

LUCAS MORAES DE LIMA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA
IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETO DE TELEMÁTICA EM UMA
ESCOLA NO INTERIOR DO AMAZONAS**

Pesquisa desenvolvida durante a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II e apresentado à banca avaliadora do Curso de Engenharia Elétrica da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas, como pré-requisito para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Msc. Ingrid Sammyne Gadelha Figueiredo

Manaus

2018

LUCAS MORAES DE LIMA

ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE
PROJETO DE TELEMÁTICA EM UMA ESCOLA NO INTERIOR DO AMAZONAS

Pesquisa desenvolvida durante a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II e apresentada à banca avaliadora do Curso de Engenharia Elétrica da Escola Superior de Tecnologia da Universidade Estadual do Amazonas, como pré-requisito para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Aprovada em 26/ 06/ 2018

Área de concentração: Telemática

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: M. Sc. Ingrid Sammyne Gadelha Figueiredo

Avaliador: M. Sc. Pierre Macedo

Avaliador: M. Sc. Walfredo Lucena

Manaus

2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me abençoado dia após dia com sua infinita misericórdia, por ter me dado o dom da vida e por ter me ajudado em cada etapa dessa graduação.

Agradeço a minha família por ter me apoiado e incentivado, principalmente aos meus pais, os quais têm me sustentado e instruído continuamente com todo o seu esforço e dedicação.

Agradeço a todos os meus professores por terem me auxiliado e incentivado a buscar conhecimento.

Agradeço a minha professora e Mestre Ingrid Sammyne Gadelha Figueiredo, por toda a sua ajuda durante a minha etapa de desenvolvimento do trabalho.

Agradeço a secretária do curso Araci Freitas por sempre está presente e me ajudar quando precisei.

E também agradeço aos meus amigos e colegas que me acompanharam durante todo este período de graduação, e que de uma forma ou outra, sempre contribuíram para que eu chegasse até aqui.

RESUMO

Nesse projeto foi desenvolvida uma rede de telemática conforme a NBR 14565/2013, e foi feita a atualização da instalação elétrica conforme a NBR 5410/2004, da Escola Estadual Raymundo Sá, localizada na cidade de Autazes, interior do Amazonas. Visando atender à necessidade da inclusão da referida escola no Sistema de Diário Digital, que em 2013 foi desenvolvido pela Secretaria de Educação do Estado (SEDUC-AM), em parceria com o Processamento de Dados do Amazonas (PRODAM), com o intuito de modernizar a Rede Escolar Estadual, possibilitando um melhor controle de assiduidade dos alunos, bem como de seu desempenho em cada disciplina, além de permitir que a própria Secretaria tenha um panorama do funcionamento da escola. Contudo, há diversas dificuldades para esse sistema ser implementado, sobretudo no interior do Amazonas devido à ausência de infraestrutura adequada e a falta de provedores de internet em determinadas regiões. No município de Autazes, no ano de 2016, a empresa Titânia Telecom começou a fornecer o serviço de internet, possibilitando assim o início da implementação do Sistema de Diário Digital no município, porém toda a parte da infraestrutura de TI (Tecnologia da Informação) ainda se encontra pendente nas escolas desse município. No presente trabalho será apresentado o projeto básico de telemática desenvolvido para a Escola Estadual Raymundo Sá, uma das cinco escolas do município de Autazes.

Palavras – Chave: Projeto de Telemática. Instalação elétrica.

ABSTRACT

In this project, a telematics network was developed according to NBR 14565/2013, and the electrical installation was updated according to NBR 5410/2004, of the Raymundo Sá state school, located in the city of Autazes, in the interior of Amazonas. Aimed at meeting the need to include this school in the Digital Diary System, which in 2013 was developed by State Education Secretariat (SEDUC-AM), in partnership with Data Processing of Amazonas (PRODAM), with the aim of modernizing the state school network, allowing a better control of student attendance, as well as performance in each discipline, as well as allowing the Secretariat itself to have an overview of the functioning of the school. However, there are several difficulties for this system to be implemented, especially in the interior of the Amazon due to the lack of adequate infrastructure and the lack of internet providers in certain regions. In the municipality of Autazes, in the year 2016, the company Titânia Telecom began to provide Internet service, thus enabling the implementation of the Digital Diary System in the municipality, but the entire IT infrastructure is pending in the schools of this municipality. The present work aims to elaborate a basic telematics project for the Raymundo Sá State School, one of the five schools in the municipality of Autazes.

Keywords: Telematics Project. Electrical installation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Exemplo de compartilhamento de periféricos	15
Figura 2- Exemplo de LAN	16
Figura 3 - Exemplo de MAN, baseado na TV a cabo.....	17
Figura 4 - Exemplo de WAN.....	17
Figura 5- Exemplo de par trançado	19
Figura 6 - Exemplo de par trançado a) UTP e b) STP.....	19
Figura 7 - Exemplo de Cabo Coaxial	20
Figura 8 - Exemplo de Fibra Óptica	20
Figura 9- Exemplo de comunicação via rádio	21
Figura 10- Exemplo de comunicação via satélite	22
Figura 11 - Topologia em anel	23
Figura 12 - Topologia em malha	23
Figura 13 - Topologia em barramento	24
Figura 14 - Topologia em estrela.....	25
Figura 15 - Tomada de telecomunicações e Ponto de telecomunicações.....	26
Figura 16 - Exemplo dos tipos de interligações a) Interconexão e b) Conexão Cruzada.....	26
Figura 17 - Exemplo de Rede Horizontal.....	28
Figura 18 - Exemplo Topologia Física de uma rede de Telemática	29
Figura 19 - Topologia em três camadas.....	30
Figura 20 - Topologia em duas camadas	31
Figura 21 - Topologia em uma camada	32
Figura 22 - Circuito Elétrico.....	33
Figura 23 - Diagrama de defasagem entre tensão e corrente.....	36
Figura 24- Situação da edificação para escolha do padrão.....	38
Figura 25 - Quadro de Distribuição Bifásico	39
Figura 26 - Condutor Elétrico.....	41
Figura 27 - Eletroduto de PVC Rígido	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação de redes por seu tamanho físico	16
Tabela 2 - Tabela com categorias de par trançado	19
Tabela 3 - Distância entre cabeamento lógico e elétrico.....	32
Tabela 4- Relação entre área e potência de iluminação	36
Tabela 5 - Relação entre número de pontos de tomadas e tipo/perímetro dos cômodos.....	36
Tabela 6 - Potência da TUG conforme tipo de cômodo.....	37
Tabela 7 - Características do Eletroduto Rígido	42
Tabela 8 - Dimensionamento para unidades consumidoras monofásicas e trifásicas ligas ao sistema 380/220V.....	42
Tabela 9 - Dimensionamento para unidades consumidoras trifásicas ligadas ao sistema 220/127V ou 230/115V.....	43
Tabela 10 - Dimensões da escola	45
Tabela 11 - Tomadas de Uso Geral Existentes na Escola	46
Tabela 12 - Cargas existentes na Escola	47
Tabela 13- Tomadas de Uso Geral Conforme a norma.....	49
Tabela 14 - Potência de Iluminação conforme a norma.....	50
Tabela 15 - Distribuição de circuitos no pavimento 1.....	50
Tabela 16 - Distribuição de circuitos no pavimento 2.....	51
Tabela 17 - Distribuição de circuitos no pavimento 3.....	52
Tabela 18 - Quadro de distribuição 1	53
Tabela 19 - Quadro de distribuição 2	54
Tabela 20 - Quadro de distribuição 3.....	55
Tabela 21 - Quantidade de PT's conforme a norma.....	59
Tabela 22 - Quantidade de PT's.....	59
Tabela 23 - Distribuição dos PT's.....	59
Tabela 24 - Descrição dos custos da reforma elétrica	61
Tabela 25 - Valor dos itens do projeto de telemática	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A - Ampère

A - Área da seção reta

ATR - Área de Trabalho

DDP – Diferença de Potencial

DG – Distribuidor Geral

DIO - Distribuidor para Cabo Óptico

DP - Distribuidor de Piso

DR - Diferencial Residual

EIA - *Electronics Industries Association*

I - Intensidade de corrente elétrica

IDR - Interruptor Diferencial Residual

IP - *Internet Protocol*

L - Comprimento

LAN - *Local Area Network*

MAN - *Metropolitan Area Network*

NDEE-02 - Norma Técnica de Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão

ORSE – Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe

P - Potência aparente

PRODAM - Processamento de Dados do Amazonas

PT - Ponto de Telecomunicações

R - Resistência elétrica

RF – Rádio Frequência

SEDUC - Secretaria de Estado de Educação

SINAP - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

STCP - Sala Técnica Primária

STFC - Serviço de Telefonia Fixo Comutado

STP - *Shielded Twisted Pair*

TCP - *Transmission Control Protocol*

TIA - *Telecommunications Industries Associations*

TELNET - Terminal Virtual

TT - Tomada de Telecomunicações

TUG - Tomada de Uso Geral

TUE - Tomada de Uso Específico

UEA - Universidade do Estado do Amazonas

UTP - *Unshielded Twisted Pair*

V - Tensão elétrica

V - Volt

VA - Volt-Ampère

VAR - Volt-Ampère Reativo

W - Watt

WAN - *Wide Area Network*

Ω - Ohm

ρ - Resistividade do material

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 REFERENCIAL TEÓRICO	14
1.1 DIÁRIO DIGITAL	14
1.2 SISTEMAS DE TELEMÁTICA	14
1.3 CLASSIFICAÇÃO DAS REDES POR ESCALA.....	15
1.3.1 Local Area Network – LANs.....	16
1.3.2 Metropolitan Area Network – MANs.....	17
1.3.3 Wide Area Network – WANs.....	17
1.4 MEIOS DE TRASMISÃO.....	18
1.4.1 Meios Guiados	18
1.4.1.1 Par Trançado	18
1.4.1.2 Cabo Coaxial.....	19
1.4.1.3 Fibra Óptica.....	20
1.4.2 Meios Não-Guiados	21
1.4.2.1 Rádio.....	21
1.4.2.2 Satélites	22
1.5 TOPOLOGIAS DE REDE	22
1.5.1 Topologia em Anel.....	22
1.5.2 Topologia em Malha.....	23
1.5.3 Topologia em Barramento.....	23
1.5.4 Topologia em Estrela.....	24
1.6 DEFINIÇÕES GERAIS DA REDE DE TELEMÁTICA.....	25
1.6.1 Área de Trabalho – ATR.....	25
1.6.2 Pontos de Telecomunicações – PTs.....	25
1.6.3 Distribuidor de Piso – DP	26
1.6.4 Sala Técnica Primária – STCP.....	27
1.6.5 Sala de Entrada de Facilidades – SEF.....	27
1.7 TOPOLOGIA FÍSICA DA REDE DE TELEMÁTICA	28
1.7.1 Rede Horizontal	28
1.7.2 Backbone do Edifício (Rede Vertical)	28
1.8 ATIVOS DE REDE	29
1.8.1 Interligação de Ativos	29
1.8.2 Topologias de Ativos de Rede	30
1.8.2.1 Topologia em Três Camadas	30
1.8.2.2 Topologia em Duas Camadas.....	31
1.8.2.3 Topologia em Uma Camada.....	32
1.9 DISTÂNCIA ENTRE CABEAMENTO LÓGICO E ELÉTRICO.....	32
1.10 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE ELÉTRICIDADE.....	32
1.10.1 Circuitos Elétricos	32
1.10.2 Corrente Elétrica.....	33
1.10.3 Tensão	33
1.10.4 Resistência Elétrica – Leis de Ohm	34
1.10.5 Potência.....	35
1.10.6 Fator de Potência	35
1.11 LEVANTAMENTO DAS CARGAS.....	36
1.11.1 Levantamento da carga de iluminação.....	36
1.11.2 Levantamento da carga de tomadas	36
1.11.2.1 Tomadas de Uso Geral (TUG’s).....	37

1.11.2.2	Tomadas de Uso Especifico (TUE's)	37
1.12	PADRÃO DE ENTRADA	37
1.13	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	38
1.14	PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTES	39
1.15	PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÃO	40
1.16	CONDUTORES ELÉTRICOS	41
1.17	ELETRODUTOS	42
2	METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO	44
3	REALIZAÇÃO DO PROJETO	45
3.1	PLANTA ARQUITETÔNICA	45
3.2	MAPEAMENTO ELÉTRICO	46
3.3	REGULARIZAÇÃO DA PLANTA ELÉTRICA	49
3.4	PROJETO DE TELEMÁTICA	58
3.4.1	<i>Projeto da rede secundária</i>	58
3.4.2	<i>Projeto da rede primária</i>	61
3.5	VIABILIDADE ECONÔMICA	61
	CONCLUSÃO	63
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
	ANEXOS	66

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como tema a análise de viabilidade técnica e econômica para implementação de um projeto de Telemática em uma escola no interior do Amazonas. A inexistência de infraestrutura de uma rede de telemática em escolas do interior do Amazonas, impossibilitam a implementação do sistema de diário digital, utilizado pela SEDUC/AM, o que dificulta o compartilhamento de informações em tempo real.

É possível a implementação de uma rede de telemática bem como a atualização das instalações elétricas em uma escola do município de Autazes, interior do Amazonas, uma vez que o município já dispõe de provedores de internet, que chegaram no ano de 2016. Esta rede de telemática irá possibilitar o compartilhamento de informação e troca de recursos em todos os setores da escola, bem como com todas as escolas vinculadas a SEDUC, através do sistema diário digital. A atualização das instalações elétricas da escola, além de ser a base para a implantação da rede de telemática, também propiciará uma melhor eficiência energética da rede existente, e conseqüentemente, o aumento da segurança da comunidade acadêmica, diminuindo assim, o risco de acidentes relacionados a questão elétrica. Tendo isso em vista, o objetivo do presente trabalho é elaborar um projeto básico de telemática com avaliação técnica e econômica, conforme a NBR 14565/2013.

Este projeto se justifica devido à crescente necessidade da sociedade em estabelecer a comunicação e a troca de informações, bem como de compartilhar recursos de forma rápida e segura. Tal necessidade foi sentida pela SEDUC para promover a comunicação em toda a rede escolar do estado do Amazonas, tendo assim desenvolvido o Sistema de Diário Digital, em parceria com a PRODAM, com o intuito de modernizar a rede escolar estadual. No entanto, devido a dificuldades técnicas e geográficas, alguns municípios do Estado do Amazonas ainda não estão agregados ao referido sistema.

Diante deste contexto, o presente projeto objetiva possibilitar a integração da Escola Estadual Raymundo Sá, localizada no município de Autazes, ao sistema de Diário Digital da SEDUC, por meio da implementação de um projeto básico de telemática, a ser elaborado de acordo com a NBR 14565/2013.

Além disso, para implementar a rede de telemática, se faz necessário conhecer a instalação elétrica do prédio em questão. Por isso, o presente projeto também envolve o levantamento e atualização das instalações elétricas da escola, o que indiretamente resulta em um maior aproveitamento energético das instalações existentes, propiciando assim, a

segurança dos discentes e docentes, pela diminuição do risco de acidentes relacionados a questão elétrica.

A implementação de uma rede de telemática e atualização das instalações elétricas envolvem a utilização de vários conceitos estudados nas disciplinas do curso de Engenharia Elétrica, tais como: Desenho Básico, Física III, Circuitos Elétricos I e II, Eletromagnetismo, Princípios de Telecomunicações I e II, Comunicações Digitais, Sinais e Sistemas, Rede de Comunicação de Dados, Materiais Elétricos, Eficiência energética e Instalações Elétricas.

Será feita uma breve revisão teórica que abrangerá os seguintes assuntos: sistemas de telemática, classificação das redes de telemática por escala, meios de transmissão, topologias de redes, definições gerais da rede de telemática, topologia física da rede de telemática, ativos de rede, distância entre cabeamento lógico e elétrico, conceitos fundamentais de eletricidade, levantamento das cargas, padrão de entrada, quadro de distribuição, proteção contra sobrecorrentes, condutores elétricos e eletrodutos.

Este trabalho está dividido em quatro seções primárias citadas a seguir: Referencial Teórico; Metodologia de desenvolvimento; Implementação do Projeto e Análise dos Resultados.

A primeira seção está destinada ao Referencial Teórico, que descreve os conceitos fundamentais das redes de telemática e de instalações elétricas, necessários para o desenvolvimento desse trabalho.

A segunda seção é a metodologia de desenvolvimento, nela serão descritas as etapas para o desenvolvimento deste projeto, desde qual o tipo de pesquisa até a descrição dos passos necessários para ser dado o início deste projeto e embasar o leitor dos métodos que foram utilizados para se obter os resultados.

Na terceira seção está a implementação do projeto que visa descrever detalhadamente o desenvolvimento passo-a-passo do projeto de instalações elétricas e do projeto de telemática, incluindo a análise econômica.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Tendo um problema e uma proposta de solução para o mesmo, é preciso conhecer as ferramentas necessárias para o alcance do objetivo. Sendo a hipótese a inexistência de infraestrutura de uma rede de telemática, será feita uma revisão dos conceitos básicos de telecomunicações, bem como também será mostrado alguns trechos e tabelas da NBR5410/2004, necessários para a atualização das instalações elétricas. Esse conhecimento é fundamental para o entendimento dos parâmetros e cálculos adotados no projeto.

É importante entender como funciona cada elemento de uma rede de telecomunicações, assim como as vantagens da utilização de determinada topologia ou meio de transmissão em relação aos demais, levando em consideração o local que será implementado o projeto e a função que esse irá desempenhar.

1.1 DIÁRIO DIGITAL

Com a finalidade de modernizar a rede escolar, no ano de 2010, a Secretaria de Estado da Educação e Qualidade do Ensino do Amazonas (SEDUC), em parceria com a empresa estatal Processamento de Dados do Amazonas (PRODAM), deu início ao processo de implantação da versão digital do diário de classe – o Diário Digital.

O Diário Digital foi desenhado para os professores armazenarem dados eletronicamente, como frequência diária escolar, notas parciais por disciplina e o conteúdo ministrado em cada aula. Substituiu, dessa forma, o antigo diário de papel utilizado na escola. Para a SEDUC, por meio do Diário Digital, os professores e a equipe gestora têm um controle maior do grau de assiduidade dos alunos, bem como do desempenho do estudante em cada disciplina, além de permitir que a Secretaria tenha um panorama do funcionamento da escola. A ideia inicial do diário é que o professor pudesse fazer o registro das frequências e dos conteúdos ministrados no momento em que isso acontecesse. O uso do Diário Digital oferece maior agilidade para toda a equipe gestora, por meio de dados que são alimentados pelos docentes. A SEDUC acredita que essa ferramenta ajuda a transformar uma escola com gestão e equipamentos tradicionais em uma escola mais moderna e produtiva. Essa seria uma forma de gestão mais eficiente e, além de reduzir gastos com papel, proporciona um resultado mais rápido, eficaz e confiável dos dados.

1.2 SISTEMAS DE TELEMÁTICA

Os sistemas de telemática, compostos por internet e telefonia, passam a ser indispensáveis com a crescente necessidade de troca de informações e compartilhamento de

recursos, de forma rápida e segura, que vem sendo vivenciada pela sociedade nas últimas décadas, colocando fim ao funcionamento de redes no modo segregado.

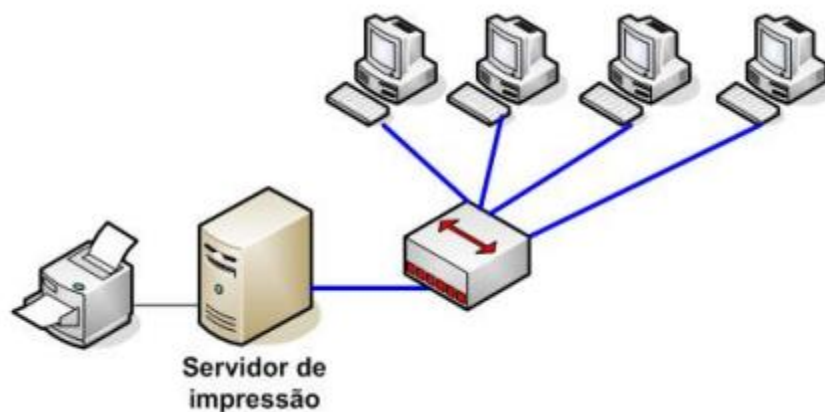
O grande objetivo dos sistemas de telemática, e o que os torna tão importantes é o fato de fazer com que múltiplos usuários em distâncias indeterminadas compartilhem um determinado recurso.

Segundo Soares (1995), uma rede de computadores é formada por um conjunto de módulos processadores e por um sistema de comunicação, ou seja, é um conjunto de enlaces físicos e lógicos entre vários computadores.

Além da vantagem de se trocar dados, há também a vantagem de compartilhamento de periféricos, que podem significar uma redução nos custos de equipamentos. A Figura 1 representa um exemplo de compartilhamento de impressora (periférico) que está sendo usado por vários computadores.

Tanenbaum (2003) enfatiza que a facilidade de se trocar dados e compartilhar periféricos, como impressoras ou scanners, é o motivo básico de uma rede, podendo significar uma redução nos custos dos equipamentos e aumentar a confiabilidade do sistema, pois tem fontes alternativas de fornecimento.

Figura 1- Exemplo de compartilhamento de periféricos



Fonte: GOMES, 2005.

1.3 CLASSIFICAÇÃO DAS REDES POR ESCALA

Um critério para classificar as redes é a sua escala. Na tabela 1, mostramos uma Classificação de redes organizada por seu tamanho

Tabela 1 - Classificação de redes por seu tamanho físico

Distância entre o cliente e servidor	Processadores localizados no mesmo	Exemplos
1m	Metro Quadrado	Rede Pessoal
10m	Sala	Rede Local (LAN)
100m	Prédio	Rede Local (LAN)
1km	Campus	Rede Local (LAN)
10km	Cidade	Rede Metropolitana (MAN)
100km	País	Rede Geograficamente Distribuída (WAN)
1000km	Continente	Rede Geograficamente Distribuída (WAN)
10000km	Planeta	Internet

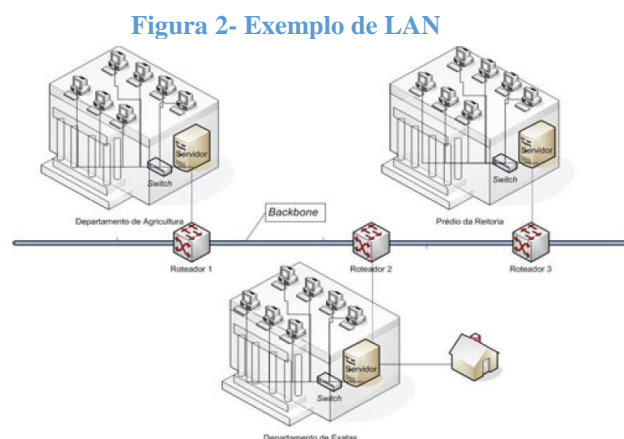
Fonte: Elaborado pelo autor, 2017

1.3.1 *Local Area Network* – LANs

As redes locais, também chamadas de LANs, são redes privadas contidas em um prédio ou em um campus universitário que tem alguns quilômetros de extensão. Elas são amplamente usadas para conectar computadores pessoais e estações de trabalho em escritórios e instalações industriais (TANENBAUM, 2003).

As LANs têm tamanho restrito, o que significa que o pior tempo de transmissão é limitado e conhecido com antecedência. O conhecimento desse limite permite a utilização de determinados tipos de projetos que em outras circunstâncias não seriam possíveis, além de simplificar o gerenciamento da rede (TANENBAUM, 2003).

Segundo Tanenbaum (2003), a tecnologia de transmissão das LANs quase sempre consiste em um cabo ao qual todas as máquinas são conectadas, como acontece com as extensões telefônicas que já foram usadas nas áreas rurais. Na figura 2, temos um exemplo de LAN, em um campus.



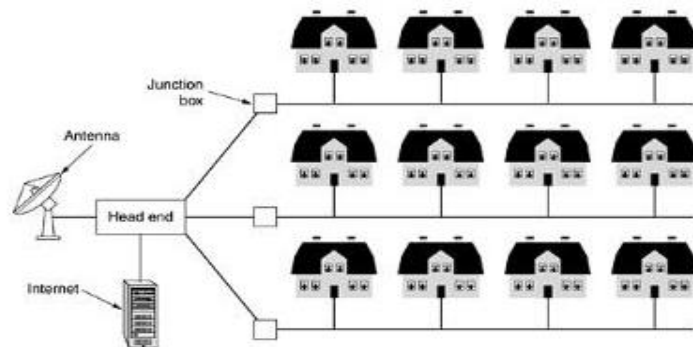
Fonte: GOMES, 2005.

1.3.2 Metropolitan Area Network – MANs

Metropolitan Area Network ou Redes Metropolitanas são redes de alta velocidade que podem transportar voz, dados e imagens a uma velocidade de até 200 Mbps ou ainda maior em distâncias de até 75 km.

TANENBAUM (2003) explica que uma rede metropolitana, ou MAN, é, na verdade, uma versão ampliada de uma LAN, pois basicamente os dois tipos de rede utilizam tecnologias semelhantes. Uma MAN pode abranger um grupo de escritórios vizinhos ou uma cidade inteira e pode ser privada ou pública. Esse tipo de rede é capaz de transportar dados e voz, podendo inclusive ser associado à rede de televisão a cabo local. Na figura 3, vemos um exemplo de WAN, um sistema de TV a cabo.

Figura 3 - Exemplo de MAN, baseado na TV a cabo

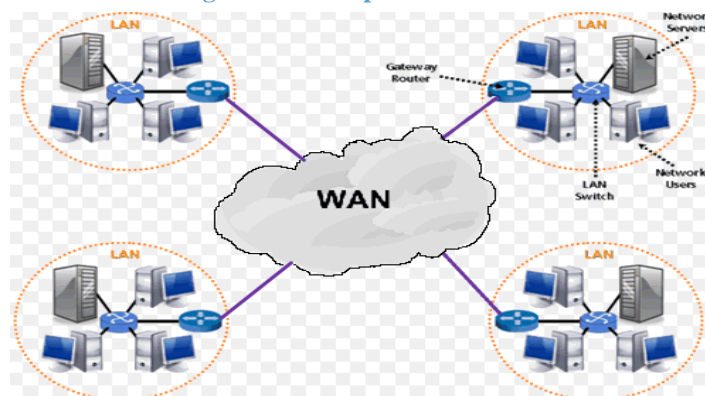


Fonte: TANEBAUM, 2003.

1.3.3 Wide Area Network – WANs

Uma rede geograficamente distribuída, ou WAN, abrange uma ampla área geográfica (um país ou continente). Ela contém um conjunto de máquinas cuja finalidade é executar as aplicações do usuário (TANENBAUM, 2003). Na figura 4, um exemplo de WAN.

Figura 4 - Exemplo de WAN



Fonte: Página do Netprivateer

1.4 MEIOS DE TRANSMISSÃO

A comunicação entre computadores envolve a codificação de dados digitais em forma de energia e o envio dessa energia através de um meio de transmissão. Esse meio de transmissão pode ser guiado ou não guiado, cada meio desses possui características próprias que podem ser exploradas na hora de fazer um projeto.

Essas características são:

- Largura de banda – A largura de banda disponível condiciona o ritmo de transmissão possível.
- Atenuação e outras limitações à transmissão – Impõe limitações à distância que o sinal pode percorrer.
- Interferência – A transmissão de diferentes sinais num mesmo meio de transmissão pode criar “sobreposições” dos sinais, degradando ou mesmo “escondendo” um dado sinal.
- Número de receptores – Ao ligar mais equipamentos a um meio de transmissão pode criar-se interferência, atenuação, distorção, limitando as distâncias alcançáveis ou os ritmos de transmissão utilizáveis.
- Preço

1.4.1 Meios Guiados

Usam um condutor para transmitir o sinal do emissor até ao receptor. Exemplos: Par trançado, cabo coaxial e fibra óptica.

1.4.1.1 *Par Trançado*

É considerado o meio primário de transmissão de dados através de sinais elétricos para computadores. São utilizados para comunicações analógicas e digitais, os fios são entrelaçados para diminuir a interferência eletromagnética. O par trançado pode ser agrupado em cabos com dezenas ou centenas de fios de pares trançados. Na figura 5, temos um exemplo de par trançado.

O par trançado é barato e fácil de utilizar, porem ele possui alcance, largura de banda e velocidade de transmissão limitados, além de ser sensível a ruídos e interferências.

O par trançado é utilizado em redes telefônicas e redes locais de computadores, em aplicações digitais sua velocidade de transmissão chega a alguns Mbps e necessita de repetidores a cada 2 ou 3 Km, já em aplicações analógicas os amplificadores são necessários a cada 5 ou 6 Km.

Figura 5- Exemplo de par trançado



Fonte: Página da Análise Informática

- **Unshielded Twisted Pair (UTP)**
São utilizados em fios telefônicos normais, são mais baratos, fáceis de instalar e sujeitos a interferências eletromagnéticas externas.
- **Shielded Twisted Pair (STP)**
Existe uma camada metálica que reduz interferências, são mais caros e mais difícil de manipular (grosso, pesado).

Na figura 6, vemos os dois tipos de cabos do par trançado.



Fonte: Adaptado pelo autor, 2017

- **Categorias de par trançado**

Na tabela 2, mostramos as categorias de par trançado e suas principais características.

Tabela 2 - Tabela com categorias de par trançado

Categoria	Tipo	Aplicação	Largura de Banda	Velocidade de Transmissão
1	UTP	Voz Analógica	60 KHZ	64 Kbps
2	UTP	Voz Digital	1 MHZ	2 Mbps
3	UTP, STP	Dados	16 MHZ	10 Mbps
4	UTP, STP	Dados	20 MHZ	16 Mbps
5	UTP, STP	Dados	100 MHZ	100 Mbps
5e	UTP, STP	Dados	100 MHZ	1 Gbps
6	UTP, STP	Dados	250 MHZ	1 Gbps
7	STP	Dados	600 MHZ	10 Gbps

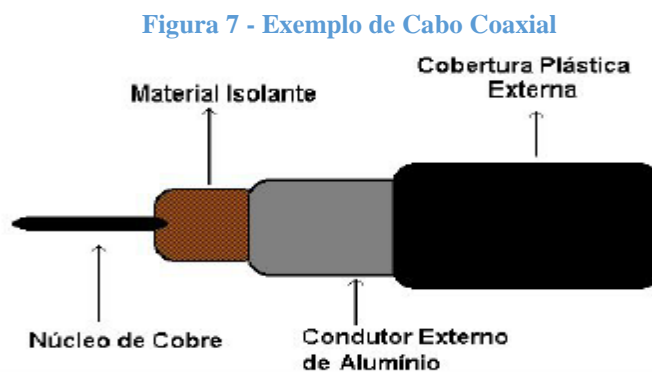
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

1.4.1.2 Cabo Coaxial

Os cabos coaxiais são bem mais protegidos contra interferências magnéticas quando comparados ao par trançado. A proteção é quase total, pois existe apenas um único fio em seu interior que fica envolto a uma proteção metálica que a isola praticamente de qualquer onda eletromagnética externa, logo não recebe nem emite sinais de interferência de outros fios.

O cabo coaxial é um dos meios mais versáteis de transmissão de dados, suas aplicações vão desde sistemas de distribuição de TVs, TV à cabo até serem utilizados em transmissão de voz de telefones, pode transportar mais de 10000 vozes simultaneamente, usados também em redes locais de computadores.

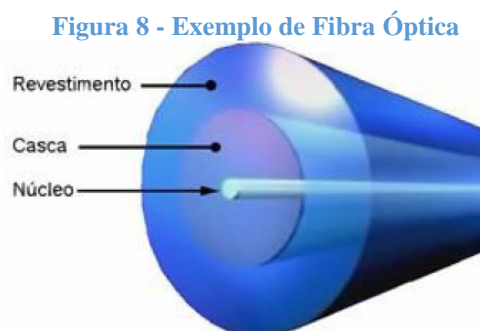
O cabo coaxial devido a suas características de transmissão é utilizado em aplicações analógicas para altas frequências (acima de 500 MHZ) e necessita de amplificadores a cada poucos quilômetros, já para aplicações digitais ele mantém altas taxas de transmissão de dados, porem precisa de repetidores a cada 1 km. Na figura 7, um exemplo de cabo coaxial.



Fonte: Página da Electronica PT

1.4.1.3 Fibra Óptica

A fibra óptica é um guia de ondas cilíndrico feito de dois materiais transparentes (vidro de elevada qualidade e/ou plástico) cada um com um índice de refração diferente. Os dois materiais são dispostos de forma concêntrica de modo a formar um núcleo interior e uma bainha exterior, conforme figura 8. Os dados são convertidos em luz através de diodos emissores de luz ou laser para a transmissão, o recebimento é realizado por transistores sensíveis a luz. Na figura 8, um exemplo de fibra óptica.



Fonte: Página do Slideplayer

Uma das principais vantagens de utilizar fibra óptica é o fato de ela não sofrer interferência eletromagnética, além de conseguir transferir dados a uma taxa maior e em distâncias maiores que os fios de cobre, sofrem baixa atenuação e os repetidores são necessários apenas em distâncias acima de 10 km. A única desvantagem está em necessitar de equipamentos especiais para implantação e manutenção.

1.4.2 Meios Não-Guiados

Usam ondas eletromagnéticas para transmitir os sinais. Exemplos: rádios e satélites.

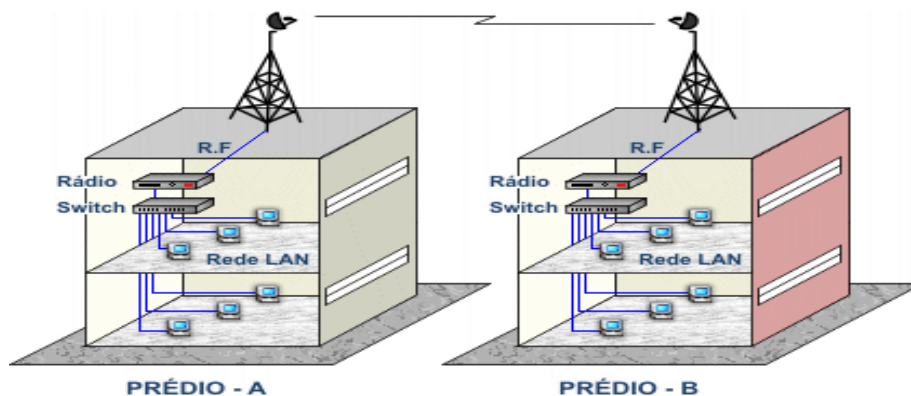
1.4.2.1 Rádio

Podemos utilizar ondas eletromagnéticas para transmitir dados de computadores, sem necessitar de um meio físico, porém essas ondas podem sofrer muitas interferências magnéticas. A esse tipo de meio de transmissão chamamos de RF – Rádio Frequência.

A RF pode transmitir em grandes distâncias sem necessitar de um meio físico ou a utilização de repetidores, uma característica interessante da RF é que quanto maior a frequência usada maior a largura de banda disponível e maior a taxa de transmissão de informação possível, porém a atenuação cresce com o quadrado da distância entre o receptor e o transmissor, também devemos levar em consideração alguns fatores atenuantes de sinais tais como: chuva, obstáculos e gases atmosféricos.

Para a comunicação via rádio é necessário que se utilize uma antena (condutor elétrico para irradiar ou captar as energias eletromagnéticas). Essa comunicação possui duas etapas a transmissão e a recepção. Na transmissão o sinal elétrico é convertido em sinal magnético pela antena, esse sinal magnético é irradiado e refletido pela atmosfera. Na recepção uma antena capta esse sinal magnético e converte em um sinal elétrico.

Figura 9- Exemplo de comunicação via rádio



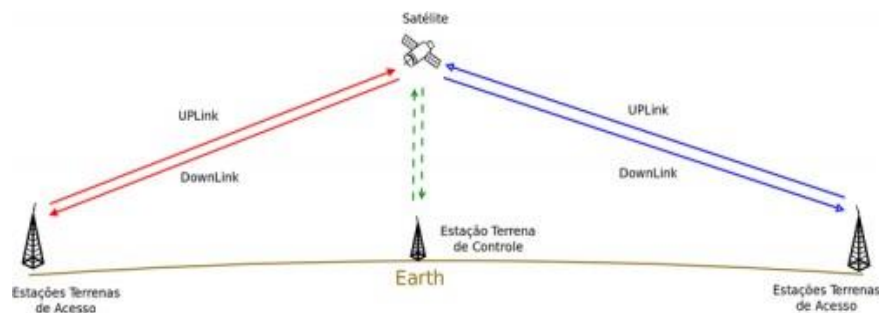
Fonte: Página do Spdtelecom

1.4.2.2 Satélites

O sistema de satélites permite combinar as ondas de rádio para fazer as transmissões de dados à distâncias mais longas, cada satélite pode ter de seis a doze transpondes (transponde tem a finalidade de receber um sinal, amplificá-lo e retransmiti-lo de volta a terra), cada transponde responde por uma faixa de frequência chamada de canal, esse pode ser compartilhado entre vários clientes.

As principais aplicações de satélites são televisão, ligações telefônicas de longo alcance e redes privadas, principalmente para áreas isoladas. Na figura 10, um exemplo de como funciona a comunicação via satélite.

Figura 10- Exemplo de comunicação via satélite



Fonte: Página do Harware

1.5 TOPOLOGIAS DE REDE

Segundo SOARES (1995), a topologia de uma rede refere-se à forma como os enlaces físicos e os nós de comutação estão organizados, determinando os caminhos físicos existentes e utilizáveis entre quaisquer pares de estações conectadas a essa rede.

A topologia de uma rede descreve como o é o *layout* do meio através do qual há o tráfego de informações, e também como os dispositivos estão conectados a ele.

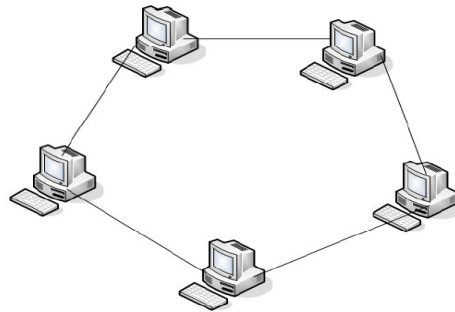
1.5.1 Topologia em Anel

Nessa topologia, procura-se diminuir ao máximo o número de ligações no sistema. As estações são ligadas ponto a ponto e operam em um único sentido de transmissão, como pode ser visto na Figura 11. Uma mensagem deverá circular pelo anel até que chegue ao módulo de destino, sendo passada de estação em estação (SOARES, 1995).

Tal topologia apresenta limitações de velocidade e confiabilidade. Caso uma rede distribuída aumente consideravelmente o número de estações, isso significa um aumento

intolerável no tempo de transmissão. Outro fator limitante refere-se à inexistência de caminhos alternativos para o tráfego de informações. Se porventura um segmento do anel for cortado, toda a rede fica comprometida.

Figura 11 - Topologia em anel



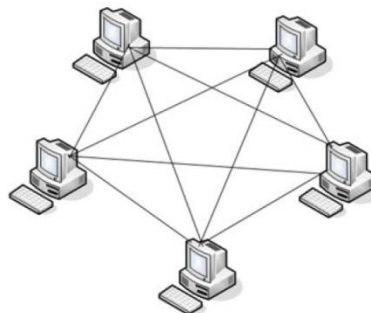
Fonte: GOMES, 2005.

1.5.2 Topologia em Malha

Nesta topologia todos os nós estão conectados a todos os outros nós, como se estivessem entrelaçados, como pode ser visto na figura 12. Já que são vários os caminhos possíveis por onde a informação pode fluir da origem até o destino, este tipo de rede está menos sujeita a erros de transmissão, o tempo de espera é reduzido, e eventuais problemas não interrompem o funcionamento da rede.

Um problema encontrado é com relação às interfaces de rede, já que para cada segmento de rede seria necessário instalar, numa mesma estação, um número equivalente de placas de rede. Como este tipo de topologia traz uma série de desvantagens para a maioria das instalações, raramente é usado.

Figura 12 - Topologia em malha



Fonte: GOMES, 2005.

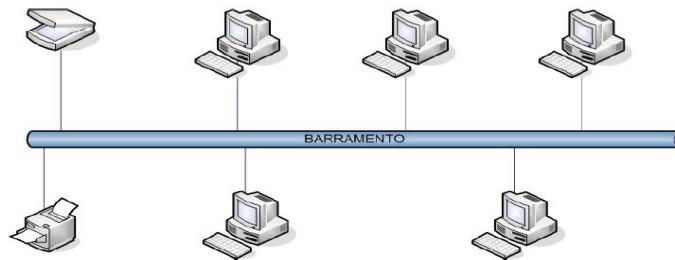
1.5.3 Topologia em Barramento

Na topologia em barramento, todas as estações compartilham um mesmo cabo, como pode ser visto na figura 13.

A barra é geralmente compartilhada em tempo e frequência, permitindo transmissão de informação.

Esta topologia é caracterizada por uma linha única de dados (o fluxo é serial), finalizada por dois terminadores (casamento de impedância), na qual cada nó é conectado de tal forma que toda mensagem enviada passa por todas as estações, sendo reconhecida somente por aquela que está cumprindo o papel de destinatário (estação endereçada).

Figura 13 - Topologia em barramento



Fonte: GOMES, 2005.

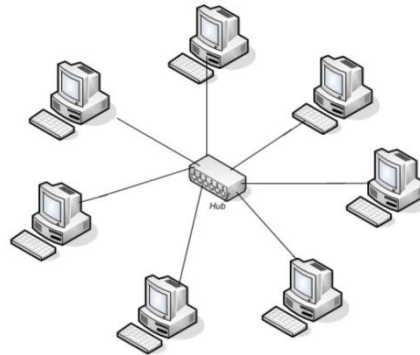
1.5.4 Topologia em Estrela

A topologia estrela, mostrada na Figura 14, é caracterizada por um elemento central que gerencia o fluxo de dados da rede, estando diretamente conectado (ponto-a-ponto) a cada nó, daí surgiu a designação "Estrela". Toda informação enviada de um nó para outro deverá obrigatoriamente passar pelo ponto central, ou concentrador, tornando o processo muito mais eficaz, já que os dados não irão passar por todas as estações. O concentrador encarrega-se de rotear o sinal para as estações solicitadas, economizando tempo.

Uma vez que o sinal sempre será conduzido para um elemento central, e a partir deste para o seu destino, as informações trafegam rapidamente, sendo assim, as mais indicadas para redes em que imperam o uso de informações "pesadas", como a troca de registros de uma grande base de dados compartilhada, som, gráficos de alta resolução e vídeo.

Segundo SOARES (1995), as vantagens oferecidas na prática são muitas: a instalação de novos segmentos não requer muito trabalho, a localização de problemas fica mais fácil; a rede estrela é mais fácil de dispor fisicamente mediante as dificuldades encontradas no ambiente de trabalho (no momento de instalação, expansão, e mesmo se a rede tiver de ser deslocada); se um problema ocorrer num segmento os outros permaneceram em atividade; e, como já foi dito, a rede estrela geralmente oferece taxas de transmissão maiores. Toda rede cliente-servidor, como pode ser notado, segue a topologia estrela.

Figura 14 - Topologia em estrela



Fonte: GOMES, 2005.

1.6 DEFINIÇÕES GERAIS DA REDE DE TELEMÁTICA

1.6.1 Área de Trabalho – ATR

Segundo a NBR14565/2013, a área de trabalho é a área interna de uma edificação que possui pontos de telecomunicações e pontos de energia elétrica onde estão conectados os equipamentos dos usuários.

A área de trabalho é o espaço em um sistema de cabeamento de telecomunicações em que os cabos provenientes do distribuidor de piso são terminados em tomadas de telecomunicações – TT, acessíveis aos usuários para a conexão de seus equipamentos à rede. As ATRs deverão sempre ser localizadas próximo das tomadas elétricas para a alimentação dos equipamentos dos usuários, bem como, no uso de algum dispositivo ou sistema eletrônico.

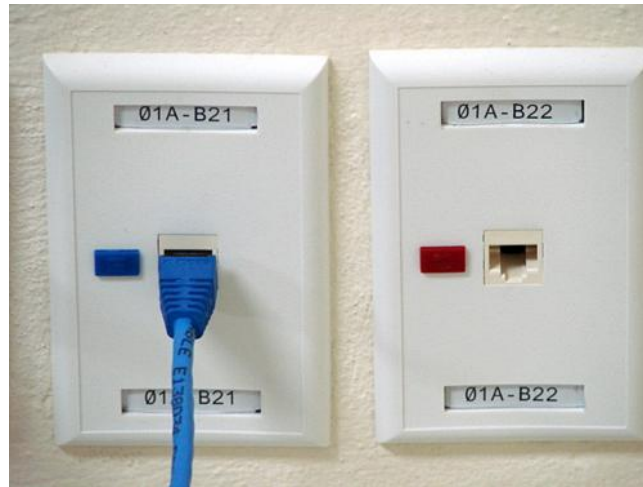
A NBR 14565:2007 recomenda que para cada área de trabalho de 10m², devem ser previstos no mínimo 2 (duas) TTs.

1.6.2 Pontos de Telecomunicações – PTs

Segundo a NBR14565-2007, os PTs são dispositivos onde estão terminadas as facilidades de telecomunicações que atendem aos equipamentos de uma ATR.

Os PTs representam o extremo do cabeamento horizontal localizado na área de trabalho. As tomadas de telecomunicações – TT são elementos usados para estabelecer o acesso dos equipamentos aos terminais do cliente, na área de Trabalho (ATR) são instaladas em PT com furações para tomadas do tipo RJ45. Na figura 15, temos a imagem de um PT com uma tomada do tipo RJ45.

Figura 15 - Tomada de telecomunicações e Ponto de telecomunicações



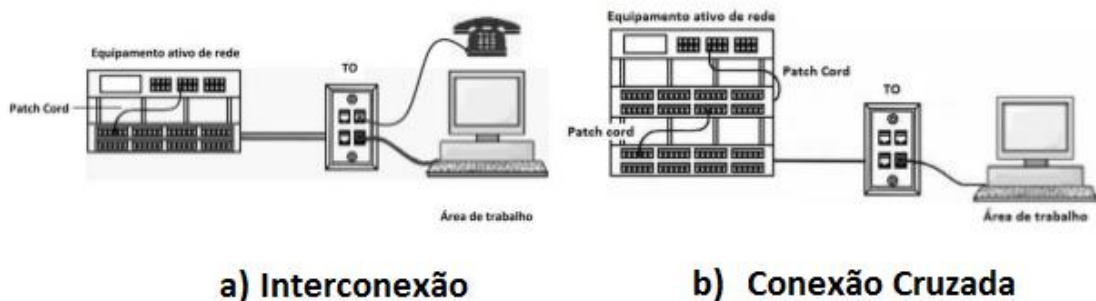
Fonte: Adaptado pelo Autor, 2017.

1.6.3 Distribuidor de Piso – DP

São os equipamentos localizados nas Salas Técnicas que permite fazer a interligação entre o *backbone* de edifício e o cabeamento horizontal que conecta os pontos de telecomunicações. Os DP são representados pelos distribuidores de cabeamento, sendo eles *patch panels* (cabeamento metálico) e distribuidores para cabos ópticos (DIO's).

A interligação das Tomadas de Telecomunicação TTs até os *patch panels* se dá através de Cabeamento Horizontal. Os *patches panels* fazem as ligações com os ativos de rede (os switches, por exemplo) por meio de *patch cords* (cordões de manobra). Essas interligações podem ser feitas por meio de conexões cruzadas (*cross connection*) ou por meio de interconexão (*interconnection*), conforme os esquemas apresentados na figura 16.

Figura 16 - Exemplo dos tipos de interligações a) Interconexão e b) Conexão Cruzada



a) Interconexão

b) Conexão Cruzada

Fonte: Adaptado pelo autor, 2017.

1.6.4 Sala Técnica Primária – STCP

A Sala Técnica Primária é o espaço destinado a fazer a interconexão entre o sistema externo de comunicação e o sistema interno (originado na Sala de Entrada de Facilidades) atendendo a um edifício inteiro ou mesmo um campus inteiro. Na STCP ficam centralizados os equipamentos de dados e de voz, entre outros tipos, como por exemplo, servidores de rede, *storage*, roteadores, *switches* de *core* (e em casos específicos *switches* de distribuição e de borda), modems, e demais ativos de rede.

A STCP pode também assumir a função de Sala Técnica Secundária (neste caso a área da STCP deve ser suficiente para comportar os equipamentos adicionais), pois, podem partir dela, a distribuição de cabeamento horizontal, evitando dessa forma a construção desnecessária de uma segunda sala técnica para o mesmo ambiente. Nesse tipo de configuração a STCP também possuirá racks para comportar os DIO's, os *Switches* de acesso ou de distribuição e os *patch panels* para a distribuição do cabeamento horizontal.

1.6.5 Sala de Entrada de Facilidades – SEF

A Sala de Entrada de Facilidades é o espaço no qual se realiza a interface entre a rede externa das concessionárias de telecomunicações, e o cabeamento interno do edifício. A SEF é o local onde também existem rotas de *backbone* vinculadas a outros edifícios, nessa sala fica o Distribuidor Geral (DG) Primário de telefonia e os protetores das linhas telefônicas.

A concessionária de telefonia é responsável pela entrega dos troncos somente até a entrada do prédio (DG Primário), ou seja, na sala SEF.

O projeto de rede de Telemática deverá prever a interligação interna do DG da sala SEF com o da Sala Técnica Primária (STCP).

O DG secundário servirá como ponto de interconexão, estabelecendo dois tipos de serviços de voz, sendo eles:

- a) Serviço de voz provido pela Central Telefônica, bastando ligar através de *Jumper* (por meio de cabos apropriados) os ramais das placas da central ao bloco de pares do DG secundário;
- b) Serviço de voz provido diretamente pela concessionária de Telecomunicações (Linha privada – LP, por exemplo), bastando interligar os ramais do DG primário ao DG secundário, e deste, diretamente ao cabo da que possuirá a terminação na área de trabalho do usuário, por meio do cabeamento horizontal.

1.7 TOPOLOGIA FÍSICA DA REDE DE TELEMÁTICA

1.7.1 Rede Horizontal

O cabeamento horizontal, também conhecido como cabeamento de rede secundária, é o sistema de cabeamento que interconecta o painel de distribuição da STP às TTs das Áreas de Trabalho dos usuários do mesmo pavimento ou pavimentos adjacentes.

O padrão adotado para projetos de rede de Telemática, deve ser em topologia estrela utilizando para tanto cabo metálico UTP categoria 6A, com largura de banda de 500MHz. Na figura 17, um exemplo de rede horizontal.

Segundo a NBR 14565-2013, permite-se o comprimento máximo de 10m (considerando-se a soma A+B da figura 17) para cabos de manobras (*patch cords*), que são utilizados para interligação dos painéis de distribuição aos equipamentos ativos e também usados para interconectar as TT aos equipamentos usuários da rede.

Figura 17 - Exemplo de Rede Horizontal



Fonte: Adaptado pelo autor, 2017.

1.7.2 Backbone do Edifício (Rede Vertical)

O cabeamento de *Backbone* de Edifício, também denominado cabeamento de rede vertical é o sistema de cabeamento que interconecta diferentes pavimentos dentro de um mesmo edifício, sendo responsável pela interconexão da Sala Técnica Primária (STCP) às Área de Trabalho (AT).

O *Backbone* de Edifício deverá utilizar uma topologia em estrela, devendo viabilizar, sempre que possível um segundo trajeto de redundância interligando a Sala Técnica Principal com as Áreas de Trabalho.

A rede de *Backbone* de Edifício deverá ser formada apenas por um único nível de conectorização, ou seja, partindo do ponto central da estrela, situado na Sala Técnica Primária até a sua extremidade localizada nas Áreas de Trabalho, não poderá existir nenhum ponto de consolidação neste percurso.

Na figura 18, temos um exemplo de rede horizontal e de rede vertical em um edifício.

Figura 18 - Exemplo Topologia Física de uma rede de Telemática



Fontes: Adaptado pelo autor, 2017.

1.8 ATIVOS DE REDE

Os equipamentos ativos de rede proveem a infraestrutura necessária para suportar as aplicações de comunicação de dados em uma organização. Mais que simplesmente prover conectividade aos dispositivos de rede, atualmente os switches e roteadores constituem o centro nervoso dos sistemas de Tecnologia da Informação. É função, destes equipamentos, garantir o desempenho, a segurança, a confiabilidade, a disponibilidade e a flexibilidade exigidas pelas modernas aplicações de rede.

1.8.1 Interligação de Ativos

Pode-se optar pelo uso de três padrões para a interligação dos switches:

- Gigabit Ethernet (Gbe): a maioria das redes existentes utiliza esta tecnologia. Caso a distância entre os ativos não exceda 90 (noventa) metros e/ou não atravesse ambientes externos, pode-se utilizar interfaces Gigabit Ethernet em pares metálicos (Cabos UTP), padrão IEEE 802.3ab. Para todos os outros casos, devem-se utilizar interfaces Gigabit Ethernet sobre fibra óptica (MM/SM), padrão IEEE 802.3z;
- 10 Gigabit Ethernet (10GBE): no caso de redes grandes ou que por estudo seja identificada a necessidade de mais banda disponível nas interligações, pode-se empregar este padrão que comumente opera sobre fibras ópticas, são as interfaces do tipo 10GBase-X, padrão IEEE 802.3ae. Alguns exemplos de aplicações que

consomem grande largura de banda são: Storage, Servidores de arquivos, Câmeras IP em elevada quantidade, Videoconferência e Servidores de Aplicação etc. Recomenda-se que para projetos de grande porte, as interconexões entre switches de Core e de Distribuição utilizem esta tecnologia;

- c) Fast Ethernet: Em casos especiais onde houver baixíssima concentração de pontos em uso ou utilização da rede no switch de acesso, pode-se optar por esta tecnologia 100BASE-TX, padrão IEEE 802.3u, para interligá-lo ao concentrador. Neste caso pode-se utilizar cabeamento em pares metálicos (Cabos UTP) e a distância não deve exceder 90 (noventa) metros.

1.8.2 Topologias de Ativos de Rede

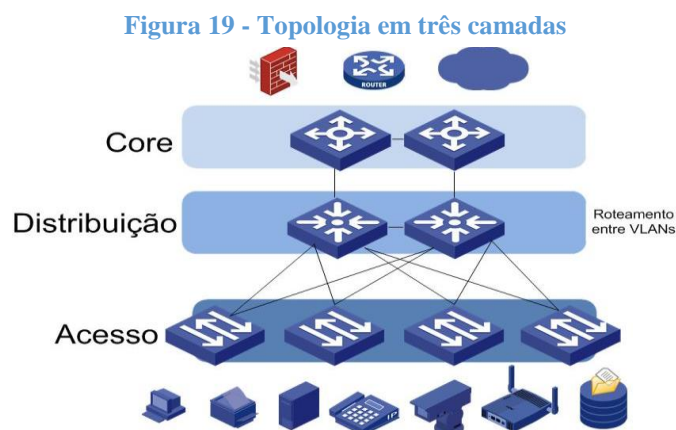
1.8.2.1 Topologia em Três Camadas

Esta topologia é recomendada para ser empregada em redes com mais de 1500 (um mil e quinhentos) hosts, sendo que um “host” pode ser um computador, uma câmera IP, um telefone IP, um “Access Point”, um terminal IP de ponto eletrônico, uma impressora IP, um cliente dos sistemas eletrônicos, etc.

A topologia em três camadas é composta por uma camada de switches de núcleo “Core”, outra de switches de distribuição e uma última com os switches de acesso (ou de borda). Pode utilizá-la em redes grandes, com várias edificações.

Em grandes ambientes, esta tecnologia, traz benefícios como distribuição das conexões dos switches de acesso em mais pontos, não concentrando todas no núcleo da rede, distribuição dos recursos e funções da rede nas três camadas, redundância de ativos e de conexões e maior flexibilidade para expansão da rede.

A escala e redundância das redes hierárquicas em três camadas trazem muitos benefícios para a rede. Na figura 19, segue a topologia em três camadas.



Fonte: Página dos Computadores

Na Camada de Núcleo (Core) é necessário que haja dois ativos e que eles possuam 2 (duas) ou mais conexões entre eles, estas conexões devem ser feitas seguindo o padrão 10 Gigabit Ethernet, podendo formar uma agregação de interfaces que proverá maior taxa de transferência e redundância física de conexão.

Na Camada de Distribuição é importante que os equipamentos possuam diversas interfaces para suportar muitas conexões em fibra óptica vindas dos diversos ativos de acesso.

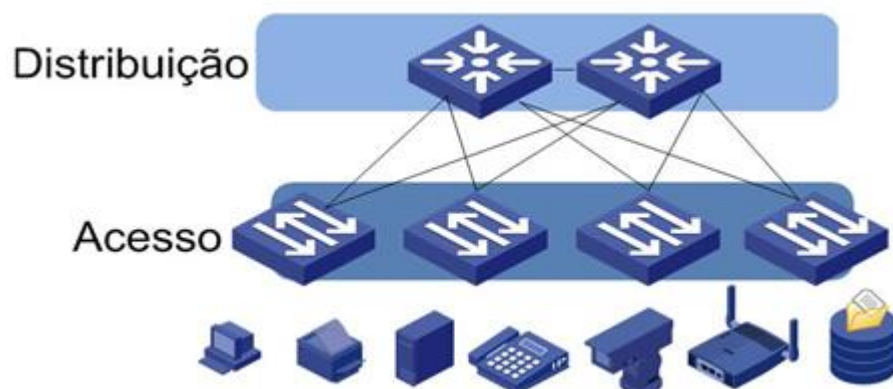
Para os ativos de distribuição é recomendado que formem pares, para garantir a redundância de equipamento e de interligação para a camada inferior (Acesso), o crescimento desta camada é horizontal, ou seja, haverá sempre um par de Switches Core na camada acima e abaixo diversos switches de acesso, independente do tamanho da rede.

Na Camada de Acesso o crescimento também é horizontal, sempre haverá os ativos da camada de distribuição acima e os terminais hosts diretamente conectados abaixo, os pontos fortes desta configuração, consiste no grande número de interfaces UTP Fast Ethernet ou Gigabit Ethernet, suporte a PoE etc. Nesta camada não é prevista a redundância de interfaces para as estações dos usuários, telefones IP, câmeras entre outros, mesmo porque estes hosts não suportam redundância física de conexão.

1.8.2.2 Topologia em Duas Camadas

Esta topologia é recomendada para ser empregada em redes com mais de 250 (duzentos e cinquenta) *hosts* e menos de 1500 (hum mil e quinhentos) *hosts*. Pode-se adaptar esta topologia para redes menores, com pequenas edificações, onde as funções das camadas de núcleo e distribuição são atendidas por um mesmo par de equipamentos. Na figura 20 temos a topologia em duas camadas.

Figura 20 - Topologia em duas camadas



Fonte: Adaptado pelo autor, 2017.

1.8.2.3 Topologia em Uma Camada

Esta topologia é recomendada apenas para ser empregada em redes com menos de 250 (duzentos e cinquenta) hosts, A figura a seguir indica uma topologia simples onde não há hierarquia entre os ativos. Na figura 21 a topologia em uma camada.

Figura 21 - Topologia em uma camada



Fonte: Adaptado pelo autor, 2017.

1.9 DISTÂNCIA ENTRE CABEAMENTO LÓGICO E ELÉTRICO

A norma EIA/TIA 569, determina uma distância mínima entre o cabeamento elétrico e o cabeamento lógico, para evitar ruídos e interferências eletromagnéticas. A tabela 3 mostra quais são essas distâncias.

Tabela 3 - Distância entre cabeamento lógico e elétrico

Condição	< 2kVA	2-5kVA	> 5kVA
A	12.7 cm	30.5 cm	61 cm
B	6.4 cm	15.2 cm	30.5 cm
C	x	7.6 cm	15.2 cm

A - Cabeamento lógico não tubulado a rede elétrica não tubulada

B - Rede elétrica não tubulada ou equipamento elétrico próximo a rede lógica com tubulação aterrada

C - Rede elétrica ou tubulação aterrada próxima a rede lógica com tubulação aterrada

Fonte: Adaptado pelo autor, 2017

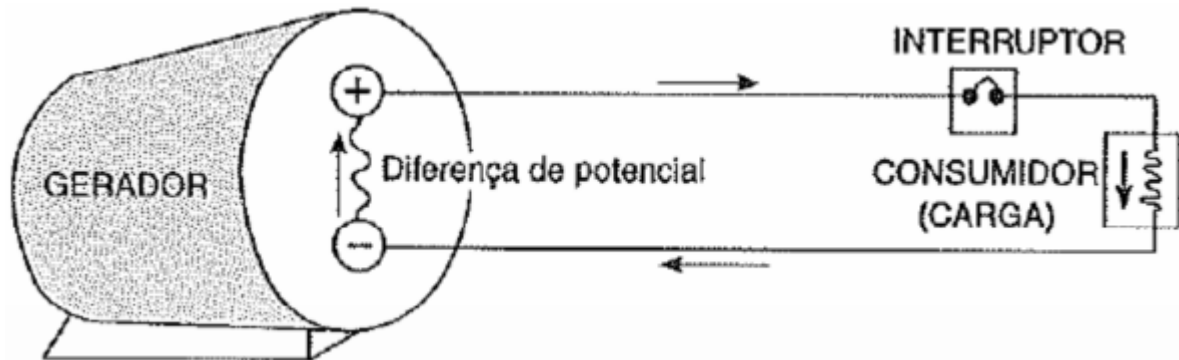
1.10 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DE ELÉTRICIDADE

1.10.1 Circuitos Elétricos

Cotrim (2009) define o circuito de uma instalação elétrica como sendo o conjunto de elementos da própria instalação, incluindo condutores e demais equipamentos a ele ligados, alimentados pela mesma fonte de tensão e ligados ao mesmo dispositivo de proteção. Para Cotrim (2009) tal característica de proteção é a principal, já que protege os condutores de sobrecorrentes, que pode ser garantida por dois ou apenas um dispositivo,

guardando de correntes de sobrecarga e de curto-circuito. Na Figura 22 tem-se a representação de um circuito elétrico.

Figura 22 - Circuito Elétrico



Fonte: CREDER, 2007.

Em uma instalação, existem dois tipos de circuitos: os de distribuição e os terminais. O circuito de distribuição é o circuito que alimenta, com energia elétrica, um ou mais quadros de distribuição (COTRIM, 2009). Já os circuitos terminais são aqueles que vêm do quadro de distribuição e são ligados diretamente às lâmpadas e tomadas, de uso geral ou específico (CAVALIN e CERVELIN, 2006).

1.10.2 Corrente Elétrica

Segundo Cotrim (2009), a corrente elétrica é o movimento sistemático dos elétrons livres dentro do condutor, influenciado por uma diferença de potencial (DDP) ou fonte de tensão. Para Creder (2007), tal movimento visa restaurar o equilíbrio que, devido a ação do campo elétrico ou por influência de outros fatores, como atrito ou alguma reação química, havia sido desfeito.

A corrente elétrica é representada pela letra I e sua unidade de medida é o Ampère (A), na qual define o fluxo de cargas elétricas, que percorrem um condutor, em um determinado intervalo de tempo (GUSSOW, 1997). Sendo assim, a corrente existirá apenas quando houver carga em um circuito fechado (CAVALIN e CERVELIN, 2006)

1.10.3 Tensão

Gussow (1997) conceitua diferença de potencial (DDP) como sendo a capacidade de duas cargas diferentes realizarem trabalho. Sendo assim, já que segundo GUSSOW a diferença de potencial pode também ser chamada de tensão elétrica, tem-se um conceito complementar dado por Cavalin e Cervelin (2006), no qual diz que a tensão elétrica é a força

atuante no circuito de modo a mover, ordenadamente, os elétrons livres. A unidade de medida da tensão é o volt (V) (GUSSOW, 1997).

1.10.4 Resistência Elétrica – Leis de Ohm

A resistência é a característica do material em se opor ou resistir ao movimento dos elétrons, portanto, faz-se necessária a aplicação de uma tensão a fim de que o fluxo de corrente seja mantido (O'MALLEY, 1993).

Dessa forma, a partir do quociente entre a tensão e a corrente obteve-se uma constante e concluiu-se que essas grandezas são diretamente proporcionais. A razão entre os valores da tensão e da corrente representa a resistência elétrica ôhmica, um valor constante, também conhecido como constante de proporcionalidade (CAVALIN e CERVELIN, 2006). Portanto, tem-se a 1ª Lei de Ohm que pode ser representada de acordo com a Equação 1:

$$R = \frac{V}{I} \quad (1)$$

Na qual:

R – Resistência elétrica, em ohm (Ω);

V – Tensão elétrica, em volt (V);

I – Intensidade de corrente elétrica, em ampère (A).

Contudo, a resistência não é representada somente pela 1ª Lei de Ohm. Segundo Creder (2007), cada material possui uma resistência própria, que, por sua vez, dependerá das características do condutor, tais como o tipo de material, o comprimento, bem como a área de sua seção reta. Tal relação é expressa pela 2ª Lei de Ohm, conforme apresentada na Equação 2.

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2)$$

Onde:

R – Resistência em ohm (Ω);

ρ – Resistividade do material ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$);

L – Comprimento (m);

A – Área da seção reta (mm^2).

1.10.5 Potência

Segundo Creder (2007), potência é a “energia aplicada por segundo” no momento da utilização de determinado equipamento. Potência é “o produto da tensão pela corrente”, onde, para fins práticos, tem-se a Equação 3:

$$P = VI \quad (3)$$

Na qual:

P – Potência aparente (VA);

V – Tensão elétrica, em volt (V);

I – Intensidade de corrente elétrica, em ampère (A).

Portanto, cada equipamento elétrico possui algumas particularidades em relação ao trabalho realizado pelo aparelho no momento de sua utilização, pois são projetados e dimensionados para “desenvolver” e “dissipar” em uma potência específica (CAVALIN e CERVELIN, 2006).

O produto entre a corrente e a tensão, que circula pelo circuito, nada mais é do que a potência aparente. Em circuitos de corrente alternada, existem três tipos de potência: ativa, reativa e aparente (CREDER, 2007).

A potência reativa, cuja unidade é VAR, é aquela que foi transformada em campo magnético, já a potência ativa é aquela que é transformada em outro tipo de potência, sua unidade de medida é o Watt (W), e quando acompanhada da potência aparente são muito usadas como base de cálculos, em projetos de instalações elétricas.

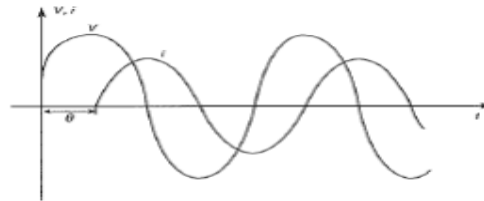
Em uma instalação residencial deve existir a potência de alimentação, que corresponde ao máximo de potência solicitada da instalação em um período de 24 horas. Para tanto, devem-se calcular as potências nominais de todos os equipamentos que serão utilizados no ambiente, bem como o fator de potência de cada ponto de utilização previsto (COTRIM, 2009).

1.10.6 Fator de Potência

Cavalin e Cervelin (2006) definem o fator de potência como sendo a porcentagem de energia elétrica realmente utilizada, ou seja, indica o quanto da energia que está sendo requerida à concessionária de energia como potência aparente, está de fato sendo usada como potência ativa.

O fator de potência é o cosseno do ângulo de defasagem existente entre a tensão e a corrente (Figura 23), que, teoricamente, pode variar entre 0 e 1.

Figura 23 - Diagrama de defasagem entre tensão e corrente



Fonte: CREDER, 2007.

1.11 LEVANTAMENTO DAS CARGAS

É feito mediante a previsão das potências mínimas de iluminação e tomada a serem instaladas, possibilitando, assim, determinar a potência total da instalação elétrica.

1.11.1 Levantamento da carga de iluminação

Segundo a NBR 5410:2004, para a quantidade mínima de pontos de luz, deve haver sempre um ponto no teto comandando para um interruptor de parede. Quanto a potência mínima de iluminação a NBR 5410:2004 sugere que seja feita de acordo com a área do cômodo, conforme a tabela 4.

Tabela 4- Relação entre área e potência de iluminação

Área	Potência
$\leq 6 \text{ m}^2$	100 VA
$> 6 \text{ m}^2$	60 VA a cada 4 m^2

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

1.11.2 Levantamento da carga de tomadas

Ponto de tomada é o ponto onde a conexão do equipamento a instalação elétrica é feito através de tomada de corrente. A NBR 5410:2004 estabelece um número mínimo de pontos de tomada dependendo do tipo e perímetro do cômodo, conforme a tabela 5.

Tabela 5 - Relação entre número de pontos de tomadas e tipo/perímetro dos cômodos

Local	Um ponto de tomada a cada ou fração de perímetro
Sala	5 m
Dormitório	5 m
Cozinha	3,5 m
Copa	3,5 m
Área de Serviço	3,5 m
Lavanderia	3,5 m
Banheiro	Um ponto de tomada junto ao lavatório

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

1.11.2.1 Tomadas de Uso Geral (TUG's)

São tomadas que não se destinam a ligação de equipamentos específicos, e nelas são sempre ligados aparelhos moveis ou portáteis. Segundo a NBR 5410:2004, a potência de cada ponto de tomada de uso geral, está relacionada conforme o tipo de cômodo na tabela 6.

Tabela 6 - Potência da TUG conforme tipo de cômodo

Local	Potência do Ponto de Tomada
Sala	100 VA
Dormitório	100 VA
Cozinha	As três primeiras de 600 VA, e depois 100 VA pra cada excedente
Copa	As três primeiras de 600 VA, e depois 100 VA pra cada excedente
Área de Serviço	As três primeiras de 600 VA, e depois 100 VA pra cada excedente
Lavanderia	As três primeiras de 600 VA, e depois 100 VA pra cada excedente
Banheiro	As três primeiras de 600 VA, e depois 100 VA pra cada excedente
Varanda	100 VA

Fonte: Elaborado pelo autor, 2017.

1.11.2.2 Tomadas de Uso Especifico (TUE's)

São destinados a ligação de equipamentos fixos e estacionários como é o caso de: Ar Condicionado, Chuveiro Elétrico e Secadora de Roupas. A quantidade de TUE's é estabelecida de acordo com o número de aparelhos que vão estar fixos em determinada posição. A NBR 5410:2004 diz que a potência da tomada de uso especifico é igual a potência nominal do equipamento a ser alimentado.

1.12 PADRÃO DE ENTRADA

O padrão de entrada é constituído pelo porte com isolador de roldana, bengala, caixa de medição e haste de terra.

A Norma Técnica de Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão (Edificações Individuais), popularmente conhecida como NDEE-02, fala que para a escolha do padrão mais apropriado para as unidades consumidoras, devem ser considerados os seguintes parâmetros:

- a) Número de fios da ligação;
- b) Localização da unidade consumidora em relação à rede da distribuidora;
- c) Distância dos limites da propriedade do consumidor, à posteação da distribuidora;
- d) Afastamento da edificação, em relação à divisa da propriedade com o passeio público;

e) Altura (pé-direito) da edificação, em relação ao passeio público.

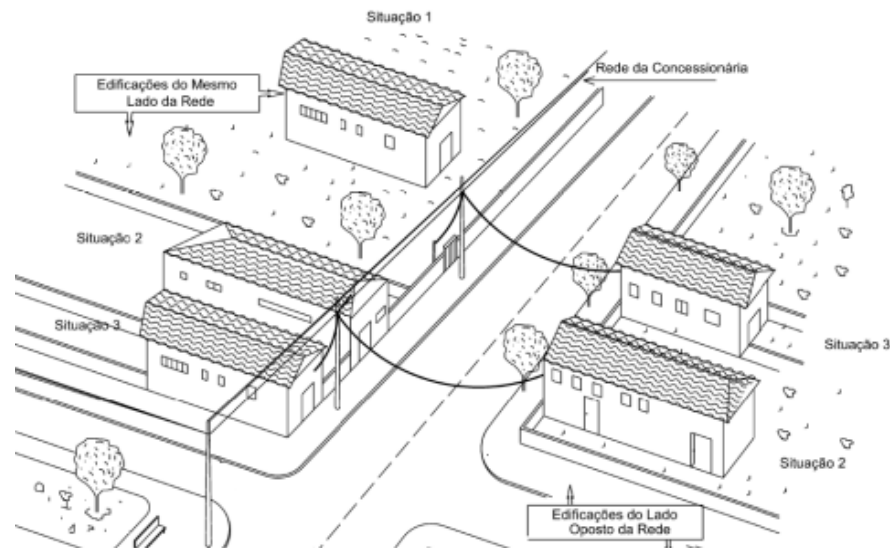
A NDEE-02 sugere 2 situações comuns em relação a distancia entre a unidade consumidora e a rede da distribuidora, como ilustrado na figura 24. São elas:

a) Para edificações do mesmo lado da rede da distribuidora preferencialmente poderá ser utilizado padrão com comprimento de 5 metros.

b) Para edificações do lado oposto da rede distribuidora deverá ser utilizado padrão com comprimento de 7 metros.

O padrão de entrada deverá ser construído na divisa da propriedade com o passeio público e com a leitura voltada para o passeio público.

Figura 24- Situação da edificação para escolha do padrão

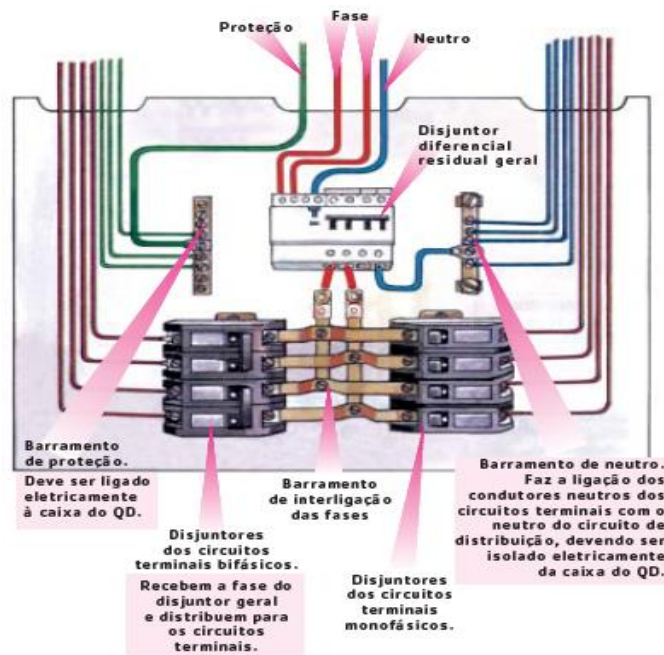


Fonte: ELETROBRAS, 2014.

1.13 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

É o centro de distribuição de toda a instalação elétrica de um local, deve ser colocado em um ponto de fácil acesso e perto do medidor. O quadro de distribuição é composto pelos circuitos terminais da instalação que alimentam diretamente os pontos de tomadas, lâmpadas e aparelhos domésticos, também é no quadro de distribuição que se encontram os dispositivos de proteção. Na figura 25, encontra-se um exemplo de Quadro de Distribuição Bifásico.

Figura 25 - Quadro de Distribuição Bifásico



Fonte: Página da slideshare

1.14 PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTES

Segundo a NDEE-02, o padrão de entrada deve possuir dispositivo de proteção geral contra sobrecorrentes, a fim de limitar e interromper o fornecimento de energia, bem como proporcionar proteção à rede da distribuidora contra eventuais defeitos a partir do ramal interno do consumidor.

Um dos dispositivos de proteção contra sobrecorrente é o disjuntor termomagnético, que possui duas funções principais:

- Oferecer proteção aos condutores do circuito: Desliga-se automaticamente quando há uma sobrecorrente causada por um curto circuito ou sobrecarga.
- Permitir manobra manual: Opera-se como um interruptor, seccionando determinado circuito para uma eventual manutenção.

Em todos os tipos de fornecimento, a proteção deve ser efetuada através de disjuntores termomagnéticos, localizados eletricamente após a medição da distribuidora;

Segundo a NDEE-02, os disjuntores termomagnéticos dos padrões de entrada devem atender às seguintes condições:

- Corresponder a um dos tipos aprovados e homologados pela distribuidora;
- Nos fornecimentos monofásicos (tipo M) é obrigatória a utilização de disjuntor monopolar;

- c) Nos fornecimentos bifásicos (tipo B) é obrigatória a utilização de disjuntor bipolar;
- d) Nos fornecimentos trifásicos (tipo T) obrigatórios a utilização de disjuntores tripolares;
- e) Devem ser certificados pelo INMETRO e ter capacidade de interrupção mínima em curto-circuito, de 5kA em 220/127V (monopolares, bipolares e tripolares até 100A) e 10kA em 380/220V (bipolares e tripolares acima de 120A).

Outro dispositivo usado na proteção dos circuitos é o Interruptor Diferencial Residual (DR) cujo o objetivo é proteger as pessoas contra choques elétricos provocados por contato direto ou indireto. Um DR é composto por um disjuntor acoplado a outro dispositivo, o diferencial residual.

Segundo a NDEE-02, existem casos em que se faz obrigatório o uso de DRs, esses casos são:

- a) Os circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais contendo banheiro ou chuveiro;
- b) Os circuitos que alimentem tomadas de corrente situados em áreas externas à edificação;
- c) Os circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;
- d) Os circuitos que, em locais de habitação, sirvam a pontos de utilização situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagem e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;
- e) Os circuitos que, em edificações não residenciais, sirvam a pontos de tomada situadas em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviços, garagens e, no geral, em áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens.

1.15 PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÃO

Os Dispositivos de Proteção contra Surtos são equipamentos desenvolvidos para detectar a presença de sobretensões transitórias na rede e drená-las para o sistema de aterramento antes que atinjam os equipamentos eletroeletrônicos.

Existem três classes de DPS:

- Classe I – Dispositivos com capacidade de corrente suficiente para drenar correntes parciais de um raio. É a proteção primária, utilizada em ambientes expostos a

descargas atmosféricas diretas, como áreas urbanas periféricas ou áreas rurais. Instalados nos quadros primários (QGBT) de distribuição.

- Classe II – Dispositivos com capacidade para drenar correntes induzidas que penetram nas edificações, ou seja, os efeitos indiretos de uma descarga atmosférica. Utilizados em áreas urbanas e instalados nos quadros secundários de distribuição.
- Classe III – Dispositivos destinados à proteção fina de equipamentos, instalados próximos aos equipamentos. São utilizados para proteção de equipamentos ligados à rede elétrica, à linha de dados e linhas telefônicas.

1.16 CONDUTORES ELÉTRICOS

Os condutores elétricos são materiais que compõem as linhas elétricas, e, portanto, são responsáveis pela transmissão da energia e/ou dos sinais elétricos (COTRIM, 2009). São caracterizados pela sua baixa resistência, devido a isso, os metais apresentam propriedades de bons condutores (GUSSOW, 1997).

Contudo, de acordo com Cotrim (2009), é importante atentar ao fato de que o termo “condutor elétrico”, na prática, se refere a barras, fios e cabos podendo estar isolados ou nus. Sendo assim, em condutores com isolamento, o cobre tem se sobressaído quanto a sua utilização, pois, além de suas propriedades, destaca-se também pelo baixo custo. Os condutores isolados são fios ou cabos que possuem isolamento, podendo essa ser formada por uma ou mais camadas de materiais isolantes. A isolamento possui como principal finalidade a de isolar eletricamente os condutores, dessa forma, acontece tanto entre condutores próximos, quanto com o ambiente (COTRIM, 2009). Na figura 26, vemos um condutor elétrico.

Figura 26 - Condutor Elétrico

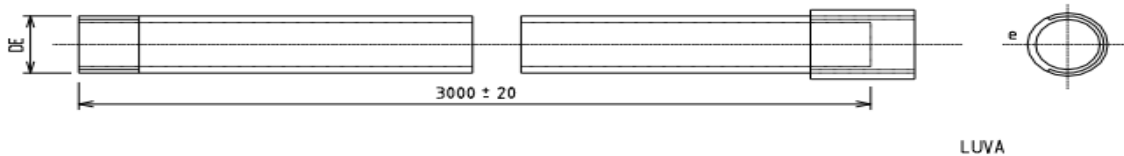


Fonte: LASKOSKI, 2007.

1.17 ELETRODUTOS

Segundo a NDEE-02, Os eletrodutos do ramal de entrada devem ser de PVC rígido quando ficar exposto ao tempo conforme as características técnicas indicadas na figura 27 e tabela 7.

Figura 27 - Eletroduto de PVC Rígido



Fonte: ELETROBRAS, 2014.

Tabela 7 - Características do Eletroduto Rígido

I T E M	DIÂMETRO			ESPESSURA NOMINAL DA PAREDE - e
	NOMINAL - DN		EXTERNO - DE	
	mm	POL		
1	25	3/4	25,9	2,3
2	32	1	33,0	2,7
3	40	1 1/4	42,0	2,9
4	50	1 1/2	47,4	3,0
5	60	2	59,0	3,1
6	75	2 1/2	74,7	3,8
7	85	3	87,6	4,0
8	110	4	113,1	5,0

Fonte: ELETROBRAS, 2014

A NDEE-02 recomenda que os diâmetros nominais recomendados para cada faixa de fornecimento sejam de acordo com as tabelas 8 e tabela 9.

Tabela 8 - Dimensionamento para unidades consumidoras monofásicas e trifásicas ligas ao sistema 380/220V

Tipo de Ligação (Sistema 380-220V)	Faixa	Carga instalada (kW)	Potência do maior motor/solda motor (CV)	Responsabilidade do cliente									
				Padrão de entrada									
				Ramal de entrada (Nota1) e de saída		Disjuntor (Corrente (Nominal))	Aterramento		Caixa de medição				
				Cabo concêntrico, em cobre 0,6/1kV XLPE-90°C Fase (neutro)	Eletroduto		Conductor de cobre (Nu ou isol.)	Eletroduto PVC		Conductor de proteção			
	De	Até	FN	2F	3F	mm ²	PVC	Aço	A	mm ²	mm	mm ²	
Monofásico	M1	0	5	-	-	-	6 (6)	25	25	25	6	20	6
(Tipo M)	M2	5,1	10	3	-	-	6 (6)	25	25	40	6	20	6
	M3	10,1	15	3	-	-	16 (16)	25	25	70	10	20	16
Trifásico	T1	15,1	25	3	5	20	16 (16)	40	32	40	10	20	16
(Tipo T)	T2	25,1	40	3	5	30	16 (16)	40	32	60 ou 63	10	20	16
	T3	40,1	55	5	10	30	25 (25)	40	32	80	16	20	16
	T4	55,1	75	7,5	12	40	50 (50)	50	40	125	25	20	25

Fonte: ELETROBRAS, 2014.

Tabela 9 - Dimensionamento para unidades consumidoras trifásicas ligadas ao sistema 220/127V ou 230/115V

Tipo de Ligação (Sistema 220-127V)	Faixa	Demanda (kVA)		Potência do maior motor/solda motor (CV)			Responsabilidade do consumidor								Caixa de medição	
							Padrão de entrada									
							Ramal de entrada e de saída			Disjuntor (Corrente Nominal)	Aterramento		Condutor de proteção			
							Condutor de cobre PVC – 70° C – Fase (neutro)	Eletroduto			Condutor de cobre (nu ou isol.)	Eletroduto PVC				
mm ²	PVC	Aço	A	mm ²	mm	mm ²										
(Tipo T) Trifásico	T1	-	15	2	3	2	0	10 (10)	32	25	40	16	20	10	Nota 7	
	T2	15,1	23	2	3	2	5	16 (16)	40	32	60			25		35
	T3	23,1	27,0					25 (25)			70	100	25			
	T4	27,1	38,0					35 (35)	120	150			175	200		35
	T5	38,1	47,0					50 (50)			150	175				
	T6	47,1	57,0					70 (70)	175	200			35	25		35
	T7	57,1	66,0					95 (95)			75	65				
	T8	66,1	75,0						95 (95)	75			65	200		50

Fonte: ELETROBRAS, 2014.

2 Metodologia de Desenvolvimento

O presente trabalho trata-se de um Estudo de Caso, voltada para análise de viabilidade técnica e econômica para implementação de um projeto de telemática em uma escola no interior do Amazonas.

Inicialmente, serão realizadas pesquisas bibliográficas na área de sistemas de telemática, tecnologias de redes, redes de computadores e instalações elétricas através de consulta a livros, artigos, dissertações de mestrado, revistas e meios eletrônicos referentes às áreas, buscando aprofundar os conceitos teóricos que serão utilizados no desenvolvimento do projeto.

Com o intuito de fazer um levantamento das instalações elétricas existentes, será realizada uma visita a Escola Estadual Raymundo Sá, no município de Autazes, objetivando criar uma planta baixa para o prédio da escola, que será fundamental para a concepção do presente projeto.

Posteriormente, serão escolhidos os fatores necessários para desenvolver o projeto. A análise dos referidos fatores será dividida em outros dois aspectos: a viabilidade técnica e a viabilidade econômica.

O levantamento das instalações elétricas existentes na escola será comparado aos parâmetros estabelecidos pela norma NBR5410/2004, e se necessário serão sugeridas mudanças na nova planta elétrica.

É importante destacar que o projeto de Telemática da referida escola será feito de acordo com a norma NBR14565/2013, onde todas as plantas serão elaboradas no programa AutoCad 2018.

Ao término dos levantamentos acima mencionados, será realizada a pesquisa de custos do projeto total através de fontes confiáveis, como por exemplo, o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAP) e o Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe (ORSE). Também será apresentada toda análise técnica do referido projeto. Por fim, os resultados serão apresentados a Banca Avaliadora da Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

3 Realização do Projeto

3.1 PLANTA ARQUITETÔNICA

A primeira etapa para a implementação de um projeto de telemática é conhecer o prédio onde o mesmo será implementado, no caso desse trabalho como já foi citado anteriormente o local de implementação será a Escola Estadual Raymundo Sá, localizada no município de Autazes. No Anexo desse trabalho, encontra-se a imagem do terreno da escola visto de cima (prancha 1), bem como a planta arquitetônica com as cotas e medidas físicas (prancha 2).

Para o projeto de instalação elétrica e de telemática se faz necessário conhecer alguns parâmetros da planta arquitetônica, mas especificamente as áreas e perímetros de cada cômodo da escola, tais informações se encontram na Tabela 10.

Tabela 10 - Dimensões da escola

Áreas e Perímetros das dependências da escola				
Comodo	Largura (m)	Extensão (m)	Área (m ²)	Perímetro (m)
Sala Padrão	8	6	48	28
Sala dos Técnicos	3	6	18	18
Sala dos Professores	3	6	18	18
APMC	2,95	4,62	13,629	15,14
WC Professores	1,38	1,23	1,6974	5,22
WC Diretoria	1,42	1,23	1,7466	5,3
Diretoria	3	6	18	18
WC PNE Feminino	2,53	2,32	5,8696	9,7
WC FEMININO 1	3,6	3,53	12,708	14,26
WC FEMININO 2	0,92	2,47	2,2724	6,78
WC Feminino			14,9804	19,05
WC PNE Masculino	3,55	3,55	12,6025	14,2
WC Masculino	3,55	2,3	8,165	11,7
Cozinha	4,17	4,38	18,2646	17,1
WC Funcionários	1,23	2,42	2,9766	7,3
Deposito	1,23	1,81	2,2263	6,08
DML	2,27	2,57	5,8339	9,68
Despensa	3,13	2,57	8,0441	11,4

Fonte: Própria

3.2 MAPEAMENTO ELÉTRICO

A segunda etapa para a implementação de um projeto de temática é o mapeamento da instalação elétrica existente na escola, uma vez que a escola não possui um mapa de sua instalação elétrica, foi necessário ir até a escola e fazer esse mapeamento.

Observa-se o número total de tomadas existentes nas dependências da escola, tal informação se encontra na tabela 11.

Tabela 11 - Tomadas de Uso Geral Existentes na Escola

TUG'S Real		
Comodo	Nr. de tomadas	Potencia das Tomadas (VA)
Sala Padrão	3	300
Sala dos Técnicos	4	400
Sala dos Professores	5	500
APMC	2	200
WC Professores	0	0
WC Diretoria	1	600
Diretoria	3	300
WC PNE Feminino	0	0
WC Feminino	0	0
WC PNE Masculino	0	0
WC Masculino	0	0
Cozinha	4	1900
WC Funcionários	0	0
Deposito	0	0
DML	0	0
Despensa	0	0
Refeitório	2	200

Fonte: Própria

Além de uma TUE para cada aparelho de ar condicionado.

Também foi feito o levantamento das cargas existentes na escola, conforme a tabela 12.

Tabela 12 - Cargas existentes na Escola

Dependência	Quantidade	Descrição	Potência	
			Unitária	Total
Sala Padrão	6	Lâmpadas	40	240
	1	Ar Condicionado de 30000BTU	3600	3600
Sala dos Técnicos	4	Lâmpadas	40	160
	1	Ar Condicionado de 30000BTU	3600	3600
Sala dos Professores	4	Lâmpadas	40	160
	1	Bebedouro	200	200
	1	TV	200	200
	1	Computador	300	300
	1	Ar Condicionado de 30000BTU	3600	3600
APMC	4	Lâmpadas	40	160
	1	Ar Condicionado de 30000BTU	3600	3600
WC Professores	4	Lâmpadas	40	160
WC Diretoria	2	Lâmpadas	20	40
Diretoria	4	Lâmpadas	40	160
	1	Geladeira Duplex	200	200
	1	TV	200	200
	1	Computador	300	300
	1	Ar Condicionado de 30000BTU	3600	3600
WC PNE Feminino	2	Lâmpadas	40	80
WC Feminino	2	Lâmpadas	40	80
WC PNE Masculino	2	Lâmpadas	40	80

WC Masculino	2	Lâmpadas	40	80
Cozinha	4	Lâmpadas	40	160
	1	Geladeira	120	120
WC Funcionários	2	Lâmpadas	20	40
Deposito	2	Lâmpadas	20	40
DML	2	Lâmpadas	20	40
Despensa	2	Lâmpadas	20	40
Secretaria	12	Lâmpadas	40	480
	1	Bebedouro	200	200
	3	Computadores	300	900
	1	Impressora	900	900
	1	Ar Condicionado de 30000BTU	3600	3600
Sala de Mídia	12	Lâmpadas	40	480
	2	Freezer	500	1000
	1	Ar Condicionado de 30000BTU	3600	3600
Refeitório	12	Lâmpadas	40	480
	1	freezer	500	500
	1	Bebedouro	200	200
Sala de Informática	12	Lâmpadas	40	480
	16	Computadores	300	4800
	1	Ar Condicionado de 30000BTU	3600	3600
Corredores	102	Lâmpadas	40	4080
	6	Refletores	40	240

Fonte: Própria

Os valores de potência unitária dos aparelhos na tabela 12 foram tirados das tabelas 17A, 17B e 18 da NDEE-02/2014.

Além de verificar qual o diâmetro dos condutores de cada circuito, com essas informações foi possível fazer a planta elétrica existente na escola em AutoCad, tal planta se encontra no Anexo (prancha 3).

3.3 REGULARIZAÇÃO DA PLANTA ELÉTRICA

A terceira etapa para a implementação do sistema de telemática é regularizar a planta elétrica conforme a NBR 5410/2014 e a NDDE-002/2014 da Eletrobrás.

De acordo com a tabela 5 e a tabela 6, que seguem a norma NBR 5410/2004, temos a tabela 13, que indica quantas tomadas de uso geral devemos ter na escola por cômodo.

Tabela 13- Tomadas de Uso Geral Conforme a norma

TUG'S conforme a Norma			
Comodo	Perímetro (m)	Nr. de tomadas	Potencia das Tomadas (VA)
Sala Padrão	28	6	600
Sala dos Técnicos	18	4	400
Sala dos Professores	18	4	400
APMC	15,14	4	400
WC Professores	5,22	1	600
WC Diretoria	5,3	1	600
Diretoria	18	4	400
WC PNE Feminino	9,7	1	600
WC Feminino	19,05	1	600
WC PNE Masculino	14,2	1	600
WC Masculino	11,7	1	600
Cozinha	17,1	5	2000
WC Funcionários	7,3	1	600
Deposito	6,08	2	200
DML	9,68	2	200
Despensa	11,4	3	300

Fonte: Própria

Porem a norma sugere que o projetista tenha bom senso, logo em uma sala de aula usaremos apenas 4 TUGs, na secretaria usaremos 8 TUGs, na sala de informática usaremos 10 TUGs, e não usaremos TUGs nos banheiros dos alunos, devido a necessidade de mais ou menos tomadas em algumas dependências da escola.

A norma sugere que seja colocada uma TUE para cada aparelho de ar condicionado.

Além de tomadas a norma sugere uma potência mínima de iluminação conforme a área do cômodo conforme a tabela 4, na tabela 14 observa-se qual seria a potência de iluminação conforme a norma.

Tabela 14 - Potência de Iluminação conforme a norma

Iluminação conforme a Norma		
Cômodo	Área (m²)	Potencia VA
Sala Padrão	48	700
Sala dos Técnicos	18	280
Sala dos Professores	18	280
APMC	13,629	160
WC Professores	1,6974	100
WC Diretoria	1,7466	100
Diretoria	18	280
WC PNE Feminino	5,8696	100
WC Feminino	14,9804	220
WC PNE Masculino	12,6025	160
WC Masculino	8,165	100
Cozinha	18,2646	280
WC Funcionários	2,9766	100
Deposito	2,2263	100
DML	5,8339	100
Despensa	8,0441	100

Fonte: Própria

Na nota 3 da tabela 19 da NDDE-2/2014 observa-se que o fator de potência para lâmpadas fluorescentes é 0,92.

Após conhecer-se a potência de iluminação e o número de TUG's e TUE's, o próximo passo é realizar a divisão de circuitos e calcular os diâmetros dos condutores de cada circuito. Foi dividida a área da escola em 3 quadros de distribuição, um para cada pavimento.

No quadro de distribuição do primeiro pavimento, a distribuição de circuitos está mostrada na tabela 15.

Tabela 15 - Distribuição de circuitos no pavimento 1

Quadro de Distribuição 1		
Número do Circuito	Descrição	Potência (W)
1	Iluminação sala 1	640
2	Iluminação sala 2	640

3	Iluminação secretaria	640
4	Iluminação sala 4	640
5	Iluminação sala de mídia	640
6	Iluminação sala de informática	640
7	Iluminação corredor 1	720
8	Iluminação corredor 2	680
9	Tugs salas 1 e 2	800
10	Tugs secretaria	800
11	Tugs sala 3 e sala de mídia	800
12	Tugs sala de informática	1000
13	Ar condicionado sala 1	4000
14	Ar condicionado sala 2	4000
15	Ar condicionado secretaria	4000
16	Ar condicionado sala 4	4000
17	Ar condicionado sala de mídia	4000
18	Ar condicionado sala de informática	4000
Total		32640

Fonte: Própria

No quadro de distribuição do segundo pavimento, a distribuição de circuitos está mostrada na tabela 16.

Tabela 16 - Distribuição de circuitos no pavimento 2

Quadro de Distribuição 2		
Número do Circuito	Descrição	Potência (W)
1	Iluminação Biblioteca	640
2	Iluminação sala dos técnicos, APMC e sala dos professores	720
3	Iluminação diretoria, WC diretoria, WC professores, WC PNE feminino e WC feminino	920
4	Iluminação Refeitório, WC masculino e WC PNE masculino	840
5	Iluminação cozinha, DML, despensa, depósito e WC funcionários	800
6	Iluminação corredor 3	720
7	Iluminação corredor 4	680

8	Tugs Biblioteca	600
9	Tugs APMC e sala dos técnicos	800
10	Tugs sala dos professores e WC professores	1000
11	Tugs diretoria e WC diretoria	1000
12	Tugs WC funcionários, DML, depósito e refeitório	1200
13	Tugs da cozinha (3) e despensa	1100
14	Tugs da cozinha (2)	1200
15	Ar condicionado biblioteca	4000
16	Ar condicionado sala dos técnicos	4000
17	Ar condicionado APMC	4000
18	Ar condicionado sala dos professores	4000
19	Ar condicionado diretoria	4000
Total		32020

Fonte: Própria

No quadro de distribuição do terceiro pavimento, a distribuição de circuitos está mostrada na tabela 17.

Tabela 17 - Distribuição de circuitos no pavimento 3

Quadro de Distribuição 3		
Número do Circuito	Descrição	Potência (W)
1	Iluminação sala 5	640
2	Iluminação sala 6	640
3	Iluminação sala 7	640
4	Iluminação sala 8	640
5	Iluminação sala 9	640
6	Iluminação sala 10	640
7	Iluminação corredor 5	760
8	Iluminação corredor 6	760
9	Tugs salas 5 e 6	800
10	Tugs salas 7 e 8	800
11	Tugs salas 9 e 10	800
12	Ar condicionado sala 5	4000
13	Ar condicionado sala 6	4000
14	Ar condicionado sala 7	4000

15	Ar condicionado sala 8	4000
16	Ar condicionado sala 9	4000
17	Ar condicionado sala 10	4000
Total		31760

Fonte: Própria

Vale ressaltar que foram usadas lâmpadas fluorescentes de 40 W tipo tubo como padrão, apenas nos banheiros da diretoria, professores e funcionários foram usadas lâmpadas fluorescentes de 60 W.

Após definir quais os circuitos e a quais quadros de distribuição pertencem, iremos calcular a corrente de cada circuito, utilizando a equação 3, iremos adequar os valores de corrente conforme o fator de agrupamento que se encontra na tabela 37 da NBR5410/2004 e consultar a norma NBR5410/2004 para definir quais as seções dos condutores e a capacidade dos disjuntores de cada circuito.

Na tabela 18, vemos o quadro de distribuição 1.

Tabela 18 - Quadro de distribuição 1

Quadro de Distribuição 1								
Número do Circuito	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	Fator de agrupamento	Corrente' (A)	Condutor		Disjuntor
						Vivos	Proteção	
1	640	127	5,03937008	0,7	7,199100112	2,5	2,5	10
2	640	127	5,03937008	0,7	7,199100112	2,5	2,5	10
3	640	127	5,03937008	0,7	7,199100112	2,5	2,5	10
4	640	127	5,03937008	0,7	7,199100112	2,5	2,5	10
5	640	127	5,03937008	0,7	7,199100112	2,5	2,5	10
6	640	127	5,03937008	0,7	7,199100112	2,5	2,5	10
7	720	127	5,66929134	1	5,669291339	2,5	2,5	10
8	680	127	5,35433071	1	5,354330709	2,5	2,5	10
9	800	127	6,2992126	0,8	7,874015748	4	4	10
10	800	127	6,2992126	0,8	7,874015748	4	4	10
11	800	127	6,2992126	0,8	7,874015748	4	4	10
12	1000	127	7,87401575	0,8	9,842519685	4	4	10
13	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20
14	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20
15	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20
16	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20

17	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20
18	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20

Fonte: Própria

Na tabela 19, observa-se o quadro de distribuição 2.

Tabela 19 - Quadro de distribuição 2

Número do Circuito	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	Fator de agrupamento	Corrente' (A)	Condutor		Disjuntor
						Vivos	Proteção	
1	640	127	5,03937008	0,7	7,199100112	2,5	2,5	10
2	720	127	5,66929134	0,7	8,098987627	2,5	2,5	10
3	920	127	7,24409449	0,7	10,34870641	2,5	2,5	10
4	840	127	6,61417323	0,8	8,267716535	2,5	2,5	10
5	800	127	6,2992126	0,8	7,874015748	2,5	2,5	10
6	720	127	5,66929134	1	5,669291339	2,5	2,5	10
7	680	127	5,35433071	1	5,354330709	2,5	2,5	10
8	600	127	4,72440945	0,65	7,268322229	4	4	10
9	800	127	6,2992126	0,65	9,691096305	4	4	16
10	1000	127	7,87401575	0,65	12,11387038	4	4	16
11	1000	127	7,87401575	0,65	12,11387038	4	4	16
12	1200	127	9,4488189	0,7	13,49831271	4	4	16
13	1100	127	8,66141732	0,7	12,37345332	4	4	16
14	1200	127	9,4488189	0,7	13,49831271	4	4	16
15	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20
16	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20
17	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20
18	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20
19	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20

Fonte: Própria

Na tabela 20, observa-se o quadro de distribuição 3.

Tabela 20 - Quadro de distribuição 3

Quadro de Distribuição 3								
Número do Circuito	Potência (W)	Tensão (V)	Corrente (A)	Fator de agrupamento	Corrente' (A)	Condutor (mm ²)		Disjuntor
						Vivos	Proteção	
1	640	127	5,03937008	0,7	7,199100112	2,5	2,5	10
2	640	127	5,03937008	0,7	7,199100112	2,5	2,5	10
3	640	127	5,03937008	0,7	7,199100112	2,5	2,5	10
4	640	127	5,03937008	0,7	7,199100112	2,5	2,5	10
5	640	127	5,03937008	0,7	7,199100112	2,5	2,5	10
6	640	127	5,03937008	0,7	7,199100112	2,5	2,5	10
7	760	127	5,98425197	1	5,984251969	2,5	2,5	10
8	760	127	5,98425197	1	5,984251969	2,5	2,5	10
9	800	127	6,2992126	0,8	7,874015748	4	4	10
10	800	127	6,2992126	0,8	7,874015748	4	4	10
11	800	127	6,2992126	1	6,299212598	4	4	20
12	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20
13	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20
14	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20
15	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20
16	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20
17	4000	220	18,1818182	1	18,18181818	4	4	20

Fonte: Própria

Apesar de a tabela da norma sugerir usar seções dos condutores menores para esses valores de corrente, por uma questão de segurança utilizou-se uma seção mínima de 2,5 mm² para circuitos de iluminação e 4 mm² para circuitos de força.

Agora, para calcular os diâmetros dos condutores dos quadros de distribuição para o quadro geral, e do quadro geral para a rede, utilizamos o manual da concessionária, no nosso caso a Eletrobrás que normatiza essa situação por meio da NDEE-02/2014.

A NDEE-02/2014 no seu item 2.2.2.1 nos dá a seguinte expressão para o cálculo de demanda: $D = a + b + c + d + e + f$.

Onde:

a = demanda referente a iluminação e tomadas.

b = demanda relativa aos aparelhos eletrodomésticos e de aquecimento.

c = demanda dos aparelhos condicionadores de ar.

d = demanda de motores elétricos.

e = demanda de máquinas de solda a transformador.

f = demanda de equipamentos especiais (raios-X, máquina de solda a motor).

No caso do nosso projeto os subitens d, e e f não serão utilizados, uma vez que a escola não possui tais equipamentos.

Para o quadro 1:

a) Demanda de Iluminação – Tabela 20 do NDEE-02/2014.

Quantidade	Descrição	Potencia (W)	
		Unitária	Total
129	Lâmpada fluorescente	40	5160
Total de Carga de Iluminação			5160

$$a = 5160 * 0,64 = 3302,4 \text{ W.}$$

b) Demanda dos aparelhos eletrodomésticos – Tabela 22 do NDEE-02/2014.

Quantidade	Descrição	Potencia (W)	
		Unitária	Total
1	Bebedouro	200	200
19	Computadores	300	5700
1	Impressora	900	900
2	Freezer	500	1000
Total de Carga Dos aparelhos			7800

$$b = 0,39 * 7800 = 3042 \text{ W}$$

c) Demanda dos Condicionadores de ar - Tabela 22 do NDEE-02/2014.

Quantidade	Descrição	Potencia (W)	
		Unitaria	Total
6	Condicionador de ar 30000 BTU	4000	24000
Total de Carga de Iluminação			24000

$$c = 0,65 * 24000 = 15600 \text{ W}$$

$$\text{Demanda do quadro 1} = 3302,4 + 3042 + 15600 = 21944,4$$

De acordo com a tabela 8 da NDEE-02/2014, o condutor desse quadro de distribuição até o quadro geral será de 16 mm², o condutor de proteção será de 16 mm², e o disjuntor será de 60 A.

Para o quadro 2:

a) Demanda de Iluminação – Tabela 20 do NDEE-02/2014.

Quantidade	Descrição	Potencia (W)	
		Unitária	Total
16	Lâmpada fluorescente	60	960
107	Lâmpada fluorescente	40	4280
Total de Carga de Iluminação			5240

$$a = 5240 * 0,64 = 3353,6 \text{ W.}$$

b) Demanda dos aparelhos eletrodomésticos – Tabela 22 do NDEE-02/2014.

Quantidade	Descrição	Potencia (W)	
		Unitária	Total
2	Bebedouro	200	400
2	Computadores	300	600
2	TV	200	400
1	Freezer	500	500
1	Geladeira Duplex	200	200
1	Geladeira comum	120	120
Total de Carga Dos aparelhos			2220

$$b = 0,54 * 2220 = 1198,8 \text{ W}$$

c) Demanda dos Condicionadores de ar - Tabela 22 do NDEE-02/2014.

Quantidade	Descrição	Potencia (W)	
		Unitária	Total
5	Condicionador de ar 30000 BTU	4000	20000
Total de Carga de Iluminação			20000

$$c = 0,7 * 20000 = 14000 \text{ W}$$

$$\text{Demanda do quadro 1} = 3353,6 + 1198,8 + 14000 = 18552,4$$

De acordo com a tabela 8 da NDEE-02/2014, o condutor desse quadro de distribuição até o quadro geral será de 16 mm², o condutor de proteção será de 16 mm², e o disjuntor será de 60 A.

Para o quadro 3:

a) Demanda de Iluminação – Tabela 20 do NDEE-02/2014.

Quantidade	Descrição	Potencia (W)	
		Unitária	Total
134	Lâmpada fluorescente	40	5360
Total de Carga de Iluminação			5360

$$a = 5360 * 0,64 = 3430,4 \text{ W.}$$

b) Demanda dos Condicionadores de ar - Tabela 22 do NDEE-02/2014.

Quantidade	Descrição	Potencia (W)	
		Unitária	Total
6	Condicionador de ar 30000 BTU	4000	24000
Total de Carga de Iluminação			24000

$$c = 0,65 * 24000 = 15600 \text{ W}$$

$$\text{Demanda do quadro 1} = 3430,4 + 15600 = 19030,4$$

De acordo com a tabela 8 da NDEE-02/2014, o condutor desse quadro de distribuição até o quadro geral será de 16 mm², o condutor de proteção será de 16 mm², e o disjuntor será de 60 A.

O cálculo do ramal de entrada que vai da rede até o quadro geral será feito de forma simples, basta somar a potência consumida nos 3 quadros de distribuição.

$$D = 21944,4 + 18552,4 + 19030,4 = 59527,2 \text{ W}$$

De acordo com a tabela 8 da NDEE-02/2014, o condutor do ramal de entrada será de 95 mm², o condutor de proteção será de 25 mm², e o disjuntor será de 175 A.

A planta elétrica atualizada de acordo com a norma se encontra no Anexo (prancha 4).

3.4 PROJETO DE TELEMÁTICA

3.4.1 Projeto da rede secundária

Segundo a NBR 14564/2013, o primeiro passo para se projetar uma rede de telemática, é projetar a rede secundária. A rede secundária consiste em projetar os cabos que partem dos Armários de Telecomunicações (AT's) e atingem os Pontos de Telecomunicações (PT's) nas áreas de trabalho (ATR's).

A norma sugere que para cada 10 m² de ATR, devem ser previstos no mínimo dois PT's, a rede secundária assume a topologia estrela com o ponto central sendo o AT.

A área de cada dependência da escola se encontra na tabela 21, com base nessas dimensões se calculou quantos PT's vão existir em cada cômodo, vale ressaltar que apenas os cômodos que possuem ATR serão levados em consideração.

Tabela 21 - Quantidade de PT's conforme a norma

Relação da área com a quantidade de PT's		
Cômodo	Área (m ²)	PT's
Sala Padrão	48	10
Secretaria	48	10
Sala de Informática	48	10
Sala dos Técnicos	18	4
Sala dos Professores	18	4
APMC	13,629	4
Diretoria	18	4

Fonte Própria

Como se pode observar, áreas como banheiros, cozinha e despensas não são consideradas ATR, e por isso não recebem PT's.

Apesar da norma sugerir um mínimo de PT's conforme a área, existem cômodos que precisam de adaptações para mais ou para menos, conforme a necessidade, por exemplo as salas de aulas com apenas 2 PT's satisfazem a demanda, enquanto a sala de informática precisa de 18 PT's. As adaptações que foram necessárias se encontram na tabela 22.

Tabela 22 - Quantidade de PT's

Relação da área com a quantidade de PT's		
Cômodo	Área (m ²)	PT's
Sala Padrão	48	2
Secretaria	48	6
Sala de Informática	48	18
Sala dos Técnicos	18	4
Sala dos Professores	18	4
APMC	13,629	4
Diretoria	18	4

Fonte Própria

Para o projeto de temática da escola, vamos utilizar 4 AT's, que estão distribuídos conforme a tabela 23.

Tabela 23 - Distribuição dos PT's

Distribuição dos PT'S	
AT do Pavimento 1	
Sala 1	2
Sala 2	2
Secretaria	6

Sala 4	2
Sala de mídia	2
Total do AT	14
AT do Pavimento 2	
Biblioteca	2
Sala dos Técnicos	4
Sala dos Professores	4
APMC	4
Diretoria	4
Total do AT	18
AT do Pavimento 3	
Sala 5	2
Sala 6	2
Sala 7	2
Sala 8	2
Sala 9	2
Sala 10	2
Total do AT	12
AT da Sala de Informática	
Sala de Informática	18
Total do AT	18

Fonte Própria

A norma sugere que cada PT seja identificado no seguinte formado:

PT XX YYY

Onde: PT é Ponto de Telecomunicações;

XX representa o pavimento onde está instalada a tomada;

YYY representa a sequencial do PT.

A distância entre o PT e o piso é de 30 cm.

A norma sugere que também se identifique os cabos, no seguinte padrão:

$$\frac{XX \ x \ CWY \ WWP}{ZZ \ AAA \ a \ BBB}$$

Onde: XX é a quantidade de cabos;

CWY é a identificação do tipo de cabo;

WWP é a quantidade de pares;

ZZ é a identificação do pavimento;

AAA a BBB é a identificação sequencial do ponto.

O projeto de telemática completo com tais identificações pode ser visto no anexo (prancha 5).

3.4.2 Projeto da rede primária

A rede primaria assume a topologia estrela, onde o ponto central está na DGT.

Nesse projeto, a SEQ, a SET e o DGT estão localizados no mesmo local, que será a sala da Biblioteca.

Os Blocos de conexões usados serão de 25 pares.

O projeto de telemática pode ser visto no anexo (prancha 5).

3.5 VIABILIDADE ECONÔMICA

Para analisar a viabilidade econômica, primeiro se verificou qual o custo dos projetos, na tabela 24, observam-se os custos da reforma elétrica.

Tabela 24 - Descrição dos custos da reforma elétrica

Descrição	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Tomadas de 10 A	96	8,10	777,60
Tomadas de 20 A	18	9,91	178,38
Lâmpada Fluorescente tubular de 40 w	368	5,70	2.097,60
Lâmpada Fluorescente de 60 w	18	30,50	549,00
Refletores de 40 w	6	101,90	611,40
Interruptor simples	28	6,15	172,20
Interruptor de seção dupla	4	8,30	33,20
Disjuntor de 10 A	30	22,70	681,00
Disjuntor de 16 A	6	22,70	136,20
Disjuntor de 20 A	18	36,90	664,20
Disjuntor de 60 A	3	51,90	155,70
Disjuntor de 175 A	1	830,20	830,20
Quadro de distribuição para 24 circuitos	3	300,95	902,85
Condutor de 2,5 mm ² (m)	2430	1,02	2.478,60
Condutor de 4 mm ² (m)	2580	1,75	4.515,00
Condutor de 16 mm ² (m)	750	7,86	5.895,00
Condutor de 95 mm ² (m)	40	34,92	1.396,80
Eletroduto 25mm (m)	300	2,84	852,00
Total			22.926,93

Fonte: Própria

A reforma elétrica exige a troca de toda a fiação da escola, o que eleva um pouco o preço, porém a longo prazo é viável.

Na tabela 25 vemos o valo da implementação do sistema de telemática.

Tabela 25 - Valor dos itens do projeto de telemática

Descrição	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Preço total (R\$)
Tomada RJ45	70	20,39	1.427,30
Par trançado UTP 5e (m)	2822	1,70	4.797,40
Eletroduto de 25 mm (m)	300	2,84	852,00
Cordoalha 25 mm (m)	10	5,20	52,00
Cordoalha 10 mm (m)	100	1,90	190,00
Patch Panel 25 portas	16	159,00	2.544,00
Patch cord (1,5 m)	40	8,30	332,00
Armário de Telecomunicações	5	830,54	4.152,70
Total			14.347,40

Fonte: Própria

O valor total da reforma ficou por cerca de 37.274,33 reais, com base nos sites do SINAP e ORSE, para o mês de março de 2018.

Como o projeto é de inovação tecnológica, não existe retorno financeiro ao longo do tempo, não sendo assim aplicadas as técnicas de *payback*.

Conclusão

O presente trabalho constituiu-se na elaboração de um projeto básico de telemática em uma escola no interior do Amazonas, diante da necessidade da Secretaria de Educação do Estado do Amazonas (SEDUC) de promover a comunicação em toda a Rede Escolar do Estado do Amazonas.

No ano de 2013 foi desenvolvido pela SEDUC-AM, em parceria com a Processamento de Dados do Amazonas (PRODAM), o “Sistema de Diário Digital”, com o intuito de modernizar a Rede Escolar Estadual, e possibilitar um melhor controle de assiduidade dos alunos, bem como do desempenho destes em cada disciplina, além de permitir que a própria Secretaria tenha um panorama do funcionamento da escola. No entanto, em função das dificuldades técnicas e geográficas, aliadas a inexistência de infraestrutura de telemática em escolas do interior do Amazonas, alguns municípios do Estado do Amazonas ainda não estão agregados ao referido sistema, impossibilitando assim a utilização do Sistema de Diário Digital da SEDUC/AM, o que dificulta o compartilhamento de informações em tempo real.

Diante deste contexto, o presente trabalho apresentou a análise de viabilidade técnica e econômica para a implementação de uma rede de telemática bem como a atualização das instalações elétricas em uma escola do município de Autazes, interior do Amazonas, uma vez que o município já dispõe de provedores de internet, que se instalaram no ano de 2016. Assim, nesta pesquisa foi elaborado um projeto básico de telemática com avaliação técnica e econômica, conforme a NBR 14565/2013.

A principal vantagem da implantação desta rede de telemática é possibilitar o compartilhamento de informação e troca de recursos em todos os setores da escola, bem como com todas as escolas vinculadas a SEDUC, através do Sistema Diário Digital. A atualização das instalações elétricas da escola, além de ser a base para a implantação da rede de telemática, quando for implementada, também propiciará uma melhor eficiência energética da rede existente, e conseqüentemente, o aumento da segurança da comunidade acadêmica, diminuindo assim, o risco de acidentes relacionados a questão elétrica. Neste sentido, vale destacar que o projeto de atualização das instalações elétricas da escola foi elaborado com base na NBR 5410/2004.

Em relação à análise financeira do presente projeto, conforme apresentado no capítulo 3.4, foi feito um levantamento de custos de todo o material necessário a implantação do projeto, tendo obtido um valor de R\$ 37.274,33 (trinta e sete mil duzentos e setenta e quatro

reais e trinta e três centavos), podendo ser reduzido para aquisição em escala, caso o mesmo seja implantado nas outras escolas do município.

Tal custo de certa forma se caracteriza como um baixo investimento em relação a contrapartida que a implantação do projeto proporcionará a escola e a própria comunidade, no que se refere tanto a inovação tecnológica quanto ao compartilhamento de recursos de forma eficiente, principalmente se considerarmos as dificuldades técnicas e geográficas de muitos municípios do Estado do Amazonas. Neste sentido, o presente projeto se mostrou funcional, seguro e eficiente e cumpriu com os objetivos descritos no trabalho.

Como trabalhos futuros, recomenda-se a expansão deste projeto a todas as escolas do município de Autazes ou mesmo de outros municípios do Estado do Amazonas, de forma a promover a comunicação e a modernização de toda a Rede Escolar Estadual.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **NBR 14565**: Cabeamento Estruturado para Edifícios Comerciais e Data Centers. Rio de Janeiro, 2013.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações Elétricas e Prediais**. 14. Ed. São Paulo: Érica, 2004.

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. 15. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

COTRIM, Ademaro A. M. B. **Instalações Elétricas**. 5. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

ELETROBRÁS. **Norma Técnica - Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão (Edificações Individuais)**. 2014.

GOMES, Daniel C. **Proposta de otimização do tráfego da rede da Universidade Federal de Lavras utilizando a técnica de Spanning Tree Protocol**. Monografia. Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal de Lavras, 2005.

GUSSOW, Milton. **Eletricidade Básica**. 2. Ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1997.

LASKOSKI, Gustavo Theodor, Relatório de Estágio Supervisionado. Curitiba: 2007.

O'MALLEY, John. **Análise de Circuitos**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1993.

SOARES, L,F,G; Lemos, G; Colcher, Sérgio. **Redes de Computadores das LANs, MANs e WANs às Redes ATM**. 13º Ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1995.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. 3º Ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2003.

Sites:

Disponível em: <https://www.netprivateer.com/lanwan.html> Acesso em 2017

Disponível em: <https://www.analiseinformatica.com.br/cabo-par-trancado-cat5e-4px24-100mhz-ftp-blindado-azul-furukawa-mt.html> Acesso em 2017

Disponível em: <https://www.electronica-pt.com/tv-eletronica/antenas-tdt> Acesso em 2017

Disponível em: <http://slideplayer.com.br/slide/10940314/> Acesso em 2017

Disponível em: <http://www.spdtelecom.com.br/Solucoes/Wireless/RadioLANPontoPonto.htm> Acesso em 2017

Disponível em: <http://www.hardware.com.br/tutoriais/jubarte/pagina7.html> Acesso em 2017

Disponível em: <http://www.comutadores.com.br/modelo-de-rede-hierarquica-parte-1-de-2/> Acesso em 2017

Disponível em: <https://pt.slideshare.net/clur30/manual-prysmian-instalacoes-eletricas-prediais> Acesso em 2017

ANEXOS