

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA, MECÂNICA E DE COMPUTAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

ALEXANDRE DA SILVA COSTA; TIAGO SANTANA DE CASTRO

**PROJETO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO NA
INFRAESTRUTURA DE REDE DA ESCOLA DE ENGENHARIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

GOIÂNIA

2019

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC nº 1204/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG):


Nome completo dos autores: Tiago Santana de Castro; Alexandre da Silva Costa

Título do trabalho: Projeto de Cabeamento Estruturado na Infraestrutura de Rede da Escola de Engenharia

2. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF do TCCG.


Assinatura do Autor


Assinatura do Autor

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 27/06/2019

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

ALEXANDRE DA SILVA COSTA; TIAGO SANTANA DE CASTRO

**PROJETO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO NA
INFRAESTRUTURA DE REDE DA ESCOLA DE ENGENHARIA**

Monografia apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação ofertado pela Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação da Universidade Federal de Goiás.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Stehling de Castro

GOIÂNIA

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Costa, Alexandre da Silva
Projeto De Cabeamento Estruturado Na Infraestrutura De Rede Da Escola De Engenharia [manuscrito] / Alexandre da Silva Costa, Tiago Santana de Castro. - 2019.
XCI, 91 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Stehling de Castro.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação (EMC), Engenharia de Computação, Goiânia, 2019.
Bibliografia. Apêndice.
Inclui siglas, fotografias, abreviaturas, símbolos, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Cabeamento Estruturado. 2. Infraestrutura de Rede. 3. Gerenciamento de Redes. 4. Normas de Cabeamento Estruturado. 5. Redes de Computadores. I. Castro, Tiago Santana de. II. Castro, Marcelo Stehling de, orient. III. Título.

CDU 62:004.3/.4



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA ELÉTRICA, MECÂNICA E DE COMPUTAÇÃO
COORDENAÇÃO DE ESTÁGIO E PROJETO FINAL



ATA DE AVALIAÇÃO DE PROJETO FINAL

CURSO

() Eng. Elétrica () Eng. Mecânica (X) Eng. de Computação
() Projeto Final 1 (X) Projeto Final II

AVALIAÇÃO DE PROJETO FINAL

Título do projeto: Projeto de Cabeamento Estruturado na Infraestrutura de Redes da Escola de Engenharia

BANCA AVALIADORA

Membro 1: Marcelo Stehling de Castro

Membro 2: Sérgio Granato de Araújo

Membro 3: Gustavo Dias de Oliveira

ESTUDANTES

Matrícula	Nome
201102708	Alexandre da Silva Costa
201405660	Tiago Santana de Castro

NOTAS

Matrícula	Membro 1				Membro 2				Membro 3				Média
	NPT	NTE	NAA	NF	NPT	NTE	NAA	NF	NPT	NTE	NAA	NF	
201102708	10	10	10	10		10	10	10		10	10	10	10
201405660	10	10	10	10		10	10	10		10	10	10	10

NPT – Nota plano de trabalho; NTE – Nota do trabalho escrito; NAA – Nota de apresentação e arguição

Para Eng. Elétrica, Mecânica e PFC2 da Eng. Da Computação: $NF = 0,1 \times NPT + 0,45 \times NTE + 0,45 \times NAA$

Para PFC1 da Eng. Da Computação: $NF = 0,3 \times NPT + 0,7 \times NAA$

Goiânia, 27 de junho de 2019.

Marcelo Stehling de Castro

Marcelo Stehling de Castro

Sérgio Granato de Araújo

Sérgio Granato de Araújo

Gustavo Dias de Oliveira

Gustavo Dias de Oliveira

RESUMO

COSTA, Alexandre da Silva, CASTRO, Tiago Santana. **Projeto de cabeamento estruturado na infraestrutura de rede da escola de engenharia.** 2019. 79f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Computação) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2019.

O presente projeto iniciou-se a partir de um estágio realizado por um dos autores em um dos prédios da Escola de Engenharia da UFG (EMC/UFG) em 2018. Diversos problemas foram percebidos durante a realização de tarefas do dia-a-dia comuns ao ambiente de rede. O objetivo deste trabalho é apresentar e desenvolver soluções práticas que melhorem o ambiente da rede do Bloco A, da EMC-UFG embasado em normas técnicas brasileiras possibilitando, assim, uma padronização no cabeamento existente. Num primeiro momento é apresentada a base teórica de gerenciamento de redes, seguido da apresentação de diversas normas internacionais e nacionais sobre cabeamento estruturado. Depois, são expostos os conceitos básicos de infraestrutura de cabeamento, componentes ativos e passivos para o entendimento deste projeto. Faz-se necessário demonstrar onde a rede da EMC-UFG está inserida antes de seguir com designação das ideias propostas por este trabalho. Por fim, os resultados obtidos são elucidados e podem servir como base para futuros projetos de ampliação da rede.

Palavras-chave: Cabeamento Estruturado. Infraestrutura de Rede. Gerenciamento de Redes. Normas de Cabeamento Estruturado. Redes de Computadores.

ABSTRACT

COSTA, Alexandre da Silva, CASTRO, Tiago Santana. **Design of Structured Cabling in the Network Infrastructure of the Engineering School**. 2019. 79p. Completion of Course Work (Bachelor of Computer Engineering) - Federal University of Goiás. Goiânia, 2019.

The present project started with an internship done by one of the authors in one of the buildings of the School of Engineering of the UFG (EMC-UFG) in 2018. Several problems were noticed during everyday tasks common to the network environment. The objective of this work is to present and develop practical solutions that improve the EMC-UFG Block A network environment based on Brazilian technical standards, thus enabling a standardization in existing cabling. First, the theoretical basis of network management is presented, followed by the presentation of various international and national standards on structured cabling. Then, the basic concepts of cabling infrastructure, active and passive components for the understanding of this project are exposed. It is necessary to demonstrate where the EMC-UFG network is inserted before proceeding with designation of the ideas proposed by this work. Finally, the results obtained are elucidated and can serve as a basis for future network expansion projects.

Keywords: Structured Cabling. Network Infrastructure. Network Management. Structured Cabling Standards. Computer Networking.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO ESCOLA DE ENGENHARIA UFG	20
FIGURA 2- ESTRUTURA DO CABEAMENTO GENÉRICO	34
FIGURA 3 – ESTRUTURA HIERÁRQUICA DO CABEAMENTO GENÉRICO ...	34
FIGURA 4 - LOCALIZAÇÃO DOS ELEMENTOS FUNCIONAIS	35
FIGURA 5 - EXEMPLO DE UM CABEAMENTO GENÉRICO COM DISTRIBUIDOR DE EDIFÍCIO E DE PISO	37
FIGURA 6 - INTER-RELAÇÃO DOS ELEMENTOS FUNCIONAIS EM UMA INSTALAÇÃO COM REDUNDÂNCIA	37
FIGURA 7 - CONFIGURAÇÃO DE CONECTIVIDADE SC DUPLEX	41
FIGURA 8 - ESPAÇOS DE CABEAMENTO E DISTRIBUIDORES.....	42
FIGURA 9 - ROTEADOR COM DUAS ANTENAS	46
FIGURA 10 - SWITCH.....	47
FIGURA 11 – SERVIDOR HP.....	49
FIGURA 12 - CONVERSOR DE MÍDIA MONOMODO.....	50
FIGURA 13 - CABOS UTP E STP.....	52
FIGURA 14 - PADRÕES 568-A E 568-B DE CABOS UTP	53
FIGURA 15 - CABO DE FIBRA ÓPTICA.....	56
FIGURA 16 - PATCH PANEL CATEGORIA 6	57
FIGURA 17 - DISTRIBUIDOR INTERNO ÓPTICO.....	57
FIGURA 18 - DIFERENTES TAMANHOS DE RACKS.....	58
FIGURA 19 - ACESSÓRIOS PARA RACK	58
FIGURA 20 - TOMADA DE TELECOMUNICAÇÃO PARA CABOS UTP RJ-45	60
FIGURA 21 - PONTO DE PRESENÇA DA RNP NO ESTADO DE GOIÁS	62
FIGURA 22 - BACKBONE DA REDE IPÊ EM 2018	63
FIGURA 23 - REDE METROGYN EM 2019	64
FIGURA 24 - SWITCH 3COM.....	65
FIGURA 25 - REDE INTERNA DA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFG	66
FIGURA 26 - RACK PRINCIPAL	69
FIGURA 27 - DISTRIBUIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS NO RACK.....	70
FIGURA 28 - RACK CENTRALIZADOR COM A PORTA FECHADA E ABERTA	71
FIGURA 29 - IDENTIFICAÇÃO DOS PATCH CORDS	73

FIGURA 30 - REGISTRO DE TEMPERATURA ATRAVÉS DE CÂMERA TÉRMICA.....	74
FIGURA 31 - PLANTA BAIXA DAS SALAS DO BLOCO A	81
FIGURA 32 - PLANTA BAIXA DAS SALAS DO BLOCO A	82
FIGURA 33 - PLANTA BAIXA DAS SALAS DO BLOCO A	83
FIGURA 34 - PLANTA BAIXA DAS SALAS DO BLOCO A	83
FIGURA 35 - RACK SEM PORTAS E COM CABOS TOTALMENTE DESORDENADOS.....	86
FIGURA 36 - PARTE TRASEIRA DO RACK.....	87
FIGURA 37 - FIBRAS ÓPTICAS SEM A DEVIDA ACOMODAÇÃO	87
FIGURA 38 - ESPAÇO LIBERADO APÓS A REMOÇÃO DO DVR.....	88
FIGURA 39 - TOMADA DE TELECOMUNICAÇÕES SEM IDENTIFICAÇÃO	89
FIGURA 40 - PARTE TRASEIRA DO RACK APÓS A REORGANIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E CABEAMENTO	90
FIGURA 41 - IDENTIFICAÇÃO DE TOMADAS DE TELECOMUNICAÇÃO.....	90
FIGURA 42 - CABOS ORGANIZADOS AUMENTARAM O ESPAÇO LIVRE E FACILITARAM A IDENTIFICAÇÃO VISUAL	91

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ELEMENTOS FUNCIONAIS.....	33
TABELA 2 - COMPRIMENTO MÁXIMO DO CANAL	36
TABELA 3 - RECOMENDAÇÕES SOBRE DIMENSIONAMENTO E CONFIGURAÇÃO	36
TABELA 4 - COMPARAÇÃO ENTRE CATEGORIAS DE CABOS CAT5E E CAT6.....	53
TABELA 5 - CORES DOS PATCH CORDS SÃO USADAS PARA SEPARAR PARTES DA REDE.....	69
TABELA 6 - CATEGORIAS DE CABO UTP	84
TABELA 7 - INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES DA REDE METROGYN.....	85

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
1.1	OBJETIVO.....	19
1.2	CENÁRIO	19
1.3	MOTIVAÇÃO.....	20
2	BASE TEÓRICA DE GERENCIAMENTO DE REDES DE COMPUTADORES.....	21
2.1	GERENCIAMENTO DE REDE.....	21
3	NORMAS TÉCNICAS DE CABEAMENTO ESTRUTURADO	25
3.1	ANSI.....	25
3.2	TIA.....	25
3.3	ISO	25
3.4	ABNT	26
3.5	EIA.....	26
3.6	IEEE	26
3.7	NBR 14565.....	27
3.7.1	DEFINIÇÕES.....	28
3.7.2	ELEMENTOS FUNCIONAIS.....	33
3.7.3	SUBSISTEMAS DE CABEAMENTO	33
3.7.4	INTERCONEXÃO DE SUBSISTEMAS.....	34
3.7.5	LOCALIZAÇÃO DOS ELEMENTOS FUNCIONAIS.....	35
3.7.6	DIMENSIONAMENTO E CONFIGURAÇÃO.....	35
3.7.7	TOMADAS DE TELECOMUNICAÇÕES.....	38
3.7.8	SALA DE TELECOMUNICAÇÕES E SALA DE EQUIPAMENTOS	38
3.7.9	DESEMPENHO	38
3.7.10	CABEAMENTO HORIZONTAL.....	38
3.7.11	AMBIENTE DE OPERAÇÃO	39
3.7.12	MARCAÇÃO E CODIFICAÇÃO POR CORES	39
3.7.13	CONEXÃO DE CABEAMENTO DE FIBRA ÓPTICA	40
3.7.14	ATERRAMENTO	41

4	INFRAESTRUTURA DE CABEAMENTO	42
4.1.1	INFRAESTRUTURA DE ENTRADA E ÁREA DE TRABALHO.....	43
4.1.2	SALA DE EQUIPAMENTOS E SALA DE TELECOMUNICAÇÕES.....	43
4.2	COMPONENTES ATIVOS DE REDE	44
4.2.1	ROTEADOR	45
4.2.2	SWITCH.....	46
4.2.3	HUB	47
4.2.4	REPETIDOR.....	47
4.2.5	INTERFACES DE REDE	48
4.2.6	PONTO DE ACESSO (AP)	48
4.2.7	SERVIDOR	49
4.2.8	CONVERSOR DE MÍDIA.....	50
4.3	COMPONENTES PASSIVOS DE REDE	50
4.3.1	CABOS TRANÇADOS.....	50
4.3.2	CABO COAXIAL	54
4.3.3	FIBRA ÓPTICA.....	55
4.3.4	PATCH PANEL.....	56
4.3.5	DISTRIBUIDOR INTERNO ÓPTICO (DIO).....	57
4.3.6	RACK.....	58
4.3.7	TOMADAS DE TELECOMUNICAÇÕES.....	59
5	AMBIENTE DE REDE DO PROJETO.....	61
5.1	TOPOLOGIA DA REDE	61
5.1.1	RNP	61
5.1.2	METROGYN	63
5.2	REDE INTERNA DA EMC-UFG	64
6	PROJETO DE EXECUÇÃO	67
7	CONCLUSÃO	75
	APÊNDICE A – PLANTAS DO BLOCO A	80
	APÊNDICE B – TABELA COM AS CATEGORIAS DE CABOS UTP .	84
	APÊNDICE C – LISTA DE PARTICIPANTES DA REDE METROGYN	85

APÊNDICE D – FOTOS DO RACK ANTES DA EXECUÇÃO DO PROJETO.....	86
APÊNDICE E – FOTOS DO RACK APÓS A EXECUÇÃO DO PROJETO.....	90

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Sigla	Designação
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANSI	<i>American National Standards Institute</i> , traduzido como Instituto Nacional de Padrões Americanos
AP	<i>Access Point</i> , traduzido como Ponto de Acesso
APC	<i>Physical Contact Polishing</i> , traduzido como Polimento de Contato Físico
BD	<i>Distributor of Building</i> , traduzido como Distribuidor de Edifício
CAT	Categoria
CD	<i>Campus Distributor</i> , traduzido como Distribuidor de Campus
CELG	Antiga Companhia Energética de Goiás, hoje ENEL
CP	<i>Consolidation Point</i> , traduzido como Ponto de Consolidação
dB	Decibéis
DIO	Distribuidor Interno Ótico
DVR	<i>Digital Video Recorder</i> , traduzido como Gravador de Vídeo Digital
Eduroam	<i>Education Roaming</i>
EIA	<i>Electronic Industries Alliance</i> , traduzido como Aliança de Indústrias Eletrônicas
EMC	Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e Computação
FD	<i>Floor Distributor</i> , traduzido como Distribuidor de Piso
FTP	<i>File Transfer Protocol</i> , traduzido como Protocolo de Transferência de Arquivos
Gb	Gigabyte, Unidade do SI
Gbps	<i>Gigabit by per second</i> , traduzido como Gigabit por segundo

Sigla	Designação
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i> , traduzido como Comissão Eletrotécnica Internacional
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> , traduzido como Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
IP	<i>Internet Protocol</i> , número que identifica um dispositivo em uma rede
ISA	<i>Industry Standard Architecture</i> , traduzido como Arquitetura Padrão da Indústria
ISO	<i>International Standards Organization</i> , traduzido como Organização Internacional de Padrões
LABMETRO	Laboratório de Metrologia em Equipamentos de Conversão de Energia
LAN	<i>Local Area Network</i> , traduzido como Rede Local
LC	<i>Local Connector</i>
LED	<i>Light-emitting diode</i> , traduzido como Diodo Emissor de Luz
m	Metro, Unidade do SI
MAC	<i>Media Access Control</i> , traduzido como Endereço Físico Associado à Interface de Comunicação
METROGYN	Rede Metropolitana de Goiânia
MHz	Mega Hertz, Unidade do SI
MUTO	Multiuser Telecommunications Outlet, traduzido como Tomada de Telecomunicação Multiusuário
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
Nó	Unidade equivalente a 1,852 quilômetros por hora
OFL	Preenchimento total de núcleo
Ohm	Resistência Elétrica, Unidade do SI
OSI	<i>Open System Interconnection</i> , traduzido como Interconexão de

Sigla	Designação
	<i>Sistemas Abertos</i>
PBX	<i>Private Branch Exchange, traduzido como Troca de Filial Privada</i>
PC	<i>Physical Contact Polishing, traduzido como Polimento de Contato Físico</i>
Pop	<i>Ponto de Presença da RNP em cada Estado da Federação</i>
PP	<i>Patch Panel</i>
PVC	<i>Polyvinyl chloride, traduzido como Cloreto de Polivinila</i>
RJ-45	<i>Registered Jack, traduzido como conector UTP Para a Rede Ethernet</i>
Rms	<i>Root Mean Square, traduzido como raiz média quadrada</i>
RNP	Rede Nacional de Ensino e Pesquisa
SC	<i>Standard Connector</i>
ST	<i>Straight Tip</i>
TIA	<i>Telecommunications Industry Association, traduzido como Associação da Indústria de Telecomunicações</i>
TO	<i>Tomada de Telecomunicações</i>
TSB	<i>Technical Systems Bulletins</i>
TV	Televisão
UFG	Universidade Federal de Goiás
UNICAMP	Universidade de Campinas
Us	Medida equivalente a 44 milímetros
USB	<i>Universal Serial Bus, traduzido como Barramento Serial Universal</i>
UTP	<i>Unshielded Twisted Pair, traduzido como Par Trançado não</i>

Sigla	Designação
	<i>Blindado</i>
V	Volt, Unidade do SI
VLAN	<i>Virtual Local Area Networking, traduzido como Rede local virtual</i>
WAP	<i>Wireless access point</i>
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity, traduzido como Fidelidade Sem Fio</i>
WiMAX	<i>Worldwide Interoperability for Microwave Access/Interoperabilidade</i>

1. INTRODUÇÃO

A chamada “Era da Informação” possibilitou o fluxo de informações em tempo real, o que antes era inimaginável. O desenvolvimento e aperfeiçoamento das redes de computadores possibilitaram uma conexão e tráfego de dados instantânea. O que há muito tempo era temido pela população se tornou hoje uma necessidade. Notícias, conversas, dados corporativos, imagens, vídeos e textos circulam a todo o momento pela rede mundial de computadores.

Assim com tal desenvolvimento tecnológico notório, houve a necessidade de uma melhoria de hardware e uma infraestrutura moderna.

Por trás da abstração tecnológica humana, percebemos a presença de diversas redes locais e equipamentos interligados por sistemas cabeados. Para possibilitar uma melhor segurança na transmissão de dados, flexibilidade, possibilidade pensar numa futura expansão, padronização e identificação temos que utilizar um sistema de cabeamento estruturado e padronizado de acordo com as normas técnicas.

1.1 OBJETIVO

O objetivo geral desse projeto é implementar um projeto de cabeamento estruturado no bloco A, de acordos com as Normas técnicas vigentes. Como metas temos facilitar a manutenção de rede, promover a identificação, organização e padronização do cabeamento de rede, melhorar o uso do espaço interno de telecomunicações, possibilitar uma futura expansão de rede, promover um projeto de rede embasado em normas técnicas, melhorar o desempenho de rede, facilitar o serviço de gerenciamento de rede e garantir a segurança da rede do campus.

1.2 CENÁRIO

A Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação da Universidade Federal de Goiás, está situada na Avenida Universitária, quadra 86, conforme na figura 1:



Figura 1 - Localização Escola de Engenharia UFG

Fonte: (Google, 2019)

Entre as várias edificações existentes na quadra da Escola de Engenharia, o Bloco A acomoda uma sala onde é realizada gerência de redes. Nesta sala estão concentrados a maior parcela dos ativos de rede e, no prédio em si, está distribuída uma porção considerável dos passivos de rede. Portanto, verificou-se um fluxo de tráfego de dados concentrados neste local, sendo o ideal para a realização deste projeto. Por motivos de segurança, a localização exata não será revelada.

1.3 MOTIVAÇÃO

A motivação para a realização do projeto surgiu através de um estágio realizado na gerência de redes da EMC – UFG. Durante tal período, um dos Autores se deparou com algumas dificuldades na identificação do cabeamento e dispositivos de rede, demora anormal na manutenção de rede, uso inadequado do espaço interno de telecomunicações e ausência de mapeamento de rede.

Isso impossibilitaria à universidade uma futura expansão, caso novas obras fossem realizadas. Além disso percebeu-se a necessidade de um projeto de rede embasado em Normas técnicas visando uma padronização do cabeamento.

2 BASE TEÓRICA DE GERENCIAMENTO DE REDES DE COMPUTADORES

O projeto a ser desenvolvido está inserido na abordagem de redes de computadores, sendo importante apresentar, de maneira resumida, os conceitos básicos relacionados a esta área, especificamente à teoria de redes. Devido ao grande volume de material, apenas os conceitos mais importantes estarão presentes, facilitando o entendimento deste projeto como um todo.

2.1 GERENCIAMENTO DE REDE

O gerenciamento está associado ao controle das atividades e ao monitoramento do uso dos recursos no ambiente da rede. As tarefas básicas desta gerência, resumidamente, são: *obter as informações da rede, tratá-las para diagnosticar possíveis problemas e encaminhar as soluções destes problemas.*

Para cumprir estes objetivos, funções de gerência devem ser embutidas nos diversos componentes da rede, possibilitando detectar, prever e reagir aos problemas que por ventura possam ocorrer.

Um sistema de gerenciamento é composto de uma coleção de ferramentas para monitorar e controlar a rede, integradas da seguinte forma:

- Uma única interface de operador, com um poderoso e amigável conjunto de comandos, para executar as tarefas de gerenciamento da rede;
- Uma quantidade mínima de equipamentos separados, isto é, que a maioria do *hardware* e *software* necessário para o gerenciamento da rede seja incorporado nos equipamentos de usuários existentes.

O *software* usado para realizar as tarefas de gerenciamento, reside nos computadores hospedeiros (estações de trabalho) e nos processadores de comunicação (*switches*, roteadores). Um *software* de gerenciamento genérico é composto por elementos gerenciados, agentes, gerentes, bancos de dados, protocolos para troca de informações de gerenciamento, interfaces para programas aplicativos e interfaces com o usuário.

Em cada rede gerenciada, deverá haver pelo menos uma estação que atuará como gerente, sendo responsável pelo monitoramento e controle dos dispositivos gerenciáveis, denominados de agentes. O agente é um *software* existente nos dispositivos gerenciáveis (*switches*, roteadores, estações de trabalho) da rede e tem como tarefa o monitoramento e o controle dos dispositivos do ambiente em que estão instalados. Os gerentes realizam requisições aos agentes que respondem às requisições com as informações solicitadas. Gerentes e agentes atuam mutuamente na rede.

Dentre as áreas funcionais da gerência de rede temos:

- Gerência de falhas: detecta, isola, notifica e corrige operações anormais no funcionamento dos recursos de rede;
- Gerência de configuração: responsável pelo registro, manutenção dos parâmetros de configuração dos serviços da rede e implementação de facilidades para atualização ou modificação dos recursos de rede, tais como versões de *hardware* e de *software*;
- Gerência de contabilização: registra a utilização da rede por parte de seus usuários com objetivo de cobrança ou regulamentação, isto é, implementa facilidades para alocação dos recursos e definição de métricas para sua utilização;
- Gerência de desempenho: responsável pela medição e disponibilização das informações de desempenho dos serviços de rede. Estes dados são usados para garantir que a rede opere em conformidade com a qualidade do serviço acordado com os seus usuários e para análise de tendência;
- Gerência de segurança: restringe o acesso à rede e impede o uso incorreto por parte de seus usuários, de forma intencional ou não, protegendo a operação dos recursos de rede.

Dentre as funções de gerenciamento de rede podemos citar a monitoração e o controle de rede. A monitoração da rede está relacionada à tarefa de observação e análise do estado e configuração de seus componentes, sendo basicamente uma observação de como a rede está se comportando. Já o controle de rede está relacionado com alterações de

parâmetros e execução de determinadas ações, em razão de tomadas de decisões.

Com o aumento da dependência das redes, negligenciar o gerenciamento de seus elementos (*hardware*, *software*, aplicações e meios de comunicação) pode ser extremamente arriscado e causar prejuízos econômicos irreparáveis às empresas. A crescente unificação dos ambientes computacionais torna cada vez mais necessária a integração dos sistemas de informação e unidades de trabalho dentro das empresas. Este conjunto de facilidades criadas pelas redes corporativas, possibilita aos seus usuários e provedores de serviços o estabelecimento de uma relação mais dinâmica em termos de requisitos de qualidade para os vários serviços demandados e ofertados.

Entretanto, este crescimento em dimensão, complexidade, capacidade e o surgimento de gargalos, juntamente com a necessidade de integração de diversos serviços, trazem situações inéditas para os gestores de redes, como:

- Garantir o nível de qualidade de serviços da atual infraestrutura de rede, priorizando tráfego de aplicações de missão crítica;
- Avaliar o impacto da entrada de um novo sistema de informação para auxílio à tomada de decisões na rede da empresa;
- Analisar o desempenho da atual estrutura com a implantação de um sistema de videoconferência ou telefonia IP;
- Planejar upgrades de banda, links e equipamentos para suportar o crescimento de tráfego na rede e expansão da empresa;
- Identificar e controlar os dispositivos que mais apresentaram problemas nos últimos meses e que devem ser substituídos;
- Conhecer a configuração e localização física dos elementos da rede.

Através do correto gerenciamento de rede podemos melhorar e facilitar significativamente a tarefa dos administradores de redes, pois soluções e tomadas de decisões podem ser garantidas de forma rápida e dentro dos requisitos de qualidade exigidos.

Assim, através do nosso projeto de cabeamento estruturado, temos como alguns dos objetivos melhorar e garantir a segurança de rede, visando minimizar erros de manutenção através da correta identificação e padronização

de cabeamento, além de uma adequação de segurança em relação as normas técnicas vigentes, e também melhorar o serviço de gerenciamento de rede do campus, facilitando o trabalho do administrador de redes, evitando erros e garantindo uma melhor qualidade de serviço.

3 NORMAS TÉCNICAS DE CABEAMENTO ESTRUTURADO

Este tópico apresenta uma visão geral do que diversas Normas regulamentadoras nacionais e internacionais dizem a respeito do cabeamento estruturado. A Norma que embasa fortemente este trabalho terá suas definições discutidas na seção 3.7.8.

3.1 ANSI

A Norma ANSI regulamenta os dispositivos que podem ser instalados em uma rede de computadores. Grandes edifícios só podem receber autorização de uso de redes caso sigam essa Norma.

Mais especificamente a Norma trata de instalações relacionadas a cabos de comunicação em fibra óptica e par trançado, além de instalações referentes ao setor de telecomunicações.

Como exemplo temos a ANSI 606 que determina que os cabos de telecomunicações são brancos e o de conexões são verdes.

3.2 TIA

A Norma TIA se aplica a instalações de rede em Data Centers, principalmente para garantir a disponibilidade e redundância para a infraestrutura de rede funcionar.

A Norma contém 4 partes de atuação, sendo elas a redundância, telecomunicação, arquitetura, estrutural e parte elétrica. A Norma também estabelece nomenclaturas diferentes para diferentes estruturas de redundância dos Data Centers.

3.3 ISO

A Norma ISO garante a padronização de cabos e atua com conectores e procedimentos da rede como um todo. A Norma ganhou força na década de 90 com a chegada do cabo de par trançado ao mercado de telecomunicações.

3.4 ABNT

A Norma ABNT atua regulamentando o cabeamento em projetos residenciais, estipulando procedimentos da instalação de redes domésticas. Essa Norma serviu de referência por muito tempo e praticamente foi a primeira Norma brasileira criada.

3.5 EIA

O padrão EIA equivale a uma das Normas brasileiras existentes, a NBR 14565, Norma principal em que nosso projeto foi baseado. Tal padrão categoriza os cabeamentos conforme diferenças como largura de banda, atenuação, comprimento e desempenho.

3.6 IEEE

Por fim, trazemos a Norma IEEE, que define o padrão para o funcionamento de redes sem fio, sendo base para a existência do Wi-Fi — ou seja, praticamente todos os dispositivos de redes sem fios possuem serviços e funções definidos por essa Norma.

Nos tópicos anteriores definimos a área e o ramo de atuação de cada tipo de Norma de cabeamento estruturado. Como existem diversas Normas dentre cada tipo citado, citaremos e explicaremos a seguir algumas das mais importantes:

- **ANSI/TIA/EIA 568B** – *Requerimentos gerais de Cabeamento Estruturado e especificação dos componentes para cabos e fibras*: esta Norma define os principais conceitos do cabeamento estruturado, seus elementos, a topologia, tipos de cabos e tomadas, distâncias, testes de certificação.
- **ANSI/TIA/EIA 569B** – *Construção e projeto dentro e entre prédios comerciais, relativas à infraestrutura de telecomunicações*: esta Norma define a área ocupada pelos elementos do cabeamento estruturado, as dimensões e taxa de ocupação dos encaminhamentos e demais informações construtivas.

- **ANSI/TIA/EIA 606A** – *Administração dos sistemas de cabeamento*: a Norma especifica técnicas e métodos para identificar e gerenciar a infraestrutura de telecomunicações.
- **ANSI/TIA/EIA 607** – *Instalação do Sistema de Aterramento de Telecomunicações*: esta Norma define os padrões de aterramento contra descargas atmosféricas nas redes de cabeamento metálico.
- **TIA – 942** – *Diretrizes do Cabeamento Centralizado de Fibra Óptica*: esta Norma define a infraestrutura, a topologia e os elementos para o projeto de um datacenter, relacionado aos campos afins, como o cabeamento estruturado, proteção contra incêndio, segurança, construção civil, requisitos de controle ambiental e de qualidade de energia.
- **ANSI/TIA/EIA 570A** – *Infraestrutura de Telecomunicações edifícios residenciais*: esta Norma se aplica aos sistemas de cabeamento e respectivos espaços e caminhos para prédios residenciais multiusuários, bem como casas individuais.
- **TIA/EIA-TSB 72** – *Diretrizes do Cabeamento Centralizado de Fibra Óptica*: componentes e performance de transmissão cabos ópticos.
- **NBR 14565** – *Cabeamento de Telecomunicações para Edifícios Comerciais*: Norma brasileira da ABNT baseada na Norma americana TIA/EIA 568B.
- **ISO/IEC 11801** – *Sistema de cabeamento de telecomunicações*: Norma europeia equivalente a TIA/EIA 568B.

Tendo por base a referência das Normas descritas anteriormente, este trabalho norteou-se principalmente na **NBR 14655**, Norma brasileira que se baseia em Normas internacionais nos padrões descritos anteriormente, tratando da infraestrutura do cabeamento de telecomunicações para edifícios comerciais. Como fundamentação teórica, a seguir serão apresentadas definições básicas para o entendimento completo deste trabalho.

3.7 NBR 14565

Esta Norma Brasileira baseia-se em Normas Internacionais descritas nas seções anteriores e trata, especificamente, da infraestrutura do

cabeamento de telecomunicações para edifícios comerciais. Neste projeto, utilizou-se diversos termos que são definidos por esta Norma e se faz necessário a apresentação prévia de suas definições.

3.7.1 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as seguintes definições:

Adaptador *duplex* de fibra óptica: Dispositivo mecânico projetado para alinhar e unir dois conectores *duplex*.

Administração: Metodologia que define os requisitos de documentação para administrar o sistema de cabeamento e seus componentes, a identificação dos elementos funcionais e os processos que requerem movimentações, acréscimos e modificações.

Aplicação: Sistema, incluindo seu método de transmissão associado, que é suportado pelo cabeamento de telecomunicações.

Área de trabalho: Espaço do edifício no qual os ocupantes interagem com o equipamento terminal de telecomunicações.

Área de trabalho individual: Espaço mínimo no edifício reservado a um ocupante.

Atenuação: Perda de potência de um sinal devido à sua propagação por um meio físico qualquer.

Atenuação de acoplamento: Relação entre a potência transmitida através dos condutores e a potência de pico máxima irradiada, conduzida e gerada por correntes de modo comum.

Backbone de campus: Cabo que conecta o distribuidor de campus ao(s) distribuidor(es) de edifício.

Backbone de edifício: Cabo que conecta o distribuidor de edifício ao distribuidor de piso.

Cabeamento: Sistema de cabos, cordões e *hardware* de conexão para telecomunicações, que pode suportar a conexão de equipamentos de tecnologia da informação.

Cabeamento de fibra óptica centralizado: Técnica de distribuição de cabeamento óptico que prevê o atendimento da área de trabalho com fibras ópticas a partir de um único ponto centralizado no edifício.

Cabeamento genérico: Sistema de cabeamento estruturado de telecomunicações, com capacidade de suportar um amplo espectro de aplicações.

Cabo: Conjunto de uma ou mais unidades de cabos do mesmo tipo e categoria, protegido por uma capa externa.

Cabo balanceado: Cabo constituído de um ou mais elementos de cabo metálico simétrico (pares ou quadras trançadas).

Cabo balanceado blindado: Cabo balanceado com uma blindagem geral e/ou blindagem por pares.

Cabo balanceado não-blindado: Cabo balanceado sem blindagem.

Cabo de fibra óptica (ou cabo óptico): Cabo composto por uma ou mais fibras ópticas.

Cabo do CP: Cabo que conecta o ponto de consolidação à(s) tomada(s) de telecomunicações.

Cabo híbrido: Conjunto de duas ou mais unidades de cabos e/ou cabos de diferentes tipos ou categorias, cobertos por uma capa externa.

Cabo horizontal: Cabo que conecta o distribuidor de piso às tomadas de telecomunicações.

Cabo horizontal permanente: Cabo que conecta o distribuidor de piso ao ponto de consolidação se existir, ou à tomada de telecomunicações (TO) se não existir um CP.

Campus: Local que contém um ou mais edifícios.

Canal: Via de transmissão ponta-a-ponta, conectando dois equipamentos de aplicação específica.

Conector duplex de fibra óptica: Dispositivo mecânico projetado para a terminação de duas fibras.

Conector óptico compacto: Conector de fibra óptica projetado para a terminação de duas fibras com dimensões similares às de um conector usado no cabeamento balanceado.

Conexão: União de dispositivos ou combinação de dispositivos, incluindo as terminações usadas para conectar os cabos ou elementos do cabo a outros cabos, elementos do cabo ou equipamento de aplicação específica.

Conexão cruzada: Arranjo que possibilita a terminação de elementos do cabo basicamente através de *patch cords* ou *jumper*s.

Cordão: Cabo, unidade de cabo ou elemento do cabo com no mínimo uma terminação.

Cordão da área de trabalho: Cordão para conexão da tomada de telecomunicações ao equipamento terminal.

Cordão de equipamento: Cordão para interconexão do equipamento ativo ao distribuidor.

Desvio de perda de inserção: Diferença entre a atenuação estimada de um enlace ou canal e atenuação medida.

Diferença de atraso de propagação: Diferença de atraso de propagação entre os pares mais rápidos e mais lento dentro de um mesmo cabo balanceado de quatro pares.

Distribuidor: Termo empregado para o conjunto de componentes (tais como *patch panels* e *patch cords*) usados para conectar cabos.

Distribuidor de campus: Distribuidor a partir do qual origina-se o cabeamento de *backbone* de campus.

Distribuidor de edifício: Distribuidor no qual terminam os cabos do *backbone* de edifício, onde podem ser feitas conexões com os cabos do *backbone* de campus.

Distribuidor de piso: Elemento usado para a distribuição do cabeamento horizontal do piso em que se encontra o *backbone* de edifício.

Elemento do cabo: Menor unidade de construção (por exemplo, par, quadra ou fibra única) em um cabo.

Emenda: A união de condutores metálicos ou fibras ópticas.

Enlace: Se associado a enlace do CP ou enlace permanente, ver enlace do CP e enlace permanente.

Enlace do CP: Parte permanente da ligação entre o distribuidor de piso e o ponto de consolidação, incluindo o cabo e o *hardware* de conexão em cada extremidade.

Enlace permanente: Segmento de cabo entre a tomada de telecomunicações e o distribuidor de piso.

Guia de polarização: Dispositivo guia para a correta inserção do conector.

Hardware de conexão: O *hardware* de conexão consiste em um componente ou combinação de componentes usados para conectar cabos ou elementos do cabo.

Infraestrutura de entrada: Local de entrada de todos os serviços mecânicos e elétricos necessários para o ingresso de cabos de telecomunicações no edifício ou em um complexo de edifícios, em conformidade com as regulamentações específicas.

Interconexão: Conexão direta entre o equipamento ativo e o subsistema de cabeamento.

Interface: Ponto no qual as conexões são feitas com o cabeamento genérico.

Interface de rede externa: Ponto de demarcação entre as redes pública e privada.

Jumper: Cabo, unidade de cabo ou elemento de cabo sem conectores, usado para estabelecer uma interligação em uma conexão cruzada.

Patch cord: Cordão com conectores modulares em ambas as extremidades, usado para estabelecer conexões em um *patch panel*.

Patch panel: Painel com várias tomadas, usado para a distribuição dos subsistemas de cabeamento.

Par: Linha de transmissão balanceada de dois condutores.

Par trançado: Elemento do cabo que consiste em dois condutores isolados, trançados juntamente com um passo de torção regular para formar uma linha de transmissão balanceada.

Perda de conversão longitudinal: Relação entre as correntes de modo diferencial e comum, medidas entre pares adjacentes na mesma extremidade de um cabo.

Perda de conversão transversal: Relação entre a potência de sinal de modo comum e a potência injetada do sinal de modo diferencial.

Perda de inserção (dB): Atenuação devida à inserção de componentes do cabeamento em um canal.

Perda de transferência de conversão longitudinal: Relação entre as correntes de modo diferencial e comum, medidas entre pares adjacentes em extremidades opostas de um cabo.

Ponto de consolidação: Ponto de conexão no sistema de cabeamento horizontal situado entre o distribuidor do andar e a tomada de telecomunicações.

Preenchimento total de núcleo (OFL): Trata-se de um método de medição da largura de banda das fibras multimodo. Neste método, o equipamento de medição simula um LED que excita todos os modos da fibra, permitindo a medição de sua largura da banda.

Quadra: Elemento do cabo que compreende quatro condutores isolados trançados conjuntamente.

Sala de equipamentos: Sala destinada a abrigar distribuidores e equipamentos de aplicação específica.

Sala de telecomunicações: Espaço destinado a acomodar equipamentos de telecomunicações, terminações de cabos, interconexões e conexões cruzadas.

Tomada de telecomunicações: Dispositivo de conexão fixo no qual o cabo horizontal é terminado na área de trabalho.

Tomada de telecomunicações multiusuário: Dispositivo único com várias tomadas de telecomunicações, com a finalidade de atendimento de usuários de uma mesma área de trabalho.

Unidade do cabo: Conjunto único de um ou mais elementos de cabo do mesmo tipo e categoria.

3.7.2 ELEMENTOS FUNCIONAIS

Os elementos funcionais do cabeamento genérico estão representados na Tabela 1.

Nome do elemento	Sigla
Distribuidor de campus	CD
<i>Backbone</i> de campus	-
Distribuidor de edifício	BD
<i>Backbone</i> de edifício	-
Distribuidor de piso	FD
Cabeamento horizontal	-
Ponto de consolidação	CP
Cabo do ponto de consolidação	Cabo do CP
Tomada de telecomunicações multiusuário	MUTO
Tomada de telecomunicações	TO

Tabela 1 - Elementos Funcionais

Fonte: Os Autores

3.7.3 SUBSISTEMAS DE CABEAMENTO

Os sistemas de cabeamento contêm no mínimo três subsistemas: backbone de campus, backbone de edifício e cabeamento horizontal. Tais subsistemas são interligados formando um sistema de cabeamento original. A Figura 2 ilustra a estrutura de um cabeamento genérico.

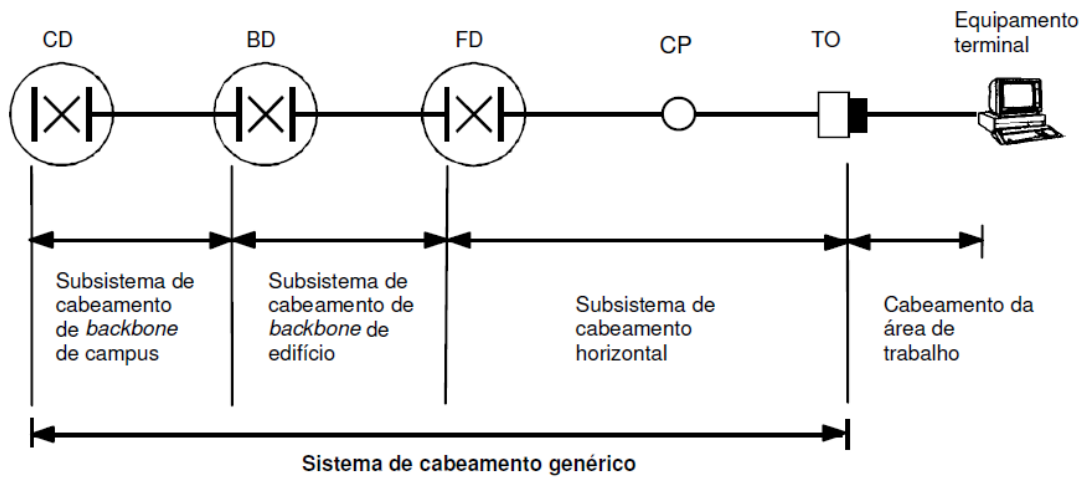


Figura 2- Estrutura do Cabeamento Genérico

Fonte: (ABNT, 14565)

As conexões entre subsistemas de cabeamento podem ser ativas, necessitando de equipamentos ativos de rede, ou passivos, utilizando *patch cords* e *jumpers*.

3.7.4 INTERCONEXÃO DE SUBSISTEMAS

Os elementos funcionais dos subsistemas de cabeamento podem ser interligados formando uma estrutura hierárquica, como mostrado na Figura 3.

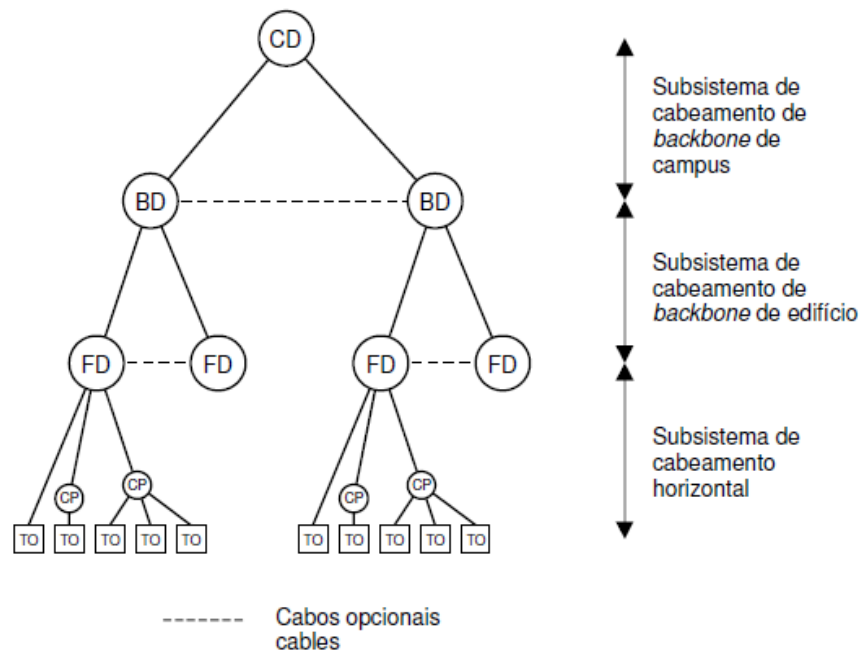


Figura 3 – Estrutura Hierárquica do Cabeamento Genérico

Fonte: (ABNT, 14565)

3.7.5 LOCALIZAÇÃO DOS ELEMENTOS FUNCIONAIS

Os distribuidores podem ser colocados na sala de equipamentos ou na sala de telecomunicações. Os cabos são lançados usando-se encaminhamentos que podem ser canaletas, eletrodutos, bandejas, entre outros ou simplesmente rotas definidas. As tomadas de telecomunicações são localizadas na área de trabalho. A Figura 4 mostra a localização dos elementos funcionais:

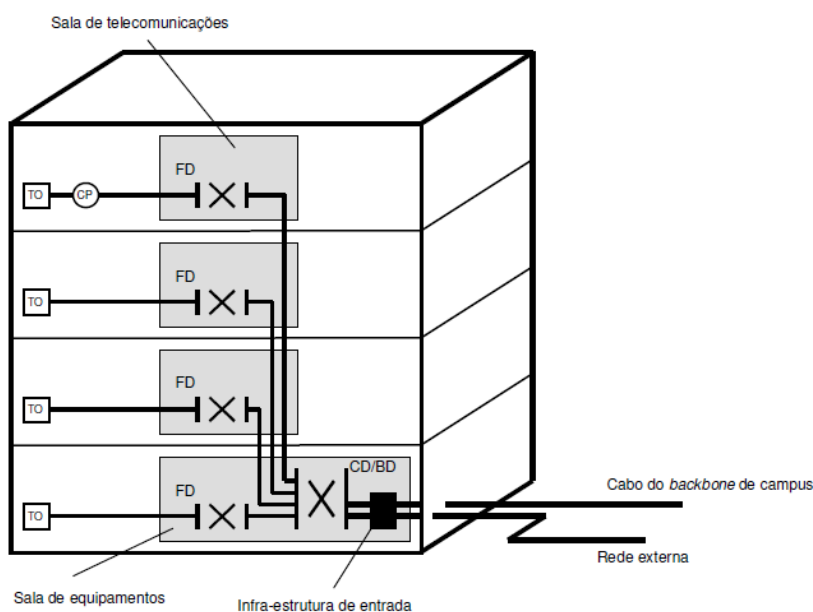


Figura 4 - Localização dos Elementos Funcionais

Fonte: (ABNT, 14565)

3.7.6 DIMENSIONAMENTO E CONFIGURAÇÃO

O número e tipo de subsistemas em uma distribuição de rede irá depender da geografia do local, tamanho do local a ser atendido e estratégia do usuário. Usualmente há um único distribuidor de campus para cada campus, um distribuidor de edifício para cada edifício e um distribuidor de piso para cada piso, mas não que essa seja uma regra geral.

O projeto dos distribuidores de piso deve assegurar que os comprimentos de *patch cords/jumpers* e cordões de equipamentos sejam mínimos e a administração deve assegurar que estes comprimentos sejam suficientes para a operação.

A Tabela 2 descreve o comprimento máximo de um canal:

Canal	Comprimento m
Horizontal	100
Horizontal + <i>backbone</i> de edifício + <i>backbone</i> de campus	2000
<p>NOTAS</p> <p>1 Em algumas implementações do subsistema de cabeamento horizontal na seção 7, o FD pode não suportar TO até a distância máxima mostrada.</p> <p>2 Para aplicações específicas com fibras ópticas, consultar o anexo D.</p>	

Tabela 2 - Comprimento Máximo do Canal

Fonte: (ABNT, 14565)

No entanto, algumas recomendações são descritas na Tabela 3.

Pelo menos um distribuidor de piso deve ser instalado em cada piso;
Para áreas superiores à 1000 m ² no mínimo um distribuidor de piso deve ser instalado para cada 1000 m ² de área reservada;
Se a área a ser atendida for pouco populosa, podemos servi-la através de um distribuidor localizado no piso adjacente

Tabela 3 - Recomendações sobre Dimensionamento e Configuração

Fonte: (ABNT, 14565)

A figura 5 revela uma disposição onde em um edifício temos o distribuidor de edifício e o distribuidor de piso em elementos separados, enquanto no outro edifício os dois distribuidores estão em um elemento funcional somente:

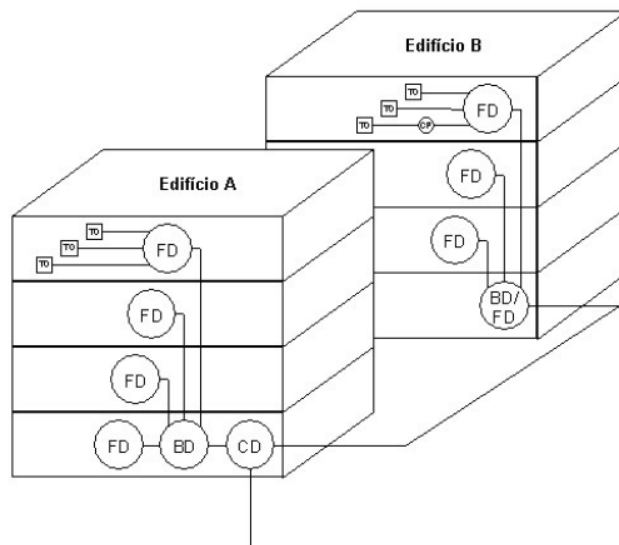


Figura 5 - Exemplo de um Cabeamento Genérico com Distribuidor de Edifício e de Piso

Fonte: (ABNT, 14565)

Por razões de segurança e confiabilidade, é de fundamental importância o projeto de redundâncias no cabeamento. A figura 6 mostra uma das possíveis formas de conexão em redundância, protegendo contra falha em cabos ou contra danos como fogo. A ideia de tal conexão em anel é que, se um link ficar inativo a conexão permita um caminho alternativo para a chegada dos dados até a conexão final.

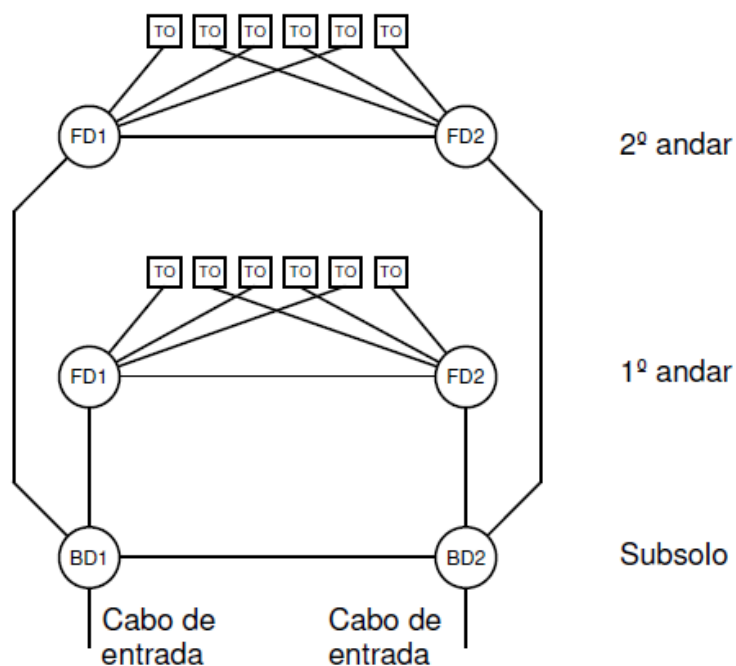


Figura 6 - Inter-relação dos Elementos Funcionais em uma Instalação com Redundância

Fonte: (ABNT, 14565)

3.7.7 TOMADAS DE TELECOMUNICAÇÕES

Um projeto de cabeamento deve garantir que as tomadas de telecomunicações estejam disponíveis em todas as partes utilizáveis do ambiente. Deve-se garantir uma alta densidade de tomadas, que podem estar dispostas individualmente ou em grupo.

Cada área de trabalho deve possuir no mínimo duas tomadas de telecomunicações, uma de cabo balanceado de quatro pares e a segunda para fibra óptica ou cabo balanceado de quatro pares.

Cada tomada de telecomunicação deve ter um meio permanente de identificação que seja visível ao usuário. As tomadas de telecomunicações podem ser de usuário único ou multiusuário.

3.7.8 SALA DE TELECOMUNICAÇÕES E SALA DE EQUIPAMENTOS

As salas de telecomunicação devem oferecer toda a infraestrutura para os componentes passivos, ativos e interface com o backbone do sistema de cabeamento que estejam nela instalados. Cada sala de telecomunicação deve ter acesso direto ao subsistema de cabeamento do backbone.

A sala de equipamentos é a área no edifício onde os equipamentos de rede são instalados. Mais de um distribuidor pode ser instalado na sala de equipamentos.

3.7.9 DESEMPENHO

O desempenho do canal depende de fatores como comprimento do cabo, número de conexões, práticas de terminação do conector e serviço de instalação. É possível conseguir o desempenho de canal equivalente sobre comprimentos maiores utilizando menos conexões ou usando componentes com níveis de desempenho superiores.

3.7.10 CABEAMENTO HORIZONTAL

Para o cabeamento horizontal se aplicam as seguintes regras:

- O comprimento físico do canal não deve exceder 100 m.

- O comprimento físico do cabo horizontal não deve exceder 90 m. Quando o comprimento total dos patch cords, cordões de equipamento e de áreas de trabalho ultrapassarem 10 m, o comprimento total do cabo horizontal deve ser reduzido.
- O ponto de consolidação deve estar localizado a uma distância mínima de 15 m do distribuidor de piso e a uma distância mínima de 5 m da tomada de telecomunicações.
- Onde uma tomada de telecomunicações multiusuário for utilizada, o comprimento do cordão da área de trabalho não deve exceder 20 m.
- O comprimento dos cabos de patch cords/jumpers não deve exceder 5m.

3.7.11 AMBIENTE DE OPERAÇÃO

Para desempenho ideal do hardware de conexão a temperatura de operação deve ser mantida entre -10° C até 60° C. O hardware deve ser protegido contra danos físicos e exposição direta a umidade e outros elementos corrosivos. O hardware deve ser montado oferecendo flexibilidade de realocação de ativos e passivos. A maneira e o cuidado pelo qual o cabeamento é instalado são fatores significativos no desempenho e na administração do sistema de cabeamento instalado. Para um bom desempenho é ideal a eliminação da fadiga do cabo causada por tensão mecânica, superfície cortante, compressão excessiva de conjunto de cabos e raio de curvatura mínimo.

3.7.12 MARCAÇÃO E CODIFICAÇÃO POR CORES

Para manter conexões de cabeamento consistentes e corretas, medidas devem ser tomadas para assegurar que as terminações sejam facilmente localizadas em relação às posições do conector e os elementos correspondentes do cabo. Tais medidas podem incluir o uso de cores, identificadores alfanuméricos ou outros meios projetados.

Quando mais de um tipo de cabeamento fisicamente similar for utilizado, eles são identificados de tal forma que cada tipo de cabeamento seja diferenciado em relação à sua identificação. Cabeamento com diferentes

categorias de desempenho, impedância e diâmetro de núcleo de fibras ópticas devem ser marcados para facilitar a identificação visual.

A codificação correta de conectores e adaptadores por uso de cores é importante para assegurar que o acoplamento de tipos diferentes de fibras não ocorra. A correta polarização e identificação garante a polarização correta para enlaces de fibra duplex.

Conectores e adaptadores devem ser coloridos para se diferenciar fibras monomodo e multimodo, conforme o esquema abaixo:

- Multimodo de 50 μm e 62.5 μm Bege ou preto
- Monomodo PCAzul
- Monomodo APCVerde

3.7.13 CONEXÃO DE CABEAMENTO DE FIBRA ÓPTICA

Cabos de fibra óptica na área de trabalho são conectados ao cabeamento horizontal por meio da tomada de telecomunicações com um conector SC duplex. A polaridade consistente das conexões de fibra óptica duplex deve ser mantida ao longo do cabeamento por meio de identificação.

Para assegurar a flexibilidade do lado do cabeamento o conector simplex é o recomendado para a terminação de cabos ópticos horizontais e de backbone.

A polaridade é definida na tomada de telecomunicações tanto pela polarização física quanto pela identificação dos adaptadores com as posições A e B. Para que esta polarização seja estendida ao sistema de cabeamento por completo, é importante que a mesma orientação, código de cores e configuração das fibras sejam consistentes. Uma vez que o sistema é instalado e a polaridade correta é verificada, o sistema de cabeamento óptico mantém a polaridade correta das fibras de transmissão e recepção. A figura 7 exhibe a configuração SC duplex.

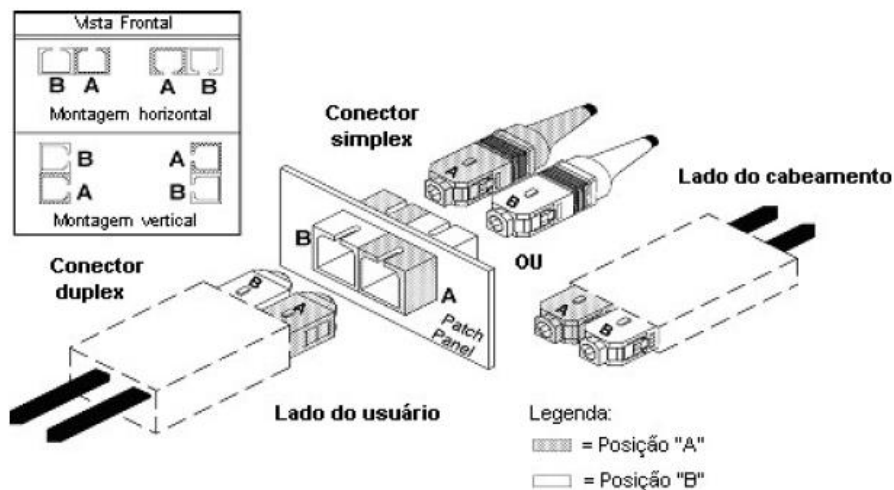


Figura 7 - Configuração de Conectividade SC Duplex

Fonte: (ABNT, 14565)

3.7.14 ATERRAMENTO

O aterramento deve estar de acordo com a ABNT NBR 5410. Todas as blindagens dos cabos devem ser conectadas à terra por cada distribuidor. Geralmente as blindagens são conectadas ao gabinete de equipamentos, que por sua vez são conectados ao sistema de aterramento do edifício.

As tensões a serem induzidas no cabeamento devem ser direcionadas à terra do edifício e não causar interferência nos sinais transmitidos. Todos os eletrodos de aterramento para diferentes edifícios devem ser conectados juntos para reduzir os efeitos da diferença de potencial de terra. O sistema de aterramento do edifício não deve exceder o limite de potencial de 1 V rms entre dois pontos de rede.

4 INFRAESTRUTURA DE CABEAMENTO

Este tópico aborda exemplos de alguns equipamentos e locais que compõem uma infraestrutura de rede e uma infraestrutura de entrada. Através disso possibilitaremos a leitor um maior embasamento teórico em relação ao projeto de cabeamento estruturado realizado, visto que depararemos com alguns desses equipamentos na etapa de realização do projeto.

4.1 ESPAÇOS DE CABEAMENTO ESTRUTURADO

Tendo como base a NBR 14565, existem quatro espaços significativos para um sistema de cabeamento estruturado: *infraestrutura de entrada*, *área de trabalho*, *sala de equipamentos* e *sala de telecomunicações*. A figura 8 exemplifica como é realizada a distribuição entre dois edifícios. As siglas utilizadas foram previamente comentadas nas seções 3.7.1 e 3.7.2.

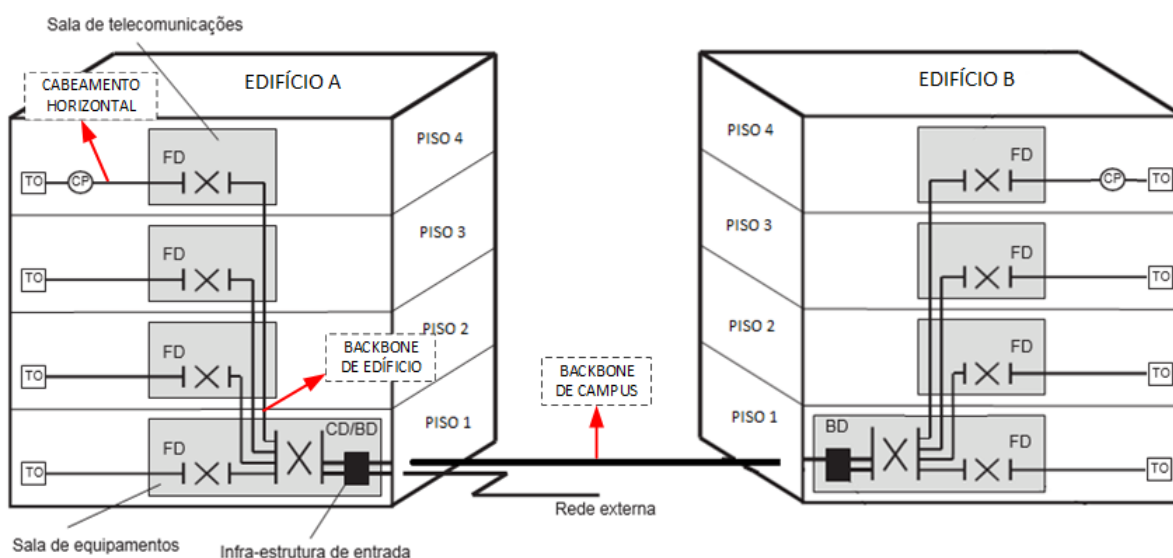


Figura 8 - Espaços de Cabeamento e Distribuidores

Fonte: (ABNT, 14565)

A Norma especifica cada espaço de maneira individual, porém existem determinados cuidados não especificados que é recomendado seguir nesses locais, como iluminação adequada, grande quantidade de interruptores instalados a uma altura não muito elevada, portas com dimensões adequadas para a entrada de equipamentos, planejamento de pisos e revestimentos que não acumulem muita poeira, com propriedades antiestáticas, circuitos elétricos exclusivos e aterrados.

4.1.1 INFRAESTRUTURA DE ENTRADA E ÁREA DE TRABALHO

Infraestrutura de entrada é o local que compreende o único ponto de interface com os serviços externos ao edifício ou complexo de edifícios e o encaminhamento dos cabos dos distribuidores de campus ou edifício. A infraestrutura de entrada é necessária quando o backbone de campus e os cabos de redes públicas e privadas entram no edifício e necessitam de uma transição para cabos internos. Regulamentos locais podem requerer infraestruturas especiais onde os cabos externos são terminados. Neste local de terminação, a mudança de cabos externos para cabos internos pode ser feita (ABNT, 14565).

A área de trabalho é o espaço atendido pelas tomadas de telecomunicações, ou ainda pode ser definido como

“O espaço onde os usuários trabalham com os equipamentos de telecomunicação”. (COELHO, 2003)

A NBR 16415:2015 define que a área de trabalho compreende uma área de 10m² e cada uma deve disponibilizar pelo menos duas tomadas de telecomunicação, sendo que uma deve ser obrigatoriamente para conexão de cabo balanceado e a outra pode ser para conexão de cabo balanceado ou fibra. Para atender melhor os usuários, a Norma ainda estabelece um mínimo de uma tomada de alimentação elétrica para cada tomada de telecomunicação. (ABNT, 2015)

4.1.2 SALA DE EQUIPAMENTOS E SALA DE TELECOMUNICAÇÕES

Sala de equipamentos é o local destinado a abrigar distribuidores e equipamentos de aplicação específica. É a área dentro de um edifício ou de um conjunto de edifícios onde os equipamentos de uso comum de todos os usuários de rede são instalados. Essa sala recebe um tratamento diferente das salas de telecomunicações por causa da natureza e complexidade dos equipamentos (PBX, Servidores, roteadores, switches). Mais de um distribuidor pode ser instalado na sala de equipamentos. (NBR 14565, 2006)

Sala de telecomunicações é o espaço destinado a acomodar equipamentos de telecomunicações, terminações de cabos, interconexões e

conexões cruzadas. Tais salas devem oferecer todas as facilidades (espaço, alimentação elétrica, controle ambiental, etc.) para os componentes passivos, dispositivos ativos e interfaces com o backbone do sistema de cabeamento que estejam nelas instalados. Cada sala de telecomunicações deve ter acesso direto ao subsistema de cabeamento de backbone. (NBR14565, 2006)

A localização desses dois espaços deve ser definida considerando uma série de fatores, como: o local deve permitir expansões futuras, ser acessível para a movimentação de equipamentos de grande porte, não oferecer risco de inundação e infiltração, não estar sujeito a interferências eletromagnéticas ser o mais próximo do backbone de edifício. (ABNT, 2015)

Essas salas só devem abrigar equipamentos relacionados ao sistema de cabeamento e telecomunicações, o acesso a este local deve ser restrito ao pessoal de manutenção autorizado, recomenda-se manter uma temperatura entre 18°C e 27°C e umidade relativa do ar de no mínimo 30% e no máximo 60%. (ABNT, 2015)

A salas de telecomunicações e de equipamentos podem ser equipadas com piso elevados que são utilizados para melhor acomodação dos cabos horizontais e de backbone. A NBR16415:2015 estabelece que em construções novas a área para receber o piso elevado deve ser rebaixada de forma que não exista desnível entre o piso acabado, porém em construções antigas onde não existe o rebaixamento é necessário a implantação de rampas ou degraus (ABNT, 2015).

4.2 COMPONENTES ATIVOS DE REDE

São todos os equipamentos responsáveis pela geração e pelo transporte dos bits entre os equipamentos de uma rede. Os componentes ativos são eletrônicos e tem como característica capacidade de processamento de dados.

Os componentes ativos incluem: repetidores, hubs, pontes, switches, roteadores, interfaces de redes, Access Point (AP), Digital Video Recorder (DVR), servidores e conversores de mídia.

4.2.1 ROTEADOR

Um roteador é um dispositivo que encaminha pacotes de dados entre redes de computadores, criando um conjunto de redes de sobreposição. Um roteador é conectado a duas ou mais linhas de dados de redes diferentes. Quando um pacote de dados chega, em uma das linhas, o roteador lê a informação de endereço no pacote para determinar o seu destino final.

Em seguida, usando a informação na sua política tabela de roteamento ou encaminhamento, ele direciona o pacote para a rede de próxima em sua viagem. Os roteadores são os responsáveis pelo "tráfego" na Internet. Um pacote de dados é normalmente encaminhado de um roteador para outro através das redes que constituem a internetwork até atingir o destino. E portanto o roteador é tipicamente um dispositivo da camada 3 (rede) do Modelo OSI

Os roteadores mais modernos necessitam de um cabo de banda larga ligado a um modem como entrada, e geralmente transmitem o sinal de internet através de conectividade sem fio e 4 cabos banda larga.

Os roteadores encaminham os pacotes de dados com base nas informações contidas na tabela de roteamento. Eles preenchem e fazem a manutenção dessas tabelas executando processos e protocolos de atualização de rotas, especificando os endereços e domínios de roteamento, atribuindo e controlando métricas de roteamento. O administrador pode fazer a configuração estática das rotas para a propagação dos pacotes ou pode configurar o roteador para que este atualize sua tabela de rotas através de processos dinâmicos e automáticos.

O problema de configurar rotas estáticas é que, toda vez que houver alteração na rede que possa vir a afetar essa rota, o administrador deve refazer a configuração manualmente. Já a obtenção de rotas dinamicamente é diferente. Depois que o administrador fizer a configuração através de comandos para iniciar o roteamento dinâmico, o conhecimento das rotas será automaticamente atualizado sempre que novas informações forem recebidas através da rede. Essa atualização é feita com a troca de informações entre

roteadores vizinhos em uma rede. A figura 9 ilustra um roteador de desempenho intermediário.



Figura 9 - Roteador com Duas Antenas

Fonte: Tp-link

4.2.2 SWITCH

O comutador (em inglês, switch) é um dispositivo utilizado em redes de computadores para reencaminhar pacotes (frames) entre os diversos nós. Possuem portas, assim como os concentradores (hubs), sendo que a principal diferença é o comutador segmentar a rede internamente já que cada porta corresponde um domínio de colisão diferente, eliminando assim a colisão entre pacotes de segmentos diferentes. Outra importante diferença está ligada à gestão da rede, com um switch pode-se criar VLANs, deste modo a rede gerida será dividida em menores segmentos, onde identifica cada porta e envia os pacotes somente para a porta destino, evitando assim que outros nós recebam os pacotes.

Os switches operam semelhantemente a um sistema telefónico com linhas privadas. Neste sistema, quando uma pessoa liga para outra, a central telefónica conecta-as numa linha dedicada, possibilitando um maior número de conversações simultâneas.

Um comutador opera na camada 2 (enlace) do modelo OSI, encaminhando os pacotes de acordo com o endereço MAC de destino, e é destinado a redes locais para segmentação. Porém, atualmente existem

comutadores que operam em conjunto na camada 3 (rede), herdando algumas propriedades dos roteadores (routers).



Figura 10 - Switch

Fonte: HPE

4.2.3 HUB

Hubs também conhecidos como concentradores atuam na camada física modelo OSI e centralizam os dados que trafegam pela rede interconectando os computadores através da topologia estrela.

Eles são simplesmente equipamentos eletrônicos compostos por portas e barramento interno, por isso todo sinal recebido é transmitido a todos os computadores conectados (broadcast) sem realizar nenhum tipo de filtragem, o que implica em redução de desempenho da rede.

4.2.4 REPETIDOR

Repetidor é um equipamento eletrônico utilizado para a interligação de redes idênticas, pois eles absorvem eletricamente os sinais e os retransmite pelo mesmo segmento no meio físico.

Um repetidor atua na camada física do Modelo OSI. Não reconhece as informações recebidas e não realiza qualquer tipo de verificação, apenas recebe todos os sinais de cada uma das redes que interliga e os repete nas demais redes, sem realizar qualquer tipo de tratamento. A utilização deste dispositivo em uma rede local degenera o sinal no domínio digital e causa problemas de sincronismo entre as interfaces de rede.

Repetidores são utilizados para estender a transmissão de ondas de rádio, por exemplo, redes wireless, WiMAX e telefonia móvel. O repetidor serve como ponte do sinal wireless.

4.2.5 INTERFACES DE REDE

São equipamentos instalados nos computadores responsáveis por fazer a interface física entre o computador e o meio de transmissão que pode ser guiado ou não guiado. As interfaces de redes são responsáveis por realizar o controle do fluxo de dados entre o computador e o cabo e executar a tradução na transmissão e na recepção dos sinais de dados binários e elétricos. No mercado temos uma série de opções de interface disponíveis: placa de rede para rede com fio, placa de rede wireless, adaptador USB para rede com fio e adaptador USB para rede sem fio.

4.2.6 PONTO DE ACESSO (AP)

Um ponto de acesso sem fio (em inglês: wireless access point, sigla WAP) é um dispositivo em uma rede sem fio que realiza a interconexão entre todos os dispositivos móveis. Em geral se conecta a uma rede cabeada servindo de ponto de acesso para uma outra rede, como por exemplo a Internet. Trabalha na camada de enlace do modelo OSI.

Pontos de acesso Wi-Fi estão cada vez mais populares. Estabelecimentos comerciais que oferecem o acesso à internet através de um ponto de acesso como serviço como cortesia aos clientes chamam-se hotspots. Essa é uma forma prática para disponibilizar acesso à internet, já que a implantação de uma rede sem fio interligada por um ponto de acesso economiza o trabalho de instalar a infraestrutura cabeada.

Vários pontos de acesso podem trabalhar em conjunto para prover um acesso em uma área maior. Esta área é subdividida em áreas menores sendo cada uma delas coberta por um ponto de acesso, provendo acesso sem interrupções ao se movimentar entre as áreas através de roaming. Também pode ser formada uma rede ad hoc onde os dispositivos móveis passam a agir intermediando o acesso dos dispositivos mais distantes ao ponto de acesso caso ele não possa alcançá-lo diretamente.

4.2.7 SERVIDOR

Um servidor é um *software* ou computador, com sistema de computação centralizada que fornece serviços a uma rede de computadores, chamada de cliente.

Esses serviços podem ser de naturezas distintas, como por exemplo, arquivos e correio eletrônico.

Esta arquitetura é chamada de modelo cliente-servidor, é utilizada em redes de médio e grande porte (com muitas máquinas) e em redes onde a questão da segurança desempenha um papel de grande importância. O termo servidor é amplamente aplicado a computadores completos, embora um servidor possa equivaler a um *software* ou a partes de um sistema computacional, ou até mesmo a uma máquina que não seja necessariamente um computador.

Os servidores podem fornecer várias funcionalidades, muitas vezes chamado de "serviços", tais como a partilha de dados ou de recursos do sistema entre vários clientes, ou computação desempenho para um cliente. Um único servidor pode servir vários clientes, e um único cliente pode usar vários servidores. Um processo cliente pode ser executado no mesmo dispositivo ou pode se conectar através de uma rede para um servidor em um dispositivo diferente.



Figura 11 – Servidor HP

Fonte: HP

4.2.8 CONVERSOR DE MÍDIA

Conversores de mídia são dispositivos que realizam a conversão de sinal elétrico em sinal luminoso ou ao contrário, permitindo desta forma a utilização de fibra ótica e cabo par trançado em uma mesma infraestrutura de rede.

Alguns dispositivos possibilitam a conversão de meio físico UTP para fibra ótica e vice-versa. Esse tipo de conversor de mídia possui um conector RJ-45 por onde o link Ethernet é conectado e conectores ST ou LC que permite conectar cabos de fibra ótica. A figura 12 exemplifica um conversor de mídia.



Figura 12 - Conversor de Mídia Monomodo

Fonte: Tp-link

4.3 COMPONENTES PASSIVOS DE REDE

São componentes não eletrônicos responsáveis por possibilitar transporte dos dados entre os ativos de rede sem influenciar nos dados, ou seja, viabiliza a comunicação sem realizar nenhum tipo de processamento.

4.3.1 CABOS TRANÇADOS

O **Cabo por par trançado (Twisted pair)** é um tipo de cabo que possui pares de fios entrelaçados um ao redor do outro para cancelar as interferências eletromagnéticas. Foi inventado por Alexander Graham Bell no

final do século XIX. É um dos principais componentes passivos de uma rede de computadores.

As normas ANATEL definem as blindagens possíveis de acordo com a ISO/IEC 11801, usando as siglas abaixo:

- **U (Unshielded):** Sem blindagem.
- **F (Foil):** Fita plástica aluminizada.
- **S (Screened):** Malha de fios metálicos (cobre, alumínio, etc), outro tipo de blindagem.
- **Par Trançado sem Blindagem:** chamado também de UTP (Unshield Twisted Pair) é o mais usado atualmente tanto em redes domésticas quanto em grandes redes industriais devido ao fácil manuseio, instalação, permitindo taxas de transmissão de até 100 Mbps com a utilização do cabo CAT 5e; é o mais barato para distâncias de até 100 metros; Para distâncias maiores emprega-se cabos de fibra óptica. Sua estrutura é de quatro pares de fios entrelaçados e revestidos por uma capa de PVC. Pela falta de blindagem este tipo de cabo não é recomendado ser instalado próximo a equipamentos que possam gerar campos magnéticos (fios de rede elétrica, motores, inversores de frequência) e também não podem ficar em ambientes com umidade.
- **Par Trançado Blindado** (cabo com blindagem): É semelhante ao UTP. A diferença é que possui uma blindagem feita com a fita aluminizada ou malha metálica, em todo o cabo ou em cada par. É recomendado para ambientes com interferência eletromagnética acentuada. Por causa de sua blindagem especial, acaba possuindo um custo mais elevado. É usado quando o local onde o cabo será passado possui grande interferência eletromagnética, evitando assim perdas ou até interrupções de sinais. Distâncias acima de 100 metros ou exposto diretamente ao tempo, é aconselhável o uso de cabos de fibra óptica. A impedância típica de um cabo de Par Trançado Blindado é de 150 ohms.

A Blindagem pode ser Global (envolvendo todos os pares) ou individual (Par a Par), sendo nomeada X/Y, onde X é a blindagem Global e Y a blindagem Individual, conforme exemplos abaixo:

- **U/UTP**: Sem blindagem nenhuma, o mais comum pois não há blindagem.
- **F/UTP**: Blindagem global e sem blindagem individual o mais comum entre os blindados.
- **S/FTP**: Global com malha e blindagem com fita nos pares.

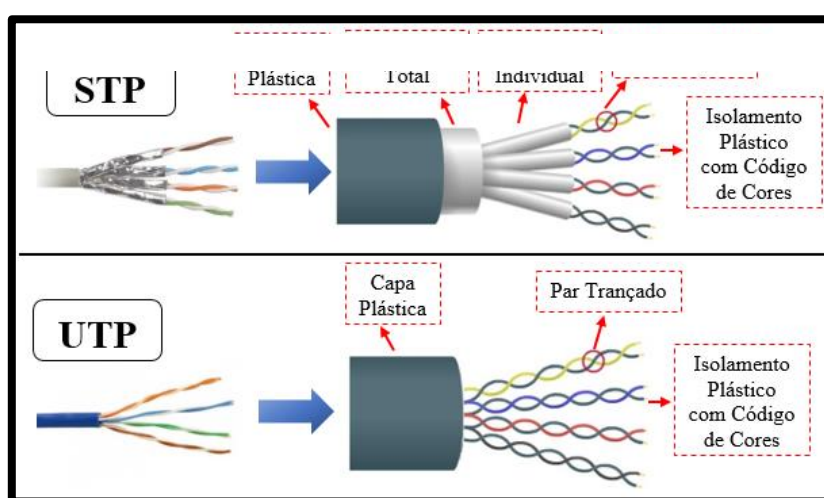


Figura 13 - Cabos UTP e STP

- **F/FTP**: Blindagem Global e nos pares com fita.

Fonte: TRUNG

Os cabos UTP são padronizados pelas Normas da EIA/TIA 568-B e são divididos em 10 categorias, levando em consideração o nível de segurança e a bitola do fio. Neste projeto, por conta das distância entre elementos ativos e passivos inferiores a 100m, serão utilizados cabos de apenas duas categorias. A tabela completa com todos os exemplares pode ser encontrada no Apêndice B. A tabela 4 apresenta compara as duas espécies que fazem parte deste projeto.

Nome	Padrão	Largura de Banda	Aplicações
Cat 5e	UTP	250 MHz	100BASE-TX & 1000BASE-T Ethernet
Cat 6	UTP	500 MHz	1000BASE-TX

			& 10GBASE-T Ethernet
--	--	--	-------------------------

Tabela 4 - Comparação entre categorias de cabos Cat5e e Cat6

Fonte: Os Autores

A Norma EIA/TIA-568-B prevê duas montagens para os cabos, denominadas T568A e T568B. A montagem T568A usa a sequência branco e verde, verde, branco e laranja, azul, branco e azul, laranja, branco e castanho, castanho. A montagem T568B usa a sequência branco e laranja, laranja, branco e verde, azul, branco e azul, verde, branco e castanho, castanho. A figura 14 apresenta os dois padrões de montagem.

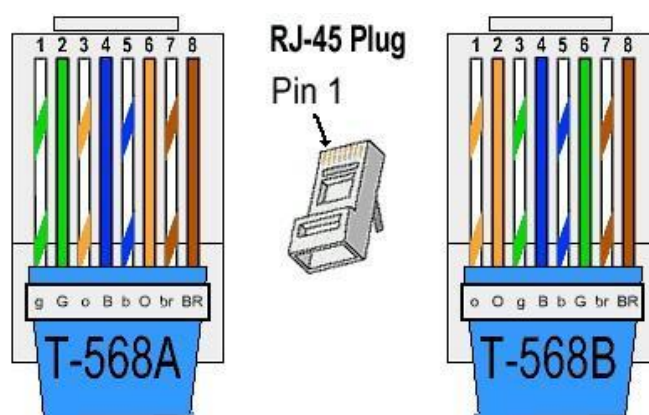


Figura 14 - Padrões 568-A e 568-B de Cabos UTP

Fonte: Superdownloads

As duas montagens são totalmente equivalentes em termos de desempenho, cabendo ao montador escolher uma delas como padrão para sua instalação. É boa prática que todos os cabos dentro de uma instalação sigam o mesmo padrão de montagem. Um cabo cujas duas pontas usam a mesma montagem é denominado Direto (cabo), e serve para ligar estações de trabalho e roteadores a switches ou hubs. Um cabo em que cada ponta é usado uma das montagens é denominado *crossover*, e serve para ligar equipamentos do mesmo tipo entre si.

Quando o cabo é usado para transmissão de dados o limite para o enlace é de no máximo 100 metros. Caso seja necessário interligar equipamentos a distâncias maiores, é preciso usar outros dispositivos de forma que cada enlace tenha no máximo 100 metros.

4.3.2 CABO COAXIAL

O cabo coaxial é basicamente formado por um fio de cobre condutor revestido por um material isolante, e ainda rodeado por uma blindagem. Em virtude de sua blindagem adicional, o cabo coaxial possui vantagens em relação aos outros condutores usados em linhas de transmissão, como proteção contra fenômenos da indução, que é causado por interferências elétricas ou mesmo magnéticas externas.

Os cabos coaxiais são utilizados em várias aplicações, desde áudio até linhas de transmissão de alta frequência. A sua velocidade é bastante alta em decorrência da tolerância a ruídos em virtude da malha de proteção existentes nos cabos, podendo atingir velocidade máxima de transmissão de 20 Mb/s.

O cabo coaxial costuma manter uma capacidade constante e baixa, independente do comprimento, assim, permitindo suportar velocidades na ordem de megabits/segundo, sem necessidade de regenerar o sinal ou mesmo sem distorções ou ecos.

Quando a malha externa do cabo coaxial é feita de alumínio, ele é denominado como grosso, ou de banda larga, possuindo uma resistência de 75 ohms, transmitindo assim, dados em uma velocidade de até 10 mbps (megabits por segundo) à frequência de 10 gigahertz. Esse cabo é amplamente usado em circuitos de TV, podendo também ser indicado para instalações externas, como em conexões de redes de computadores que estão localizados em diferentes prédios.

No entanto, se a malha externa for de cobre, a resistência obtida é de 50 ohms, permitindo transmissão de dados à velocidade de 10 mbps a uma frequência de 2 Ghz. Conhecido como cabo coaxial fino ou de banda base, obedece ao padrão 10Base2, sendo mais usado em redes padrão Ethernet com baixo escopo atuante. Podendo assim, ter no máximo 185 metros comprimento e até 30 nós.

Cabo coaxial tem muitas vantagens sobre o cabo de par trançado, mas também algumas desvantagens. Tem uma grande gama de frequências que lhe permite transportar vários sinais, tornando-a ideal para o uso de muitas operadoras de televisão. Cada canal tem também uma maior banda larga que

permite o vídeo de alta definição. A blindagem reduz perda de sinal e outras interferências, permitindo um cabo com maiores comprimentos entre amplificadores. No entanto, cabo coaxial é mais caro para instalar, e ele usa uma topologia de rede que está propensa a congestionamentos.

4.3.3 FIBRA ÓPTICA

Fibra óptica (ou ótica) é um filamento flexível e transparente fabricado a partir de vidro ou plástico extrudido e que é utilizado como condutor de elevado rendimento de luz, imagens ou impulsos codificados. Têm diâmetro de alguns micrómetros, ligeiramente superior ao de um fio de cabelo humano. Por ser um material que não sofre interferências eletromagnéticas, a fibra ótica possui uma grande importância em sistemas de comunicação de dados.

Inicialmente as fibras óticas eram utilizadas como guias de transmissão de sinais óticos e operavam entre distâncias limitadas, pois apresentavam grande perda de luz na transmissão e alto calor que os lasers produziam e tinham problemas com as emendas. Contudo, em meados dos anos 70, ocorreu um aprimoramento significativo das técnicas óticas utilizadas, e devido a isso, tornou-se possível a monitoração de grandezas e a troca de informações a longas distâncias. No Brasil a fibra ótica foi introduzida apenas em 1977, após grandes pesquisas, realizadas na sua maioria pela UNICAMP.

Há dois tipos de denominação recorrentes às fibras óticas, os quais possuem características e finalidades próprias. Um deles é a fibra ótica monomodo. Esta apresenta um caminho possível de propagação e é a mais utilizada em transmissão a longas distâncias (devido a baixas perdas de informação). Já a fibra multimodo permite a propagação da luz em diversos modos e é a mais utilizada em redes locais (LAN), devido ao seu custo moderado.

As fibras óticas consistem, geralmente, de um núcleo central cilíndrico e transparente de vidro puro, o qual é envolvido por uma camada de material com menor índice de refração (fator que viabiliza a reflexão total). Ou seja, a fibra ótica é composta por um material com maior índice de refração (núcleo) envolto por um material com menor índice de refração (casca). Ao redor da

casca ainda há uma capa feita de material plástico necessária para proteger o interior contra danos mecânicos.

A transmissão da luz pela fibra segue um princípio único, independentemente do material usado ou da aplicação: é lançado um feixe de luz numa extremidade da fibra e, pelas características ópticas do meio (fibra), esse feixe percorre a fibra por meio de reflexões sucessivas. A fibra possui no mínimo duas camadas: o núcleo (filamento de vidro) e o revestimento (material eletricamente isolante). No núcleo, ocorre a transmissão da luz propriamente dita. A transmissão da luz dentro da fibra é possível graças a uma diferença de índice de refração entre o revestimento e o núcleo, sendo que o núcleo possui sempre um índice de refração mais elevado, característica que aliada ao ângulo de incidência do feixe de luz, possibilita o fenômeno da reflexão total. Ou seja, a luz é mantida no núcleo através de reflexão interna total. Isto faz com que a fibra funcione como guia de onda, transmitindo luz entre as duas extremidades. A figura 15 ilustra o cabo de fibras ópticas.



Figura 15 - Cabo de Fibra Óptica

Fonte: Sulcomm

4.3.4 PATCH PANEL

Componente passivo fixado no rack que é responsável por receber o cabeamento que vem das tomadas de telecomunicações das áreas de trabalho e permitir a conexão facilitada desse cabeamento com os ativos a partir cordões de equipamentos. A utilização de patch panels facilita a realização de mudanças no cabeamento, melhora a organização dos cabos no rack e diminui a probabilidade de danificar equipamentos ativos.

Durante a implantação dos patch panels a fixação dos cabos horizontais deve ser realizada de maneira cuidadosa de modo que o

destrançamento dos cabos seja a menor possível, afim de evitar interferências. O custo dos patch panels encontrados atualmente no mercado variam de acordo com número de portas (24,48 e 96) e a categoria (Cat5e e Cat6).



Figura 16 - Patch Panel Categoria 6

Fonte: Amazon

4.3.5 DISTRIBUIDOR INTERNO ÓPTICO (DIO)

Os cabos ópticos usados para lançar fibras não permitem muita flexibilidade e não são adequados para manobras em armários de telecomunicações (rack). O DIO está para a fibra óptica assim como o Patch Panel está para os cabos de par trançado. O painel de conexão converte cabos rígidos em cabos flexíveis (patch cords) apropriados ao trabalho de manobras exigidos dentro de um armário de telecomunicações, o DIO faz a mesma coisa só que com fibras óptica.

A Utilização de DIOs (assim como de Patch Panels) visa também preservar a porta (interface física) do equipamento, uma vez que as manobras podem ser feitas através deles (DIO ou PP); caso o operador, acidentalmente, danifique uma porta, basta a substituição ou adição do DIO (ou PP) e não do equipamento (que mantém suas porta intacta).



Figura 17 - Distribuidor Interno Óptico

Fonte: KOC do Brasil

4.3.6 RACK

Os racks, também denominados armários, são estruturas metálicas utilizadas para abrigar os componentes ativos e passivos de rede. O seu propósito é o de acomodação e facilidade de organização de cabos e acessórios.

Em relação à dimensão, medida em Us (44mm), podem variar de 3Us até 44 Us. Os racks maiores são acomodados junto ao chão, enquanto os menores geralmente são fixados no alto de paredes ou em cima de determinado apoio.



Figura 18 - Diferentes tamanhos de racks

Fonte: Fibracem

Os racks oferecem estrutura para fixação de vários acessórios auxiliares, como bandejas para apoiar equipamentos que não tem fixação própria, guias de cabos, dissipadores de calor e régua de energia para alimentar os equipamentos. A figura 19 ilustra esses elementos.



Figura 19 - Acessórios para rack

Fonte: Os Autores

4.3.7 TOMADAS DE TELECOMUNICAÇÕES

Tomadas de telecomunicações fornecem interface de conexão para área de trabalho permitindo a conexão de equipamentos finais dos usuários. As tomadas de telecomunicações mais utilizadas são as RJ-45 para conexão de cabo UTP, mas também já existem tomadas para a conexão de fibras ópticas.

As tomadas de telecomunicações devem ser instaladas em toda área utilizável do piso, sendo recomendável que seja disponibilizado uma alta densidade de tomadas de telecomunicações, pois melhora a capacidade do cabeamento de suportar mudanças. Além disso cada tomada deve fornecer identificação fixa que seja visível aos usuários. (NBR14565, 2013)

Além disso a Norma recomenda que as tomadas de telecomunicações sejam instaladas em um local protegido de umidade e poeira, que seja acessível ao usuário e de fácil manuseio.

Outro componente que pode ser utilizado é a tomada de telecomunicação multiusuário (MUTO). A MUTO é basicamente um conjunto de tomadas que pode ser usada para atender a mais de uma área de trabalho (ABNT, 2013). Para a utilização desse componente a norma estabelece algumas regras a serem respeitadas:

- Instalada em área aberta de fácil acesso;
- Atender a no máximo 12 áreas de trabalho;
- Instalada uma distância de no mínimo 15 m do distribuidor de piso;
- O limite máximo do comprimento do cordão na área de trabalho é de 20 m para cabos UTP quando se usa MUTO.

A figura 20 mostra a representação de uma tomada de telecomunicação que é vastamente utilizada em prédios comerciais e residenciais.



Figura 20 - Tomada de Telecomunicação para Cabos UTP RJ-45

Fonte: Oficina dos Bits

5 AMBIENTE DE REDE DO PROJETO

Este tópico contém uma abordagem sobre o ambiente de rede em que a Universidade Federal de Goiás encontra-se inserida, sobre uma análise top-down, ou seja, partindo da rede a nível nacional até chegar à rede local, presente na Escola de Engenharia.

5.1 TOPOLOGIA DA REDE

Antes de chegar propriamente na EMC, a rede advém da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa – RNP – que está representada no Estado de Goiás por um ponto de presença chamado de Pop. Junto a esse ponto de presença, há a rede Metrogyn, criada para unir diversas instituições de pesquisa públicas e privadas existentes na cidade de Goiânia compartilhando recursos e uma rede de alta velocidade para troca de dados. As próximas seções explicarão mais a fundo sobre o backbone desde a rede nacional até atingir a rede da EMC.

5.1.1 RNP

A RNP é uma Organização Social vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia, mantida juntamente com o ministério da educação. Pioneira em 1992 como rede nacional de acesso à internet no Brasil, a RNP tem como principal objetivo promover o desenvolvimento tecnológico e apoiar a pesquisa de tecnologias de informação e comunicação, criando projetos inovadores e qualificando profissionais.

Para isso, fornece às instituições públicas de pesquisa e de ensino superior e tecnológico infraestrutura de rede avançada que viabiliza e facilita a pesquisa em diversas áreas do conhecimento, assim possibilitando a realização de projetos e implementação de políticas públicas.

A RNP está presente em todos os estados brasileiros através de 27 pontos de presença (PoP) que formam a rede acadêmica nacional, a rede Ipê. Trata-se de uma rede nacional de 1522 campi e unidades que estão conectados e trocando grande volume de dados. As organizações componentes da rede Ipê são as principais instituições de educação superior e

produção de conhecimento no Brasil, abrangendo universidades, institutos de pesquisa, hospitais e museus.

Realizam-se a experimentação de redes, testes de arquitetura para internet, engenharia de rede, prototipação e evolução dos serviços de rede. Assim, 27 instituições sediam os Pontos de Presença, que estendem e representam a RNP em cada unidade da federação. Na Universidade Federal de Goiás o PoP está presente dentro da EMC, conforme a figura 21.



Figura 21 - Ponto de Presença da RNP no Estado de Goiás

Fonte: Os Autores

Todos os campi devem possuir acesso à mesma capacidade e qualidade de serviço e por isso a RNP promove o desenvolvimento de parcerias públicas e privadas que viabilizam a evolução da infraestrutura, tecnologia e qualificação. A figura 22 apresenta o *backbone* da Rede Ipê.

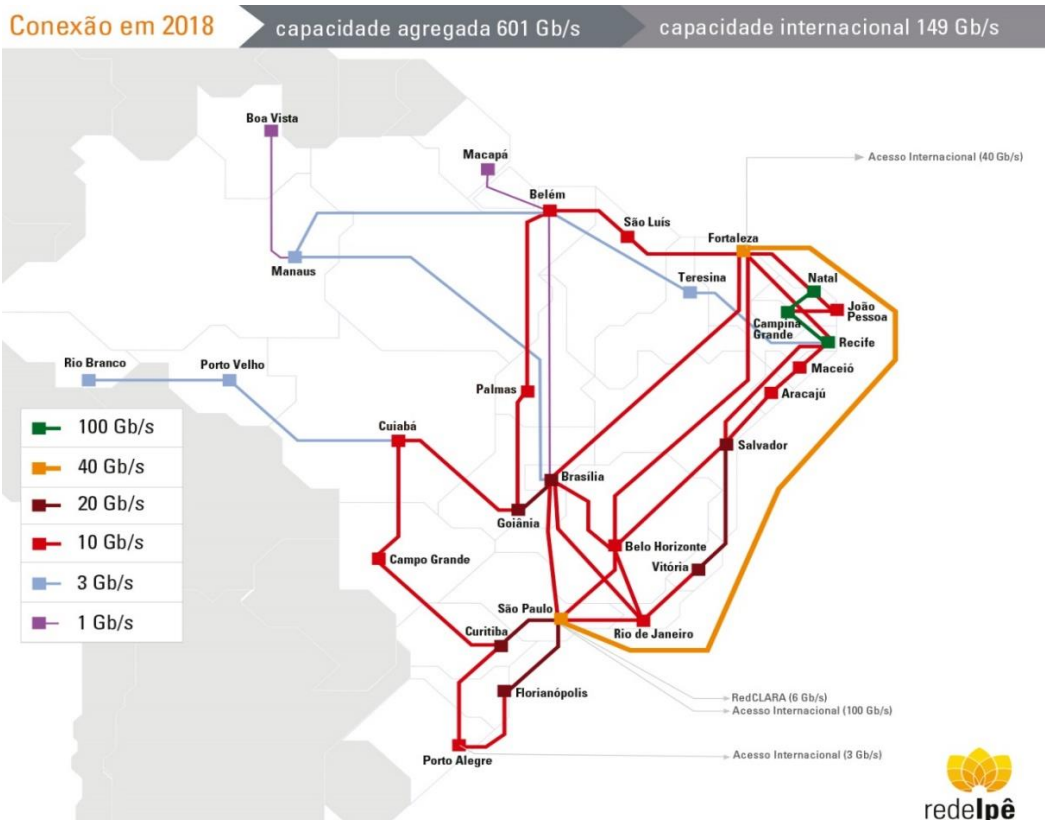


Figura 22 - Backbone da Rede Ipê em 2018

Fonte: (RNP, 2019)

5.1.2 METROGYN

A Rede Comunitária de Educação e Pesquisa de Goiânia – METROGYN foi criada a partir de memorandos assinados entre as instituições participantes, sendo os primeiros assinados no ano de 2005, tendo por objetivo a integração das instituições de pesquisa e educação de Goiânia, assim como a interligação da cidade a nível nacional com a RNP, visando a formação de uma rede metropolitana de alta velocidade na região.

Durante o período de implantação foi estabelecida uma parceria entre a METROGYN e a antiga CELG, hoje ENEL, que disponibilizou seus postes para a instalação de cabos ópticos em troca do direito de uso de dois pares de fibras no backbone da rede.

As cláusulas dos memorandos estabelecem um modelo de prestação de serviços para administração, operação e manutenção da METROGYN. Foi escolhida a Universidade Federal de Goiás como entidade responsável para operação e manutenção da METROGYN. Esta entidade é responsável pela

centralização de convênios de cooperação técnica e contratos de prestação de serviços ligados à administração, operação e manutenção da METROGYN, assumindo inclusive a responsabilidade pelo contrato de manutenção da infraestrutura de fibras ópticas.

A figura 23 mostra o mapa atual da rede METROGYN, juntamente com as instituições participantes. A lista completa de siglas e significados pode ser encontrada no Apêndice C.

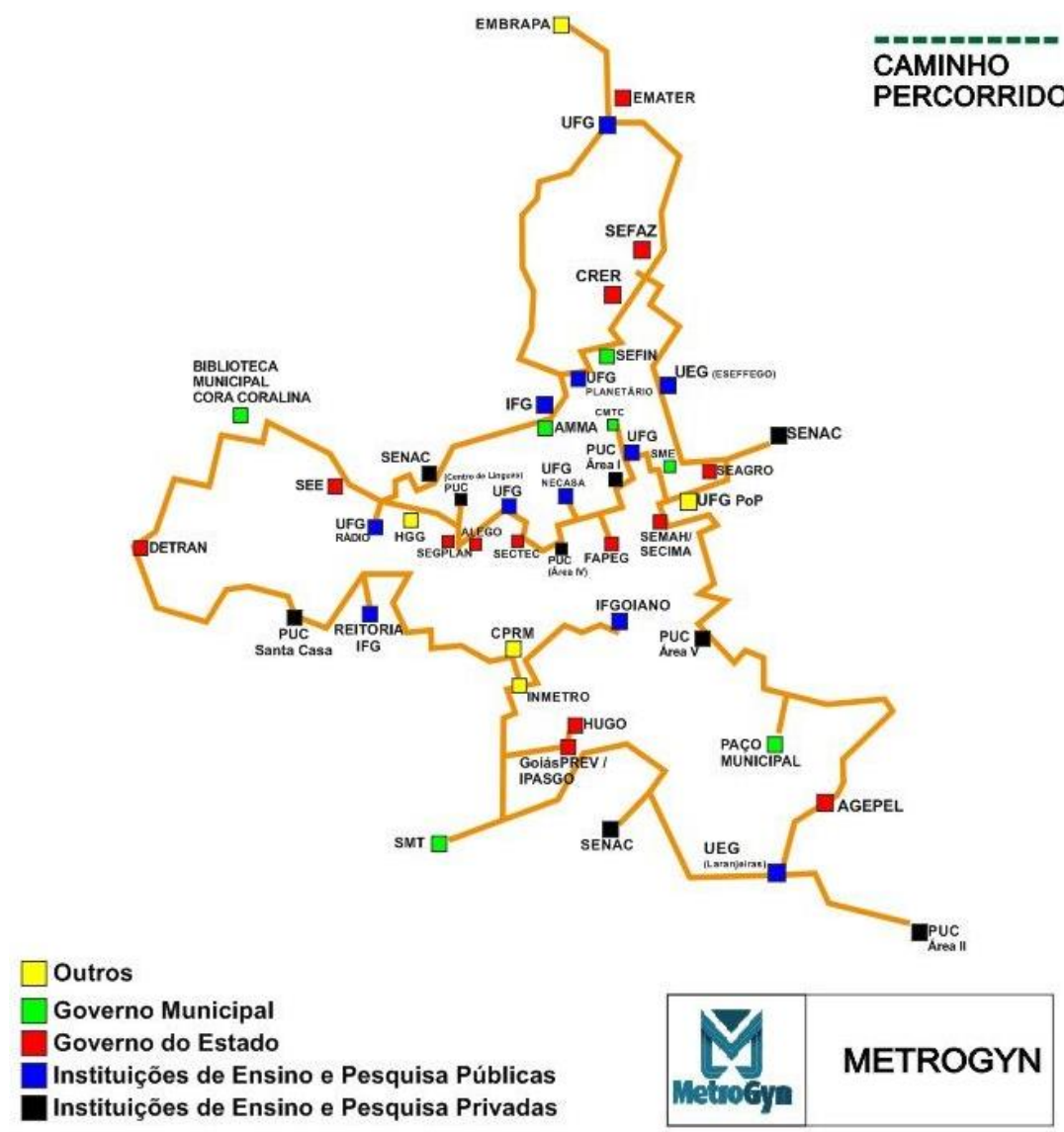


Figura 23 - Rede METROGYN em 2019

Fonte: (METROGYN, 2019)

5.2 REDE INTERNA DA EMC-UFG

A partir do Cercomp, que está localizado dentro da quadra da EMC, partem um par de fibras com link de 1 Gbps que se conectam ao Switch 3COM,

switch óptico principal distribuidor de campus a partir de onde partem os backbones de campus para os blocos da Escola de Engenharia. Especificamente no Centro de Aulas E, o backbone de campus é ligado ao distribuidor de edifício, switch presente na sala de equipamentos localizada no primeiro piso do local em questão. A partir do distribuidor se originam os cabos de backbone de edifício, que distribuem a rede para os três pisos do local citado.

Em cada um dos três pisos tais cabos são conectados ao distribuidor de piso, patch panels a partir dos quais se iniciam o cabeamento horizontal que finalizam nas tomadas de telecomunicações. Já nos outros edifícios onde o backbone de campus é distribuído temos os distribuidores de edifício e de piso combinados conforme figura 8 mostrada no tópico 4.1, pois se trata de locais com apenas um piso, sendo os switches representantes como elementos funcionais. A figura 24 exhibe o distribuidor de campus da Escola de Engenharia.



Figura 24 - Switch 3COM

Fonte: Os Autores

A figura 25 ilustra como é a rede interna da Escola de Engenharia atualmente.



Figura 25 - Rede interna da Escola de Engenharia da UFG

Fonte: Google Earth / Os Autores

Para cada bloco existe um link dedicado de fibra a partir do switch 3COM, excetos os blocos G, H E LABMETRO que utilizam link de fibra providos a partir do bloco F, solução não ideal pois em caso de falha eletrônica ou rompimento de fibra a partir do bloco F, os blocos dependentes perderiam sua conexão.

6 PROJETO DE EXECUÇÃO

A motivação para a realização do projeto de reestruturação do cabeamento da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás se deu através de um estágio realizado por um dos autores do projeto na Gerência de Redes do local citado. Durante o estágio o estudante se deparou com algumas dificuldades e elaborou algumas soluções para os problemas:

- Mal uso do espaço interno referente ao cabeamento e aos elementos de rede. Elementos não pertencentes ao grupo de redes de computadores estavam presentes no Rack e na sala de equipamentos, desorganização do cabeamento de rede e backbone, Fibras ópticas sujeitas a uma tração e esforço excessivo. Como solução optamos pela remoção dos elementos citados, organização do cabeamento e alívio de tração e esforço referentes às fibras ópticas. Como citado na seção 3.3.3 as fibras ópticas são componentes de rede formados por núcleos cilíndricos de vidro, sendo assim frágeis e requerem um manuseio e cuidado especial quanto a tração, flexibilidade e acomodação para garantir o correto desempenho e funcionamento.
- Ausência de padronização do cabeamento de rede. O cabeamento de rede não estava padronizado de acordo com as normas técnicas citadas no tópico 4. Para isso baseamos nosso projeto na norma técnica NBR 14565, que trata sobre projetos de cabeamento estruturado para edifícios comerciais, norma brasileira baseada nas normas internacionais de cabeamento estruturado.
- Dificuldade ou impossibilidade de uma futura expansão de rede. Quase todo o espaço utilizável das portas dos switches e patch panels estavam ocupados. Algumas tomadas de telecomunicação estavam em uso sem serem utilizadas. A ideia era de remover cabos não utilizados dos switches, patch panels e tomadas de telecomunicação.
- Dificuldade de manutenção de rede. O gerente de rede ao ser solicitado quanto a uma realocação de pontos de rede, falha de comunicação ou requisição de serviço demorava muito tempo para identificar o dispositivo ou elemento de rede inoperante, devido a uma

falta de identificação no cabeamento de rede, nos elementos de rede e nas tomadas de telecomunicação. De acordo com o tópico 4.7.14 para manter conexões de rede consistentes medidas devem ser tomadas para assegurar uma fácil localização das terminações de rede, podendo essas medidas incluir o uso de identificadores alfanuméricos e codificação por cores. Cabeamento de categoria diferente deve ser identificado de forma diferente. A solução será de identificar o cabeamento de maneira uniforme quanto a terminação dos cabos, identificação dos patch panels e tomadas de telecomunicações.

- Afim de melhorar o desempenho da rede, trocaríamos alguns cabos de categoria 5 e 5e para de categoria 6. Devido ao comprimento dos cabos e distância dos links a velocidade gigabit já estava operante, mas trocamos alguns cabos visando um desempenho gigabit em caso de futura expansão de rede.
- Ausência de mapeamento de rede. O gerente de rede ao ser informado sobre uma possível queda de conexão ou problema técnico teria que se deslocar ao local em questão para identificar a tomada de telecomunicação referente pois não existe um mapeamento das tomadas de telecomunicação. A solução será de criar plantas baixa das salas contendo o mapeamento das tomadas de telecomunicação com sua correta identificação, visando facilitar o trabalho e diminuir o tempo de manutenção do gerente de rede.

Por motivos de segurança e confidencialidade o local em que a Sala de Equipamentos onde se encontra o Distribuidor de Campus da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás não será revelado. Conforme a NBR 14565 a sala de equipamentos é a área no edifício onde os equipamentos de rede são instalados. Segue na figura 26 a sala em questão e o rack principal onde se encontram os distribuidores e equipamentos de rede:

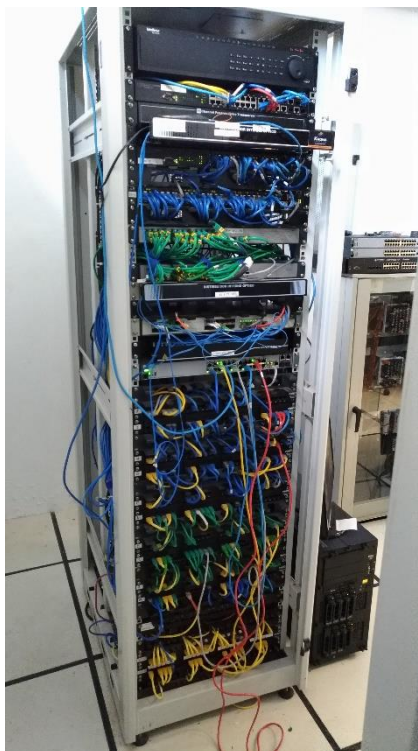


Figura 26 - Rack Principal

Fonte: Os Autores

O cabeamento de rede está catalogado em cinco cores, conforme elucida a tabela 5.

Cabeamento Azul	Rede da Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação
Cabeamento Verde	Rede da Escola de Engenharia Civil e Ambiental
Cabeamento Cinza	Interconexão entre equipamentos de rede
Cabeamento Vermelho	Rede Eduroam
Cabeamento Amarelo	Telefonia

Tabela 5 - Cores dos patch cords são usadas para separar partes da rede

Fonte: Os Autores

Assim, o planejamento do rack após a execução do projeto teria a seguinte estrutura:

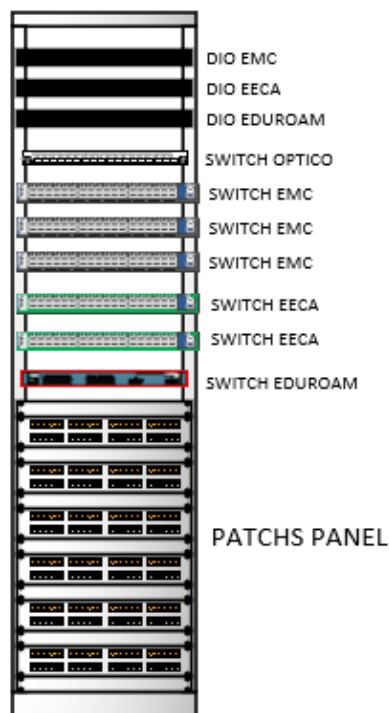


Figura 27 - Distribuição dos equipamentos no rack

Fonte: Os Autores

Juntamente com o gerente de redes da Escola de Engenharia foi debatido um possível dia para a execução do projeto, o qual exigiria que a rede fosse interrompida para reorganização do cabeamento de rede e equipamentos. Foi escolhido o dia 6 de março de 2019, feriado de quarta-feira de cinzas, conveniente por haver um menor fluxo de estudantes e servidores na universidade, e assim, não interromper as atividades acadêmicas que necessitam de rede.

Durante a execução do projeto foram tomados alguns cuidados como:

- Verificação de VLANs. Foi verificado se as portas dos switches estavam na mesma VLAN ou não. Uma VLAN corresponde a uma rede local virtual logicamente independente, ou seja, é uma divisão de uma rede física em mais de uma rede virtual com domínios de broadcast separados. Caso as portas do switch estivessem a mesma VLAN não preocuparíamos com a correta posição do patch panel em que aquela porta corresponderia, caso contrário era necessário a correta identificação do cabo para posterior ajuste porta-patch panel.

- Verificação de portas dos switches. Algumas portas dos switches estavam queimadas, precisando de uma substituição de porta que estivesse na mesma VLAN da inicial.
- Execução rápida. Por se tratar de um rack que contém equipamentos centralizadores da rede da Escola de Engenharia, o serviço de telefonia e rede não poderia ficar inativo por muito tempo para não atrapalhar as atividades de servidores e estudantes. A realização da identificação no cabeamento seria em uma data posterior à execução.
- Correto manuseio das fibras ópticas. Conforme o tópico 4.3.3, as fibras ópticas são componentes de rede frágeis por serem feitas de vidro, necessitando de um cuidado especial no seu manuseio. A fim de evitar danos nesses componentes primeiramente foi removido o cabeamento UTP para aliviar o sobrepeso e tração nas fibras ópticas.

Após a execução do projeto, o rack principal apresentou a seguinte forma:



Figura 28 - Rack Centralizador com a porta fechada e aberta

Fonte: Os Autores

Segundo a NBR 14565 as fibras ópticas por serem componentes de rede formados por núcleos cilíndrico são frágeis, necessitando de cuidado especial quanto ao manejo, acomodação e flexibilidade. Sendo assim o alívio de tração e sobrepeso garantiu durabilidade, facilidade de manutenção e

prevenção de rompimento. Conforme observado na figura 26 o switch 3COM que se encontrava posicionado no meio do rack, sujeitando as fibras à sobrepeso e torção, foi realocado para a parte superior do rack garantindo a segurança e alívio de esforços nas fibras ópticas.

O cabeamento que estava excedendo os limites do rack foi reorganizado para que este pudesse ser fechado evitando o acúmulo de sujeira. O apoio dos equipamentos foi recuado em alguns centímetros também com esse mesmo objetivo. A sujeira em contato com a propagação luminosa das fibras ópticas dificulta sua passagem, afetando assim o desempenho. Com a organização do cabeamento no projeto melhoraremos o uso do espaço interno e manteremos o rack fechado.

Para cada espaço entre ativos e passivos de rede presente no rack é necessário de um espaço suficiente para mobilidade e tração do cabeamento e também para manter a temperatura entre -10° e 60° conforme especificado na NBR 14565 e no tópico 3.7.11 do presente documento, o que não notamos na configuração atual. No projeto a correta reordenação dos equipamentos garantiu o que foi descrito anteriormente.

Visualizando a figura 26 podemos notar que na parte superior do rack se encontra um DVR (Digital Video Recover), que é um dispositivo eletrônico responsável pelo armazenamento e gerenciamento de imagens de circuito interno, não sendo portanto um equipamento de rede e não estando em seu local correto. Foi retirado tal elemento do rack, com o objetivo de aumentar o espaço disponível para elementos de rede.

Conforme podemos notar o cabeamento não está identificado, dificultando assim o trabalho do administrador de rede. De acordo com a NBR 14565 para manter conexões de rede consistentes medidas devem ser tomadas para assegurar uma fácil localização das terminações de rede, podendo essas medidas incluir o uso de identificadores alfanuméricos e codificação por cores. Cabeamento de categoria diferente deve ser identificado de forma diferente. Dessa forma foi identificado de maneira uniforme os cabos de rede, patch panels e tomadas de telecomunicações, diferenciando apenas cabos de categoria diferente.

Visando agilidade e rapidez no serviço de manutenção de rede foram elaboradas plantas baixas das salas do bloco A da EMC, disponível no apêndice A. Com isso o administrador de rede pode consultar de forma fácil e agilizar o processo de realocação de pontos em caso de manutenção de rede.

Visando melhoria de desempenho foram trocados alguns cabos de categoria 5 e 5e para cabos de categoria 6, que estavam novos e disponíveis na sala de gerência de rede. Devido às distâncias de enlace, o link na velocidade gigabit já estava operante, mas optamos por trocá-los para garantir o mesmo link em caso de futura expansão de rede.



Figura 29 - Identificação dos patch cords

Fonte: Os Autores

O rack possui dez patch panels de 24 portas cada, nomeados de A a J. Cada patch cord foi identificado conforme sua categoria – letra X para Cat5e e Y para Cat6 – seguido do patch panel e número da porta correspondente.

Foi medida a temperatura de operação dos equipamentos de rede registrando 36.9° C, temperatura registrada através de uma câmera térmica, estando em normalidade com a NBR 14565 que especifica temperatura de operação entre -10° C e 60 ° C. O projeto ajudou na redução da temperatura dos componentes de rede pois possibilitou através da reorganização dos espaços entre equipamentos um maior fluxo de ar.



Figura 30 - Registro de temperatura através de câmera térmica

Fonte: Os Autores

7 CONCLUSÃO

Durante a última década foi crescente e notória a evolução tecnológica e dos meios de comunicação. O aumento do processamento digital de informações juntamente com a comunicação virtual necessitou o avanço das redes de computadores, exigindo concomitantemente um progresso na infraestrutura de cabeamento adequado.

O objetivo principal do projeto era uma adequação do cabeamento de rede de acordo com Normas de cabeamento estruturado. Como o número de estudantes e servidores na universidade evolui de maneira indefinida, assim como futuros projetos de obras de expansão na universidade, o projeto atendeu as expectativas de possibilidade de ampliação de infraestrutura de forma segura e padronizada.

Com a melhoria no uso do espaço interno e utilização de cabos com categoria superior uma futura expansão de rede pode ocorrer de maneira segura e eficaz, utilizando o mesmo número de equipamentos de rede, contribuindo assim para a redução de custos da universidade.

Os resultados obtidos confirmaram todos os objetivos elucidados no tópico 1.1 foram concluídos com segurança e eficiência.

Considerando à contínua evolução dos projetos de rede da universidade temos como sugestão a utilização de patch panels gerenciáveis, que permite uma maior facilidade de gerenciamento, assim como a utilização de cabeamento de categorias superiores, visando possibilitar o contínuo fluxo de dados em alta velocidade em enlaces de rede maiores.

O correto respeito das instruções e manuseio fornecidas pelas normas de cabeamento estruturado garantirá uma futura redução de custos, garantia de segurança, prevenção de falha humana e melhoria de desempenho conforme se almeja nos futuros anos. Projetos futuros desenvolvidos por alunos e servidores podem surgir a partir deste.

REFERÊNCIAS

Impacta Tecnologia. (2014). Cabeamento estruturado.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14565**: cabeamento estruturado para edifícios comerciais e data centers. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16415**: Caminhos e espaços para cabeamento estruturado. Rio de Janeiro, 2015.

AGUIRRETI. (2013). Conectores de Fibra ótica. Disponível em planoVoo: <<http://planovoo.blogspot.com/2013/08/conectores-de-fibra-otica.html>> Acesso em Abril de 2019.

ALVES, M. G. (Novembro de 2008). Uma história de persistência. UFG Afirmativa, 39. Disponível em: <https://www.ufg.br/up/1/o/revista2_low.pdf> Acesso em Abril de 2019.

Cables Solution. (s.d.). Soluções de Cabeamento de Fibra Óptica. Disponível em Cables Solution: <<http://www.cables-solutions.com/difference-between-straight-through-and-crossover-cable.html>> Acesso em 12 de Abril de 2019.

Cisco. (s.d.). Roteador Cisco ASR 1009-X. Disponível em Cisco: <<https://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/asr-1009-x-router/index.html>> Acesso em 08 de Abril de 2018.

COELHO, P. E. (2003). Projetos de Redes Locais com Cabeamento Estruturado. Belo Horizonte: Instituto Online.

dimiks. (s.d.). Módulo reprogramável GBIC transceptor óptico GBIC. Disponível em dimiks: <<https://dimiks.com/en/transceivers/gbic>> Acesso em 15 de Abril de 2018.

Eletrônica Castro. (s.d.). CABO COAXIAL DE ANTENA RG6 90% MALHA. Disponível em Eletrônica Castro: <<https://www.eletronicacastro.com.br/cabos/10035-cabo-coaxial-de-antena-rg06-90-malha-0000000010035.html>> Acesso em 19 de Abril de 2019.

Eltron Solutions. (s.d.). Sabe o que é um Rack de rede? Disponível em Eltron Solutions: <<http://www.eltronsolutions.com.br/noticias/24022015/>> Acesso em 14 de Abril de 2019.

FOROUZAN, B. A. (2006). Comunicação de dados e redes de computadores (3ª ed.). Porto Alegre: Bookman.

FRANCISCATTO, R. (2014). Redes de Computadores. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; Colégio Agrícola de Frederico Westephalen.

FURUKAWA. (2009). Apostila de Curso de Certificação, MF 105, FCP Master. Curitiba: Furukawa.

Furukawa Eletric. (s.d.). PONTO DE CONSOLIDAÇÃO. Disponível em furukawalatam: <<https://www.furukawalatam.com/pt-br/catalogo-de-produtos-detalhes/ponto-de-consolidacao-24-posicoes-expansivel>> Acesso em 07 de Junho de 2019.

Google. (2019). Maps. Disponível em Google Maps: <<https://goo.gl/maps/AdFsVaMwPHVGY8m26>> Acesso em 17 de Março de 2019.

informática SHOP. (s.d.). ACCESS POINT DUAL BAND - CISCO - AIR-CAP2602I-T-K9. Disponível em informática SHOP: <<https://www.informaticashop.com.br/access-point-dual-band-cisco-air-cap2602i-t-k9.html>> Acesso em 8 de Abril de 2019.

Informatica&Cia. (s.d.). Disponível em Informatica&Cia: <<http://www.informaticaecia.com.br/adaptador-feasso-rj45-internet-para-usb-fur-01-azul-p3528>> Acesso em 07 de Abril de 2019.

intelbras. (s.d.). Switch Gerenciável 24 portas PoE Gigabit Ethernet com 4 Mini-GBIC. Disponível em intelbras: <<http://www.intelbras.com.br/empresarial/redes-opticas-e-cabeadas/switches/gerenciaveis/sg-2404-poe>> Acesso em 15 de Abril de 2019.

KUROSE, J. F. (2013). Redes de computadores e a internet: uma abordagem top-down (6ª ed.). São Paulo: Pearson Education do Brasil

LEROY MERLIN. (s.d.). Identificador para Cabos "6" Azul MHG2/5 Hellermann. Disponível em LEROY MERLIN: <https://www.leroymerlin.com.br/identificador-para-cabos-6-azul-mhg2-5-hellermann_89202876> Acesso em 06 de 06 de 2019.

MARIN, P. S. (2009). Cabeamento Estruturado - desvendando cada passo: do projeto a instalação (3ª ed.). São Paulo: Érica.

MetroGyn. (2017). História. Disponível em Metrogyn: <<https://metrogin.ufg.br/p/18737-historia>> Acesso em 02 de 06 de 2019.

Mutilaser. (s.d.). Adaptador Wireless Multilaser High Power 150Mbps Antena 3Dbi - RE034. Disponível em LojaMutilaser: <<https://www.lojamutilaser.com.br/adaptador-wireless-multilaser-high-power-150mbps-antena-3dbi-re034/p>> Acesso em 08 de Abril de 2018.

Net Computadores. (s.d.). ES3528M Switch Edge-Core ES3528M L2/L4 - 24x 10/100Mb. Disponível em Net Computadores: <<https://netcomputadores.com.br/p/es3528m-switch-edgecore-es3528m-l2-l4/4431>> Acesso em abril de 07 de 2019.

NetAlarmes. (s.d.). DVR Stand Alone Gravador Digital de Vídeo 16 Canais VD 3116 Intelbras. Disponível em NetAlarmes: <<https://www.netalarmes.com.br/dvr-stand-alone-gravador-digital-de-video-16-canais-vd-3116-intelbras->>> Acesso em 09 de Abril de 2018.

NETO, V. S., Silva, A. d., & Júnior, M. B. (1999). Telecomunicações-Redes de Alta Velocidade- Cabeamento Estruturado (5ª ed.). São Paulo: Érica.

Oficina dos Bits. (s.d.). Placa de Rede Wireless D-Link DWA-520 108G - PCI. Disponível em Oficina dos Bits: <https://www.oficinasdosbits.com.br/produto5575/d-link_placa_de_rede_wirelessd.html> Acesso em 7 de Abril de 2019.

Oliveira, L. F. (s.d.). O que é um Sistema de Cabeamento Estruturado. Disponível em World connections: <<http://www.worldconnections.com.br/oquee.htm>> Acesso em 06 de Abril de 2019.

Pinto, P. (2010). Redes – Sabe o que é uma VLAN? Disponível em pplware: <<https://pplware.sapo.pt/tutoriais/networking/redes-sabe-o-que-uma-vlan/>> Acesso em 18 de Março de 2019

PROMETEC. (s.d.). Etiquetas para fios e cabos. Disponível em PROMETEC: <<https://www.promtec.com.br/produto/etiquetas-para-fios-e-cabos/>> Acesso em 25 de 06 de 2019.

Rede Nacional de Pesquisa. (30 de 05 de 2018). Rede Ipê. Disponível em Rede Nacional de Pesquisa - RNP: <<https://www.rnp.br/servicos/conectividade/rede-ipe>> Acesso em 5 de Junho de 2019.

RNP. (s.d.). O que fazemos. Disponível em REDE NACIONAL DE PESQUISA: <<https://www.rnp.br/institucional/que-fazemos>> Acesso em 02 de maio 2019.

RNP. (s.d.). Rede Nacional de Ensino e Pesquisa. Fonte: <https://www.rnp.br/sites/default/files/media/bkb_ipe_site_maio_2018_0.jpg> Acesso em 04 de junho de 2019.

Scocco, M. A. (2016). Cabos Ópticos Geleados, Secos ou Totalmente Secos? Disponível em Photton: <<http://www.photton.com.br/cabos-opticos-geleados-secos-ou-totalmente-secos/>> Acesso em 09 Abril de 2019.

SOARES, L. F. (1995). Redes de computadores: das LANs, MANs e WANs às redes ATM (2ª ed.). Rio de Janeiro: Campus.

SOUSA, L. B. (1999). Redes de Computadores: Dados, Voz e Imagem (8ª ed.). São Paulo: Érica.

TANENBAUM, A. S. (2011). Redes de Computadores (5ª ed.). São Paulo: Pearson Education do Brasil.

Telesystem Sul. (2015). O que é o patch panel? Disponível em Telesystem: <<http://www.telesystemsul.com.br/2015/06/patch-panel/>> Acesso em 12 de Abril de 2019.

TELESYSTEM SUL. (2018). Distribuidor interno e Distribuidor geral (DIO e DGO) ópticos. Disponível em Telesystem: <<http://www.telesystemsul.com.br/2018/01/dio-distribuidor-interno-optico/>> Acesso em 13 de Abril de 2018.

TORRES, G. (2001). Redes de Computadores Curso Completo. Rio de Janeiro: Axcel Books do Brasil.

TRUNG, L. C. (s.d.). The cisco certified network associate Curicul. Acesso em 22 de Abril de 2018, disponível em Slideplayer: <http://slideplayer.com/slide/7632604/>

UnderTI. (2015). Entendendo melhor os diferentes tipos de servidor. Acesso em 02 de Junho de 2018, disponível em UnderTI: <https://www.undertti.com.br/entendendo-melhor-os-diferentes-tipos-de-servidor/>

Roteador Wireless N 300Mbps TL-2R830N. Disponível em: <<https://www.tp-link.com/br/home-networking/wifi-router/tl-wr840n/>> Acesso em 24 de junho de 2019.

Switch Aruba 2930M 48G 1 slot. Disponível em: <<https://www.hpe.com/br/pt/product-catalog/networking/networking-switches/pip.aruba-2930m-48g-1-slot-switch.1009875168.html>> Acesso em 24 de junho de 2019.

Conversor de Mídia WDM 10/100Mbps. Disponível em: <<https://www.tp-link.com/br/business-networking/accessory/mc111cs/>> Acesso em 24 de junho de 2019.

APÊNDICE A – PLANTAS DO BLOCO A

A seguir temos as plantas das salas do Bloco A, com seus respectivos pontos de telecomunicações identificados mostradas nas figuras 31 até 34.

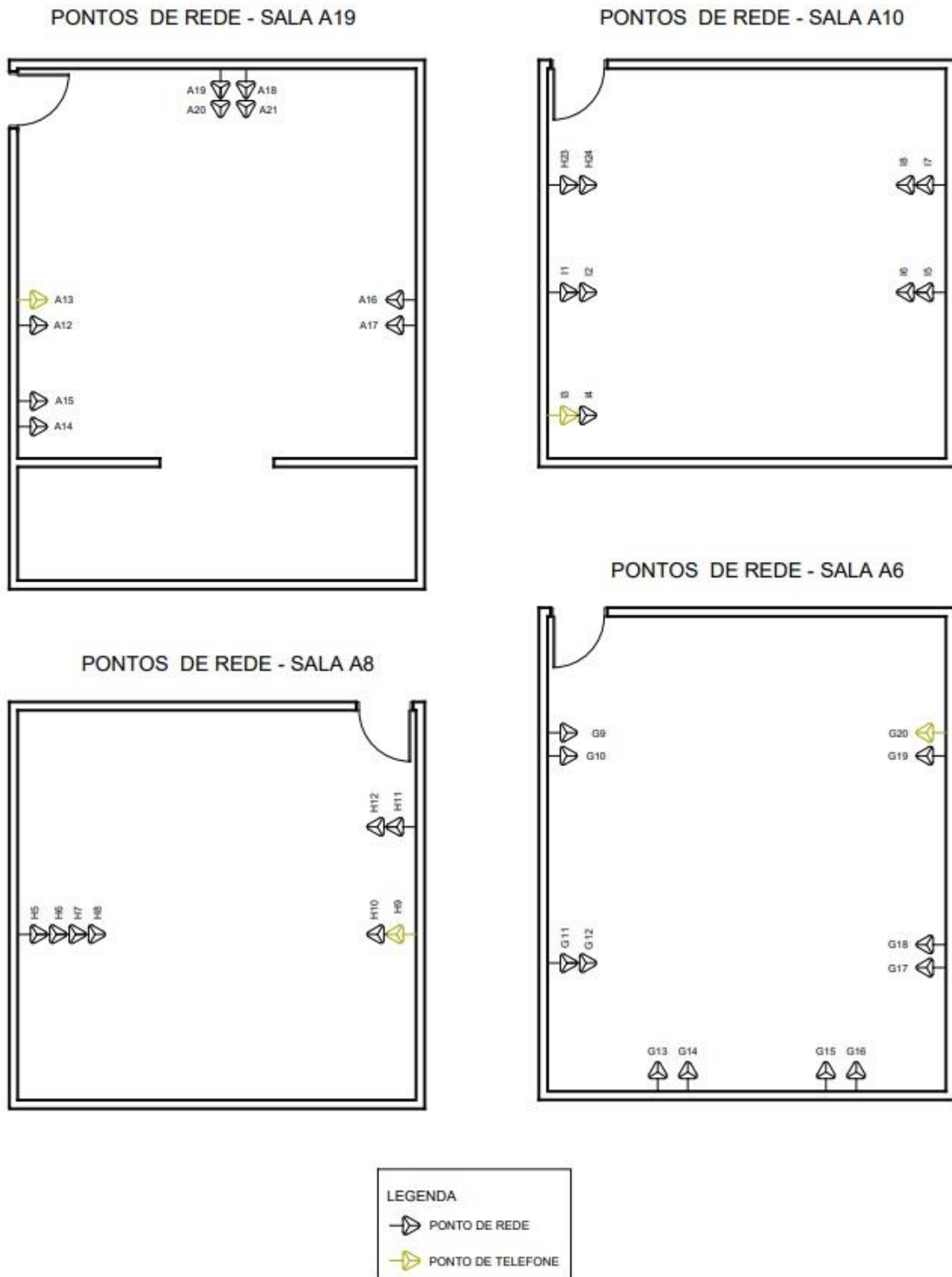


Figura 31 - Planta Baixa das Salas do Bloco A

Fonte: Os Autores

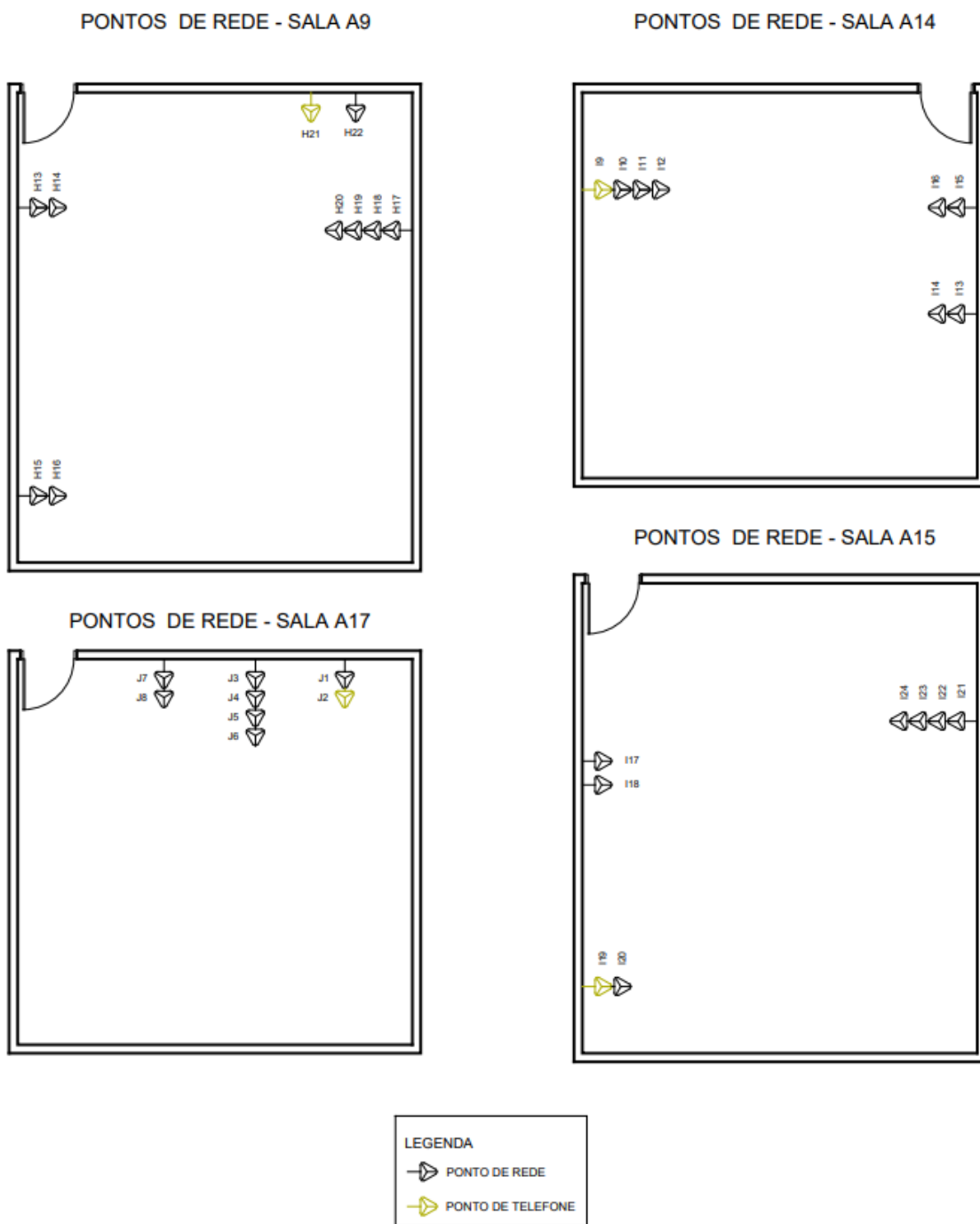


Figura 32 - Planta Baixa das Salas do Bloco A

Fonte: Os Autores

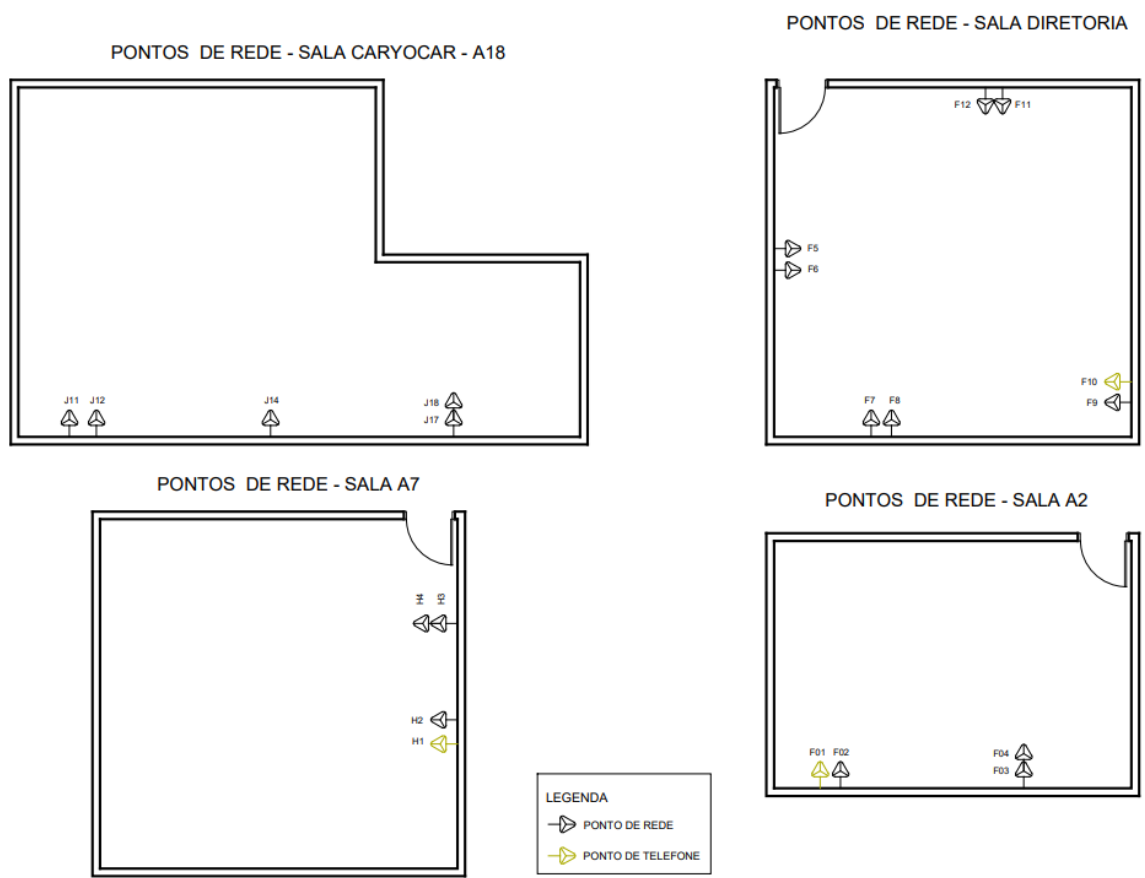


Figura 33 - Planta Baixa das Salas do Bloco A
Fonte: Os Autores

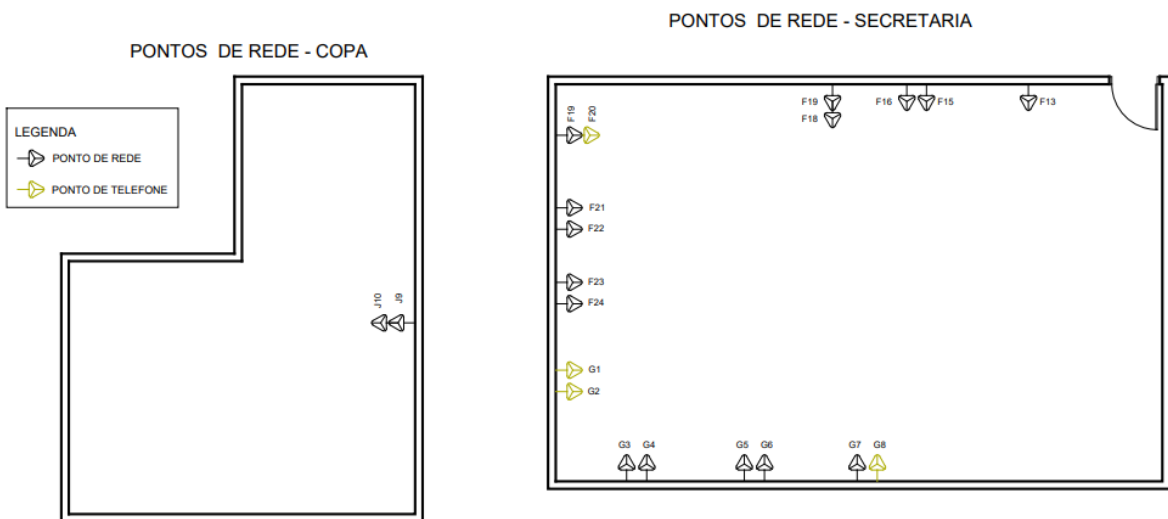


Figura 34 - Planta Baixa das Salas do Bloco A
Fonte: Os Autores

APÊNDICE B – TABELA COM AS CATEGORIAS DE CABOS UTP

Nome	Padrão	Largura de banda	Aplicações	Notas
Cat.1		0.4 MHz	Telefonia e linhas de modem	Não é descrita nas recomendações da EIA/TIA. Obsoleto ^[3]
Cat.2		4 MHz	Sistemas legados, IBM 3270	Não é descrita nas recomendações da EIA/TIA. Obsoleto. ^[3]
Cat.3	UTP	16 MHz	10BASE-T e 100BASE-T4 Ethernet	Descrito na EIA/TIA-568. Não recomendado para taxas maiores que 16 Mbit/s. Cabos de telefonia.
Cat.4	UTP	20 MHz	16 Mbit/s Token Ring	Obsoleto.
Cat.5	UTP	100 MHz	100BASE-TX & 1000BASE-T Ethernet	Totalmente substituído pelo 5e.
Cat.5e	UTP	125 MHz	100BASE-TX & 1000BASE-T Ethernet	Melhoria da Cat5.
Cat.6	UTP	250 MHz	1000BASE-TX & 10GBASE-T Ethernet	
Cat.6a	U/FTP, F/UTP	500 MHz	10GBASE-TX Ethernet	Adiciona blindagem. ISO/IEC 11801:2002.
Cat.7	F/FTP, S/FTP	600 MHz	Telefonia, CCTV, 1000BASE-TX no mesmo cabo. 10GBASE-T Ethernet.	Cabo blindado. ISO/IEC 11801 2nd Ed.
Cat.7a	F/FTP, S/FTP	1000 MHz	Telefonia, CATV, 1000BASE-TX no mesmo cabo. 10GBASE-T Ethernet.	Usa os 4 pares. ISO/IEC 11801 2nd Ed. Am. 2.
Cat.8.1	U/FTP, F/UTP	1600-2000 MHz	Telefonia, CATV, 1000BASE-TX no mesmo cabo. 40GBASE-T Ethernet.	Em desenvolvimento.
Cat.8.2	F/FTP, S/FTP	1600-2000 MHz	Telefonia, CATV, 1000BASE-TX no mesmo cabo. 40GBASE-T Ethernet.	Em desenvolvimento.

Tabela 6 - Categorias de cabo UTP

Fonte: Wikipedia

APÊNDICE C – LISTA DE PARTICIPANTES DA REDE METROGYN

A tabela 7 apresenta todas as instituições participantes da rede Metrogyn que foram citadas na figura 23.

Sigla	Nome da Instituição
ACCG	<i>Associação de Combate ao Câncer em Goiás</i>
CELG/ENEL	<i>Antiga Companhia Energética de Goiás, hoje ENEL</i>
CPRM	<i>Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais</i>
EMBRAPA	<i>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária</i>
GOVERNO	<i>Governo do Estado de Goiás</i>
IFGoiano	<i>Instituto Federal Goiano</i>
IFG	<i>Instituto Federal de Educação Tecnológica de Goiás</i>
INMETRO	<i>Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial</i>
Pop-GO	<i>Ponto de Presença da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa em Goiás</i>
PREFEITURA/SEDETEC	<i>Prefeitura Municipal de Goiânia</i>
PUC	<i>Pontifícia Universidade Católica de Goiás</i>
RNP	<i>Rede Nacional de Ensino e Pesquisa</i>
SENAC-GO	<i>Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial - Goiás</i>
UEG	<i>Universidade Estadual de Goiás</i>
UFG	<i>Universidade Federal de Goiás</i>

Tabela 7 - Instituições participantes da rede Metrogyn

Fonte: Os Autores

APÊNDICE D – FOTOS DO RACK ANTES DA EXECUÇÃO DO PROJETO

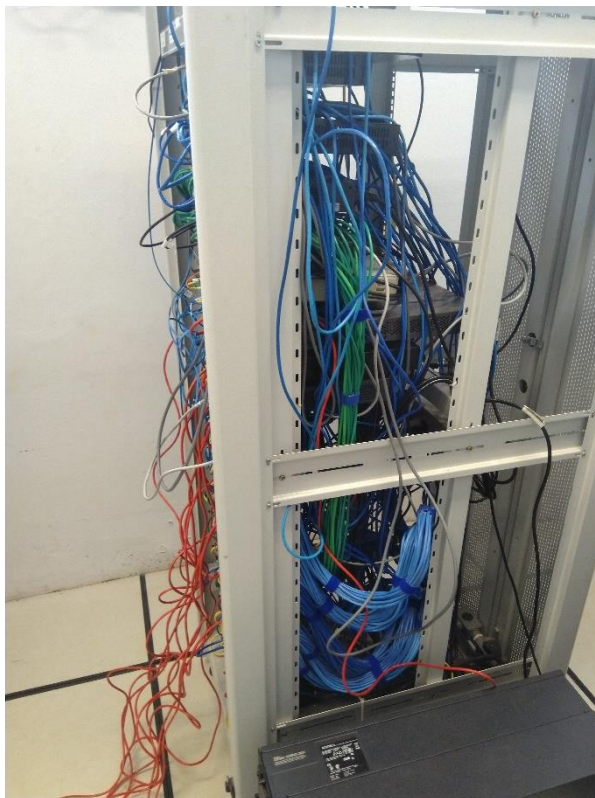


Figura 35 - Rack sem portas e com cabos totalmente desordenados
Fonte: Os Autores

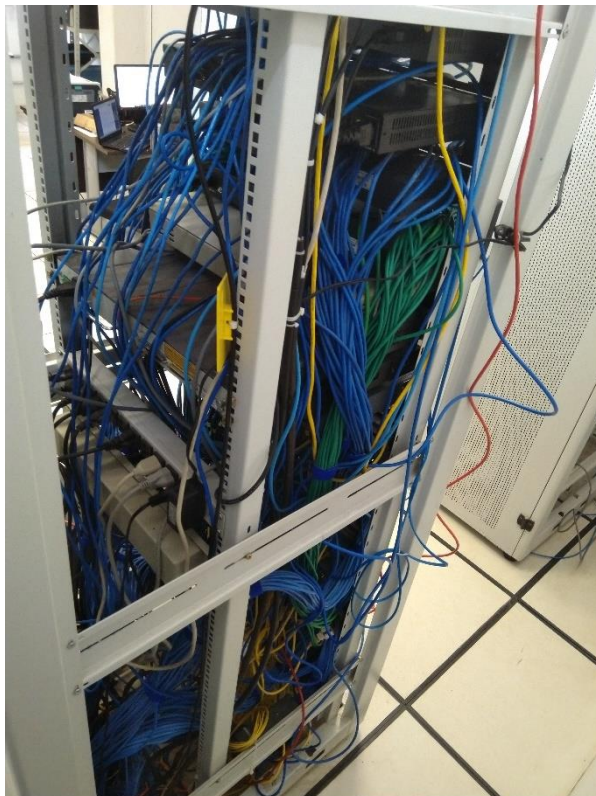


Figura 36 - Parte traseira do rack
Fonte: Os Autores

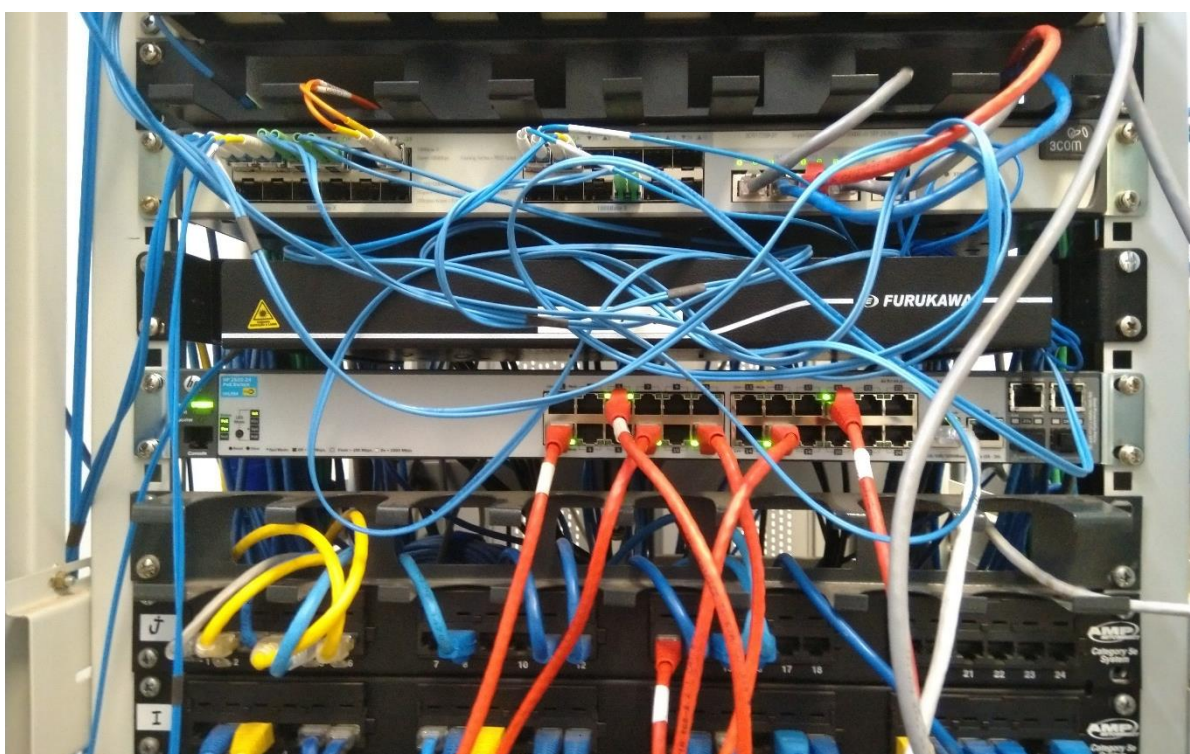


Figura 37 - Fibras ópticas sem a devida acomodação
Fonte: Os Autores



Figura 38 - Espaço liberado após a remoção do DVR
Fonte: Os Autores



Figura 39 - Tomada de telecomunicações sem identificação
Fonte: Os Autores

APÊNDICE E – FOTOS DO RACK APÓS A EXECUÇÃO DO PROJETO



Figura 40 - Parte traseira do rack após a reorganização dos equipamentos e cabeamento
Fonte: Os Autores



Figura 41 - Identificação de tomadas de telecomunicação
Fonte: Os Autores



Figura 42 - Cabos organizados aumentaram o espaço livre e facilitaram a identificação visual

Fonte: Os Autores