



INSTITUTO
SUPERIOR
DE ANGOLA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE UMA REDE MAN SEGURA.
ESTUDO DE CASO: COMPLEXO ESCOLAR SANTA CONCEIÇÃO
CAC Nº 146 I E II CICLO NO MUNICÍPIO DE CACUACO NA
PROVÍNCIA DE LUANDA NO I SEMESTRE DO ANO LECTIVO
2024/2025

Autor: Lussevakueno André Francisco Mendes

Orientador: Gil da Conceição Manuel Campos, MsC

Icolo e Bengo, 2025

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA**

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE UMA REDE MAN SEGURA.
ESTUDO DE CASO: COMPLEXO ESCOLAR SANTA CONCEIÇÃO
CAC Nº 146 I E II CICLO NO MUNICÍPIO DE CACUACO NA
PROVÍNCIA DE LUANDA NO I SEMESTRE DO ANO LECTIVO
2024/2025**

Trabalho de Fim de Curso apresentado ao Instituto Superior de Angola, como requisito para obtenção do Grau de Licenciatura em Engenharia Informática, sob orientação do Professor Gil da Conceição Manuel Campos, MsC.

Autor: Lussevakueno André Francisco Mendes

Orientador: Gil da Conceição Manuel Campos, MsC

Icolo e Bengo, 2025

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

FOLHA DE APROVAÇÃO

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE UMA REDE MAN SEGURA.
ESTUDO DE CASO: COMPLEXO ESCOLAR SANTA CONCEIÇÃO
CAC Nº 146 I E II CICLO NO MUNICÍPIO DE CACUACO NA
PROVÍNCIA DE LUANDA NO I SEMESTRE DO ANO LECTIVO
2024/2025

O júri:

Presidente: _____

1º vogal: _____

2º vogal: _____

Secretário (a): _____

Classificação _____

Data da defesa _____ / _____ / _____

DEDICATÓRIA

À minha querida, Delfina Francisco Bambi, pelo amor, encorajamento durante todo o percurso académico.

AGRADECIMENTOS

À Deus todo-poderoso, pela saúde, vida e pela proteção que me concedeu durante o percurso da elaboração do Trabalho de Fim de Curso.

Aos meus pais, Armando Bassa e Delfina Francisco Bambi, aos meus irmãos Engracia Bambi, António Bambi, Antónia Mendes, Angélica Maria Luvualo, Horlando Bassa, Domingos Bassa e Angelina Bassa, pelo amor incondicional.

Aos meu querido orientador professor Gil da Conceição Manuel Campos, pela força que deu para que esse projeto fosse uma realização e pela sua dedicação e paciência que teve em me orientar.

Ao Instituto Superior de Angola (ISA), que tornou possível a minha formação no grau de licenciatura num conjunto da direcção e a coordenação da mesma.

Aos meus colegas, amigos, vizinhos e todos aqueles que me apoiaram directa ou indirectamente durante a trajectória académica.

EPÍGRAFE

Rede é um conjunto de computadores autônomos interconectados por uma única tecnologia.

(Tanenbaum (2003))

RESUMO

O trabalho aborda sobre “proposta de implementação da rede man segura no Complexo Escolar Santa Conceição Cac nº 146 I e II Ciclo no Município de Cacuaco na Província de Luanda no I Semestre do ano lectivo 2024/2025” e elaborou-se a seguinte pergunta de partida: De que forma a proposta de implementação da rede man segura poderá ajudar a instituição em salvaguardar informações e recursos no Complexo Escolar Santa Conceição Cac nº 146 I e II Ciclo no Município de Cacuaco na Província de Luanda no I Semestre do ano lectivo 2024/2025? Formulou-se as seguintes hipóteses: H1: Fazer uma análise do que será necessário para implementação da rede man segura no Complexo Escolar Santa Conceição; H2: A implementação da rede man segura pode ajudar na dessiminação da informação no Complexo Escolar Santa Conceição; H3: A implementação da rede man segura através do simulador Cisco Pack trace permite precaver as falhas subsequente e utilizou-se os seguintes objectivos: Objectivo geral apresentar a proposta de implementação de uma rede man segura no Complexo Escolar Santa Conceição Cac nº 146 e os específicos: Analisar os requisitos funcionais e não funcionais da rede man segura implementado no Complexo Escolar Santa Conceição; desenhar a estrutura lógica do sistema da rede man segura do Complexo Escolar Santa Conceição; elaborar as fases da execução da configuração do sistema da rede man segura através da ferramenta Pctrace; propor a implementação de rede man segura através do simulador Cisco Pctrace. Assim, as hipóteses respondem a pesquisa.

Palavras - Chaves: Implementação, Rede e Man Segura

ABSTRACT

The work approaches on "proposal of implementation of the net man holds in the School Compound Santa Conceição Cac n° 146 I and II Cycle in the Municipal district of Cacuaco in the Province of Luanda in the I Semester of the year lectivo 2024/2025" and the following departure question was elaborated: That it forms the proposal of implementation of the net man holds can help the institution in safeguarding information and resources in the School Compound Santa Conceição Cac n° 146 I and II Cycle in the Municipal district of Cacuaco in the Province of Luanda in the I Semester of the year lectivo 2024/2025? was it formulated the following hypotheses: H1: To do an analysis of what will be necessary for implementation of the net man holds in the School Compound Santa Conceição; H2: The implementation of the net man holds can help in the dessimination of the information in the School Compound Santa Conceição; H3: The implementation of the net man holds through the simulator Cisco Pack draws allows to guard against the subsequent flaws and it was used the following objectives: General objective to present the proposal of implementation of a net man it holds in the School Compound Santa Conceição Cac n° 146 and the specific ones: To analyze the functional requirements and you don't work of the net man holds implemented in the School Compound Santa Conceição; to draw the logical structure of the system of the net man holds of the School Compound Santa Conceição; to elaborate them does of the execution of the configuration of the system of the net man holds through the tool Pactrace; to propose the implementation of net man hold through the simulator Cisco Pactrace. Like this, the hypotheses answer the research.

Words - Key: Implementation, Net and Man Holds

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AI - Artificial Intelligence – Inteligência Artificial

AI - Artificial Intelligence – Inteligência Artificial

AMD - Advanced Micro Devices, Inc. – Micro Dispositivos Avançados

AMD - Advanced Micro Devices, Inc. – Micro Dispositivos Avançados

ARPANET - Advanced Research Projects Agency NETwork – Rede de Agências para Projectos de Pesquisas Avançadas

ARPANET - Advanced Research Projects Agency NETwork – Rede de Agências para Projectos de Pesquisas Avançadas

AT - Advanced Technology – Tecnologia Avançada

AT - Advanced Technology – Tecnologia Avançada

Boot - Boot – Pontapé de Partida

FAT - File Allocation Table – Tabela de Alocação de Arquivos

FDD - Floppy Disk Drive – Unidade de Disquete

GUI - Graphical User Interface – Interface Gráfica do Usuário

HTML - Hyper Text Markup Language – Linguagem de Marcação de Hipertexto

LAN - Local Área Network – Rede Local

MAN - Metropolitan Area Network – Rede de Área Metropolitana

OSI - Open Systems Interconnection – Interconexão de Sistemas Abertos

PAN - Personal Area Network – Rede de Área Pessoal

PC - Personal Computer – Computador Pessoal

PDF - Portable Document Format – Formato de Documento Portátil

PHP - Personal Home Page – Página Inicial Pessoal

RAM - Random Access Memory – Memória de Acesso Aleatório

TCP/IP TCP -Transmission Control Protocol – Protocolo de Controle de Transmissão

WAN - Wide Area Network – Rede de Longa Distância

WWW - World Wide Web – Rede de Alcance Mundial

LISTA DE FIGURAS

Figura nº1: Rede Metropolitana	10
Figura nº 2: Conexão Man	12
Figura nº 3: Repetidores	20
Figura nº 4: Switches Modernos	22
Figura nº 5: Estrutura duma man Interconectada de várias maneiras	23
Figura nº 6: Cabos pares trançados blindados e sem blindagem	24
Figura nº 7: Cabos Coaxial blindados.....	24
Figura nº 8: Cabos Fibra óticas A fibra óptica	25
Figura nº 9: Cabos Fibra óticas Monomodo e multimodo	26
Figura nº 10: Sistema de transmissão de dados	27
Figura nº 11: Visão geral das redes metropolitanas ilustrando suas conexões e diversidades de atendimentos	28
Figura nº 12: Rede Man com diversos cenários de aplicações	32
Figura nº13: Sistema de transmissão WDM genérico	34
Figura nº14: Alocação de canais CWDM e DWDM	35
Figura 15: Evolução nos padrões e tecnologias para as redes de transporte.....	37
Figura nº16: Algumas opções de mapeamento e multiplexação	39
Figura nº 17: Comparação entre etapas para identificação de falha ou degradação com e sem gerência OAM OTN	40
Figura nº 18: Conexão Gigabit Ethernet ou 10 Gigabit Ethernet entre nós C e E com transporte feito diretamente sobre OTN	41
Figura 19: Sistema WDM com conexão (lambda) dedicada para cada atendimento.....	42
Figura nº 20: Configuração da rede	53

Figura nº 21: Configuração da rede 2	54
Figura nº 22: Configuração da rede 2	54
Figura nº 23: Ligação das redes através do router 1841	55
Figura nº 24: Ligação das redes através do router 1841.....	55
Figura nº 25: Comunicação das redes	56
Figura nº 26: Configuração do serviço access Point	57
Figura nº 27: Configuração da placa para o serviço access Point.....	58

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO I: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	4
1.1. Definições dos termos e Conceitos.....	4
1.2. História das redes de computadores.....	5
1.3. Redes de computadores.....	8
1.3.1. Redes Metropolitanas.....	9
1.3.2. Redes Metropolitanas.....	9
1.3.3. Redes Metropolitanas.....	9
1.4. Classificação das redes.....	10
1.4.1. LAN.....	11
1.4.2. MAN.....	11
1.4.3. WAN.....	11
1.5. Rede de MAN.....	11
1.6. Conceito de Rede MAN.....	12
1.7. Funcionamento de uma rede metropolitana.....	13
1.8. Tipos de switches e roteadores usados em MAN.....	15
1.8.1. Switch - Concentrador Gerenciável.....	16
1.9. Roteador.....	17
1.10. Aplicações de uma Metropolitan Area Network.....	18
1.10. 1. Hardware.....	19
1.10. 2. Repetidores.....	20
1.10.3. Hubs.....	20
1.10.4. Bridges e Switches.....	21
1.10.5. Ponte.....	22
1.10.6. Meios de transmissão guiados.....	23
1.10.6.1. Cabos de Pares Trançado.....	23
1.10.6.2. Cabo Coaxial o cabo coaxial.....	24
1.10.6.3. Fibra óticas A fibra ótica.....	25
1.10.7. Telefonia.....	26
1.10.7.1. Transmissão de dados.....	27
1.10.8. Aspectos a ter em conta em Redes Metropolitanas.....	28

1.10.8.1. Levantamento de Capacidade Requerida pela Rede Metropolitana.....	29
1.11. Banda larga FTTX utilizando rede GPON.....	29
1.11.2. Conexão para grandes clientes corporativos, SAN (Storage Area Network), conexão com outras operadoras e carriers e backhauling celular.....	30
1.11.3. Opções Tecnológicas.....	32
1.11.4. OTN.....	36
1.11.5. Descrição da OTN.....	37
1.11.6. Multiplexação e Mapeamento.....	38
1.11.7. Operação, Administração e Gerenciamento (OAM)	39
1.11.7.1. Gerenciamento Individualizado de Cada Comprimento de Onda.....	40
1.11.8. Tipos de conexões WAN.....	42
1.11.9. Qual a utilidade da WAN?	43
1.11.9.1. Segurança WAN.....	43
1.11.9.2 Otimização de WAN.....	43
CAPÍTULO II: METODOLOGIA DE PESQUISA.....	46
2.1. Tipo de pesquisa.....	46
2.2. Modelos de abordagem.....	46
2.3. Nível de estruturação de métodos.....	46
2. 4 Técnicas de recolha de dados.....	47
2.5. Instrumentos e procedimentos.....	47
3.6. População e amostra.....	47
4.7. Dificuldades encontradas.....	48
CAPÍTULO III: DISCUSSÃO E RESULTADOS.....	49
3.1. Apresentação e interpretação dos resultados.....	49
3.2. Discussão dos resultados.....	51
3.3. Proposta dos materiais por se comprar.....	51
3.4. Orçamento.....	52
3.5. As fases de configuração da rede.....	53
3.6. Diagrama Lógico da Rede.....	59
CONCLUSÃO.....	61
SUGESTÕES.....	62
REFERÊNCIAS BIBLOGRÁFICAS.....	63
APENDICES	
ANEXOS	

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como tema proposta de implementação de uma rede man segura. Estudo de caso: Complexo Escolar Santa Conceição Cac nº 146 I e II Ciclo no Município de Cacuaco na Província de Luanda no I Semestre do ano lectivo 2024/2025.

Actualmente as empresas grandes e pequenas, que actuam no ciberespaço tem a preocupação, salvaguardar as informações, dados, e recursos de rede, pois estes itens fazem parte da vida da empresa, e que de certa maneira contribuem pelo bem-estar da empresa e das pessoas em particular. Partindo deste argumento há um grande investimento em requisitos de segurança da infraestrutura de modo fazer face as constantes tentativas de invasões por parte dos piratas informáticos.

Ora procuramos a partir deste trabalho de pesquisa, apresentar uma abordagem clara e objectiva dos principais temas quando se fala de proteção e implementação duma infraestrutura de Rede Metropolitana, que de facto hoje em dia é um desafio grande em função dos pressupostos maliciosos dos hackers e alguns malware que acabam por disseminar pragas nas infraestuturas de rede de computadores. Deixando as redes mais obsoletas e vulneráveis a constantes ataques dos mesmos.

A implementação duma rede man constitui uma grande preocupação do Complexo Escolar Santa Conceição Cac nº 146 I e II, dado o tamanho do investimento e do tamanho do fluxo de dados e informação circulada na rede. Todavia uma abordagem dos requisitos actuais de segurança serão enfatizados no presente trabalho bem como as diferentes maneiras de segurar uma rede de computadores usando alguns servidores e a certos sistemas de recuperação da informação.

Uma infraestrutura de rede deve savaguardar as informações de forma eficiente e segura por formas evitar a vulnerabilidade dos dados e informação. Portanto em função deste argumento surge então a nossa pergunta de partida:

- **De que forma a proposta de implementação de uma rede man segura poderá ajudar a instituição em salvaguardar informações e recursos no Complexo Escolar Santa Conceição Cac nº 146 I e II Ciclo no Município**

de Cacuo na Província de Luanda no I Semestre do ano lectivo 2024/2025?

Hipóteses

O presente trabalho formulou-se as seguintes hipóteses:

H1: Fazer uma análise do que será necessário para implementação da rede man segura no Complexo Escolar Santa Conceição;

H2: A implemetação da rede man segura pode ajudar na dessiminação da informação no Complexo Escolar Santa Conceição;

H3: A implemetação da rede man segura através do simulador Cisco Pack trace permite precaver as falhas subsequente.

Objectivos do estudo

Geral

- Apresentar a proposta de implementação de uma rede man segura no Complexo Escolar Santa Conceição Cac nº 146 I e II Ciclo no Município de Cacuo na Província de Luanda no I Semestre do ano lectivo 2024/2025.

Específicos

- Analisar os requisitos funcionais e não funcionais da rede man segura implementado no Complexo Escolar Santa Conceição Cac nº 146;
- Desenhar a estrutura lógica do sistema da rede man segura no Complexo Escolar Santa Conceição Cac nº 146;
- Elaborar as fazes da execução da configuração do sistema da rede man segura através da ferramenta Pactrace;
- Propor a implementação da rede man segura através do simulador Cisco Pactrace.

Delimitação e limitação de estudo

a) Delimitação

O estudo delimitou-se no Complexo Escolar Santa Conceição Cac nº 146 I e II Ciclo no Município de Cacuo na Província de Luanda. Esta temática realizou-se no espaço temporal do I Semestre do ano lectivo 2024/2025.

b) Limitação

O trabalho limitou-se na implementação da rede man segura e com os seguintes intervenientes: Director geral, Sub-director pedagógico, Sub-director Administrativo, Professores e outros funcionários da instituição.

Justificativa

Escolheu-se abordar o tema proposta de implementação de uma rede man segura no intuito de dar resposta na questão que tem a ver com a segurança das redes. Nos dias actuais são indispensáveis para nossas instituições. Apesar de atrair a atenção de usuários em todo o mundo, as redes ainda não atingiram a dimensão equivalente a seus atrativos, principalmente devido aos problemas de segurança apresentados pelo padrão.

Desenvolvendo a proposta de implementação de uma rede man para o Complexo Escolar Santa Conceição Cac nº 146, permitiu fazer consultas de polo em polo, e que de certa maneira vai dinamizar o processo de comunicação de um ponto a outro de forma fácil e segura.

Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em três capítulos:

No capítulo I. Fundamentação teórica, onde abordamos as definições de termos e conceitos de autores que sustentam a temática em estudo;

No capítulo II. Metodologia de pesquisa, onde aplicamos os métodos, técnicas que se usou para a elaboração da pesquisa;

No capítulo III. Discussão e resultados;

Conclusões;

Sugestões;

Referências bibliográficas.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1. Definições de termos e conceitos

1.1.1. Implementação

Na visão de Oliveira, (2004), define implementação como acção ou efeito de implementar; ato de colocar em execução ou em prática; realização, efetivação ou execução de um projecto, uma tarefa etc: a implementação do projeto deverá demorar alguns meses.

Implementação é o esforço de edificar um determinado projecto onde envolve uma pratica continua em um horizonte temporal com a finalidade de apresentar um resultado plausível e efetivamente funcional segundo (Pinheiro (2003).

1.1.2. Rede

Na perspectiva de Tanenbaum (2003), define rede como um conjunto de computadores autônomos interconectados por uma única tecnologia.

Em computação, uma rede (geralmente uma rede de computadores ou computadores de rede) é compreendida para ser a interligação de um certo número de computadores (ou redes, por sua vez) através de dispositivos com fio ou sem fio que, por meio de impulsos eléctricos, ondas electromagnéticas ou outros meios físicos, permitem que eles enviem e recebam informações em pacotes de dados , compartilhem seus recursos e atuem como um todo organizado. (Slavin, 2015).

Segundo Tanenbaum, (2011), uma organização cria redes de computadores para deixar todos os programas, equipamentos e, especialmente dados ao alcance de todas as pessoas na rede, independentemente da localização física do recurso ou do usuário. Um é um grupo de funcionários de um escritório que compartilham uma impressora comum. Nenhum dos indivíduos realmente necessita de uma impressora privativa, e uma impressora de grande capacidade conectada em rede muitas vezes é mais econômica, mais rápida e de manutenção mais fácil que um grande conjunto de impressoras individuais.

Redes de computadores é o conjunto de computadores interligados e interconectados com a finalidade de partilhar recursos e informação.

1.1.3. Man segura

Para Wrightson, (2014), Man é a sigla de Metropolitan Area Network, que pode ser traduzida como rede de área metropolitana. Esse tipo de malha de comunicação geralmente cobre a área geográfica de uma cidade ou região metropolitana, é maior que uma LAN (Local Area Network), mas menor do que uma WAN (Wide Area Network). Atualmente qualquer rede de comunicação que cobre uma grande área geográfica pode ser considerada uma MAN, seja ela a infraestrutura de comunicação de uma grande empresa, um bairro ou mesmo de uma cidade.

Segundo Tanenbaum, (2011), nas redes o importante é compartilhar recursos físicos, como impressoras e unidades de fita, seja compartilhar informações. Segundo toda empresa, grande ou pequena, tem uma dependência vital de informações computadorizadas. A maioria das empresas tem registros de clientes, informações de produtos, estoques, extratos financeiros, informações sobre impostos e muitas outras informações on-line. Hoje, até mesmo uma pequena agência de viagens ou uma empresa jurídica com três pessoas depende instantaneamente de redes de computadores para permitir a seus funcionários acessar informações e documentos relevantes de forma quase instantânea.

1.2. História das redes de computadores

Os modelos actuais de comunicação de massa surgiram da necessidade de compartilhamento rápido da informação.

Segundo Pinheiro (2003), citado por Alencar, (2010), explica que, as redes eram pequenas no início e foram comercialmente usadas em 1964, nos EUA.

Como facto histórico, Pinheiro (2003, citado por Alencar, 2010), na década de 1970 houve um movimento para padronizar as redes, resultando no padrão Ethernet criado pelas empresas DEC, Intel e Xerox.

Antes do advento de computadores dotados de algum tipo de sistema de telecomunicação, a comunicação entre calculadoras e computadores antigos era realizada por humanos através do carregamento de instruções entre eles.

Em 1969, a Universidade da Califórnia em Los Angeles, SRI (Stanford), a Universidade da Califórnia em Santa Bárbara e a Universidade de Utah foram conectadas com o início da rede ARPANET (criada pelo ARPA) usando circuitos de 50kbits/s.

As redes de computadores e as tecnologias necessárias para a comunicação entre elas continuaram a comandar as indústrias de hardware, software e periféricos de computadores, impulsionadas pelo crescimento nos números e tipos de usuários. A fusão dos computadores e das comunicações teve uma profunda influência na forma como os sistemas computacionais eram organizados. Está totalmente ultrapassado o conceito de um “centro de computadores”, como uma sala para onde os usuários levam os programas a serem processados, Ibidem.

O velho modelo de um computador atendendo às necessidades computacionais da organização foi substituído pelas redes de computadores, nas quais os trabalhos são realizados por uma série de computadores em rede. Dois computadores estão em rede quando podem trocar informações. (idem)

Em uma rede, os usuários devem logar-se explicitamente com uma máquina, submeter explicitamente as tarefas remotas e movimentar explicitamente os arquivos, (Tanenbaum,1997).

As redes de computadores são o núcleo da comunicação moderna: as empresas têm um número significativo de computadores em operação, frequentemente instalados em locais distantes entre si. O escopo da comunicação cresceu significativamente na década de 90 e este aumento não teria sido possível sem o avanço das redes de computadores de acordo com (Pinheiro, 2003, citado por Alencar, 2010).

O escopo da comunicação cresceu significativamente na década de 90 e este aumento não teria sido possível sem o avanço das redes de computadores. As redes permitem o compartilhamento de recursos, aumentam a confiabilidade dos sistemas,

ajudam a otimizar investimentos e a economizar dinheiro, além de possibilitarem a escalabilidade (aumento gradual da capacidade de um sistema à medida que cresce o volume de carga), *Ibidem*.

Geralmente, uma rede de computadores é um conjunto de dois ou mais dispositivos (também chamados de nós) que usam um conjunto de regras (protocolos) em comum para compartilhar recursos entre si. Um protocolo é um conjunto de regras, especificações e procedimentos que deve governar entidades que se comunicam entre si, (Pinheiro, 2003).

Num primeiro momento, os computadores eram interconectados nos departamentos da empresa, em que a distância entre os computadores era pequena e limitada a um mesmo local. Por este motivo as redes passaram a ser conhecidas como redes locais ou Local Area Networks (LAN), (Alencar, 2010).

Uma LAN é um conjunto de hardware e software que permite a computadores individuais estabelecerem comunicação entre si, trocando e compartilhando informações e recursos. Tais redes são denominadas locais por cobrirem apenas uma área limitada (10km no máximo); fisicamente, quanto maior a distância de um nó da rede ao outro, maior taxa de erros que ocorrerão devido à degradação do sinal. Além disso, o pior tempo de transmissão das informações é limitado e conhecido, simplificando o gerenciamento da rede, (Alencar, 2010).

Uma das tecnologias mais utilizadas em LANs é a Ethernet. Baseada no envio de pacotes, o protocolo Ethernet tornou-se um padrão na década de 80 ao definir o cabeamento, os sinais elétricos para a camada física, o formato de pacotes e os protocolos para a camada de controlo de acesso ao meio. As necessidades continuaram a aumentar e a troca de informações somente entre computadores de um mesmo sector já não era suficiente. Surgiu a necessidade da troca de informações entre departamentos e filiais de uma empresa, prédios e edifícios espalhados por uma área maior. Desta forma, os computadores passaram a ser interligados por distâncias maiores, caracterizando uma rede metropolitana ou Metropolitan Area Network (MAN), (Alencar, 2010).

Para Tanenbaum, (1997), comenta que o crescimento das empresas e maior volume de transações, as LANs e MANs não eram mais suficientes para atender à demanda, pois tornou-se necessário transmitir informações de uma empresa para outra de forma rápida e eficiente. Surgiram então as redes distribuídas geograficamente ou Wide Area Network (WAN) que conectaram redes dentro de uma vasta área geográfica, permitindo a comunicação de longa distância, o envio e recebimento de dados entre computadores, em qualquer lugar do planeta, facto que gerou o aparecimento do termo “rede de alcance mundial”, ou simplesmente Internet.

Além da classificação quanto à extensão geográfica (LAN, MAN, WAN), também são de acordo com a topologia (rede em anel, barramento, estrela, malha ou meshe ponto-a-ponto) e meio de transmissão (cabocoaxial, fibra óptica, partrançado, sem fios, infravermelho, rádio), Ibidem.

1.3. Redes de computadores

De acordo com Alencar (2010), a fusão dos computadores e das comunicações e telecomunicações influenciaram diretamente na forma como os computadores são atualmente organizados. O modelo de um único computador realizando todas as tarefas requeridas não existe mais e está sendo substituído pelas redes de computadores, nas quais os trabalhos são realizados por vários computadores separados, interconectados por alguma via de comunicação.

Na visão de Pinheiro (2003) citado por Alencar, (2010), descreve o objectivo de uma rede como sendo garantir o compartilhamento rápido, seguro e confiável de recursos disponíveis, independentemente do tamanho e complexidade. Para isso, é necessário que uma rede de computadores tenha regras e mecanismos que assegurem o transporte seguro das informações entre os elementos constituintes.

Uma rede de computadores requer protocolos para regular a comunicação entre diferentes níveis, desde o programa utilizado até o tipo de cabo instalado, Ibidem.

1.3.1. Redes Metropolitanas

De acordo com Kurose (2017), o dimensionamento de uma rede de acesso preparada para as demandas actuais e futuras que utilize determinada tecnologia capaz de oferecer elevada largura de banda aos usuários finais, possibilitando a esses o acesso aos múltiplos novos serviços, não é garantia de que o serviço será entregue com a qualidade desejada.

Para que a experiência do usuário seja minimamente satisfatória, o restante da rede deverá estar dimensionado para suportar o tráfego demandado pelos clientes da rede. Parte fundamental da rede e que pode ser o gargalo para o atendimento aos usuários são as redes metropolitanas, que fazem a conexão entre as redes de longa distância interurbanas e regionais e as redes de acesso, sendo elas também início e fim de conexões com demanda localizadas em mesma área geográfica.

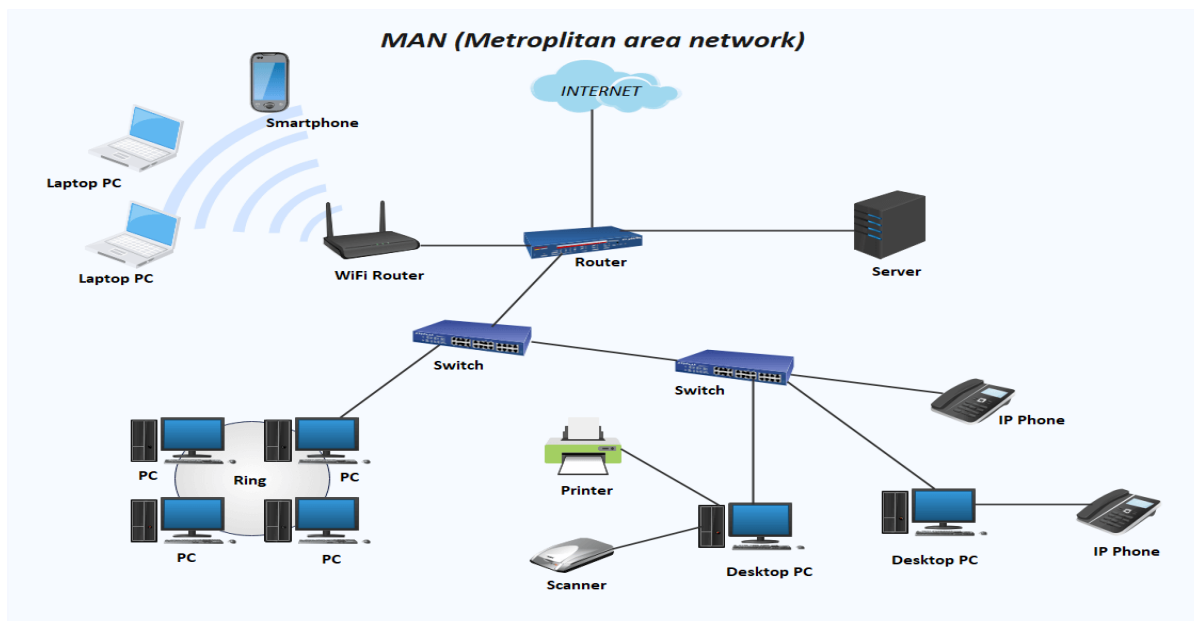
1.3.2. Redes Metropolitanas

Uma 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). Geralmente uma MAN está associada a interligação de várias LAN's e é considerada uma parte menor de uma WAN (que será descrita no próximo item segundo (Comer, 2007).

1.3.3. Redes Metropolitanas

É o conjunto de redes Lans de modo garantirem uma comunicação, cuja a finalidade é certamente a conexão de uma metrópolis ou uma cidade. De modo que haja a facilitar a traca de informação ou recuros.

Figura nº1: Rede Metropolitana



Fonte: Kurose (2017).

A figura acima mostra uma visão geral das redes metropolitanas e suas conexões, com toda a complexidade exigida para o atendimento a distintos tipos de aplicações e conexão com diversos segmentos de redes. O aumento do consumo de banda no acesso impulsionado pelas novas aplicações, sobretudo aplicações de vídeo sob demanda e IPTV, leva a necessidade de armazenamento do conteúdo nas redes metropolitanas, mais próximo dos usuários.

Esse aumento do consumo de banda é também dado pelo aumento do acesso a conteúdos sob demanda, individualizados, e não mais conteúdo apenas *broadcast*, como oferecido até então. Essa mudança de perfil de consumo introduz, além da necessidade de capacidade, necessidade também de uma rede mais dinâmica, ou seja, uma rede que possa ser reconfigurada e expandida com facilidade e rapidez.

1.4. Classificação das redes

De acordo com Dantas (2002) citado por Alencar, (2010), uma das características mais utilizadas para a classificação das redes é a sua abrangência geográfica. Assim, é convencionada a classificação das redes em locais – LANs (Local Area Networks), metropolitanas – MANs (Metropolitan Area Networks) e geograficamente distribuídas – WANs (Wide Area Networks).

1.4.1. LAN

Segundo Dantas, (s.d, citado por Alencar, 2010), a rede local – LAN é uma facilidade de comunicação que fornece uma conexão de alta velocidade entre dispositivos em um único prédio ou campus. É uma tecnologia adequada para interligar dispositivos com distâncias curtas e largura de banda considerável.

1.4.2. MAN

Redes metropolitanas interligam redes locais em uma área metropolitana, ou seja, elas podem ser entendidas como aquelas que proveem a interligação das redes locais em uma área metropolitana de uma determinada região segundo (Pera, 2021).

Uma rede metropolitana, ou MAN (Metropolitan Area Network), abrange uma cidade. O exemplo mais conhecido de MANs é a rede de televisão a cabo disponível em muitas cidades. Esses sistemas cresceram a partir de antigos sistemas de antenas comunitárias usadas em áreas com fraca recepção do sinal de televisão pelo ar. Nesses primeiros sistemas, uma grande antena era colocada no alto de colina próxima e o sinal era, então, conduzido até as casas dos assinantes, Ibidem.

1.4.3. WAN

Uma WAN é uma rede geograficamente distribuída que interliga computadores em distâncias maiores que uma região metropolitana.

Alencar, (2010) comenta que, quando as distâncias envolvidas na interligação dos computadores são superiores a uma região metropolitana, podendo ser a dispersão geográfica tão grande quanto a distância entre continentes, a abordagem correta é a rede geograficamente distribuída (WAN).

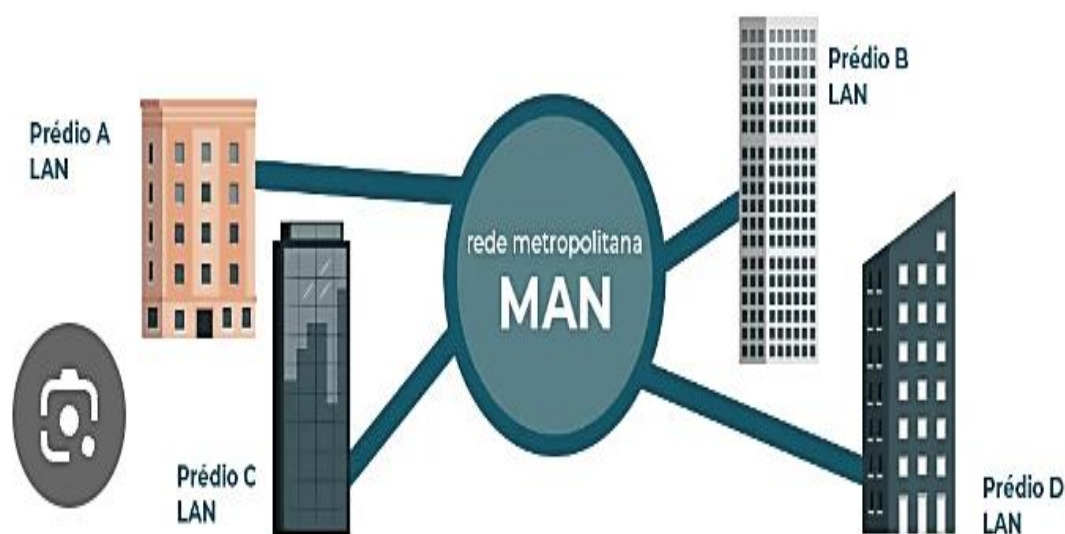
1.5. Redede MAN

Até alguns anos atrás, a expansão da conectividade em rede entre diferentes localidades de uma empresa, mesmo com endereços geograficamente próximos, era feita através das infraestruturas baseadas em soluções WAN. Essas conexões muitas vezes eram acompanhadas de custos proibitivos, especialmente quando se tratava de recursos terceirizados como linhas de comunicação alugadas, (Pera, 2021).

Por outro lado, as redes locais tradicionalmente cobriam apenas pequenas áreas, como um prédio ou um campus universitário. Assim, para conectar múltiplos endereços ou instalações em uma cidade ou região metropolitana era necessário o uso de cabeamento dedicado, geralmente montado com a ajuda de cabos de fibra óptica, Ibidem.

Além disso, interligar LANs através de WANs quase sempre resultava em latências variáveis e tempos de resposta inconsistentes, dependendo do tráfego e das capacidades do meio de transmissão de cada ambiente. As MANs foram projetadas para superar esses desafios, com recursos para oferecer uma solução para a transmissão de dados que poderia cobrir uma área metropolitana, além de conectividade de alta velocidade, confiabilidade e escalabilidade. (Dantas, 2002 citado por Alencar, 2010).

Figura nº 2: Conexão Man



Fonte: Alencar (2010).

1.6. Conceito de Rede MAN

MAN é a sigla de Metropolitan Area Network, que pode ser traduzida como rede de área metropolitana. Esse tipo de malha de comunicação geralmente cobre a área geográfica de uma cidade ou região metropolitana, é maior que uma LAN (Local Area Network), mas menor do que uma WAN (Wide Area Network) para (Pera, 2021).

Actualmente qualquer rede de comunicação que cobre uma grande área geográfica pode ser considerada uma MAN, seja ela a infraestrutura de comunicação de uma grande empresa, um bairro ou mesmo de uma cidade ainda (Pera, 2021).

As primeiras redes metropolitanas de comunicação surgiram para substituir as antigas antenas comunitárias que eram usadas para a transmissão de TV. Nesses primeiros sistemas, uma grande antena era colocada no alto de uma colina e o sinal era enviado até a casa dos assinantes, que recebiam a transmissão de canais abertos de TV através de antenas receptoras de suas residências. (idem)

O mesmo autor sublinha que para superar as deficiências de comunicação desse processo, várias empresas começaram a entrar obter concessões governamentais para conectar cidades inteiras por cabos. A instalação desse cabeamento permitiu o surgimento das primeiras iniciativas de comunicação de dados e transmissão de TV por assinatura. Entretanto, desde sua concepção até o final da década de 1990, a maioria das aplicações dessa infraestrutura e destinava exclusivamente ao uso da televisão segundo (Pera, 2021).

Muitas operadoras de TV a cabo começaram a perceber que, com algumas mudanças no sistema, também poderiam oferecer serviços da Internet através da mesma estrutura com partes não utilizadas da malha.

Nesse momento, o sistema que originalmente foi desenvolvido para TV a cabo começou a se transformar, de apenas mais uma forma de distribuição de sinais de televisão, para uma rede metropolitana de dados completos, Ibiidem.

1.7. Funcionamento de uma rede metropolitana

Diferente das redes locais, que tendem a ser restritas a um único edifício ou endereço físico, as MANs são projetadas para interconectar várias LANs em uma área mais ampla. Uma rede desse tipo pode ser operada pela iniciativa privada ou ser de responsabilidade do serviço público, como objetivo de fornecer conectividade para várias organizações e indivíduos dentro de uma área metropolitana. (Pera, 2021).

Por serem menores e mais fáceis de gerenciar que redes globais de comunicação, essas estruturas geralmente são construídas com tecnologias que entregam alto desempenho, frequentemente empregando roteadores, switches e outros componentes que fazem a transmissão de dados através de fibra óptica.

Os principais componentes para o funcionamento de uma rede metropolitana de dados segundo (Pera, 2021), envolvem:

- **Infraestrutura de transmissão:** A infraestrutura física de uma rede metropolitana normalmente é baseada em tecnologias de transmissão de alta capacidade como a fibra óptica, para garantir largura de banda adequada ao longo de distâncias mais longas comparadas a LANs.
- **Switches e Roteadores:** Assim como em outras redes, switches e roteadores são usados em MANs para direcionar e gerenciar o tráfego de dados. Eles garantem que os pacotes de dados sejam encaminhados corretamente entre diferentes partes da rede.
- **Tecnologias Comuns:** Algumas das tecnologias específicas usadas em MANs incluem:
 - **ATM (Asynchronous Transfer Mode):** Uma tecnologia de comutação e transmissão de dados que utiliza células de tamanho fixo.
 - **FDDI (Fiber Distributed Data Interface):** Uma rede de padrão anelar baseada em fibra óptica.
 - **SMDS (Switched Multi-megabit Data Service):** Um padrão para uma rede de dados de alta velocidade.
- **Interconexão de LANs:** Uma das principais funções de uma MAN é interconectar várias LANs dentro de uma cidade ou região. Isso permite que organizações em diferentes locais, mas dentro da mesma cidade, comuniquem-se eficientemente.
- **Conexões com WANs:** Além de interconectar LANs, uma MAN pode fornecer uma conexão para redes de longa distância (WANs). Isso permite que dados sejam enviados ou recebidos de áreas fora da região metropolitana.
- **Segurança:** Devido ao tamanho e a natureza pública desse tipo de rede, as medidas de segurança são essenciais. Essas medidas podem incluir firewalls, sistemas de detecção de intrusão e protocolos de encriptação.

- Provedores: Redes metropolitanas de dados muitas vezes são operadas por provedores de serviços de telecomunicações ou serviços municipais. Em alguns casos, grandes organizações também podem ter sua própria MAN privada.
- Protocolos: Assim como em outras redes, as MANs utilizam vários protocolos para garantir a comunicação eficaz entre dispositivos. Estes protocolos estão alinhados com padrões internacionais para garantir a interoperabilidade.

1.8. Tipos de switches e roteadores usados em MAN

Os switches e roteadores utilizados em uma Metropolitan Area Network (MAN) segundo Pera (2021), tendem a ser mais robustos, de maior capacidade e com recursos adicionais em comparação com aqueles usados em redes locais (LANs) típicas. Esses dispositivos precisam lidar com tráfego mais pesado, altas demandas de largura de banda e serviços variados, enquanto garantem a estabilidade e o desempenho da rede. Aqui estão alguns tipos de switches e roteadores comum sem MANs.

- Switches Ethernet de Camada 3 (Multilayer Switches):
 - ✓ Esses switches não apenas operam na camada de link de dados (Camada2) para encaminhar tráfego com base em endereços MAC, mas também na camada de rede (Camada3) para encaminhar tráfego com base em endereços IP. Eles podem ter funcionalidades avançadas com o roteamento dinâmico, Qualidade de Serviço (QoS), segurança aprimorada e suporte para protocolos avançados.
- Roteadores de Borda ou Agregação:
 - ✓ Situados na borda da MAN, esses roteadores interconectam a MAN com LANs, outras MANs ou com redes de longa distância (WANs).
 - ✓ Eles têm recursos avançados de roteamento, suporte para múltiplos protocolos e capacidades de segurança.
- Switches ATM (Asynchronous Transfer Mode):
 - ✓ Antigamente mais comuns, esse tipo de switcher é frequentemente usado em MANs devido à sua capacidade de transmitir voz, vídeo e dados em redes de alta velocidade. Os switches ATM foram largamente utilizados durante muito

tempo devido recursos avançados como encaminhar o tráfego com base em células fixas e a capacidade de suportar QoS.

- Switches MPLS (Multiprotocol LabelSwitching):
 - ✓ O MPLS é uma técnica que permite o encaminhamento eficiente de pacotes em redes de alta velocidade. Como MPLS, os pacotes são encaminhados com base em rótulos, permitindo caminhos de transmissão otimizados, especialmente úteis para aplicações como VoIP e VPNs.
- Switches DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing):
 - ✓ Utilizados em redes ópticas, esses switches permitem a transmissão de múltiplos comprimentos de onda (canais) de luz em uma única fibra óptica, maximizando a largura de banda disponível. Esses equipamentos são essenciais para a montagem de redes de fibra óptica de longa distância e são frequentemente encontrados em infraestruturas de MANs de alta capacidade.
- Switches e Roteadores de Banda Larga:
 - ✓ Esses dispositivos são projectados para suportar serviços de banda larga em MANs, incluindo DSL, cabo e serviços sem fio. Eles podem incluir capacidades como agregação de tráfego, gestão desses são e integração com sistemas de autenticação. Os fabricantes de equipamentos de rede, como Cisco, Juniper, Huawei, Alcatel-Lucent e outros, oferecem uma variedade de switches e roteadores projectados especificamente para ambientes de MAN, (Pera, 2021).

Ao escolher o equipamento apropriado para uma MAN, os projetistas e engenheiros de rede devem considerar a capacidade, a escalabilidade, as funcionalidades, a segurança e outros factores relevantes para as necessidades específicas da rede metropolitana.

1.8.1 Switch - Concentrador Gerenciável

Switch, são equipamentos de redes, assim como os HUBs eles são considerado concentradores e distribuem os pacotes para os computadores neles conectados, possuem normalmente de 4 a 255 portas para conexão de internet, conforme mais portas mais elevado é o valor. Ao contrário do HUB o SWITCH é capaz de lidar com múltiplos pacotes paralelamente, ou seja, caso o concentrador receba mais de um pacote ele consegue manejar e distribui-lo na rede sem que haja

perda de dados. Uma outra vantagem em relação ao HUB é que as informações são entregues diretamente ao destinatário o que significa que o pacote não passa por todos os equipamentos na rede antes de ser entregue, o que garante um aumento de confiabilidade na rede. Se um pacote demora a ser transmitido, não interfere tanto no desempenho da rede, visto que muitos outros pacotes estão sendo transmitidos em paralelo. (Comer, 2007).

Em redes empresariais onde há um grande tráfego de dados, a utilização de um switch ao invés de um hub é altamente recomendável. Mas existem algumas desvantagens que valem a pena mencionar, tais como a rota de entrega, todo pacote tem uma rota de entrega, vamos fazer uma analogia a um carteiro, um carteiro novo que começou a pouco tempo não conhece as casas que normalmente ele entrega a informação, e normalmente ele não utiliza a rota mais otimizada partindo apenas para rota que pode ser a mais longa.

No SWITCH é a mesma coisa o pacote irá passar por algumas rotas pré-definidas, aqui entende-se como rota por quais SWITCHs ou roteadores o pacote irá passar e toda troca de um roteador para o outro é chamado de HOP ou salto em português, e essas rotas podem levar mais tempo.

1.9. Roteador

Segundo Kurose (2010), roteador pode ser considerado o equipamento mais inteligente de uma rede doméstica, após o computador, pois dentro do roteador existem algoritmos – códigos programados – que são capazes de tratar os pacotes de informações recebidos, lembrando que são vários pacotes ao mesmo tempo. Cada pacote de informação recebido pelo roteador tem um endereço IP e uma porta destino. O roteador recebe cada pacote e encaminha para o IP de destino, de acordo com regras pré-definidas. Isto é chamado de redirecionamento de portas. Além, disso, muitos roteadores possuem firewall internos aumentando significativamente segurança da rede e também a complexidade e configuração.

Continuando com o mesmo autor, o Roteador de longe é o melhor equipamento para uma rede, tanto doméstica quanto empresarial obviamente um roteador dedicado a empresas será mais caro e haverá muito mais opções de

configuração mas não é raro em empresas de pequeno e médio porte haver roteadores domésticos, uma vez que eles cumprem bem o papel.

O roteador geralmente não possui além de quatro ou cinco portas uma vez que ele trabalha nativamente com switch, podendo assim ampliar sua capacidade. É possível também ligar roteador dentro de roteador o que gera o chamado Cascadeamento de Roteadores, assim como acontece quando trabalha com switch é necessário adicionar uma permissão de master-slave onde o roteador instrui pacotes ao outro roteador.

Além de ser responsável por fazer a rota mais curta o roteador também faz a rota mais segura, ou seja, se durante a transmissão de algum pacote de informação algum outro roteador ficar em modo off-line o roteador anterior poderá remanejar a rota em sacrifício do tempo.

1.10. Aplicações de uma Metropolitan Area Network

Para Pera (2021), as Metropolitan Area Networks desempenham um papel crítico em muitos ambientes urbanos. Devido sua capacidade de cobrir áreas geográficas maiores do que LANs, redes urbanas possuem uma grande variedade de aplicações. São elas:

- Interconexão de LANs: Uma das aplicações mais comuns de uma MAN é conectar várias redes de área local (LANs) dentro de uma cidade ou região metropolitana. Isso permite que empresas com vários escritórios ou campi dentro de uma cidade se comuniquem de forma eficiente.
- Acesso à internet de alta velocidade: Muitas cidades usam redes metropolitanas para fornecer acesso à Internet de banda larga para residentes e empresas. A infraestrutura desse tipo de rede pode apoiar serviços como DSL, fibra óptica e conexões sem fio de alta velocidade.
- Transmissão de TV e vídeo: Algumas redes são usadas para distribuir sinais de televisão, serviços de vídeo-on-demand e outras transmissões de vídeo para residências e empresas.

- Telefonia e voz sobre IP(VoIP): MANs também podem suportar serviços de telefonia, incluindo voz tradicional e serviços de VoIP, permitindo comunicações de voz eficientes em uma área metropolitana.
- Backbones urbanos: Em muitas cidades, uma Metropolitan Area Network serve como a espinha dorsal na comunicação de dados, conectando diferentes ISPs, data centers e outras infraestruturas críticas.
- Vigilância urbana: Câmeras de segurança e sistemas de vigilância em cidades podem ser conectados por meio de uma MAN, permitindo a centralização e o monitoramento em tempo real de várias áreas.
- Sistemas de transporte: Muitos sistemas de transporte público, como ônibus e trens, utilizam esse tipo de estrutura para monitoramento em tempo real, comunicações e gestão de sistemas de bilhetagem.
- Redes de emergência e primeiros socorros: Em caso de emergências ou desastres, uma MAN pode ser usada para garantir comunicações rápidas e eficientes entre hospitais, departamentos de polícia, bombeiros e outras agências de emergência.
- Educação e pesquisa: Universidades e instituições de pesquisa podem usar redes metropolitanas para compartilhar recursos, com o acesso a bancos de dados, capacidades de Computação de alto desempenho e outras ferramentas acadêmicas.
- Serviços governamentais: Muitos governos locais e municipais utilizam MANs para interconectar diferentes departamentos e oferecer serviços digitais à população.

1.10.1. Hardware

Segundo (Mendes, 2007), existem vários dispositivos que são de uso comum, mas diferem em alguns detalhes. Alguns destes dispositivos operam em camadas diferentes, isso é importante pois, os dispositivos usam pedaços de informações diferentes para decidir como realizar a interligação. Um exemplo para entender melhor os dispositivos de hardware é observar um cenário real: o usuário gera dados para serem enviados para um servidor, esses dados são repassados a camada de transporte que acrescenta um cabeçalho e repassa o pacote resultante a camada de rede, essa camada adiciona o seu cabeçalho e repassa para a camada de enlace,

que adiciona o seu cabeçalho e um algoritmo detector de erros e repassa para a camada física, essa camada transmite o pacote, por exemplo, pela LAN.

Os dispositivos que operam na camada física são o hub e o repetidor, na camada de enlace são a bridge e a switch, e na camada de rede o roteador, como iremos estudar somente a camada física e a camada de enlace, só estudaremos os dispositivos destas camadas nas próximas secções na óptica de (Mendes, 2007).

1.10.2. Repetidores

Os repetidores são dispositivos analógicos que operam na camada física e trabalham com sinais nos cabos que estão conectados. Cada repetidor contém dois pontos de conexão e interliga dois segmentos de cabo, fazendo com que todos os sinais recebidos por uma das suas entradas sejam transmitidos pela outra, e vice-versa. O sinal é limpo, amplificado e transmitido para o outro cabo. Os repetidores não reconhecem quadros, pacotes ou cabeçalho e entendem os símbolos codificados em bits como volts. Como exemplo de como os repetidores funcionam podemos citar a Ethernet clássica, que foi projetada para permitir no máximo quatro repetidores, que amplificam o sinal a fim de estender o comprimento máximo do cabo de 500 para 2500 metros, (Morimoto, 2008).

Figura nº 3: Repetidores



Fonte: Morimoto (2008)

1.10.3. Hubs

O hub também opera na camada física e possui várias interfaces de entrada que ele conecta eletricamente. Qualquer quadro que chega a quaisquer interface do hub são enviados a todas as outras interfaces, porém, se dois quadros chegarem ao

mesmo tempo, eles colidirão. Todas as linhas que chegam a um hub devem operar na mesma velocidade.

Os hubs não amplificam os sinais de entrada e são projetados para conter várias linhas de entrada, desta forma, diferindo dos repetidores. Assim como os repetidores, os hubs não reconhecem quadros, pacotes ou cabeçalho. Os hubs podem ser posicionados no centro de uma rede com topologia em estrela. Eles se comportam como segmentos multiponto: cada quadro gerado por uma estação é propagado para todas as estações ligadas ao hub. Os hubs e as switches também são chamados de concentradores, (Mendes, 2007).

1.10.4. Bridges e Switches

Para Comer, 2007), a bridge opera na camada de enlace, tem a função de conectar duas ou mais LANs e possui várias portas, cada porta é isolada para ser seu próprio domínio de colisão e se a porta utilizar full duplex, não será necessário o uso do algoritmo CSMA/CD. Quando um quadro chega, a bridge extrai o endereço de destino do cabeçalho e examina uma tabela, a fim de verificar para onde deve enviá-lo. a bridge pode enviar vários quadros ao mesmo tempo e só envia o quadro ao destino correto, oferecendo um desempenho melhor do que os hubs. As linhas de entrada das bridges podem trabalhar com diferentes velocidades por possuir isolamento entre as suas portas, ou seja, a bridge pode ter portas que se conectam à Ethernet de 10, 100 e 1000 Mbps.

As bridges possuem um buffer que é responsável por receber um quadro em uma porta e transmitir o quadro em outra porta. Se os quadros forem recebidos mais rápido do que podem ser retransmitidos, a bridge poderá ficar sem espaço em buffer e ter de começar a descartar quadros, como exemplo, podemos citar um gigabit Ethernet enviando bits para uma Ethernet de 10 Mbps, a bridge deverá manter estes bits em buffer, porém, se a transmissão continuar, chegará um momento que não terá mais espaço em buffer.

Originalmente, as bridges visavam a união de LANs diferentes (por exemplo, LAN e Token Ring), porém, pela fato das LANs possuírem muitas diferenças, essa união nunca funcionou bem. Como diferenças, podemos citar que, algumas LANs

possuem criptografia na camada de enlace e recurso de qualidade de serviços (por exemplo à LAN 802.11) e outras LANs não possuem esses serviços (por exemplo à Ethernet). O uso de diferentes tamanhos máximos de quadro também não possui solução, os quadros que devem ser transmitidos e que estão fora do limite máximo, são descartados.

As bridges foram desenvolvidos para serem usadas na Ethernet clássica, e por isso, possuem poucas portas e pode unir poucas LANs. Por isso, foram desenvolvidas as switches, que são as bridges modernas. Um conjunto de bridges formam uma switch, ou seja, a switch possui mais portas, e por isso, pode unir mais LANs que os bridges. (Mclean, 2003).

Figura nº 4: Switches Modernos



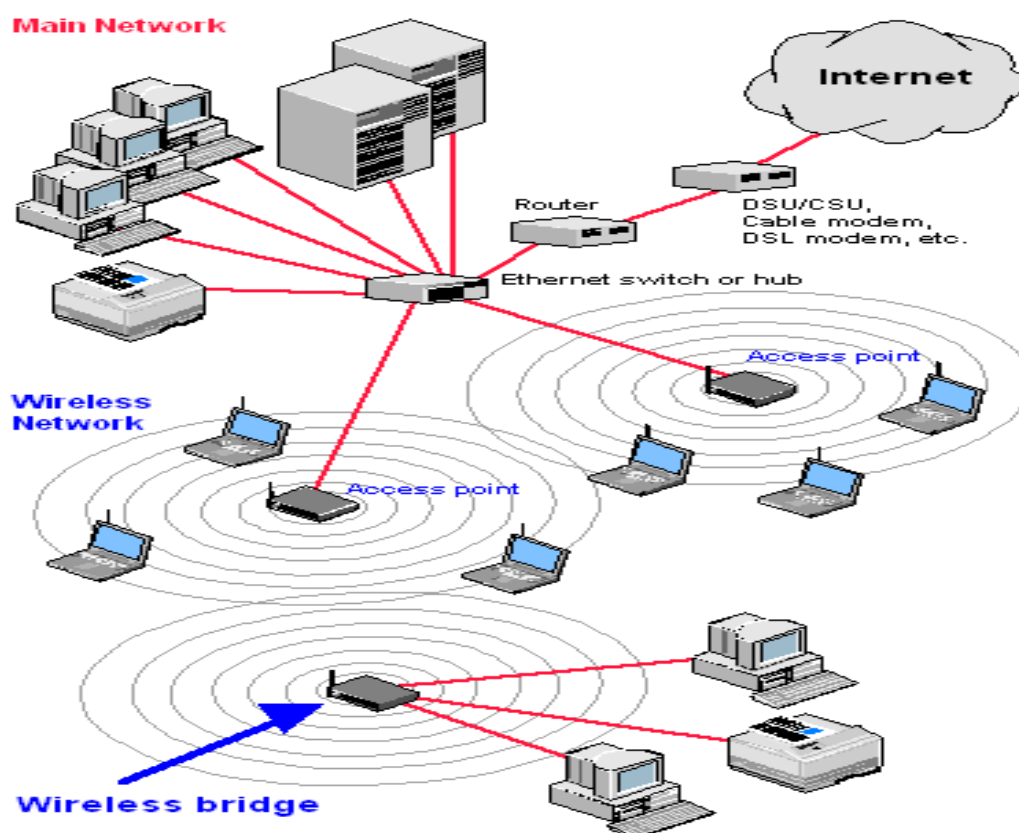
Fonte: Mclean (2003).

1.10.5. Ponte

A ponte (*bridge*) é um repetidor inteligente. Ela opera na camada de enlace do modelo OSI. Isso significa que ela tem a capacidade de ler e analisar os quadros de dados que estão circulando na rede.

Figura nº 5: Estrutura duma man Interconectada de várias maneiras.

From Computer Desktop Encyclopedia
© 2005 The Computer Language Co. Inc.



Fonte: Torres (2011).

1.10.6. Meios de transmissão guiados

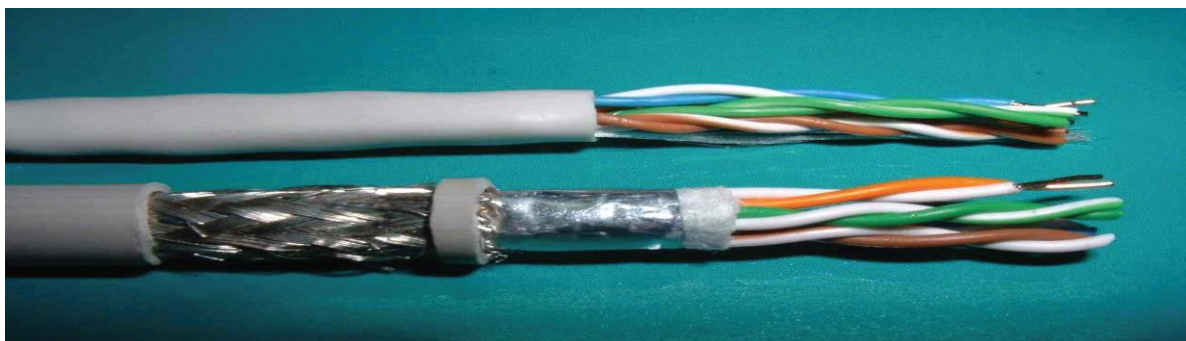
Existem várias formas de transmitir bits de uma máquina para outra através de meios de transmissão, com diferenças em termos de largura de banda, atraso, custo e facilidade de instalação e manutenção. Existem dois tipos de meios de transmissão: guiados e não guiados. São classificados como meios de transmissão guiados os cabos de par trançado, cabo coaxial e fibra ótica e como meios de transmissão não guiados as redes terrestres sem fios, satélites e raios laser transmitidos pelo ar. Neste capítulo iremos estudar apenas os meios guiados. (Torres, 2011).

1.10.6.1. Cabos de Pares Trançado

De acordo com o mesmo autor, os pares trançado é o meio de transmissão mais antigo e ainda mais comum em virtude do custo e desempenho obtido. Consiste em dois fios de cobre encapados e entrelaçados. Este entrelaçado cancela

as ondas de diferentes partes dos fios diminuindo a interferência. Os pares trançados são comuns em sistemas telefônicos, que é usado tanto para chamadas telefônicas quanto para o acesso a internet por ADSL, estes pares podem se estender por diversos quilômetros, porém, quando a distância for muito longa, existe a necessidade de repetidores.

Figura nº 6: Cabos pares trançados blindados e sem blindagem



Fonte: Mclean (2003).

1.10.6.2. Cabo Coaxial O cabo coaxial

Consiste em um fio condutor interno envolto por anéis isolantes regularmente espaçados e cercado por um condutor cilíndrico coberto por uma malha. O cabo coaxial é mais resistente à interferência e linha cruzada do que os cabos de par trançado, além de poder ser usado em distâncias maiores e com mais estações. Assim, o cabo coaxial oferece mais capacidade, porém, é mais caro do que o cabo de par trançado blindado. Os cabos coaxiais eram usados no sistema telefônico para longas distâncias, porém, foram substituídos por fibras óticas. Estes cabos estão sendo usados pelas redes de televisão a cabo e em redes metropolitanas. (Mclean, 2003).

Figura nº 7: Cabos Coaxial blindados

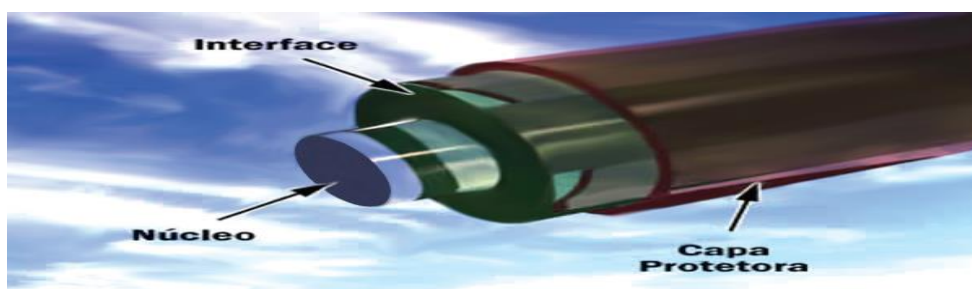


Fonte: Mclean (2003).

1.10.6.3. Fibra ótica A fibra ótica

É formada pelo núcleo, vestimenta e jaqueta, o centro é chamado de núcleo e a próxima camada é a vestimenta, tanto o núcleo quanto a vestimenta consiste em fibras de vidro com diferentes índices de refração cobertas por uma jaqueta protetora que absorve a luz. A fibra de vidro possui forma cilíndrica, flexível e capaz de conduzir um raio ótico. Estas fibras óticas são agrupadas em um cabo ótico, e podem ser colocadas várias fibras no mesmo cabo. Nas fibras óticas, um pulso de luz indica um bit e a ausência de luz indica zero bit. Para conseguir transmitir informações através da fibra ótica, é necessário conectar uma fonte de luz em uma ponta da fibra ótica e um detector na outra ponta, assim, a ponta que vai transmitir converte o sinal elétrico e o transmite por pulsos de luz, a ponta que vai receber deve converter a saída para um sinal elétrico. (Mendes, 2007).

Figura nº 8: Cabos Fibra óticas A fibra ótica



Fonte: Mendes (2007).

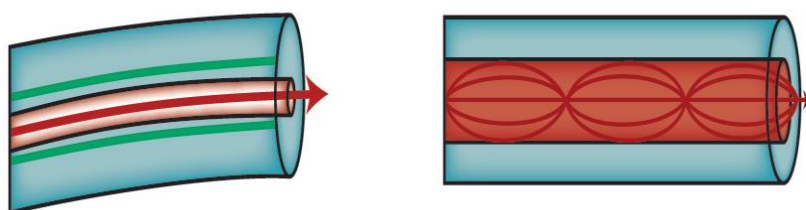
As fibras óticas possuem quatro características que a diferem dos cabos de par traçado e coaxial, que são: maior capacidade – possui largura de banda imensa com velocidade de dados de centenas de Gbps por distâncias de dezenas de quilômetros; menor tamanho e menor peso – são muito finas e por isso, pesam pouco, desta forma, reduz os requisitos de suporte estrutural; menor atenuação – possui menor atenuação comparando com os cabos de par traçado e coaxial, por isso, é constante em um intervalo de frequência maior; isolamento eletromagnético – as fibras óticas não sofrem interferências externas, à ruído de impulso ou à linha cruzada, e estas fibras também não irradiam energia. Esse sistema das fibras óticas funciona somente por um princípio da física: quando um raio de luz passa de um meio para outro, o raio é refratado no limite sílica/ar, (Torres, 2011).

A quantidade de refração depende das propriedades das duas mídias (índices de refração). Para ângulos de incidência acima de um certo valor crítico ou acima é interceptado dentro da fibra e pode se propagar por muitos quilômetros praticamente sem perdas. Podemos classificar as fibras óticas em:

- Monomodo: se o diâmetro da fibra for reduzido a alguns comprimentos de onda, a luz só poderá se propagar em linha reta, sem ricochetear, produzindo assim, uma fibra de modo único (fibra monomodo). Estas fibras são mais caras, porém amplamente utilizadas em distâncias mais longas podendo transmitir dados a 100 Gbps por 100 quilômetros sem amplificação.

- Multimodo: se o raio de luz incidente na fronteira acima do ângulo crítico for refletido internamente, muitos raios distintos estarão ricocheteando em diferentes ângulos. Dizemos que cada raio tem um modo.

Figura nº 9: Cabos Fibra óticos Monomodo e multimodo



Fonte: Mendes (2007).

1.10.7. Telefonia

Em 1876, foi creditada oficialmente a invenção do aparelho telefônico à Alexander Graham Bell que recebeu a patente do aparelho telefônico. Bell se baseou no sistema telegráfico para criar sua invenção que teve como premissa converter o som em eletricidade, e acreditava que, se conseguisse desenvolver um dispositivo de comunicação que fizesse a corrente elétrica variar em intensidades, poderia telegrafar o som da fala. Antes de desenvolver o dispositivo, Bell notificou o seu invento para patentear, sendo arquivada em 14 de fevereiro de 1876, apenas algumas horas antes de Elisha Gray notificar sua invenção para também patentear o telefone.

Pelo fato do princípio fundamental sobre o qual o experimento de Bell se baseava (a resistência variável) não constar no texto principal de sua proposta e estar escrito nas margens de sua notificação e; uma semana depois, Bell desenvolver um modelo baseado em transmissor líquido, esse conceito não estava na sua patente oficial. Tanto o princípio fundamental que se baseava na resistência variável quanto o modelo de transmissor líquido constavam na notificação de invenção de Gray. Desta forma, algumas pessoas acreditam que foi Gray quem inventou o telefone, porém, demorou para apresentar sua notificação. Gray processou Bell por roubo de ideia, mas perdeu o caso.

1.10.7.1 Transmissão de dados

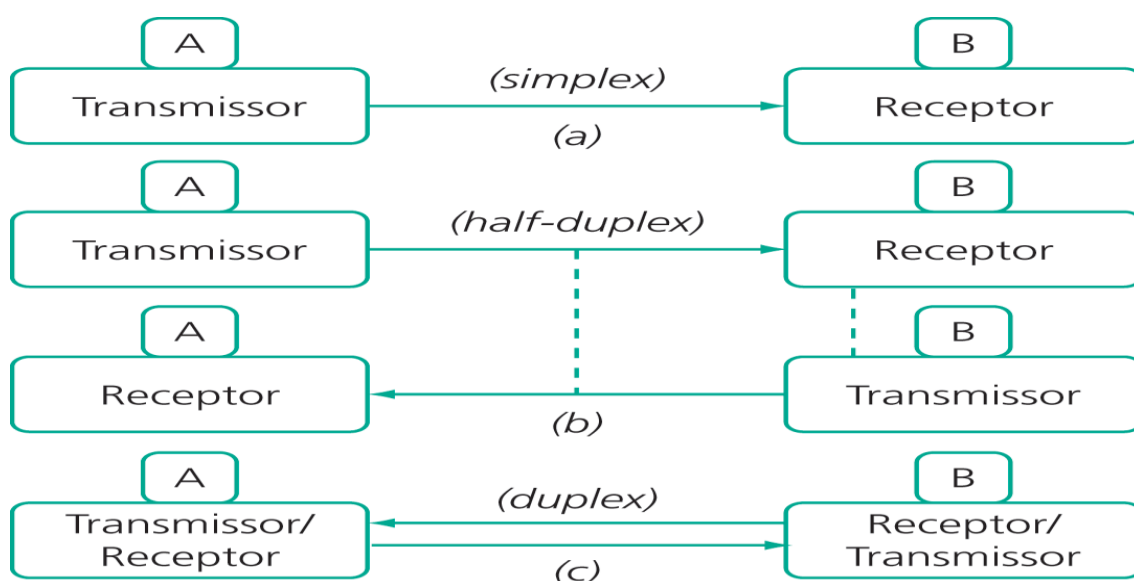
Segundo Torres (2004), existem três tipos de transmissão de dados:

a) Simplex: nesse tipo de transmissão de dados, um dispositivo é o transmissor e o outro é o receptor. A transmissão de dados simplex é, portanto, unidirecional;

b) Half-duplex: esse tipo de transmissão de dados é bidirecional, mas, por compartilharem o mesmo canal de comunicação, os dispositivos não transmitem e recebem dados ao mesmo tempo;

c) Full-duplex: é a verdadeira comunicação bidirecional. A e B podem transmitir e receber dados ao mesmo tempo.

Figura nº 10: Sistema de transmissão de dados



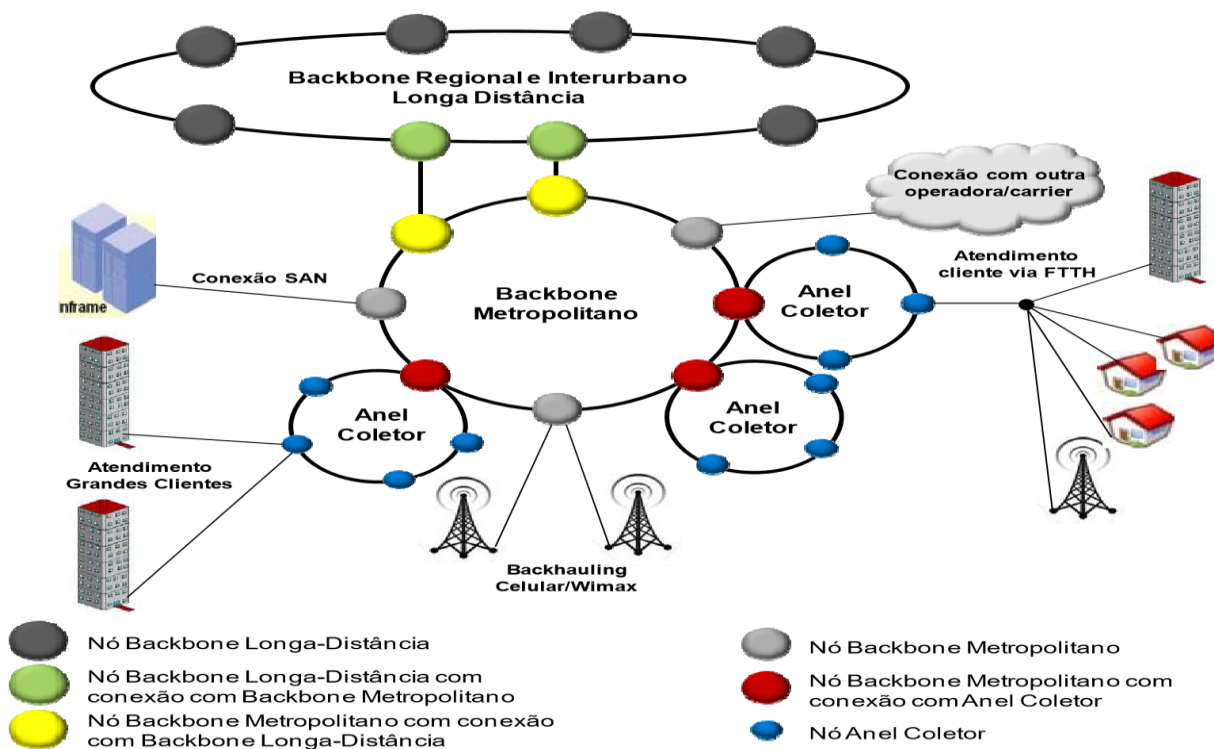
Fonte: Torres (2004).

1.10.8. Aspectos a ter em conta em Redes Metropolitanas

Segundo Tanenbaum (2003), o dimensionamento de uma rede de acesso preparada para as demandas atuais e futuras que utilize determinada tecnologia capaz de oferecer elevada largura de banda aos usuários finais, possibilitando a esses o acesso aos múltiplos novos serviços, não é garantia de que o serviço será entregue com a qualidade desejada.

Para que a experiência do usuário seja minimamente satisfatória, o restante da rede deverá estar dimensionado para suportar o tráfego demandado pelos clientes da rede. Parte fundamental da rede e que pode ser o gargalo para o atendimento aos usuários são as redes metropolitanas, que fazem a conexão entre as redes de longa distância interurbanas e regionais e as redes de acesso, sendo elas também início e fim de conexões com demanda localizadas em mesma área geográfica. A Figura 34 mostra uma visão geral das redes metropolitanas e suas conexões, com toda a complexidade exigida para o atendimento a distintos tipos de aplicações e conexão com diversos segmentos de redes, Ibidem.

Figura nº 11: Visão geral das redes metropolitanas ilustrando suas conexões e diversidades de atendimentos.



Fonte: Tanenbaum (2003).

O aumento do consumo de banda no acesso impulsionado pelas novas aplicações, sobretudo aplicações de vídeo sob demanda e IPTV, leva a necessidade de armazenamento do conteúdo nas redes metropolitanas, mais próximo dos usuários. Esse aumento do consumo de banda é também dado pelo aumento do acesso a conteúdos sob demanda, individualizados, e não mais conteúdo apenas *broadcast*, como oferecido até então.

Essa mudança de perfil de consumo introduz, além da necessidade de capacidade, necessidade também de uma rede mais dinâmica, ou seja, uma rede que possa ser reconfigurada e expandida com facilidade e rapidez. Além do suporte ao tráfego demandado pelos usuários residenciais e comerciais, as redes metropolitanas atuam também provendo conexão a grandes clientes corporativos, servindo de base para backhauling de telefonia celular, conectando clientes com demanda de armazenamento de dados e servindo como infraestrutura de transporte de tráfego de redes de outras operadoras ou *carriers*, entre outras aplicações.

1.10.8.1 Levantamento de Capacidade Requerida pela Rede Metropolitana

Para a prospecção da capacidade requerida pelas redes ópticas metropolitanas será considerada uma rede localizada em um grande centro urbano, com potencial para atender a distintas aplicações, como as mostradas na Figura 34. A prospecção de capacidade considerará então as aplicações e premissas abaixo descritas nos dois próximos subitens.

1.11. Banda larga FTTX utilizando rede GPON

Será considerada a arquitetura GPON descrita na seção 3.4.4 do presente trabalho, capaz de entregar uma banda máxima de 72 Mbps por usuário com capacidade de evoluir para rede XG-PON com banda de 288 Mbps por usuário (Stallings & Case, 2013).

As demais premissas consideradas estão dispostas na Tabela abaixo:

Tabela 1 - Premissa para prospecção de banda requerida pela rede metropolitana para atendimento a serviços banda larga com FTTH.

Quantidade total de usuários FTTX	10.000
Quantidade de usuários por rede FTTH	32
Banda consumida por canal SDTV [Mbps]	2
Banda consumida por canal HDTV [Mbps]	12
Quantidade de canais SDTV disponíveis	100
Quantidade de canais HDTV disponíveis	30

Fonte: Stallings (2013).

Considerou-se 5 cenários de consumo de banda tendo como variáveis a banda máxima oferecida por usuário, a banda máxima garantida (como porcentagem da banda máxima), o tipo de serviço de vídeo oferecido (Broadcast ou VoD), e a quantidade de televisores com canais em definição standard (SDTV) e alta definição (HDTV) em cada residência ou estabelecimento comercial. Uma vez que a banda é compartilhada por vários usuários não só no acesso, mas também em outros pontos da rede, a banda disponível aos usuários não será necessariamente a banda máxima, mas sim uma porcentagem dela, uma banda garantida pelo provedor do serviço e que poderá ser maior dependendo da quantidade de usuários solicitando banda e do serviço acessado por cada um deles, (Stallings & Case, 2013).

Com esses cenários calculou-se então a banda consumida com vídeo para cada usuário, a banda consumida com vídeo em cada rede FTTX, a banda máxima consumida em outras aplicações via internet, a banda garantida para as outras aplicações via internet, a banda requerida na rede metropolitana para transporte de tráfego devido a serviços de internet, devido ao vídeo e a banda total.

1.11.2. Conexão para grandes clientes corporativos, SAN (Storage Area Network), conexão com outras operadoras e *carriers* e *backhauling* celular

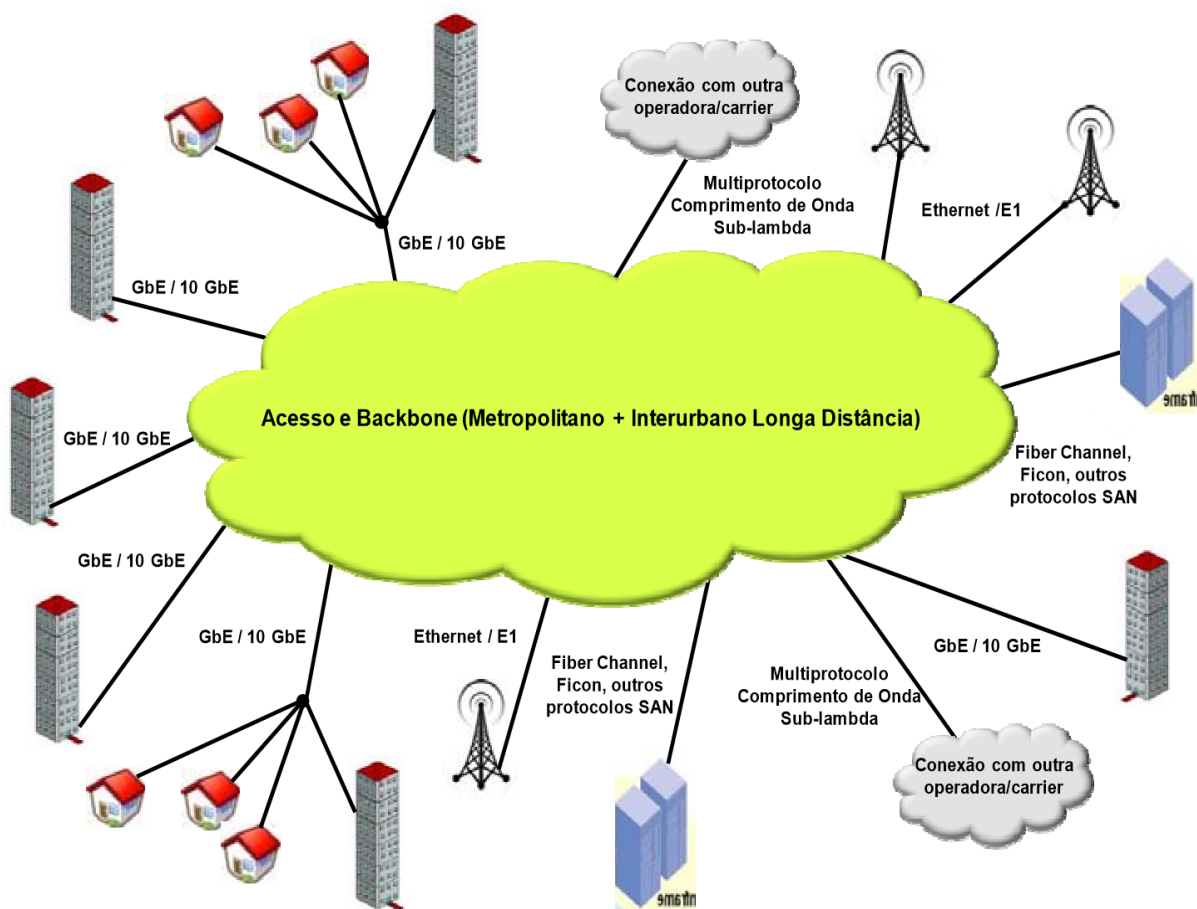
O atendimento a usuário com GPON e disponibilização de banda mais elevada com serviço de VoD implica em se ter nas redes metropolitanas uma capacidade bastante relevante, mesmo considerando o cenário 1, com banda requerida superior a 50 Gbps, chegando a mais de 1 Tbps no cenário 5, para a premissas consideradas. Entretanto, as redes metropolitanas devem ser

compartilhadas para outras aplicações, como forma de maximizar seu uso e diluir os investimentos do operador de telecomunicações. A Figura 34 mostrou algumas outras aplicações, como atendimento a grandes clientes, conexão tipo SAN e conexão para backhauling celular, (Sardinha, 2015).

No caso de atendimento a grandes clientes, verifica-se atualmente a demanda cada vez maior por conexões em alta velocidade para conexão tipo LAN to LAN entre dois escritórios ou entre filial e matriz localizados na mesma região metropolitana ou em regiões geográficas atendidas por redes distintas, fazendo uso nesse caso também da rede interurbana de longa distância. Outra aplicação é a conexão IP de alta velocidade, havendo a necessidade de conexão do cliente a um ponto da rede metropolitana que tenha saída para a rede internet. Para esse tipo de aplicação a demanda é por circuitos dedicados Gigabit Ethernet ou 10 Gigabit Ethernet, com alta disponibilidade. A demanda por circuitos de voz e troncos E1 baseado em TDM é cada vez menor, embora ainda existam como legado.

Podem-se incluir ainda aplicações de transmissão de sinais de vídeo entre as estações de captação ou *headend* e a estação de tratamento e distribuição dos sinais. Para essa transmissão utiliza-se protocolo SDI (Serial Digital Interface), padrão de interface de vídeo padronizado pelo SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers). Nessa situação, ao fazer uso de múltiplos canais em definição standard e alta definição e logo alta definição 3D, respectivamente com demanda de banda de 270 Mbps com protocolo SD-SDI, 1,5 Gbps com protocolo HD-SDI e 3 Gbps com o 3G-SDI, também se exige elevada capacidade de transporte da rede metropolitana. Considerando um cenário simples com 20 canais SD-SDI, 10 canais HD-SDI e 5 canais 3D-SDI teríamos já uma banda superior a 35 Gbps. Ibidem.

Figura nº 12: Rede Man com diversos cenários de aplicações.



Fonte: Sardinha (2015)

1.11.3. Opções Tecnológicas

A opção tecnológica tradicionalmente adotada para as redes metropolitanas é baseada em tecnologia SDH (Synchronous Digital Hierarchy), através da qual é possível construir redes ponto-a-ponto e em anel formadas por ADMs (Add and Drop Multiplexers) com elevado nível de proteção, reduzido tempo de comutação e funcionalidades avançadas de operação, administração e operação da rede. Nesse tipo de rede baseada em TDM (Time Division Multiplexing) utiliza-se um único comprimento de onda em 1310 nm ou em 1550 nm e taxa de transmissão de até 10 Gbps, correspondente ao padrão STM-64 da hierarquia. Está definida também a hierarquia STM-256, permitindo velocidades de 40 Gbps, embora sua utilização seja bastante reduzida. Além da escalabilidade limitada, o SDH não é o protocolo ideal para transporte de sinais ethernet, embora avanços e padronizações recentes habilitem essa possibilidade através de uso de novos protocolos que permitem a concatenação virtual dos containers que formam o quadro SDH para transporte de

quadros ethernet, fast ethernet e gigabit ethernet. São os chamados SDH de nova geração, (Stallings & Case, 2013).

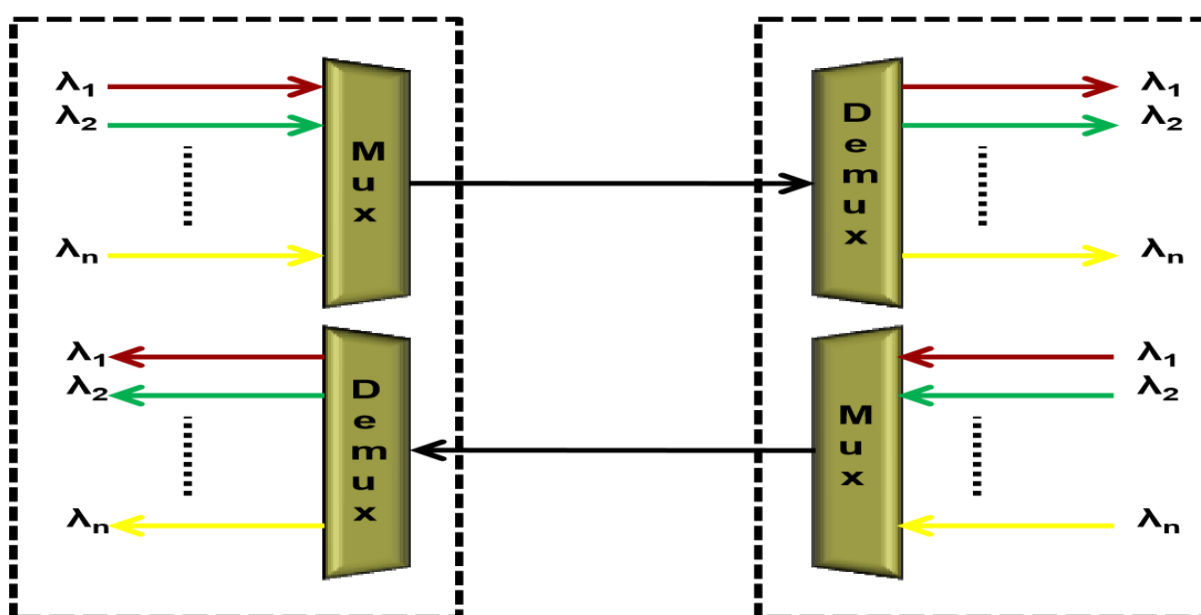
Em situações de variação rápida de consumo de banda essa adaptação propiciada pelo SDH mostra-se ineficiente, ao alocar eventualmente banda em excesso para a demanda solicitada e com pouca flexibilidade de gerenciamento. Pela concatenação realizada o SDH não tem capacidade de transporte de sinais ethernet sem compressão de banda. Adicionalmente, o SDH não prevê o suporte a outros protocolos como protocolos específicos SAN e de vídeo. Seu custo também é elevado quando comparado a outras tecnologias de transporte, resumidas a seguir.

Outra opção é o uso de redes metro ethernet. Com esse tipo de rede utilizase a tecnologia carrier ethernet no ambiente metropolitano MAN (Metropolitan Area Networks) permitindo o acesso a internet a usuários diversos e a conexão entre as redes locais LAN (Local Area Networks) de empresas e outros clientes. Sua topologia pode ser bem variada, como anel, estrela, malha ou ponto-a-ponto, podendo ser implementada como ethernet pura, ethernet sobre SDH, conforme descrito acima, ou ethernet sobre MPLS (Multiprotocol Label Switching). A primeira opção é a de menor custo, embora tenha engenharia de tráfego bastante limitada, pouca escalabilidade no sentido de aumento do tamanho da rede e elevado tempo para recuperação em caso de falhas. A segunda opção sofre com as desvantagens apontadas no parágrafo anterior, Ibidem.

A terceira opção permite maior escalabilidade, resiliência ao adotar mecanismos como MPLS Fast Reroute, que permite tempos de convergência similares aos do SDH, suporte a protocolos legados e OAM (Operation, Administration and Maintenance) fim a fim utilizando EOAM (Ethernet Operation, Administration and Maintenance). Com relação às velocidades de linha padronizadas pelo IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), já está em uso o ethernet (10 Mbps), o fast-ethernet (100 Mbps), o gigabit ethernet ou GbE (1 Gbps), o 10 GbE (10 Gbps), o 40 GbE (40 Gbps) e o 100 GbE (100 Gbps). Essa é a opção de custo mais elevado e mesmo assim não garante a capacidade e a transparência requerida por uma rede backbone metropolitana.

A tecnologia WDM (Wavelength Division Multiplexing) é a tecnologia que permite a multiplexação de diversas portadoras ópticas em uma única fibra óptica, utilizando para isso diversos comprimentos de onda, cores da luz ou lambdas, sendo similar ao FDM (Frequency Division Multiplexing), mas aplicado ao meio óptico. Em um sistema WDM tem-se uma unidade de multiplexação na transmissão e uma unidade de demultiplexação na recepção, permitindo o transporte de um conjunto de sinais de um ponto para outro. A Figura 36 abaixo representa de forma genérica um sistema de transmissão entre dois pontos utilizando a tecnologia WDM com capacidade de n comprimentos de onda (lambdas), destacando as unidades de multiplexação e demultiplexação, indicadas como Mux e Demux respectivamente.

Figura nº13 - Sistema de transmissão WDM genérico.



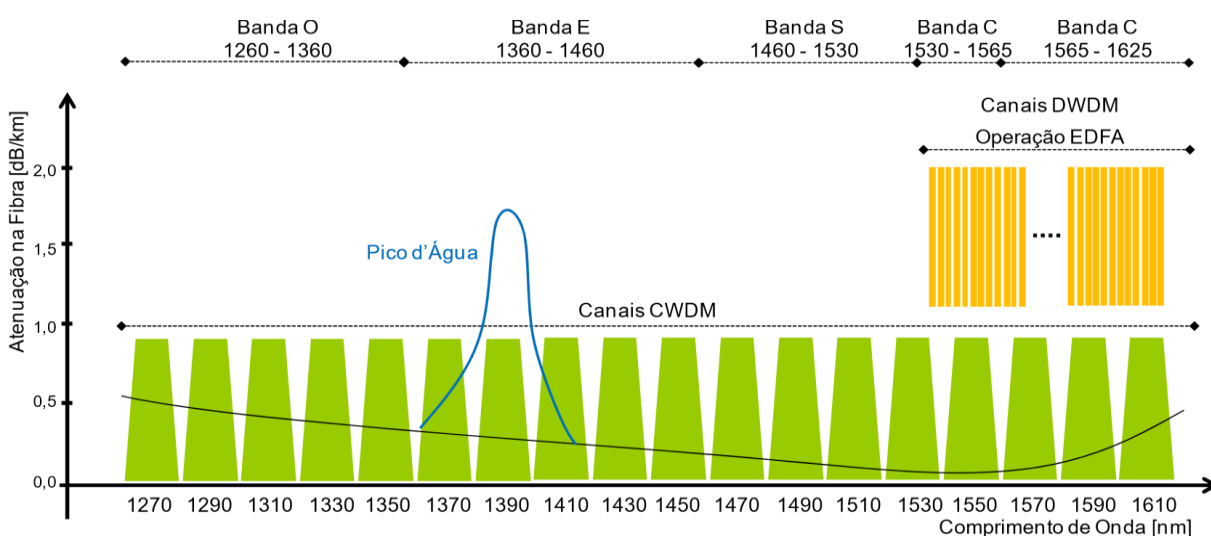
Fonte: Sardinha (2015)

Para Moraes (2003), duas opções de sistemas WDM estão disponíveis. A primeira delas é o CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing) na qual se utiliza a região do espectro de transmissão desde 1270 nm até 1610 nm para a transmissão das portadoras ópticas. Padronizado pela recomendação ITU-T G.694.2 e G.695, o CWDM habilita a transmissão de até 18 lambdas com espaçamento entre canais de 20 nm. O fato de trabalhar com largo espectro de transmissão proíbe o uso de amplificadores ópticos, limitando a distância atingida. Acrescenta-se a isso o fato de utilizar a região de 1310 nm para a transmissão, região de maior atenuação,

além da região de 1390 nm, região do pico d'água, característica intrínseca ao processo de fabricação das fibras ópticas que faz com que sinais propagados nessa região tenham maior atenuação.

A segunda opção é o DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) na qual se utiliza apenas a terceira janela de transmissão, mais especificamente as bandas C (1530 nm a 1565 nm aproximadamente) e L (1565 nm a 1625 nm aproximadamente) para a transmissão das portadoras ópticas. Nessas regiões é possível utilizar amplificadores ópticos tipo EDFA (Erbium-Doped Fiber Amplifier) e também tipo Raman, as duas tecnologias de amplificação óptica mais utilizadas nos sistemas DWDM das redes de transmissão dos operadores de telecomunicações, amplificando de forma simultânea e sem conversão ao meio elétrico todos os canais presentes em um determinado sistema DWDM segundo (Moraes, 2003).

Figura nº14: Alocação de canais CWDM e DWDM.



Fonte: Moraes (2003).

Por sua capacidade de transmissão e alcance, ao permitir o uso de amplificadores ópticos, sistemas DWDM são utilizados na maioria das aplicações. Pelo maior volume de utilização, seu preço foi bastante reduzido, equiparando-se ao preço dos sistemas CWDM, o que restringiu ainda mais o uso de sistemas baseado nessa tecnologia. O foco dessa parte do trabalho, que como visto demanda elevada capacidade de transporte, será então em sistemas DWDM, cujos principais elementos são:

- Transponder conversor de comprimento de onda

Principal elemento de um sistema DWDM. Na transmissão é responsável por receber o sinal proveniente do equipamento cliente (por exemplo, SDH, Roteador Ethernet, P-OTS) realizando a translação do comprimento de onda, recebido em qualquer janela de transmissão (850 nm, 1310 nm, 1550 nm ou mesmo dentro das grades CWDM ou DWDM), para a grade de transmissão DWDM, padronizada pela recomendação ITU-T G.694.1. Na recepção faz o processo inverso.

- Multiplexador e Demultiplexador Óptico

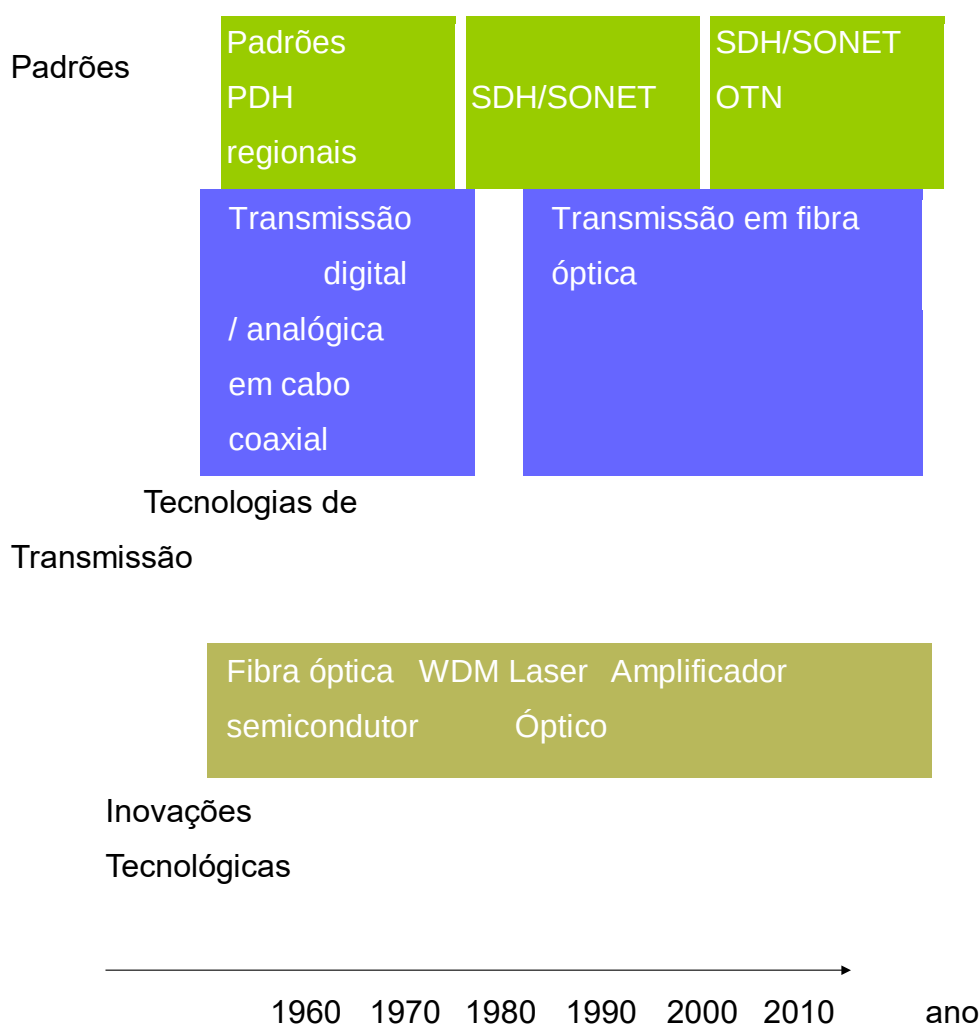
O multiplexador óptico recebe diversos sinais provenientes dos *transponders*, cada um em um comprimento de onda distinto seguindo uma grade padronizada pelo ITU-T e em quantidade que dependa da capacidade para o qual o sistema foi dimensionado, e os multiplexa transmitindo-os em única fibra. O demultiplexador óptico faz o processo inverso, recebendo os sinais multiplexados em única fibra e transmitindo-os aos transponders, após separação de cada sinal. Funcionam de forma passiva sem realização de conversão óptico-elétrica. Podem incorporar funcionalidades de controle de nível de potência individual de cada canal, contribuindo com a automatização e operação do sistema.

1.11.4. OTN

Com o amadurecimento da tecnologia WDM, o forte aumento no tráfego nas redes de telecomunicações principalmente pela intensificação do uso da internet com necessidade de banda cada vez maior no acesso e o surgimento de novas tecnologias, passou a ser fundamental melhor gerenciar os serviços transmitidos através dos comprimentos de onda dos sistemas WDM. Dessa maneira, o ITU-T através do SG15 iniciou os estudos da rede óptica de transporte nos anos 90, com o objetivo de avaliar quais seriam os requisitos necessários para a evolução dos sistemas de transmissão ópticos. Esse estudo culminou então com a publicação entre os anos de 2001 e 2003 das recomendações associadas ao OTN (Optical Transport Network), dentre elas a G.709, principal recomendação associada ao OTN. (Kurose & Ross, 2017).

A Figura mostra a evolução cronológica dos padrões de transmissão, como mostrado em “The Operator’s View of OTN Evolution”, desde o PDH chegando ao WDM com OTN, habilitados principalmente pelo uso das fibras e dos amplificadores ópticos:

Figura 15- Evolução nos padrões e tecnologias para as redes de transporte.



Fonte: Moraes (2003).

1.11.5 Descrição da OTN

Várias são as recomendações ITU-T que abordam aspectos relacionados à OTN. A G.872 - Arquitetura das Redes Ópticas de Transporte - tem como escopo a descrição da arquitetura funcional da rede óptica de transporte utilizando a metodologia descrita na recomendação ITU-T G.805, que leva em consideração a estrutura de rede óptica em camadas, a informação do sinal cliente, a associação entre camadas tipo cliente / servidor e a topologia de rede, provendo transmissão, multiplexação, roteamento, supervisão, melhoria de desempenho e sobrevivência da rede.

A G.798 - Características dos Blocos Funcionais da Hierarquia de Equipamentos da Rede Óptica de Transporte - trata da metodologia e dos componentes utilizados para especificar a funcionalidade da rede óptica de transporte nos elementos de rede, já incluindo suporte a 100 Gbps e mapeamento e demapeamento de diversos tipos de sinais na estrutura OTN, como STM-1 e Gigabit Ethernet. A G.959.1 - Interface da Camada Física da Rede Óptica de Transporte - descreve a interface física entre domínios (IrDI – inter-domain interface) da rede óptica, que pode utilizar WDM. A mais importante delas e muitas vezes até confundida com a própria OTN é a G.709, que será descrita um pouco mais em detalhes nessa secção, (Smith, 2015).

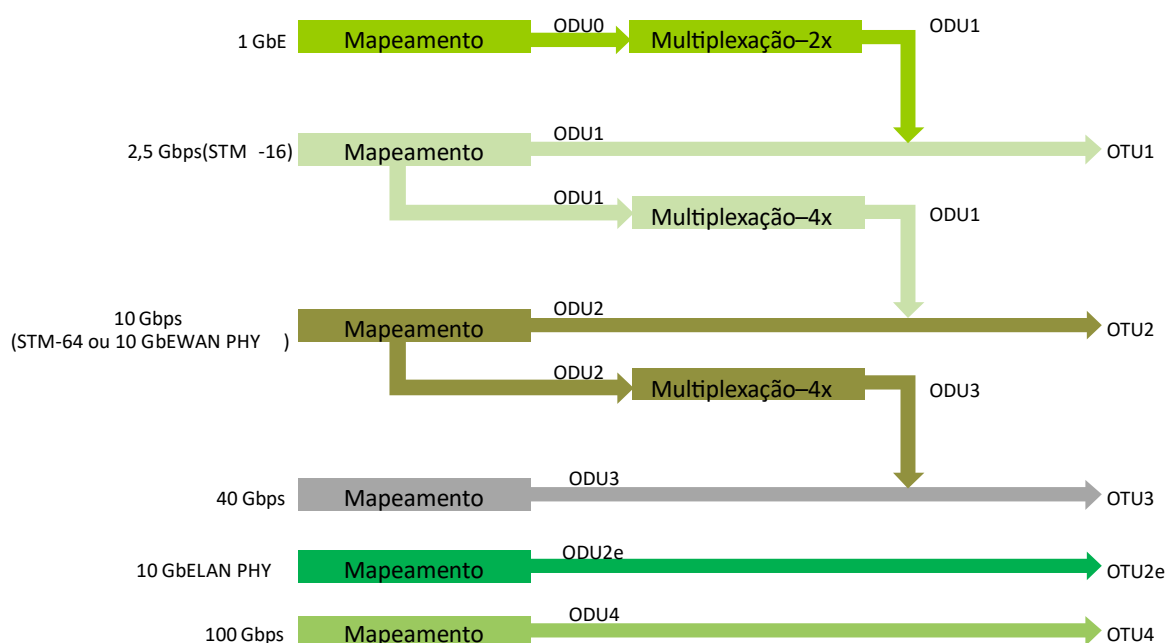
1.11.6. Multiplexação e Mapeamento

O OTN define também um padrão de multiplexação e mapeamento, especificando de que maneira um sinal de baixa hierarquia é mapeado em sinal de elevada hierarquia.

O menor *container* para transporte de sinais cliente do OTN é o ODU-0, que trabalha em 1,25 Gbps, podendo transportar sinais de taxa mais baixa como STM-1 e STM-4, até sinais Gigabit Ethernet, para o qual foi concebido originalmente, embora apenas um serviço possa ser transportado em cada ODU-0. Para mapeamento de sinais com taxa entre ODU-1 e ODU-2 é utilizado o ODUflex, capaz de criar um *container* com tamanho adaptado ao sinal a ser transportado. Além do ODU-0 e do ODU-flex, também estão definidos o ODU-1, o ODU-2, o ODU-2e e o ODU-3 para mapeamento de sinais dentro de OTU1, OTU2, OTU3 e OTU4. (Kurose & Ross, 2017).

A Figura 16 ilustra um diagrama simplificado de algumas opções de mapeamento.

Figura nº16: Algumas opções de mapeamento e multiplexação.



Fonte: Moraes (2003).

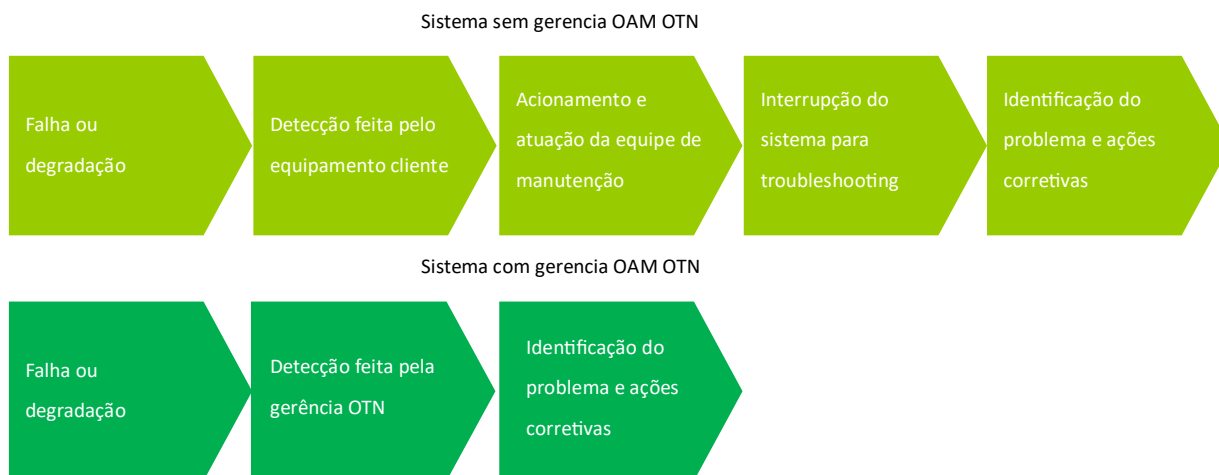
1.11.7 Operação, Administração e Gerenciamento (OAM)

Uma característica bastante importante do OTN são as funcionalidades de OAM para controle e gerenciamento do sinal que está sendo transportado. *Bytes no overhead* são definidos para funções de OAM incluindo monitoramento, indicação de alarmes e comutação de proteção, como detalhado na seção 4.2.1.3. Um plano de controle é utilizado, facilitando a operação da rede pelos operadores, possibilitando o provisionamento mais rápido de serviço aos clientes, e provendo a base para os serviços de largura de banda sob demanda, além de aumentar a confiabilidade e a disponibilidade da rede. (Smith, 2015).

Em uma rede de transmissão em que se mapeia o sinal cliente diretamente sobre um lambda do DWDM, como no caso de um sinal SDH, torna-se bastante custoso localizar o problema no momento de uma falha ou degradação para sua posterior correção. Isso ocorre pois o sistema de gerenciamento de um sistema DWDM sem OTN permite o gerenciamento apenas de características muito básicas do sistema, como níveis de potência de transmissão e recepção nos *transponders* e amplificadores, desvio de comprimento de onda em relação ao comprimento de onda nominal e alarmes de falha e ausência de sinal. Não há qualquer monitoração de

desempenho do sinal, ficando essa atividade restrita ao monitoramento feito pelo equipamento cliente, SDH por exemplo.

Figura nº 17: Comparação entre etapas para identificação de falha ou degradação com e sem gerência OAM OTN.



Fonte: Moraes (2003).

1.11.7.1 Gerenciamento Individualizado de Cada Comprimento de Onda

No provisionamento de serviços baseados em comprimento de onda, o OTN apresenta-se como importante ferramenta de transporte, possibilitando o gerenciamento OAM individual de cada canal. Com essa funcionalidade, é possível ter o gerenciamento dos múltiplos canais de um sistema WDM independente uns dos outros, habilitando a oferta de serviços baseados em comprimento de onda, cada vez mais usual no ambiente corporativo.

- **Capacidade de constante evolução**

A capacidade de adaptação às novas necessidades e serviços confere ao OTN a flexibilidade de poder estar em constante evolução, diferencial com relação às outras opções de tecnologia de transporte. Esse tópico será detalhado mais a frente.

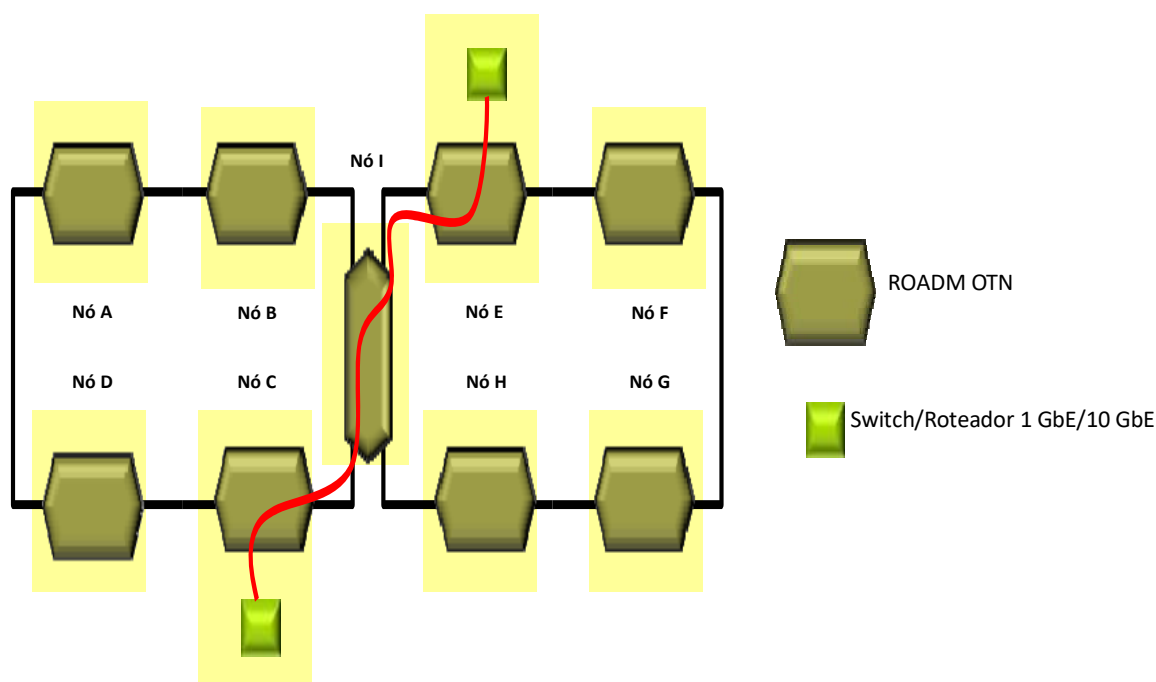
Exemplos de Aplicação

- **Ethernet sobre OTN**

Segundo Stallings (2008), serviços de Ethernet LAN vem dominando o tráfego nas aplicações residenciais e corporativas, principalmente pelas vantagens de custo que o protocolo Ethernet provê. Entretanto, quando se necessita do transporte de

ethernet sobre fibra no ambiente WAN alguns desafios surgem. O transporte direto sobre fibra utilizando, por exemplo, interfaces coloridas WDM, pode não ser a melhor alternativa quando pensamos em capacidade de ampliação, gerenciamento, capacidade de atravessar distintas redes, com distintas topologias e longas distâncias.

Figura nº 18: Conexão Gigabit Ethernet ou 10 Gigabit Ethernet entre nós C e E com transporte feito diretamente sobre OTN.



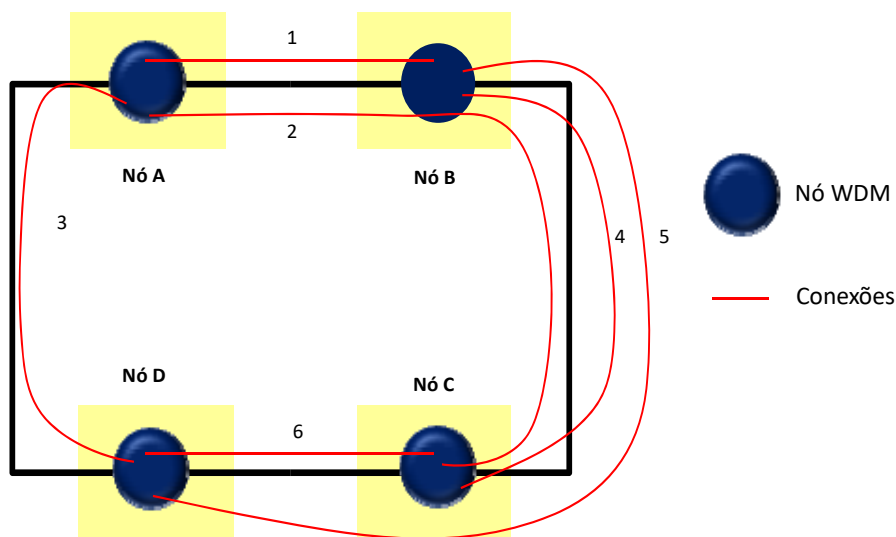
Fonte: Lopes (2007).

- **Uso de OTN para Transporte de Sub-Lambda**

Uma rede com demanda de tráfego entre nós de tal maneira que a soma dessa demanda não exceda a granularidade de um comprimento de onda, por exemplo 10 Gbps, é possível de ser implementada de algumas maneiras.

Uma delas consiste no uso de sistema WDM com lambda dedicado para cada par de conexão bidirecional, totalizando $N.(N-1)/2$ conexões, sendo N o número de nós, na situação em que há demanda de tráfego entre todos os nós (Lopes. 2007).

Figura 19 - Sistema WDM com conexão (lambda) dedicada para cada atendimento.



Fonte: Lopes (2007) .

Outro possível cenário de atendimento é utilizando um sistema SDH STM64 na situação em que a soma de tráfego não exceda 10 Gbps, com um único comprimento de onda (conexão única) entre todas as estações. Nessa situação é possível ter agregação de sub-lambda em cada nó e usar de forma mais eficiente a capacidade do comprimento de onda. Entretanto, os custos que envolvem esse tipo de solução, associado a pouca flexibilidade na multiplexação e mapeamento de tráfego baseado em pacotes e tráfego de novos serviços (como Fiber Channel) além da pouca escalabilidade tornam essa alternativa pouco adequada.

1.11.8. Tipos de conexões WAN

As redes de longa distância podem ser divididas em dois grupos: o grupo de rede com fio e o sem fio. São exemplos de conexão WAN com fio a comutação de rótulo multiprotocolo (MPLS), T1s, Carrier Ethernet e links de internet banda larga comercial. Já as conexões sem fio são os dados celulares, as redes Wi-Fi ou as redes via satélite. Ainda que redes como o 4G estejam conseguindo ocupar algum espaço no mercado empresarial, a maioria delas ainda é dominada pelas redes que utilizam o cabeamento. Isso ocorre pela possibilidade de a empresa poder ser dona da sua própria WAN, mas também alugar toda a infraestrutura contratando um provedor, uma operadora de rede IP ou mesmo uma empresa de cabeamento, (Stallings & Case, 2013).

1.11.9. Qual a utilidade da WAN?

Desenvolver uma conexão WAN abre um leque quase infinito de utilidades. Seja em uma rede montada em casa ou dentro de uma empresa, todas se beneficiam muito da utilização dela. Sabendo que a rede de longa distância pode funcionar exatamente como uma ponte que une duas LANS, eis então o primeiro grande benefício. A possibilidade de ter um escritório em Londres e se manter conectado a outro em Nova Iorque da mesma forma com que consegue trocar informações com o vizinho de sala é um dos principais benefícios da WAN. Desta forma, a WAN serve para que todas as redes locais, possam ser interligadas umas às outras, (Stallings & Case, 2013).

1.11.9.1. Segurança WAN

A utilização de rede WAN acaba deixando os usuários mais suscetíveis à exposição de seus dados. Para que isso não ocorra, a utilização de softwares de proteção é sempre altamente indicada. Os Firewalls também costumam ser apropriados para que a segurança eleve seu nível e garanta que suas informações não corram riscos. Uma forma bastante recomendada para aprimorar essa defesa do seu dispositivo é a utilização de VPN. Cujas funções de criptografia, dificultam o acesso de invasores. A criptografia faz, a grosso modo, com que tudo pareça embaralhado e, dessa forma, mais difícil de ser acessado. Entretanto, é importante ter em mente que no mundo virtual, assim como no mundo real, nem todo o cuidado do mundo é garantia para nada. Portanto, é fundamental estar sempre atento, pois ainda que todas essas barreiras compliquem bastante o processo, há hackers dispostos a fazer qualquer coisa. (Wrightson, 2014).

1.11.9.2 Otimização de WAN

Em poucas palavras, as restrições de latência e largura de banda, geralmente fazem com que as WANs corporativas sofram com problemas de desempenho, não sendo incomum que necessitem ser otimizadas. A ideia consiste basicamente em incorporar uma série de soluções com o intuito de garantir a melhora do tráfego de dados. Estas melhorias podem ser feitas através desde a deduplicação e compactação de dados até o monitoramento de rede e otimização de protocolo. Resumidamente, estas ações visam, por si só, otimizar a rede WAN e proporcionar maior tráfego de dados para os usuários por meio de software ou hardware

específicos. Garantindo, portanto, que aquela tarefa que consome muita banda de rede, mas que não tenha tanta relevância seja deixada em segundo plano para que a mais importante consiga se estabelecer com maior tráfego de dados. (Wrightson, 2014).

Vantagens e desvantagens da WANAs

Vantagens da WAN incluem:

- Pode cobrir uma grande área geográfica;
- Infraestrutura centralizada;
- Segurança;
- Maior largura de banda com o uso de linhas alugadas em oposição a conexões de banda larga.

Quanto às desvantagens, pode-se citar:

- Alto custo de configuração;
- Possibilidade de falhas de segurança;
- Requer software antivírus e firewalls para garantir a segurança dos dados.

Desvantagens da WAN

Aqui estão as desvantagens/contras da rede WAN:

- É difícil manter a rede WAN. Você precisa de técnicos qualificados e administradores de rede;
- Existem mais erros e problemas devido à ampla cobertura e ao uso de diferentes tecnologias;
- Requer mais tempo para resolver problemas devido ao envolvimento de múltiplas tecnologias com e sem fio;
- Oferece menor segurança em comparação com outros tipos de rede em computadores.

A rede WAN vs. LAN, qual deles deve se escolhida.

Cada uma das redes (LAN ou WAN) possuem suas próprias características e finalidades distintas. Enquanto a LAN conecta computadores a outros dispositivos

comuns às redes em um mesmo local, a WAN permite conectar computadores de diversas localizações funcionando como uma rede externa. Considerando isso, uma rede local não exige grandes projetos para que funcione ou ainda requer muita manutenção. Já no caso da WAN, o caso muda de figura, uma vez que para configurá-la é preciso ter um conhecimento mais técnico.

Além disso, a WAN vs LAN também se diferem quanto a taxa de transferência de dados, a LAN oferece uma taxa alta para um pequeno número de usuários, enquanto a WAN disponibiliza uma transferência mais lenta, porém para um número muito maior de dispositivos conectados. Conclui-se, portanto, que para resolver problemas de comunicação em uma área geográfica específica como um escritório entre aparelhos ali existentes, a rede local é a mais indicada. Enquanto a WAN é mais bem aproveitada para conectar diversos computadores entre escritórios de diversas localizações. Dito isso, a escolha da rede deve ser feita com base nas características da infraestrutura de rede implementada e/ou desejada. (Tanenbaum, Andrew, 2003).

CAPITULO II: METODOLOGIA DE PESQUISA

De acordo com Malhotra, (2011), metodologia é uma preocupação instrumental, que trata do caminho para a ciência tratar a realidade teórica e prática e centrarse, geralmente, no esforço de transmitir uma iniciação aos procedimentos lógicos voltados para questões da causalidade, dos princípios formais da identidade, da dedução e da indução.

2.1 Tipo de pesquisa

Para Kocher (2013, p. 35), pesquisa descritiva que busca-se descrever uma dada realidade, sem interferir nela. Essa pesquisa nos permitiu descrever factos sem a manipulação, buscando com precisão distribuir a frequência em que um fenómeno ocorre e a sua relação com outros factores.

2.2. Modelo de abordagem

Segundo Severino (2013, p. 115), diz que abordagem qualitativa possibilita a recolha de informação mais profunda, rica e precisa e, faz a descrição dos fenómenos que ocorrem durante o processo direcção e funcionários.

Para a presente pesquisa utilizamos abordagem Qualitativa, na medida que utilizamos a observação e consulta em postelados que por sua vez serviu de meio de execução do aplicativo de rede para a Instituição.

2.3 Nível de estruturação de métodos

De acordo com Lakatos & Marconi (2010, p. 88), método é o conjunto das actividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcança o objective-conhecimentos válidos e verdadeiros, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxilaando as decisões do cientista.

a) Nível teórico

- **Hpotético-dedutivo**

O método hipotético/dedutivo inicia pela percepção de uma lacuna nos conhecimentos acerca da qual formula hipótese e pelo processo de inferência dedutiva, testa a predição da ocorrência de fenómeno abrangindo pela hipótese (severino, 2023).

b) Nível empírico/experimental

Os métodos de nível empírico /experimental para pesquisa foram, a entrevista dirigida aos membros da direcção e alguns funcionários do complex escolar, assimcomo a observação participante. Com este método foi possível alcançar os objectivos proposto, bem como a confirmação das hipóteses.

2. 4. Técnicas de recolha de dados

As técnicas de recolha de dados são: Entrevista e observação.

Documentos: vamos consultar os diferentes tipos de documentos de trabalho que a direcção colocar a nossa disposição.

Bibliografias: onde podemos consultar os diferentes livros e monografias, fascículos e arquivos

2.5. Instrumentos e procedimentos

Guião de entrevista: tivemos a oportunidade de entrevistar alguns funcionários e os membros da direcção do complexo de tal modo que com as informações dadas, servisse-nos de base para execução das ideis para implementação da infraestrutura de rede.

2.6. População e amostra

2.6.1. População

Segundo Gil (2002, p.89) população é “o conjunto definido de elementos que possuem determinadas características”.

Sendo assim, definiu-se como população de pesquisa 26 efectiva distribuída entre as áreas.

2.6.2. Amostra

De acordo com Severino, (2007), “amostra é a parte da população ou do universo, seleccionada de acordo com uma regra ou plano”.

Por sua vez a nossa população de pesquisa é de 100%: sendo assim entrevistamos 14 funcionários, 70% do sexo masculino e 30% do sexo feminino, possuindo idades no intervalo de 27 à 52 anos, funcionários residentes no Municipio de Cacuaco na Provincia de Luanda.

2.6.3. Quadro da população e amostra da pesquisa

Entrevistados	População	Amostra
Director	1	1
Subdirector-pedagógico	1	1
Subdirector-administrativo	1	1
Professores	16	8
Outros Funcionários administrativos	8	4
Total	27	14

A nossa pesquisa tem uma população de 27 funcionários, dos quais: 1 Director geral, 1 Sub-director pedagógico, 1 Sub-director administrativo, 16 professores e 11 Funcionários administrativos. Todavia entrevistamos cerca de 14 elementos que por outro lado correspondem o valor da nossa amostra.

2.7. Dificuldades encontradas

Durante a elaboração do TFC, houve algumas dificuldades tais como:

- Dificuldade financeira;
- Acesso as informações uma vez que este elemento constitui o cerne da pesquisa;
- Tivemos também problemas com o materiais para executar de forma prática a infraestrutura de rede, daí que a presente pesquisa limita-se apenas numa apresentação através de um simulador Pcaptrace como forma de demonstração do software.

CAPITULO III. DISCUSSÃO E RESULTADOS

Este capítulo do trabalho destina-se ressaltar as evidências que nortearam as reflexões sobre cada questão levantada através de análises quantitativas ou qualitativas, sempre relacionada aos objectivos e hipóteses apresentadas anteriormente no trabalho.

3.1. Análise, interpretação e apresentação dos resultados

Nome da Escola: Complexo Escolar Santa Conecção CAC n° 146 Kifangondo, endereço: cacuaco, Kifangondo – Bairro Alto Cimiteiro. Cidade: Luanda. Ramo de actividade: ensino Primário e 1º Ciclo: Pequena n° de trabalhadores: 26 trabalhadores (6 trabalhadores em regime de tempo integral e 20 em regime de tempo parcial).

a)- Missão da Empresa

Trabalhar afincadamente na busca de soluções para os eminentes desafios que a nossa sociedade enfrenta através da produção, preservação e difusão do Ensino, Investigação, buscando a alcançar a qualidade e a excelência do Conhecimento e do Saber.

b)- Visão da Empresa

É visão da Entidade Promotora, Complexo Escolar Santa Conecção CAC n° 146 Kifangondo no conjunto das melhores Escolas do País, contribuindo no Crescimento Social e Profissional das Comunidades através da criação de Competências Humanas.

c)- Objectivo da Empresa

Promover a materialização do processo de inclusão de Estudantes altamente qualificados para o país, de formas a impulsionar o desenvolvimento educacional do país.

d)- Público-alvo

Os princípios que os clientes, fornecedores, trabalhadores e sociedade devem identificar no Complexo Escolar Santa Conecção CAC n° 146 Kifangondo como destaques são: Honestidade, Transparência, Humildade e Competência.

e)- Política da Empresa

Fundamentando-se na natureza estruturante do Subsistema do Ensino e do Plano Nacional de Formação de Quadros do Ministério da Educação, as políticas de ensino do Complexo Escolar Santa Conecção CAC nº 146 Kifangondo são vocacionadas para formação primária e do 1º Ciclo.

f)- Sistema

O sistema de ensino no Complexo Escolar Santa Conecção CAC nº 146 Kifangondo, é um sistema de ensino presencial, fundamentado nos seguintes princípios:

- Igualdade de oportunidades;
- Rigor;
- Compromisso social;
- Excelência académica;
- Gestão democrática e transparente;
- Respeito a diversidade intelectual, institucional e política;
- Procura de mecanismo de promoção da indissociabilidade entre Ensino, Pesquisa;
- Valorizar os princípios democráticos como a cidadania, participação e respeito à pessoa humana;
- Garantia da Qualidade de Ensino compatível com as necessidades e anseios;
- Expectativas da sociedade;
- Igualdade de condições de acesso e permanência;
- Valorizar a Promoção do desenvolvimento humano;
- Pesquisa e Investigação científica como fonte de produção de novos conhecimentos;

O Complexo Escolar Santa Conecção CAC nº 146 Kifangondo visa a organização do processo de ensino-aprendizagem, contextualizado numa cultura de valores, cuja missão é a ministração de um ensino de qualidade e de competências que contribuam na formação de quadros Angolanos na aquisição do conhecimento e do saber científico.

g) - Unidade Curricular

- Ensino primário;
- 1º Ciclo.

h) - Infra-estruturas

O Complexo Escolar Santa Conceição CAC nº 146 Kifangondo dispõe de instalações de ensino:

- Uma Cantina;
- Um Campo;
- Reprografia;
- Uma sala de informática (adaptada).

3.2. Discussão dos Resultados

A simulação tem como objectivo imitar uma situação do mundo real e, com base no modelo criado, realizar experimentos e testes com a finalidade de entender e avaliar o comportamento de determinado sistema (Albert; Neto; Mendes, 1999).

Para o presente trabalho, temos o processo de simulação através do aplicativo Cisco Packet Tracer como uma plataforma que permite ilustrar as projecções do sistema garantindo assim uma proposta da infraestrutura futura da instalação dos dispositivos da rede man do colégio Santa Conceição CAC nº 146-Kifangondo

Tabela 3. Lista dos materiais encontrados nas duas Instituições

Material	Quantidade
Computadores	4
Impressoras	1
Total	1

Fonte: Própria (2025)

3.3. Proposta dos materiais por se comprar

Tabela 3.1: levantamento de matérias

Material	Quantidade
Computadores	10
Impressoras	3
Total	13

Fonte: Própria (2025)

3.4. Orçamento

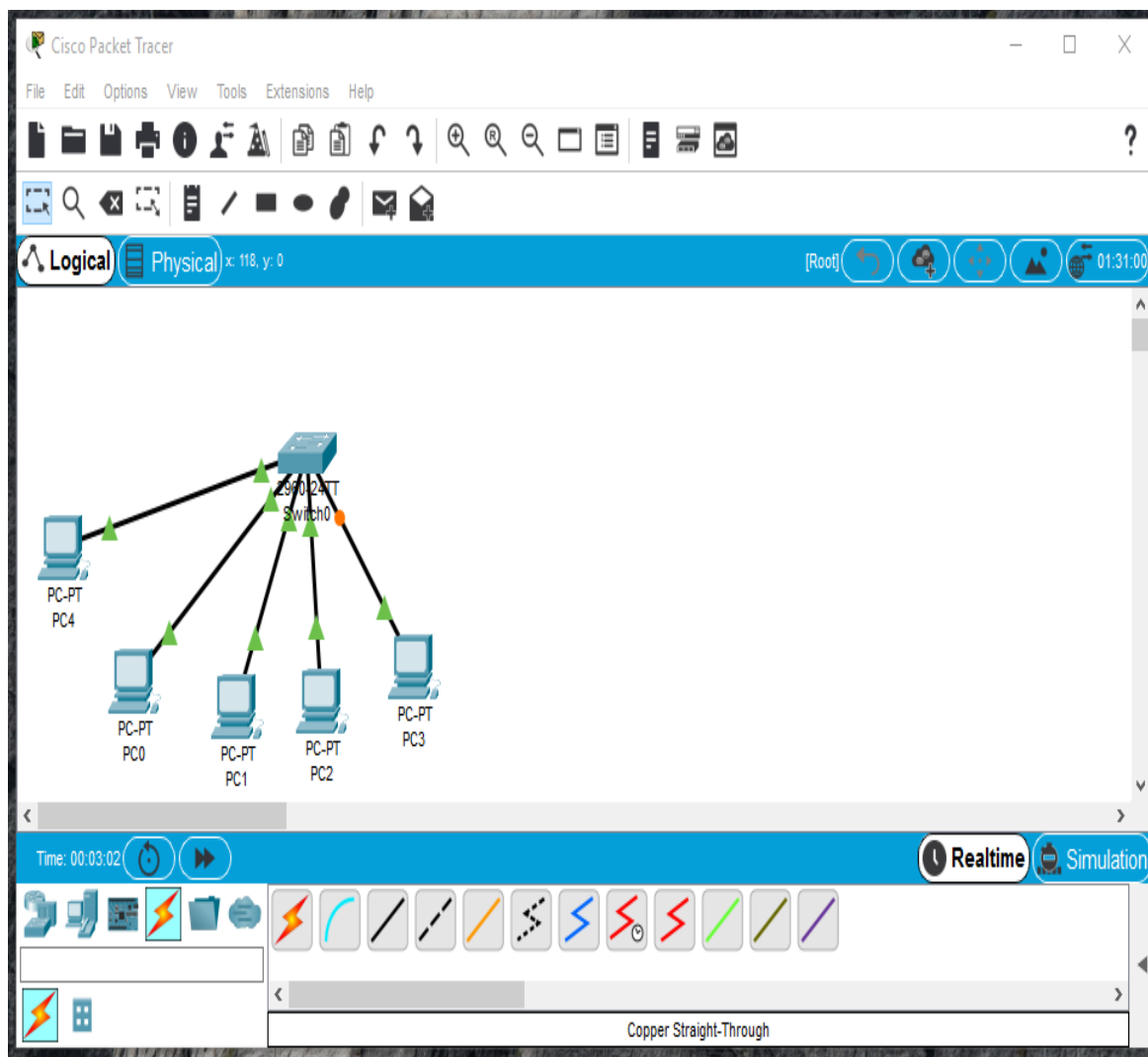
Tabela 3.2: Orçamento das materiais

Qtda	Descrição	Preço unit (com IVA)	Valor
2	Cabo rede 350M UTP Cat6 intell	44.782,00	89.564,00
2	Switch 24 portas DLINK	99.000,00	198.000,00
4	Conector cat6 rj45/ 120 unidades	8.266,00	33,064.00
2	Patch panel-48 portas Cat6 A Brand Rex	7.184,00	14,368.00
2	Armário 06U 600X450 INT 19 AÇO (Rack)	68.000,00	136,000.00
2	Router DLINK Wife VPN 4 X LAN/2 X	258.078,00	516,156.00
4	UPS WINTECH 2000 VA TOUCH	72.340,00	144,680
10	LENOVO Pc portátil 14.5	197.865,00	1,978 650.00
		Sub-total	3.110114.00

Fonte: Própia (2025)

3.5. As fases de configuração da rede

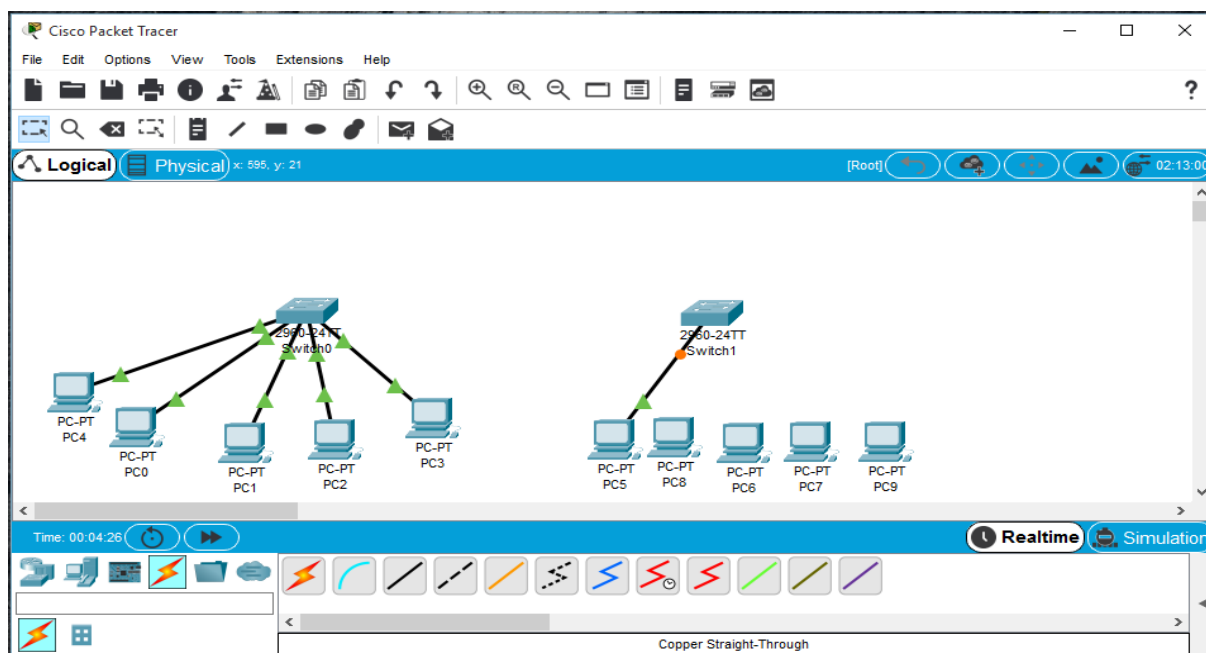
Figura nº 20: Configuração da rede 1



Fonte: Própia (2025)

Esta imagem mostra as ligações dos terminais da rede 1, a conexão é feita através do cabo partrançado e os seus concetores rj45. As luzes verdes representam a comunicação entre os terminais e o switch.

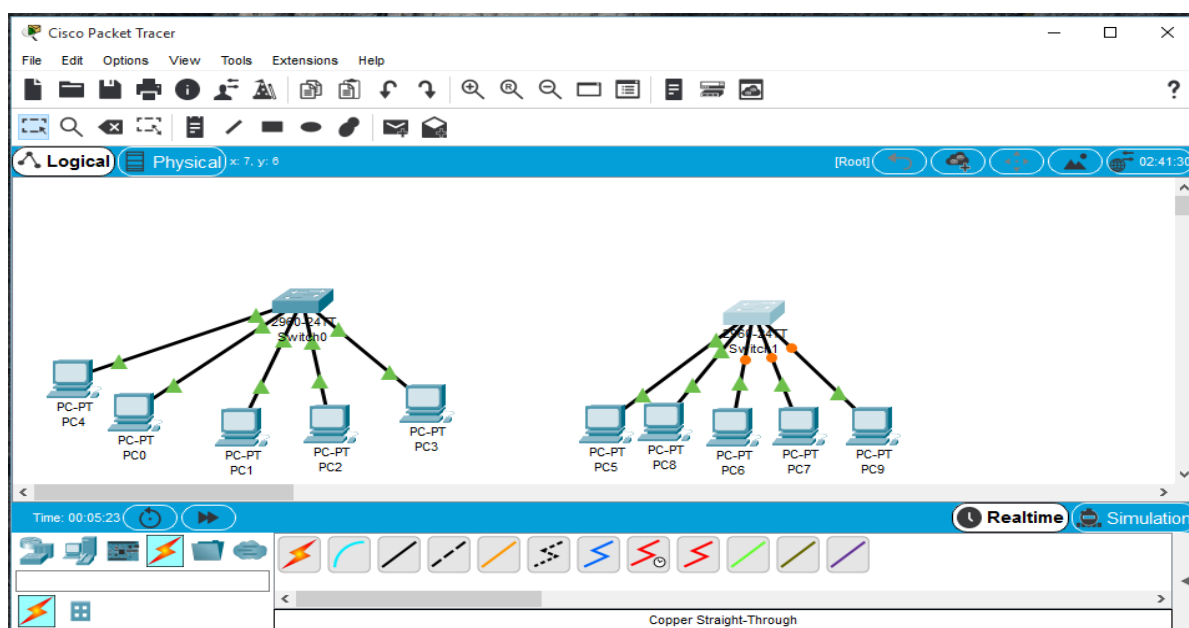
Figura nº 21: Configuração da rede 2



Fonte: Própia (2025)

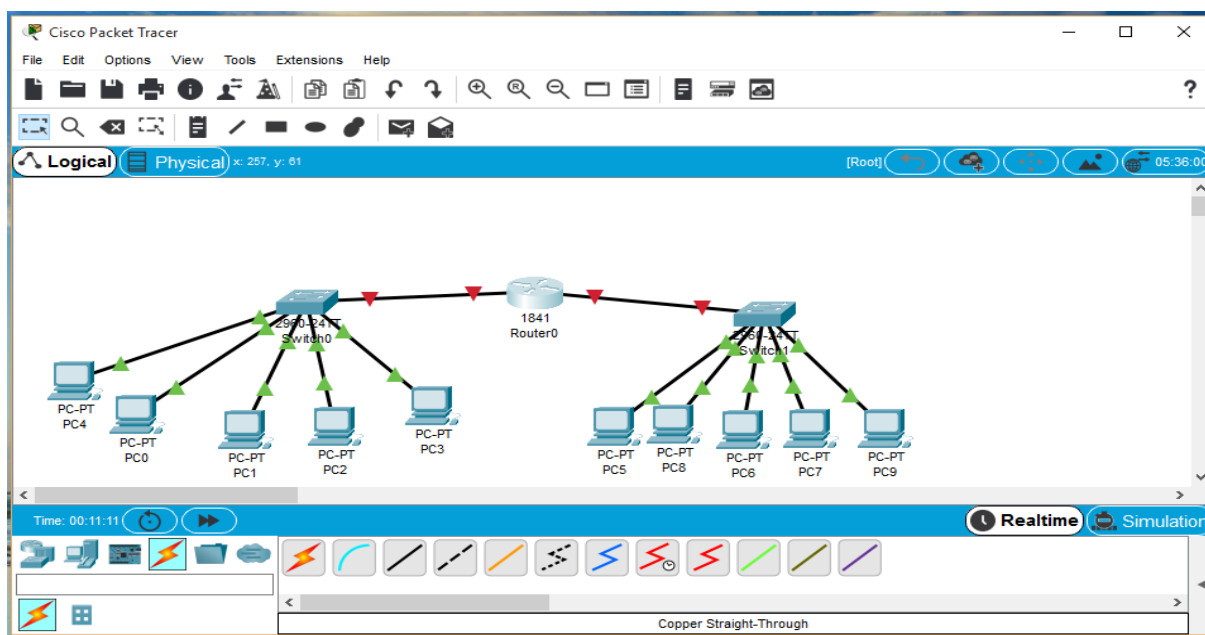
A presente imagem representa a ligação da rede 2, e configuração das portas do terminal ao switch 2 da rede, o ponto laranja demonstra a comunicação entre o switch e o terminal e consequentemente a respectiva ligação da mesma.

Figura nº 22: Configuração da rede 2



Fonte: Própia (2025)

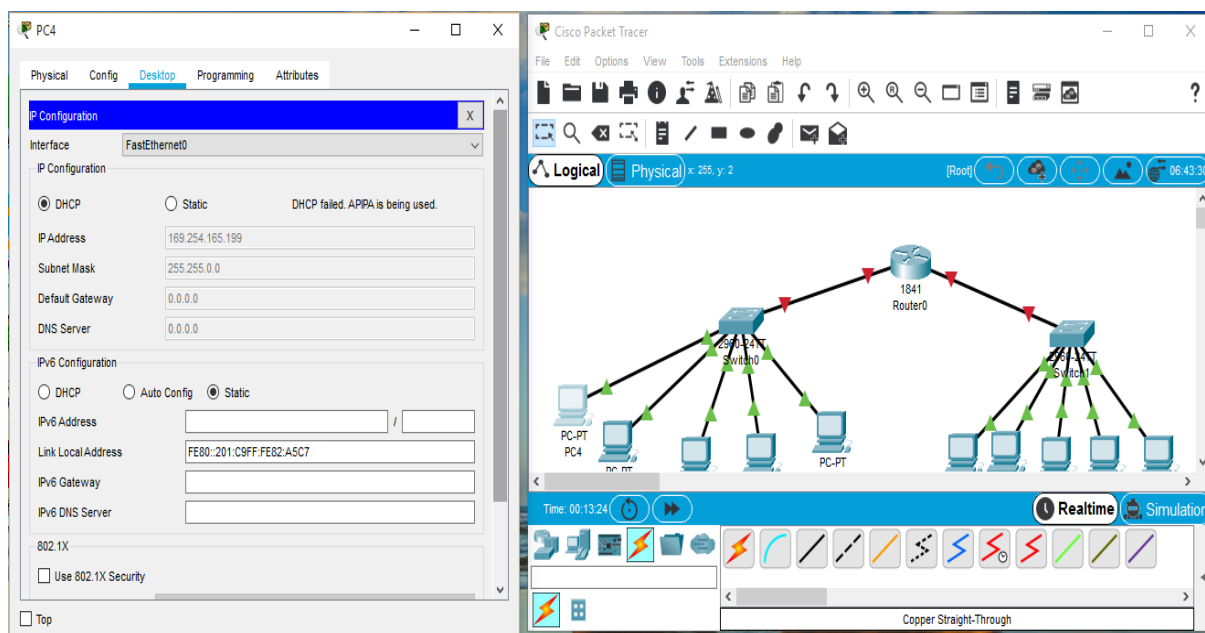
Figura nº 23: Ligação das redes através do router 1841



Fonte: Própia (2025)

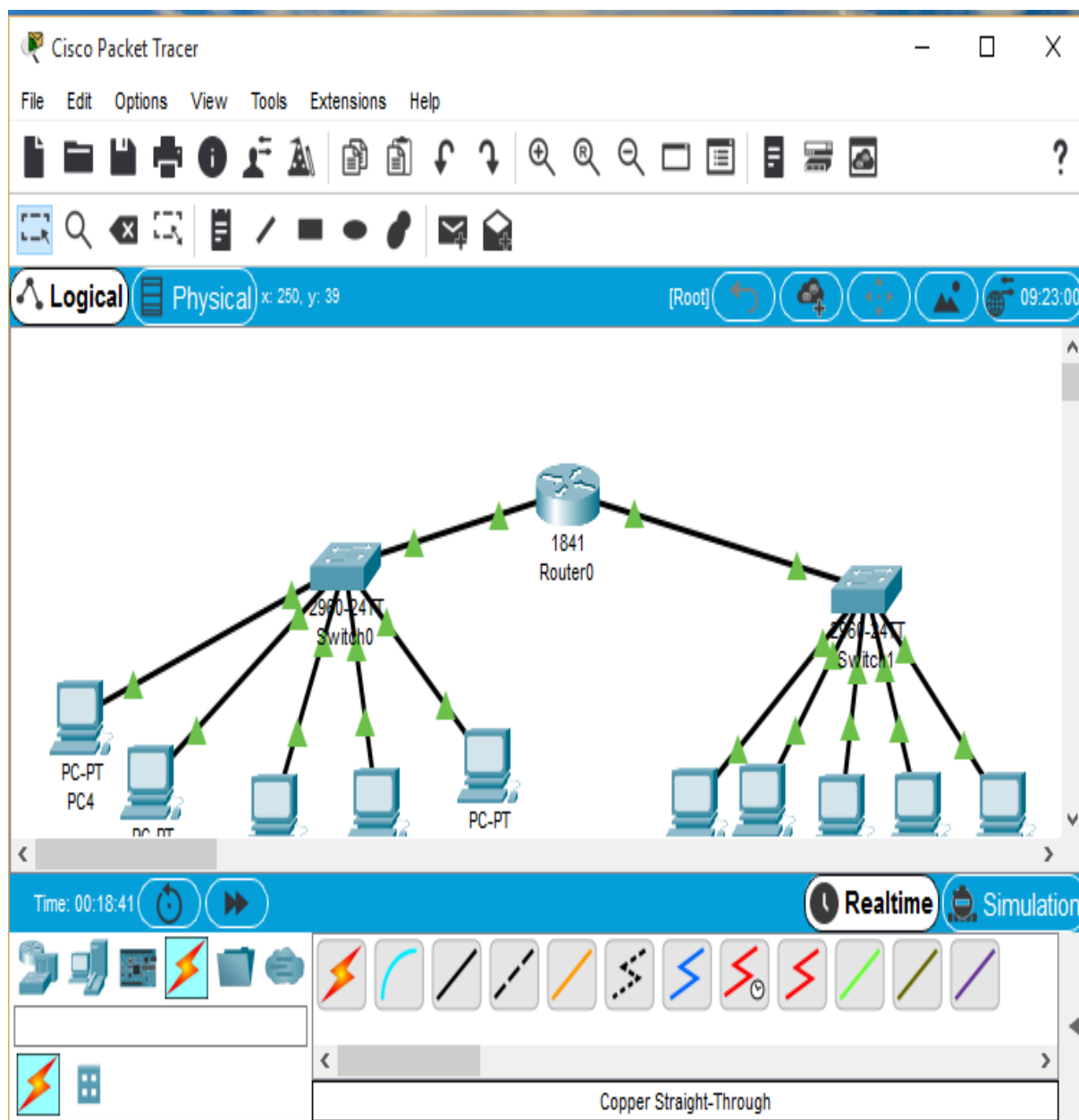
Neste exato momento os terminais da rede estão sem qualquer comunicação, ou seja as portas que permite a conexão entre o switch e o roteador encontram se desligadas. Para tal faremos a ligação para que consequentemente haja e ligação permitindo assim a comunicação entre ambas.

Figura nº 24: Ligação das redes através do router 1841



Fonte: Própia (2025)

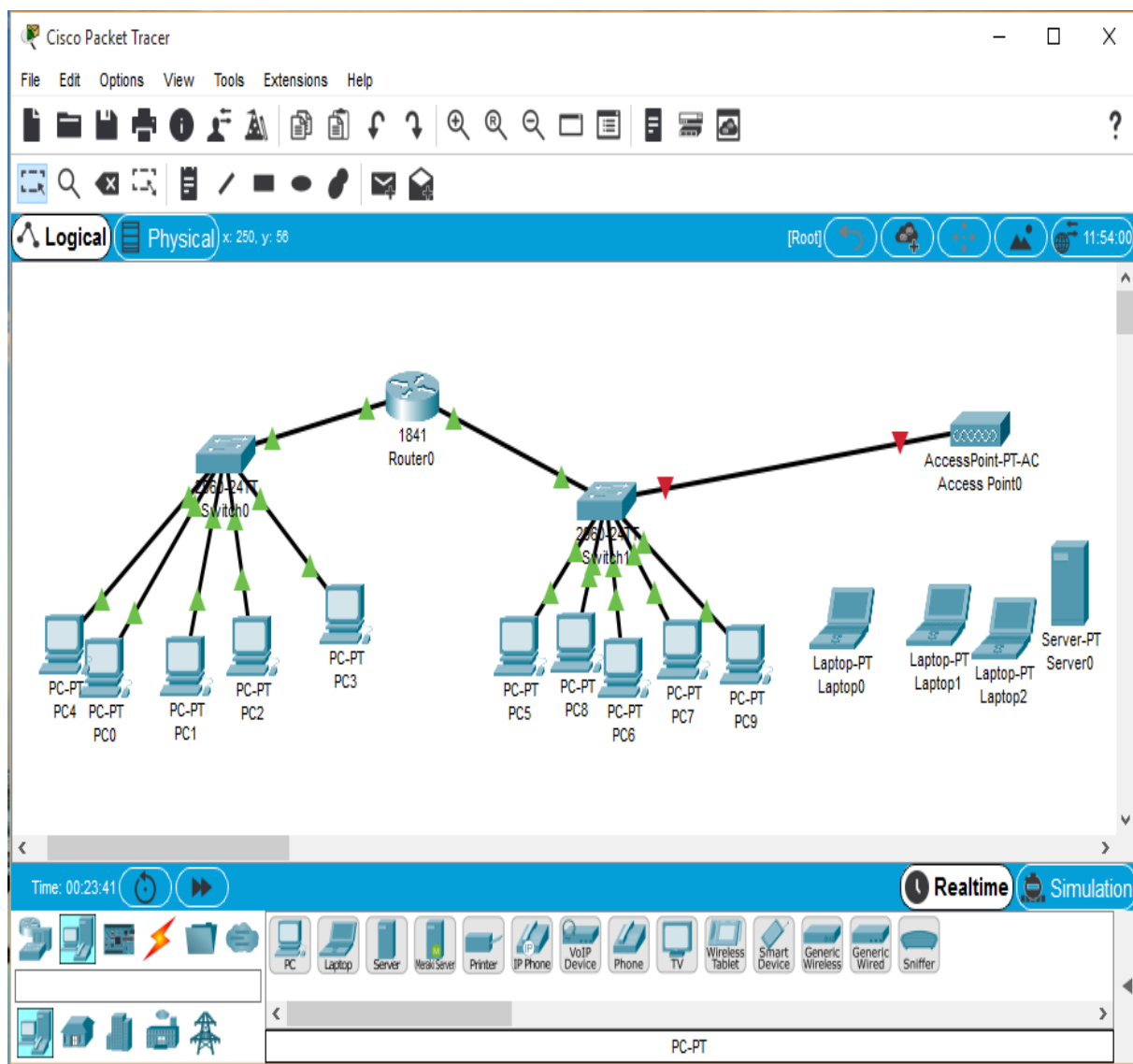
Figura nº 25: Comunicação das redes



Fonte: Própia (2025)

Uma vez ligadas temos efectivamente a comunicação das rede, o que permite a troca de pacotes de um lado a outro, e efectivamente garantindo assim serviços e partilha de recursos.

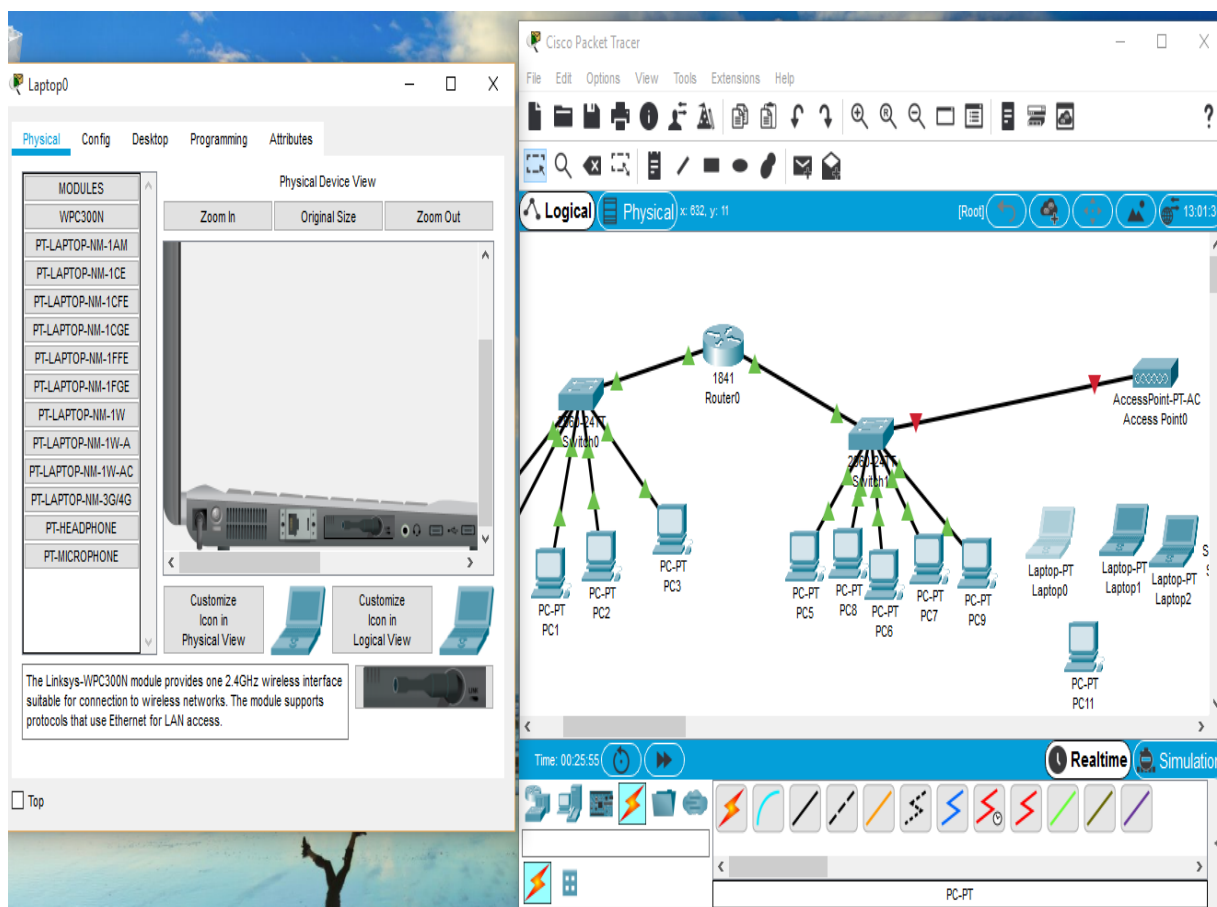
Figura nº 26: Configuração do serviço accessPoint



Fonte: Própia (2025)

Essa configuração permite, a dispersão do sinal em volta da instituição garantindo a conectividade dentro e fora da instituição de forma eficiente e segura. Através de um servidor que permite a distribuição de sinal através do seu serviço dhcp, permitindo a conexão automática a rede.

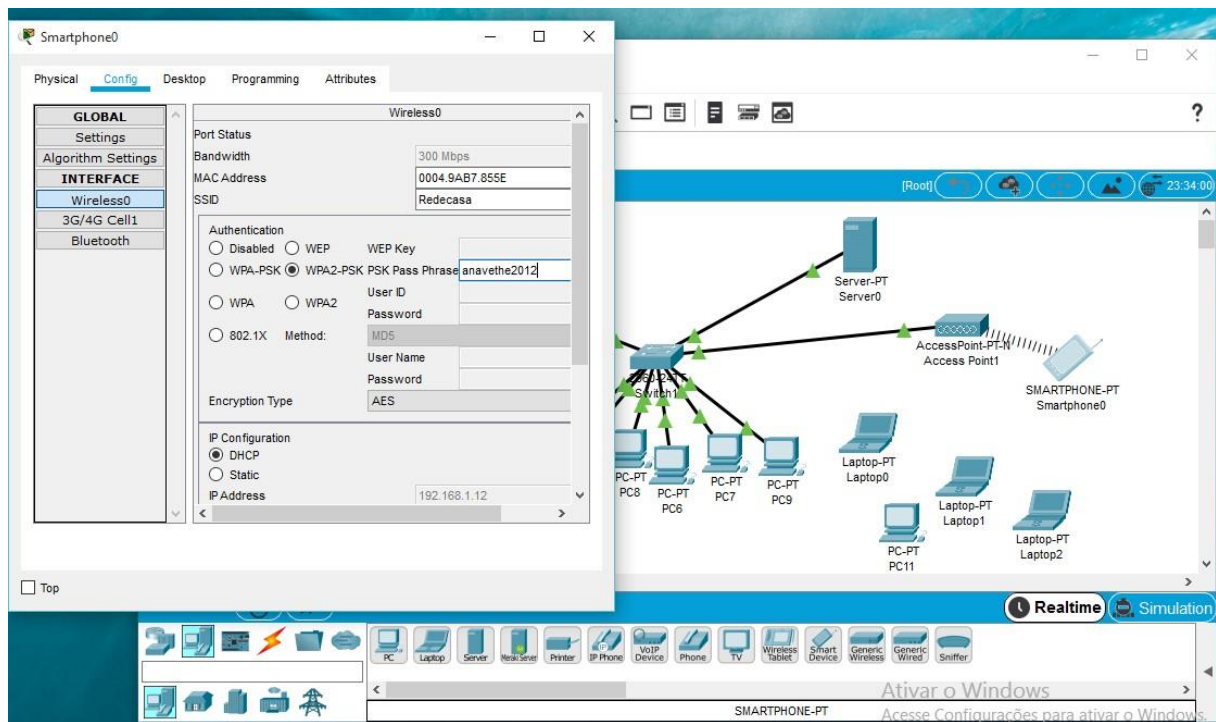
Figura nº 27: Configuração da placa para o serviço accessPoint

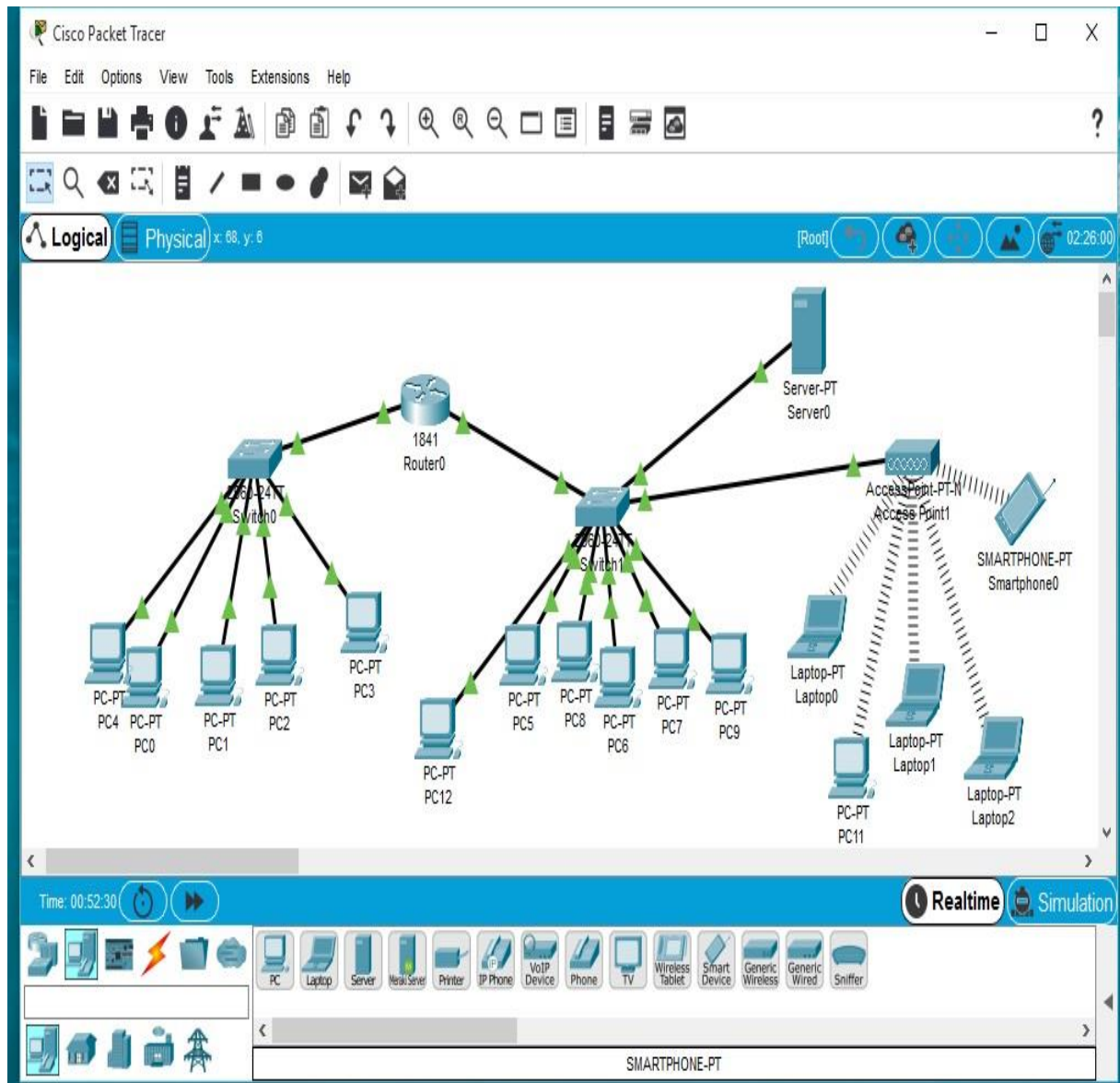


Fonte: Própia (2025)

Esta função permite a remoção da placa de rede por via cabo, com a substituição duma placa wireless a conexão do dispositivo por formas a receber o sinal da rede de maneira automática.

3.6. Diagrama Lógico da Rede





CONCLUSÃO

Depois de um estudo minucioso podemos concluir que val apenas implementar a proposta de rede man, uma vez que ambas instituições não estão conectas através de uma infraestrutura de rede, por formas disponibilizar as tracas de informações e partilha de recursos.

Dizer também que através dos conceitos teóricos foi possível culminar o trabalho na medida em que os conceitos vêm como um balão de oxigênio para sustentar os conceitos e definições ora cá apresentados por formas a dar uma eficiência nas abordagens aqui discutidas.

Por outro lado a pesquisa fiaca também concluida na medida em que os objectivos da pesquisa foram todos alcançados, pois através do qual conseguimos apresentar um projecto prático que nós achamos importante a sua implementação e a observância das sugestões dados de maneira a não tornar vulnerável a infraestrutura de rede.

No que diz respeito as hipóteses da pesquisa foram de igual modo respondidas, pois pensamos nós, que as respostas dadas com a pesquisa conseguiram todavia responder a pergunta de partida, e consequentemente justificar o trabalho.

Do lado da instituição foi um marco uma vez que os mesmos tiveram contacto com o software, e que na verdade espera-se um outro feedback por parte deles no que concerne as actualizações futuras, na infraestrutura de rede e de igual modo garantirem a manuntenção por forma o mesmo não ser vulnerável e obsoleto.

SUGESTÕES

De acordo a conclusao, implementou-se a rede man segura no Complexo Escolar Santa Conceição Cac.nº 146 e sugeriu-se o seguinte:

Que faça sempre actualizações constantes da rede instalada, de modo reduzir significativamente as vulnerabilidades de malwares;

Investir em requisitos de segurança quer física e lógicas;

Garantir sempre que possível a manutenção da infraestrutura de maneira não se tornar obsolecta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abordagem, Top-Down B., J. C. (2021). *Network Security Essentials*. Pearson. 6ª edição.
- Alecrim, E. (2004). *Diferenças entre hub, switch e roteador*. Info Wester. [Online] 08 nov.
- Comer, D. E. (2007). *Redes de computadores e internet*. Porto Alegre: Bookman.
- Davie, Larry L. Peterson; Bruce, S. (2004). *Redes de computadores: uma abordagem de sistemas*. Rio de Janeiro: Campus.
- Guimarães, F. R. (2004). *Como fazer? Diretrizes para a elaboração de trabalhos monográficos*. São Paulo: Edijur.
- Guia do Hardware. [Online] 26 set. 2007. Disponível em <<http://www.hardware.com.br/tutoriais/endereco-ip-cidr/pagina2.html>>. Acesso em: 25 fev. 2013.
- Jones, W. H. (2018). *Wireless Networks: The Definitive Guide (2nd ed.)*. O'Reilly
- Johnson, R. E. (2010). *Introduction to Security: Operations and Management*. (4th ed.). Prentice Hall. Media.
- Jauber, L.. (2007). *Estudo das Soluções de Transmissão de Vídeo Utilizand Software Livre. Monografia de Pós-Graduação (Especialista em Administração em Redes Linux)* – Universidade Federal de Lavras – Lavras.
- Kurose, K. W. R.; James F. (2010). *Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down*. [S.l.]: Addison-Wesley.
- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2017). *Redes de Computadores e a Internet*. Porto Alegre: Bookman.
- Malhotra, N. K. (2011). *Pesquisa De Marketing: foco na decisão*. 3ª Ed. Porto Alegre: Bookman.
- Marconi, M. A. Lakatos, E. M. (2016). *Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados*. 6ª ed. São Paulo: Atlas. 7ªed.

- McClean, J. C. (2004). *Windows Server 2003 Network Infrastructure. In: Implementing, Managing, and Maintaining a Microsoft*, 2004.
- Mendes, D. R. (2007). *Redes de computadores – Teoria e prática*. São Paulo: Novatec.
- Moraes, A. F. de; Cirone, A. C. (2003). *Redes de computadores – Da Ethernet a internet*. São Paulo: [s.n.].
- Morimoto, C. E. (2010). *Faixas de endereços IP, CIDR e máscaras de tamanho*. 2010.
- Morimoto, C. E. (2008). *Redes: guia prático*. Porto Alegre: Sul Editores, 2008.
- _____. IrDA. *Guia do hardware*. [Online] 26 jun. 2005. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/termos/irda>>. Acesso em: 07 mar. 2013.
- _____. *Redes, guia prático*. 2. ed. *Guia do hardware*. [Online] 01 abr. 2008a. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/livros/redes/categorias-cabos.html>>. Acesso em: 07 mar. 2013.
- _____. *Servidores Linux, guia prático*. *Guia do Hardware*. [Online] 01 ago. 2008b. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/livros/servidores-linux/>>. Acesso em: 20 fev. 2013.
- Peterson, L. L., & Davie, B. S. (2012). *Computer Networks: A Systems Approach*. Morgan Kaufmann. (5th ed.).
- Pinheiro, J. M. dos S. (2005). *Equipamentos para redes – 2ª parte. Projeto de redes*. [Online] 11 fev. Disponível <http://www.projetoederedes.com.br/tutoriais/tutorial_equipamentos_de_redes_02.php>. Acesso em: 09 mar. 2013.
- Pinheiro, J. M. (2003). *Guia completo de cabeamento de redes*. Rio de Janeiro: Campus, 2003.
- Powered, by B., Emerson, de O. (2004). *Sistema de Informação: o uso consciente da tecnologia para o gerenciamento*. São Paulo: Saraiva.
- Rigney, C., Willens, S., Rubens, A., Simpson, W. (2008). *Remote Authentication Dial In User Service*. (RADIUS), 2000.

- Sardinha, G. (2015). *Virtualização de Servidores*. Voolivrelinux, 30 set. 2009. Disponível em: <<http://voolivrelinux.blogspot.com/2009/09/virtualizacao-de-servidores.html>>. Acesso em: 05 de outubro. 2015.
- Scrimger, R. (2001). *TCP/IP a bíblia*. Rio de Janeiro: Campus, 2001. 8535209220, e-Tec
- Severino, A. J. (2007). *Metodologia do Trabalho científico*. 23 edição. São Paulo: Editora Cortez.
- Smith, M. K. (2015). *Managing Information Technology*. (7th ed.). Pearson.
- Slavin, W. (2003). “FreeRADIUS Server Project”.: <http://www.freeradius.org> . Acesso em: Maio de 2015.
- Spurgeon, C. E. (2000). *Ethernet: o guia definitivo*. Tradução de Daniel Vieira. São Paulo: Campus.
- Sousa, R.; Puttini, P. R. S. (2010). *O Protocolo SSL 3.0*. Disponível em: <<http://www.redes.unb.br/security/ssl3/protocolo.html#-Topo>>. Acesso em: 15 de abr. De 2010.
- Stallings, W. (2008). *Criptografia e segurança de redes: princípios e práticas*. 4. ed. SãoPaulo: Pearson Prentice Hall, 2008. p.492.
- Streaming: (2010). *Overview of the VideoLAN streaming solution*. Disponível em:<<http://www.videolan.org/vlc/streaming.html>>>. Acesso em: 16 de ago. de 2010.
- Stallings, W., & Case, T. (2013). *Business Data Communications: Networking*. (12th ed.). Pearson.
- Stewart, J. M. (2011). *CompTIA Security+: Review Guide*. 2ª ed., 212-213 USA: Sybex Wiley.
- Sungaila, M. (2009). *Autenticação Centralizada com OpenLDAP: Integrando Serviços de Forma Simples e Rápida*. Novatec, 2009.
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2011). *Redes de Computadores*. Pearson.

- Tanembaum, A. S. (2003). *Redes de computadores. Tradução de Vandenberg D. D Souza*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- Tanenbaum, A. S. (2003). *Redes de computadores. Tradução de V. D. de Souza*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. p.945.
- Torres, G. (2001). *Redes de computadores: curso completo*. Rio de Janeiro: Axcel Books.
- Torres, G.; Lima, C. (2011). *Como o Protocolo TCP/IP funciona: camada interface com a rede. Parte 1. Clube do Hardware.. Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/artigos/Como-o-Protocolo-TCP-IP-Funciona-Parte-1/1351/6>>. Acesso em: 19 out. 2011.*
- Tschöke, C. (2001). *Criação de Streaming de Vídeo para Transmissão de Sinais de Vídeo em Tempo Real Pela Internet*.
- Wrightson, T. (2014). *Segurança de Redes Sem Fio: Guia do Iniciante*. Bookman, 2014.
- Whitman, M. E., & Mattord, H. J. (2011). *Princípios de Segurança da Informação: Teoria e Prática*. (2ª ed.). Cengage Learning.

APÊNDICES

**ENTREVISTA DIRIGIDA AOS MEMBROS DO COMPLEXO ESCOLAR
SANTA CONCEIÇÃO CAC N° 146.**

Estimado Director, a realização desta entrevista inseri-se no âmbito de uma investigação conducente em ciências das engenharias, nomeadamente a licenciatura em engenharia informática, tem como objectivo Propor a implementação de uma rede Man segura. Estudo de caso: Complexo Escolar Santa Conceição Cac.n° 146.

Ocupação: _____, Tempo de Trabalho:
_____, Idade: _____, Grau Académico
_____.

1. Porque a implementação das duas infraestruturas de Rede?

2. Quais seriam as vantagens competitivas ao Mercado uma vez que pretendem aumentarem a largura da banda?

Muito obrigado

**QUESTIONÁRIO DIRIGIDA AOS MEMBROS DO COMPLEXO ESCOLAR
SANTA CONCEIÇÃO CAC N° 146.**

Estimado Director, a realização desta entrevista inseri-se no âmbito de uma investigação conducente em ciências das engenharias, nomeadamente a licenciatura em engenharia informática, tem como objectivo Propor de Implementação de uma rede Man segura. Estudo de caso: Complexo Escolar Santa Conceição Cac.nº 146.

Ocupação: _____, Tempo de trabalho:
_____, Idade: _____, Grau Académico _____.

Em cada questão responde com clareza sem omitir a verdade, marcando (X) nas respostas que mais lhe convêm.

1- O complexo Escolar Santa Conceição tem uma infraestrutura de rede?

a) Sim (), b) Não (), C) Talvez ().

2- Alguma vez já se pensou ulizarem requisitos de seguraça como maneira de savaguardarem a informçaõ de forma eficiente e segura?

a) Sim (), b) Não (), C) Talvez ().

3- A implementação da rede Man poderá impactar positivamente os serviços e troca de informação do complexo Escolar Santa Conceição?

a)- Sim (), b) Não (), C) Talvez ().

4)- Com a implementação dessa tecnologia de Rede haverá satisfação da parte dos usuários de sistema do Complexo Escolar Santa Conceição?

a)- Sim (), b) Não (), C) Talvez ().

Muito obrigado

ANEXOS

