

Chamussedine Momade Molidé

**Análise das zonas Sombras nas redes Móveis (caso de estudo Campus da  
Universidade Pedagógica)**

Universidade Pedagógica

Maputo

2022

Chamussedine Momade Molide

**Análise das zonas Sombras nas redes Móveis (caso de estudo Campus da  
Universidade Pedagógica)**

Monografia científica a ser apresentada ao  
Departamento de Informática, Escola  
Superior Técnica, para obtenção do grau  
académico de licenciatura em Informática -  
Minor em Engenharia de Redes

Supervisor:  
dr.Xavier Bila

Universidade Pedagógica

Maputo

2022

## Índice

Lista de figuras:.....	7
Lista de Gráficos:.....	8
CAPITULO I: INTRODUÇÃO .....	16
1.1 Formulação do problema .....	17
1.2 Justificativa .....	18
1.3 Objectivos .....	19
1.3.1 Objectivo Geral.....	19
1.3.2 Objectivo Específico.....	19
1.4 Questão de pesquisa.....	19
1.5 Hipóteses.....	20
2.1 Metodologia.....	20
1.6.1 Métodos de recolha e dados .....	20
1.6.2 Entrevista .....	21
1.6.3 Material usado.....	21
1.7 Estrutura do trabalho.....	22
CAPITULO II: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO .....	23
2.1. Redes de Computadores.....	23
2.1.1 Classificação das redes quanto à extensão geográfica .....	23
2.1.2 Redes sem fio.....	25
2.1.3 Taxonomia de redes sem fio .....	25
2.1.4 Classificação de Redes sem Fio .....	26
Redes de Área Pessoal (PANs).....	26
Bandas sem fio ISM usadas por LANs e PANs.....	27
Tecnologias de LAN sem fio e Wi-Fi.....	27
Redes sem fio 802.11 .....	27
IEEE 802.11 .....	27
Padrão 802.11b .....	28
Padrão 802.11a.....	28
Padrão 802.11g .....	28
2.1.5 Elementos de uma rede Sem Fio.....	28
Estação-base.....	30

2.2	Topologia Estruturada.....	32
	Topologia <i>Ad Hoc</i> .....	32
	Basic Service Set (BSS).....	33
	Modo IBSS .....	34
	Extended Service Set (ESS).....	34
2.3	Serviços Especificados Wi-Fi .....	35
	Serviços de Estação (SS).....	36
2.4	Tipos de Estações.....	36
2.5	Subcamada MAC .....	36
	Distributed Coordination Function (DCF).....	37
	PCF (Point Coordination Function).....	38
2.6	Canais.....	38
2.7	Access Point.....	39
	Modo Root .....	39
	Modo Repetidor .....	40
	Modo Bridge .....	40
CAPITULO III: ESTUDO DO CASO.....		42
	APRESENTAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS .....	42
	3.1. Descrição de caso de Estudo:.....	42
	3.1.1. Universo da pesquisa .....	42
	3.2. Apresentação e Discussão dos resultados dos inquéritos .....	43
4	CONCLUSÃO & RECOMENDAÇÕES.....	49
	4.1 Conclusões .....	49
	4.2 Recomendações.....	50
5	Referências bibliográficas.....	51

## Lista de figuras:

<b>Figura 1:</b> Arquitetura 802.11, (a) Modo da Infraestrutura (b) Modo ad hoc .....	27
<b>Figura 2:</b> Antenas direcionais .....	29
<b>Figura 3:</b> Antena omnidirecional .....	30
<b>Figura 4:</b> Exemplo de Elementos da Rede.....	32
<b>Figura 5:</b> Topologias de redes sem fio.....	33
<b>Figura 6:</b> Exemplo da BSS .....	34
<b>Figura 7:</b> Exemplo de uma rede ESS.....	35
<b>Figura 8:</b> Conjunto de serviço estendendo.....	35
<b>Figura 9:</b> Subcamadas MAC no padrão IEEE 802.11 .....	37
<b>Figura 10 :</b> Canais e a sobreposição .....	39
<b>Figura 11:</b> Access Point em modo Root .....	39
<b>Figura 12:</b> Access Point em Modo Repetidor.....	40
<b>Figura 13:</b> Access Point em Modo Bridge.....	41

## **Lista de Gráficos:**

<b>Gráfico 1: Sexo .....</b>	<b>43</b>
<b>Gráfico 2: Faculdades .....</b>	<b>44</b>
<b>Gráfico 3: Acesso a rede na Universidade Pedagógica de Maputo .....</b>	<b>45</b>
<b>Gráfico 4: Mobilidade da rede UPNet .....</b>	<b>46</b>
<b>Gráfico 5: Raio de conexão a rede UPNet .....</b>	<b>47</b>
<b>Gráfico 6: Meios de acesso a rede UPNet .....</b>	<b>48</b>

## **Lista de Abreviaturas**

**FET**- Faculdade de Engenharias e Tecnologias

**UPM** - Universidade Pedagógica de Maputo

**UP-NET** - Internet da Universidade Pedagógica

**SSID**- service set identifier" ("Identificador do Conjunto de Serviços")

**AP**- Access Point (Ponto de Acesso)

**IEEE** - Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos

**LED** - Light Emitting Diode (Díodo Emissor de Luz)

**WIFI** – Wireless Fidelity (Fidelidade Sem Fio)

**PAN** - Personal Area Network (Rede de Área Pessoal)

**LAN** - Local Area Network (Rede de Área Local)

**MAN** - Metropolitan Area Network (Rede de Área Metropolitana)

**WAN** - Wide Area Network (Rede de Longa Distância)

**WMAN** - Wireless Metropolitan Area Network (Rede de Área Metropolitana Sem-Fio)

**WWAN** - Wireless Wide Area Network (Rede Sem Fio de Longa Distância)

**WPAN** - Wireless Personal Area Network (Rede de Área Pessoal Sem Fio)

**BSS** - Basic Service Set (Conjunto Básico de Serviço)

**ESS** - Extended Service Set (Conjunto de Serviço Estendido)

**IBSS** – Independent Basic Service Set (Conjunto Básico de Serviço Independente)

**MAC** – Media Access Control (Controle de Acesso de Mídia)

**DCF** - Distributed Coordination Function ( Função de Coordenação Distribuída)

**PCF** - Point Coordination Function (Função de Coordenação de Ponto)

**CSMA** - Carrier Sense Multiple Access (Acesso Múltiplo com Detecção de Portadora)

### **Declaração de Honra**

Eu, Chamussedine Momade Molide, declaro que esta Monografia científica é resultado da minha investigação pessoal e das orientações do meu supervisor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final.

Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Maputo, aos \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Chamussedine Momade Molide

*Tornarmo-nos atentos a vozes que fomos encorajados a deixar de ouvir. Tornemos essas vozes visíveis. E mantenhamos viva essa capacidade que já tivemos na nossa infância de nos deslumbrarmos. Por coisas simples, que se localizam na margem dos grandes feitos. Um contínuo da escola, um servente que presta apoio às aulas laboratoriais, pode ser mais sugestivo do que o mais prestigiado académico. O que importa do ponto de vista do escritor é a capacidade que essa personagem tem de suscitar história e de nos revelar facetas da nossa própria humanidade.*

*MIA COUTO*

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho aos meus pais Momade Molidé e Angelina da Conceição Sousa que sempre sacrificaram para proporcionar uma melhor educação aos seus filhos, a minha fonte de inspiração, o meu irmão Fernando Fídeles de Sousa, aos meus primos Issufo Ali e Zair e em especial a minha Namorada Yurca Isabel Osvaldo Daúd, pelo apoio e companheirismo em todos os momentos.

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar agradeço ao Allah pai poderoso, por me proporcionado este momento.

Segundo aos meus pais Momade Molidé e Angelina da Conceição Sousa, ao meu segundo pai Fernando Fídeles de Sousa, minha namorada Yurca Isabel Osvaldo Daúd, ao meu tio Issufo Ali e a todos os meus irmãos, primos, cunhadas e sogra pelo carinho, compreensão, apoio, atenção e confiança que em mim depositaram.

Aos meus colegas de faculdade do curso de Informática da Universidade Pedagógica pelo calor e apoio académico do dia-a-dia e em especial ao Manuel Custodio Maló e Samo Carlos pelo apoio no momento de elaboração do presente trabalho.

Agradecer ao meu Supervisor Xavier Bila pela atenção e paciência dispensada.

E por fim os meus agradecimentos estendem-se aos meus docentes da ESTEC no departamento de Informática, amigos e a todas outras pessoas que não foram aqui mencionados mas que directas ou indirectamente contribuíram para a realização do trabalho fosse uma realidade.

Muito Obrigado!

## **Resumo**

As redes móveis têm sido o meio mais usado para a troca de informações entre vários dispositivos informáticos. Este trabalho de pesquisa, consiste em fazer um estudo de análise das zonas sombras na rede móvel da UPNet, cujo problema são as áreas existentes sem cobertura do sinal da rede de dados sem fio no Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica de Maputo, com problema surgiu a necessidade de fazer um estudo para melhorar o desempenho académico dos estudantes, visto que usam a Internet como meio de pesquisa. Para se concretizar a presente análise, foi feita uma pesquisa com a abordagem quantitativa e com objectivos exploratórios; quanto aos instrumentos para a recolha de dados, utilizada a observação directa, a entrevista e o inquérito, onde foram inquiridos estudantes da Universidade Pedagógica do Campus de Lhanguene, com os resultados obtidos, pondo-se concluir que a razão de não se colocar pontos de acesso em cada bloco, devesse ao elevado custo dos equipamentos.

**Palavras-chaves:** *Internet, Rede, UPnet.*

## **CAPITULO I: INTRODUÇÃO**

Com as inovações tecnológicas na área da Informática e no âmbito geral, tornou-se crucial a interconexão de vários dispositivos através das redes informáticas e elevado número dos dispositivos de redes, de vários fabricantes, facilitou a interação entre dois ou mais pontos, fixos ou móveis, dependendo da área geográfica em que os mesmos se dispõem.

Com o uso das redes sem fio, tornou mais fácil a mobilidade e a troca da informação entre vários utilizadores.

Segundo Franciscatto *et.al.* (2014), afirmam que hoje é possível construir redes através de inúmeras possibilidades de redes cabeadas, sem fio entre outros.

Conforme Taunenbaum (1997), diz que redes é um conjunto de computadores autónomos interconectados por uma única tecnologia, onde dois computadores estão interconectados quando podem trocar informações.

No presente trabalho, pretende-se demonstrar alguns resultados da pesquisa feita no Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica, no que diz respeito ao problema da falta de conexão (Zonas de sombra) na rede em determinadas áreas da instituição em estudo, isto é, visto que vários estudantes têm tido dificuldades de conectar os seus dispositivos a rede da instituição.

O trabalho tem como objetivo analisar as zonas de sombra existentes na rede do Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica.

A metodologia usada para a elaboração deste trabalho, baseou-se na pesquisa com a abordagem quantitativa, com objetivos exploratórios e de natureza aplicada, visto que existia a necessidade de perceber melhor a disposição da rede da instituição em estudo pela existência de algumas zonas de sombra.

## 1.1 Formulação do problema

As redes sem fio tem facilitado aos utilizadores no acesso a Internet e mobilidade, visto que a Internet está vinculada na vida de todos os cidadãos, o que torna a comunicação mais estável entre os utilizadores. Muitas instituições usam este meio para conectar vários dispositivos na rede de dados. A segurança tem sido um dos grandes desafios na implementação destas redes devido a alguns ataques.

A problemática da pesquisa em estudo são as áreas existentes sem cobertura do sinal da rede de dados no Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica de Maputo, o que afecta negativamente no desempenho académico dos estudantes de diferentes sectores no Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica de Maputo. Diante desse contexto a reestruturação dos pontos de acesso a Internet, irá criar um impacto positivo, porque até então a comunicação móvel não funciona em alguns pontos.

Neste âmbito, com a solução deste problema haverá maior cobertura do sinal, o que facilitará a troca de informação entre vários pontos de acesso na rede da UPNet.

No caso da instituição em estudo, verificou-se a existência de vários pontos de acesso, cada um com o seu SSID, dispersos em pontos não bem definidos, o que torna a rede pouco propícia para a instituição em estudo. Daí surge a seguinte questão:

*Como estão organizados os pontos de acesso da rede da UPNet, de forma a não existir zonas de Sombra no Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica?*

## **1.2 Justificativa**

O que levou a escolha do tema, deve-se ao facto de ter enorme paixão pelas tecnologias de informação e comunicação, sendo que, é uma área em que me encontro e me identifico, pelo facto de estar a estudar a redes de computadores.

A motivação para a pesquisa do tema assenta no facto de querer progredir nesta área, pesquisando mais e expandindo o conhecimento na pesquisa de redes informáticas, explorando as formas de funcionamento, implantando novos conceitos assim como os novos termos das tecnologias, sendo está uma área que está em constante crescimento a cada dia. Há também uma necessidade enorme de ajudar os estudantes Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica de Maputo na resolução dos problemas da rede interna, pois muitas vezes os estudantes são obrigados a abandonar as salas de aulas que reúnem melhores condições físicas e são obrigados a procurar pontos de rede com melhores condições de internet.

## **1.3 Objectivos**

### **1.3.1 Objectivo Geral**

- Analisar as zonas de sombra existentes na rede do Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica.

### **1.3.2 Objectivo Específico**

- Identificar as zonas de sombra da rede móvel no Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica.
- Descrever as técnicas utilizadas para a implementação da rede.
- Implementar soluções para melhorar as zonas de sombra da rede móvel no Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica.
- Monopolizar o tipo de problemas na zona de sombra na UP-NET.

## **1.4 Questão de pesquisa**

- De que forma estão organizados os AP (Pontos de Acesso) da rede, de forma a não existir zonas de sombra no Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica?
- Como melhorar as zonas de sombra do Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica de Maputo?
- Quais técnicas se podem usar para minimizar as zonas de sombra na rede UP-net?

## **1.5 Hipoteses**

H1: Com a disposição dos AP (Pontos de Acesso) da rede do campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica, irá permitir maior conectividade dos dispositivos móveis.

H2: Com o uso dos AP (Pontos de Acesso) centralizados irá melhorar a qualidade do sinal da rede do Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica de Maputo.

## **2.1 Metodologia**

A metodologia usada para a elaboração deste trabalho, baseou-se na pesquisa com a abordagem quantitativa, com objetivos exploratórios e de natureza aplicada.

Segundo (PRODONOV & FREITAS, 2013), consideram que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las.

### **1.6.1 Métodos de recolha e dados**

**Para o presente trabalho foram usados os seguintes métodos de recolha de dados:**

- A entrevista;
- Questionário.

Segundo MARCONI & LAKATOS (2003), a entrevista é um encontro entre duas pessoas a fim de que uma delas obtenha informações sobre um assunto.

MARCONI & LAKATOS (2003), o questionário é um instrumento de recolha de dados constituído por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador.

### **Procedimentos de Aplicação dos Inquéritos**

Os inquéritos foram feitos no formato físico e digital, preenchidos pelos inquiridos de modo a evitar distorção de informação. Dos inquéritos, 101 foram preenchidos em formato físico e 72 inqueritos foram preenchidos em formato digital, para fazer a recolha de dados.

### **1.6.2 Entrevista**

Com objectivo de responder ao problema de pesquisa, sendo uma das estratégias mais utilizadas na investigação, a entrevista semiestruturada foi direccionada ao Centro Informático do Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica de Maputo com objectivo de perceber o princípio de funcionamento da da Rede UP-Net da Universidade em estudo.

### **1.6.3 Material usado**

Para a elaboração desta pesquisa foram usados os seguintes materiais:

- Folhas A4;
- Computador;
- Esferográficas;
- Modem;
- Livros;
- Telefone;
- Caderno.

## **1.7 Estrutura do trabalho**

Este trabalho apresenta três (3) capítulos:

- **Capítulo I** - Apresenta-se o tema e a motivação da sua escolha, o problema e suas hipóteses, os objetivos, geral e específico, e por fim as metodologias usadas.
- **Capítulo II** - Apresentar-se a fundamentação teórica que é a base de toda teoria de definição de termos principais.
- **Capítulo III** - Apresenta-se a descrição do caso de estudo, as conclusões, recomendações, as referências bibliográficas, os apêndices e os anexos.

## **CAPITULO II: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO**

Este capítulo tem como objectivo apresentar e esclarecer os conceitos envolvidos nesse trabalho, de tal maneira que se entenda o embasamento teórico necessário para compreender o funcionamento das tecnologias wifi.

### **2.1. Redes de Computadores**

Segundo TAUNENBAUM (1997), redes é um conjunto de computadores autónomos interconectados por uma única tecnologia, onde dois computadores estão interconectados quando podem trocar informações.

Para FOROUZAN (2006) redes de computadores são conjunto de dispositivos conectados por ligações de comunicação (denominados frequentemente de *nós*), onde um nó pode ser um computador, uma impressora ou qualquer outro dispositivo capaz de enviar e/ou receber dados.

DATAS (2002) refere-se as redes de comunicação como um ambiente onde um conjunto de dispositivos, enlaces de comunicação e pacotes de software permitem que pessoas e equipamentos possam trocar informações.

Segundo TORES (2001) as redes são compostas por inúmeros acrónimos, onde os mais comuns usados para definir o tamanho de uma rede são: LAN (Local Area NetWork): Rede local, MAN (Metropolitan Area NetWork): Redes metropolitanas e WAN (Wide Area NetWork): Redes geograficamente distribuídas.

#### **2.1.1 Classificação das redes quanto à extensão geográfica**

Segundo FRANCISCATTO *et al.* (2014), as redes são classificadas quanto ao alcance das mesmas, sendo que diversas classificações são propostas como forma de caracterização destes tipos de redes, conforme os tópicos a seguir:

- **PAN (Personal Area Network)** ou Rede de Área Pessoal, constitui-se de uma rede de computadores formada por dispositivos muito próximos uns dos outros. Como exemplo deste tipo de rede, pode-se citar dois notebooks em uma sala trocando informações entre si e ligados a uma impressora. Redes formadas por dispositivos Bluetooth são exemplos de uma PAN.
- **LAN (Local Area Network)** também conhecida como rede local de computadores, corresponde a uma rede que possui uma cobertura limitada quanto a extensão geográfica que pode atuar.
- **MAN (Metropolitan Area Network)** rede de área metropolitana, corresponde a uma rede de computadores que compreende um espaço de média dimensão (região, cidade, campus, entre outros).
- **WAN (Wide Area Network)** ou rede de longa distância, corresponde a uma rede de computadores que abrange uma grande área geográfica, como por exemplo um país, continente, entre outros.
- **WMAN** – rede de área metropolitana sem-fio, destina-se principalmente a operadores de telecomunicações.
- **WWAN** – rede de longa distância sem-fio, são comumente utilizadas para criação de redes de transmissão celular.
- **WPAN** – um novo conceito em redes sem fio são as WPAN. Como indica o P da sigla, essas são as redes pessoais. A tecnologia de comunicação das pessoas com os equipamentos evoluiu de modo a exigir uma padronização da criação de uma nova tecnologia. (AMARAL 2012).

### **2.1.2 Redes sem fio**

A comunicação digital sem fios não é uma ideia nova. Em 1901, o físico italiano Guglielmo Marconi demonstrou como funcionava um telégrafo sem fio que transmitia informações de um navio para o litoral por meio de código Morse (afinal de contas, os pontos e traços são binários). Os modernos sistemas digitais sem fios tem um desempenho melhor, mas a ideia básica é a mesma. (TAUNENBAUM, 1997).

Para FOROUZAN (2006) numa transmissão sem fio as ondas eletromagnéticas viajam sem utilizar um meio guia orientador como suporte físico. Este tipo de comunicação é frequentemente conhecido como comunicação sem fios ou wireless. O mesmo diz que a transmissão, os sinais de radiodifusão viajam através do ar, ficando acessíveis a quem quer que disponha de um dispositivo capaz de recebê-los.

Segundo KUROSE & ROSS (2013) afirmam que os desafios propostos, em particular nas camadas de enlace e de rede, são tão diferentes dos desafios das redes de computadores cabeadas que é necessário um capítulo inteiro (*este capítulo*) devotado ao estudo de redes sem fio e redes móveis:

### **2.1.3 Taxonomia de redes sem fio**

A comunicação sem fio aplica-se a uma ampla gama de tipos e tamanhos de rede. Parte da motivação para a variedade surge de regulamentações governamentais que disponibilizam faixas específicas do espectro eletromagnético para comunicação. As tecnologias sem fio podem ser classificadas amplamente de acordo com o tipo de rede.

#### **Redes de transmissão sem-fio**

Segundo FRANCISCATTO *et al.* (2014) este tipo de comunicação é útil em situações onde a utilização por meio de cabos se torna inviável, porém, como qualquer outra tecnologia, apresenta suas vantagens e desvantagens. Na sequência desse capítulo, abordaremos algumas tecnologias de transmissão sem-fio, como:

- **Rádio** As tecnologias de transmissão via rádio utilizam-se de ondas de rádio para realizar a comunicação. Entre as vantagens deste tipo de tecnologia estão a facilidade na geração das ondas, a possibilidade de comunicação de grandes distâncias, além da flexibilidade em realizar mudanças.
- **Bluetooth** é uma tecnologia de transmissão de dados sem-fio, que permite a comunicação entre computadores, *notebooks*, *smartphones*, *mouse*, teclado, impressoras, entre outros dispositivos de forma simples e com um baixo custo, bastando que estes dispositivos estejam em uma mesma área de cobertura. A tecnologia Bluetooth (padronizada pela IEEE 802.15) possui características como: baixo consumo de energia para seu funcionamento e um padrão de comunicação sem-fio para dispositivos que façam uso desta tecnologia.
- **O infravermelho** A comunicação sem-fios, através de infravermelho, faz utilização de sinais de luz, emitidos por um LED (enviados pelo emissor) e captados por um sensor, por parte do receptor.
- **Wi-Fi (*Wireless Fidelity*)**, refere-se a um padrão (IEEE 802.11) para redes sem-fio. Através da tecnologia Wi-Fi, é possível realizar a interligação de dispositivos compatíveis como notebooks, impressoras, tablets, smartphones, entre outros.

#### 2.1.4 Classificação de Redes sem Fio

##### Redes de Área Pessoal (PANs)

Uma tecnologia PAN fornece comunicação a uma curta distância e destina-se ao uso com dispositivos pertencentes e operados por um único usuário.

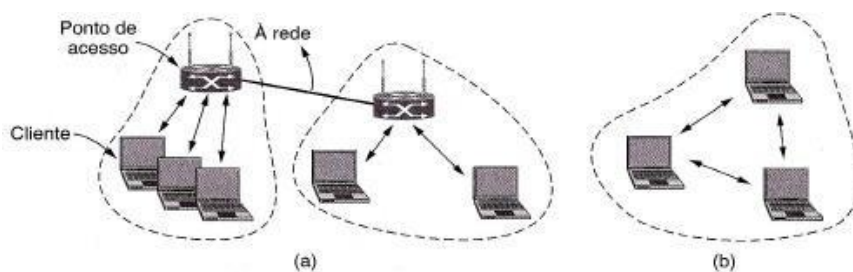
## Bandas sem fio ISM usadas por LANs e PANs

Segundo COMER (1997), alguns governantes reservaram três áreas do espectro eletromagnético para uso por grupos industriais, científicos e médicos, mesmo assim o ISM é usado pelas redes que abrangem pequenas áreas.

## Tecnologias de LAN sem fio e Wi-Fi

### Redes sem fio 802.11

FOROUZAN (2006), a firma que comunicação sem fio é uma das tecnologias que mais tem crescido nos últimos anos, a camada pela conexão de dispositivos sem a utilização de cabos aumentou vertiginosamente. Escritórios, aeroportos, lugares públicos utilizam LANs para que usuários de smartphones, computadores possam se conectar a internet, ainda para o mesmo autor o padrão 802.11 é onde se encontra o detalhamento das camadas física e enlace das WLAs.



**Figura 1:** Arquitetura 802.11, (a) Modo da Infraestrutura (b) Modo ad hoc

Fonte: COMER (1997)

### IEEE 802.11

Segundo COMER (1997) existe uma variedade de tecnologias de LAN sem fio que usam várias frequências técnicas de modulação e taxas de dados. Ainda para o mesmo, o IEEE fornece a maioria dos padrões, que são categorizados como IEEE 802.11, onde os principais padrões do IEEE que se enquadram na Wi-Fi são, 802.11a, 802.11b e 802.11g.

## **Padrão 802.11a**

Segundo RUFINO (2007), a 802.11a tem como principal característica o significativo aumento da velocidade para um máximo de 54 Mbps (108 Mbps em modo turbo), mas pode operar em velocidades mais baixas. Ainda para o mesmo autor, a diferença é a operação na faixa de 5 GHz, uma faixa com poucos concorrentes, porém com menor área de alcance. Isto é, oferece também aumento significativo na quantidade de 64 clientes conectados. O mesmo padrão adota o tipo de modulação OFDM, diferentemente do DSSS usado no 802.11b.

## **Padrão 802.11b**

Para RUFINO (2007), O primeiro sub-padrão a ser definido permite 11 Mbps de velocidade de transmissão máxima, porém pode comunicar-se a velocidades mais baixas, como 5,5, 2 ou mesmo 1 Mbps. Ainda para o mesmo o padrão opera na frequência de 2,4 GHz e usa somente DSSS, Permitindo um número máximo de 32 clientes conectados.

## **Padrão 802.11g**

RUFINO (2007), diz que o padrão 802.11g é mais recente do que os comentados anteriormente e equaciona a principal desvantagem do 802.11a, que é utilizar a faixa de 5GHz e não permitir interoperação com 802.11b. O fato de o 802.11g operar na mesma faixa (2,4 GHz) permite que equipamentos de ambos os padrões (b e g) coexistam no mesmo ambiente, possibilitando assim evolução menos traumática do parque instalado. Ainda para o mesmo, o 802.11g incorpora várias das características positivas do 802.11a.

### **2.1.5 Elementos de uma rede Sem Fio**

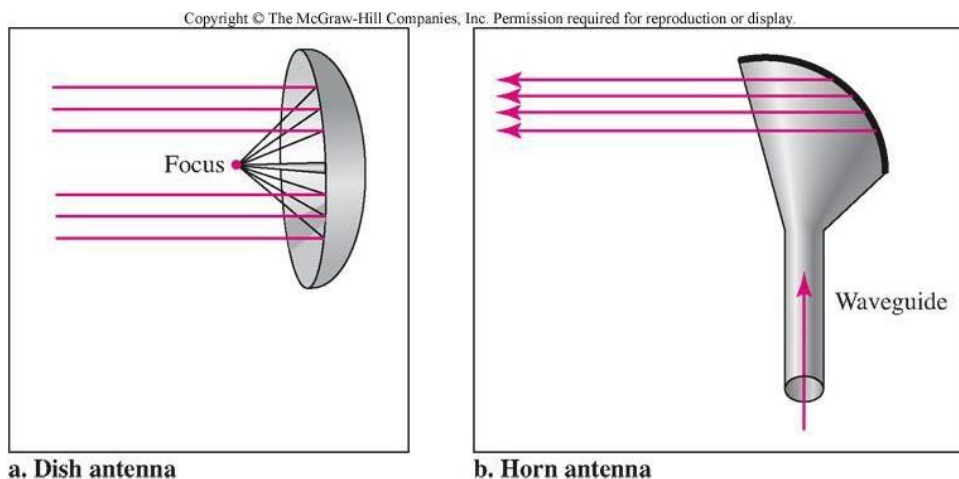
Para MORAIS (2010), Access point: ou ponto de acesso é uma estação na rede wireless responsável por gerenciar as conexões entre usuários e a rede, além de ser o ponto de conexão da rede wireless com a rede cabeada. Cada *access point* pode atender a vários usuários na mesma rede. A área de cobertura de um access point fica em torno de 100 metros de raio. Para atender principalmente aos usuários que se deslocam mais que 100 metros, é necessária a colocação de mais access point no mesmo escritório.

Segundo KUROSE (2006) hospedeiro sem fio são os equipamentos de sistemas finais que executam aplicações, onde um hospedeiro sem fio pode ser um notebook, um smartphone ou um computador de mesa. Os hospedeiros em si podem ser moveis ou não móveis:

### Enlaces sem fio

Um hospedeiro se conecta a uma estação-base ou a outro hospedeiro sem fio por meio de um enlace de comunicação sem fio. Tecnologias diferentes de enlace sem fio tem taxas de transmissão diversas e podem transmitir a distâncias variadas. Enlaces sem fio conectam hospedeiros localizados na borda da rede com a infraestrutura da rede de maior porte. Os Enlaces sem fio as servem também são para conectar roteadores, comutadores e outros equipamentos de rede.

Para MORAIS (2010), antenas são um ponto primordial para o bom funcionamento do sistema de redes sem fio. Elas irradiam os sinais da rede sem fio. Existem basicamente antenas internas e externas, dos tipos direcional e omnidirecional. As antenas direcionais concentram e irradiam o sinal em uma única posição e as antenas omnidirecionais propagam ao longo do eixo em um ângulo de 360 graus.

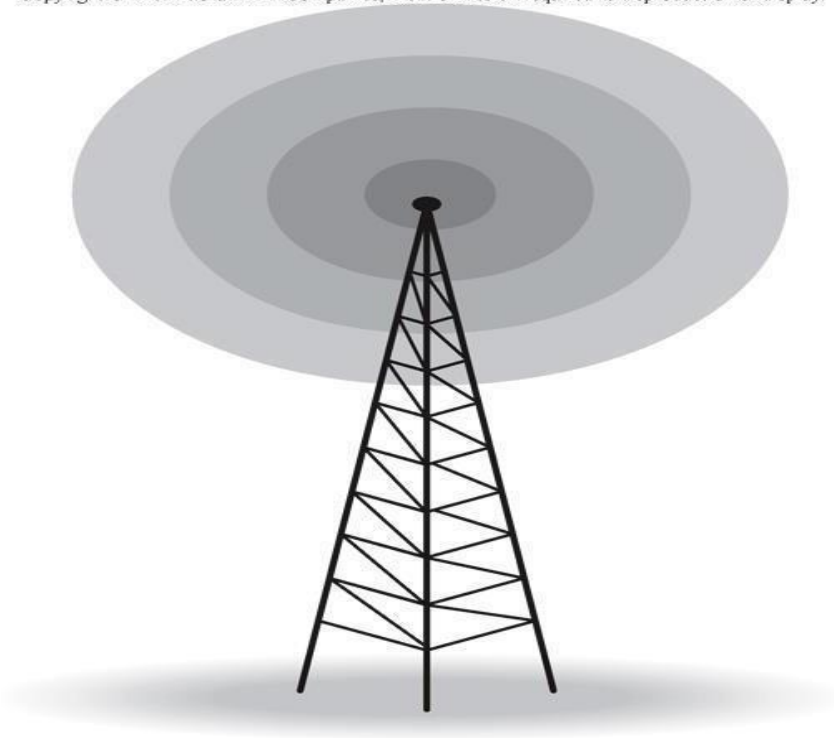


**Figura 2:** Antenas direcionais

Fonte: (STALLINGS, 2005)

As antenas omnidirecionais propagam ao longo do eixo em um ângulo de 360 graus.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Figura 3:** Antena omnidirecional

Fonte: (STALLINGS, 2005)

### **Estação-base**

A estação-base é uma parte fundamental da infraestrutura de rede sem fio. Uma estação-base não tem nenhuma contraparte óbvia em uma rede cabeada, é responsável pelo envio e recebimento de dados para um hospedeiro sem fio que está associado a ela. A estação-base é

responsável pela coordenação da transmissão de vários hospedeiros sem fio com os quais está associada.

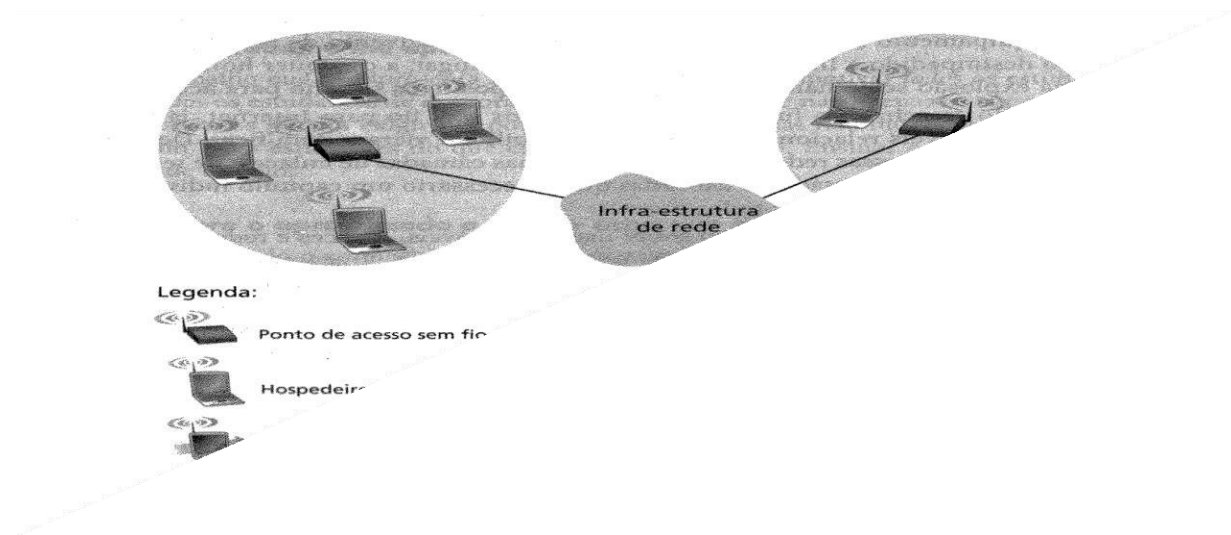
Quando hospedeiros estão associados com uma estação-base, em geral diz-se que estão operando em modo de infraestrutura. Em redes ad hoc, hospedeiros sem fio não dispõem de qualquer infraestrutura desse tipo com a qual possam se conectar. Na ausência de tal infraestrutura, os próprios hospedeiros devem prover serviços como roteamento, atribuição de endereço, tradução de endereços semelhante ao DNS e outros.

Quando um hospedeiro móvel se desloca para fora da faixa de alcance de uma estação-base e entra na faixa de outra, ele muda seu ponto de conexão com a rede maior (isto é, muda a estação-base com a qual está associado), um processo denominado transferência (handoff).

Para KUROUSE (2010), Infraestrutura de rede, é a rede maior com a qual um hospedeiro sem fio pode querer se comunicar:

- **Salto único, com infraestrutura,** Essas redes tem uma estação-base conectada a uma rede cabeada maior (por exemplo, a Internet). Além disso, toda a comunicação é feita entre a estação-base e um hospedeiro sem fio através de um único salto sem fio. As redes 802.11 que utilizadas na sala de aula, lanchonetes, biblioteca e as redes de dados por celular 3G, encaixam-se nesta categoria.
- **Salto único, sem infraestrutura,** Nessas redes, não existe estação-base conectada à rede sem fio. Entretanto, como veremos, um dos nós nessa rede de salto único pode coordenar as transmissões dos outros nós.
- **Múltiplos saltos, com infraestrutura,** nessas redes, está presente uma estação-base cabeada para as redes maiores. Entretanto, alguns nós sem fio podem ter que restabelecer sua comunicação através de outros nós sem fio para se comunicarem por meio de uma estação-base. Algumas redes de sensores sem fio e redes em malha sem fio se encaixam nesta categoria.

- **Múltiplos saltos, sem infraestrutura**, não existe estação-base nessas redes, e os nós podem ter de restabelecer mensagens entre diversos outros nós para chegar a um destino.



**Figura 4:** Exemplo de Elementos da Rede

Fonte: KUROSE & ROSS (2010)

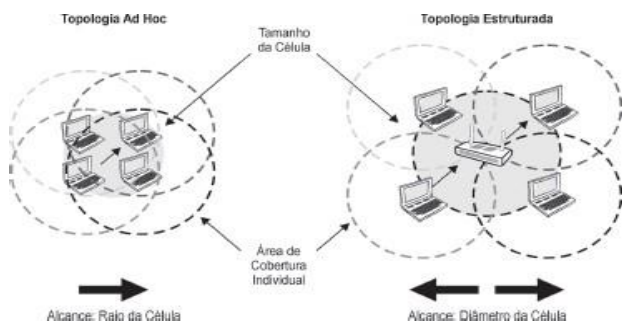
## 2.2 Topologia Estruturada

Para MORAES (2010), Nessa topologia as estações estão dispostas em uma célula, as quais são controladas por um access point. Os limites da célula são definidos pelo alcance do access point. Nessa arquitetura a rede possui uma topologia fixa definida pelo posicionamento do access point, que neste caso é responsável por alocar os recursos, além de gerenciar o consumo de energia das estações:

### **Topologia *Ad Hoc***

Nessa topologia vários dispositivos móveis estão interconectados entre si, formando uma rede. Nesse caso não existe uma topologia predefinida, uma vez que os participantes podem se

mover, alterando a topologia da rede. Não existe um ponto central de control, portanto os serviços são gerenciados e oferecidos pelos participantes.



**Figura 5:** Topologias de redes sem fio

Fonte: MORAES (2010)

Para FOROUZAN (2010), A comunicação sem fio é uma das tecnologias que mais cresce nos dias atuais, a demanda pela conexão de dispositivos sem o uso de cabos aumenta vertiginosamente. As Wireless LANs (WLANs — LANs sem fio) podem ser encontradas em campos universitários, em edifícios comerciais e em vários órgãos do sector público:

O IEEE definiu as especificações para a implementação de redes LAN sem fio (WLAN), sob a recomendação IEEE 802.11 que abrange as camadas física e de enlace.

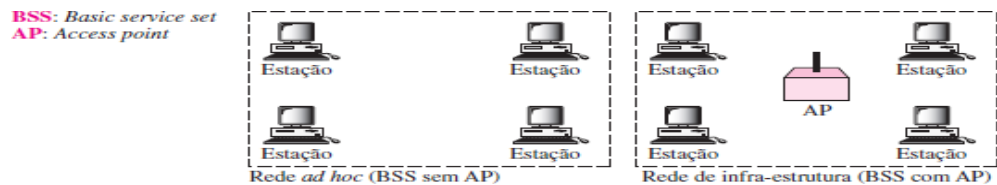
## Arquitetura

O padrão define dois tipos de serviços: a *Basic Service Set (BSS)* e a *Extended Service Set (ESS)*.

### Basic Service Set (BSS)

O IEEE 802.11 define o BSS (*Basic Service Set*) como a base de uma rede LAN sem fio (WLAN).

FOROUZAN (2010), uma BSS é formada por estações wireless fixas ou móveis e, opcionalmente, por uma estação-base central conhecida como AP (*Access Point*). Uma BSS sem um AP é uma rede isolada e independente que não pode transmitir dados para outras BSSs.



**Figura 6:** Exemplo da BSS

Fonte: FOROUZAN (2010)

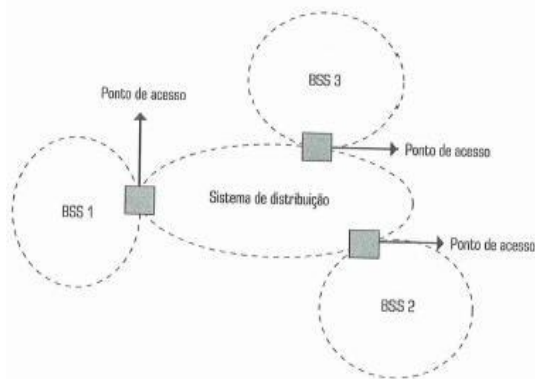
### Modo IBSS

Para ASSUNÇÃO (2012), o BSS Independente (IBSS) é o tipo mais simples de rede 802.11. As estações sem fio se comunicam diretamente entre si seguindo um modelo de ponto a ponto. Uma operação IBSS é isolada, o que significa que não há conexão com outras redes Wi-Fi ou cabeadas.

Entretanto, é um modo muito prático para permitir a comunicação entre dispositivos wireless sem precisar de um Access Point.

### Extended Service Set (ESS)

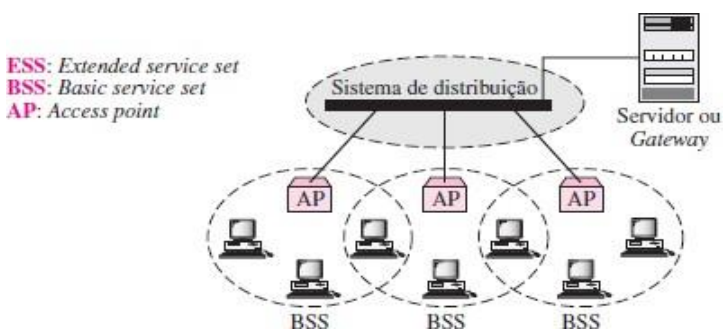
Para DATAS (2002), Extended Service Set (ESS) tem como objetivo estender uma rede IBSS, o 802.11 define a rede ESS que compreende uma rede com maior área e maior complexibilidade. A figura apresenta uma rede ESS na qual o sistema de distribuição é uma LAN que conecta pontos de acesso de redes BSS.



**Figura 7:** Exemplo de uma rede ESS

Fonte: Datas 2002

Para FOROUZAN (2010), uma Extended Service Set (ESS) é formada por duas ou mais BSSs com APs. Nesse caso, as BSSs são conectadas por meio de um sistema de distribuição que normalmente é uma LAN com fio. O sistema de distribuição interliga as BSSs via APs.



**Figura 8:** Conjunto de serviço estendendo

Fonte: FOROUZAN (2010)

### 2.3 Serviços Especificados Wi-Fi

Para ASSUNÇÃO (2012) existem serviços que são especificados para a realização de diversos tipos de comunicação entre as estações e os sistemas de distribuição:

## Serviços de Estação (SS)

Todas as estações wireless devem implementar a realização dos quatro serviços definidos pela especificação IEEE. Quando se refere a “estações” (STAs) também inclui APs e roteadores wireless.

- **Privacidade:** uma estação sem fio deve ser capaz de criptografar frames para proteger o conteúdo da mensagem de forma que somente o destinatário possa ler;
- **Entrega de MSDUs (MAC Service Data Unit):** um MSDU é um quadro de dados que precisa ser transmitido ao destino correto;
- **Autenticação:** uma estação wireless precisa ser identificada antes dela acessar os serviços de rede. Esse processo é chamado de autenticação, e é necessário para que a estação possa alcançar o estado de “associação”;
- **Desautenticação:** esse serviço anula uma autenticação existente.

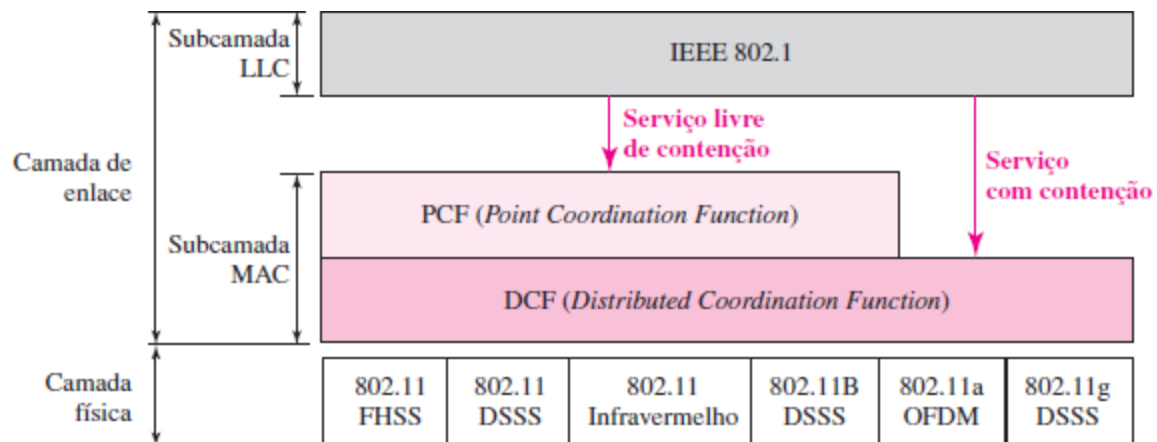
## 2.4 Tipos de Estações

Segundo FOROUZAN (2010) existem três tipos de estações dependendo de sua capacidade de mobilidade em uma rede *Wireless LAN* (WLAN), sem transição inter-BSS e transição inter-ESS. Ainda para o mesmo autor uma estação do tipo sem transição é fixa (não pode se movimentar) ou pode se movimentar apenas dentro da BSS. Uma estação com mobilidade de transição inter-BSS pode se movimentar de uma BSS a outra, mas essa movimentação fica confinada ao interior de um mesmo ESS.

ASSUNÇÃO (2012) Em 802.11, cada estação sem fio precisa se associar com um AP antes de poder enviar ou receber dados da camada de rede.

## 2.5 Subcamada MAC

Para FOROUZAN (2010) o padrão IEEE 802.11 estabelece duas subcamadas MAC: a DCF (Distributed Coordination Function) e a PCF (Point Coordination Function):



**Figura 9:** Subcamadas MAC no padrão IEEE 802.11

Fonte: FOROUZAN (2010)

### Distributed Coordination Function (DCF)

Um dos protocolos definidos pelo IEEE na subcamada MAC é denominado Distributed Coordination Function (DCF). O DCF usa o CSMA/CA.

Segundo TANENBAUM (1997), Quando se emprega o modo DCF, o 802.11 utiliza um protocolo chamado CSMA/CA (CSMA with Collision Avoidance — CSMA com abstenção de colisão). Nesse protocolo, são usadas tanto a detecção do canal físico quanto a do canal virtual. O CSMA/CA admite dois métodos de operação.

## PCF (Point Coordination Function)

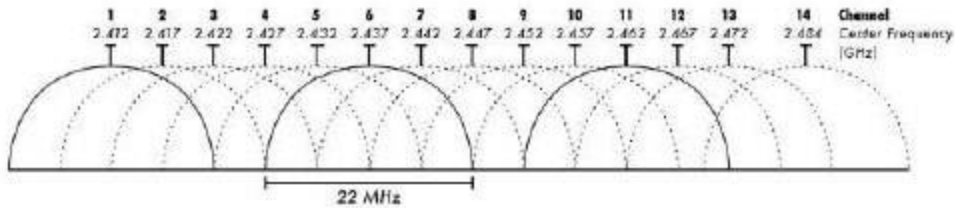
Segundo FOROUZAN (2010), PCF é um método de acesso opcional e mais complexo, que pode ser implementado em redes de infra-estrutura (não em uma rede *ad hoc*). Ele é implementado sobre o DCF e usado, em grande parte, para transmissão de dados sensíveis a atrasos.

## 2.6 Canais

Segundo ASSUNÇÃO (2012), Comunicações directas entre estações wireless podem ser de uma rede infraestrutura ou ad-hoc, a pesar de ser usados normalmente os canais de 1 a 11, o número de canais possíveis vai até 14, cada canal opera uma pequena parte da banda 2.4 GHz, e numa frequência específica.. Abaixo a lista de canais e a frequência de operação de cada um:

- ✓ Canal 1: 2.412 GHz
- ✓ Canal 2: 2.417 GHz
- ✓ Canal 3: 2.422 GHz
- ✓ Canal 4: 2.427 GHz
- ✓ Canal 5: 2.432 GHz
- ✓ Canal 6: 2.437 GHz
- ✓ Canal 7: 2.442 GHz
- ✓ Canal 8: 2.447 GHz
- ✓ Canal 9: 2.452 GHz
- ✓ Canal 10: 2.457 GHz
- ✓ Canal 11: 2.462 GHz
- ✓ Canal 12: 2.467 GHz
- ✓ Canal 13: 2.472 GHz
- ✓ Canal 14: 2.484 GHz

ASSUNÇÃO (2012) afirma que é importante notar que a escolha de um canal é essencial para se obter um bom nível de qualidade da rede sem fio. Os únicos canais que não se “interpolam” com outros são: 1, 6 e 11. Veja na imagem abaixo os canais e a sobreposição:



**Figura 10 :** Canais e a sobreposição

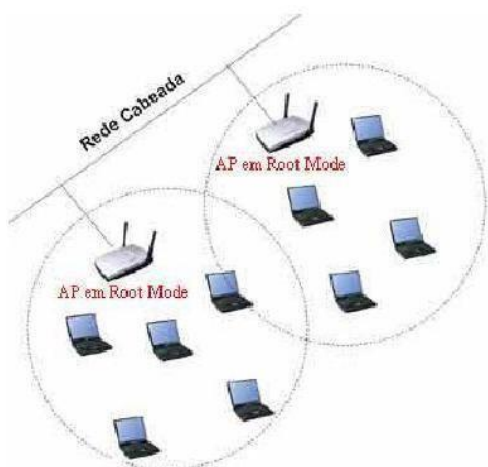
Fonte: ASSUNÇÃO (2012)

## 2.7 Access Point

Segundo FREITAS (2007) Um AP é um radio wireless. São os pontos centrais de uma rede 49 wireless, ou a conexão entre o mundo cabeado e o sem fio. São dispositivos halfduplex equivalente a switches inteligentes. Podem funcionar em três modos: Root, Repetidor e Bridge:

### Modo Root

O AP é conectado ao backbone cabeado através de uma interface (geralmente ethernet). Neste modo, ele serve como conexão entre o mundo cabeado e o mundo sem fio, onde todos os clientes wireless se comunicam através dele. Quando há mais de um AP, eles podem trocar informações para permitir roaming transparente para o cliente.

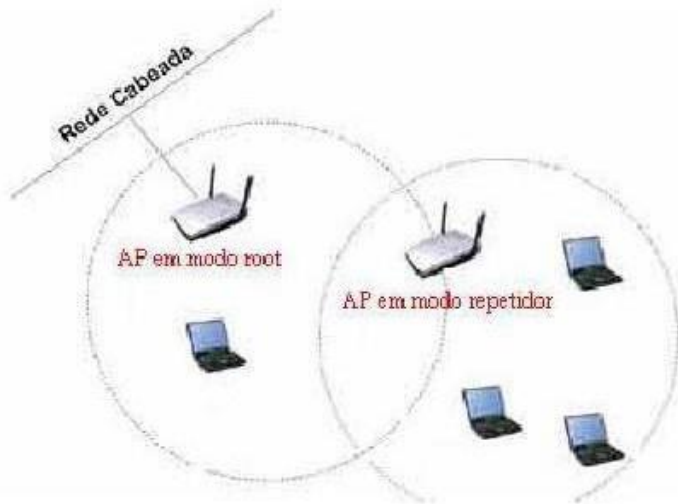


**Figura 11:** Access Point em modo Root

Fonte: FREITAS (2007)

## Modo Repetidor

Funciona de modo a levar a rede wireless até onde não chegaria com apenas um AP. Ou seja, repete o sinal wireless das estações conectadas a ele para atingir um outro AP que está funcionando no modo root. O AP repetidor compartilhará a conexão com outros clientes que estarão usando o AP root. Usuários conectados ao AP repetido provavelmente sofrerão com conexões ruins, com muitas falhas e baixas taxas de transferência.

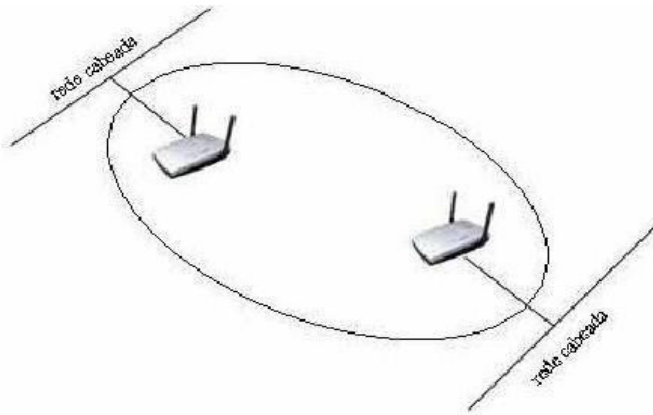


**Figura 12:** Access Point em Modo Repetidor

Fonte: FREITAS (2007)

## Modo Bridge

No modo bridge, os APs funcionam como se fossem bridges wireless. São usadas para conectar duas redes cabeadas através de um link wireless. Normalmente não possuem clientes wireless diretos, e toda largura de banda é usada para a interconexão das redes cabeadas.



**Figura 13:** Access Point em Modo Bridge

Fonte: FREITAS (2007)

## **CAPITULO III: ESTUDO DO CASO**

### **APRESENTAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS**

#### **3.1. Descrição de caso de Estudo:**

Pareceu-se nos necessário fazer um pequeno breve historial do nosso objecto de estudo, a Universidade Pedagógica (UP) foi fundada em 1985 como Instituto Superior Pedagógico (ISP), por diploma ministerial no 73/85, de 4 de Dezembro, como uma instituição vocacionada para a formação de professores para todos os níveis do Sistema Nacional de Educação (SNE) e de quadros da educação.

A Universidade Pedagógica de Maputo é uma pessoa colectiva de direito público, dotada de personalidade jurídica e goza de autonomia estatutária e regulamentar, científica, pedagógica, administrativa, financeira, patrimonial e disciplinar, com a missão de formar técnicos superiores com qualidade, de modo a que contribuam, de forma criativa, para o desenvolvimento económico e sociocultural sustentável de Moçambique.

##### **3.1.1. Universo da Pesquisa**

A população da pesquisa em estudo em composta por todos os estudantes do Campus da Universidade Pedagógica, segundo as informações obtidas no registo académico, a Universidade Pedagógica, possui 5984 estudantes onde 3552 são de sexo masculino e 2950 de sexo feminino.

A amostra é constituída por 172 estudantes de todas a facultades do Campus da Universidade Pedagógica.

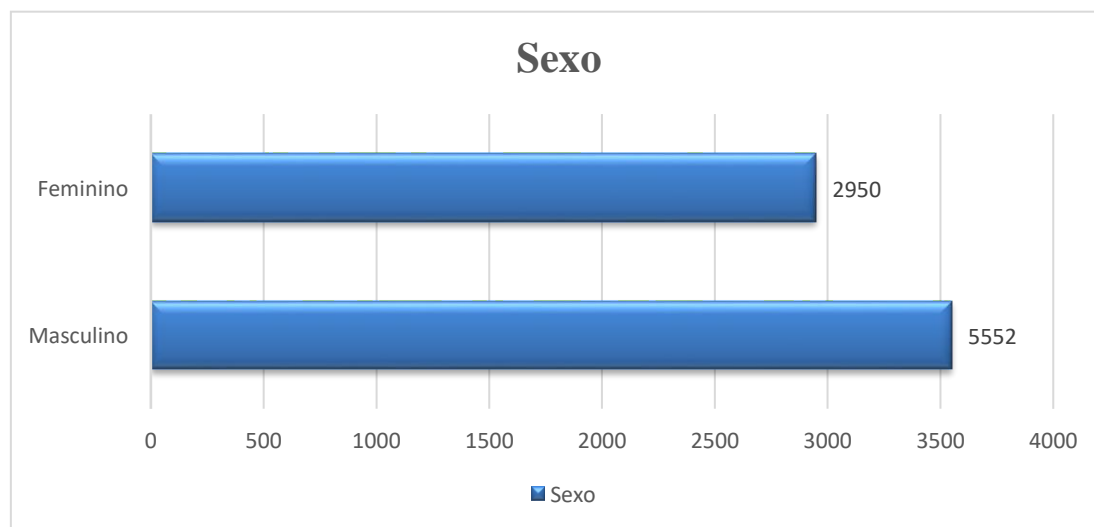
Em função das informações colhidas na entrevista no Centro Informático da Universidade Pedagógica podemos constatar que a rede sem fio da UPNet e composta no seu todo por 30 pontos de acesso alguns de marca Huawei, Mikrotic e D-link. É importante salientar que a rede UPNet foi configurada com os pontos a cesso da marca Huawei e Mikrotic, os restantes pontos de acesso foram adquiridos de forma independente por alguns sectores da Universidade Pedagógica e raio da abrangência dos pontos de acesso, varia de 15 a 20 metros

Segundo os gestores da rede UPNet os pontos de acessos foram configurada com SSID diferentes, porque é melhor dividir a rede de Internet para melhor controlo, e estabilizar a diferença de secções. A razão de não colocar um ponto de acesso em cada bloco, devesse ao elevado custo dos equipamentos.

### 3.2. Apresentação e Discussão dos resultados dos inquéritos

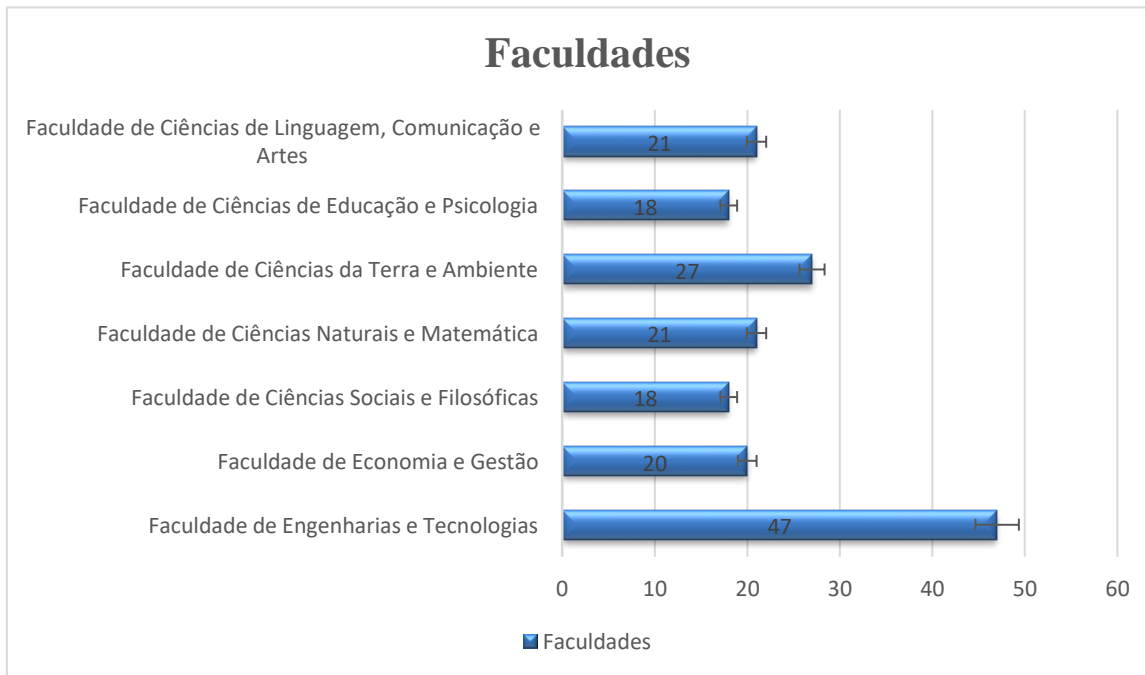
Os dados foram tabulados, e analisado de forma quantitativa, para melhor compressão dos resultados, abaixo segue o gráfico com os resultados obtidos na pesquisa.

**Gráfico 1: Sexo**



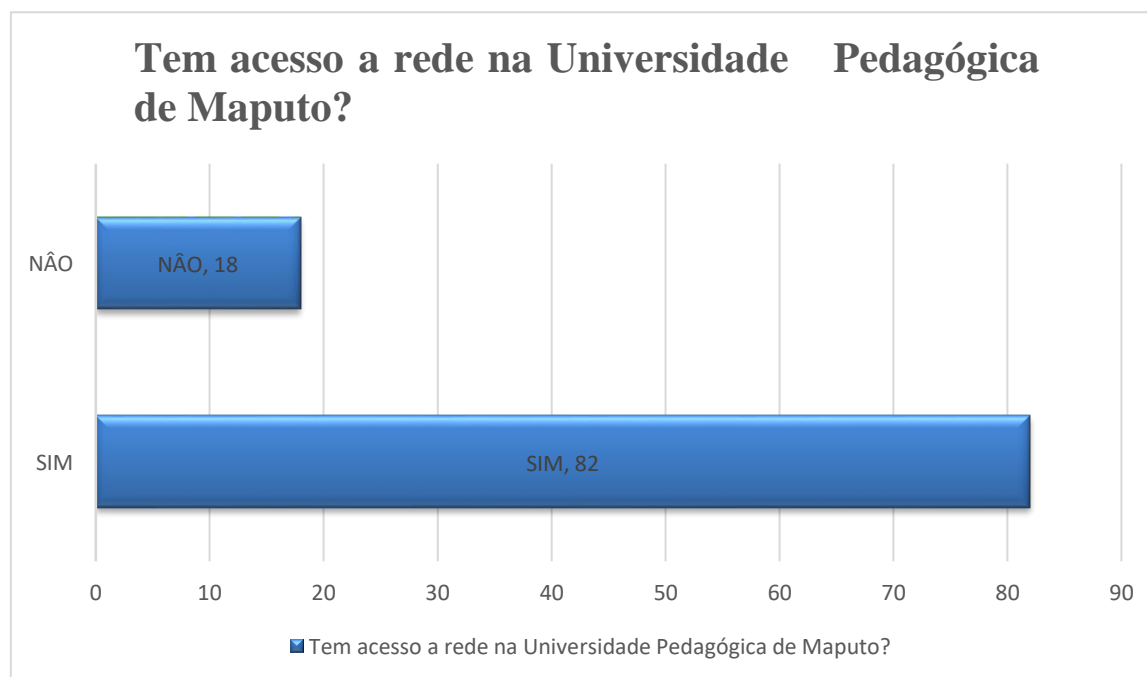
Segundo as informações obtidas no âmbito da recolha de dados no Campus da Universidade de Pedagógica, podemos constatar que 45% dos estudantes inquiridos são do sexo masculino e 55% são do sexo feminino.

**Gráfico 2: Faculdades**



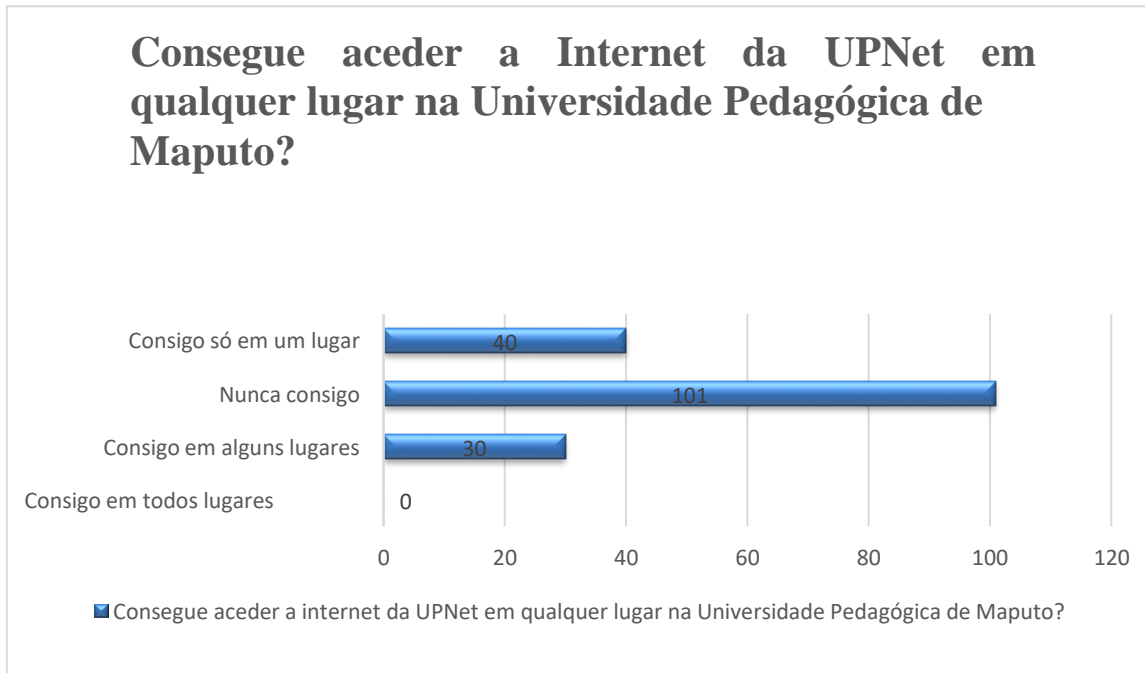
De acordo com os dados, o Campus da Universidade Pedagógica de Lhanguene é composto no seu todo por sete faculdades, onde foram inqueridos 172 estudantes, onde 12% representam a Faculdade de Ciências de Linguagem, Comunicação e Artes, 10% a Faculdade de Ciências de Educação e Psicologia, 16% a Faculdade de Ciências da Terra e Ambiente, 12% a Faculdade de Ciências Naturais e Matemática, 11% a Faculdade de Ciências Sociais e Filosóficas, 12% a Faculdade de Economia e Gestão e 27% a Faculdade de Engenharias e Tecnologias.

**Gráfico 3:** Acesso a rede na Universidade Pedagógica de Maputo



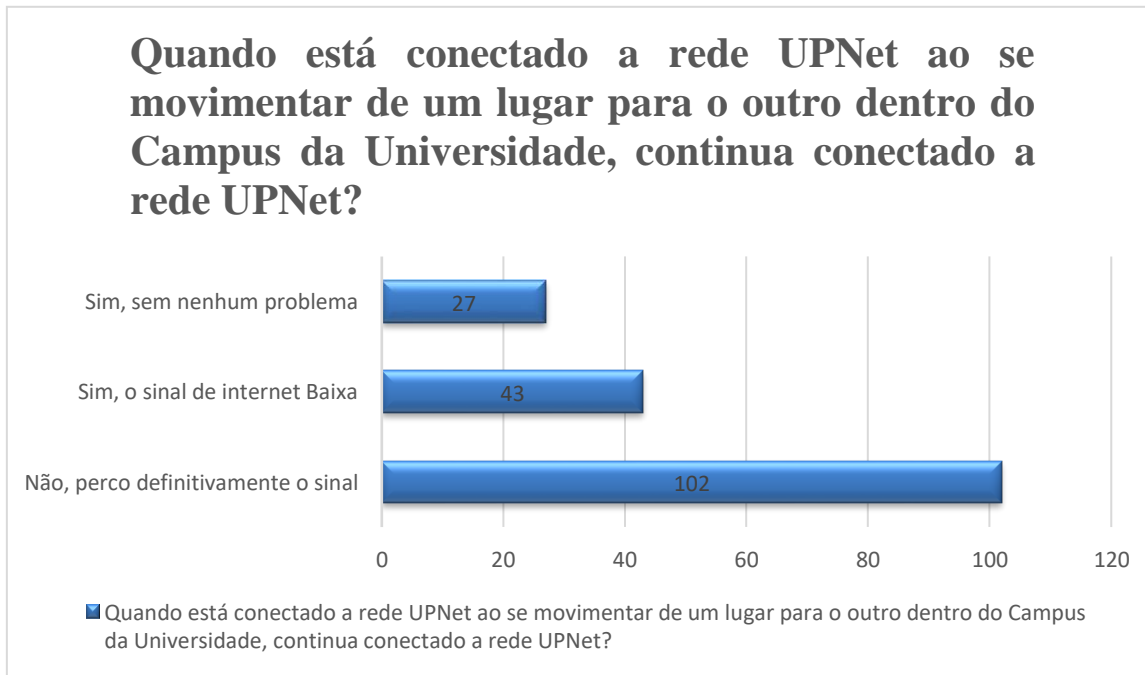
Para que os estudantes tenham acesso a rede, é necessário que tenham alguns dispositivos que se conectam a rede. Partindo desta visão, o estudo apurou que 82% dos inqueridos responderam que sim, têm acesso a rede do Campus da Universidade Pedagógica e 18% não.

**Gráfico 4:** Mobilidade da rede UPNet



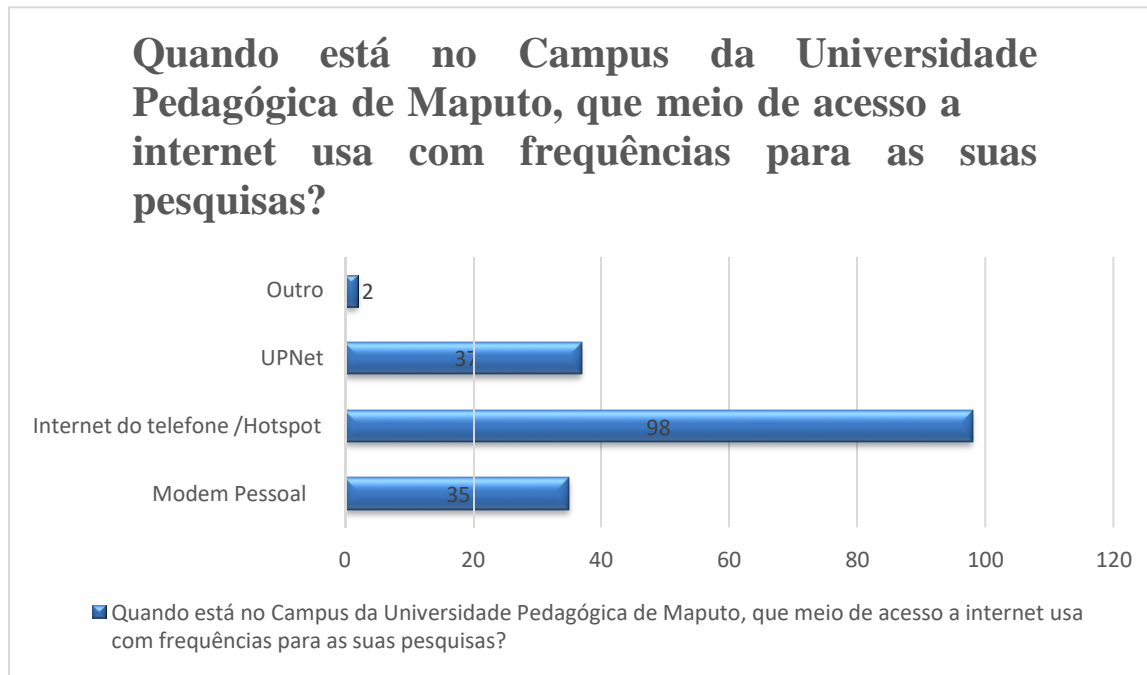
Para que haja um bom desempenho acadêmico é necessário que os estudantes tenham acesso a Internet, foi nesse sentido que o estudo procurou perceber se os estudantes da Universidade Pedagógica têm o acesso a Internet da UPNet em função da questão 59% respondeu que nunca consegue ter acesso a Internet, 18% respondeu que consegue ter acesso em um lugares específicos, 23% só conseguem se conectar a Internet num único ponto específico da Universidade Pedagógica e os outros 0% correspondem aos que não conseguem se conectar.

**Gráfico 5:** Raio de conexão a rede UPNet



Relativamente a cobertura e a qualidade do sinal do nosso objecto de estudo em função da questão colocada, podemos constatar que 59% dos inqueridos responderam que Não conseguem se movimentar de um lugar para outro e perdem o sinal definitivamente nos dispositivos, 25% responderam que sim, conseguem se movimentar dentro da Universidade conectados a rede da UPNet sem nenhum problema.

**Gráfico 6:** Meios de acesso a rede UPNet



Visto que a Universidade Pedagógica é uma universidade pública e a maior parte dos estudantes que frequentam a apresentam algumas dificuldades financeiras e UPNet serve como meio de pesquisa para os estudantes. Os resultados obtidos com base nos inquéritos feitos aos estudantes podemos constatar que 57% dos inqueridos usam com frequência a Internet do celular, 22% usam a Internet da UPNet, 20% usam modem pessoal e os restantes 1% usam outros meios que possibilitam a cessar a Internet.

## **4 CONCLUSÃO & RECOMENDAÇÕES**

### **4.1 Conclusões**

O que nos levou a fazer este trabalho de pesquisa foi a necessidade de ajudar a Universidade Pedagógica na análise das zonas sombras nas redes Móveis, visto que vários estudantes têm tido problemas para se conectar a rede UPNet

A pesquisa teve como objectivo geral Analisar as zonas de sombra existentes na rede do Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica, e o objectivo foi alcançado porque efetivamente o trabalho conseguiu demonstrar que nem todos os estudantes conseguem ter acesso a rede UPNet

Os objectivos específicos no início da nossa pesquisa era de Identificar as zonas de sombra da rede móvel no Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica.e o mesmo foi alcançado visto que 59% dos estudantes não conseguem se movimentar de um lugar para outro e perdem o sinal definitivamente nos dispositivos.

O segundo objetivo específico era de Implementar soluções para melhorar as zonas de sombra da rede móvel no Campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica. Também foi alcançado porque podemos constatar que rede UPNet os pontos de acesso não foram bem alocados e cada ponto de acesso possui o seu SSID o que torna a rede pouco propícia na conexão.

O terceiro objectivo específico era Monopolizar o tipo de problemas na zona de sombra na UP-NET e o mesmo foi identificado, consiste na disposição dos pontos de acesso na rede UPNet.

A pesquisa partiu da Hipótese de que com a disposição dos AP (Pontos de Acesso) da rede do campus de Lhanguene da Universidade Pedagógica, irá permitir maior conectividade dos dispositivos móveis, durante a pesquisa podemos constatar que maior parte dos estudantes não conseguem se conectar a rede da UPNet o que nos leva a concluir que a mesma não satisfaz o trabalho de pesquisa.

A metodologia usada para a elaboração deste trabalho, baseou-se na pesquisa com a abordagem quantitativa, com objetivos exploratórios e de natureza aplicada.

Os métodos de recolha de dados usados neste trabalho de pesquisa foram a entrevista feita os colaboradores do SIUP e do registo académico, o questionário foi feito aos estudantes da Universidade Pedagógica.

#### **4.2 Recomendações**

De modo a melhorar a rede UPNet recomendamos que a Instituição em estudo preste mais atenção na rede porque a mesma é muito importante na vida dos estudantes dentro da Universidade. Criar meios para que os estudantes tenham acesso aos computadores locais porque facilitam na pesquisa de conteúdos académicos

Procurar sempre que possível fazer vistoria ou consultas aos estudantes para saber se a rede é funcional ao não participar.

Recomendamos instituição em estudo para criar meios de configurar os pontos de acesso de forma centralizada e que os mesmos tenham único SSID para facilitar a conexão e a mobilidade.

## 5 Referências bibliográficas

### Livros:

- STALLINGS, William. Redes e Sistemas de Comunicação de Dados: teoria e aplicações corporativas. 5 ed. Rio de Janeiro. Elsevier, 2005.
- Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Agrícola de Frederico Westphalen, 2014.
- PRODONAV, C.C; FREITAS, E.C.. *Metodologia do Trabalho Científico*. 2.ed. 2013
- TANENBAUM, A.S.. Redes de Computadores. Amsterdam 4.ed. Campus,1997.
- DATAS, M.. Tecnologias de Redes de Comunicação e computadores. Rio de Janeiro, Axcel Books do Brasil, 2012.
- FOROUZAN, B. A.. Comunicação de Dados e Redes de Computadores. Porto Alegre. 3.ed. Bookman. 2006.
- TORRES, G.. Redes de Computadores Curso Completo. Brasil Editora, 2001.
- COMER, D.E.. Redes de Computadores e internets. 5.ed.1997
- RUFINO, N.M.. O. Segurança em Redes sem fio . São Paulo: Novatec Editora , 2007
- JAMES F. KUROSE, KEITH W. ROSS Redes de computadores e a Internet: uma abordagem top-down/; tradução Daniel Vieira; revisão técnica Wagner Luiz Zucchi. – 6. ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.
- HOLT, ALAN, HUANG, Chi-yu.802.11 Wireless Networks Security andAnalysis. Springer. 2010.
- MORAES, Alexandre Fernandes de. Redes sem fio: instalação, configuração e segurança: fundamentos :1 ed. São Paulo: Érica, 2010.
- Assunção, Marcos Flávio Araújo Wireless Hacking Ataques e segurança de redes sem fio Wi-Fi: Visual Books Editora, 2012.
- MARCONI, M.A; LAKATOS, E.M.. *Fundamentos de Metodologia Científica*. São Paulo. 5.ed. Atlas, 2003.

- JAMES F. KUROSE, KEITH W. ROSS Redes de computadores e a Internet: uma abordagem top-down; revisão técnica ; revisão técnica - 3. ed. – São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2006.

**Link:**

<https://www.passeidireto.com/arquivo/58023464/redes-de-computadores-i> Publicado em 2019