



**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA**

**Relatório de Estágio**

**PROPOSTA DE INTERLIGAÇÃO DAS REDES DE COMPUTADORES DA EMPRESA  
MOZAMBIQUE AIRPORT HANDLING SERVICES**

**Autor**

**Amâncio Vicente Chobela**

**Supervisor**

**Eng.<sup>a</sup> Ivone Cipriano**

**Supervisor da Instituição**

**Tubias Fondo**

**Maputo, Novembro de 2023**



**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA**

**Relatório de Estágio**

**PROPOSTA DE INTERLIGAÇÃO DAS REDES DE COMPUTADORES DA EMPRESA  
MOZAMBIQUE AIRPORT HANDLING SERVICES**

**Autor**

**Amâncio Vicente Chobela**

**Supervisor**

**Eng.<sup>a</sup> Ivone Cipriano**

**Supervisor da Instituição**

**Tubias Fondo**

**Maputo, Novembro de 2023**



**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA**  
**LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA**

**TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO**

Declaro que o estudante **Amâncio Vicente Chobela** entregou, no dia 20 de Novembro de 2023, as **2** cópias do relatório do seu Estágio Profissional com a referência **2023EIEPN202** intitulado: **PROPOSTA DE INTERLIGAÇÃO DA REDE DE COMPUTADORES DA EMPRESA MOZAMBIQUE AIRPORT HANDLING SERVICES**

Maputo, 20 de Novembro de 2023

A Chefe da Secretaria

---

## **Dedicatória**

É com gratidão que endereço o meu apreço aos meus progenitores, **Argentina Lourenço Cossa** e **Vicente Raimundo Chobela**, por terem permitido que eu nascesse e pela educação que me concederam, o meu KHANIMAMBO vai também aos meus docentes e colegas que de forma directa participaram no meu processo de aprendizagem. Durante o meu percurso académico a vida presenteou-me com uma companheira de valor inestimável, amiga, conselheira, esposa e mãe das minhas filhas, **Gilda Cossa**, de igual modo receba o meu agradecimento, a todos vocês que contribuíram para a minha formação, vos dedico este trabalho.

## **Agradecimentos**

Agradeço

A Deus pelo dom da vida

Aos meus pais, irmãos, amigos

Aos Docentes que cultivaram o saber em mim

Aos colegas que me apoiaram no processo de aprendizagem

A minha esposa e filhas que servem de motivação para enfrentar os desafios do cotidiano

## **RESUMO**

O presente relatório apresenta a solução de interligação de redes de computadores da empresa Mozambique Airport Handling Services, SA (MAHS), com sede em Maputo e Delegações no Aeroporto da Beira, Nampula e Nacala, usando a tecnologia VPN Site-to-Site.

O mesmo surge como resultado de estágio num período de 03 meses na empresa **MAHS**, em que foi observado que uma das principais dificuldades residia na falta de interoperabilidade da rede de computadores da Sede com as Delegações da empresa.

É esperado que o presente trabalho, do ponto de vista técnico sirva de referência para o desenvolvimento de soluções de interligação de redes de computadores geograficamente separadas e do ponto de vista académico, sirva de suporte para a transmissão de conhecimento.

**Palavras-Chaves:** Redes de computadores; VPN; Internet.

## **ABSTRACT**

This report presents a solution for interconnecting the computer networks of the company Mozambique Airport Handling Services, SA (MAHS), with headquarters in Maputo and branches at Beira, Nampula and Nacala airports, using Site-to-Site VPN technology.

It is the result of a 3-month internship at MAHS, where it was observed that one of the main difficulties was the lack of interoperability between the head office computer network and the company's branches.

It is hoped that this work, from a technical point of view, will serve as a reference for the development of solutions for interconnecting geographically separated computer networks and, from an academic point of view, will support the transmission of knowledge.

**Keywords:** Computer networks; VPN; Internet

## **Lista de Siglas de Acrónimos**

ACL	– <i>Access Control List</i>
ARPANET	– <i>Advanced Research Projects Agency Network</i>
AS	– <i>Autonomous System</i>
BGP	– <i>Border Gateway Protocol</i>
BSD	– <i>Berkeley Software Distribution</i>
CE	– <i>Customer Edge</i>
CUTE	_ <i>Common user terminal equipment</i>
DHCP	– <i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>
DLCI	– <i>Data Link Connection Identifier</i>
DoD	– <i>Department of Defense (United States of America)</i>
EIGRP	– <i>Enhanced Interior Gateway Routing Protocol</i>
IOS	– <i>Internetwork Operating System</i>
IP	– <i>Internet Protocol</i>
IPSec	– <i>Internet Protocol Security</i>
IPv4	– <i>Internet Protocol version 4</i>
IPv6	– <i>Internet Protocol version 6</i>
ISL	– <i>Inter-Switch Link</i>
ISO	– <i>International Organization for Standardization</i>
ISP	– <i>internet service provider</i>
IT	– <i>Information Technologies</i>
LAN	– <i>Local Area Network</i>
Mbps	– <i>Megabits per second</i>
MCC	– <i>Millennium Challenge Corporation</i>
MAHS	– <i>Mozambique Airport Handling Services</i>
MPLS	– <i>Multiprotocol Label Switching</i>
MS	– <i>Microsoft</i>
NSF	– <i>National Science Foundation</i>
OSI	– <i>Open Systems Interconnection</i>
OSPF	– <i>Open Shortest path first</i>
PE	– <i>Provider's Edge</i>

PVC	– <i>Permanent Virtual Circuit</i>
QoS	– <i>Quality of Service</i>
RDSI	– Rede Digital de Serviços Integrados
RFC	– <i>Request for Comments</i>
RIP	– <i>Routing Information Protocol</i>
RPTC	– Rede Pública de Telefonia Comutada
SA	– Sistemas Autónomos
SD-WAN	– <i>Software Defined - Wide Area Network</i>
SEP	– <i>Symantec EndPoint Protection</i>
SLA	– <i>Service Level Agreement</i>
SSID	– <i>Service Set Identifier</i>
SVC	– <i>Switched Virtual Circuit</i>
TCP	– <i>Transmission Control Protocol</i>
VLAN	– <i>Virtual Local Area Network</i>
VoIP	– <i>Voice over IP</i>
VPN	– <i>Virtual Private Network</i>
WAN	– <i>Wide Area Network</i>
WWW	– <i>World Wide Web</i>

## Índice

<i>RESUMO</i> .....	<i>iii</i>
<i>CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO</i> .....	<i>1</i>
1. <i>Contextualização</i> .....	<i>2</i>
1.1. <i>Delimitação da pesquisa</i> .....	<i>3</i>
1.2. <i>Definição do problema</i> .....	<i>3</i>
1.3. <i>Justificativa/ Motivação</i> .....	<i>4</i>
1.4. <i>Objectivos</i> .....	<i>5</i>
1.4.1. <i>Objectivo geral</i> .....	<i>5</i>
1.4.2. <i>Objectivos específicos</i> .....	<i>5</i>
1.5.1. <i>Metodologias de Investigação</i> .....	<i>6</i>
2. <i>REVISÃO DE LITERATURA</i> .....	<i>10</i>
2.1. <i>Rede de Computadores</i> .....	<i>10</i>
2.1.1. <i>Equipamentos de rede de computadores</i> .....	<i>11</i>
a) <i>Repetidores</i> .....	<i>11</i>
b) <i>Hubs</i> .....	<i>11</i>
c) <i>Bridges</i> .....	<i>12</i>
d) <i>Switches</i> .....	<i>12</i>
e) <i>Routers</i> .....	<i>12</i>
f) <i>Modem</i> .....	<i>13</i>
g) <i>Computador</i> .....	<i>13</i>
h) <i>Servidor</i> .....	<i>13</i>
i) <i>Placa de Rede</i> .....	<i>14</i>
j) <i>Firewall</i> .....	<i>14</i>
2.2. <i>Classificação das Redes de Computadores</i> .....	<i>15</i>
2.2.1. <i>Quanto a área geográfica ocupada</i> .....	<i>15</i>

2.3.	Quanto a topologia.....	16
2.3.1.	Ponto a Ponto.....	16
2.3.2.	Barramento.....	17
2.3.3.	Anel.....	18
2.3.4.	Estrela.....	20
2.3.5.	Malha.....	21
2.3.6.	Árvore.....	22
2.3.7.	Hibrida.....	22
2.5.	PROCOLOS TCP/IP.....	24
2.5.1.	Camada Física.....	25
2.5.2.	Camada de Enlace.....	25
2.5.3.	Camada de Rede.....	25
2.5.4.	Transporte.....	27
2.5.5.	Aplicação.....	27
2.9.1.	Topologia para a implementação de VPN.....	29
2.9.2.	Protocolos de VPN.....	30
2.10.1.	Benefícios do MPLS.....	31
2.10.2.	Serviços do MPLS.....	32
2.11.1.	Vantagens de um serviço de <i>link</i> dedicado.....	32
3.	<i>Caso de Estudo</i> .....	35
3.2.	Antecedentes Históricos.....	35
3.3.	Missão, Visão e Princípios Ético-Profissionais.....	36
a)	Missão.....	36
b)	Visão.....	36
c)	Princípios Ético-Profissionais (Valores).....	36
3.4.	Estado actual da MAHS.....	36
3.5.	Organograma da MAHS.....	37

3.6.	Descrição das actividades desenvolvidas no local de estágio .....	37
3.7.	Descrição do funcionamento actual da rede de computadores da MAHS .....	38
3.9.	Possíveis soluções .....	41
4.	<i>Proposta de Solução</i> .....	44
4.2.	<i>Proposta da topologia da rede de computadores da MAHS usando VPN Site-to-Site</i> 45	
V – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....		46
5.	<i>Conclusões e recomendações</i> .....	47

**Índice de tabelas**

*Tabela 1: Possíveis soluções* ..... 42

## Índice de figuras

<i>Figura 1: Rede de computadores</i> .....	10
<i>Figura 2: Repetidor de sinal</i> .....	11
<i>Figura 3: Hub de quatro portas</i> .....	11
<i>Figura 4: Switch de 48 portas</i> .....	12
<i>Figura 5: Router Cisco</i> .....	12
<i>Figura 6: Modem LTE 4G</i> .....	13
<i>Figura 7: Uma rede com dois clientes e um servidor</i> .....	14
<i>Figura 8: Placa de rede</i> .....	14
<i>Figura 9: FortiGate</i> .....	14
<i>Figura 10: Redes LAN, MAN e WAN</i> .....	16
<i>Figura 11: topologia de rede ponto a ponto</i> .....	16
<i>Figura 12: topologia em barramento</i> .....	17
<i>Figura 13: topologia em anel</i> .....	19
<i>Figura 14: topologia em estrela</i> .....	20
<i>Figura 15: topologia em malha</i> .....	21
<i>Figura 16: topologia em arvore</i> .....	22
<i>Figura 17: Exemplo de topologia hibrida</i> .....	23
<i>Figura 18: Pilha de protocolo TCP/IP e modelo OSI</i> .....	24
<i>Figura 19: ilustração de uma VPN Site to Site</i> .....	29
<b>Figura 2.20. Logotipo da MAHS</b> .....	35
<i>Figura 21: Organograma da MAHS</i> .....	37
<i>Figura 22: topologia actual na matriz</i> .....	39
<i>Figura 23: Topologia actual das filiais (Beira, Nampula e Nacala)</i> .....	40

## **CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO**

## 1. Contextualização

As tecnologias de informação e comunicação têm impactado a sociedade e estão presentes em quase todas as organizações. O conceito de redes de computadores, torna-se cada vez mais relevante nas organizações por possibilitar a partilha de recursos de *hardware* e *software*, serviços de *internet*, acesso remoto aos dispositivos finais, gestão de recursos e dados, a partilha de recursos também possibilita o trabalho em equipa. As redes de computadores são uma base para o suporte de várias tecnologias, entretanto, estas redes apesar da notória importância, a sua implementação não deve ser dispendiosa, há necessidade de se estabelecer um equilíbrio entre o custo e a sua implementação.

As redes de computadores também geram um impacto económico, uma rede de computadores bem implantada e administrada é de mais-valia na dinamização dos processos de negócio das organizações, através da partilha de informação possibilitam o trabalho em equipa, e também possibilitam a salvaguarda da informação das organizações na medida em que aumenta a segurança de dados, através da criação de políticas e mecanismos de segurança. Um ambiente computacional seguro, torna-se cada vez mais crucial devido aos perigos que advêm do uso da Internet.

A MAHS é uma empresa que presta serviços de assistência em terra às companhias aéreas nos aeroportos, está sediada em Maputo e com delegações nos aeroportos da Beira, Nampula e Nacala, porém, a sua rede de computadores não está interligada, ou seja, possui uma rede em cada delegação e com esta implementação não há interoperabilidade dos sistemas entre a Sede e as Delegações.

Este trabalho, visa propor um mecanismo de interligação da rede de computadores da MAHS, e para o efeito, serão identificados e apresentados os dispositivos que compõem uma rede de computadores, as formas de interligação das redes de computadores, a arquitectura de uma rede de computadores e a proposta da topologia da rede interligada.

## 1.1. Delimitação da pesquisa

Este trabalho foi realizado no âmbito do estágio desenvolvido na empresa Mozambique Airport Handling Services, SA (MAHS) num período de 03 meses, que iniciou no dia 01 de Novembro de 2022 e terminou no dia 30 de Janeiro de 2023, teve como foco a administração da rede de computadores da MAHS.

## 1.2. Definição do problema

O processo de tomada de decisão é essencial para o desempenho de qualquer actividade na organização – seja ela relacionada à função planeamento, organização, controle ou produção. A tomada de decisão é o processo responsável por converter informações em acção sendo que a informação é matéria-prima para auxiliar a tomada de decisão. Dentro e entre as actividades de uma organização acabam se constituindo, **Sistemas de Informação**. (Jacobsen, 2014)

A MAHS- *Mozambique Airport Handling Services*, é uma empresa que presta serviços de assistência em terra as companhias aéreas nos aeroportos, dos quais se destacam: aceitação de passageiros e sua bagagem, aceitação de carga e correio, assistência a aeronaves em terra. A empresa está sediada em Maputo e possui três delegações, nos aeroportos da Beira, Nampula e Nacala.

A MAHS possui uma infra-estrutura de rede em cada delegação, todas as delegações possuem sistemas de informação, porem, elas enviam informação a sede para ser processada, a gestão da infra-estrutura da rede de computadores e sistemas de informação é centralizada na Sede.

Na sede, o departamento de Recursos Humanos (RH), possui um sistema de gestão de assiduidade, o departamento comercial possui um sistema de facturação, o Departamento de Sistemas de Informação (DSI) possui um sistema de comunicação voz sobre IP (VOIP) para a comunicação interna.

Nas delegações (Beira, Nampula e Nacala), a gestão de assiduidade é feita através de um livro de ponto, em que cada trabalhador marca a sua hora de entrada e saída, designado “processo manual”, e estes dados são colectados e enviados ao departamento de RH

mensalmente através de uma folha de cálculo (excel). A facturação é feita através de um formulário (Ramp Handling) e enviada fisicamente ao departamento comercial no fim de cada mês para ser processada. A comunicação interna é feita via telemóvel usando as operadoras existentes no mercado (Movitel, TMCEL e Vodacom), a assistência técnica aos sistemas de informação é realizada através de conexões remotas usando (AnyDesk, TeamView).

No cenário descrito acima, é evidenciada a **falta de interoperabilidade** entre a Sede e as Delegações. Esta falta de interoperabilidade tem gerado: Alto custo na comunicação interna, uma vez que os trabalhadores utilizam telemóveis para se comunicar nas delegações, o que pressupõe a atribuição de celulares para comunicação;

Complexidade no processo de gestão de assiduidade nas delegações, uma vez que o processo é feito “manualmente”; Fraca segurança no processo de gestão de facturação nas delegações, uma vez que trabalha-se com processos físicos, facilmente podem perder-se, extraviar-se e ou viciar-se; Dependência de *software* de terceiros para assistência técnica as delegações, que tem gerado custos e insegurança na sua utilização, sendo que dados sensíveis trafegam nesses softwares. Essa problemática é abordada de forma subjectiva pela ENAP (Escola Nacional de Administração Pública, 2015), no seu livro “Introdução à Interoperabilidade” e pelo Ribeiro (2010) na sua tese de mestrado com o título “Interoperabilidade nos Sistemas de Informação de Saúde – das convicções à Realidade”.

Diante dos constrangimentos apresentados, surge a necessidade de garantir a comunicação entre a rede da Sede e das Delegações. Daí que surge a seguinte questão: **de que forma pode se garantir a interoperabilidade entre a Sede e as Delegações da empresa MAHS?**

### **1.3. Justificativa/ Motivação**

Com vista a facilitar o acesso à informação e, conseqüentemente melhorar a comunicação, cooperação e coordenação dentro da empresa MAHS, de forma que ela se comporte como um “todo” integrado. (Escola Nacional de Administração Pública, 2015). Este trabalho, despertou a necessidade de trazer uma solução científica para o problema de falta de

interoperabilidade entre a Sede e as Delegações da MAHS, apresentada como forma trabalho de culminação de curso de Licenciatura em Engenharia Informática na Universidade Eduardo Mondlane.

O facto de ter frequentado o curso de engenharia informática na UEM, contribuiu para a aquisição de conhecimento relacionado com Administração e gestão de redes de computadores, aliado a possibilidade de ter estagiado durante três meses na MAHS, no DSI onde durante o estágio, o autor trabalhou com administração e gestão de redes de computadores, assistência técnica aos utilizadores entre outras actividades relacionadas, contribuiu para a identificação do problema em estudo que culminou na apresentação da proposta de interligação das redes de computadores entre a Sede e as Delegações da empresa MAHS como solução do problema identificado.

Este trabalho tem uma relevância académica pelo facto de servir de fonte de busca de informação e consulta académica; No âmbito social e empresarial pode servir de modelo para organizações com características semelhantes as da MAHS, quer sejam publicas ou privadas.

#### **1.4. Objectivos**

##### **1.4.1. Objectivo geral**

- Propor um mecanismo para a interligação das redes de computadores entre a Sede e as Delegações da empresa MAHS.

##### **1.4.2. Objectivos específicos**

- Descrever o funcionamento actual da rede de computadores da MAHS;
- Identificar os constrangimentos do funcionamento actual da rede de computadores da MAHS;
- Apresentar possíveis soluções para colmatar os constrangimentos identificados;
- Propor um mecanismo de solução para os constrangimentos identificados.

## **1.5. Metodologia**

### **1.5.1. Metodologias de Investigação**

O presente relatório é considerado um trabalho de pesquisa pelo que para a sua elaboração foi aplicada a metodologia de pesquisa com as seguintes classificações:

#### **I. Quanto aos objectivos**

Para o presente trabalho, será usada uma pesquisa **Exploratório-Descritiva**, pois segundo Gil (1999) citado por Oliveira(2011), as pesquisas descritivas têm como finalidade principal a descrição das características de determinado fenómeno e a pesquisa exploratória tem como objectivo principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores.

#### **II. Quanto a natureza**

Será usada uma pesquisa **Qualitativa**, pois segundo Gil (1999) citado por Oliveira(2011), o uso dessa abordagem propicia o aprofundamento da investigação das questões relacionadas ao fenómeno em estudo e das suas relações, mediante a máxima valorização do contacto directo com a situação estudada, buscando-se o que era comum, mas permanecendo, entretanto, aberta para perceber a individualidade e os significados múltiplos.

#### **III. Quanto a escolha do objecto de estudo**

Para o presente trabalho, será usada uma pesquisa de **estudo de caso único**, Yin (2001) menciona, que o estudo de caso único caracteriza-se como uma pesquisa relacionada a composição única de objecto, exemplificando: um evento, uma entidade, uma política pública, um plano de implantação administrativo realizado em qualquer empresa ou instituição de cunho público ou privado e demais casos em que, para sua investigação não há a necessidade de se conduzir várias pesquisas simultâneas constituídas por inúmeras organizações ou diversos indivíduos, características do estudo de caso múltiplo. Neste

sentido, o estudo de caso único, constitui-se como uma investigação criteriosamente delimitada, claramente definida e com especificidades do tema explanado na unidade de investigação. Ademais, especificidades do tema são trazidas pelos embates na relação pesquisador/sujeito ou pesquisador/objecto da pesquisa, assim sendo, “[...] quando se pretende estudar algo singular, que tenha um valor em si mesmo, deve se escolher o estudo de caso” (LUDKE; ANDRÉ, 2013, p. 20).

#### **IV. Quanto a técnica de colecta de dados**

As técnicas de colecta de dados são um conjunto de regras ou processos utilizados por uma ciência, ou seja, corresponde à parte prática da colecta de dados (LAKATOS & MARCONI, 2001).

Durante a colecta de dados, diferentes técnicas podem ser empregadas, sendo mais utilizados: a entrevista, o questionário, a observação e a pesquisa documental.

Para a elaboração deste trabalho, usou-se a Entrevista, Observação, Questionário e a pesquisa documental.

##### **a) Entrevista**

Segundo Cervo & Bervian (2002), a entrevista é uma das principais técnicas de colectas de dados e pode ser definida como conversa realizada face a face pelo pesquisador junto ao entrevistado, seguindo um método para se obter informações sobre determinado assunto.

##### **a) Questionário**

Segundo Cervo & Bervian (2002, p. 48), o questionário “[...] refere-se a um meio de obter respostas às questões por uma fórmula que o próprio informante preenche”. Ele pode conter perguntas abertas e/ou fechadas. As abertas possibilitam respostas mais ricas e variadas e as fechadas maiores facilidades na tabulação e análise dos dados.

##### **b) Observação participativa**

Segundo Cervo & Bervian (2002, p. 27), “observar é aplicar atentamente os sentidos físicos a um amplo objecto, para dele adquirir um conhecimento claro e preciso”. Para esses autores, a observação é vital para o estudo da realidade e de suas leis. Sem ela, o estudo seria reduzido “[...] à simples conjectura e simples adivinhação”.

### **c) Pesquisa bibliográfica**

Segundo Vergara (2000), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído, principalmente, de livros e artigos científicos e é importante para o levantamento de informações básicas sobre os aspectos directa e indirectamente ligados à nossa temática. A principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no facto de fornecer ao investigador um instrumento analítico para qualquer outro tipo de pesquisa, mas também pode esgotar-se em si mesma.

### **d) Pesquisa documental**

A pesquisa documental, segundo Gil (1999), é muito semelhante à pesquisa bibliográfica. A diferença essencial entre ambas está na natureza das fontes: enquanto a bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições de diversos autores, a documental vale-se de materiais que não receberam, ainda, um tratamento analítico, podendo ser reelaboradas de acordo com os objectos da pesquisa.

Segundo Lakatos e Marconi (2001), a pesquisa documental é a colecta de dados em fontes primárias, como documentos escritos ou não, pertencentes a arquivos públicos; arquivos particulares de instituições e domicílios, e fontes estatísticas.

## **CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA**

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A comunicação desempenha um papel importante no funcionamento de qualquer organização, as redes de computadores são um pilar no processo de comunicação nas empresas, elas estão fortemente presentes no dia-a-dia da sociedade, dada a quantidade de sistemas computacionais que as pessoas usam, sejam redes sociais, sistemas bancários, telefonia móvel, todas essas tecnologias foram projectadas para funcionar sob redes de computadores.

### 2.1. Rede de Computadores

A rede de computadores pode ser definida como sendo o conjunto de computadores e outros dispositivos conectados uns aos outros por meio de transmissão, sendo capazes de trocar informações e partilhar recursos. Para isso é usado como meio de comunicação, os meios como fios de cobre, fibra óptica e actualmente ligação sem fios (*Wireless*), que por sua vez usa ondas de rádio, infravermelhos ou mesmo comunicação via satélite.

Também podem ser definidas como “ Um conjunto de computadores autónomos interconectados por uma única tecnologia” Tanenbaum, 2003

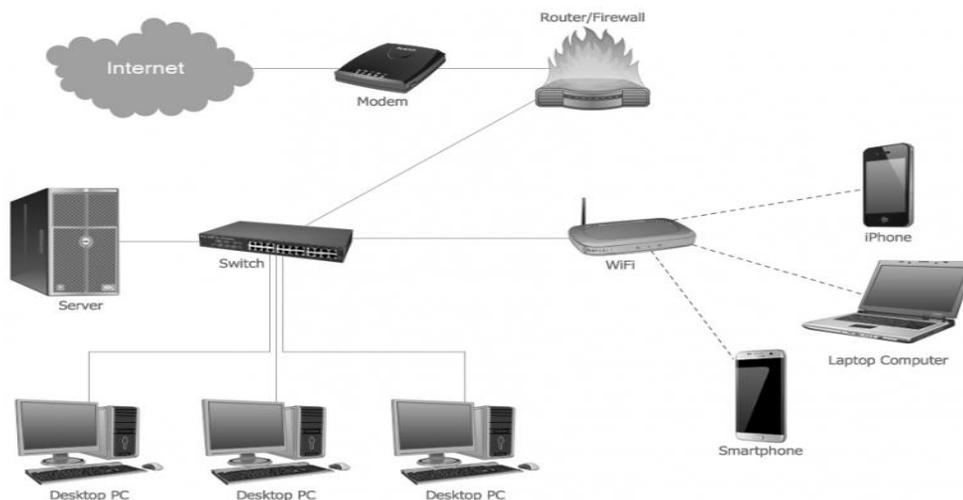


Figura 1: Rede de computadores

**Fonte:** Roger (2014).

### 2.1.1. Equipamentos de rede de computadores

Os dispositivos que podem ser encontrados numa rede de computadores são:

#### a) Repetidores

Um repetidor é um dispositivo analógico usado para propagar sinais LAN em longas distâncias. Um repetidor não entende pacotes ou bits. Em vez disso, o repetidor apenas amplifica o sinal recebido e transmite a versão amplificada como saída <sup>4</sup>.



*Figura 2: Repetidor de sinal*

**Fonte:** TP-Link (2022).

#### b) Hubs

Este é o mais simples da família de dispositivos de conexão de rede, pois conecta componentes de LAN com protocolos idênticos. Ele recebe as importações e as retransmite literalmente. Ele pode ser usado para alternar dados digitais e analógicos. Em cada nó, a pré-configuração deve ser feita para preparar a formatação dos dados de entrada. <sup>6</sup>



*Figura 3: Hub de quatro portas*

**Fonte:** Wikipédia (2022).

### c) *Bridges*

Para <sup>8</sup>, uma ponte é um mecanismo usado para conectar dois segmentos de LAN e encaminhar quadros de um segmento para outro; os computadores não podem dizer se estão em um único segmento ou em uma LAN em ponte.

### d) *Switches*

Um *switch* é um dispositivo de rede que conecta segmentos de uma rede ou duas pequenas redes, como *Ethernet* ou LANs *token ring*. Assim como a ponte, ela também filtra e encaminha quadros na rede com a ajuda de uma tabela dinâmica. Essa abordagem ponto a ponto permite que o *switch* conecte vários pares de segmentos ao mesmo tempo, permitindo que mais de um computador transmita dados ao mesmo tempo, proporcionando assim um alto desempenho sobre seus primos, as pontes. <sup>6</sup>



*Figura 4: Switch de 48 portas*

**Fonte:** Wikipedia (2022).

### e) *Routers*

Routers são dispositivos de uso geral que interconectam duas ou mais redes heterogêneas representadas por sub-redes IP ou linhas ponto a ponto não numeradas. Eles geralmente são computadores dedicados para fins especiais com interfaces de entrada e saídas separadas para cada rede conectada.

Sua função principal é organizar o tráfego de dados na rede e seleccionar o melhor caminho.



*Figura 5: Router Cisco*

**Fonte:** (Cisco 2022).

### f) **Modem**

Como equipamento funcional do usuário final, os modems (moduladores-demoduladores) são usados para transmitir sinais digitais através de linhas telefônicas analógicas. Assim, os sinais digitais são convertidos pelo modem em sinais analógicos de diferentes frequências e transmitidos para um modem no local de recepção. O modem receptor realiza a transformação reversa e fornece uma saída digital para um dispositivo conectado a um modem, geralmente um computador. <sup>11</sup>



*Figura 6: Modem LTE 4G*

**Fonte:** NETGEAR (2020).

### g) **Computador**

Computador é um conjunto de componentes eletrônicos (máquina) capazes de executar variados tipos de algoritmos e tratamento de informações (processamento de dados). <sup>12</sup>

### h) **Servidor**

Um servidor é um *hardware*<sup>1</sup> ou *software*<sup>2</sup> de computador que fornece funcionalidade para outros programas ou dispositivos, chamados "clientes". Essa arquitetura é chamada de modelo cliente-servidor <sup>1</sup>. Os servidores podem fornecer várias funcionalidades, geralmente chamadas de "serviços", como compartilhar dados ou recursos entre vários clientes ou realizar computação para um cliente. Um único servidor pode atender a vários clientes e um único cliente pode usar vários servidores.

---

<sup>1</sup> As partes físicas de um computador e dispositivos relacionados

<sup>2</sup> Programa de computador

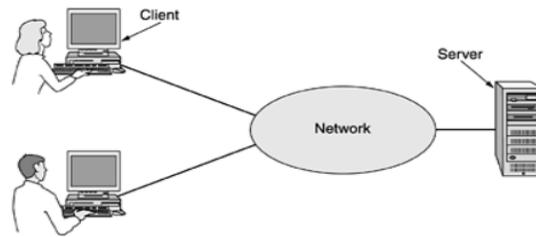


Figura 7: Uma rede com dois clientes e um servidor

Fonte: Tanenbaum e Wetherall (2010).

### i) Placa de Rede

É um componente de *hardware* de computador que conecta um computador a uma rede de computadores. Permite comunicações com e sem fio; permite comunicações entre computadores conectados via rede local (LAN), bem como comunicações em rede de larga escala por meio do Protocolo de *Internet* (IP).



Figura 8: Placa de rede

Fonte: CEphoto (2015)

### j) Firewall

Um *firewall* é um dispositivo de segurança (hardware, software ou a combinação dos dois) de rede que monitora o tráfego de entrada e saída da rede e permite ou bloqueia pacotes de dados com base em um conjunto de regras de segurança. <sup>13</sup>.

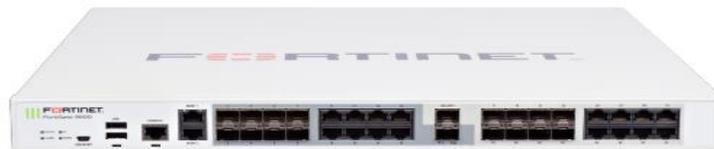


Figura 9: FortiGate

Fonte: Fortinet (2021)

## 2.2. Classificação das Redes de Computadores

Segundo Tanenbaum (2003), as redes de computadores podem ser classificadas:

- Quanto a área geográfica ocupada;
- Quanto a topologia;
- Quanto aos meios de transmissão.

### 2.2.1. Quanto a área geográfica ocupada

Quanto a área geográfica ocupada, as redes de computadores podem ser classificadas como:

- **PAN** (Personal Area Network) é uma rede de curta distância, constituída de uma rede de computadores com nós muito próximos uns dos outros. Um exemplo de uma PAN são dois computadores dentro de um ambiente compartilhando uma impressora através de conexão sem fio para efectuar a troca de informações entre eles.

- **Redes locais ou LAN** (*Local Area Network*)

Uma rede de computadores com dois ou mais computadores ou clusters de rede e seus recursos conectados por um meio de comunicação compartilhando protocolos de comunicação e confinados em uma pequena área geográfica, como um andar de um prédio, um prédio ou alguns prédios adjacentes, é chamada de rede local (LAN)<sup>6</sup>.

- **Redes metropolitanas ou MAN** (*Metropolitan Area Network*)

MAN cobre uma cidade. Exemplos de MAN são as redes de TV a cabo. Nesses sistemas iniciais, uma grande antena era colocada no topo de uma colina próxima e um sinal era então roteado para as casas dos assinantes<sup>1,15</sup>.

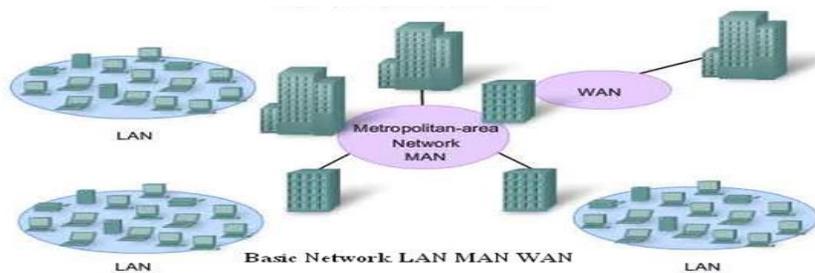
- **Redes alargadas ou WAN** (*Wide Area Network*)

Uma rede de longa distância (WAN), por outro lado, é uma rede composta por um ou mais *clusters*<sup>3</sup> de elementos de rede e seus recursos, mas em vez de ficar confinado a uma pequena área, os elementos dos *clusters* ou os próprios clusters estão espalhados

---

<sup>3</sup> Consiste em computadores fraca ou firmemente ligados que trabalham juntos de modo que, em muitos aspectos, eles podem ser considerados um único sistema<sup>16</sup>

por uma ampla área geográfica como em uma região de um país ou em todo o país, vários países ou o mundo inteiro como a Internet <sup>6</sup>.



*Figura 10: Redes LAN, MAN e WAN*

**Fonte:** Technologies (2020).

### **2.3. Quanto a topologia**

Quanto a topologia, as redes podem ser vistas sob o ponto de vista físico e lógico.

A topologia física representa a disposição física dos componentes da rede de computadores e seus meios de comunicação.

A topologia lógica compreende a descrição da comunicação dos nós da rede através dos meios de comunicação, ou seja, descreve principalmente o fluxo de dados.

Existem sete principais tipos de topologias utilizadas nas redes de computadores, sendo elas: Ponto a Ponto, Barramento, Anel, Estrela, Malha, Árvore e Híbrida.

#### **2.3.1. Ponto a Ponto**

Esta topologia consiste na forma mais básica de interconexão de computadores, onde um par de computadores é interligado directamente através de um meio de transmissão.



*Figura 11: topologia de rede ponto a ponto*

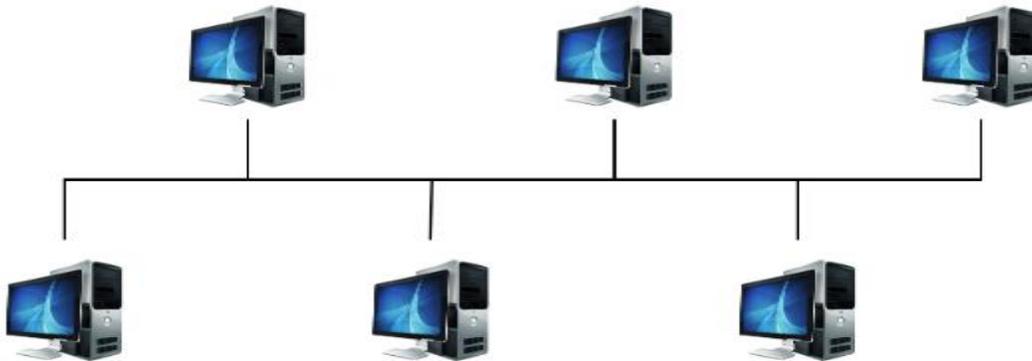
**Fonte:** Macedo et al. (2018)

### 2.3.2. Barramento

Nesta topologia existe um barramento físico de dados, no qual todos os computadores precisam se conectar para se comunicar.

Uma característica importante das redes que utilizam esta topologia, consiste no facto de um computador da rede para enviar dados primeiro precisa averiguar se o barramento está disponível, pois, apenas uma mensagem pode ser transportada de cada vez.

Quando esse nó consegue enviar uma mensagem, a mesma poderá ser escutada por todos nós da rede, mesmo sendo endereçada a apenas um computador, deste modo, quando um computador recebe uma mensagem, a primeira operação executada consiste em verificar o endereço de entrega. Se a mensagem se destina a ele, a mensagem é processada, caso contrario, a mensagem é descartada, pós não existe necessidade de encaminhamento para outros nós.



*Figura 12: topologia em barramento*

Fonte: Macedo et al. (2018)

As redes organizadas fisicamente em topologia de barramento, necessitam de mecanismos de controlo de acesso ao meio e técnicas para evitar colisões de pacotes na rede, esses mecanismos podem ser classificados em três grupos, acesso particionado, acesso aleatório e acesso ordenado.

**a) Acesso particionado:** usa protocolos que empregam técnicas para permitir que mais de uma mensagem seja enviada ao mesmo tempo no barramento variando a frequência, tempo ou empregando codificações.

Exemplo de protocolos que implementam o acesso particionado: FDMA, TDMA, CDMA.

O acesso particionado tem a limitação de subutilizar o barramento enquanto uma das partes envolvidas não possui dados para enviar.

**b) Protocolos de acesso aleatório:** os protocolos de acesso aleatório permitem que um computador transmite dados sempre que necessário. Dentre estes protocolos pode se citar o protocolo ALOHA e CDMA.

Todavia, utilizando esses protocolos, surge o risco de colisões de pacotes. Esse evento ocorre sempre que dois ou mais computadores verificam ao mesmo tempo que o barramento está livre e enviam os dados simultaneamente.

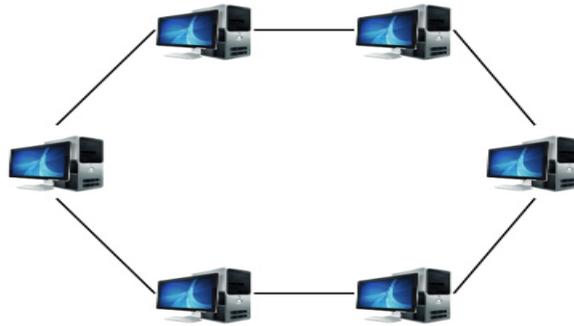
Nessa situação, os sinais eléctricos que representam os dados se chocam no meio físico, impossibilitando sua transmissão.

**c) Protocolos de acesso ordenado:** os protocolos de acesso ordenado visam superar a colisão de pacotes, para tal, definem uma ordem que os computadores devem utilizar o barramento. Exemplo: *Polling e Token*.

Apesar de contornar o problema de conflito de pacotes no barramento, os protocolos de acesso ordenado também ocasionam a substituição do barramento sempre que um componente responsável por transmitir não possui dados para enviar.

### 2.3.3. Anel

Na topologia física anel, os nodos estão organizados em série, formando um círculo fechado. Quando uma mensagem é enviada ela circula na rede até chegar ao destino ou até voltar ao seu emissor. Devido a esta característica, uma vantagem da topologia em anel consiste na facilidade de uma mensagem ser entregue a todos os demais computadores na rede.



*Figura 13: topologia em anel*

Fonte: Macedo et al. (2018)

A topologia em anel também apresenta desvantagens em relação as falhas e ao atraso no processamento de dados. Os enlaces que interligam os dispositivos da rede não são imunes a falhas.

Nessas situações, o funcionamento da topologia fica comprometido, pois deixa de existir o circuito que interliga os computadores,

Usa-se um computador para monitorar os demais dispositivos e gera um evento sempre que eles deixarem de operar correctamente.

Para efectuar o monitoramento, este computador envia pacotes de teste para realizar tarefas de diagnóstico e manutenção.

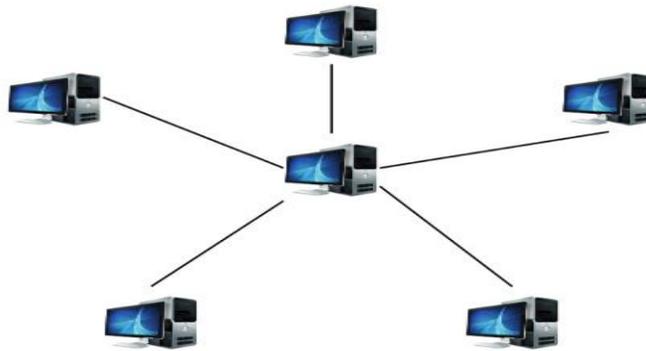
A topologia em anel usa o protocolo *Token Ring* como protocolo de controlo de acesso ao meio, o que lhe ocasiona atrasos no processamento de dados.

A ideia básica do protocolo *Token Ring* consiste em utilizar um token que deve ser repassado sequencialmente entre os computadores da rede, todavia, quando há um grande número de *hosts* na rede, o tempo de repassar o *token* na rede ocasiona um atraso nas estações que possuem dados a transmitir e precisam aguardar pelo *token*.

### 2.3.4. Estrela

Uma rede de computadores organizada por meio da topologia em estrela, toda informação gerada pelas estações de trabalho deve passar por um nodo central.

O nodo central, possui a inteligência de distribuir o tráfego de rede para os demais computadores da rede, esse nodo central se conecta com os demais computadores da rede por meio de uma conexão ponto a ponto.



*Figura 14: topologia em estrela*

Fonte: Macedo et al. (2018)

A topologia em estrela é a mais usada actualmente, a maioria das redes LAN possuem um conjunto de computadores directamente ligados a um switch ou router para trocar dados.

Usando um switch o pacote é recebido por uma porta e é encaminhado para a porta onde encontra o computador de destino.

#### **Vantagens do uso da topologia Estrela**

- Facilidade de adicionar novos computadores;
- A falha de um computador nas bordas não afecta os demais computadores na rede.

### 2.3.5. Malha

Uma rede de computadores organizada em topologia em malha possui duas propriedades principais, os dispositivos podem se comunicar entre si, desde que ambos estejam ao alcance um do outro. Usando essa organização, um dispositivo normalmente possui vários caminhos para acessar os demais dispositivos da rede, gerando assim maior resiliência da rede em nível de falhas de enlaces.

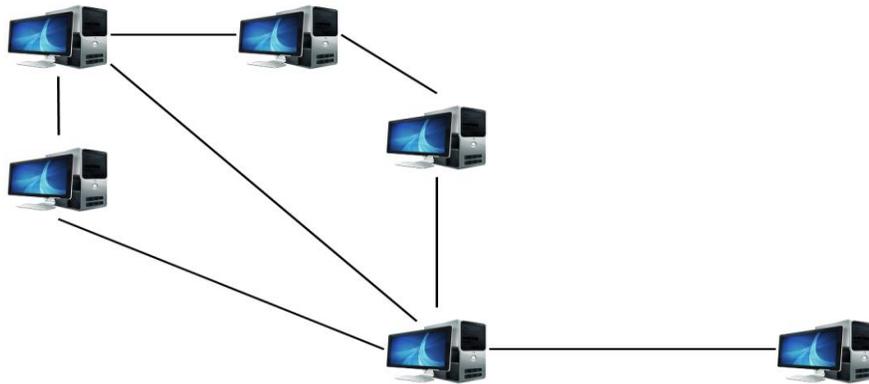


Figura 15: topologia em malha

Fonte: Macedo et al. (2018)

A topologia em malha, consiste em uma rede *ad-hoc*, sendo normalmente usada em redes sem fio.

Em uma rede *ad-hoc*, cada nó opera como um router, recebendo um pacote e encontrando o melhor caminho dentro da rede para alcançar o destino.

Como consequência desta propriedade, as redes *ad-hoc* possuem a habilidade de se auto-organizar, ou seja, havendo uma falha num dos nodos a rede continua operando ao encontrar uma nova configuração para manter sua operacionalidade.

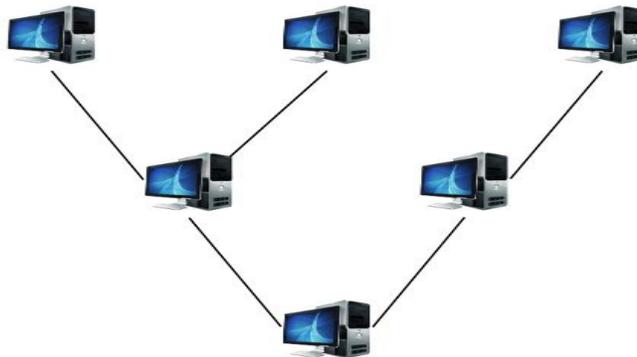
Uma rede de computadores organizada em malha, possibilita que todos os computadores da rede executem o procedimento de roteamento, o ponto de acesso central é eliminado removendo a existência de um ponto único de falhas.

Um dos problemas desta implementação tem a ver com a degradação do desempenho, podendo prejudicar a qualidade dos serviços oferecidos por meio dela, outro problema tem a ver com a perda de desempenho em função do número de saltos na rede.

### 2.3.6. **Árvore**

Uma rede de computadores organizada fisicamente por meio da topologia em árvore possui uma estação central, onde todas as demais estações se conectam.

A topologia em árvore permite que estações conectadas à estação central também se conectem com outras estações. Todavia, diferentemente da topologia em malha, a topologia em árvore não permite a existência de conexões fechando circuitos, ou seja, não existe a possibilidade de um pacote percorrer pelo menos três estações, de modo que o primeiro e o último computador sejam os mesmos.



*Figura 16: topologia em árvore*

Fonte: Macedo et al. (2018)

### 2.3.7. **Híbrida**

A topologia híbrida em uma rede de computadores combina aspectos de duas ou mais topologias de rede.



## 2.5. PROTOCOLOS TCP/IP

A pilha de protocolos *Transmission Control Protocol / Internet Protocol* (TCP/IP) é a mais utilizada actualmente. As tarefas envolvendo o processo de comunicação são distribuídas entre protocolos, organizados nas cinco camadas distintas: Física, Enlace, Rede, Transporte e Aplicação. Cada protocolo da pilha possui uma função distinta no processo de comunicação, onde a camada inferior oferece serviço à camada superior, usando como base o conceito de uma pilha de protocolos independentes.

O TCP/IP executa protocolos que controlam o envio e o recebimento de informações dentro da Internet, sendo capaz de diferenciar uma aplicação da outra; antes de fechar a conexão ele garante a entrega confiável de todos os dados. É responsável por fornecer a conexão directa de uma aplicação do *host* de origem para o *host* de destino, sendo chamado de um protocolo fim-a-fim. Cada mensagem é encapsulada em um datagrama IP que é utilizado para o transporte, mas, apesar de ser utilizado para transportar, ele não é capaz de interpretar as mensagens.

O protocolo IP especifica o formato dos pacotes que são enviados e recebidos entre *routers* e sistemas finais, sendo o responsável por encaminhar um bloco de dados de um *host* de origem para um *host* de destino e, no caso do *host* de destino estar em outra rede, o IP utiliza o *router*. Segundo (Comer, 2007):

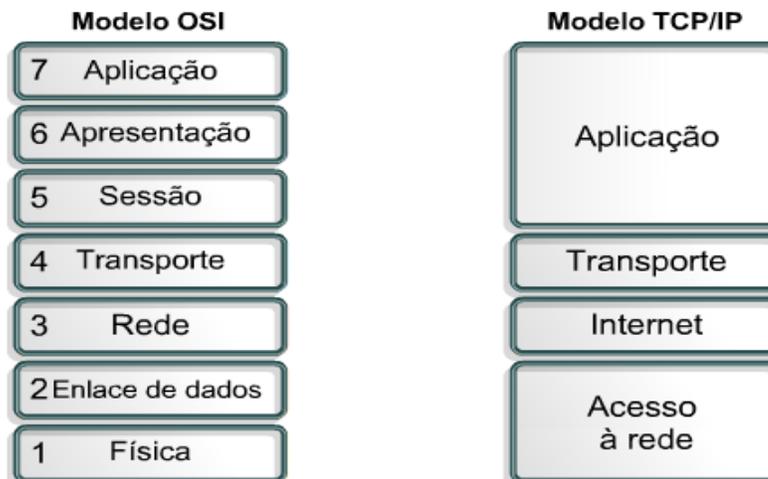


Figura 18: Pilha de protocolo TCP/IP e modelo OSI

(Fonte: <https://jbgsm.wordpress.com/2010/05/31/camadas-tcpip/>)

### **2.5.1. Camada Física**

A camada física é responsável por converter os dados em sinais numéricos nos meios de comunicação, tem a função de encontrar o caminho mais curto e confiável, com o objetivo de transmitir um fluxo bruto de bits (sinal eléctrico, óptico ou microondas) de uma camada para outra.

Para (Kurose; Ross, 2006) “esta camada é responsável por movimentar bits individuais que estão dentro do quadro de um nó para o seguinte”. Para (Stallings, 2005) “a camada física abrange a interface física entre um dispositivo de transmissão de dados ou um meio de transmissão de rede”.

### **2.5.2. Camada de Enlace**

É de responsabilidade da camada de enlace detectar e corrigir erros que possam ter ocorrido na camada física, fornecer uma interface de serviço bem definida à camada de rede e regular o fluxo de dados, para que não seja enviada uma quantidade excessiva de dados, entre receptores e transmissores. Segundo (Tanenbaum, 2003): A função básica da camada de transporte é aceitar dados da camada acima dela, dividi-los se necessário em unidades menores, repassar essas unidades à camada de rede e assegurar que todos os fragmentos chegarão correctamente à outra extremidade.

Os bits a serem enviados ao nível físico são particionados em quadros, cada um contendo uma forma de redundância para detecção de erros, sendo possível criar e reconhecer os limites dos quadros e, para evitar que o transmissor envie mais dados que o receptor possa processar, é utilizado um mecanismo de controle de fluxo que possibilita saber qual o espaço disponível no *buffer*.

### **2.5.3. Camada de Rede**

Na camada de Rede existe o protocolo IP (*Internet Protocol*) que foi projectado com o objectivo de interligar as redes. Para (Taneunbaum, 2003):

A tarefa do IP é fornecer a melhor forma possível de transportar datagramas da origem para o destino independentemente de essas máquinas estarem na mesma rede ou de haver outras redes entre elas. Esta camada é responsável por receber os pacotes da camada de transporte e adicionar o endereçamento virtual, ou seja, o endereço IP, acrescentando informações de endereço do computador de origem e de destino. Para (Kurose; Ross, 2006) a camada de Rede é composta por dois componentes principais. Um deles o protocolo IP que define os campos no datagrama e o modo de agir nesses campos entre sistemas finais e routers. O outro componente importante é o protocolo de roteamento que determina as rotas que os datagramas seguem entre origens e destinos. Apesar de também conter numerosos protocolos de roteamento, (Kurose; Ross, 2006) essa camada é denominada como camada IP, refletindo o fato de que ela é o elemento fundamental que mantém a integridade da Internet.

Na Internet cada equipamento tem de ser codificado com seu número de rede e seu endereço IP. A princípio, a combinação é exclusiva, não sendo possível haver dois equipamentos com o mesmo endereço IP.

Há duas versões do protocolo IP em uso actualmente:

Os computadores se comunicam na *Internet* por meio do *Internet Protocol*  
**IPV4:** o IPV4 utiliza um endereço de 32 bits para especificar uma origem ou destino. Apesar do seu desempenho durante anos, os problemas apresentados pelo IPV4 tem-se tornado relevantes. O principal deles é a falta de endereços, pois o IP utiliza um endereço de 32 bits para especificar uma origem ou destino, sendo insuficiente para atender todos os sistemas que precisam de endereços.

**IPV6:** o protocolo IPv6 surgiu como uma necessidade de atender um número maior de endereços. O cabeçalho usa uma série de formato fixo, o espaço de endereçamento é maior, tem 128 bits de comprimento o que possibilita criar níveis de hierarquia adicional. O formato de cabeçalho flexível possibilita incluir um conjunto

de cabeçalhos opcionais e a inclusão de informações pelo datagrama. Permite uma abstração de fluxo e bits para a especificação de serviço diferenciado (Diffserv), assim como no IPV4.

#### **2.5.4. Transporte**

A camada de Transporte é responsável por fornecer um meio de transporte lógico aos dados transmitidos na rede, este transporte pode ser orientado a conexão ou não orientado. Para (Comer, 2006) “a principal tarefa da camada de transporte é prover comunicação de um programa aplicação para outro”. Essa camada tem a responsabilidade de oferecer um serviço confiável e eficiente aos processos presentes na camada de aplicação, para tanto ela utiliza alguns serviços oferecidos pela camada de rede, esses serviços são chamados de entidade de transporte.

Podemos localizar a entidade de transporte em um processo do usuário, no núcleo de sistema operacional, em um pacote de bibliotecas vinculado a aplicações de rede ou na placa de interface de rede.

#### **2.5.5. Aplicação**

A camada de aplicação é a camada que está mais perto do usuário. Contém os protocolos de nível mais alto e define como os processos de aplicação trocam as mensagens. É responsável por fornecer uma interface entre as aplicações que são utilizadas para enviar os dados para a rede pela qual as mensagens são transmitidas. “Contém a lógica necessária para dar suporte a diversas aplicações do usuário” (Stallings,2005). Esta camada possibilita que o aplicação escolha o estilo de transporte a ser usado, podendo ser fluxo contínuo de bytes ou uma sequência de mensagens individuais. Os processos que rodam são particulares da aplicação, os dados são transmitidos no formato interno e, após, são codificados no padrão do protocolo.

## **2.6. ROTEAMENTO**

Segundo OLIVEIRA (2012), Roteamento é o nome dado ao processo de escolha do caminho a ser seguido pelos dados a serem transmitidos numa rede espalhada geograficamente. Ainda segundo OLIVEIRA (2012), nas redes de datagrama, incluindo as redes IP, o roteamento é tratado pacote a pacote. O protocolo IP, com sua simplicidade e flexibilidade possui grande sucesso na função do roteamento, sendo este protocolo responsável pela entrega das informações geradas pelas aplicações aos seus destinos de forma correcta e eficiente.

## **2.7. Portas TCP e UDP**

É o conceito usado para identificar a aplicação destino, o número de portas TCP varia de 0 á 65535, onde de 0 a 1023 são reservadas para serviços padrão (well-known), as portas permitem que vários processos dentro de uma rede utilizem as facilidades de transmissão do TCP.

## **2.8. VOZ SOBRE PROTOCOLO DE INTERNET (VOIP)**

VoIP (VOICE OVER INTERNET PROTOCOL) é uma tecnologia que permite que chamadas telefónicas sejam feitas por meio de uma rede comutada por pacotes, no lugar dos serviços de telefonia convencionais. Para KELLER (2010), a utilização maciça da Internet instigou o surgimento de várias tecnologias, muitas vezes substituindo algumas já existentes, como no caso do VoIP.

O VoiP é um protocolo de rede, isto é, trata-se de normas e regras implementadas para que a voz saia de uma origem, seja dividida em pacotes, trafegue por rede de dados através do TCP/IP, chegue ao destino e os pacotes sejam reorganizados, reconstruindo a voz para que esta seja reproduzida no destino. Com a ampliação das velocidades de acesso à Internet, o VoIP passou a fazer parte do dia-a-dia das grandes empresas, com o principal objectivo de reduzir os custos com a telefonia. Dentre os benefícios da utilização de VoIP, pode-se citar: Redução de Custo, mobilidade, infraestrutura única, controle do sistema de telefonia e novas funcionalidades.

## 2.9. Redes Virtuais Privadas (VPN)

É um tipo de rede que permite a comunicação a longa distancia, com menos custo, comparando com links dedicados e garante a privacidade de informação transmitida até ao seu destino, através da criptografia, protocolo de tunel. Hoje em dia todas as empresas devem ter uma VPN. A formação e gerenciamento dessa rede virtual proporcionam uma comunicação com segurança e um conjunto de funções que garante a confidencialidade, integridade e autenticidade (Queirz, 1998).

As redes virtuais privadas (VPN – Virtual Private Networks) são soluções tecnológicas que usam tecnologias criptográficas para cifrar a informação que atravessa uma rede pública, como a Internet, garantindo elevados padrões de segurança.

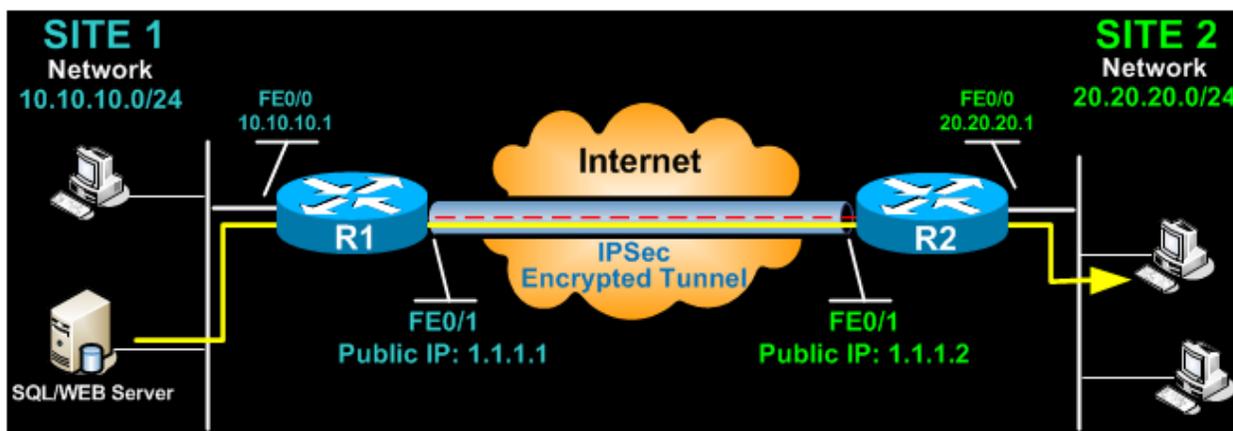


Figura 19: ilustração de uma VPN Site to Site

Fonte: <https://www.firewall.cx/cisco/cisco-routers/cisco-router-site-to-site-ipsec-vpn.html>

acessado em 10/11/2023

### 2.9.1. Topologia para a implementação de VPN

De acordo com Gendorf (2006), existe três topologias possíveis para a implementação de uma VPN.

- a) **Host-host:** Esta topologia serve para interligar dois computadores conectados a internet, assegurando assim que a informação que ali circula, através do túnel seja confiável e segura;
- b) **Host-Rede:** Esta topologia que é também chamado de cliente-gateway, é utilizada par criar um túnel entre máquina de um colaborador, a uma rede da empresa, que permite ao cliente iniciar a conexão com o servidor VPN;
- c) **Rede-Rede:** - É também chamada de gateway-gateway, a sua utilização permite criar um túnel entre redes da matriz e as filiais onde a conexão é transparente para os utilizadores.

### 2.9.2. Protocolos de VPN

Os protocolos da VPN são responsáveis pela abertura e gestão das sessões de túneis, para a comunicação. De acordo com o Rossi et al (2000), existem vários protocolos para as VPNs entre os quais destacam-se quatro:

- a) **PPTP:** É um protocolo baseado no IP, que encapsula os pacotes em um túnel IP, permitindo assim uma transferência segura de dados de um computador remoto para um servidor privado, ele usa um protocolo ponto a ponto (PPP) para criptografar os dados enviados e recebidos através da conexão VPN;
- b) **Socks:** Secure (SOCKS) é um protocolo de Internet no qual um servidor proxy usa para rotear pacotes de rede entre o servidor e um cliente. O SOCKS também fornece autenticação, e permite que apenas usuários autorizados acessem o servidor.
- c) **L2TP:** Layer 2 Tuneling Protocol ou em português protocolo de Encapsulamento de Camada 2, é um protocolo de encapsulamento que geralmente é combinado com outro protocolo de segurança VPN como o IPSec para criar uma conexão VPN altamente segura.

O L2TP cria um túnel entre dois pontos de conexão VPN e o protocolo IPSec criptografa os dados para tornar segura a comunicação através do tunel VPN;

d) **IPSEC:** Segundo Meneghel & Pinto (1999), IPSec é um protocolo no qual a sua arquitectura foi projectada com a ideia de fornecer autenticação na camada IP, como principais serviços. Enquanto em outros serviços com a mesma importância são oferecidos, como por exemplo rejeição de pacotes legítimos e não rejeição de pacotes (consequência da autenticação).

Ainda Meneghel & Pinto (1999), dizem que os serviços fornecidos pelo IPSec são conseguidos por meio da utilização de dois protocolos de segurança, o Authentication Header (AH) e o Encapsulating Security Payload (ESP).

## **2.10. MultiProtocol Label Switching (MPLS)**

O MPLS é uma tecnologia de comutação que também é chamada de comutação de labels, permite a implantação de varias camadas de serviços sobre o backbone IP, está flexibilidade integrada com equipamentos de alto desempenho, torna o MPLS melhor adaptável a vários tipos de demandas e ambientes, principalmente a necessidade cada vez mais crescente de melhor desempenho e aumento da banda solicitada por novas aplicações.

### **2.10.1. Benefícios do MPLS**

O MPLS apresenta uma serie de características que potencializam muito alguns benefícios para os serviços que suportam (SANTOS, 2005).

O MPLS provê um sistema de comunicação inteligente, escalável, com bom desempenho e alta disponibilidade;

- **Desempenho:** garante Qos, alta velocidade nos núcleos da rede, permite aproveitamento da banda e facilita implantação de aplicações multicast, na maioria dos casos, as operadoras de telecomunicações implantam MPLS nos mesmos Routers que formam o backbone Internet em um backbone multisserviço.
- **Segurança:** a comunicação por labels que utiliza o conceito de comutação de circuitos ou label switch path (LSP), isola os serviços de backbone.

- **Escalabilidade:** o MPLS é de natureza peer-to-peer com flexibilidade para reconfigurar topologias, a adição de um novo ponto de rede não interfere na configuração dos restantes pontos da rede;
- **Flexibilidade:** o MPLS permite o acesso de diversos tipos de interfaces e protocolos da camada 2, o acesso a camada de serviço do MPLS pode ser via framerelay, E1, SDH, Xdsl, Metroethernet, GPRS, WIFI e WiMax;
- **Disponibilidade:** o backbone MPLS possui alta disponibilidade devido à facilidade de definir rotas alternativas de tráfego e do uso de aplicação de gerência de tráfego para provedores de serviço.

### 2.10.2. Serviços do MPLS

O principal serviço do MPLS é o serviço de VPN, que podem ser de topologia lógica full-mesh ou hub and Spoke, normalmente, o MPLS permite VPN's L3 e VPN's L2 (SANTOS, 2005).

## 2.11. Link dedicado

Também conhecido como **internet dedicada** ou **link full**, é um serviço oferecido por operadoras de telefonia, *data centers* e provedores que tem por obrigação entregar a velocidade contratada em *full duplex*, ou seja, a mesma velocidade de *download* e *upload*.

### 2.11.1. Vantagens de um serviço de *link* dedicado

- **Maior estabilidade e disponibilidade na conexão:** Um *link* dedicado tem menos chances de sofrer quedas e oscilações no sinal. As provedoras normalmente definem em contracto de serviço que essa conexão de internet deve ter um percentual de disponibilidade de 99,9% da banda contratada;
- **Confiabilidade e agilidade na solução de problemas:** No serviço de *link* dedicado, o monitoramento para evitar falhas de conexão é realizado pela operadora, que age activamente no caso de queda ou instabilidade. Esse serviço de monitoramento activo faz parte do contracto de um *link* dedicado, diminuindo os riscos.

- **Velocidade Simétrica e alta performance**

No *link* dedicado, as velocidades de download e *upload* são idênticas e não interferem uma na outra. Se sua empresa adquirir uma conexão dedicada de 100MB, você sempre receberá 100MB, tanto no *upload* quanto *download*, para fazer e receber chamadas, enviar e baixar arquivos de todos os tipos e tamanhos e fazer videoconferências com alta qualidade de vídeo e áudio, sem interrupções.

- **Segurança digital**

O *link* dedicado apresenta maior segurança por ter um endereço IP fixo, é possível ter um controle maior, implementando protocolos de autenticação, aplicações e serviços de segurança digital, como **firewall**, antivírus e criptografia.

No próprio firewall, a gestão de TI pode criar regras de acesso tanto externo quanto interno baseados no IP público da empresa, o que garante mais segurança tanto na navegação aos serviços externos quanto no acesso aos servidores internos;

- **Escalabilidade e flexibilidade:**

No *link* dedicado é possível personalizar a largura de banda de acordo com as suas necessidades. A consistência de sinal obtida com a velocidade simétrica de *upload* e *download*, além de impulsionar a produtividade, também permite utilizar serviços de *cloud computing* com muito mais economia.

## **CAPÍTULO III – LOCAL DE ESTAGIO**

### 3. Caso de Estudo

Segundo YIN (2001, p.27) “ o estudo de caso contribui, de forma inigualável, para a compreensão que temos dos fenómenos individuais, organizacionais, sociais e políticos” e permite “compreender fenómenos sociais complexos”.

#### 3.1. Local de Estágio

Neste capítulo descreve-se de forma sumarizada a entidade acolhedora do estágio, a MAHS, desenrolando os antecedentes históricos da empresa, explicando a origem e desenvolvimento ao longo dos anos, bem como a visão, missão e objectivos e, por fim, o estado actual em termos do organograma.

#### 3.2. Antecedentes Históricos

MAHS- *Mozambique Airport Handling Services*, Limitada é uma companhia criada em 2001, iniciou as suas actividades a 15 de Setembro de 2001. Os sócios fundadores foram as Linhas Aéreas de Moçambique (LAM) com sede em Maputo, Moçambique e a *Tri-M Handling Services, Limited*, com sede em *Port Lois*, na República das Maurícias.

A 3 de Dezembro de 2003 a estrutura societária foi alterada e passaram a ser sócios as Linhas Aéreas de Moçambique, *Plaisance Air Transport Services, Limited*, e os Aeroportos de Moçambique, E.P. A MAHS, no início operou nos Aeroportos Internacionais de Maputo e Beira, sendo que esta iniciou a actividade com 100 trabalhadores em ambas escalas. Durante esse período, a empresa assistia à apenas a três companhias aéreas, nomeadamente as Linhas Aéreas de Moçambique (LAM), a Transportes Aéreos de Portugal (TAP) e a *South African Airways* (SAA).



**Figura 2.20.** Logotipo da MAHS.

**Fonte:** MAHS(2022).

### **3.3. Missão, Visão e Princípios Ético-Profissionais**

A visão, a missão e os valores da MAHS são três elementos fundamentais e inter-relacionados que constituem uma referência na actuação da instituição.

#### **a) Missão**

Constitui missão da MAHS, oferecer um destacável serviço de qualidade na indústria de prestação de serviço de assistência em terra de transporte aéreo comercial regular e não regular, de acordo com os padrões de segurança da indústria e orientado para a plena satisfação dos nossos clientes com base na melhoria contínua das nossas operações.

#### **b) Visão**

É sua visão, ser uma empresa de referência a nível da indústria de prestação de serviço de assistência em terra do transporte aéreo comercial a nível nacional e internacional.

#### **c) Princípios Ético-Profissionais (Valores)**

Trabalhar em equipa com alto profissionalismo e espírito de entreatajuda; atendimento ao cliente com cortesia e eficiência; pontualidade e rigor no desempenho individual e colectivo; responsabilidade social.

### **3.4. Estado actual da MAHS**

A instituição conta hoje com mais de 400 funcionários distribuídos pela sede (Maputo) e as 3 restantes filiais. Com pessoal altamente treinado em matérias de segurança aeroportuária, manuseamento de carga perigosa, a MAHS opera dentro dos padrões de qualidade e segurança internacionalmente reconhecidos pela IATA e outras Autoridades Aeroportuárias.

A instituição está habilitada a prestar serviços nas áreas de Gestão de Terminais de passageiros e cargas nos aeroportos e outros serviços, para vôos regulares e irregulares. A operação na Placa é executada com recurso a equipamentos modernos de *Ground Support*<sup>4</sup>. Actualmente assiste a 5 companhias aéreas nomeadamente: Linhas Aéreas de Moçambique (LAM); Transportes Aéreos de Portugal (TAP); Transportes Aéreos Angolano (TAAG); QATAR Airways (QR), *Ethiopian Airlines* (ET).

---

<sup>4</sup> Operação em terra entre os voos enquanto a aeronave está estacionada no *stand*, em um hangar ou em uma área remota.

### 3.5. Organograma da MAHS

A figura ilustra o organograma da MAHS, onde se pode encontrar a organização da empresa e o mesmo permite analisar a estrutura da organização apresentada e obedece à uma função informativa, ao oferecer dados sobre as características gerais da organização de modo a explicitar as relações hierárquicas e as competências vigentes.

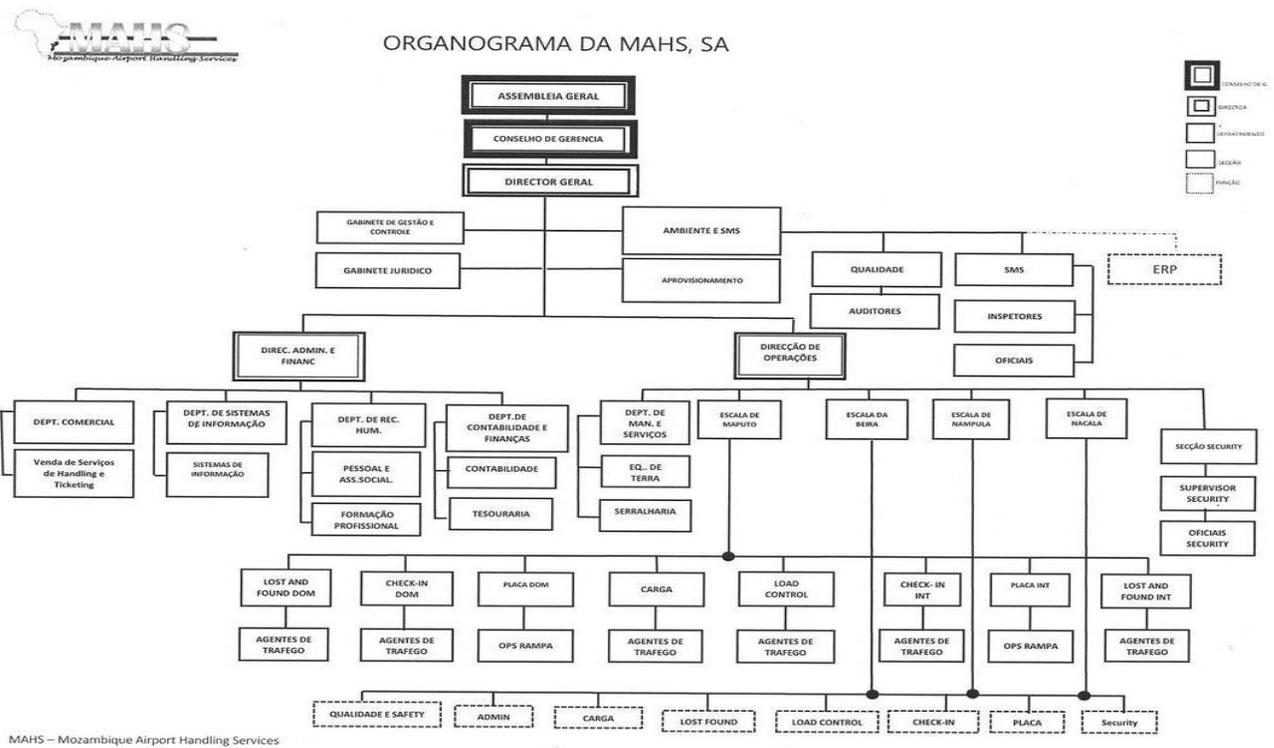


Figura 21: Organograma da MAHS

Fonte: MAHS(2022).

### 3.6. Descrição das actividades desenvolvidas no local de estágio

Neste subcapítulo encontram-se listadas as actividades realizadas durante o período de estágio, estas actividades serviram para consolidar os conhecimentos adquiridos durante o curso de Engenharia Informática.

- Administração e activação de contas de usuários no active directory;

- Assistência técnica aos usuários (Help Desk);
- Configuração de antenas para comunicação via rádio;
- Bloqueio de *sites* no local host;
- Assistência com aplicações da Microsoft Office;
- Instalação e configuração de impressoras;
- Instalação e configuração de telefone PBX na rede;
- Instalação e configuração de sistema CCTV;
- Instalação e configuração de sistema de acesso biométrico;
- Activação de pontos de rede;
- Assistência aos usuários com o sistema Primavera;
- Assistência aos usuários com o sistema IDonTime;
- Assistência aos usuários com o sistema CUTE;
- Organização da rede (cablagem) dos gabinetes;

### **3.7. Descrição do funcionamento actual da rede de computadores da MAHS**

A MAHS possui escritório sede em Maputo e filiais no aeroporto da Beira, Nampula e Nacala.

Na sede, possui uma sala de servidores no edifício da Administração, onde estão alocados os servidores, *Switches*, *Routers* alojados em um Bastidor de 12u.

O sinal de Internet chega a rede por meio de 02 provedores, dos quais, um chega a rede via Radio, passa por um *router* de borda e segue para um firewall por onde ocorre o filtro dos pacotes e por fim é conectado a um Switch *Layer 3* que por sua vez, segmenta o sinal para os *Switches* dos edifícios da Administração, Manutenção e Terminal de cargas.

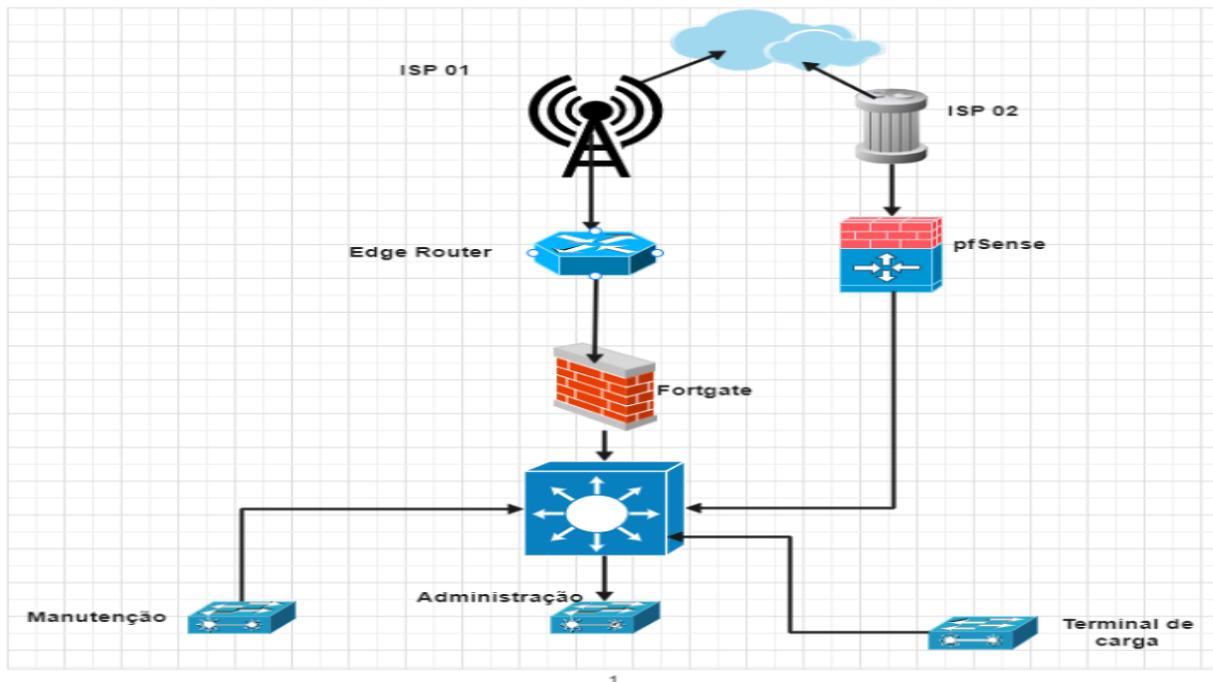
O sinal do segundo provedor chega a rede via fibra óptica, conecta-se a um firewall PFSense e depois passa pelo Switch *Layer 3* por onde é segmentado para os *Switches* dos edifícios da Administração, Manutenção e Terminal de cargas.

Nas filiais, a topologia é similar e a MAHS trabalha com um provedor de internet, que usa conexão DSL, o sinal chega a rede através de um Modem DSL que liga a uma porta Gigabit do router da Mikrotik RB750G, passa por um firewall PFSense até ao switch do edifício da

Administração. O sinal chega ao terminal de cargas via Radio, com conexão no modo Bridge.

A MAHS, possui 6 servidores dos quais seguem:

- **Active Directory (AD):** responsável pela gestão de contas de usuários, computadores e políticas GPO;
- **Domain Name Server (DNS):** Converte os nomes de domínios em endereços IP;
- **Dinamic Host Configuration Protocol (DHCP):** atribui endereços IP de forma dinâmica;
- **File Server:** Armazena os arquivos da empresa;
- **Primavera:** É um software de gestão usado pela Direcção Administrativa e Financeira;
- **IDonTime:** É um software de gestão de controlo de assiduidade, usado pelo departamento de recursos humanos.



*Figura 22: topologia actual na matriz*

Fonte: Autor

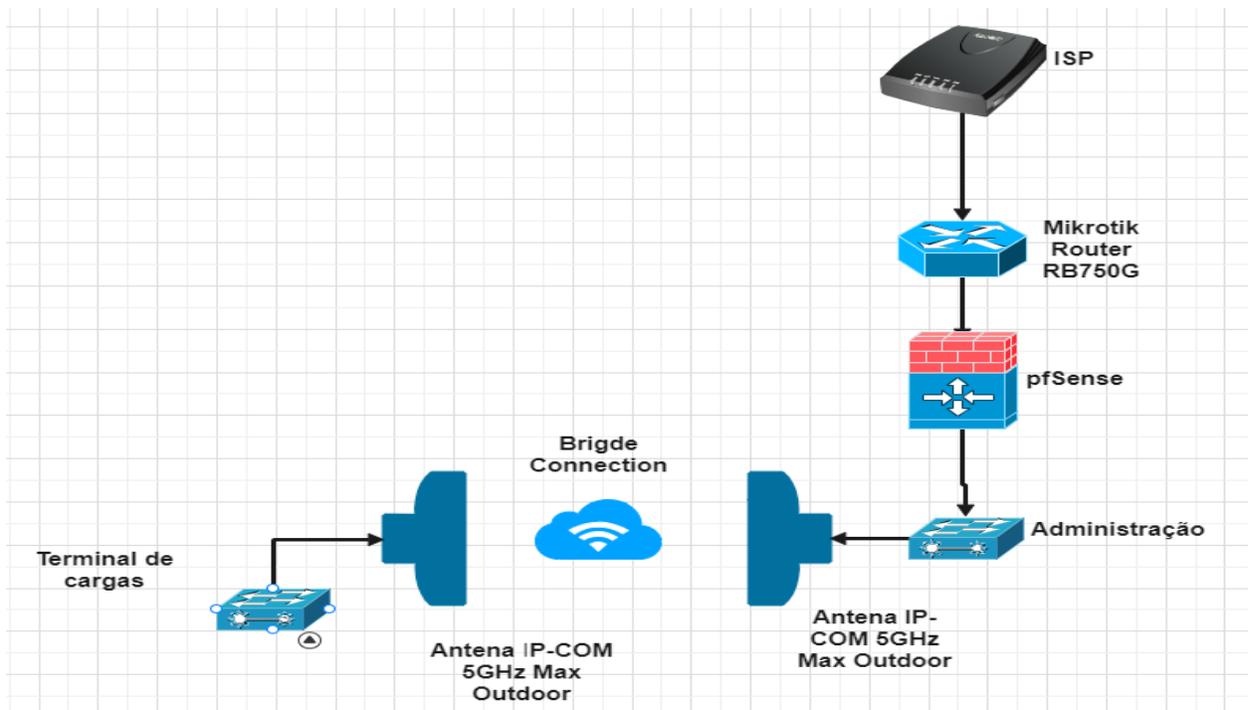


Figura 23: Topologia actual das filiais (Beira, Nampula e Nacala)

Fonte: Autor

### 3.8. Constrangimento da infra-estrutura actual de redes de computadores da MAHS

- Alto custo devido a utilização de telefonia fixa e móvel para comunicação entre os colaboradores internos, é necessária a atribuição de celulares com contracto para comunicação;
- Morosidade no acesso a informação e partilha de informação/recursos internos devido a ausência de comunicação entre filiais (Beira, Nampula e Nacala) com a Sede (Maputo);
- Interoperabilidade de uso de serviços de rede de computadores como o sistema IDonTime para o controlo de assiduidade e o sistema Primavera para o processamento de dados comerciais e financeiros da MAHS nas filiais;
- Redundância de actividades realizadas pelo gestor da rede de computadores;
- Dados sensíveis da empresa a serem partilhados através da internet sem criptografia há exposição aos perigos decorrentes do espaço cibernético.

### 3.9. Possíveis soluções

Nesta secção faz-se o levantamento das possíveis soluções para se ultrapassar os constrangimentos levantados na situação actual que advém da falta de interligação das redes de computadores da MAHS.

No quadro comparativo abaixo, estão listadas as vantagens e desvantagens das propostas em relação a disponibilidade, escalabilidade, custo e segurança das tecnologias propostas para solucionar o problema.

Proposta de solução	Vantagem	Desvantagem
Uso de Link dedicado	<ul style="list-style-type: none"><li>• Oscilação mínima do link;</li><li>• Assistência técnica especializada com níveis de SLAs;</li><li>• Segurança;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Custo elevado;</li><li>• Exige acção dos profissionais do ISP;</li></ul>
Uso da tecnologia MPLS	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menor sobrecarga da rede, devido ao processamento distribuído nas bordas da rede;</li><li>• Segurança, menos vulnerável a ataques uma vez que o hacker precisa de acesso físico a rede para interceptar a comunicação.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Exige que todos os pontos de conexão estejam na mesma infra-estrutura do provedor;</li><li>• Exige acção dos profissionais do ISP;</li><li>• Custo elevado;</li></ul>

Criação de um túnel VPN (Site-to-Site)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Segurança:</b> os pacotes trafegam num túnel de maneira criptografada;</li> <li>• Baixo custo de implementação;</li> <li>• Maior escalabilidade e flexibilidade da rede;</li> <li>• Pode ser configurado pelos profissionais de TI da empresa;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidade inferior devido ao uso de criptografia;</li> <li>• A conexão depende da internet;</li> <li>• Necessita de largura de banda alta para garantir boa performance;</li> </ul>
--	---	---

*Tabela 1: Possíveis soluções*

*Fonte: Autor*

### **3.10. Proposta de solução**

Avaliadas as soluções apresentados na tabela 02, recomenda-se a interligação da Matriz às filiais através do uso de **VPN Site-To-Site** pois enquadra-se melhor com as necessidades em relação aos requisitos da rede da empresa e são garantidos aspectos de performance, escalabilidade, segurança e simplicidade.

Esta proposta tem um custo de implementação reduzido para a empresa uma vez que apenas precisa de configurar o serviço de VPN nos Routers da Mikrotik que já fazem parte do equipamento de rede da empresa e usa a internet para unir os *gateways* e *hosts*, também mostra-se favorável a perspectiva de crescimento e expansão da MAHS para outros aeroportos, na medida em que permite maior escalabilidade e flexibilidade da rede de computadores.

## **CAPÍTULO IV – PROPOSTA DE SOLUÇÃO**

## 4. Proposta de Solução

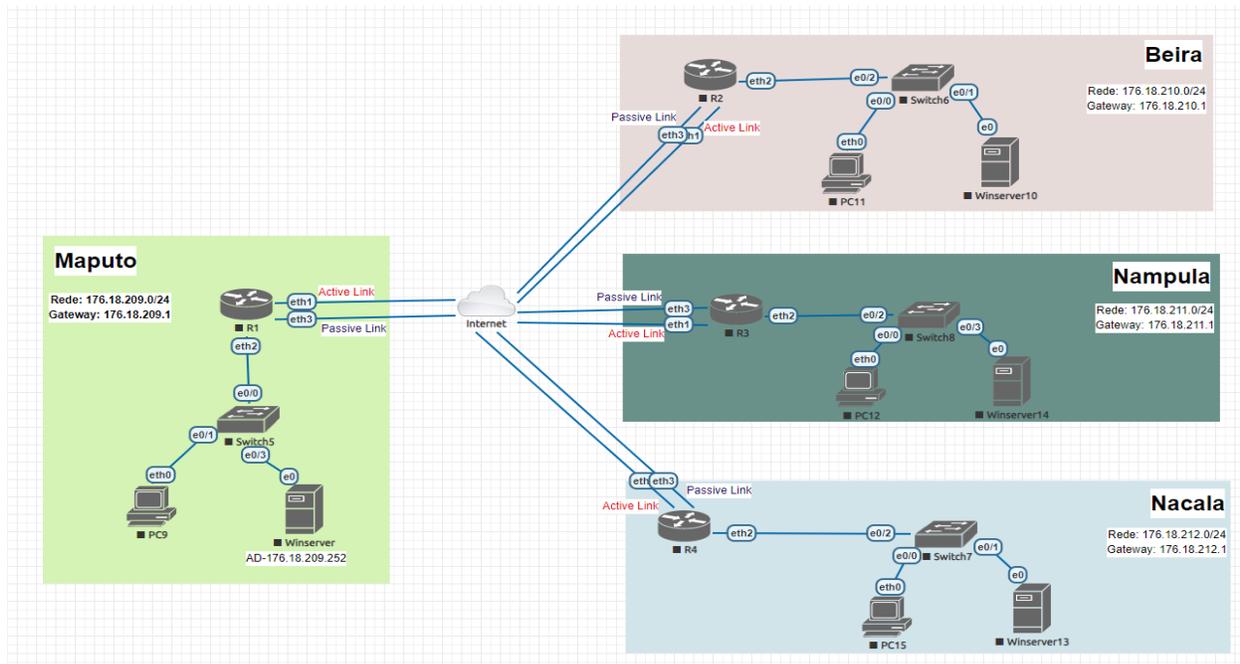
Neste capítulo, serão apresentadas as vantagens da proposta de solução e a proposta da topologia da rede de computadores da MAHS.

### 4.1. Vantagens da Proposta de Solução

As VPN Site-to-Site garantem segurança, disponibilidade, escalabilidade e baixo custo de implementação.

- **Segurança:** a VPN usa protocolos de tunelamento para tráfego de pacotes criptografados;
- **Custo:** um serviço de VPN é um investimento muito menor do que o MPLS e Link dedicado, já que pode ser implementado em qualquer rede e sem necessidade de equipamentos adicionais.
- **Simplicidade:** a VPN pode ser implementada pelos próprios colaboradores da empresa;
- **Escalabilidade:** Facilidade de adicionar mais pontos a rede de computadores.

## 4.2. Proposta da topologia da rede de computadores da MAHS usando VPN Site-to-Site



Para o funcionamento desta arquitectura, necessita-se de 04 routers nas bordas e uma conexão a internet, em Maputo precisa-se de um router Mikrotik com 08 portas ethernet das quais, serão configurado 01 Link activo e 01 link passivo para as delegações, nas portas ethernet do router da Sede, configura-se o protocolo L2TP Server com IPSEC e nas portas ethernet das delegações configura-se o protocolo L2TP Client com IPSEC para fechar o túnel, do lado do servidor é necessário que haja um IP publico.

Com esta configuração, os hosts das delegações conseguem se comunicar com os hosts da Sede, assim sendo, estarão no mesmo domínio e sobre as mesmas politicas GPO (Group Policy Object).

Está interligação irá digitalizar o processo de gestão de assiduidade através de instalação de um dispositivo de marcação de ponto nas delegações, dinamizar o processo de facturação, uma vez que, a facturação poderá ser feita localmente no sistema Primavera que irá sincronizar com o servidor de Maputo, a comunicação interna, poderá ser realizada via VOIP, uma vez que poderão se conectar a central localizada em Maputo.

## **V – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

## **5. Conclusões e recomendações**

### **5.1. Conclusões**

Este relatório é o culminar de um percurso de muito trabalho, mas também de muita aprendizagem, onde foram sintetizadas de forma clara as tarefas realizadas ao longo de três meses de estágio e articuladas com os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo da licenciatura em engenharia informática.

O objectivo geral consistia em propor um mecanismo para a interligação das redes de computadores da MAHS, que foi alcançado através da compreensão do funcionamento da rede de computadores da empresa, percepção dos problemas causados pela forma como a rede de computadores funcionava. Foi identificado o problema de falta de interoperabilidade entre a matriz e as filiais na rede de computadores da MAHS. Sendo assim, foi possível apresentar um mecanismo para a interligação das redes de computadores da matriz às filiais da MAHS que melhor se enquadra a empresa, tendo em consideração o factor custo e complexidade de implementação da proposta.

As disciplinas leccionadas no curso de engenharia informática na UEM revelaram ser de vital importância para execução deste estágio, em particular as disciplinas de Redes de Computadores, Engenharia de Software, Sistemas Operativos e a disciplina de Administração e Segurança de Sistemas de Computadores.

A interligação das redes de computadores da MAHS por meio de uma VPN Site-to-Site, torna-se muito oportuna numa era em que as empresas convergem para um ambiente de negócio cada vez mais conectado a Internet, devido ao alto nível de segurança que a solução apresenta, simplicidade, escalabilidade e custo de implementação relativamente baixo.

Este trabalho não só terá impacto no funcionamento da organização, nas tarefas dos colaboradores da MAHS, também poderá servir de ponto de partida para empresas, instituições sem fins lucrativos com filiais ou necessidade de se conectarem a rede de computadores remotamente, usarem como referência (suporte).

Os objectivos que definiram o desenvolvimento do estágio foram cumpridos na generalidade, tendo sido implementada uma rede que permite a comunicação entre os nós

da Matriz com as filiais da MAHS e que permite a partilha de recursos, informação e gestão dos equipamentos a partir de qualquer ponto na infra-estrutura da organização.

## **5.2. Recomendações**

A conexão a internet é instável, pelo que, para o melhor funcionamento da rede de computadores com solução de conexão VPN, recomenda-se o uso de uma conexão a internet com boa largura de banda (taxa de transferência) do lado do servidor e do cliente.

Para o bom funcionamento da topologia de rede proposta, recomenda-se a MAHS o incremento da largura de banda nas delegações e a capacitação dos técnicos informáticos internos no uso de dispositivos da Mikrotik com suporte a conexões VPN.

No ambiente académico, pode se considerar vantagem o uso de ferramentas que emulem laboratórios de redes de computadores de outros fabricantes para além da CISCO para familiarizar os estudantes a ambientes de rede de computadores diversificados.

## **CAPÍTULO VI – BIBLIOGRAFIA**

## 6. BIBLIOGRAFIA

### 6.1. Referências Bibliográficas

1. Tanenbaum AS, Wetherall DJ. *Computer Networks*. 5th ed. Prentice Hall Press; 2010.
2. Gouveia J, Magalhães A. *Redes de Computadores*. 10th ed. (FCA, ed.). FCA (BRASIL); 2013.
3. Roger V. Rede de computadores – Monolito Nimbus. Published August 7, 2014. Accessed May 18, 2022. <https://www.monolitonimbus.com.br/rede-de-computadores/>
4. Kurose JF, Ross K, eds. *Redes de Computadores e a Internet Uma Abordagem Top-Down*. 6ª. Pearson Education; 2013.
5. TP-Link. 300Mbps Wi-Fi Range Extender. Published 2022. Accessed May 19, 2022. <https://www.tp-link.com/baltic/home-networking/range-extender/tl-wa850re/>
6. Kizza JM. Cryptography. In: *Computer Network Security*. ; 2015:225-248. doi:10.1007/978-1-4471-6654-2\_11
7. Wikipédia. Concentrador. Published 2022. Accessed May 18, 2022. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Concentrador>
8. COMER DE. *Computer Networks and Internets*. Vol 36. 6th ed. Pearson Education; 2015.
9. Wikipedia. Network switch. Published 2022. Accessed May 19, 2022. [https://en.wikipedia.org/wiki/Network\\_switch](https://en.wikipedia.org/wiki/Network_switch)
10. Cisco. Routers - Cisco. Published March 5, 2022. Accessed May 20, 2022. <https://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/index.html>
11. Cole E. *Network Security Bible*.; 2011.

12. Wikipedia, Bradesco F. Computador. Computador. Published 2022. Accessed May 22, 2022. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Computador>
13. Whitman ME, Mattord HJ. Principles of Information Security Fourth Edition. *Learning*. Published online 2011:269, 289.
14. Fortinet. FortiGate ® 900D. Published online 2021:1-6.
15. Kurose JF, Ross KW. *Computer Networking: A Top-down Approach*. 6th ed. Pearson Education; 2013. doi:10.1109/C-M.1970.216702
16. Wikipédia. Cluster. Published September 29, 2020. Accessed May 18, 2022. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Cluster>
17. Technologies A. Metropolitan Area Network, Wide Area Network, Local Area Network. Published 2020. Accessed May 18, 2022. <https://www.apposite-tech.com/blog/whats-difference-metropolitan-area-network%02man-wide-area-network-wan/>