante e funcionários durante as suas pesquisas e por conseguinte, alarmando a necessidade de se tomar uma iniciativa fazendo uma análise. Antes da análise foram feitas entrevistas aos usuários da rede e entrevista foi cuidadosamente organizada conforme ilustram as tabelas seguintes:

Guião de entrevista

Blocos	Objectivos	Questões Orientadoras
A -Legitimação da entrevista -Questões éticas	-Explicar os objectivos da entrevista. -Assegurara o anonimato e a confidencialidade da entrevista -Solicitar autorização para o procedimento da entrevista	-Explicação sumária dos objectivos da entrevista no contexto da investigação -Explicação sobre anonimato da entrevista -Pedido de autorização para proceder.
B -Entrevista	Aquisição das respostas colocando questões	1. Qual é a importância da rede WLAN na FENG? 2. Quais são os problemas que a rede WLAN da FENG enfrenta? 3. Que tipo de atitude a Faculdade tem tomado em torno do problema? 4. A rede WLAN do FENG apresenta alguma eficiência? 5. Quais são os locais sem cobertura da rede?
Agradecimento e validação da entrevista	-Agradecer a colaboração -Informar da transição da entrevista para validação	

Preparação de entrevista

Passos necessários	Descrição
Enquadramento da entrevista	A pesquisa realizada pretende dar respostas ao seguinte problema de estudo: -Análise de Factores que influenciam no desempenho da rede WLAN no DEEL.
Definição dos objectivos da entrevista	Ter respostas às questões da investigação colocadas: 1. Qual é a importância da rede WLAN na FENG? 2. Quais são os problemas que a rede WLAN da FENG enfrenta? 3. Que tipo de atitude a Faculdade tem tomado em torno do problema? 4. A rede WLAN do FENG apresenta alguma eficiência? 5. Quais são os locais sem cobertura da rede?
Entrevistados	Funcionários e Estudantes
Entrevistador	Estudante do 5º ano do Curso de engenharia Electrónica
Duração	1 Semana
Condições logísticas	Impressões do guião

Planificação da Entrevista

	Passos necessários	Descrição
Decisão	Propósito	<p>Problema do Estudo:</p> <p>“Análise de Factores que influenciam no desempenho da rede WLAN no DEEL”</p> <p>Objectivo: Ter respostas às 5 questões da investigação:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Qual é a importância da rede WLAN na FENG? 2. Quais são os problemas que a rede WLAN da FENG enfrenta? 3. Que tipo de atitude a Faculdade tem tomado em torno do problema? 4. A rede WLAN do FENG apresenta alguma eficiência? 5. Quais são os locais sem cobertura da rede? <p>Dimensão: abrangência local: todos os departamentos da FENG.</p>
	Entrevistados	Alunos e funcionários da FENG
	Meios de comunicação	<p>Tipo: oral e escrito</p> <p>Espaço: diferentes salas dos departamentos e recinto da FENG</p>
	Tempo de Entrevista por entrevistado	De 5 a 10 minutos
Elaboração	Entrevista	<p>Variáveis de estudo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Factores que influenciam no desempenho da WLAN no DEEL -Métodos de análise desses factores. -Actividades para análise desses factores <p>Descrição dos itens:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Elaborar uma lista de perguntas para os funcionários separadamente com a lista dos estudantes. -Considerar expectativas dos entrevistados.
	Marcação de entrevista	<ul style="list-style-type: none"> -Apresentação de forma breve o projeto Delimitar o tempo com o entrevistado

Realização	Aspectos formais a ter em conta	<p>Dos entrevistados teve-se em conta:</p> <ul style="list-style-type: none"> -O estado do espírito do entrevistado (confusão, confiança e constrangimento) -Contradições do entrevistado; -Linguagem corporal; -Género de linguagem utilizada; -Ambiente onde a entrevista é realizada; -Momento em que o entrevistado manifesta suas emoções.
		<p>Apresentação:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Criar um ambiente descontraído, mostrar atenção, gentileza para o entrevistado. -Manter o profissionalismo, procurando levar o entrevistado a responder às questões e esclarecendo o fenómeno. <p>Descrição do projeto:</p> <ul style="list-style-type: none"> -referiu-se no âmbito de entrevista
		<p>Consentimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Solicitar a autorização do entrevistado. <p>Decorrer da entrevista:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ajudar o entrevistado a expressar-se claramente. -Estimar o entrevistado e expor mais a cerca dos tópicos mais importantes. - Focar o entrevistado nos tópicos principais. <p>Terminar a entrevista:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Atender ao limite d tempo da entrevista. -Organizar mentalmente os dados colectados. -Apresentar um agradecimento final



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
 Curso de Engenharia Electrónica

Anexo 3: Plano de Actividades

Tema do Projecto:

Análise dos Fatores que Influenciam no Desempenho da Rede Wireless no DEEL

Estudante: Nhanombe, Firmino António

mail: firmino.nhanombe@gmail.com

Supervisora: Eng^a Ivone Cipriano

Cronograma da Realização do Estágio Profissional

Dias	Maio										junho	
	09	10	16	17	18	19	22	30	31	07	14	
Atividades												
Aquisição do Tema do Trabalho												
Revisão de Literatura sobre Redes												
Formulação do Problema												
Determinação de objetivos												
Metodologia de Pesquisa												
Coleta de dados (Entrevista e Mapeamento da rede a FENG)												
Análise e discussão dos resultados												
Conclusão da análise da discussão												
Submissão do Tema												
Redação												
Mudança do Tema (Influência da WLAN na FENG)												

Novo Tema do EP: Análise dos Fatores que Influenciam no Desempenho da Rede Wireless no DEEL

Dias Atividades	junho					julho						Agosto			Setembro		
	14	15	20	21	24	6	8	11	29	07	14	02	19	23	8	12	30
Aquisição do novo tema do EP	█																
Reparação de Computadores no DTIC		█															
Metodologia de Pesquisa			█														
Coleta de dados (Entrevista, Mapeamento da WLAN do DEEL)				█													
Revisão do tema do EP e reformulação dos objetivos com supervisora					█												
Formulação do Problema						█											
Análise e discussão dos resultados							█										
Conclusão da análise dos resultados								█									
Pesquisa sobre requisitos para implementação da rede WLAN									█								
Pesquisa sobre Redes Wireless: Arquitetura										█							
Pesquisa sobre Wireless: Ondas Eletromagnéticas											█						
Submissão do tema												█					
Reparação dos PCs no DTIC													█				
Início da Redação														█			
Avaliaç. da WLAN do DEEL															█		
Config. de impressoras em redes Manut. Sala Inf. Dep. Química																█	
Mudança do objec. Especifico																	█

Cont...

	Outubro				Novembro
Dias Atividades	11	14	17	30	02
Montagem de rede no DEEL					
Reparação do Computador no DPM					
Fim da redação					
Apresentação do trabalho a Supervisora					
Entrega do relatório final do trabalho do EP					

O Estudante

A Supervisora

(Nhanombe, Firmino António)

(Eng^a Ivone Cipriano)



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA _____

**ANEXO 4 -TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DO TRABALHO DE
LICENCIATURA**

Declaro que o estudante _____
entregou no dia ___/___/20__ as --- cópias do relatório do seu Trabalho de Licenciatura com a
referência: _____

intitulado: _____

Maputo, ____ de _____ de 20____

O Chefe de Secretaria _____



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA

ANEXO 5 - TERMO DE ATRIBUIÇÃO DE TEMA DE PROJECTO DO CURSO

Nome: Nhanombe, Firmino António firmينو.nhanombe@gmail.com

REFERÊNCIA DO TEMA:		Data:	
---------------------	--	-------	--

1. TÍTULO DE TEMA

FACTORES QUE INFLUENCIAM NO DESEMPENHO DA REDE WLAN NA FENG – DEEL
--

2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA

--

3. LOCAL DE REALIZAÇÃO

CIUEM

4. SUPERVISORES

	Nomes	Assinatura
FEUEM	Eng ^a Ivone Cipriano	
CIUEM	Eng. Felizardo Munguambe	

5. DATAS CHAVES

Entrega do tema		Conclusão	
-----------------	--	-----------	--

Maputo, ____ de _____ de 2021

Chefe da Comissão Científica

Visto de Chefe do Departamento

Declaro que recebi o tema do Projecto do Curso na data acima indicada

Nome: _____

Assinatura: _____



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA _____

ANEXO 6 – ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	
---------------------	--

4. AGENDA:

2. PRESENÇAS

Supervisor	
Co-Supervisor	
Estudante	
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

4. RECOMENDAÇÕES:

5. OBSERVAÇÕES	
----------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	
-----------------------------	--



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA _____

ANEXO 7 – F1 – GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

Nome do estudante: Firmino António Nhanombe

Referência do tema: _____ Data: ____ / ____ / ____

Título do tema: FACTORES QUE INFLUENCIAM NO DESEMPENHO DA REDE WLAN NA FENG – DEEL

1. Resumo					
1.1. Apresentação dos pontos chave no resumo (clareza, organização, correlação com o apresentado)	1	2	3	4	5
Secção 1 subtotal (max: 5)					

2. Organização (estrutura) e explanação										
2.1. Objectivos	1	2	3	4	5					
2.2. Introdução, antecedentes e pesquisa bibliográfica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.3. Metodologias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 2 subtotal(max: 45)										

3. Argumentação										
3.1. Criatividade e originalidade	1	2	3	4	5					
3.2. Rigor	1	2	3	4	5					
3.3. Análise crítica, evidência e lógica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.4. Relação objectivos/ métodos/ resultados/conclusões	1	2	3	4	5					
3.5. Relevância	1	2	3	4	5					
Secção 3 subtotal(max: 30)										

4. Apresentação e estilo da escrita										
4.1. Legibilidade e organização	1	2	3	4	5					
4.2. Ilustração e qualidade das figuras e tabelas	1	2	3	4	5					
4.3. Estilo da escrita (fluência do texto, uso da língua e gramática)	1	2	3	4	5					
4.4. Fontes bibliográficas (citação correta, referências, etc.)	1	2	3	4	5					
Secção 4 subtotal (máx: 20)										

Total de pontos (máx.: 100)		Nota (=Total*0,2)	
------------------------------------	--	--------------------------	--

Nota: Quando exista a componente gráfica (desenhos técnicos), a nota acima é multiplicada por 0,8 cabendo os restantes 20% do peso à referida parte gráfica.



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA _____

ANEXO 8- F2 – GUIA DE AVALIAÇÃO DA APRESENTAÇÃO ORAL E DEFESA (PELO JÚRI)

Nome do estudante: Nhanombe, Firmino António

Referência do tema: _____ Data: ___ / ___ / ____

Título do tema: FACTORES QUE INFLUENCIAM NO DESEMPENHO DA REDE WLAN NA FENG – DEEL

1. Introdução										
4.5. Apresentação dos pontos chaves na introdução (Contexto e importância do trabalho)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 1 subtotal (máx: 10)										

2. Organização e explanação										
2.1. Objetivos	1	2	3							
2.3. Metodologia	1	2	3	4						
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8		
Secção 2 subtotal (máx: 25)										

3. Estilo da apresentação										
3.1. Uso efetivo do tempo	1	2	3	4	5					
3.2. Clareza, tom, vivacidade e entusiasmo	1	2	3	4	5					
3.3. Uso e qualidade dos audiovisuais	1	2	3	4	5					
Secção 3 subtotal (máx: 15)										

4. Defesa										
4.1. Exatidão nas respostas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.2. Domínio dos conceitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.3. Confiança e domínio do trabalho realizado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.4. Domínio do significado e aplicação dos resultados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.5. Segurança nas intervenções	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 3 subtotal (máx: 50)										

Total de pontos (máx: 100)		Total	
-----------------------------------	--	--------------	--



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA _____

Anexo 9- Ficha de avaliação da atitude do Estudante (Pelo Supervisor)

(Auxiliar para o supervisor)

Nome do estudante: Nhanombe, Firmino António

Referência do tema: _____ Data: ___/___/___

Título do tema: FACTORES QUE INFLUENCIAM NO DESEMPENHO DA REDE WLAN NA FENG – DEEL

Indicador	Classificação				
	1	2	3	4	5
Atitude geral (manteve uma disposição positiva e sentido de humor)	1	2	3	4	5
Dedicação e comprometimento (Deu grande prioridade ao projeto e aceitou as responsabilidades prontamente)	1	2	3	4	5
Independência (realizou as tarefas independentemente, como prometido e a tempo)	1	2	3	4	5
Iniciativa (viu o que devia ter sido feito e fê-lo sem hesitar e sem pressões do supervisor)	1	2	3	4	5
Flexibilidade (disponibilidade para se adaptar e estabelecer compromissos)	1	2	3	4	5
Sensibilidade (ouviu e tentou compreender as opiniões dos outros)	1	2	3	4	5
Criatividade (contribuiu com imaginação e novas ideias)	1	2	3	4	5
Total de pontos (máx: 35)					

Valor do classificador	Cotação obtida	Significado
	1	Não aceitável (0 a 9 valores)
	2	Suficiente (10 a 13 valores)
	3	Bom (14 a 16 valores)
	4	Muito Bom (17 a 18 valores)
	5	Excelente (19 a 20 valores)

Total de pontos (máx: 35)

Nota (=Total*20/35)



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA

ANEXO 10 - F3 - FICHA DE AVALIAÇÃO GLOBAL

Nome do estudante: Nhanombe, Firmino António

Referência do tema: _____ Data: __/__/____

Título do tema: FACTORES QUE INFLUENCIAM NO DESEMPENHO DA REDE WLAN NA FENG - DEEL

AVALIADOR	NOTA OBTIDA	PESO (%)
Relatório escrito (F1)	N1=	A= 60
Apresentação e defesa do trabalho(F2)	N2=	B= 40

OS MEMBROS DO JURI:

O Presidente	
Oponentes	
Os Supervisores	