

SÉRIE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO - *HARDWARE*

# CABEAMENTO ESTRUTURADO







*Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria*

**SÉRIE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO - *HARDWARE***

# **CABEAMENTO ESTRUTURADO**



## **CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI**

*Robson Braga de Andrade*  
Presidente

## **DIRETORIA DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA**

*Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti*  
Diretor de Educação e Tecnologia

## **SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL – SENAI**

### **Conselho Nacional**

*Robson Braga de Andrade*  
Presidente

### **SENAI – Departamento Nacional**

*Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti*  
Diretor-Geral

*Gustavo Leal Sales Filho*  
Diretor de Operações



*Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria*

SÉRIE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO - HARDWARE

# CABEAMENTO ESTRUTURADO



© 2012. SENAI – Departamento Nacional

© 2012. SENAI – Departamento Regional de Santa Catarina

A reprodução total ou parcial desta publicação por quaisquer meios, seja eletrônico, mecânico, fotocópia, de gravação ou outros, somente será permitida com prévia autorização, por escrito, do SENAI.

Esta publicação foi elaborada pela equipe do Núcleo de Educação a Distância do SENAI de Santa Catarina, com a coordenação do SENAI Departamento Nacional, para ser utilizada por todos os Departamentos Regionais do SENAI nos cursos presenciais e a distância.

### **SENAI Departamento Nacional**

Unidade de Educação Profissional e Tecnológica – UNIEP

### **SENAI Departamento Regional de Santa Catarina**

Núcleo de Educação – NED

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

---

S491c

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional. Cabeamento estruturado / Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Nacional, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Regional de Santa Catarina. Brasília : SENAI/DN, 2012.  
168 p. il. (Série Tecnologia da informação - Hardware).

ISBN

1. Desenho técnico. 2. Arquitetura de computadores. 3. Cabos de telecomunicação. 4. Cabos de fibra ótica. I. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Departamento Regional de Santa Catarina. II. Título. III. Série.

CDU: 004.728.1

---

## **SENAI**

## **Sede**

Serviço Nacional de  
Aprendizagem Industrial  
Departamento Nacional

Setor Bancário Norte • Quadra 1 • Bloco C • Edifício Roberto  
Simonsen • 70040-903 • Brasília – DF • Tel.: (0xx61) 3317-  
9001 Fax: (0xx61) 3317-9190 • <http://www.senai.br>

# Lista de Ilustrações

---

Figura 1 - Modelo Elétrico Cabo UTP .....	26
Figura 2 - Ruído.....	28
Figura 3 - Fontes de Ruído EMI.....	29
Figura 4 - Efeito Pelicular .....	31
Figura 5 - Retorno de parte do sinal devido ao descasamento de impedância.....	32
Figura 6 - Atenuação.....	33
Figura 7 - Cabo TP .....	36
Figura 8 - Plug RJ45 macho e Jack Modular RJ45 fêmea .....	38
Figura 9 - Cabo Coaxial .....	39
Figura 10 - Conectores BNC (Esq.), F (Centro) e N (Dir.) .....	39
Figura 11 - Cabo UTP categoria 5E.....	42
Figura 12 - Cabo UTP Rígido Cat 6 com separado.....	43
Figura 13 - Cabo UTP Flexível Cat 6 para manobra.....	43
Figura 14 - Cabo TP Categoria 7 .....	45
Figura 15 - Marcação do Cabo quanto à flamabilidade .....	46
Figura 16 - Sistema de cabeamento estruturado.....	50
Figura 17 - <i>Cross-Connect</i> ou Conexão Cruzada .....	51
Figura 18 - Interconexão.....	52
Figura 19 - Tomada e adaptador.....	54
Figura 20 - Padrões de Conectorização.....	54
Figura 21 - Conexão com MUTO.....	56
Figura 22 - Muto .....	56
Figura 23 - Ponto de Consolidação (CP).....	57
Figura 24 - Distâncias cabeamento horizontal.....	59
Figura 25 - Canaleta .....	60
Figura 26 - Eletrocalhas.....	62
Figura 27 - Leito de Cabo .....	63
Figura 28 - Malha de Piso .....	64
Figura 29 - Sistema de Canais para Piso Elevado.....	65
Figura 30 - Malha de distribuição de teto .....	66
Figura 31 - Subsistema de cabeamento <i>Backbone</i> .....	67
Figura 32 - <i>Backbone</i> de edifício e Campus.....	68
Figura 33 - Dutos de conexão.....	69
Figura 34 - Exemplo Sala de Telecomunicações .....	71
Figura 35 - <i>Rack</i> Fechado (esquerda), <i>Rack</i> Aberto (direita) .....	72
Figura 36 - Infraestrutura de entrada.....	75
Figura 37 - <i>Racks</i> em linha.....	78
Figura 38 - Estrutura do <i>Rack</i> rede com <i>Rack</i> Servidor.....	79
Figura 39 - Estrutura de Datacenters .....	79
Figura 40 - Abrangência da administração .....	82
Figura 41 - Conexão armário/sala .....	85
Figura 42 - Conexão armário/armário .....	86

Figura 43 - Alicate de crimpar (esquerda) e <i>Punch down tool patch panel</i> (direita).....	89
Figura 44 - Decapador e 13 mm de cabo decapado .....	90
Figura 45 - Acomodação dos condutores .....	90
Figura 46 - Inserção dos condutores.....	91
Figura 47 - Capa protetora e conexão finalizada .....	91
Figura 48 - Conexão correta e conexão incorreta .....	92
Figura 49 - Decapando 2cm .....	93
Figura 50 - Posicionando os fios padrão 568 A .....	94
Figura 51 - Crimpagem Incorreta .....	94
Figura 52 - Crimpagem Correta .....	94
Figura 53 - Crimpagem RJ45.....	95
Figura 54 - Bloco 110 IDC .....	95
Figura 55 - Condutores no bloco IDC.....	97
Figura 56 - Inserção dos Condutores no Bloco.....	97
Figura 57 - Inserindo o Bloco de conexão .....	98
Figura 58 - Decapando 5cm .....	98
Figura 59 - Condutores no <i>Patch Panel</i> .....	99
Figura 60 - Inserção com <i>push down</i> .....	99
Figura 61 - <i>Patch panel</i> sem guia de cabo.....	100
Figura 62 - <i>Patch Panel</i> com guia de cabos.....	100
Figura 63 - Organização dos cabos no <i>rack</i> .....	101
Figura 64 - Testador de cabos .....	102
Figura 65 - Modelos de Scanner Certificador (Marcas <i>Fluke</i> e <i>Hp</i> ) .....	103
Figura 66 - Mapa de fios .....	106
Figura 67 - Perda por Inserção.....	107
Figura 68 - Diafonia .....	108
Figura 69 - Circuito Interno de Faróis de um Veículo .....	109
Figura 70 - Atraso de Propagação ( <i>Delay Skew</i> ) .....	110
Figura 71 - Constituição das fibras.....	116
Figura 72 - Modos de propagação do sinal .....	117
Figura 73 - Comprimento da Onda.....	119
Figura 74 - Fibra monomodo.....	120
Figura 75 - Fibra índice degrau .....	121
Figura 76 - Fibra Índice Gradual.....	121
Figura 77 - Cabo Tubo <i>Loose</i> .....	122
Figura 78 - Cabo tipo <i>Tight</i> .....	123
Figura 79 - Cabo <i>Groove</i> .....	123
Figura 80 - Cabo <i>Ribbon</i> .....	124
Figura 81 - Irradiação a LED (esquerda) e Irradiação a <i>Laser-ILD</i> (direita) .....	125
Figura 82 - Conectores Ópticos ST e SC .....	125
Figura 83 - Conector Óptico.....	126
Figura 84 - Distribuidor Óptico .....	127
Figura 85 - Decapagem Fibra.....	128
Figura 86 - Limpeza da Fibra.....	128



Figura 87 - Clivagem da Fibra .....	129
Figura 88 - Dispositivo de Emenda Mecânica.....	130
Figura 89 - Emenda por Conectorização .....	130
Figura 90 - Proteção da Fibra após Fusão.....	132
Figura 91 - Tomada e Plugue de 10 A .....	136
Figura 92 - Barra de Vinculação.....	139
Figura 93 - Sistema de Aterramento de Telecomunicações .....	139
Figura 94 - Esquema Aterramento da Blindagem .....	140
Figura 95 - <i>Cross-connect</i> ou Conexão cruzada.....	143
Figura 96 - Padrões de Cores.....	143
Figura 97 - Esquema conexão central à rede interna.....	144
Figura 98 - Conexão de um par do cabo - 25 pares no primeiro ramal da central telefônica .....	144
Figura 99 - Pares de telefone.....	145
Figura 100 - Conexão condutores do cabo - 25 pares no par 01 do <i>patch panel</i> .....	146
Figura 101 - <i>Patch cord</i> .....	146
Figura 102 - Cabo Liso conector RJ 11.....	147
Figura 103 - Condutores no bloco IDC .....	148
Figura 104 - Inserindo os conectores no bloco IDC.....	149
Figura 105 - Inserindo o bloco de conexão .....	149
Figura 106 - <i>Patch Cord</i> IDC RJ 45 um par .....	150
Figura 107 - Perspectiva isométrica .....	150
Figura 108 - Linhas de centro .....	151
Figura 109 - Elementos de Cotagem .....	152
 Quadro 1 - Matriz curricular.....	 14
Quadro 2 - Distorções sistemáticas.....	26
Quadro 3 - Distorções aleatórias.....	27
Quadro 4 - Padrão de cores .....	55
Quadro 5 - Subsistema dos Datacenters.....	76
Quadro 6 - Quadro de cores e aplicações.....	87
Quadro 7 - Quadro de pares e cores.....	96
Quadro 8 - Quadro de pares e cores.....	148
 Tabela 1 - Penetração de frequências em condutores metálicos .....	 31
Tabela 2 - Relação Cabos TP com taxa de transmissão .....	41
Tabela 3 - Taxa de ocupação de eletroduto .....	61
Tabela 4 - Taxa de ocupação de eletrocalhas .....	62
Tabela 5 - Tabela das distâncias.....	68
Tabela 6 - Dimensões Sala de Telecomunicações .....	70
Tabela 7 - Dimensionamento sala de equipamento .....	73
Tabela 8 - Dimensões de Parede .....	75
Tabela 9 - Atenuação.....	118
Tabela 10 - Largura de Banda.....	121



1 Introdução.....	13
2 Normas e Conceitos de Cabeamento Estruturado .....	17
2.1 Normalização .....	18
2.1.1 Norma de cabeamento brasileira NBR 14565:2007 .....	21
2.2 Conceitos.....	24
2.3 Cabos para telecomunicações.....	25
2.3.1 Perturbações dos canais de comunicação.....	26
2.4 Interferências Eletromagnéticas .....	28
2.5 Parâmetros elétricos.....	30
3 Cabos Metálicos e suas Categorias.....	35
3.1 Cabos metálicos.....	36
3.2 Categorias de cabeamentos metálico .....	41
3.2.1 Categorias 5E.....	42
3.2.2 Categoria 6 .....	42
3.2.3 Categoria 6a.....	44
4 Desvendando os Sistemas de Cabeamento.....	49
4.1 Sistemas de cabeamento estruturado.....	50
4.2 Subsistemas do cabeamento estruturado .....	52
4.2.1 Área de trabalho .....	53
4.2.2 Cabeamento horizontal ou secundário .....	57
4.2.3 Cabeamento vertical ou primário.....	66
4.2.4 Sala ou armário de telecomunicação .....	69
4.2.5 Sala de equipamentos.....	73
4.2.6 Entrada de facilidades .....	74
4.3 Cabeamento para datacenters .....	76
4.3.1 Administração dos datacenters.....	78
5 Executando, Administrando e Certificando o Cabeamento.....	81
5.1 Administração .....	82
5.1.1 Identificação por código .....	83
5.1.2 Identificação por cores.....	87
5.2 Técnicas e práticas de instalação para cabos UTP .....	88
5.2.1 Conectorização dos cabos.....	89
5.2.2 Conectorização tomada modular 8 vias ( <i>Jack</i> ) ou RJ45 fêmea .....	90
5.2.3 Tomadas de telecomunicação.....	92
5.2.4 Conectorização RJ 45 macho.....	93
5.2.5 Conectorização Bloco 110 IDC .....	95
5.2.6 Conectorização <i>Patch Panel</i> .....	98
5.2.7 Organização dos cabos no <i>rack</i> .....	101

5.3 Certificação.....	102
5.3.1 Testador de cabos.....	102
5.3.2 Qualificador de cabos.....	103
5.3.3 Certificador de cabos.....	103
5.3.4 Parâmetro de testes de cabeamento de par trançado.....	105
5.3.5 Testes de cabeamento óptico.....	111
6 Cabos e Conexões Ópticas .....	115
6.1 Fibra óptica.....	116
6.1.1 Constituição das fibras.....	116
6.1.2 Tipos de cabos.....	122
6.1.3 Fontes de luz .....	124
6.1.4 Conectores ópticos.....	125
6.1.5 Acessórios ópticos .....	126
6.1.6 Emendas ópticas .....	127
7 Energizando, Telefonando e Desenhando.....	135
7.1 Instalações elétricas.....	136
7.1.1 Proteção elétrica.....	137
7.2 Aterramento.....	138
7.2.1 Como aterrar a blindagem .....	140
7.3 Telefonia.....	141
7.3.1 Voip ( <i>voice over internet protocol</i> ) e telefonia ip.....	142
7.3.2 Telefonia convencional (analógica) .....	142
7.4 Desenho técnico.....	150
7.4.1 Cotagem .....	151
7.4.2 Escalas .....	152
7.4.3 Representação gráfica de projetos (cortes).....	153
7.4.4 <i>Software</i> para representação gráfica .....	153
Referências.....	157
Índice .....	161
Minicurriculo dos Autores .....	165







As redes locais LAN - *Local Area Network* - vêm crescendo consideravelmente nos últimos tempos - cerca de 20 anos de avanço tecnológico nas áreas de telecomunicações em redes. As tecnologias LANs são redes cuja área de abrangência é pequena e evoluíram rapidamente de um estágio experimental à disponibilidade comercial, assim como, as velocidades nas transmissões que passaram de megabits por segundo (MB/s) a milhões de megabits por segundo em um curto espaço de tempo. Vale ressaltar que há 10 anos as velocidades nas transmissões em redes locais passou de 100MB/s (*Fastethernet*) a 10Gb/s (i).

As razões para este crescimento estão classificadas em dois pontos: a tecnologia de cabeamento e a tecnologia de produtos (*software* e *hardware*) para redes de computadores.

Um cabeamento estruturado não está resumido em apenas cabo metálico e conexão. Neste livro didático, você irá conhecer vários outros assuntos que fazem parte do cabeamento: as interferências eletromagnéticas; os subsistemas de um cabeamento; o sistema de aterramento elétrico; a transmissão do sinal através da luz (fibras); as escalas e cotas; e os datacenters.

A seguir, segue a matriz curricular com a unidade curricular que veremos neste curso.

### Técnico Redes de Computadores

MÓDULOS	DENOMINAÇÃO	UNIDADES CURRICULARES	CARGA HORÁRIA	CARGA HORÁRIA DO MÓDULO
Básico	Básico	• Eletroeletrônica Aplicada	60h	340h
		• Montagem e Manutenção de Computadores	160h	
		• Ferramentas para Documentação Técnica	120h	
Específico I	Ativos de Rede	• Cabeamento Estruturado	108h	464h
		• Arquitetura de Redes	80h	
		• Comutação de Rede Local	120h	
		• Interconexão de Redes PR	96h	
		• Gerenciamento e Monitoramento de Rede	60h	
Específico II	Servidores de Rede	• Servidores de Rede	120h	396h
		• Serviços de Rede	120h	
		• Serviços de Convergência	60h	
		• Segurança de Redes	96h	

Quadro 1 - Matriz curricular  
Fonte: SENAI DN

Agora, você é convidado a trilhar os caminhos do conhecimento. Faça deste processo um momento de construção de novos saberes, em que teoria e prática devem estar alinhadas para o seu desenvolvimento profissional.

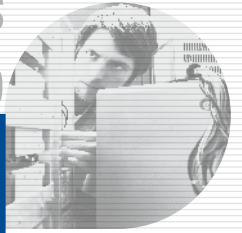
Bons estudos!



Anotações:



# Normas e Conceitos de Cabeamento Estruturado



## 2

Neste capítulo, serão apresentados conceitos sobre as normas vigentes de cabeamento estruturado, dando maior ênfase às normas ANSI/TIA/EIA 568B e ABNT NBR 14565:2007. Nesta parte do livro, você estudará conceitos comuns no dia a dia do cabeamento estruturado, além de conhecer os cabos para telecomunicação, os conceitos de interferências eletromagnéticas e as implicações que tais interferências proporcionam a um cabeamento estruturado.

E ao final deste estudo, você será capaz de:

- a) compreender a importância das normas, em especial a norma de cabeamento estruturado;
- b) identificar os tipos de cabeamento;
- c) compreender o que são perturbações que afetam os sistemas de comunicação;
- d) reconhecer as fontes de interferência eletromagnética.

## <sup>1</sup> NORMALIZAÇÃO

São passos a serem seguidos para realização de um projeto.

## <sup>2</sup> PADRONIZAÇÃO

São documentos de especificações técnicas

### 2.1 NORMALIZAÇÃO

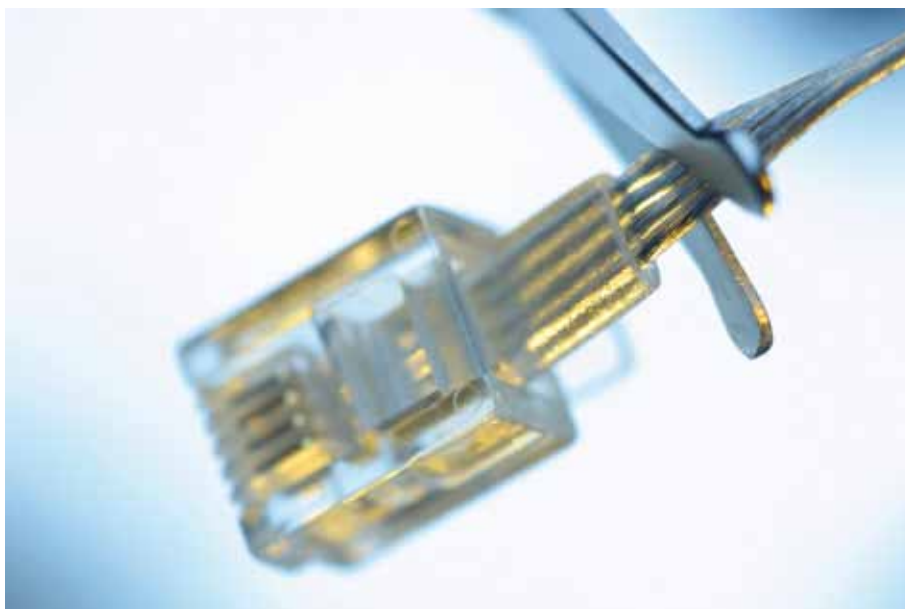
Você já imaginou como os produtos seriam fabricados se cada fabricante produzisse o seu produto seguindo a sua própria regra de construção? Foi pensando nesta situação que as normas surgiram, com o objetivo de gerar padrões de fabricação e aplicação dos produtos e serviços. A normalização<sup>1</sup> facilita as etapas de produção, reduzindo o crescimento desordenado de procedimentos e produtos.



#### FIQUE ALERTA

Um produto que não possui um padrão para a sua construção pode vir a causar sérios problemas no futuro.

A norma que deu início à padronização de fios e cabos para os sistemas de telecomunicações em edifícios comerciais surgiu em meados de 1991, por meio de um órgão responsável pela padronização dos sistemas, o EIA/TIA (*Electronic Industries Association/Telecommunications Industry Association*), que posteriormente, recebeu o nome de ANSI/EIA/TIA-568, tendo como meta principal desenvolver, planejar e fixar padrões para os sistemas de cabeação, não importando o fabricante, e sim a forma como o produto será executado ou construído.



Os sistemas de telecomunicações em edifícios comerciais eram projetados subestimando os serviços que viriam a ser operados dentro deles. Eram diversos os padrões de cabos utilizados para a demanda de uma instalação, não havendo coordenação entre os fabricantes dos materiais.

Dessa forma, as normas de cabeamento foram definidas por instituições nacionais e internacionais, e são independentes dos fabricantes dos materiais, servindo como referência para os próprios fabricantes.

Reconhecendo a necessidade de padronizar<sup>2</sup> o sistema de cabeamento estruturado, diversos profissionais, fabricantes, consultores e usuários reuniram-se sob a orientação de organizações como: ISO/IEC, TIA/EIA, CSA, ANSI, BICSI, ABNT, entre outras, para desenvolver normas que garantissem a implementação do que seria o melhor conceito em cabeamento estruturado.

Para dar continuidade ao trabalho da norma Americana ANSI/EIA/TIA-568, foram produzidos diversos outros documentos e atualizações, conforme você pode verificar a seguir:

- a) **ANSI/TIA/EIA-568** - norma que iniciou a padronização de cabeamento de telecomunicações em edifícios comerciais, 1991;
- b) **ANSI/TIA/EIA-568A** - essa norma é uma revisão do padrão de cabeamento de telecomunicações em edifícios comerciais, 1995;
- c) **TIA/EIA TSB67** - norma responsável por especificar o desempenho de transmissão para teste em sistemas de cabeamento par trançado;
- d) **TIA/EIA TSB72** - norma responsável pela padronização do cabeamento centralizado de fibra óptica;
- e) **TIA/EIA TSB75** - essa norma é responsável pelas práticas em cabeamento horizontal, em escritórios abertos;
- f) **TIA/EIA TSB95** - essa norma tem como papel fundamental, a orientação de desempenho em transmissões de cabo Cat5 quatro pares 100ohms;
- g) **ANSI/TIA/EIA-568-A-1** - norma que especifica o atraso de propagação para os cabos de quatro pares, 100ohms;
- h) **ANSI/TIA/EIA-568-A-2** - revisão da norma ANSI/TIA/EIA-568-A-1;
- i) **ANSI/TIA/EIA-568-A-3** - revisão da norma ANSI/TIA/EIA-568-A-1, com acréscimos;
- j) **ANSI/TIA/EIA-568-A-4** - essa norma possui requisitos e métodos para teste de perda de Paradiáfonia, ou seja, interferência provocada em um par adjacente nos cabos de manobra (*patch Cord*) par trançado não blindados;

### <sup>3</sup> ADMINISTRAÇÃO

Método com etiquetas para identificação do cabeamento.

### <sup>4</sup> TELECOMUNICAÇÕES

São transmissões ou recepções realizadas através de fio.

- k) **ANSI/TIA/EIA-568-A-5** - essa norma tem como papel fundamental, a orientação de desempenho em transmissões de cabo Cat5e quatro pares 100 ohms.



iStockphoto ([20-?])



**SAIBA  
MAIS**

Quer conhecer as normas Brasileiras? Acesse o site: <<http://www.abntcatalogo.com.br>>, lá você encontra a norma que precisa, além de conhecer a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

A mais recente norma publicada pela TIA é a ANSI/TIA/EIA 568-B padrão. É uma revisão do ANSI/TIA/EIA 568-A, que foi publicada em 1995. Este padrão é publicado como um documento de três partes:

- a) **ANSI/TIA/EIA 568-B.1** - O projeto discute requisitos gerais. Fornece informações no que diz respeito ao planejamento, instalação e verificação em sistemas de cabeamento estruturado de edifícios comerciais. Estabelece também o desempenho de parâmetros para sistemas de cabeamento, tais como, canais e links permanentes. Uma das principais mudanças neste documento é que ele só reconhece os cabos de categoria 5e (ou superior categoria).

b) **ANSI/TIA/EIA 568-B.2** - Esta norma especifica cabeamentos, componentes e requisitos de transmissão de um sistema de cabeamento.

c) **ANSI/TIA/EIA 568-B.3** - Discute componentes de fibra óptica. Esta norma especifica os componentes e transmissão de requisitos para sistemas de cabeamento de fibra óptica.

Desde então, todas as evoluções tiveram como referência a 568B evoluída e aprimorada pelas normas relacionadas a seguir:

a) **ANSI/TIA/EIA-569** - Padrão de Construção Comercial para Caminhos de telecomunicações e Espaços (outubro 1990);

b) **ANSI/TIA/EIA-569A** - Padrão de Construção Comercial para Caminhos de Telecomunicações e Espaços (fevereiro de 1998);

c) **ANSI/TIA/EIA-570** - Residenciais e Comerciais Leves Telecomunicações Fiação Padrão (junho de 1991);

d) **ANSI/TIA/EIA-570A** - Residenciais e Comerciais Leves Telecomunicações Fiação Padrão (outubro de 1999);

e) **TIA/EIA-606** - A Administração<sup>3</sup> Padrão para as Telecomunicações Infra-estrutura de Comercial Edifícios (fevereiro de 1993);

f) **ANSI/EIA/TIA-607** - Aterramento Edifício Comercial e Requisitos para a ligação de Telecomunicações (agosto de 1994).

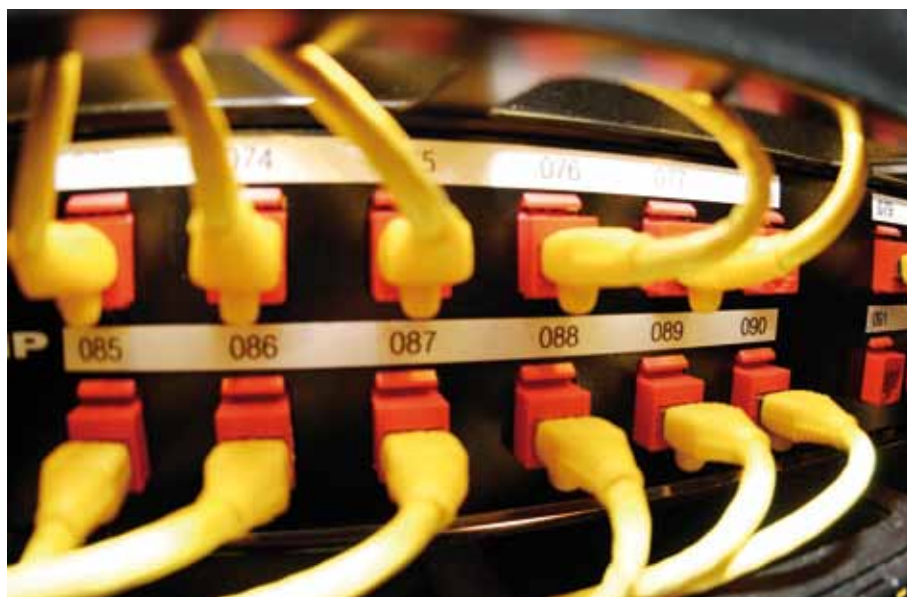


#### VOCÊ SABIA?

Que a ISO/IEC 11801 é um padrão internacional de sistemas de cabeamento estruturado, que teve sua primeira publicação em 1995? Desde sua publicação ocorreram duas atualizações: a primeira em 1999 e, no ano seguinte, surgiu a 2ª edição 2000 que foi Baseada na ANSI/TIA/EIA-568.

### 2.1.1 NORMA DE CABEAMENTO BRASILEIRA NBR 14565:2007

A ABNT NBR 14565 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-03), pela Comissão de Estudo de Cabeamento de Telecomunicações<sup>4</sup> (CE-03:046.05). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 02.05.2006, com número de Projeto ABNT NBR 14565.



Baseada na ISO/IEC 11801:2002, esta é a segunda edição da norma Brasileira de Cabeamento Estruturado, que cancela e substitui a versão anterior (ABNT NBR 14565:2002).

Até o momento, o Brasil utilizava as normas internacionais para suas atividades de cabeamento. Ocorre que, com a crescente demanda de sistemas de telecomunicações instalados, a ABNT decidiu formar um comitê para desenvolver uma norma de cabeamento estruturado nacional, norma esta que teve como fundamento a ANSI/TIA/EIA-568A, e que deu origem, em agosto de 2000, à ABNT/NBR 14565. Esta prevê procedimentos básicos para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para rede interna estruturada.



#### **VOCÊ SABIA?**

Que a ABNT NBR 14565:2007, Norma Brasileira de Cabeamento Estruturado, veio para substituir a ABNT NBR 14565:2002?

No entanto, a NBR 14565 era considerada por muitos profissionais como uma norma superficial, por não retratar a realidade do mercado. Dessa forma, a ABNT reuniu o Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações - COBEL, tornando-o responsável pela revisão e desenvolvimento da norma de cabeamento estruturado em edifícios comerciais. Assim, surgiu a NBR 14.565:2007, que passou a ter como base as normas ditadas pela ISO/IEC.

Nesse cenário, é possível considerar que hoje o Brasil tem uma norma de cabeamento abrangente e também similar nos conteúdos, em comparação às nor-



mas internacionais. Não diferente, esse estudo está centrado nas normas citadas anteriormente, e assim, inicia-se o detalhamento de cada um dos principais elementos que compõem um sistema de cabeamento estruturado, levando à você as melhores práticas de instalação, visando uma execução segura e padronizada.

Acompanhe a seguir, uma situação que aconteceu em uma agência bancária no estado de Santa Catarina.



## CASOS E RELATOS

### A importância dos Padrões

O caso aconteceu na Caixa Econômica Federal de SC, na Agência de Ituporanga. Uma determinada empresa foi contratada para a troca do sistema de cabeamento estruturado, bem como a infraestrutura de rede elétrica da agência.

O trabalho transcorreu sem problemas e foi concluído dentro do prazo determinado pelo setor de engenharia da CEF. Ao finalizar o serviço, a empresa informa que todos os testes foram dados como “ok”.

Sendo assim, foram instalados todos os computadores de usuários, servidores e outros equipamentos de rede. Porém, no momento que foram ligados, nenhum equipamento conectou-se à rede da CEF. Foram analisados vários problemas nos equipamentos, nos cabos de manobra, e nada foi verificado.

Passado algum tempo, alguém teve a brilhante ideia de verificar as tomadas de telecomunicação, e para surpresa de todos, foi verificado que não havia nenhuma padronização nas tomadas.



<sup>5</sup> INFRAESTRUTURA

São os elementos de uma estrutura.

Nesse estudo que você acabou de realizar, pôde perceber a importância da normatização, por gerar padrões que devem ser adequados a produtos e serviços. Viu que a norma que deu início a padronização de fios e cabos para os sistemas de telecomunicações em edifícios comerciais surgiu em meados de 1991, nos EUA, além de conhecer as principais normas nacionais e internacionais. Nas páginas a seguir, você conhecerá os principais conceitos de cabeamento estruturado.

## 2.2 CONCEITOS

O cabeamento estruturado pode ser conceituado como sendo uma disciplina, que tem por objetivo principal a orientação das boas práticas de instalação das conexões e dos meios de transmissão entre as redes de computadores, e deverá possuir uma infraestrutura<sup>5</sup> que suporte as mais diversas aplicações. É possível citar como exemplo, a tomada de telecomunicação, que atende tanto ao computador quanto um aparelho telefônico IP.



### SAIBA MAIS

Você, por muitas vezes, irá se deparar com os termos: ativos e passivos de rede. Os ativos de rede recebem este nome por serem as partes energizadas da rede e responsáveis pela transmissão dos dados na rede. Já os passivos, ao contrário, não são energizados, e sim, complementos dos ativos, como cabos e outros acessórios.

Um sistema de cabeamento estruturado pode ser projetado e instalado sem que haja necessidade de se conhecer as posições de trabalho e os serviços que serão utilizados em cada posição. É importante saber que o espaço necessário para que uma pessoa possa realizar suas atividades é denominado de área de trabalho, e seu tamanho mínimo é de 10m<sup>2</sup>.



### VOCÊ SABIA?

O cabeamento estruturado é responsável por 75% dos problemas de rede nos edifícios comerciais.



Photos.com ([20-?])

Outro conceito importante de um sistema de cabeamento estruturado são as tomadas de telecomunicações, que estão presentes nas áreas de trabalho. Elas têm a finalidade de conectar o equipamento do usuário ao sistema de cabeamento, e podem ser utilizadas por qualquer serviço de telecomunicações. Em um sistema como este, os pontos de voz e de dados são chamados de pontos de serviços de telecomunicações. O termo telecomunicações não faz referência apenas aos sinais de voz e dados, mas também de vídeos, sensores, alarmes e outros, ou seja, de sistemas que utilizem sinais de baixa voltagem.

Nesta parte do conteúdo, você conheceu os principais conceitos de cabeamento estruturado no âmbito das telecomunicações, cujo objetivo principal é o de orientar as boas práticas de instalação das conexões e meios de transmissão entre redes de computadores. Estes conceitos serão importantes para a compreensão do assunto que você conhecerá nas próximas páginas: os tipos de cabos utilizados em redes de telecomunicações.

## 2.3 CABOS PARA TELECOMUNICAÇÕES

Nas redes de telecomunicação é possível classificar basicamente dois tipos de cabos para transmissão de dados: os cabos metálicos e os cabos ópticos. Mas, antes de iniciar o estudo sobre cabos para telecomunicação, é necessário compreender as perturbações que afetam os cabos de telecomunicação.

Você sabe como são modeladas as linhas de transmissão?

<sup>6</sup> ATENUAÇÃO

Perda da potencia do sinal.

<sup>7</sup> CANAL

Caminho no qual podem trafegar dados.

<sup>8</sup> LINEAR

Traçado por linhas.

<sup>9</sup> AMPLITUDE

É a altura de um sinal, pode ser positiva ou negativa.

As linhas ou canais de transmissão são modelados por meio dos próprios parâmetros de rede distribuídos, como por exemplo: resistência, indutância, capacitância e condutância por unidade de comprimento. A associação destes parâmetros produz as características conhecidas como: atenuação<sup>6</sup>, banda passante, corrente máxima, resistências ao ruído, interferências, etc. Veja na figura a seguir, uma demonstração dos canais de transmissão.

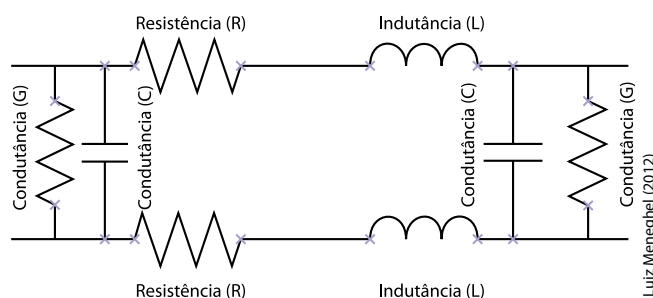


Figura 1 - Modelo Elétrico Cabo UTP

### 2.3.1 PERTURBAÇÕES DOS CANAIS DE COMUNICAÇÃO

Essas perturbações são caracterizadas de duas maneiras: as sistemáticas e as aleatórias. A seguir, você verá o que acontece em cada uma dessas situações.

#### DISTORÇÕES SISTEMÁTICAS

Sempre que é enviada qualquer informação ou dado a um canal<sup>7</sup>, seja ele qual for, ocorre uma distorção ou modificação do sinal.

<b>DISTORÇÕES SISTEMÁTICAS</b>	<b>DE RETARDO</b> São atrasos na frequência de um sinal, estes atrasos chegam a causar deformação do sinal transmitido.
	<b>DE ATENUAÇÃO</b> São deformações da perda de potência do sinal, causadas por cabos, filtros, etc.
	<b>HARMÔNICA</b> Conhecida também como uma distorção não linear <sup>8</sup> , este tipo de deformação do sinal é causado quando o sinal passa etapas de amplificação.
	<b>CARACTERÍSTICA</b> Este tipo de distorção é causado pelo distanciamento dos pulsos, uma das possíveis causas é a largura de banda.
	<b>DE POLARIZAÇÃO</b> É caracterizado pelo alongamento e encurtamento dos pulsos.

## DISTORÇÕES ALEATÓRIAS

É toda e qualquer perturbação que ocorre em um canal, aleatoriamente e sem previsão.

DISTORÇÕES ALEATÓRIAS	<b>RUÍDO</b> São distúrbios elétricos que ocorrem, ocasionalmente, em uma transmissão, existem dois tipos de ruídos: os térmicos e os impulsivos. O primeiro é causado pela agitação dos elétrons e o segundo ocorre devido a surtos de corrente elétrica. Sinal digital original, depois um ruído térmico é o efeito da soma do ruído com o sinal.
	<b>DIAFONIA</b> Quando você está ao telefone e ouve a voz de uma terceira pessoa, que não faz parte de sua conversa, muitos chamam de linha cruzada. Mas, na verdade, isto ocorre pelo fato de um par de fios causar interferência em outro par, também chamada de <i>crosstalk</i> .
	<b>ECO</b> Eco, como muitos sabem, é quando ouvimos nossa própria voz. Nos sinais elétricos, este fenômeno é a reflexão do sinal ou de parte do sinal transmitido ao longo do meio.
	<b>AGITAÇÃO DE FASE ou Phase Jitter</b> São instabilidades da frequência do sinal, em sua passagem pelo valor zero.
	<b>PHASE HIT</b> São alterações que acontecem subitamente no estado de um sinal.
	<b>GAIN HIT</b> São alterações que acontecem no sinal, em sua amplitude <sup>9</sup> .
	<b>DROP-OUT</b> É a perda do sinal em um tempo muito curto, suas causas são: ruído ou alguma deformação na propagação do sinal.

Quadro 3 - Distorções aleatórias

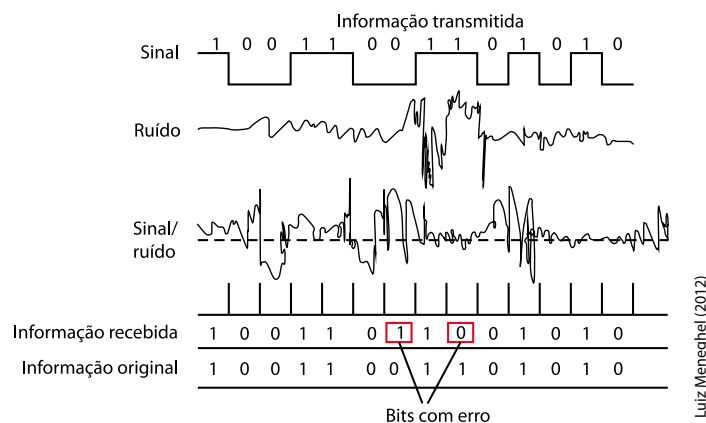


Figura 2 - Ruído

No recente estudo, você conheceu que algumas perturbações interferem nos canais de comunicação, e que essas perturbações, ou distorções, podem ser de dois tipos: sistemáticas ou aleatórias. O estudo sobre as perturbações é importante para que você compreenda como ocorrem as interferências eletromagnéticas, assunto que você conhecerá a seguir.

## 2.4 INTERFERÊNCIAS ELETROMAGNÉTICAS

Nessa parte do conteúdo, você irá estudar as interferências eletromagnéticas, que são, em grande parte, causadoras de falhas em redes de computadores. Quando um canal de comunicação absorve ondas eletromagnéticas oriundas de descargas elétricas, ou de outras fontes, provoca a distorção dos sinais de informação. Isso ocorre, principalmente, quando são utilizadas tubulações e canaletas inadequadas para o transporte da infraestrutura de cabeamento.

As interferências eletromagnéticas podem ser originadas internamente e/ou externamente ao sistema de comunicação, mas sua causa sempre tem origem nas perturbações eletromagnéticas. Conheça, a seguir, essas interferências.

### EMI (Eletromagnetic Interference)

É toda e qualquer degeneração do quadro evolutivo de um equipamento causada por alguma interferência eletromagnética. Estas interferências podem difundir-se por meio de cabos (meios físicos), ou no vácuo, e apresentam as seguintes fontes:

- a) transmissores de rádios;
- b) transceivers portáteis;
- c) linhas de força;

- d) radares;
- e) telefones celulares;
- f) ignições de motores;
- g) raios;
- h) descargas eletrostáticas;
- i) motores elétricos.

Os cabos, quando ligados aos equipamentos receptores, tornam-se suscetíveis à absorção de ruídos. Abaixo são apresentados os mecanismos responsáveis pela condução da interferência da fonte até o cabo:

- a) radiação;
- b) condução;
- c) acoplamento indutivo;
- d) acoplamento capacitivo.

### EMC (Eletromagnetic Compatibility)

Eletromagnetic Compatibility ou compatibilidade eletromagnética é definida como a capacidade de um dispositivo ou sistema para funcionar satisfatoriamente no seu ambiente eletromagnético sem introduzir, ele próprio, perturbações eletromagnéticas intoleráveis naquele ambiente. É, essencialmente, a ausência de EMI.

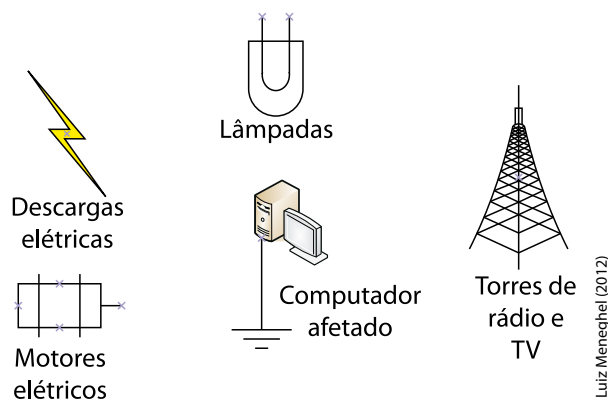


Figura 3 - Fontes de Ruído EMI

Leia e reflita sobre a situação relatada a seguir.

<sup>10</sup> CABO DE BACKBONE

Cabo que liga as salas de telecomunicações.

**CASOS E RELATOS****O Elevador**

Em um determinado setor público, o departamento de informática recebia vários chamados de um determinado setor, alegando que a rede de dados parava de funcionar constantemente durante o dia, em horários como 11h30min, 14h30min, 17h30min e 18h30min. Foram feitos vários testes de conexão e nada foi encontrado, também foram analisados os equipamentos, que estavam ok.

Um funcionário do setor informou que esteve trabalhando no final de semana e não constatou nenhuma queda da rede. Esta informação chamou a atenção do técnico, que foi analisar o percurso do cabo de Backbone<sup>10</sup> e verificou que o condutor, da sala de telecomunicação até o setor de informática, passava por dentro do fosso do elevador. Dessa forma, toda vez que o elevador era acionado, gerava um campo elétrico muito alto, causando a paralisação da rede.

Como você pôde acompanhar nesse estudo, as interferências eletromagnéticas, em grande parte, são causadoras de falhas em redes de computadores, e podem ser de 2 tipos: EMI e EMC.

Embora esse seja um conteúdo de caráter teórico, é importante que você aprenda os conceitos apresentados. Lembre-se de tirar as dúvidas com seu professor. Se for necessário, releia o que você estudou ou, até mesmo, busque outras fontes de estudo, como as referências listadas ao final deste livro didático.

**2.5 PARÂMETROS ELÉTRICOS**

Como você viu anteriormente, as linhas ou canais de transmissão são modelados por meio da distribuição de parâmetros próprios de rede. Conheça, a seguir, alguns parâmetros elétricos:

**a) Resistência**

Um corpo é resistente eletricamente quando apresenta dificuldade na condução da corrente elétrica. Um exemplo é o chumbo, por ser resistente à condução da corrente elétrica. Essa resistência é medida em Ohm ( $\Omega$ ).



### b) Efeito pelicular

Este parâmetro elétrico ocorre quando a frequência do sinal aumenta, fazendo com que a corrente elétrica se desloque para a superfície do condutor elétrico, conforme você pode ver na figura a seguir.

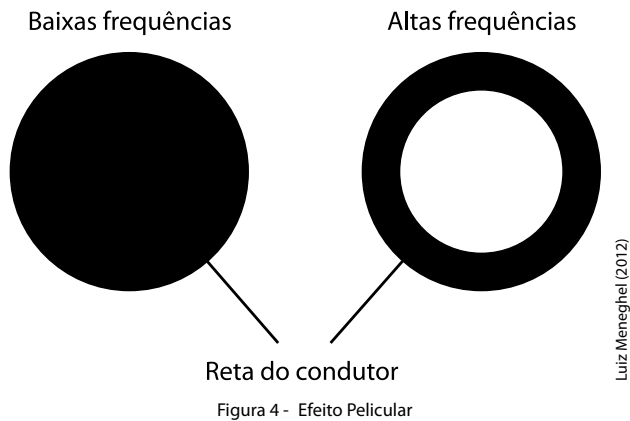


Figura 4 - Efeito Pelicular

Veja na tabela seguinte, um exemplo da penetração de frequências em condutores metálicos.

Tabela 1 - Penetração de frequências em condutores metálicos

FREQUÊNCIA	PROFUNDIDADE PENETRADA	BITOLA EM AWG	DIÂMETRO	% UTILIZADA
20kHz	.0184in	24	.024in (0,51mm)	100%
4.2MHz	.0127in	24	.024in (0,51mm)	100%
25MHz	.00527in	24	.024in (0,51mm)	68,5%
135MHz	.00225in	24	.024in (0,51mm)	33,9%
750MHz	.000953in	24	.024in (0,51mm)	15,25%

Fonte: Adaptado de Furukawa (2005, p. 15)

### c) Indutância

O parâmetro da indutância ocorre independente da frequência, porém a indutância tende a diminuir quando ocorre o efeito pelicular (aumento da frequência). A indutância atua como sendo um controlador da corrente elétrica, ou seja, quando a corrente elétrica diminui a indutância, ela tenta a fazer com que a outra volte a ficar alta, e vice e versa. A unidade de medida da indutância é o Henri (H).

#### d) Capacitância mutua

Este parâmetro elétrico é uma característica que os condutores elétricos possuem em absorver energia e armazená-las por um período de tempo. Esse fator também atenua o sinal de frequências altas transmitidas em cabos de par trançado. A unidade de medida da capacitância é o Farad (F).

#### e) Condutância

Este parâmetro é o oposto da resistência elétrica, ou seja, possui a capacidade de conduzir a corrente elétrica. Por meio deste conceito, é possível definir que quando um material for resistente, sua condutância será baixa, e quando um material for menos resistente, sua condutância será alta. A unidade de medida da condutância é o Siemens (S).

#### f) Impedância

É uma característica que os condutores possuem e que envolve a resistência. Os condutores elétricos devem ter uma impedância específica, não importando se são altas ou baixas, mas sim, devendo ter o mesmo valor. Dessa forma, evita perda de sinal e interferências. A unidade de medida da impedância é ohm ( $\Omega$ ).

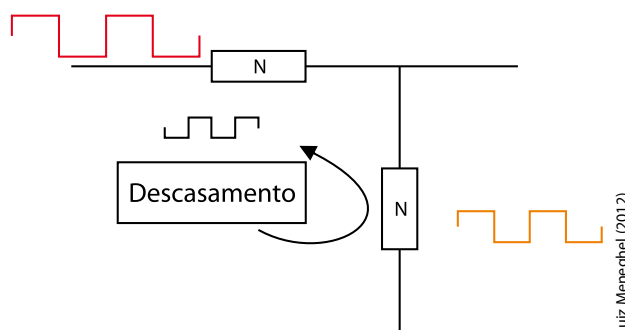


Figura 5 - Retorno de parte do sinal devido ao descasamento de impedância

#### g) Atenuação

É um termo geral que refere-se à qualquer perda de potência do sinal, ao longo de um segmento de cabo. Atenuação ocorre com qualquer tipo de sinal, quer sejam digitais ou analógicos. Às vezes chamada de “perda”, a atenuação é uma consequência natural de transmissão de sinais a longas distâncias. A medida de atenuação é normalmente expressa em unidades chamadas decibéis (dB).

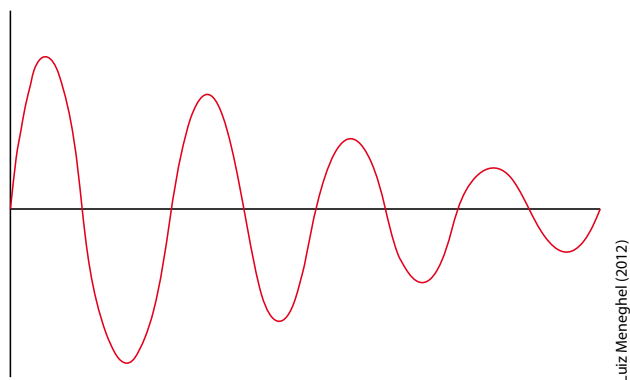


Figura 6 - Atenuação

#### h) **Velocidade de propagação**

Refere-se à velocidade com o que o sinal digital se propaga ao longo do cabo.

Conheça, a seguir, quais são os parâmetros elétricos e mecânicos que interferem na velocidade de propagação:

- a) configuração de terminação (*wire map*);
- b) comprimento;
- c) perda de inserção (atenuação)
- d) paradiáfonia (NEXT, *Near End Crosstalk*);
- e) PS-NEXT (*powersum* NEXT);
- f) ACR (*Attenuation to Crosstalk Ratio*, relação atenuação/Paradiáfonia);
- g) ELFEXT (*Equal Level Far End Crosstalk*, telediafonia de nível equalizado);
- h) PS-ELFEXT (*powersum* ELFEXT);
- i) perda de retorno;
- j) atraso de propagação;
- k) *delay skew* (desvio de atraso de propagação)

Você conheceu neste estudo, alguns conceitos e tipos de interferências eletromagnéticas, além de saber os problemas que elas podem ocasionar. Conheceu também alguns parâmetros elétricos, tais como: resistência, efeito pelicular e atenuação, que serão muito importantes para a elaboração de um sistema de cabeamento estruturado eficaz e imune à interferência.



## RECAPITULANDO

---

Neste capítulo, foram apresentadas as normas utilizadas no cabeamento estruturado. Você viu a importância dos padrões para produtos e serviços, e que sem eles, cada fabricante criaria seus produtos ou serviços seguindo suas próprias normas, e não uma norma genérica.

Conheceu ainda alguns conceitos usados no cabeamento estruturado e um fato muito importante nos sistemas de telecomunicações: as interferências eletromagnéticas, com as quais foi possível aprender que ruídos de motores, lâmpadas e elevadores são causadores de interferência.

Fique atento aos próximos assuntos abordados em seu livro didático. Cada informação aqui abordada é de fundamental importância para a compreensão dos temas seguintes. Tire dúvidas quando necessário e discuta com seus colegas sobre o que acabou de estudar. É compartilhando conhecimentos que se aprende mais!

---

# Cabos Metálicos e Suas Categorias

## 3



Neste capítulo que inicia, você é convidado a conhecer aos tipos de cabos metálicos utilizados nos sistemas de telecomunicações, bem como a categoria na qual cada cabo pertence e a Flamabilidade<sup>1</sup> de cada um.

Ao final deste capítulo, você terá subsídios para:

- a) determinar qual o condutor correto a ser usado na sua infraestrutura;
- b) identificar as categorias, sabendo escolher a que mais irá lhe atender;
- c) compreender a importância e a flamabilidade dos cabos.

<sup>1</sup> FLAMABILIDADE

Produção de chamas ou fumaça.

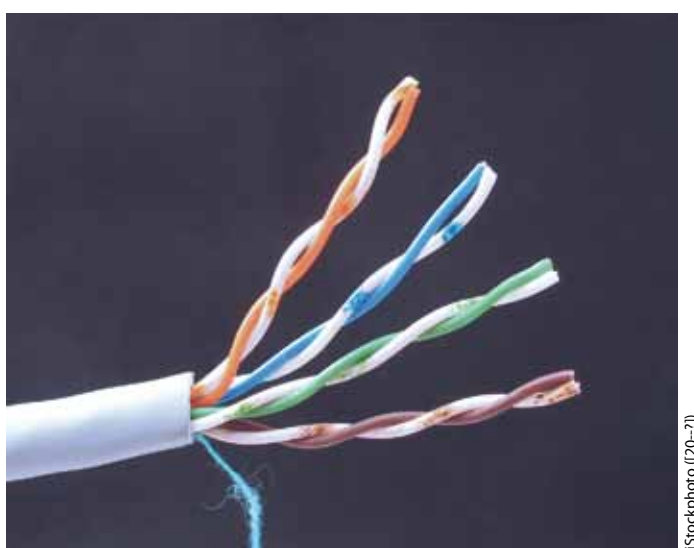
<sup>2</sup> BITOLA

É a medida do diâmetro do cabo.

### 3.1 CABOS METÁLICOS

São condutores de eletricidade utilizados para a transmissão de sinais nos sistemas de telecomunicações. Até pouco tempo, eram bastante utilizados para transmissões de sinais à longa distância, porém, após o surgimento dos cabos de fibra óptica, sua utilização ficou restrita às redes locais (por sua praticidade de manuseio comparado às fibras).

Conheça, a seguir, alguns tipos de cabos metálicos e suas particularidades.



#### a) Cabo de par trançado (*Twisted Pair*)

É um tipo de fiação na qual dois condutores são torcidos juntos, para efeitos de cancelamento de correntes, protegendo o par de interferências eletromagnéticas (EMI), de fontes externas (como por exemplo: descargas elétricas), de motores, etc. Esses condutores são agrupados e revestidos com camadas isolantes ou metálicas, em número de pares que venham a atender a aplicação a qual se destina.

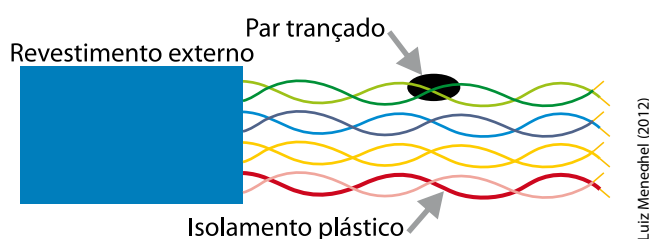


Figura 7 - Cabo TP

São três os tipos de cabos de par trançado:

#### **UTP – Unshielded Twisted Pair**

Possuem impedância de  $100\Omega$ . Normalmente possuem 4 ou 25 pares, não utilizam blindagem, e possuem bitola<sup>2</sup> de 24AWG.

#### **FTP – Foiled Twisted Pair e ScTP – Screened Twisted Pair**

Possuem impedância de  $100\Omega$  em 4 pares com blindagem metálica que pode ser uma folha (*foiled*) cobrindo o conjunto dos pares ou uma malha (*screened*), e bitola de 24AWG.

#### **STP – Shielded Twisted Pair**

São constituídos por dois pares trançados, que são cobertos por uma camada de blindagem e por uma nova blindagem, após a camada isolante. Possuem impedância de  $150\Omega$  e sua bitola é de 22AWG.

#### **b) American Wire Gauge (AWG)**

É a unidade de medida usada para padronização de fios e cabos elétricos. Dentre as medidas mais utilizadas, estão as seguintes:

AWG	Diâmetro do cabo
19	0.91mm
22	0.64mm
23	0.57mm
24	0.51mm
26	0.41mm

Luiz Meneghel (2012)

#### **c) Conectores para cabos de par trançado**

Conector é um dispositivo que permite uma espécie de emenda mecânica, sendo utilizado para interligar um cabo a um equipamento de redes. O conector modular de oito vias, por exemplo, é o padrão para cabos de par trançado.

<sup>3</sup> JACK MODULAR

Tomada de telecomunicação RJ45 fêmea.

<sup>4</sup> DIELÉTRICO

Material isolante elétrico.

No caso de tomadas de telecomunicações, o conector é conhecido por Jack Modular<sup>3</sup> ou RJ45 fêmea. Para os cabos, o conector é conhecido por plug RJ45 macho.

**FIQUE ALERTA**

Quanto à categoria, da mesma forma que o cabo UTP, tanto o Jack Modular quanto o plug RJ45 macho, devem ser da mesma categoria do cabo ou superior a ele.



Figura 8 - Plug RJ45 macho e Jack Modular RJ45 fêmea

**VOCÊ SABIA?**

Que o cabo utilizado para transmissão de sinais de telecomunicação através dos rios, lagos e oceanos é denominado de cabo submarino?

**d) Cabo coaxial**

Este cabo já foi largamente utilizado para a conexão de redes de computadores, que utilizavam a topologia de redes em barramento, ou seja, todos os computadores ligados por meio de um único cabo. Hoje, poucas são as redes que o utilizam, porém, são predominantes em conexões de televisores, circuitos fechados de TV e alarmes.



São diversos os tipos de cabos coaxiais, sendo eles diferenciados pela impedância de 50 e 75 Ohms. Os cabos de 50 Ohms são utilizados para conexão de computadores e os de 75 Ohms, utilizados para conexão de alarmes, TVs, e também podem ser utilizados para a conexão de computadores.

Os coaxiais são formados por um condutor central responsável pela transmissão do sinal, que por sua vez, é coberto por um isolante dielétrico<sup>4</sup>, que também recebe uma malha de proteção EMI e, por fim, uma capa protetora cuja finalidade é proteger o interior do cabo de roedores, da umidade, etc.

Na figura a seguir, você pode visualizar como são revestidos esses cabos.

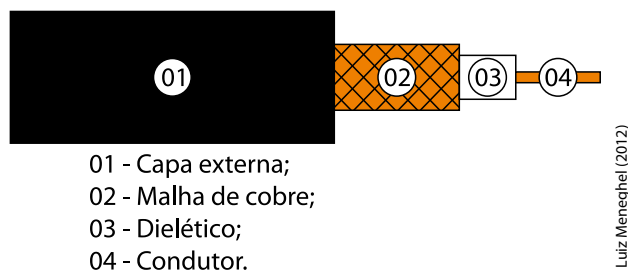


Figura 9 - Cabo Coaxial

#### e) Conectores para cabo coaxial

Os conectores para cabos coaxiais são utilizados para serviços específicos de telecomunicações, como os conectores BNC, F e N. Conheça a seguir, cada um desses conectores.



Figura 10 - Conectores BNC (Esq.), F (Centro) e N (Dir.)

---

<sup>5</sup> CRIMPAGEM

---

Crimpar é inserir o conector ao cabo.

---

### Conector F

Os conectores F, ao invés de possuírem um pino central, utilizam o próprio condutor rígido central para contato. São utilizados para conectar cabos coaxiais RG-6 e RG-59, comuns em aplicações de serviços residenciais de TV a cabo, equipamentos de vídeo e segurança. Sua conectorização ocorre por meio de anilhas de crimpagem embutidas.

### Conector N

Os conectores N são comumente utilizados em aplicações de dados e vídeo, em conjunto com o cabo coaxial grosso, RG-8 e RG 11U, normalmente usados para interligação de rádios com as antenas, servindo como guias de onda.

Sua conectorização é efetuada por um pino central (baioneta) que deve recobrir o condutor central do cabo. Sua fixação é composta de um anel externo recantilhado para encaixe com o conector fêmea.

### Conector BNC (*Bayonet Neil-Concelman*)

O BNC foi o conector mais utilizado nas redes locais de computadores, mas atualmente não é mais recomendado pelas normas.

Este conector é composto por um pino central (baioneta) que deve ser instalado sobre o condutor flexível central do cabo, que por sua vez, pode ser: RG-6 (75  $\Omega$ ), coaxial fino RG-58 A/U (50 $\Omega$ ), RG-59 (85 $\Omega$ ) e RG-62 (93 $\Omega$ ).

São três os tipos de conectores BNC: os crimpados, os de três peças e o com rosca.

O primeiro não exige solda, mas necessita de crimpagem<sup>5</sup> com alicate especial. O segundo, pode exigir crimpagem ou soldagem para fixação da baioneta. O terceiro é rosqueado no cabo.

Os projetos de redes de computadores atuais vêm utilizando o cabo de par trançado em substituição ao cabo coaxial fino, principalmente devido ao seu preço e a facilidade de instalação e manutenção. Em comparação ao cabo coaxial, o cabo de par trançado é um meio de transmissão de menor custo por unidade de comprimento. (PINHEIRO, 2003).

Você viu quantas informações importantes foram apresentadas neste capítulo? Você pôde conhecer os tipos de cabos metálicos, bem como os conectores para cabo coaxial, dois assuntos bastante importantes para melhor compreender o assunto seguinte.

### 3.2 CATEGORIAS DE CABEAMENTOS METÁLICO

As categorias de cabeamento metálico surgiram em 1991, paralelas ao início dos procedimentos de padronização de fios e cabos para os sistemas de telecomunicações em edifícios comerciais. Tinham por finalidade apresentar a performance do cabo.

Primeiramente, surgiu a categoria 3, que possuía uma frequência de no máximo 16Mhz. Esta categoria foi soberana até 1993, dando lugar a categoria 4, que transmitia a uma frequência de 20Mhz. Esta categoria teve um curto período de duração, devido ao surgimento da categoria 5, em 1994, que viria atender a demanda das transmissões, na casa de 100Mbps.

A categoria 5 difundiu-se mundialmente por alguns anos até o surgimento das transmissões *gigabit ethernet*, que fez com que esta categoria, em 2001, passasse por uma atualização de controle de ruído, em que veio a ser chamada de categoria 5e (o “e” significa melhorada). No ano seguinte, surgiram os cabos de categoria 6.

Poucas são as redes que utilizam em seu cabeamento estruturado a categoria 5 (apenas instalações antigas). A categoria predominante é a categoria 5e, mas em novas instalações são utilizados os cabos de categoria 6.

A seguir, conheça a definição das categorias de cabeamento metálico.

**CAT 3** – Voz, 10 base T;

**CAT 4** – *Token Ring* 16Mbps;

**CAT 5** – 100 base TX (*Fast-Ethernet*);

**CAT 5E** – 1000 base T (*gigabit Ethernet*);

**CAT 6** – Gigabit com eletrônica simplificada e vídeo até canal 28;

**CAT 7** – Aplicações com vídeo CATV (600 a 1000MHz).

Tabela 2 - Relação Cabos TP com taxa de transmissão

CATEGORIA	FREQUÊNCIA DO SINAL	VELOCIDADE DE TRANSMISSÃO
CAT 5E	100MHZ	100Mbps
CAT 6	250MHZ	1Gbps
CAT 6A	500MHZ	10Gbps
CAT 7	600MHZ	10Gbps
CAT 7A	1000MHZ	20Gbps

<sup>6</sup> IEEE

É uma organização profissional (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos).

### 3.2.1 CATEGORIAS 5E

Os cabos desta categoria foram definidos pelo padrão IEEE<sup>6</sup> 802.3, de forma a atender as redes 100 base-TX, que transmitem a 100Mbps, e as redes 1000 base-TX, cuja transmissão é de 1Gbps. Suas frequências variam entre 100MHz e 155MHz, de acordo com cada fabricante.

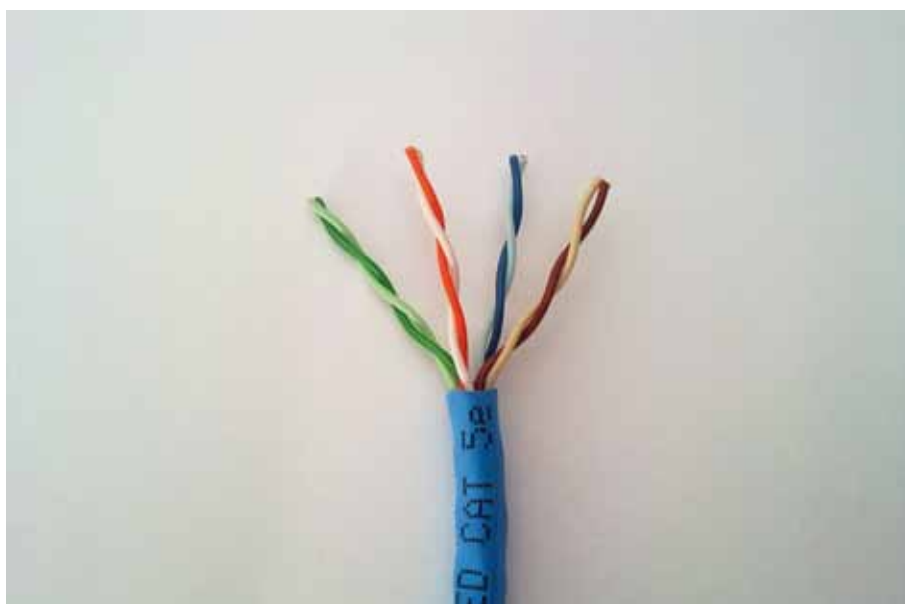


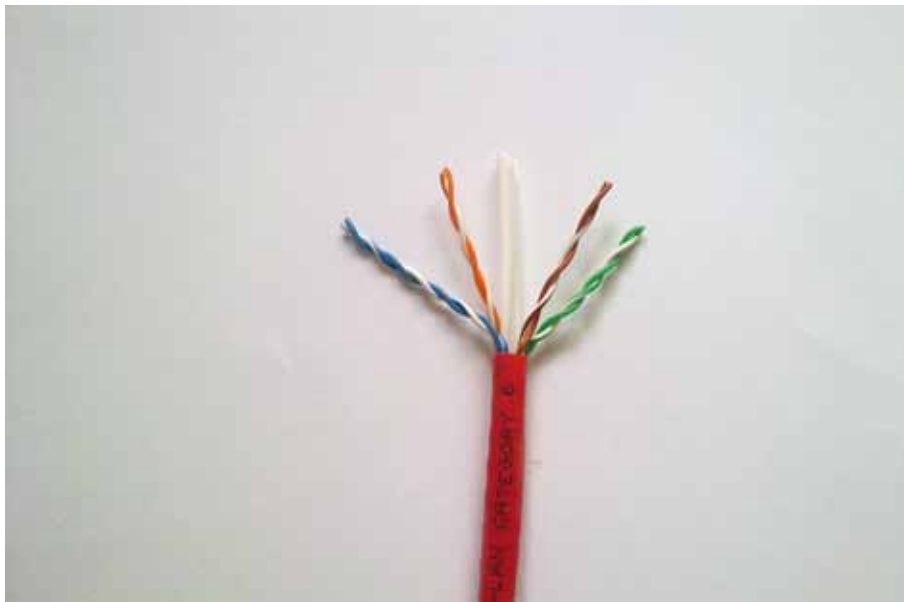
Figura 11 - Cabo UTP categoria 5E

### 3.2.2 CATEGORIA 6

Esta categoria teve início em 2002, para atender as redes *gigabit ethernet*. Sua entrada no mercado demorou devido ao fato de os cabos com categoria 5e também atenderem às redes *gigabit ethernet*.

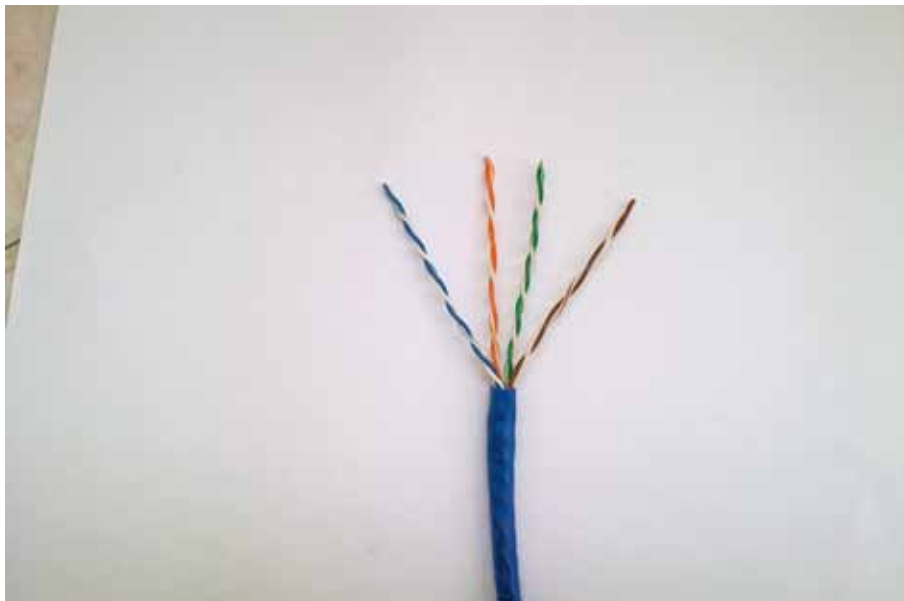
A principal diferença entre os cabos de categoria 5e e 6 está na frequência de suas transmissões, que passou de 100MHz para 250Mhz. Outra diferença visível foi adição de um separador entre os condutores, aumentando assim, a sua espessura. Os cabos de categoria 6 também transmitem a uma velocidade de 10Gbps, porém a uma distância bem inferior, chegando, no máximo, a 55metros.

Os cabos de categoria 6 utilizados para cabos de manobras (*patch cord*), não utilizam o separador, de modo a facilitar a introdução do RJ45 no momento da crimpagem.



Luiz Meneghel (2012)

Figura 12 - Cabo UTP Rígido Cat 6 com separado



Luiz Meneghel (2012)

Figura 13 - Cabo UTP Flexível Cat 6 para manobra

**FIQUE  
ALERTA**

Sempre que você for comprar cabos ou acessórios para cabeamento estruturado, preste muita atenção quanto à categoria. Evite utilizar cabos de categoria 6 com conectores de categoria 5, pois a performance de sua rede tende a ficar prejudicada.

---

<sup>7</sup> ETHERNET

---

Tecnologia de interconexão para redes locais.

---

### 3.2.3 CATEGORIA 6a

Nessa categoria, os cabos possuem frequências de até 625MHz em relação à categoria 6. Possuem as mesmas características dos cabos de categoria 6, mas foram ampliados para atender as redes de 10Gbps. Os cabos dessa categoria possuem espaçador e suas torções são mais justas.

O desenvolvimento recente do 10GBASE-T 10 *Gigabit Ethernet*<sup>7</sup> obrigou os grupos de padronização de cabeamento a formularem requisitos de largura de banda adicionais de cabo. Como resultado, houve o desenvolvimento da categoria 6a para cabos e *hardware* de conexão. A demanda por aplicações cada vez mais rápidas é um processo contínuo e, atualmente, as aplicações 40 Gigabit/s estão sendo testadas. (MARIN, 2008, p. 28).

Acompanhe a seguinte situação, ocorrida em uma agência de publicidade e propaganda.



## CASOS E RELATOS

---

### Categoria

Uma empresa do ramo de publicidade e propaganda refaz todo o sistema de cabeamento estruturado com intuito de aumentar o desempenho de sua rede interna (LAN). A empresa necessitava de uma resposta melhor de sua rede, devida ao fato do volume de informação ser muito grande.

Passado o período de obras, a empresa retoma as atividades normalmente, com a promessa de uma rede funcionando em torno de 1Gb/s. Depois de algum tempo, chega a reclamação de que o problema persistia.

Após uma minuciosa verificação, foi constatado que o cabo utilizado para o cabeamento horizontal era da categoria 6, porém os cabos de manobra – aqueles que ligam os computadores à tomada de telecomunicação –, eram de uma categoria inferior, o que comprometeu todo o desempenho da rede.

---



**SAIBA  
MAIS**

A especificação CAT 7 existe, mas ainda não está oficialmente definida/fechada (ISO/IEC, 1995).

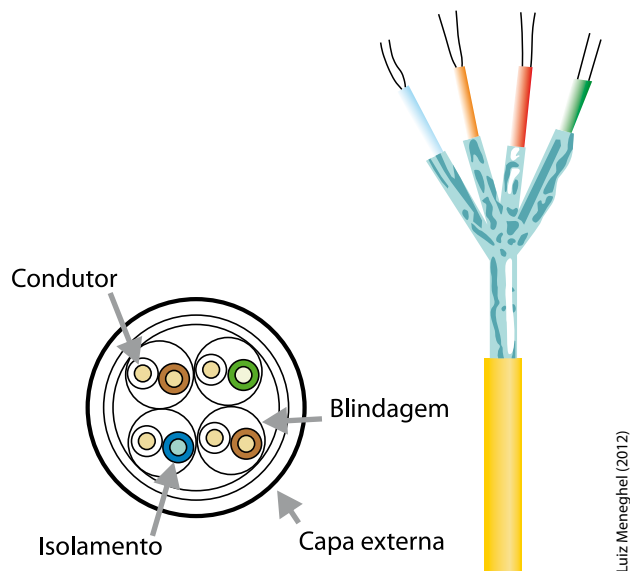


Figura 14 - Cabo TP Categoria 7



**SAIBA  
MAIS**

Acessando o site <<http://www.furukawa.com.br>> você encontrará mais informações sobre cabos de par trançado. É possível encontrar também, uma grande quantidade de informações sobre acessórios para cabeamento estruturado.

## FLAMABILIDADE

Em virtude da quantidade crescente de cabos internos utilizados em edifícios comerciais, aumenta a preocupação de fabricantes, instaladores e usuários quanto à segurança oferecida por estes produtos no caso de incêndio nestas instalações.

Com o intuito de padronizar o uso de cabos internos, a ABNT publicou a norma NBR 14705, de 2005, que abrange os cabos internos para telecomunicação, quanto ao comportamento frente às chamas.



Luiz Meneghel (2012)

Figura 15 - Marcação do Cabo quanto à flamabilidade

Dessa maneira, os cabos de par metálicos são classificados da seguinte forma:

**CMP - Cabo Par Metálico Plenum**

Utilizado em áreas críticas, possuem retardo de propagação do fogo e fumaça, não há necessidade de dutos protetores de fogo.

**CMR - Cabo Par Metálico Riser**

Utilizado para conexão entre pavimentos sem a necessidade de dutos, também não propaga a chama de um andar para outro.

**CM - Cabo Par Metálico no Geral**

Utilizado para cabeamento secundário, as chamas não são propagadas além de 1,6 metros.

**CMX - Cabo Par Metálico**

Utilizado em residências, necessita de proteção quanto à propagação de chamas.



**VOCÊ SABIA?**

Todos os cabos de par trançado devem vir com a identificação quanto à flamabilidade impressa na capa do cabo. Dentre as classificações deste tipo de cabo, o de melhor qualidade é o CMP – Cabo par Trançado *Plenum*.

Complementando o que você estudou anteriormente, os cabeamentos metálicos foram divididos em categorias em meados da década de 90, e tinham como finalidade apresentar a performance dos cabos. Você conheceu também as características e finalidades dos tipos de cabeamentos metálicos.

Para dar sequência ao estudo sobre cabeamentos, prepare-se para conhecer e aprender a desvendar o assunto do próximo capítulo, que engloba os sistemas de cabeamento.

**RECAPITULANDO**

Neste capítulo, você estudou que os cabos de par metálico são utilizados para a transmissão de sinais nos sistemas de telecomunicações. Viu também a importância de conhecer as categorias e ou acessórios de cada tipo de cabo, pois delas dependerá o desempenho da rede utilizada. Foi possível saber que a flamabilidade é um fator de grande importância, pois é capaz de evitar danos irreparáveis à empresa.

Quanta informação importante, não é mesmo? Aproveite o final deste capítulo para fazer um resumo de tudo que você estudou até aqui. A escrita é um excelente recurso de aprendizagem, que permite memorizar e reforçar o conteúdo estudado. Em seguida, prepare-se para conhecer o estudo do próximo capítulo.



# Desvendando os Sistemas de Cabeamento

## 4



Neste capítulo, você estudará os subsistemas de cabeamento estruturado, bem como, o cabeamento para Data Centers. Conhecerá também conceitos, formas de crimpagem dos conectores, condução dos cabos, dentre outros subsistemas. As normas aqui descritas são baseadas na ABNT NBR 14656 e TIA/EIA 568B. Aproveitem este capítulo.

Após conhecer os conceitos deste capítulo, você terá subsídios para:

- a) identificar todos os subsistemas do cabeamento estruturado;
- b) lançar o cabeamento horizontal;
- c) compreender as distâncias máximas para o cabeamento horizontal;
- d) compreender as diferenças entre cabos rígidos e flexíveis;
- e) dimensionar as passagens para o cabeamento estruturado;
- f) identificar os sistemas de um DATACENTER.

E lembre-se: explore todas as possibilidades que sejam favoráveis ao seu aprendizado. Aproveite para consultar as bibliografias recomendadas, tire dúvidas e converse sobre o que foi estudado. Tenha a certeza de que os temas abordados são fundamentais para o seu desempenho profissional.

## 4.1 SISTEMAS DE CABEAMENTO ESTRUTURADO

Um sistema de cabeamento estruturado é um tipo de sistema cuja infraestrutura se apresenta de forma flexível e suporta a utilização de diversos tipos de aplicações, tais como: dados, voz, imagem e controles prediais. Atualmente, as empresas estão levando em conta a utilização desse tipo de sistema pelas vantagens que apresenta em relação aos cabeamentos tradicionais.

O padrão TIA/EIA 568B.1 define um sistema de cabeamento genérico para edifícios comerciais e apresenta um modelo que inclui os elementos funcionais que compõem um sistema de cabos. Os elementos de um sistema de cabeamento são os seguintes:

- a) *Work Area (WA)* ;
- b) *Horizontal Cabling*;
- c) *Backbone Cabling*;
- d) *Telecommunications Rooms (TR)*;
- e) *Equipment Rooms (ER)*;
- f) *Entrance Facilities (EF)*.

O padrão recomenda a prática de projetos de sistemas de cabeamento estruturado metálico, incluindo seleção do tipo de cabo, comprimentos máximos de segmentos de cabos, topologia, salas de telecomunicações e salas de equipamentos.

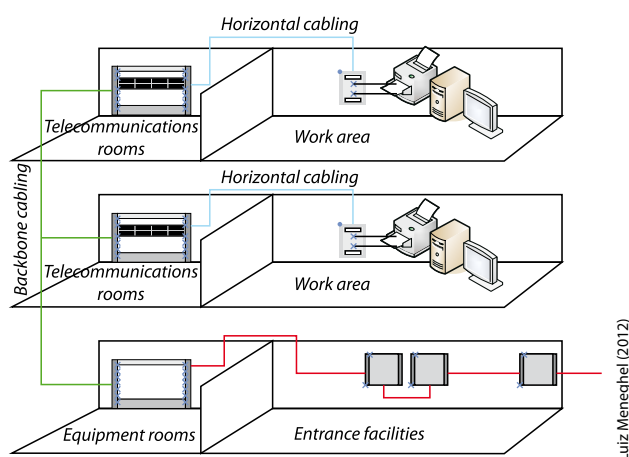


Figura 16 - Sistema de cabeamento estruturado



**VOCÊ SABIA?**

Que o cabeamento estruturado é responsável por 75% dos problemas de rede em edifícios comerciais?

## Nomenclatura brasileira

A norma brasileira para cabeamento estruturado em edifícios comerciais é a NBR14565, baseada na norma Americana ANSI/TIA/EIA 568A, pois segue as mesmas recomendações desta para a implementação de um sistema de cabeamento estruturado. As diferenças entre a norma brasileira e a americana estão nas nomenclaturas e siglas para a representação dos sistemas de um cabeamento, conforme exemplo a seguir.

Área de Trabalho (ATR) = *Work Area* (WA)

## Topologia e conceitos

O cabeamento estruturado adotou como padrão a topologia estrela, em que cada tomada de telecomunicação localizada junto ao usuário, deverá estar ligada a um ponto central que fará a comunicação com a rede de computadores interna da empresa e à Internet.

Um dos principais conceitos da topologia é o **Cross-Connect** (agrupamento físico de conexão - *path panel*/blocos 110 IDC), que por meio de *path cables*, tem a função de mudar o tipo de serviço a ser disponibilizado para o cabeamento horizontal ou cabeamento de *Backbone*. O *cross-connect*, que atende diretamente ao cabeamento horizontal, está localizado nos armários de telecomunicações e recebe o nome de *Horizontal Cross-Connect* (HC).

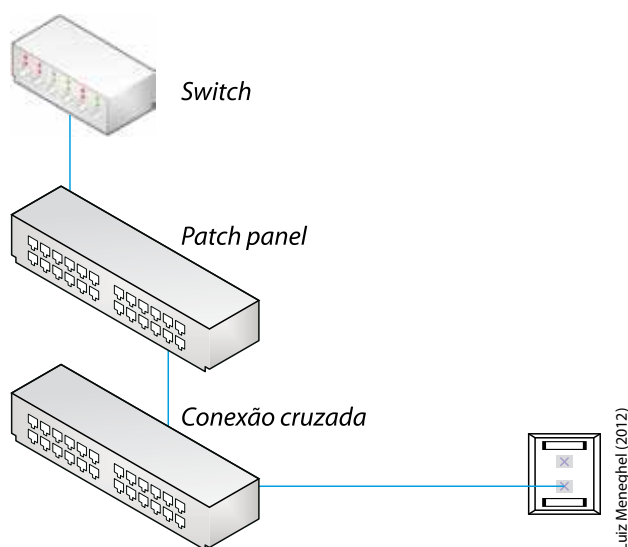


Figura 17 - Cross-Connect ou Conexão Cruzada

Luiz Meneghel (2012)

<sup>1</sup> HARDWARE

É o conjunto de componentes de um computador.

<sup>2</sup> BALLUNS

Conectores utilizados em cabos coaxiais.

**VOCÊ SABIA?**

Que as conexões cruzadas ou *cross-connect*, são bastante utilizadas para a conexão de Centrais Telefônicas ao cabeamento estruturado?

Outro conceito bastante conhecido é a **Interconexão**. Trata-se de uma conexão direta entre o *hardware*<sup>1</sup> (*Switch*, *Hub*, *PABX*, etc.) por meio do cabeamento horizontal e de apenas um (01) *path panel*. Esse tipo de conexão entre o ativo de rede e o cabeamento horizontal é bastante utilizado na prática pelo seu custo benefício e é previsto pelas normas.

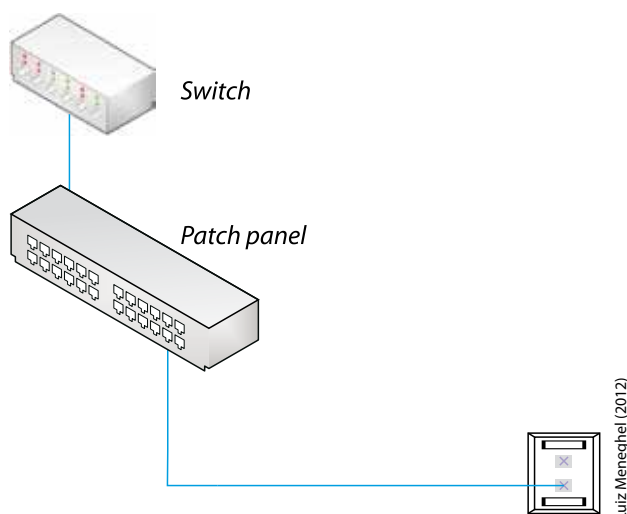


Figura 18 - Interconexão

No recente estudo, você conheceu os sistemas de cabeamento, bem como a diferença entre a nomenclatura brasileira e a americana. Você estudou ainda, alguns conceitos de cabeamento estruturado que adotam o padrão topologia estrela, em que cada tomada de telecomunicação deverá estar ligada a um ponto central, possibilitando a comunicação com a rede de computadores interna e a Internet.

## 4.2 SUBSISTEMAS DO CABEAMENTO ESTRUTURADO

O sistema de cabeamento estruturado é dividido em seis subsistemas, que visam facilitar a administração do cabeamento. São eles:

- a) área de trabalho (ATR);
- b) cabeamento horizontal ou secundário;
- c) cabeamento vertical ou primário;
- d) sala ou armário de telecomunicações (AT);
- e) sala de equipamentos (SEQ);
- f) entrada de facilidades.

Conheça, a seguir, cada um dos subsistemas.

#### 4.2.1 ÁREA DE TRABALHO

A área de trabalho ou WA (*Work Area*) é o ambiente onde os serviços de telecomunicação serão oferecidos aos usuários, ou seja, é nele que serão instalados e conectados os equipamentos que atendem aos usuários.

Na área de trabalho, qualquer adaptação necessária deverá obrigatoriamente ser provida por dispositivos externos ao ponto de telecomunicações, ou seja, nenhum adaptador, acoplador ou dispositivo similar poderá ser instalado antes da tomada de telecomunicações que atende àquela área de trabalho.

Conheça, a seguir, alguns produtos comuns às adaptações externas:

- a) cabos especiais para equipamentos com conector diferente do RJ-45;
- b) adaptadores em “Y” (*splitter*) que servem para trafegar voz e dados no mesmo cabo;
- c) adaptador passivo tipo *Balluns*<sup>2</sup>.

A ANSI/EIA/TIA 569 B.2 e a NBR 14.565:2007 recomendam que cada área de trabalho possua 10m<sup>2</sup> de área e um mínimo de 2 tomadas de telecomunicações, sendo que uma delas deverá ser atendida por cabo UTP ou F/UTP Cat 5e ou superior, e a outra, por cabos UTP, F/UTP. As normas também recomendam utilizar fibra ótica monomodo ou multimodo de 50/125µm ou 65/125µm, terminando em conectores RJ45 ou conectores para cabos ópticos ST, SC ou LC Duplex.

### <sup>3</sup> MUTO

É uma tomada de telecomunicação para vários usuários.



Figura 19 - Tomada e adaptador



### FIQUE ALERTA

As tomadas deverão ser conectorizadas seguindo os padrões 568A ou 568B.

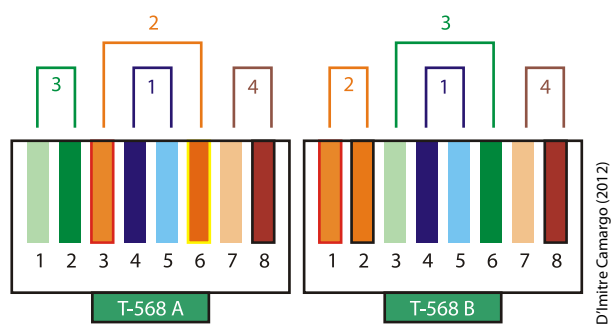


Figura 20 - Padrões de Conectorização



PINO	T568-A	T568-B
1	Verde Claro ou Branco Verde	Laranja Claro ou Branco Laranja
2	Verde	Laranja
3	Laranja Claro ou Branco Laranja	Verde Claro ou Branco Verde
4	Azul	Azul
5	Azul Claro ou Branco Azul	Azul Claro ou Branco Azul
6	Laranja	Verde
7	Marrom Claro ou Branco Marrom	Marrom Claro ou Branco Marrom
8	Marrom	Marrom

Quadro 4 - Padrão de cores

Para ligar a tomada de telecomunicações aos equipamentos da área de trabalho, recomenda-se a utilização de cabos de manobra flexíveis (*adapter cables*) pré-conectorizados pelo fabricante de no máximo 5 m, exceto quando for utilizada a técnica de cabeamento para escritórios abertos (MUTOA e *CONSOLIDATION POINT*).

Os cabeamentos MUTO<sup>3</sup> (NBR 14565:2007) ou MUTOA (*Multi User Telecommunication Outlet Assembly* - ANSI/EIA/TIA 569 B) são recomendados quando o *layout* da área de trabalho sofre alterações frequentes, já que esta técnica possibilita a instalação de um ponto intermediário no cabeamento horizontal, entre a Conexão Cruzada Horizontal (HCC) e as tomadas de telecomunicação de área de trabalho.

O MUTO deve ser instalado em uma posição física no escritório aberto, de modo que até 12 áreas de trabalho possam ser atendidas por um único MUTO. (MARIN, 2009). No entanto, para esse tipo de cabeamento é necessário ficar atento às seguintes considerações:

- os cabos de manobras (*adapter cables*) no *cross-connect* não devem exceder a 5 metros e na área de trabalho, a 22 metros;
- o comprimento total do enlace não deve ultrapassar a 100 metros;
- os MUTO ou MUTOA devem ser instalados em colunas.

#### <sup>4</sup> PONTO DE CONSOLIDAÇÃO

É uma interconexão no cabeamento horizontal.

#### <sup>5</sup> PATCH PANEL

Um conjunto de conectores em forma de régua. Normalmente possuem 24 conexões.

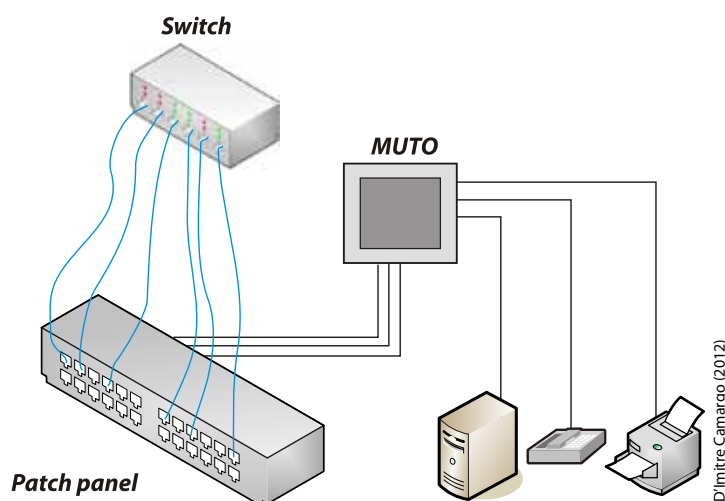


Figura 21 - Conexão com MUTO



Figura 22 - Muto

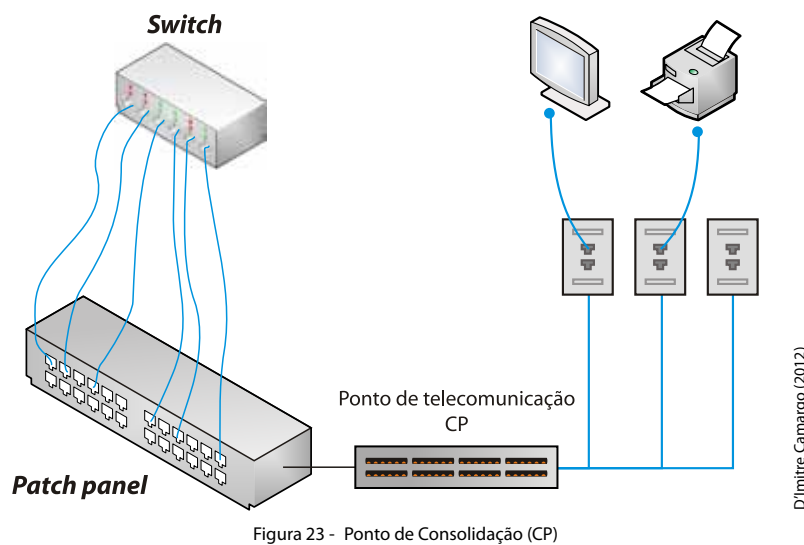
## PONTO DE CONSOLIDAÇÃO

Trata-se de outro tipo de conexão utilizada em escritórios abertos, em locais onde as alterações de *layouts* são menos frequentes. O ponto de consolidação<sup>4</sup> executa uma ligação direta intermediária entre o cabeamento horizontal, que parte da conexão cruzada, e o cabeamento horizontal que vai para um MUTO, ou a tomada de telecomunicações na área de trabalho.

“Conexão cruzada entre estes cabos não são permitidas. Um ponto de consolidação pode ser útil quando reconfigurações são frequentes, mas não tão frequentes quanto à exigência do MUTO por flexibilidade (BICSI, 1998).”

Sobre pontos de consolidação, é importante considerar que:

- a) existe somente 1 CP no enlace horizontal;
- b) cada cabo de 4 pares conectados no CP deve terminar em uma tomada de telecomunicação na área de trabalho;
- c) os CP não devem abrigar pontos *cross-connect* ou ativos de rede (*switch*, etc.).



#### 4.2.2 CABEAMENTO HORIZONTAL OU SECUNDÁRIO

Esse subsistema, também chamado de cabeamento secundário, compreende os cabos lançados entre a tomada de telecomunicações que atende o usuário nas áreas de trabalho (ATR) até o *patch panel*<sup>5</sup>, localizado nos armários de telecomunicações.

De acordo com a NBR 14.565:2007 (ABNT, 2007) fazem parte desse subsistema:

- a) cabos de rede (horizontais);
- b) *jumpers*, *patch panels* ou distribuidor interno ótico (DIO) no distribuidor do edifício;
- c) terminações mecânicas dos cabos horizontais nas tomadas de telecomunicações;
- d) ponto de consolidação (será visto nos próximos capítulos - é opcional);
- e) tomadas de telecomunicações.

---

<sup>6</sup> CABO ÓPTICO

---

Cabo constituído de uma ou mais fibras.

---

---

<sup>7</sup> MULTIFILARES

---

São cabos flexíveis, onde vários fios formam um único condutor.

---

O cabeamento horizontal suporta os seguintes cabos:

- a) cabo de par trançado UTP com 4 pares 100Ohms (os cabos FTP e ScTP também podem ser utilizados). Recomenda-se utilizar cabos de no mínimo Cat 5e.
- b) os cabos STP de 2 pares e 150Ohms também são reconhecidos porém não são recomendados.
- c) cabo óptico<sup>6</sup> multimodo 62,5/125µm.
- d) cabo óptico multimodo 50/125µm.

Apesar de reconhecidos pela norma, os cabos categoria 3 UTP ou F/UTP de 100 Ω não são recomendados pelo comitê de normalização, pois têm limitações quanto à largura de banda para aplicações atuais, sendo empregados atualmente apenas para trafegar voz (telefonía). É necessário considerar também as seguintes terminações para o cabeamento horizontal:

- a) tomada de telecomunicação que aceite cabo UTP de 4 pares, classificado na categoria 3 (mínimo) ou superior categorias 5e ou categoria 6;
- b) outra tomada de telecomunicação que aceite um cabo UTP de 4 pares, categoria 5e, categoria 6 ou fibra óptica 50 60/125µm.

## DISTÂNCIAS PARA O CABEAMENTO HORIZONTAL

O cabeamento horizontal deve respeitar uma distância máxima de 90 metros de cabo UTP rígido, compreendidos entre a tomada de telecomunicação na área de trabalho até o *cross-connect* instalado no armário de telecomunicações. Esse tipo de cabeamento também contempla os cabos de manobra ou *patch cords*, *patch cable*, utilizados para conectar o cabeamento horizontal ao ativo de rede, e também conectar a tomada de telecomunicação na área de trabalho ao equipamento do usuário.

Estes cabos são do tipo flexível (cabos condutores **multifilares**<sup>7</sup>, e não podem ultrapassar os 10 metros de comprimento somando as duas extremidades (área de trabalho + armário de telecomunicação). O cabeamento horizontal possui um comprimento final de 100 metros, sendo 90 metros de cabo UTP rígido e mais 10 metros de cabo UTP flexível.

Os cabos UTP flexíveis possuem características mecânicas diferentes e sua atenuação é 20% maior do que os rígidos, por isso são utilizados apenas para cabos de manobra, como mostra a figura a seguir.

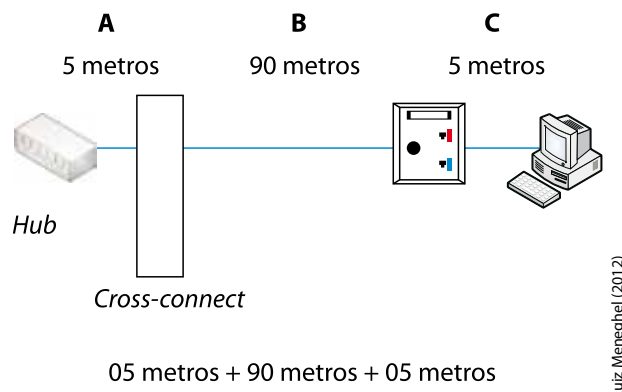


Figura 24 - Distâncias cabeamento horizontal

## ELEMENTOS DE INFRAESTRUTURA PARA PERCURSO HORIZONTAL

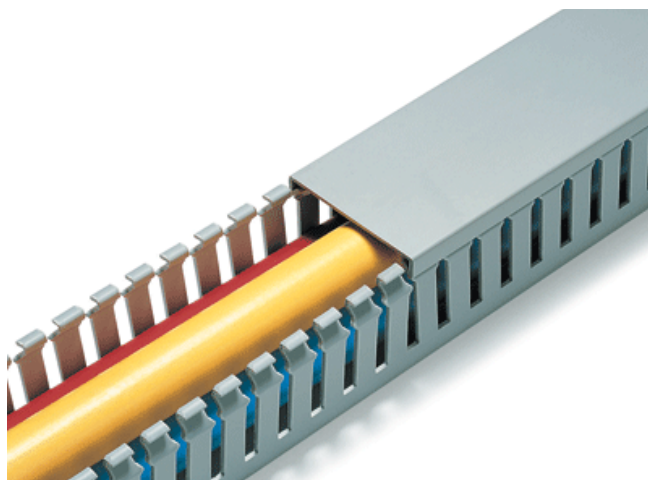
Os elementos de infraestrutura são utilizados para prover a conexão entre a tomada de telecomunicação (*outlet*) na área de trabalho até a sala de telecomunicação. Esta infraestrutura é composta por componentes como: canaletas, eletrodutos, eletrocalhas, leito de cabos, malha de piso, piso elevado e distribuições pelo teto.

### Canaletas

As canaletas são utilizadas para distribuir os pontos de telecomunicações nas áreas de trabalho, quando há falta de elementos de distribuição. Conheça algumas características importantes quanto à utilização das canaletas.

- É fixada em paredes.
- A taxa de ocupação na área interna da canaleta varia de 40 a 60%, dependendo do raio de curvatura dos cabos instalados.
- Fazem parte deste sistema de distribuição as curvas e adaptadores para tomadas de telecomunicações.

É possível encontrar dois tipos de canaletas: as metálicas (alumínio e ferro) e não metálicas (PVC). As metálicas deverão estar ligadas ao sistema de aterramento, e quando envolver circuitos elétricos, as canaletas deverão possuir separações para cada serviço.



Lantele (20-7)

Figura 25 - Canaleta

### Eletrodutos

São tubos em formato redondo que permitem a passagem de cabos e fios em instalações elétricas. São bastante utilizados em redes de transmissão de dados e de comunicação. Podem ser encontrados em barras de 3 metros, com ou sem rosca, e possuem diversos acessórios para as mudanças de direção.

Para a utilização dos eletrodutos, é necessário seguir as seguintes recomendações:

- a) o comprimento máximo entre curvas ou caixas de passagem deve ser de 30 metros;
- b) evite lances com mais de duas curvas de 90 graus;
- c) os dutos devem acomodar todos os tipos de cabos de telecomunicação, como dados, imagem, etc.;
- d) utilize, no mínimo, dutos de 1";
- e) os dutos deverão ser dimensionados considerando que cada estação de trabalho é servida por até três equipamentos (cabos) para cada área de trabalho de 10m<sup>2</sup> de espaço útil. Deverão ter capacidade para acomodação de 3 cabos UTP/STP com dimensões mínimas de 3/4";
- f) o raio interno de uma curva deve ser de, no mínimo, 6 vezes o diâmetro do duto. Quando este possuir um diâmetro interno maior do que 50mm, o raio interno da curva deverá ser de, no mínimo, 10 vezes o diâmetro interno do duto. Para cabos de fibra óptica, o raio interno de uma curva deve ser de, no mínimo, 10 vezes o diâmetro interno do duto;
- g) se a eletricidade for um dos serviços compartilhados, os dutos devem ser particionados;

- h) a integridade de todos os elementos (*fire-stopping*) deverá ser mantida;
- i) caixas para *outlets* não deverão ser menores do que 50mm de largura, 75mm de altura e 64mm de profundidade.

Tabela 3 - Taxa de ocupação de eletroduto

ELETRODUTO (POLEGADAS/ MM)	DIÂMETRO DO CABO (MILÍMETRO)									
	3,3	4,6	5,6	6,1	7,4	7,9	9,4	13,5	15,8	17,8
½	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
¾	6	5	4	3	2	2	1	0	0	0
1	8	8	7	6	3	3	2	1	0	0
1 ¼	16	14	12	10	6	4	3	1	1	1
1 ½	20	18	16	15	7	6	4	2	1	1
2	30	26	22	20	14	12	7	4	3	2
2 ½	45	40	36	30	17	14	12	6	3	3
3	70	60	50	40	20	20	17	7	6	6
3 ½	-	-	-	-	-	-	22	12	7	6
4	-	-	-	-	-	-	30	14	12	7

Fonte: Adaptado de Marin (2008, p. 165)

## Eletrocalhas

São utilizadas para encaminhar o cabeamento do armário de telecomunicações até as salas dos usuários e, por meio de canaletas ou eletroduto, o cabeamento é distribuído nos pontos de telecomunicações nas áreas de trabalho. Veja algumas características importantes quanto à utilização das eletrocalhas.

- Podem ser ventiladas ou não.
- Se a eletricidade for um dos serviços compartilhados, colocar separação metálica aterrada entre eles.
- Utilizar curvas específicas pré-fabricadas, na dimensão das eletrocalhas escolhidas, respeitando o raio de curvatura máximo dos cabos.
- UTP 4 pares – 4 vezes o diâmetro do cabo.
- Fibra Óptica – 10 vezes o diâmetro do cabo.


**FIQUE  
ALERTA**

Evite cantos vivos. Os cantos devem ser lixados para remoção de farpas, evitando assim ranhuras nos cabos.



Figura 26 - Eletrocalhas

A taxa de ocupação das eletrocalhas é de 40% e, ao máximo, de 50%. Na tabela abaixo, seguem as principais dimensões comerciais.

Tabela 4 - Taxa de ocupação de eletrocalhas

ELETROCALHAS DIMENSÕES COMERCIAIS LARGURA X ALTURA	DIÂMETRO DO CABO (MILÍMETROS)	
	5,2MM	6,5MM
50x25	20	13
50x50	40	26
75x50	60	39
75x75	92	59
100x50	80	52
100x75	120	78
100x100	160	104
150x100	245	157
200x100	327	209
300x100	190	314

Fonte: Adaptado de SENAI (2003, p. 38)



### Leito de cabos

Os leitos de cabos são utilizados nas salas de telecomunicações ou salas de equipamentos, para encaminhar os cabos que chegam nestes espaços. Conheça algumas características importantes quanto à utilização dos leitos de cabos.

- a) Os leitos permitem acesso e gerenciamento dos cabos bastante facilitado.
- b) Não devem ficar em locais abertos por não proteger contra acesso indesejado.
- c) Os cabos de fibras ópticas devem seguir separadamente dos demais cabos. Para garantir esta separação, pode-se utilizar eletroduto corrugado.
- d) Os cabos devem ser presos com fitas velcro.
- e) Não exceder os limites de curvatura dos cabos.
- f) Ao utilizar abraçadeiras (fitas plásticas), cuidar para não esmagar os cabos.



Figura 27 - Leito de Cabo

### Malha de piso

Malha de piso é um sistema de distribuição com dutos alimentadores e distribuidores que são dispostos sobre a laje, ficando embutidos no contrapiso. Pela norma ANSI/TIA/EIA 569-A, deve ser considerada para cada 10m<sup>2</sup> (área de trabalho) uma seção transversal de duto com 650mm<sup>2</sup>.

No Brasil, os fabricantes desses sistemas utilizam uma taxa de ocupação de 30% nos dutos. Conheça, a seguir, algumas desvantagens da utilização da malha de piso:

- a) custo elevado;
- b) a instalação deve ser feita durante a construção, antes do contrapiso.



Figura 28 - Malha de Piso

### Piso elevado

É um sistema constituído por placas sobrepostas em um malha de sustentação metálica ou de PVC, fornecendo um espaço para passagem dos cabos. É bastante utilizado em centros de processamento de dados e escritórios. Ao utilizar piso elevado, é necessário levar em consideração algumas especificações, tais como:

- a) o espaço mínimo entre painel e piso deve ser de 20mm;
- b) na área de trabalho, a altura varia de 15cm a 30cm (as alturas podem variar de acordo com os fabricantes);
- c) o uso de eletroduto metal rígido, flexível ou PVC, deve obedecer aos lances de 30 metros ou mais, de 2 curvas de 90 graus entre caixas de passagens;
- d) utilizar eletrocalhas.

Na escolha de piso elevado, é necessário observar:

- a) cargas dinâmicas, estáticas e de impacto;
- b) dissipação de eletricidade estática;
- c) proteção contra incêndio;
- d) aterramento;
- e) administração dos cabos (os cabos devem ser encaminhados com eletroduto, eletrocalhas ou outro sistema de encaminhamento de cabos).

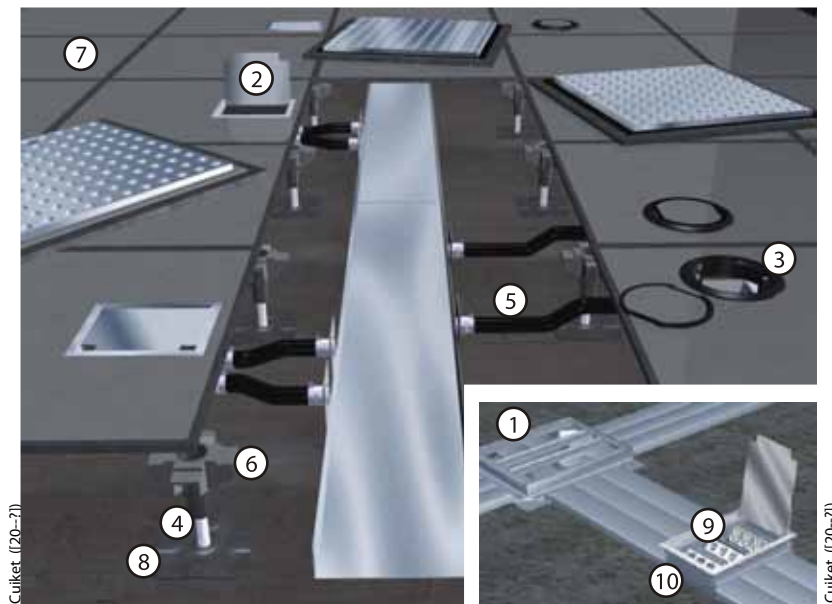


Figura 29 - Sistema de Canais para Piso Elevado

## LEGENDA:

- 1 - caixa de passagem;
- 2 - tampão;
- 3 - caixa de tomada;
- 4 - macaquinho;
- 5 - eletroduto;
- 6 - box alumínio;
- 7 - placa piso elevado;
- 8 - sapata;
- 9 - suporte caixa de tomada;
- 10 - caixa tomada para piso elevado.



**SAIBA  
MAIS**

Quer conhecer mais sobre os pisos elevados, modelos de piso cerâmicos, carpete e muitos outros acessórios para esta tecnologia? Acesse o site: <<http://www.remaster.com.br>>. Nele, você verá porque esta tecnologia é inovadora.

#### <sup>8</sup> TOPOLOGIA ESTRELA

A comunicação se origina de um ponto central.

#### <sup>9</sup> BACKBONE DE VOZ

Cabo de ligação para canal de voz.

### Distribuição de teto

É um sistema constituído por malha de eletrocalhas suspensas no teto, que por meio de postes ou eletrodutos realizam baixadas do teto até os pontos de telecomunicações nas áreas de trabalho. Nesse sistema, é necessário levar em consideração o seguinte:

- a) a altura mínima deve ser de 75mm acima de tetos falsos (forros);
- b) se a eletricidade for um dos serviços compartilhados, as eletrocalhas devem possuir separação aterrada (como visto anterior), e os eletrodutos particionados.



D'Imitre Camargo (2012)

Figura 30 - Malha de distribuição de teto

### 4.2.3 CABEAMENTO VERTICAL OU PRIMÁRIO

Também conhecido por cabeamento vertical ou primário 3, o subsistema de cabeamento de *Backbone* tem como função a interligação da sala principal de telecomunicações (*wiring closet*) com armários ou salas de telecomunicações de pavimentos.

Os requisitos de caminhos e acomodações para a execução deste subsistema seguem as mesmas recomendações do cabeamento horizontal, conforme as normas ISO/IEC 11801 e ANSI/EIA/TIA 569-B. Veja alguns requisitos adicionais para um projeto de cabeamento de *Backbone*:

- a) ter topologia em estrela<sup>8</sup> ou estrela estendida;
- b) não possuir mais do que dois níveis hierárquicos de conexão cruzada (*cross-connect*);
- c) os cabos que ligam as conexões cruzadas não podem ultrapassar 20 metros;

- d) evitar instalações em áreas com interferências eletromagnéticas (EMI) e rádio frequência;
- e) os cabos, tanto metálicos como de fibra óptica, devem seguir normas de retardância a chamas, para evitar propagação de incêndio entre os ambientes do edifício;
- f) seguir a EIA/TIA 607 para aterramento das instalações.

## CABOS SUPORTADOS PELO CABEAMENTO VERTICAL

Para uma conexão vertical são utilizados vários tipos de cabos, dentre os cabos que serão apresentados, o cabo de Cat. 5e é o mais comum, embora esteja em desuso. Veja, a seguir, outros tipos de cabos suportados pelo cabeamento vertical.

- a) Cabos de pares trançados UTP (*Unshielded Twisted Pair*) ou F/UTP (*Foiled/Unshielded Twisted Pair*), Cat 5e, 6, 6A e 7 de quatro pares, 100Ω;
- b) Cabos de pares trançados UTP multipares, 100Ω **Backbone de voz**;
- c) Cabo óptico multimodo de 50/125μm e 65/125μm;
- d) Cabo óptico monomodo.

Os cabos balanceados UTP multipares somente devem ser adotados em *Backbone* de voz. Para os cabos cat 3 valem as mesmas normas do subsistema anterior.

O comprimento máximo entre as ligações de *Backbone* são diferentes, dependendo do cabo utilizado ou da existência de armários de telecomunicação intermediários entre a sala principal de telecomunicações e a Conexão Cruzada Horizontal, conforme demonstra a figura a seguir.

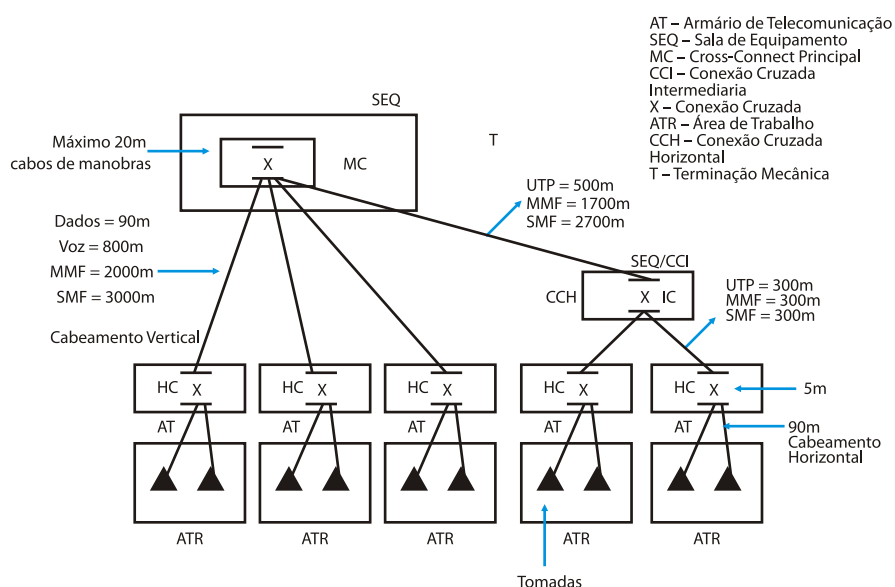


Figura 31 - Subsistema de cabeamento *Backbone*

<sup>10</sup> BACKBONE DE CAMPUS

Cabo que liga dois edifícios comerciais.

<sup>11</sup> SLEEVES

Passagem que interliga os pavimentos.

**Distâncias para cabeamento vertical**

Quanto à distância utilizada em cabeamento vertical, é preciso destacar que, ao utilizar cabos UTP e S/FTP para os enlaces de voz, esses poderão ter no máximo 800m para ligação direta entre o MC (*Cross-Connect Principal*) e a CCH (*Conexão Cruzada Horizontal*). Já se o enlace tiver uma CCI (*Conexão Cruzada Intermediária*), as medidas serão de 500m entre o MC e o CCI e de 300m entre a CCI e a CCH.

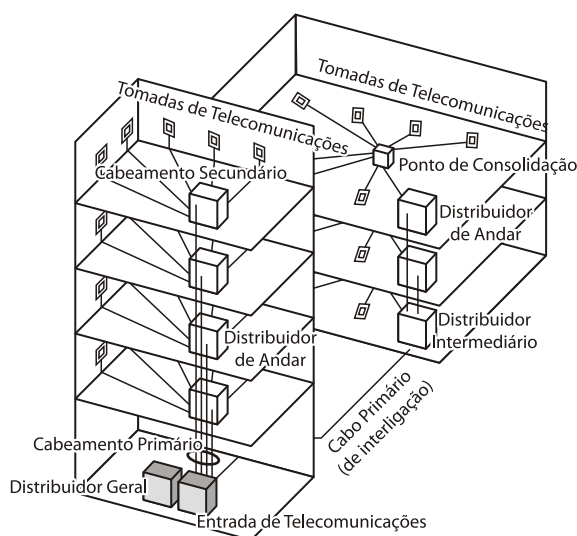
Tabela 5 - Tabela das distâncias

MEIO	MC (DIRETO À CCH)	CCI	CCH
Cabo UTP	800m	500m	300m
Fibra Multimodo	2.000m	1.700m	300m
Fibra Monomodo	3.000m	2.700m	300m

O cabeamento de *Backbone* pode ser subdividido da seguinte maneira:

**Backbone de edifício:** Refere-se ao sistema que interliga o DGT aos armários de telecomunicação (CCI ou CCH) de cada andar do edifício, conforme a figura a seguir. A distância entre os enlaces deve seguir as recomendações das normas, conforme a tabela e figura apresentadas anteriormente.

**Backbone de campus**<sup>10</sup>: Refere-se ao sistema que compreende a interconexão de redes entre dois ou mais edifícios, de acordo com figura a seguir. Segue as mesmas recomendações da norma para *Backbone* de edifícios, exceto quando a ligação entre os edifícios estiver exposta a intempéries ou a surtos de tensão. Neste caso, deve ser utilizado o cabo de fibra óptica.



D'Imitre Camargo (2012)

Figura 32 - *Backbone* de edifício e Campus

### Elemento de infraestrutura para percurso vertical

É o sistema que conduz e protege o cabeamento que interliga as salas de telecomunicações ou armários de telecomunicações às salas de equipamentos e de entrada do edifício, ou ainda, as interligações entre edifícios ou campus. Esse sistema é composto por dutos, conexões, fendas e bandejas.

A norma ANSI/TIA/EIA 569-A determina o uso de uma sala de telecomunicação por andar. Assim, os elementos ficam na mesma posição em cada andar. Para que haja conexão entre eles, basta efetuar aberturas na laje. Estas aberturas recebem o nome de *sleeves*<sup>11</sup> ou *slots*.



Figura 33 - Dutos de conexão

### 4.2.4 SALA OU ARMÁRIO DE TELECOMUNICAÇÃO

A sala de telecomunicação é um espaço estratégico dentro das edificações, que serve para a interconexão dos cabeamentos horizontal e vertical (*Backbone*). Neste local, é realizado todo o gerenciamento de conexões cruzadas da instalação.

Os padrões da norma requerem no mínimo uma sala de telecomunicações em cada pavimento da edificação, sendo que quando a área útil for maior que 1.000m<sup>2</sup> ou o comprimento do cabo de distribuição horizontal até a WA for maior que 90m, deve-se providenciar um ponto de consolidação, um armário, ou mesmo uma sala de telecomunicação adicional.

Esse espaço é dimensionado em virtude da área útil do andar a que serve. A norma EIA/TIA 569A recomenda dimensões para o armário ou sala de telecomunicação baseadas em uma estação de trabalho a cada 10m<sup>2</sup>, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 6 - Dimensões Sala de Telecomunicações

ÁREA ATENDIDA	SALA OU RACK
100 (m <sup>2</sup> )	Rack de parede ou gabinete
100 até 500 (m <sup>2</sup> )	2,60 x 0,60m ou racks ou gabinete
500 (m <sup>2</sup> )	3,0 x 2,2m
800 (m <sup>2</sup> )	3,0 x 2,8m
1000 (m <sup>2</sup> )	3,0 x 3,4m
Acima de 1000	Recomendam-se duas salas

Por ser estrategicamente crucial para um bom projeto de cabeamento estruturado, a sala de telecomunicação necessita de algumas especificações recomendadas pela EIA/TIA 569 B, tais como:

- a) altura mínima de 2,6m;
- b) adoção de codificação padrão de cores dos dispositivos de conectividade conforme EIA/TIA 606;
- c) não possuir teto rebaixado;
- d) iluminação recomendada de 500lux medidos a 1m de altura do piso;
- e) piso capaz de suportar uma carga de no mínimo 2,4kpa;
- f) porta com largura mínima de 90cm e 200cm de altura com abertura voltada para fora, com chaveamento somente pelo lado de fora;
- g) umidade e temperatura com controle ininterrupto (umidade de 30% a 50% e temperatura de 21°C);
- h) sistema de proteção contra incêndio;
- i) provida com sistema de aterramento conforme recomendações da EIA/TIA 607;
- j) parede de 2,4m de altura revestida com painéis de madeira compensada AC (antichamas) de 20mm de espessura para fixação de dispositivos de conexão (blocos IDC110, por exemplo);
- k) tomadas de energia estabilizadas para os racks dos equipamentos e tomadas independentes para atividades de manutenção localizadas em intervalos de 1,8m por todo o perímetro da sala;
- l) sistema de alimentação elétrica independente do restante da edificação;
- m) espaço lateral e frontal de 1,2m do rack.



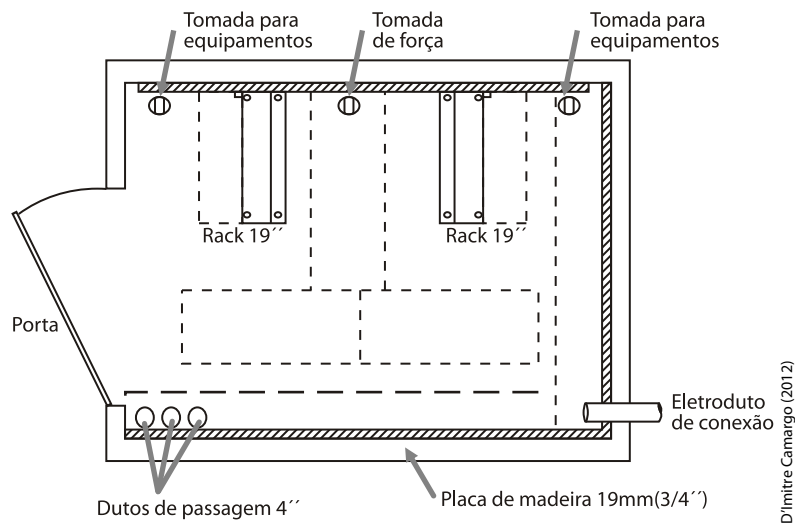


Figura 34 - Exemplo Sala de Telecomunicações

**FIQUE ALERTA**

Sempre que for dimensionar uma sala de telecomunicação, preste muita atenção quanto a medidas da porta de entrada. As portas sempre devem ter o mínimo de 90cm x 2m.

A norma EIA/TIA 569A também determina que uma sala ou armário de telecomunicação seja terminado em um dispositivo de conexão (*patch panel* ou bloco IDC, por exemplo), podendo ser “conectorizado” por conexão cruzada ou interconexão, como visto anteriormente.

Conheça a seguir 2 tipos de armários de telecomunicações utilizados: os *racks*, usados em edifícios comerciais de grande porte, e as *brackets*, usadas em edifícios onde a quantidade de equipamentos é pequena.

**RACK**

Os *racks* são gabinetes utilizados para o acondicionamento de equipamentos de redes de computadores, como *switches*, roteadores, *patch panels*, etc. Veja algumas determinações dos *racks*:

<sup>12</sup> PATCH PANEL

Equipamento utilizado para distribuir o cabeamento horizontal.

- a) possuem largura padrão de 19 polegadas (482,6mm);
- b) podem ser de dois tipos: os **racks abertos**, que são estruturas metálicas retangulares fixadas no piso, indicadas para ambientes protegidos; e os **racks fechados**, que possuem porta de vidro ou acrílico, sendo assim, possuem maior segurança para os equipamentos instalados em seu interior, podendo ser fixados em paredes ou pisos;
- c) para o perfeito dimensionamento do *rack*, é importante relacionar os equipamentos que serão instalados, sabendo que cada equipamento possui altura padrão de 1U.
- d) U (1U = 44,45mm);
- e) é recomendável que exista espaçamento de 1U entre os ativos de rede instalados no *rack*, para a ventilação e troca de calor;
- f) outro fator importante é dimensionar que para cada *path panel* deverá haver um organizador de cabos.



Figura 35 - Rack Fechado (esquerda), Rack Aberto (direita)

## BRACKET

São estruturas mais simples utilizadas em redes de pequeno porte, devido ao seu baixo custo em relação aos *racks*.



### VOCÊ SABIA?

Que um lux equivale a um lúmen. Lúmen: unidade internacional que representa a quantidade de luz emitida por emissor. Uma vela comum acesa equivale a 12 lumens.

## 4.2.5 SALA DE EQUIPAMENTOS

A sala de equipamentos (*equipment room*) é o espaço que contém grande parte dos equipamentos para prover os serviços de telecomunicação da edificação. É o ponto inicial do sistema de *Backbone*. É nesta sala que se encontram os dispositivos de terminação de conexões (*patch panels*<sup>12</sup>, blocos IDC, entre outros), assim como os servidores da rede, as centrais PABX, os roteadores, os *switches*, o modem, as centrais de monitoramento e alarme, os sistemas CFTV, entre outros.

Entretanto, vale destacar que independente das dimensões das instalações do edifício, a área mínima dessa sala não poderá ser inferior a 14m<sup>2</sup>, conforme apresenta a tabela a seguir.

Tabela 7 - Dimensionamento sala de equipamento

ÁREA DE TRABALHO	ÁREA P/ SALA DE EQUIPAMENTOS (M²)
Até 100	14
De 101 a 400	37
De 401 a 800	74
De 801 a 1200	111

Fonte: Adaptado de Marin (2008, p. 63)

De acordo com Pinheiro (2003), “uma sala de equipamentos é definida como qualquer espaço onde se localizam equipamentos de telecomunicações comuns aos residentes ou funcionários de um edifício.” A sala de equipamentos é projetada para atender o edifício inteiro ou todo um campus, devendo seguir recomendações específicas além das citadas na sala de telecomunicações, conforme prevê a norma. Veja, a seguir, alguns detalhes sobre a sala de equipamentos:

- a) a localização da sala deve possuir acesso, para expansão futura e novos equipamentos;
- b) a sala de equipamento deverá prover 0,07m<sup>2</sup> para cada 10m<sup>2</sup> de espaço na área de trabalho, e o tamanho não deverá ser inferior a 14m<sup>2</sup>;
- c) temperatura na faixa de 18 a 24 graus centígrados e 30 a 50% de umidade;

- d) deverá possuir, no mínimo, um eletroduto de 1 ½ " disponível para interligar a sala de equipamento ao aterramento do edifício;
- e) proteção secundária contra voltagem ou pico de energia para equipamentos eletrônicos que estão conectados a cabos (campus de *Backbone*) que se estendam entre edifícios;
- f) possuir sistema de condicionamento da rede elétrica (*nobreak*, estabilizadores ou mesmo geradores de energia);
- g) carga de piso;
- h) controle de acesso de pessoas não autorizadas à sala;
- i) considerar EMI e *fire-stopping*.

Acompanhe, a seguir, uma situação que aconteceu em uma empresa de tecnologia catarinense.



## CASOS E RELATOS

---

### O banheiro

Uma empresa TEc Norte surge, ergue seu edifício, e dá início a implantação do sistema de cabeamento. Neste exato momento, foi percebido que não haviam reservado espaço na sala para a entrada de facilidades e nem sala de equipamentos. Como então serão recebidas as conexões das operadoras?

Dessa forma, foram descartadas alterações na edificação, logo, algumas pessoas ficaram sem banheiro, pois na falta de uma sala, o banheiro foi utilizado como sala de equipamento.

---

### 4.2.6 ENTRADA DE FACILIDADES

Trata-se do local que interliga todos os serviços de telecomunicações externos (serviços das concessionárias, sistemas de antenas e provedoras) com o cabeamento interno da edificação. Veja um exemplo, na figura a seguir.



Figura 36 - Infraestrutura de entrada

A entrada de facilidades requer alguns requisitos, tais como:

- a) todos os cabos de entrada precisam estar devidamente aterrados nessa sala;
- b) cabos “geleados” de fibra ou metálicos devem ter acabamento de contenção do gel;
- c) pode ter distribuição por cabos aéreos (postes) ou tubulação subterrânea;
- d) encaminhamentos (tubulações e dutos) redundantes e retardantes à chama (*firestop*);
- e) outras especificações semelhantes às apresentadas para as salas de telecomunicação e equipamentos.

Quanto ao dimensionamento da sala, recomenda-se um espaço de parede de 2,5m de altura, com painéis de compensado AC, com comprimento descrito na tabela a seguir.

Tabela 8 - Dimensões de Parede

ÁREA GERAL (M²)	COMPRIMENTO DA PAREDE (M)
500	0,99
1.000	0,99
2.000	1,06
4.000	1,725
5.000	2,295
6.000	2,40
8.000	3,015
10.000	3,63

### <sup>13</sup> DATACENTERS

É um contêiner para armazenar dados, informações, etc.

### <sup>14</sup> ATIVOS DE REDES

São os equipamentos energizados que fazem a rede funcionar.

Como você viu nesse recente estudo, o cabeamento estruturado é dividido nos seguintes subsistemas: área de trabalho, cabeamento horizontal e vertical, sala ou armário de telecomunicação, sala de equipamentos e entrada de facilidades. Você pôde conhecer a importância e a função de cada um desses subsistemas, cuja finalidade é facilitar a administração do cabeamento.

## 4.3 CABEAMENTO PARA DATACENTERS

O termo Datacenter<sup>13</sup> veio a substituir o que há algum tempo atrás se chamava de CPD - Centro de Processamento de Dados. Dessa forma, também recebeu sua própria norma, a ANSI/EIA/TIA 942, que estabelece padrões para sua construção.

Os Datacenters estão classificados em cinco subsistemas, cujos nomes e siglas são bem semelhantes aos subsistemas do cabeamento estruturado. Veja:

SUBSISTEMAS DOS DATACENTERS
ER – Sala de Entrada
MDA – Área de Distribuição Principal
HDA – Área de Distribuição Horizontal
ZDA – Zona de Área de distribuição
EDA – Área de Distribuição de Equipamentos

Quadro 5 - Subsistema dos Datacenters

A seguir, conheça mais sobre cada um desses subsistemas.

### **ER – Sala de Entrada**

A sala de entrada é o ponto de ligação entre o Datacenter e o cabeamento externo vindo dos provedores de serviços (operadora de telecomunicação).

### **MDA – Área de distribuição principal**

Local responsável pela interconexão entre os subsistemas do Datacenter, ou seja, é a origem do cabeamento horizontal.

### **HDA – Área de distribuição horizontal**

Esta área é responsável pela conexão da área de distribuição principal com a área de distribuição de equipamentos, nesta área estão as conexões cruzadas horizontais.

### **ZDA – Zona de área de distribuição**

Esta é área á utilizada como uma segunda opção do cabeamento horizontal e está localizada nas áreas de distribuição horizontal e distribuição de equipamentos.

### **EDA – Área de distribuição de equipamento**

Nesta área, estão localizados os equipamentos de informática como servidores e *storage*. Também possui *racks*, gabinetes e equipamentos de comunicação como roteadores, *switches* e outros.

Os Datacenters, além de possuírem uma divisão em subsistemas, também recebem uma divisão de quatro camadas em ordem sequencial: camada 1, 2, 3 e 4, onde cada camada possui uma carga de responsabilidade fundamental para o funcionamento do Datacenter.

Você deve se perguntar: quais são as características de cada uma dessas camadas?

É o que você conhecerá a seguir.

#### **Camada 1 – Básico**

Prevê a distribuição de energia elétrica para atender uma carga elétrica com pequena ou nenhuma redundância. A falha elétrica pode causar interrupção parcial ou total das operações.

#### **Camada 2 – Componentes Redundantes**

Esta camada é responsável pelos equipamentos redundantes, ativos de redes<sup>14</sup> como roteadores, *switches*, bem como, os equipamentos oriundos de provedores de serviços (operadoras de telecomunicação). Como o próprio nome da camada diz, todos esses equipamentos devem possuir uma redundância. Essa camada deve manter os equipamentos redundantes sempre confiáveis e prontos para o funcionamento.

É de responsabilidade dessa camada toda a passagem de cabeamento, os *no-breaks*, condicionadores de ar, etc. Tudo que faz parte dos subsistemas do Datacenter e que possui redundância é de responsabilidade da camada 2.

#### **Camada 3 – Sistema Auto Sustentável**

Esta camada possui a responsabilidade de manter o funcionamento do Datacenter em fatores como comunicação e energia. O fator importante é a comunicação, que deve sempre estar *on-line*, não podendo ficar indisponível. Pensando nisso, essa camada possui meios redundantes para os meios de comunicação, como por exemplo, os links de comunicação, que são no mínimo dois e tem operadores diferentes.

### Camada 4 – Sem tolerância a falhas

Você viu que a camada 1 é responsável pelo fornecimento de energia, que a camada 2 cuida dos equipamentos redundantes, e que a camada 3 deve prover um sistema autosustentável. A camada 4, tem a responsabilidade de ativar os mecanismos de *backup* das outras camadas, seja ela de qualquer natureza, como energia, *link* ou ar condicionado. Esta camada deverá automaticamente iniciar o componente de *backup* correspondente à falha.

No momento da instalação de um Datacenter, é necessário ter os seguintes cuidados:

- a) os *racks* são os equipamentos que irão manter os servidores e equipamentos ativos de rede, por isso devem ser instalados em linha;
- b) o sistema de cabeamento horizontal pode ser atendido por cabo de par trançado, bem como, cabos de fibra óptica;
- c) o cabo de par trançado deve ser no mínimo da categoria 6;
- d) a fibra óptica pode ser monomodo e multimodo. Para as multimodo devem ser utilizadas fibras a *laser* MM 50µm.

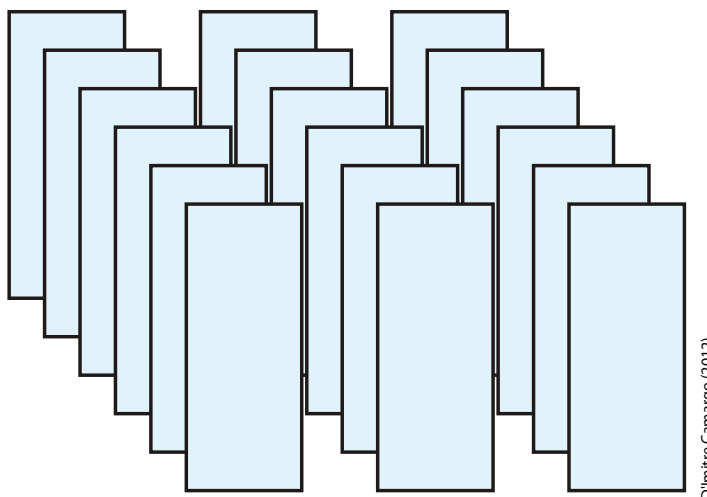


Figura 37 - Racks em linha

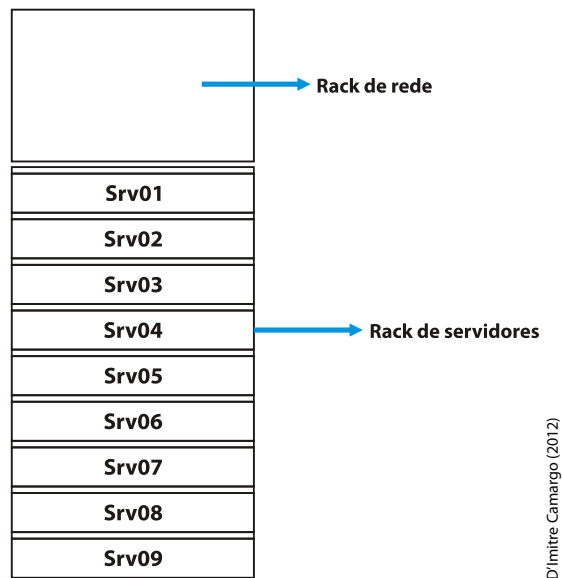
D'Imire Camargo (2012)

### 4.3.1 ADMINISTRAÇÃO DOS DATACENTERS

A administração do sistema de Datacenters é a mesma dos sistemas de cabeamento estruturado. As salas e as áreas devem ser identificadas, os *racks* deverão receber etiquetas de identificação, o cabeamento deve receber identificação em suas extremidades identificando origem e destino, e os encaminhamentos também devem ser identificados em suas extremidades, informando origem e destino.

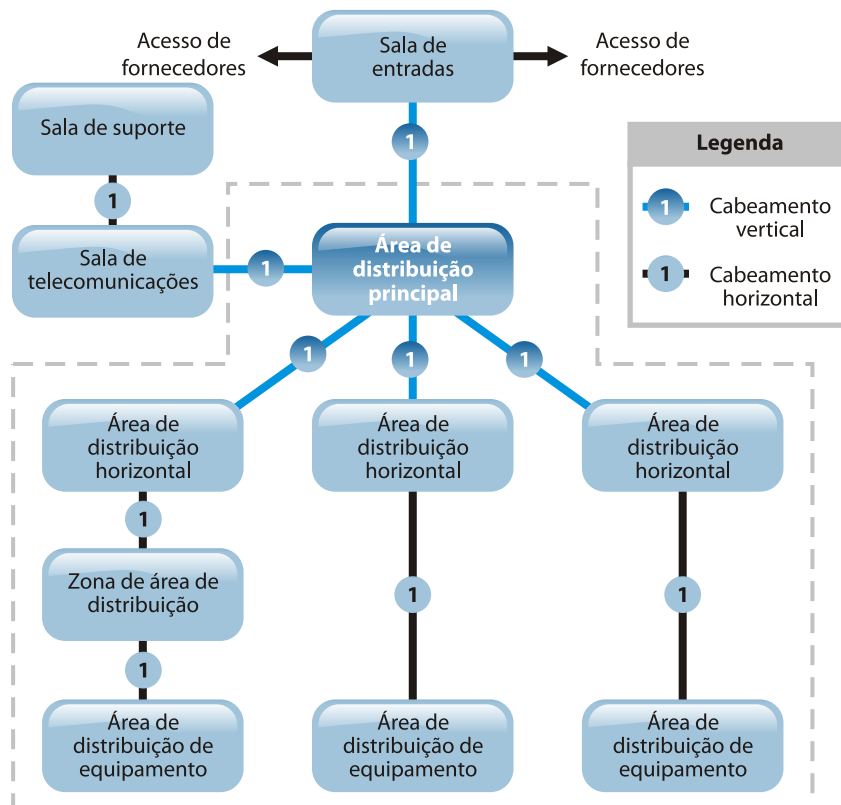


É importante saber que os equipamentos ativos de rede devem ficar próximos aos *racks* que irão atender, evitando assim um gasto excessivo em cabeamento. Nos grandes Datacenters, os ativos de rede ficam sobre o *rack* de servidores. Na figura a seguir, você verá uma estrutura de *rack* rede com *rack* servidor.



D'Imitre Camargo (2012)

Figura 38 - Estrutura do Rack rede com Rack Servidor



D'Imitre Camargo (2012)

Figura 39 - Estrutura de Datacenters

Neste capítulo, você estudou muitos assuntos interessantes, não é mesmo? Relembre quantos conteúdos importantes você pôde conhecer dentre os assuntos abordados em sistemas e subsistemas de cabeamento estruturado, área de trabalho e cabeamento de datacenters.

Antes de seguir para o próximo capítulo, aproveite para anotar os principais conceitos, características ou definições de cada tema apresentado. Este é um excelente exercício para seu aprendizado.



## RECAPITULANDO

---

No estudo deste capítulo, foram apresentados à você os subsistemas de cabeamento estruturado, com os quais foi possível estudar a importância das distâncias máximas dos cabos, que podem onerar a rede se ultrapassarem os limites. Você viu também que uma área de trabalho equivale a  $10\text{m}^2$ , e que o cabeamento horizontal é responsável por conectar a tomada de telecomunicação ao armário de telecomunicação.

Neste estudo, foi possível aprender também que os cabos que ligam as salas de telecomunicação são chamados de cabo vertical ou *Backbone*. Por fim, você estudou sobre as calhas, os eletrodutos e suas capacidades máximas, bem como, as salas de equipamentos e as salas de telecomunicações, além dos datacenters.

---

# Executando, Administrando e Certificando o Cabeamento



## 5

Neste capítulo que se inicia, você será apresentado às formas de administração de um sistema de cabeamento estruturado e às técnicas para conexão de *patch panel*, RJ45 macho e fêmea e certificação do cabeamento.

Para compreender técnicas e sistemas de administração, você conhecerá as definições normativas que envolvem a parte administrativa, bem como as práticas de instalações, dentre outros assuntos.

E, ao concluir este capítulo, você terá subsídios para:

- a) administrar um sistema de cabeamento estruturado;
- b) compreender a importância do uso dos identificadores;
- c) crimpar o conector RJ45 macho e fêmea;
- d) fazer conexão *patch panel*;
- e) compreender a importância da certificação do cabeamento.

## 5.1 ADMINISTRAÇÃO

A norma ANSI/TIA/EIA-606, cuja especificação diz respeito à administração e à identificação dos sistemas de cabeamento estruturado, tem por objetivo principal prover uma administração de cabeamento, independente da aplicação. Esta administração pode ser realizada por meio de códigos ou cores.

Fazem parte desta administração: cabos, *patch panel*, blocos 110 IDC, *racks*, eletroduto, eletrocalhas, sala de telecomunicação, e outros recursos que a administração julgar necessário. A forma como será administrado poderá ser manual, por meio de programas de computador. A ANSI/TIA/EIA-606 define cinco áreas como sendo de administração, que você conhecerá a seguir.

- a) **Espaços de Telecomunicação:** são locais onde as terminações estão localizadas, como exemplo: áreas de trabalho, sala de equipamento, caixas de passagens, etc.
- b) **As rotas de Telecomunicação:** dutos e passagens.
- c) **Componentes elétricos e aterramento.**
- d) **Mídias de Transmissão:** cabo horizontal, *Backbone*, etc.
- e) **Terminação para os meios de comunicação:** estão localizados nos armários de telecomunicações, áreas de trabalho, etc.

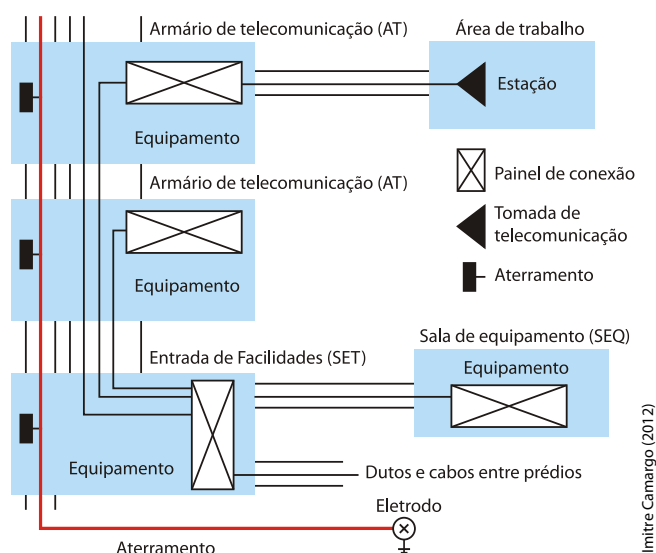


Figura 40 - Abrangência da administração

Para que exista uma administração eficaz em um sistema de cabeamento, você deve identificar cada item do cabeamento como número único de identificação, bem como sua origem, destino e local de passagem para cabos e conduto-

res de cabos. É necessário cadastrar toda essa informação, sendo que a forma de armazenamento pode ser eletrônica ou manual, para que eventuais relatórios de localização e quantitativo possam ser mensurados.

Você irá conhecer cada um desses itens a seguir.

### Identificadores

São números que identificam cada elemento dentro do sistema de cabeamento. Esses identificadores podem ser etiquetas autocolantes, adesivos, placas, anilhas, etc. Devem estar fixados nos elementos a serem administrados.

### Registros

São as informações armazenadas em *software* específico, ou mesmo de forma manual de cada elemento dentro de um sistema de cabeamento estruturado.

### Relatórios

São as informações obtidas por meio dos registros de cada elemento cadastrado ou de um todo dentro de um sistema de cabeamento.

Conheça agora as formas de como identificar os elementos de um sistema de cabeamento. Serão apresentadas duas formas por código, que consiste em um número único para cada elemento, que são largamente utilizados. As identificações por cores, para sua administração, são mais difíceis, porém eficazes e pouco utilizadas.

## 5.1.1 IDENTIFICAÇÃO POR CÓDIGO

Este é o primeiro modo de se identificar os cabos e equipamentos, por meio de código alfanumérico. Como visto anteriormente, etiquetas autocolantes, placas, adesivos e anilhas são alguns tipos de identificadores.

Conheça agora como fica a identificação por código em cada elemento de um sistema de cabeamento.

a) **Espaços de telecomunicações:** os espaços devem estar identificados em suas entradas da seguinte forma:

a) Sala de telecomunicação = TCXXX;

b) Sala de Entrada = SETXXX;

c) Sala de Equipamento = SEQXXX;

d) Área de Trabalho = ATRXXX;

e) Caixa de Passagem = CPXXX

XXX = número sequencial único

- b) **Armários de telecomunicação:** Nos armários de telecomunicação, a identificação deve estar fixada na porta da seguinte forma:

03B-XX-XX

03B-XX-XX = armário de telecomunicação (*rack*) B

- c) **Patch panel:** Os *patch panel* (painel de conexão) devem receber identificação da seguinte forma:

03B-01-XX

03B-01-XX = *patch panel* 01 do armário de telecomunicação (*rack*) B do terceiro andar

- d) **Tomada do patch panel:** As tomadas dos *patch panel* já vem identificados de 01 a 24 de fábrica e ficarão desta forma:

03B-01-01

03B-01-01 = tomada 01 do *patch panel* 01 do armário de telecomunicação (*rack*) B do terceiro andar

- e) **Tomadas de Telecomunicações (outlet):** As tomadas de telecomunicações devem receber etiqueta com identificador único, lembrando que toda tomada de telecomunicação irá terminar em um ponto no *patch panel* no armário de telecomunicação, por meio do cabeamento horizontal. Desta forma, o número do ponto da tomada de telecomunicação deverá ser o mesmo do *patch panel*.

03B-01-01

03B-01-01 = Tomada de telecomunicação 01 do *patch panel* 1 do armário de telecomunicação (*rack*) B do terceiro andar



## FIQUE ALERTA

É necessário padronizar as tomadas RJ45 quando há um espelho com mais de uma tomada de telecomunicação, considerando a primeira tomada como sendo a posição superior esquerda, e na sequência, executar um movimento esquerda-direita de cima para baixo, para a numeração sequencial das demais. Se na sala houver um espelho ou caixa de superfície instalada na mesma área, deverá ser identificada no canto esquerdo superior com número sequencial único.

- f) **Cabos em geral:** A identificação dos cabos, em geral, obedece à regra de identificar a origem e o destino, em que a identificação do andar do edifício deve estar presente na identificação.

### Identificação do cabo horizontal Armário/Sala

**03A-02-21/03-A100-03-01**

**Origem:** andar, armário, *patch panel*, tomada

**Destino:** andar, sala, espelho, posição 01

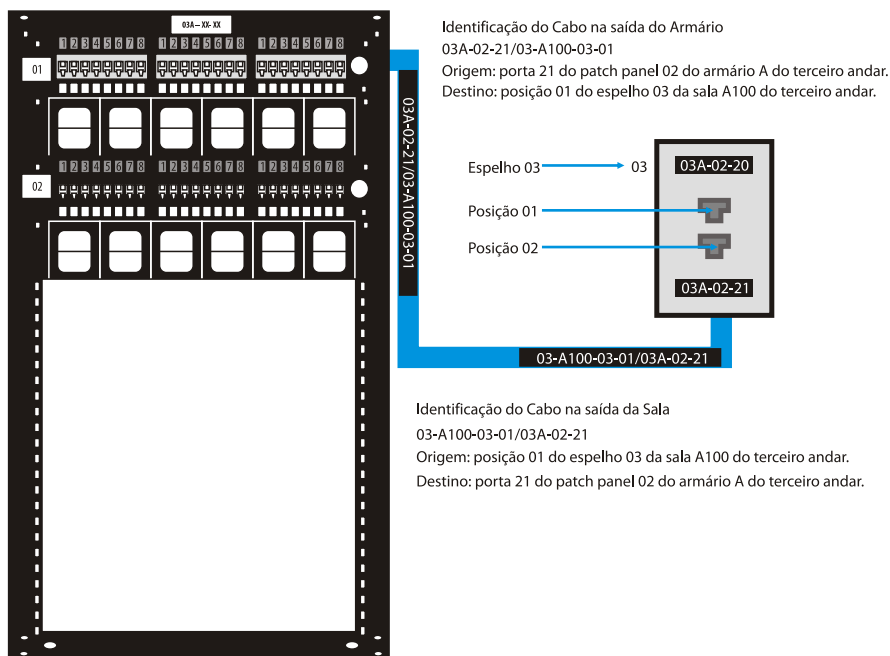


Figura 41 - Conexão armário/sala

Identificação do cabo horizontal Armário/Armário

**03B-01-01/00A-02-01**

**Origem:** andar, armário, *patch panel*, tomada *patch panel*.

**Destino:** andar, armário, *patch panel*, tomada *patch panel*.

Considere sempre 00 como sendo o andar térreo.

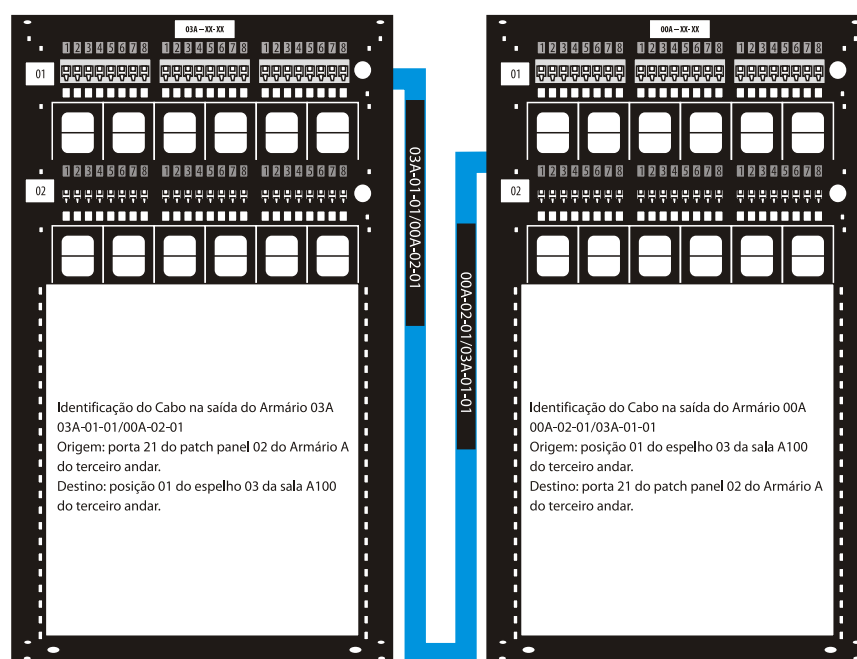


Figura 42 - Conexão armário/armário

### Rotas de telecomunicação

Devem ser identificadas nas suas extremidades, informando origem e destino, incluindo sala e andar.

**CXXX** = Caminho em conduto, eletroduto ou canaleta

**CBXXX** = Bandeja de Cabos ou Eletrocalhas

**XXX** = número sequencial único

### Componentes elétricos e aterramento

Os componentes elétricos devem ser identificados a fim de evitar danos pessoais aos usuários do edifício comercial.



**CVXXX** = Condutor de Vinculação  
**BVXXX** = Barra de Vinculação  
**BAP** = Barra de aterramento Principal  
**BATXXX** = Barra de Aterramento de Telecomunicações  
**XXX** = Sequencial único

As tomadas elétricas podem ser identificadas por cores ou código:

Código = etiqueta 110 ou 220  
 Cores = tomadas vermelha 110, tomadas pretas 220

A seguir, conheça a segunda forma de identificação dos elementos de um sistema de cabeamento estruturado, nesta forma não utilizados números e, sim, cores.

### 5.1.2 IDENTIFICAÇÃO POR CORES

A identificação das conexões cruzadas e interconexões podem ser realizadas por meio de uma tabela de cores, que facilita a administração e manutenção, como mostra o quadro a seguir.

TERMINAÇÕES	CORES	APLICAÇÃO
Ponto de Demarcação	Laranja	Conexão com provedor de serviços.
Conexões de Rede	Verde	Conexão voz na rede interna.
Equipamentos	Violeta	Conexão equipamentos (ex. <i>switch</i> , etc.).
Sistemas Prioritários	Vermelho	Conexão equipamentos de voz.
<i>Backbone</i> 1 Nível	Branco	Terminação dos cabos do <i>Backbone</i> interno, ligando o distribuidor geral de telecomunicação (MC) e as conexões intermediária (CCI).
<i>Backbone</i> 2 Nível	Cinza	Terminação dos cabos do <i>Backbone</i> interno, ligando as conexões intermediária (CCI) e as conexões horizontais (CCH).
<i>Backbone</i> Campus	Marrom	Terminação do cabo <i>Backbone</i> externo entre campus.
Cabeamento Horizontal	Azul	Terminação do cabo horizontal nos espaços de telecomunicação.
Circuitos Auxiliares	Amarelo	Alarme, Segurança, Gerência de Energia.

Quadro 6 - Quadro de cores e aplicações  
 Fonte: Adaptado de Pinheiro (2003, p. 177)

---

<sup>1</sup> PATH CORD

---

É o cabo utilizado para conexão do computador ou outro dispositivo de rede ao ponto de telecomunicação, este cabo deve ser flexível.

---

---

<sup>2</sup> RJ45

---

Conector de 8 pinos utilizado em cabos de manobra.

---

No recente estudo, você conheceu informações necessárias para administração de um sistema de cabeamento estruturado. Viu a importância dos identificadores, que podem ser por códigos ou por cores.

A seguir, você dará sequência ao estudo por meio de técnicas e práticas. Um conteúdo bem prático que lhe orientará, por meio de um passo a passo, como proceder em uma instalação para cabos UTP.

## 5.2 TÉCNICAS E PRÁTICAS DE INSTALAÇÃO PARA CABOS UTP

Nesta etapa do conteúdo, você irá estudar as técnicas e práticas de instalação utilizadas para cabos UTP. Você lembra que tipo de cabo é este? Os cabos UTPs são cabos de pares trançados utilizados para conexão de computadores e dispositivos de rede. Você dará início às práticas de conexão dos conectores RJ45 macho e fêmea, além das conexões de *patch panel* e técnicas de lançamento de cabos.

Os cabos de comunicação devem ser lançados com o auxílio de cabos-guia. Para tanto, é necessário seguir os seguintes cuidados:

- a) o lançamento dos cabos deve ser realizado ao mesmo tempo em que são retirados da caixa;
- b) os cabos não devem ser puxados com força superior a 11,3Kgf, pois uma força como esta causará alongamento dos condutores alterando as características elétricas;
- c) não devem ser estrangulados, torcidos;
- d) os cabos devem estar identificados;
- e) não utilizar produtos químicos, vaselina, sabão, óleo, detergentes, dentre outros, para facilitar a passagem dos cabos;
- f) evitar lançar os cabos em dutos que contenham umidade excessiva;
- g) evitar lançamentos próximos a fontes de calor, pois a temperatura máxima é de 60°C;
- h) se ocorrer o rompimento do cabo lançamento, remover o mesmo e passar outro em seu lugar. Não são permitidas emendas no cabo UTP;
- i) o *path Cord*<sup>1</sup>, também conhecido como cabo de manobra, não deve ser confeccionado em campo (só quando necessário);
- j) quando o sistema for blindado, deve-se cuidar com a ligação do fio dreno do cabo FTP como *hardware* de conectividade.

Após a finalização do lançamento dos cabos, eles devem receber os acabamentos e as seguintes conectorizações:

- a) os cabos devem ser agrupados em forma de chicote;
- b) nas tomadas de telecomunicações deve-se deixar 30cm de folga;
- c) nas salas de telecomunicações deixar 3 metros de folga.

### 5.2.1 CONECTORIZAÇÃO DOS CABOS

As terminações dos cabos UTP podem ser em conectores modulares de oito vias RJ45<sup>2</sup> macho ou fêmea (Jack), *patch panel* ou blocos IDC.

**RJ45:** conector de 8 pinos utilizado em cabos de manobra

Para o manuseio dos UTP existem ferramentas como tesouras, alicates de corte e decapadores de fios utilizados para este trabalho. No entanto, recomenda-se utilizar dois tipos de ferramentas: o *Punch down tool patch panel* e o alicate crim-pagem. Conheça agora estas duas ferramentas.



Figura 43 - Alicate de crimpar (esquerda) e *Punch down tool patch panel* (direita)

No manuseio dos cabos UTPs, para conexões, é necessário ter os seguintes cuidados:

- a) não destrançar mais que 13mm;
- b) escolha do padrão conectorização 568A ou 568B. No exemplo será usado o modelo 568A.

### 5.2.2 CONECTORIZAÇÃO TOMADA MODULAR 8 VIAS (JACK) OU RJ45 FÊMEA

A seguir, você conhecerá o procedimento de como instalar uma modular de oito vias em cabo UTP, os cuidados na decapagem e posição da ferramenta de inserção. Acompanhe!

#### PASSO 1

Decapar 5cm do cabo com a ajuda de um decapador, tomando o cuidado para não danificar os condutores.



Figura 44 - Decapador e 13 mm de cabo decapado

#### PASSO 2

Acomodar os condutores no conector fêmea, seguindo o padrão de cores escolhido.



Figura 45 - Acomodação dos condutores

**PASSO 3**

Inserir os condutores com a ajuda do *push down*.



Figura 46 - Inserção dos condutores

**PASSO 4**

Após a inserção dos condutores, colocar a tampa de proteção do conector.

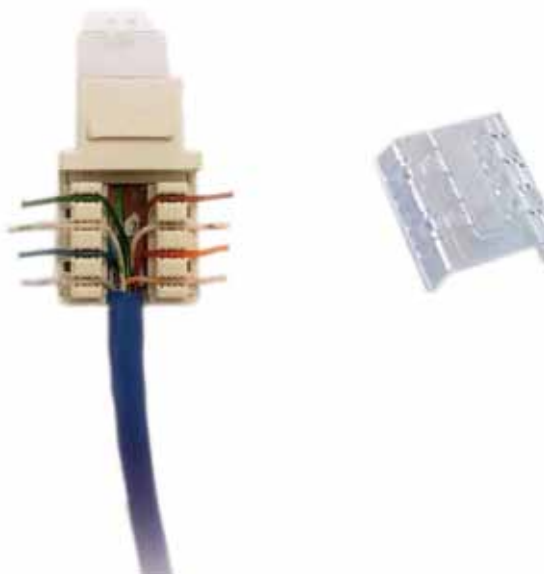


Figura 47 - Capa protetora e conexão finalizada

### 5.2.3 TOMADAS DE TELECOMUNICAÇÃO

As tomadas de telecomunicação, ao serem fixadas aos espelhos, os contatos devem ficar para parte superior do espelho e a parte de encaixe voltada para baixo, evitando que poeira entre em contato com as vias do conector fêmea, como mostra as figuras de espelhos a seguir.



Figura 48 - Conexão correta e conexão incorreta

Acompanhe a seguir uma situação que ocorreu no estado de Santa Catarina, que representa uma situação de descaso e cuidado com tomadas de telecomunicação.



## CASOS E RELATOS

### Outlet Incorreto

Uma empresa passou por uma reforma em suas dependências, e essa reforma incluiu o sistema de cabeamento estruturado.

Foram realizadas trocas do cabeamento horizontal, *Backbone*, além de refeitas todas as tomadas de telecomunicações. Realizados os testes verificou-se que todos os computadores estavam funcionando em perfeitas condições.

Passado um ano, foi realizada uma reforma na pintura interna do prédio, porém, a partir de alguns meses depois da reforma, os computadores começaram a apresentar falhas de comunicação. Após uma verificação minuciosa, foi constatado que nas tomadas de telecomunicação havia pó de massa corrida nos contatos, o que fez com que oxidassem os contatos, causando perda de contato com o RJ45. Para solucionar o problema, foi necessária a troca de todas as tomadas de telecomunicação.

#### 5.2.4 CONECTORIZAÇÃO RJ 45 MACHO

Chegou o momento de aprender o passo a passo de como realizar a conexão do conector RJ45 macho em cabo UTP, em que os cuidados com decapagem e inserção do cabo no conector devem ser observados.

##### **Passo 1**

Decapar o 2cm do cabo com a ajuda de um decapador, tendo o cuidado de não danificar os condutores.



Figura 49 - Decapando 2cm

### Passo 2

Posicionar com condutores lado a lado, conforme as cores do padrão escolhido. Com auxílio de um alicate de corte, tesoura ou lâmina, cortar cerca de 1,3cm o excesso de fios de forma que fiquem em paralelo entre si.



Figura 50 - Posicionando os fios padrão 568 A

### Passo 3

Cortar o cabo e está pronto para ser introduzido no RJ45 macho. Segurar o conector RJ45



Figura 51 - Crimpagem Incorreta

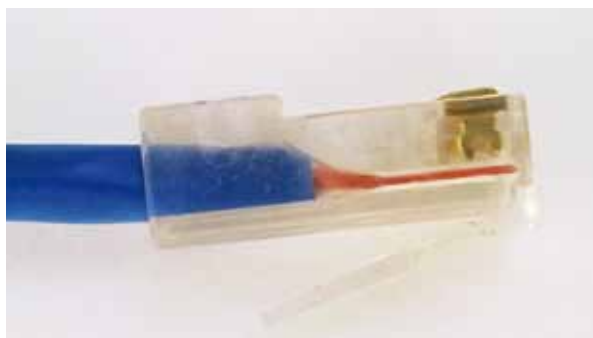


Figura 52 - Crimpagem Correta



**Passo 4**

Encaixar, com o auxílio da chave de crimpar, para fixar os condutores no RJ45.



Figura 53 - Crimpagem RJ45

### 5.2.5 CONECTORIZAÇÃO BLOCO 110 IDC

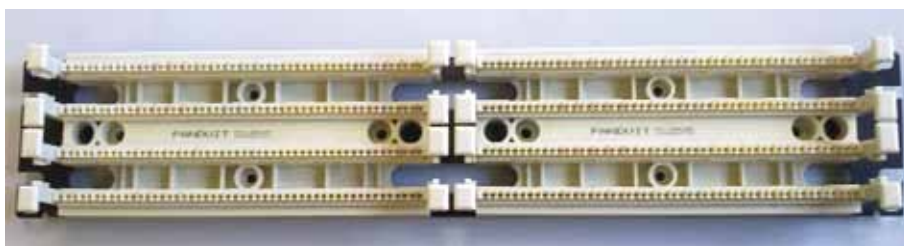


Figura 54 - Bloco 110 IDC

Nesse momento, você saberá como realizar o procedimento de conexão do cabo UTP em um bloco 110 IDC. Normalmente é utilizado para conexão de sistemas de telefonia, mas podem ser utilizados para conexão de computadores e de dispositivos de rede.

### Passo 1

Em cabos de 4 pares, decapar cerca de 5cm da proteção de borracha externa e, para os cabos de 25 pares, decapar cerca de 25cm da proteção de borracha externa. Tenha sempre cuidado para não danificar os condutores internos.

### Passo 2

Insira os condutores no bloco seguindo a ordem de cores de acordo com o quadro seguir:

PAR	COR	COR
1	Branco	Azul
2	Branco	Laranja
3	Branco	Verde
4	Branco	Marrom
5	Branco	Cinza
6	Vermelho	Azul
7	Vermelho	Laranja
8	Vermelho	Verde
9	Vermelho	Marrom
10	Vermelho	Cinza
11	Preto	Azul
12	Preto	Laranja
13	Preto	Verde
14	Preto	Marrom
15	Preto	Cinza
16	Amarelo	Azul
17	Amarelo	Laranja
18	Amarelo	Verde
19	Amarelo	Marrom
20	Amarelo	Cinza
21	Violeta	Azul
22	Violeta	Laranja
23	Violeta	Verde
24	Violeta	Marrom
25	Violeta	Cinza

Quadro 7 - Quadro de pares e cores

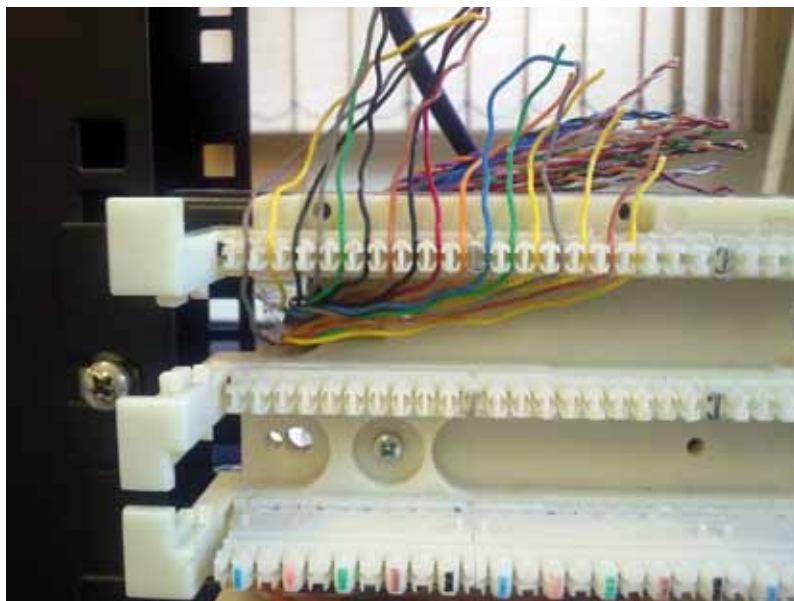


Figura 55 - Condutores no bloco IDC

### Passo 3

Com o auxílio de uma ferramenta de inserção múltipla, fixe os condutores no bloco e, automaticamente, os excessos serão cortados. Caso não aconteça, remova as sobras com um estilete ou alicate de corte.



Figura 56 - Inserção dos Condutores no Bloco

#### Passo 4

Após a inserção dos condutores no bloco 110 IDC, você deve inserir o bloco de conexão, como mostra a figura, para que seja possível a conexão com os cabos de manobras, que irão conectar o bloco 110 IDC ao dispositivo de rede.



Figura 57 - Inserindo o Bloco de conexão

### 5.2.6 CONECTORIZAÇÃO *PATCH PANEL*

O método de conexão dos condutores no *patch panel* é semelhante ao realizado no bloco 110 IDC. A diferença está na ferramenta de inserção utilizada para inserir os condutores no *patch panel*. Acompanhe a seguir, o procedimento desse método de inserção passo a passo.

#### Passo 1

Decapar cerca de 5cm da proteção de borracha externa, com a ajuda de um decapador de fios, tomando o cuidado de não danificar os condutores.



Figura 58 - Decapando 5cm

## Passo 2

Conectar os condutores no *patch panel* seguindo as cores fixadas nos blocos.



Figura 59 - Condutores no Patch Panel

## Passo 3

Com ajuda do alicate de inserção *push down*, fixar os condutores no *path panel* e colocar as tampas nas conexões.



Figura 60 - Inserção com *push down*

**FIQUE  
ALERTA**

Sempre que estiver inserindo condutores no *patch panel*, lembre-se que a ponta da chave de inserção possui um lado com navalha, e a parte da navalha deve ficar sempre voltada para o lado de fora do *patch panel*.

**Importante:** se o *patch panel* não possuir o guia de cabo, a conexão dos condutores, deveria ser executada da seguinte forma:

- a) primeira parte: iniciar a crimpagem da porta 01 ate a porta 12;
- b) segunda parte: iniciar a crimpagem da 24 até a porta 13.



Figura 61 - *Patch panel* sem guia de cabo



Dmitry Barsky ([20--?])

Figura 62 - *Patch Panel* com guia de cabos



### 5.2.7 ORGANIZAÇÃO DOS CABOS NO RACK

Um fator importante a ser levado em consideração durante a execução do cabeamento estruturado é a organização e acomodação dos cabos. Neste momento podem-se usar cintas plásticas, como cintas de velcro. Quanto ao uso das cintas plásticas, é necessário tomar o devido cuidado para não esmagar os cabos.



Figura 63 - Organização dos cabos no rack



**SAIBA  
MAIS**

No livro de Vicente Soares Neto, **Telecomunicações Redes de Alta Velocidade Cabeamento Estruturado**, você terá outras informações referentes a administração de cabeamento estruturado, montagem de *racks*, dentre outras informações.

Este capítulo, de caráter prático, trouxe a você a possibilidade de acompanhar os procedimentos de instalação e conectorização dos cabos UTP. É importante que você compreenda bem o passo a passo dessas tarefas, e se necessário repita o processo, evitando que alguma dúvida surja durante essa etapa.

## 5.3 CERTIFICAÇÃO

Ao término dos trabalhos de instalação dos equipamentos, lançamento dos cabos e instalação das conexões, como visto recentemente, é o momento de realizar uma tarefa muito importante para o sistema de cabeamento estruturado: a de verificar se está tudo conforme manda a norma de cabeamento, ou seja, se o comprimento dos cabos e inserção dos conectores estão de acordo com os parâmetros de interferência.

É neste momento que é informado que todo o trabalho foi realizado seguindo rigorosamente os padrões, garantindo a performance e a qualidade do cabeamento.

Para efetuar este trabalho, é necessário utilizar equipamentos adequados, no qual ajudarão a realizar com precisão a certificação do cabeamento. Primeiramente, você estudará os equipamentos voltados à certificação do cabo metálico.

### 5.3.1 TESTADOR DE CABOS

Os testadores de cabo são utilizados para realizarem testes nos condutores dos cabos de par trançado. São equipamentos mais simples em suas funções, em que são utilizados para testar apenas a continuidade dos condutores, apontando falha de algum condutor ou conexão cruzada.

Estes equipamentos são utilizados para testes de campo, para o dia a dia do técnico, que fará pequenos reparos no cabeamento. Não é utilizado para certificar o cabeamento num todo.



Figura 64 - Testador de cabos



### 5.3.2 QUALIFICADOR DE CABOS

O qualificador de cabos tem como objetivo identificar se um *link* de cabeamento já instalado pode transmitir dados com sucesso usando uma determinada tecnologia de rede. Ou seja, se o cabeamento suporta a largura de banda requerida. Por exemplo: com o qualificador de cabos é possível saber se o cabeamento suporta a tecnologia 100BASE-TX ou a 1000BASE-T para transmissão de dados.



#### FIQUE ALERTA

As ferramentas de qualificação não estão em conformidade com o modelo *link* permanente, e também não estão em conformidade com as normas EIA/TIA 568B1 e 2, ISO 11801, e portanto não substituem a certificação do cabeamento.

Os qualificadores possuem ainda outras funções, como o teste de funcionalidade da rede. Nesse modo, o qualificador detecta o que está na outra ponta do cabo e demonstra a configuração do dispositivo, além de identificar as portas do *switch* não utilizadas, mapeando os cabos e indicando a metragem dos lances.

### 5.3.3 CERTIFICADOR DE CABOS

As ferramentas de certificação, ilustradas na figura a seguir, servem para realizar medições e testar a funcionalidade e o desempenho dos cabos, comparando os resultados obtidos com as normas vigentes. Representa um atestado garantido ao bom desempenho dos cabos.



Artur Nogueira (20-?)

Figura 65 - Modelos de Scanner Certificador (Marcas Fluke e Hp)

**VOCÊ SABIA?**

Que as certificações geralmente precisam ser renovadas e reavaliadas periodicamente?

A certificação do cabeamento estruturado responde algumas perguntas importantes, tais como:

- a) qual é a eficiência da transmissão do sinal pelo cabo?
- b) o sinal está livre de interferência?
- c) o sinal tem potência suficiente ao chegar à outra extremidade do cabo?

Essas perguntas serão respondidas no momento da medição dos principais fatores que determinam a qualidade da instalação:

- a) paradiafonia (NEXT, *Near End Crosstalk*);
- b) perda de retorno e inserção (atenuação);
- c) atraso de propagação;
- d) desvio de atraso de propagação (*Delay Skew*);
- e) PS-NEXT (*Power Sum NEXT*);
- f) PS-ELFEXT (*Power Sum ELFEXT*);
- g) Relação atenuação/paradiafonia (ACR – *Attenuation to Crosstalk Ratio*);
- h) Entre outros.

Ao medir os parâmetros listados, o certificador qualifica o cabo como adequado ou não (*passed* ou *fail*), e armazena os dados coletados nas medições. Ao contrário do testador e do qualificador, um certificador de cabos traz como grande desvantagem seu alto custo de investimento, talvez por se tratar de um equipamento que realiza mais de 35.000 medições precisas em poucos segundos, medições estas exigidas por norma.

Acompanhe a seguir, uma situação que ocorreu no estado de Santa Catarina, em que o maior problema foi a falta de certificação.



## CASOS E RELATOS

### Falta de certificação

Uma empresa abre um chamado, com a seguinte descrição: base de dados do Access corrompida. O problema ocasionava retrabalho e perda das informações cadastradas. Foram realizadas trocas de equipamentos de rede *switch*, troca dos cabos de manobra e, até o próprio computador, e ainda assim não surgiu efeito.

Com a ajuda de um certificador, foi analisado a estrutura do cabeamento e verificado que o cabeamento horizontal, que atendia o equipamento, possuía mais de 90 metros da sala de telecomunicações até o ponto de telecomunicação da estação do usuário.

Após a diminuição do cabo e troca do equipamento de local, o problema foi resolvido. Se fosse realizada a certificação antes da entrega da obra, problemas semelhantes a este não aconteceriam.

### 5.3.4 PARÂMETRO DE TESTES DE CABEAMENTO DE PAR TRANÇADO

Os parâmetros dos cabos são importantes, pois verificam diversos fatores que podem onerar o sistema de cabeamento estruturado, como comprimento, conexão correta, dentre outros. Analise a seguir cada um destes dos parâmetros de testes.

#### MAPA DE FIOS (*WIRE MAP*)

Este teste verificará a correta conexão de cada um dos quatro pares analisando, cada um dos oito condutores, se estão dentro das configurações 568A ou 568B. O mapa irá verificar os seguintes itens:

- a) continuidade pino a pino;
- b) curto-circuito entre dois ou mais condutores;
- c) pares transpostos;

### <sup>3</sup> REFLECTOMETRIA

Esta técnica determina a reflexão da luz em uma fibra óptica

### <sup>4</sup> CROSSTALK

Também chamada de diafonia, interferência causada de um par em outro.

- d) pares invertidos;
- e) condutores abertos;
- f) pares divididos (*split-pair*).

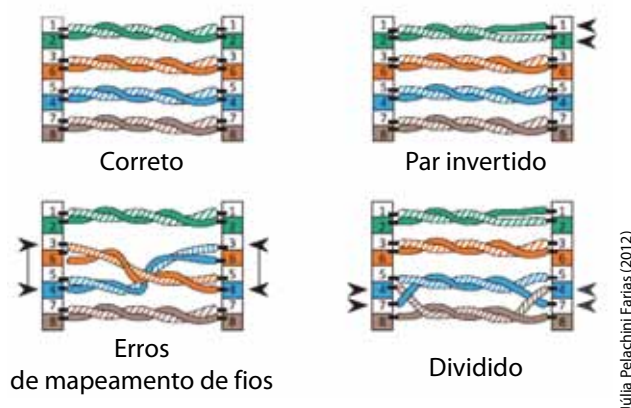


Figura 66 - Mapa de fios

## COMPRIMENTO DO CABO

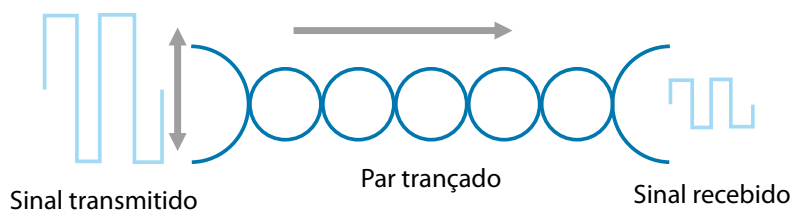
O padrão EIA/TIA 568 especifica os comprimentos máximos que cada segmento deve ter, sendo que para obtê-los, o equipamento utiliza a técnica de reflectometria<sup>3</sup> no domínio de tempo – TDR.

Pela técnica de TDR, um pulso elétrico (sinal) é enviado em uma das extremidades do cabo, sendo cronometrado o tempo de retorno do pulso refletido na outra extremidade.

Com base na velocidade nominal de propagação (NVP), configurada previamente no equipamento, o resultado da cronometragem é comparado com o valor referência, permitindo então determinar o comprimento do cabo analisado.

## PERDA DE INSERÇÃO

A perda por inserção (*insertion loss*) é a atenuação que um sinal sofre durante sua propagação, sendo expressa em decibel (dB) por unidade de comprimento. Nos cabos metálicos ela ocorre devido às perdas resistivas dos condutores ao longo da linha. O aumento da resistência é diretamente proporcional ao aumento do comprimento do segmento em relação à frequência do sinal transmitido e à temperatura do condutor.



Júlia Pelachini Farias (2012)

Figura 67 - Perda por Inserção

## DIAFONIA

Nos capítulos anteriores, você viu que a diafonia é medida em dB, também conhecida como *Crosstalk*<sup>4</sup>, que representa o nível de interferência eletromagnética entre os pares de condutores de um mesmo cabo.

A diafonia entre os pares depende de alguns fatores, dos quais é possível destacar: os padrões construtivos do cabo, – que diz respeito à quantidade de tranças por metro –, o material isolante utilizado, a simetria entre os pares, entre outros.

Por vezes não é possível eliminar a diafonia a nível zero, porém é possível chegar a níveis aceitáveis previstos em normas por meio de alguns cuidados, como descrito a seguir:

- a) perfeita conectorização dos cabos;
- b) perfeita conectorização em *patch panels*;
- c) utilização de cabos e conectores de qualidade.

A diafonia está subdividida entre **paradiafonia** (NEXT) e **telediafonia** (FEXT), dependendo da referência tomada em sua medição. Conheça, a seguir, a importância de cada uma.

### NEXT

A paradiafonia ou NEXT (*Near end Crosstalk*) representa a diafonia ocorrida próximo ao transmissor, e seus limites de aceitação são dispostos pela NBR 14.565:2007 e ANSI/EIA/TIA- 568B1. Como na paradiafonia, o que está em questão é a interferência junto da conexão na qual se está tomando a medida. Nesse caso, o comprimento do cabo não exerce nenhuma influência nos resultados.

**PSNEXT:** O *Power Sum NEXT* leva em consideração a influência de *crosstalk* de todos os pares de um cabo sobre o par que está sendo medido. Seria como medir o NEXT de cada par sobre um par de referência. O PSNEXT, por considerar um somatório de interferências sobre cada par, é de fundamental importância para a certificação de cabeamento para redes *Gigabit Ethernet*.

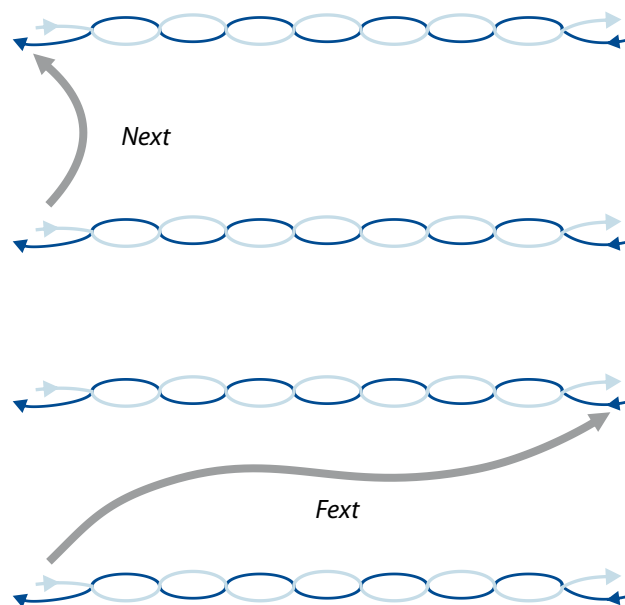


Figura 68 - Diafonia

Júlia Pelachini Farias (2012)

### FEXT

A telediafonia ou *FEXT* (*Far end Crosstalk*) é a interferência medida próximo ao receptor, ou seja, distante (*far*) do transmissor. Um fenômeno raro de acontecer, mas ocorre quando o sinal interferente é mais fraco que o sinal interferido. Sua identificação é mais comum em cabeamentos com derivações de condutores (emendas). Neste caso, o comprimento do cabo influencia nos resultados obtidos. Conheça a seguir a subdivisão do FEXT.

**ELFEXT:** O *Equal Level Far End Crosstalk* é a diafonia na extremidade do receptor, ou seja, seria o FEXT – Atenuação.

**PSSELFEXT:** O *Power Sum Equal Level Far End Crosstalk* é o soma do efeito ELFEXT de um par sobre os outros 3 pares do cabo.

**PSFEXT:** É possível fazer uma analogia do PSFEXT com o PSNEXT, a diferença está apenas na referência. Enquanto para o PSNEXT, você deve medir as interferências junto do transmissor, no PSFEXT é necessário medir a mesma interferência longe do ponto de medição, ou seja, na outra extremidade.

### ACR (RELAÇÃO ATENUAÇÃO/NEXT)

Este é o melhor indicador das características de transmissão do canal de comunicação, uma vez que o parâmetro é obtido subtraindo o pior caso de perda de inserção do pior caso de *NEXT*. O valor dessa subtração deve ser positivo para que o cabo possa ser utilizado.

O ACR é utilizado como critério para determinar a banda passante disponível no cabo e, embora seja definido pela ISO/IEC 11801, não faz parte dos testes de desempenho definidos pela ANSI/TIA/EIA 568-B.



**VOCÊ SABIA?**

Que quanto maior a diferença entre os valores de atenuação e paradiáfonia em uma determinada frequência melhor será a resposta de ACR? E quanto menor for essa diferença pior será a resposta de ACR do canal?

## PERDA DE RETORNO

A perda de retorno mede a energia refletida devido às variações de impedância no sistema de cabeamento. Ela é a medida de todas as reflexões que são causadas por anomalias de impedância nas terminações dos cabos.

O maior problema em comunicações digitais por cabos metálicos devido à perda de retorno é conhecido por *Jitter* de fase, sendo este um dos limitadores de desempenho e consequentemente da qualidade do sinal propagado. A perda de retorno é um bom indicador da qualidade das terminações dos pares de um cabo em uma tomada de telecomunicações.

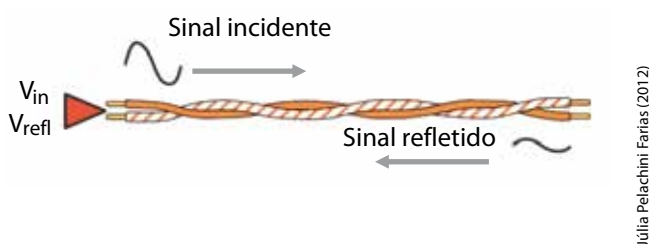


Figura 69 - Circuito Interno de Faróis de um Veículo  
Fonte: Apostila Cabeamento Estruturado BRD – Blumenau (2009/2010 p. 63)



**VOCÊ SABIA?**

Jitter de fase significa que as bordas dos pulsos digitais variam aleatoriamente no tempo em torno das posições ideais destes.

## ATRASSO DE PROPAGAÇÃO

O atraso, conforme visto anteriormente, é o tempo gasto que um sinal leva para percorrer o cabo de uma extremidade à outra. Está diretamente relacionado aos parâmetros primários dos cabos tais como: resistência, indutância, capacitância e condutância, sendo dependente dos padrões construtivos do cabo, como o uso do *teflon* e polietileno em suas capas de proteção.

O crescimento do atraso de propagação leva a uma utilização demasiada na rede uma vez que o transmissor pode não receber a confirmação do receptor de uma determinada entrega e assim retransmitir, desnecessariamente, a informação.

Conheça, a seguir, o atraso de propagação relativo.

### Atraso de propagação relativo (*Skew Delay*)

É a diferença no tempo exigido por um sinal para se propagar por meio de condutores no mesmo cabo, devido às diferenças nos comprimentos dos pares física causada por razões de torção diferente.

De acordo com as normas TSB 67 e TSB 95, o valor máximo permitido de *Delay Skew* para todas as categorias nos testes de canal é de 50 ns, e no link permanente a 44 ns.

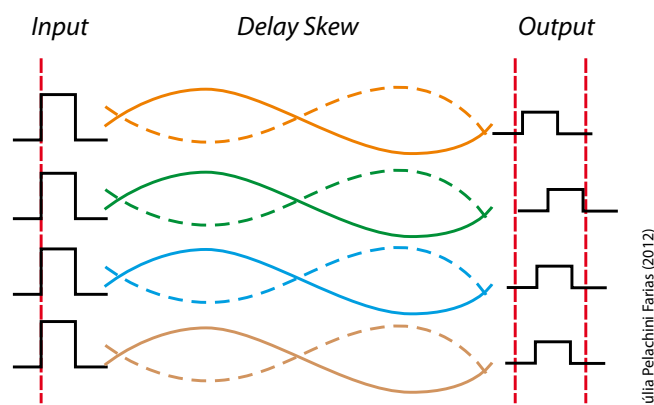


Figura 70 - Atraso de Propagação (*Delay Skew*)

Júlia Pelachini Farias (2012)

## ALLIEN CROSSTALK

É a interferência de diafonia que ocorre entre pares distintos de cabos adjacentes. Isso é possível porque no momento do encaminhamento do cabeamento os lances em molhos de cabos são agrupados dentro de eletrodutos, eletrocalhas, esteiras, entre outros. Para minimizar os efeitos da *Allien Crosstalk* deve-se agrupar os cabos para lançamento em feixes de no máximo 6 cabos.



### 5.3.5 TESTES DE CABEAMENTO ÓPTICO

No cabeamento óptico são analisados três situações possíveis de interconexão por cabo óptico, apontadas a seguir:

- a) Conexão cruzada principal (*Main Cross-Connect* – MCC) até a Conexão Cruzada Intermediária (*Intermediate Cross-Connect* – ICC);
- b) Conexão cruzada principal até a Conexão Cruzada Horizontal (*Horizontal Cross-Connect* – HCC);
- c) Conexão Cruzada Intermediária (ICC) até a Conexão Cruzada Horizontal (HCC).

De acordo com a ANSI/EIA/ TIA 568B.1 e 526-14A, os três principais métodos de testes do cabeamento óptico são: canais horizontais, cabeamento óptico centralizado e canais de *Backbone*. Veja o conceito de cada um deles a seguir.

- a) **Canais horizontais:** Consiste em testar somente um comprimento de onda 850nm ou 1.300nm, numa única direção (para uma distância de 90 m as diferenças entre as atenuações são insignificantes). Os valores devem ser inferiores a 2dB e, se houver um ponto de consolidação, deve ser inferior a 2,75dB.
- b) **Cabeamento óptico centralizado:** Neste método, é possível testar somente um comprimento de onda 850nm ou 1.300nm numa única direção (para uma distância de 300m as diferenças entre as atenuações são insignificantes). Os valores, considerando a perda de três pares de conectores mais 300m de cabo, devem ser inferiores a 3,3dB, e se houver um ponto de consolidação, inferiores a 4,1dB.
- c) **Canais de Backbone:** Nos canais de *Backbone* é necessário testar, pelo menos em uma direção, nos comprimentos de 850nm e 1.300nm para fibras multimodo e 1.310nm e 1.550nm em fibras monomodo. No caso do *Backbone intrabuilding*, o *power meter* é suficiente para realizar as medidas. No entanto, para o *interbuilding* é preciso utilizar o OTDR. Os principais equipamentos utilizados para a avaliação de enlaces ópticos são: a fonte de luz, o *power meter* e o OTDR, tendo cada um suas funções descritas nos tópicos seguintes.
  - a) **Fonte de luz visível:** Efetiva somente o teste de continuidade não servindo para certificação, pois somente informa o nível de atenuação que o enlace óptico sofre ao longo do percurso.
  - b) **Power meter:** Possui uma fonte luminosa e um medidor de potência, realizando não só o teste de continuidade, mas fornecendo o valor da atenuação do trecho medido. O valor é apurado em dB e utiliza mais de um comprimento de onda (850nm e 1.300nm) para um resultado mais apurado.

c) **OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*)**: O OTDR injeta um pulso de luz de curta duração no enlace de fibra a ser medido e cronometra o tempo que o sinal leva para ser refletido.

Como as reflexões encontradas, o OTDR nos fornece informações, a saber:

- a) quantidade e posição de emendas ao longo do cabo;
- b) perdas por emenda;
- c) variações bruscas de atenuação que podem representar DIOS ou Emendas de cabos com características diferentes.

Com essas informações, representadas por dB/Km, é possível identificar em que ponto ou distância do enlace óptico está ocorrendo alguma falha, isso com uma margem de erro em torno de 5%.

É fundamental ainda considerar as características do cabo óptico e incluí-las nas configurações iniciais do OTDR, tais como:

- a) tipo da fibra óptica;
- b) comprimento ou comprimentos de onda de testes;
- c) largura do pulso de teste;
- d) índice de refração da fibra.

No estudo deste capítulo, foi possível conhecer a importância da certificação ao final do procedimento de instalação, uma vez que trata de uma etapa de verificação da instalação. Neste momento, é informado se o trabalho realizado está seguindo os padrões e garantindo a performance e qualidade do cabeamento.



## RECAPITULANDO

Este capítulo é o mais prático de todos deste livro. Nele você aprendeu a administrar um sistema de cabeamento, conheceu a posição correta de colar ou fixar as identificações, aprendeu a fazer uma conexão de *path panel* e bloco IDC 110. Você viu ainda como crimpar o RJ45, bem como aprendeu que se os condutores estiverem mal encaixados dentro do RJ45 a crimpagem não será boa.

Este estudo também lhe permitiu entender como organizar um *rack*, deixando-o vistoso para o cliente e, por fim, foi estudado a certificação do cabeamento, que aponta erros pequenos que não se percebe no momento em que se executa o serviço de crimpagem. É bom saber que, apesar de bonito, todo trabalho também necessita estar perfeito.





Neste capítulo, você saberá o que é uma fibra óptica e de que material elas são constituídas. Você estudará também dois tipos de conexões: a fibra monomodo e suas divisões em grupos e as fibras multimodos e seus tipos gradual e degrau. Conhecerá ainda outros tipos de fibras ópticas, bem como a fusão e o passo a passo de como realizar emendas nas fibras.

E após conhecer os conceitos estudados, você será capaz de:

- a) compreender o funcionamento das fibras, monomodo e multimodo;
- b) conhecer os tipos de cabos de fibra óptica; e
- c) compreender como funciona a emenda das fibras.

Siga seus estudos com motivação e curiosidade! Este capítulo acompanha outro passo a passo para aprimorar ainda mais o seu aprendizado. Em frente!

## 6.1 FIBRA ÓPTICA

Os cabos de fibra óptica, ou simplesmente cabos ópticos, são cabos de pequenas dimensões e, em sua maioria, constituídos de sílica ou plástico, ambos materiais de extrema pureza e transparentes o suficiente para propagar um feixe luz por centenas ou milhares de metros.

Diferente dos cabos de cobre, as fibras transmitem luz por meio do princípio de reflexão total, podendo ser gerada por *laser* ou *LED*. Veja, a seguir, algumas vantagens das fibras ópticas:

- a) imunidade interferência de campos eletromagnéticos (EMI);
- b) dimensões reduzidas (comparadas aos cabos UTP);
- c) lançamentos em áreas externas;
- d) lançamento em rios, lagos e oceanos;
- e) elevadas taxas de transmissão;
- f) segurança;
- g) grandes distâncias.

As dimensões das fibras variam de acordo com o tipo da fibra óptica, seus núcleos podem variar de 7 $\mu$ m até 200 $\mu$ m, e a casca de 125 $\mu$ m até 240 $\mu$ m.

### 6.1.1 CONSTITUIÇÃO DAS FIBRAS

Você verá em seguida que as fibras podem ser monomodo ou multimodo, e independente destes dois tipos, podem apresentar as seguintes características e finalidades:

- a) **Capa (revestimento primário)**: Responsável pela proteção externa da fibra, tendo características resistentes à tração mecânica. A sua constituição pode variar de acordo com a sua utilização.
- b) **Casca**: Responsável por prover o confinamento do sinal óptico transmitido dentro do guia, ou seja, evita que a luminosidade se espalhe perdendo com isso sua intensidade.
- c) **Núcleo**: local onde o sinal óptico se propaga ao longo do cabo.



Júlia Pelachini Farias (2012)

Figura 71 - Constituição das fibras

A sílica ( $\text{SiO}_2$ ) é o principal material utilizado nas fibras ópticas, além de ser um recurso natural abundante. Grandes comprimentos de fibras ópticas são fabricados com quantidade pequena da matéria prima, or exemplo: cerca de 1km de fibra óptica pode ser fabricada com 40 gramas de preforma. (WIRTH, 1998).

As fibras podem ser de dois tipos: monomodo ou multimodo. O termo **modo** é apenas uma indicação do sentido que o sinal se propagara no núcleo da fibra. Nas monomodos, o sinal de luz se propaga em sentido único, ou seja, único modo (**mono**). Já nas multimodos o sinal se propaga de vários modos (**multi**), como indica a figura a seguir.



### VOCÊ SABIA?

Modo de propagação é a forma como o sinal viaja dentro do cabo. Nas fibras, eles viajam de duas formas: em forma de ângulo reto ou ângulo variado.

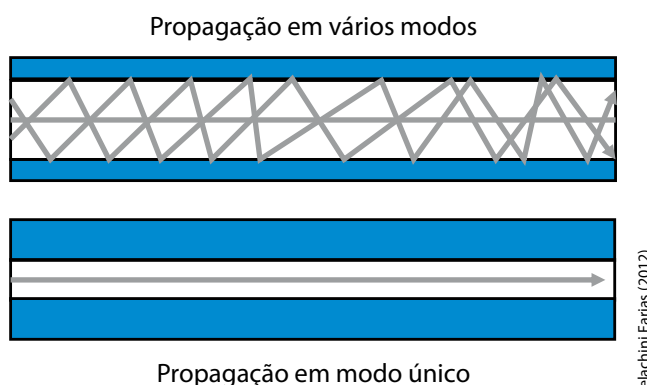


Figura 72 - Modos de propagação do sinal

## FIBRAS MONOMODO

Este tipo de fibra possui o núcleo com dimensões pequenas que variam entre 7 a  $10\mu\text{m}$  de núcleo e  $125\mu\text{m}$  de casca. Sua maneira modo de propagação da luz é em um único modo e, devido à sua baixa atenuação, alcança grandes distâncias e uma grande banda passante.

Tabela 9 - Atenuação

ATENUAÇÃO	
MENOR	MAIOR
0,5dB/km	0,16dB/km



### SAIBA MAIS

As dimensões mais utilizadas para as fibras monomodo são 9µm de núcleo e 125µm para casca.

As fibras monomodos estão divididas em três grupos:

- a) **SMF** – *Standard Monomode Fiber* ou Fibra Monomodo Convencional;
- b) **DSF** – *Dispersion Shifted Fiber* ou Fibra de Dispersão Deslocada;
- c) **NZDF** – *Non Zero Dispersion Shifted Fiber* ou fibra de Dispersão Deslocada Não Nula.



### VOCÊ SABIA?

Não se deve olhar diretamente para um cabo óptico sem saber se o mesmo está ligado ao gerador de sinais, pois a luminosidade proveniente do *laser* poderá causar sérios riscos à sua visão.

Indiferente do grupo monomodo, a excitação do sinal óptico é dada por *laser*, com comprimento de onda que varia de acordo com o tipo de fibra. Independente do sistema ou da tecnologia empregada, é necessário considerar sempre dois fatores importantes na escolha da melhor fibra monomodo: o índice de atenuação e o índice de dispersão de sinal. Conheça cada um deles a seguir.

**Atenuação:** É a perda de potência do sinal propagado no interior da fibra óptica. Tal efeito é resultado da absorção molecular da luz que trafega na fibra de vidro, fazendo com que o sinal chegue ao seu destino com uma potência (luminosidade) mais baixa que aquela inserida no transmissor. A atenuação é medida em decibel por quilômetro (dB/Km).

**Dispersão:** Dispersão nada mais é do que a separação da onda em vários espectros de frequência. Seria a divisão óptica de todos os componentes que compõem o feixe de luz, gerando um sinal composto por diversas frequências distintas. Na prática, durante a transmissão de dados por uma fibra óptica, esse efeito causa o “alargamento de *bits*”, provocando erros de interpretação do sinal no receptor. A dispersão é medida em ps/nm.km, que representa o valor de dispersão considerando a potência do sinal de entrada e a distância do lance de fibra.



Os valores 'atenuação' e 'dispersão' estão diretamente relacionados ao **comprimento da onda**.

Mas você sabe o que é comprimento de onda?

Comprimento da onda é a distância entre dois pontos repetidos numa senóide. O comprimento da onda é representado pela letra grega lambda ( $\lambda$ ).

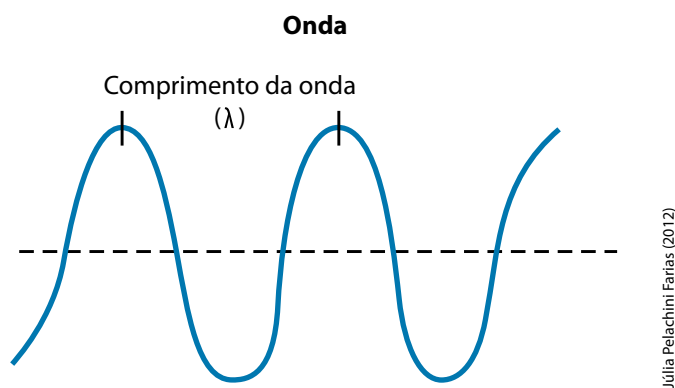


Figura 73 - Comprimento da Onda

Conheça cada grupo da fibra monomodo individualmente.

**a) Fibras SMF (*Standard Monomode Fiber*)**

As fibras SMF, também conhecidas por fibras ITU-T G.652, foram as pioneiras na tecnologia de transmissão óptica, e operam num comprimento de onda de 1.310nm, operando também a 1.550nm quando a dispersão não é uma variável capaz de comprometer a qualidade da comunicação.

Suas principais características são:

- a) dispersão nula;
- b) baixa atenuação; e
- c) tipo de fibra mais instalada no mundo.

**b) Fibras DSF (*Dispersion Shifted Fiber*)**

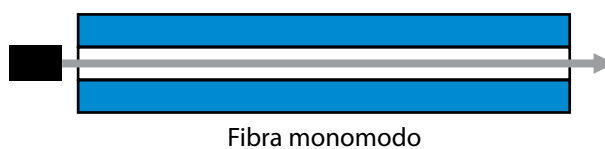
As fibras DSF, também conhecidas por fibras ITU-T G.653, representaram uma grande evolução no sistema de cabeamento óptico, uma vez que foi possível desenvolver uma propagação de sinal dentro do comprimento de onda de 1.550nm, comprimento de onda no qual existe a menor atenuação na propagação.

Nesse momento da evolução, os pesquisadores conseguiram desenvolver um amplificador óptico capaz de propagar os sinais num comprimento de onda ideal (1.550nm) a distâncias até então só suportadas por comprimentos de 1.310nm. Assim, a característica mais marcante dessa fibra, é o fato de possuir dispersão nula a 1.550nm.

### c) Fibras NZDF (*Non Zero Dispersion Shifted Fiber*)

As fibras NZDF surgiram com a evolução dos sistemas de propagação de sinais ópticos. Com o emprego da tecnologia WDM, uma concentração de sinais ópticos passa a ser inserida na fibra causando uma intensidade de sinal extremamente alta, uma luminosidade que pode fazer com que o receptor não consiga interpretar o sinal.

Para evitar que tamanha luminosidade não seja confundida com um ruído na transmissão, é preciso “inserir” uma dispersão suficiente para não comprometer o sinal, necessária para evitar a interpretação errada na recepção. As NZDF são oferecidas comercialmente com dispersão positiva e dispersão negativa e operam também a 1.550nm.



Fibra monomodo

Júlia Pelachini Farias (2012)

Figura 74 - Fibra monomodo

## FIBRAS MULTIMODO

As fibras multimodos possuem dimensões que variam entre 50 a 62,5µm de núcleo e casca de 125µm. São fibras empregadas em aplicações de distâncias limitadas a 550m. Embora a distância de 550m seja comumente encontrada nos livros técnicos, vale a ressalva de que é possível encontrar lançamento de fibras multimodo de até 2.000m. Na realidade, a possibilidade de se estender a distância está diretamente relacionada a um fator conhecido como “dispersão modal, atraso na propagação do sinal”.

Pelo efeito da dispersão modal, ao longo do lance de fibra o sinal percorre caminhos distintos e pode assim chegar ao destino em instantes de tempo diferentes, causando uma interpretação errônea do sinal do receptor. Desse modo, a utilização de uma largura de banda específica permitirá aumentar, ou não, o comprimento do cabo multimodo.

Nas fibras multimodos a excitação do sinal é realizada por LED, com comprimentos de onda de 500 a 850nm. É possível ainda encontrar um tipo específico de *laser*, denominado VCSEL, que opera numa janela de 850 a 1.300nm. As dimensões mais utilizadas para fibras multimodo no mercado são as de 62,5µm para o núcleo e 125µm para casca.

A fibra multimodo está dividida em dois tipos: Índice Degrau e Índice Gradual que você conhecerá a seguir.



**SAIBA  
MAIS**

Consulte o livro **Comunicações Ópticas**, de José Antônio Justino Ribeiro, para saber mais do processo de fabricação das fibras.

**Fibra Índice Degrau:** São fibras cujo processo de fabricação é considerado, por ser constituído de um único tipo de vidro, de baixa banda passante, quando comparadas às fibras graduais. Possuem dimensões que variam de 50 a 400µm. Estas fibras não são mais fabricadas.

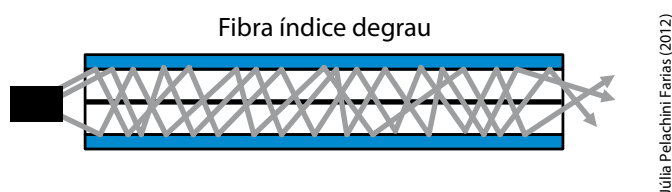


Figura 75 - Fibra índice de degrau

Júlia Pelachini Farias (2012)

**Fibra Índice Gradual:** São fibras que possuem o núcleo com dimensões um pouco menores (62,5µm ou 50µm). Nesta solução de fibras multimodos, a dopagem do núcleo é heterogênea, ou seja, ao longo da fibra o sinal luminoso encontra índices de refração distintos, fazendo com que o sinal percorra "caminhos" diferentes dentro do núcleo, desde que chegue ao receptor, no mesmo instante de tempo.

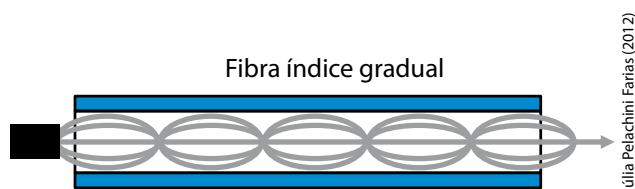


Figura 76 - Fibra Índice Gradual

Júlia Pelachini Farias (2012)

Tabela 10 - Largura de Banda

NÚCLEO	LARGURA DE BANDA
62,5MM	200 a 400MHz/Km
50MM	300 a 2GHz/Km

### 6.1.2 TIPOS DE CABOS

Os cabos de fibra óptica estão divididos em cabos soltos e cabos compactos, devido a sua sensibilidade, tensão e umidade. A seguir, você conhecerá cada um deles.

#### CABOS SOLTOS (*LOOSE*)

Estes cabos apresentam as fibras ópticas soltas no interior de um tubo plástico que proporciona a primeira proteção da fibra. Possuem uma substância gelatinosa sintética à base de petróleo, que evita a penetração de umidade e esta gelatina também auxilia no movimento da fibra.

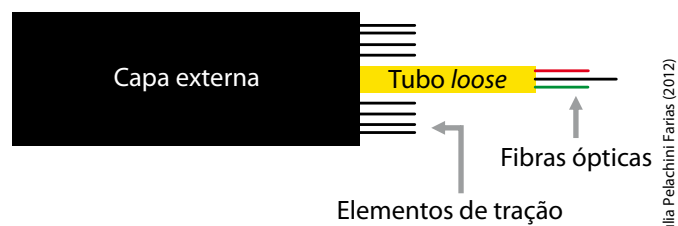
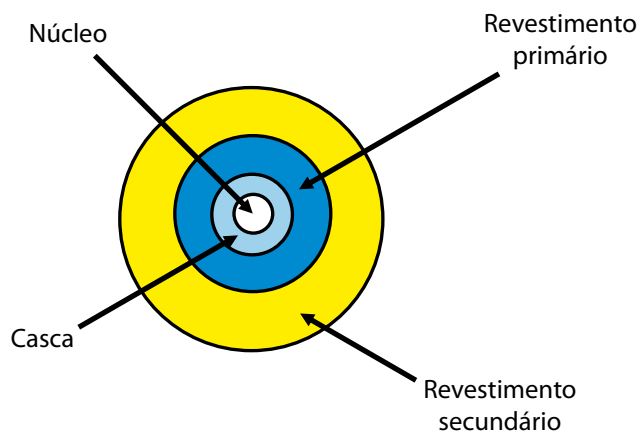


Figura 77 - Cabo Tubo Loose

#### CABOS COMPACTOS (*TIGHT*)

Este tipo de cabo recebe uma proteção primária de plástico e, logo acima desta proteção, recebe outra camada de plástico, dando uma maior proteção às fibras. São utilizadas em aplicações internas de curtas distâncias.

Os cabos *Tight* podem ser utilizados também em instalações externas mas, neste caso, recebem uma proteção contra especial de material *hidro* expansível, que dá proteção tanto à fibra quanto à umidade.

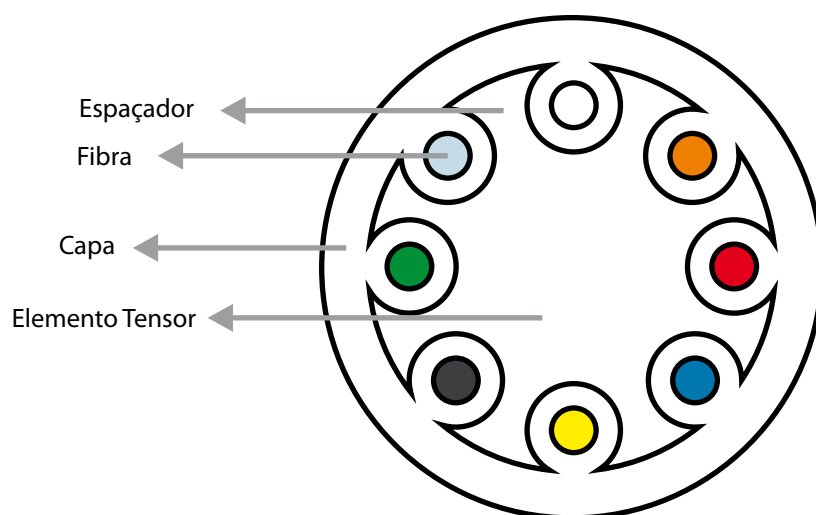


Júlia Pelachini Farias (2012)

Figura 78 - Cabo tipo *Tight*

### CABOS SOLTOS (*GROOVE*)

Estas fibras se encontram dispostas, soltas dentro da capa, porém o seu interior é composto de um elemento tensor, utilizado para tração da fibra e que possui encaixes em formato de "V" onde as fibras são depositadas.



Júlia Pelachini Farias (2012)

Figura 79 - Cabo *Groove*

<sup>1</sup> DIODOS LASER

São semicondutores emissores de luz, semelhantes aos utilizados em cd player.

CABOS COMPACTOS (*RIBBON*)

Este tipo de cabo recebe uma grande quantidade de fibras em seu interior. Elas são agrupadas na horizontal, conforme apresenta a figura a seguir.

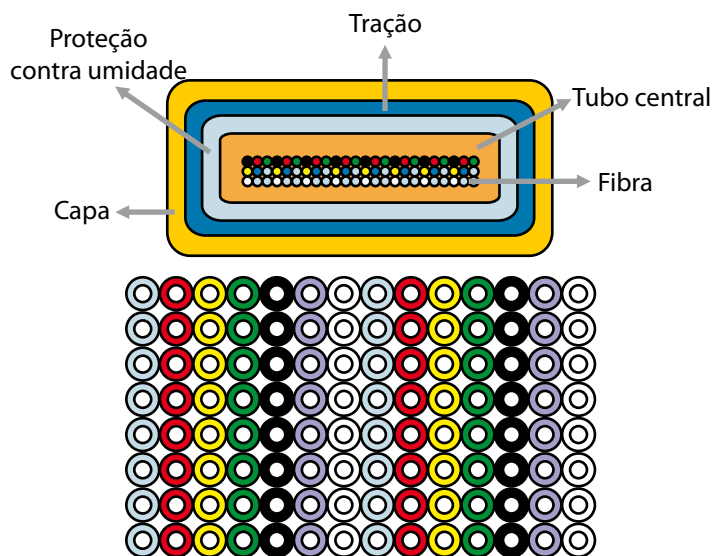


Figura 80 - Cabo Ribbon

Júlia Pelachini Farias (2012)

## 6.1.3 FONTES DE LUZ

Existem no mercado muitos dispositivos de conversão de eletro-óptico para os sistemas de comunicação por fibra óptica, porém apenas dois destes dispositivos são largamente utilizados: o LED e o ILD (***Injection Laser Diode***).

**LEDs:** Componente eletrônico utilizado para comunicação de fibra óptica, que emite luz na faixa de infravermelho (800 a 1300nm de comprimento da onda). Os LEDs são mais utilizados em sistemas menores, como redes locais (LAN).

**ILDs (*Injection Laser Diode*):** São diodos *laser*<sup>1</sup>, utilizado em sistemas mais complexos, rápidos e com distâncias muito grandes. O ILD utilizado em sistema de comunicação óptico possui o espectro de transmissão estreito e opera em infravermelho. São sensíveis a temperaturas altas e param de funcionar quando a temperatura interna aumenta. A vida útil dos ILDs é cerca de 10 milhões de horas, muito menor que os LEDs que gira em torno de 10 a 100 milhões de horas.

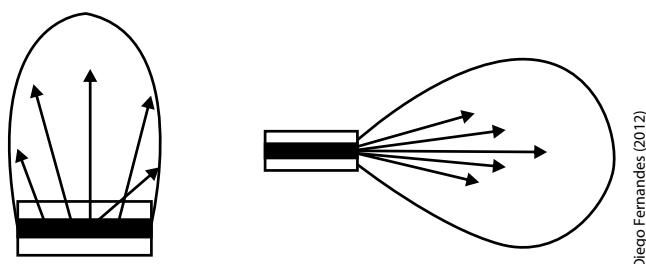


Figura 81 - Irradiação a LED (esquerda) e Irradiação a Laser-ILD (direita)

Diego Fernandes (2012)

### 6.1.4 CONECTORES ÓPTICOS

Os conectores de fibra óptica desempenham a mesma função dos conectores para cabos metálicos. Neste caso, é preciso ter um cuidado especial em relação ao alinhamento dos contatos, para que não haja problemas de transmissão.

São constituídos de um ferrolho com uma face polida, onde é feito o alinhamento da fibra e de uma carcaça, provida de uma capa plástica, em que se apresentam como estruturas cilíndricas ou cônicas, dependendo do tipo de conector.



#### VOCÊ SABIA?

Que os conectores de fibra óptica, diferentes dos cabos metálicos, sempre são machos? Necessitando de um adaptador (emenda) mecânico para seu alinhamento e conexão, e são conhecidos como acopladores ópticos.

Apesar de haver no mercado diversos tipos de conectores ópticos, os mais utilizados são os conectores ST, SC e LC, apresentados na figura a seguir.

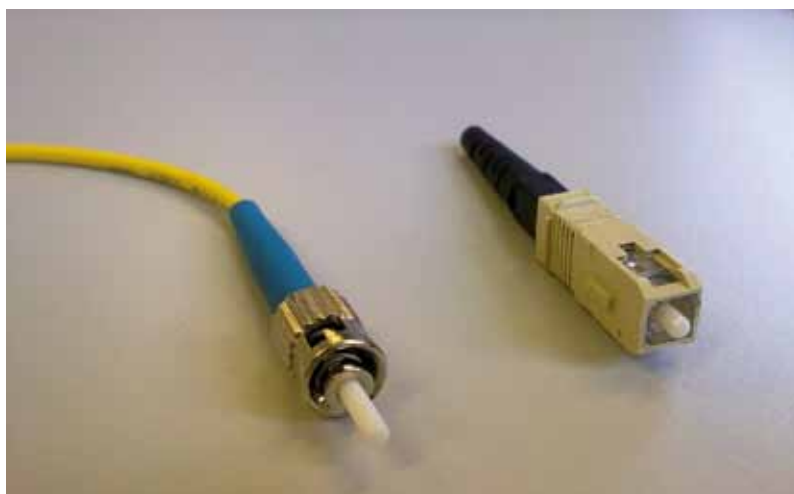


Figura 82 - Conectores Ópticos ST e SC

Diferentes dos conectores SC (ou 568SC), os conectores ST possuem uma conexão segura, mas não são mais previstos em norma. Como citado anteriormente, uma das desvantagens em cabeamento óptico é a vasta diversidade de conectores ópticos empregados nas redes novas e principalmente encontrados nas redes mais antigas.

É nesse emaranhado de conexões que os profissionais de cabeamento trabalham visando à unificação das novas instalações dentro dos modelos apresentados nesses tópicos, substituindo gradativamente as redes instaladas pelos modelos agora recomendados em norma.

Os conectores são compostos por um ferrolho com face polida para reduzir problemas relacionados com a reflexão e espalhamento da luz, além de possuírem uma carcaça, uma capa e o cabo de fibra óptica, conforme a figura a seguir.

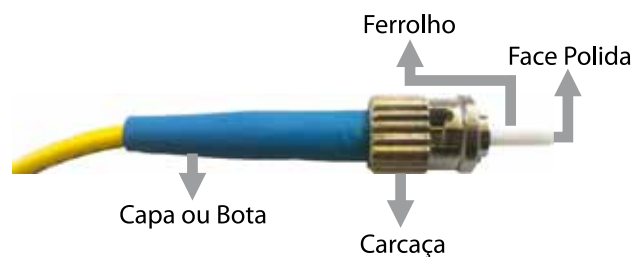


Figura 83 - Conector Óptico

### 6.1.5 ACESSÓRIOS ÓPTICOS

Os acessórios ópticos são utilizados em sistemas de cabeamento com fibra óptica. Podem ser dos mais variados, como os cordões, que são distribuidores ópticos utilizados para acomodar as fibras e conectores.

**Cordões:** são cabos monofibras, que possuem conectores ópticos destinados à interligação entre equipamentos e acessórios ópticos. Os cordões podem ser dos seguintes tipos:

- a) **Duo-Fiber:** composto por duas fibras multimodos ou monomodo;
- b) **Zip-Cord:** também composto por duas fibras multimodos ou monomodo;
- c) **Cordão Monofibra:** composto por uma única fibra multimodo ou monomodo.



## DISTRIBUIDOR INTERNO ÓPTICO (DIO)

Este tipo de acessório é utilizado para acomodar e proteger as fibras ópticas. São montados em *racks* e a realização e conexão entre a fibra e os dispositivos de rede acontece por meio de cordões de manobra.



SECCON (20-71)

Figura 84 - Distribuidor Óptico

### 6.1.6 EMENDAS ÓPTICAS

Este recurso se torna indispensável quando se trabalha com rede óptica. A fusão da fibra óptica se equipara à emenda de um cabo metálico. Ao contrário do que se imagina, as fibras ópticas podem ser “unidas” por três métodos de emenda, sendo eles: emenda por fusão, emenda mecânica e por acoplamento de conectores.

Essas três técnicas serão abordadas com maior ênfase nas páginas seguintes, onde será apresentada a técnica de fusão por se tratar da mais comum e, por isso, mais cotidiana para um técnico em cabeamento estruturado. Assim, inicia-se uma abordagem com as junções por emenda mecânica e por acoplamento, como segue.



**FIQUE  
ALERTA**

Ao manusear as fibras ópticas para o processo de emenda, tenha muito cuidado, pois elas são feitas de vidro e, ao quebrá-las próximo dos seus olhos, fagulhas ou poeira de vidro podem entrar em contato com seu olho.

## PROCESSOS DE EMENDA

Acompanhe, a seguir, um passo a passo de como realizar uma emenda.

### Passo 1

**Decapagem do cabo:** neste primeiro momento, você deve retirar o revestimento externo do cabo, bem como as demais proteções, deixando apenas a fibra óptica.



Figura 85 - Decapagem Fibra

### Passo 2

**Limpeza da fibra:** remover os resíduos de geleia com uma gaze embebida em álcool isopropílico.

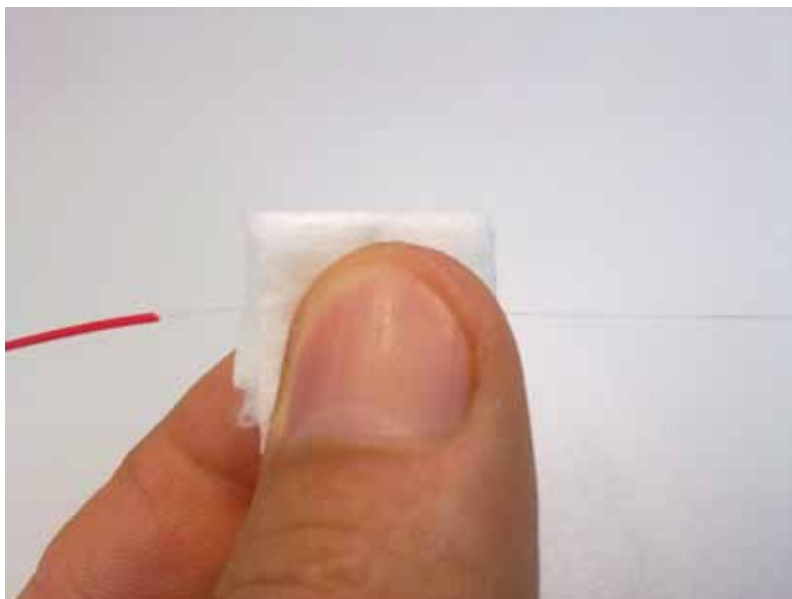


Figura 86 - Limpeza da Fibra

### Passo 3

**Clivagem:** o processo de clivagem é muito importante, pois nele será efetuado o corte da fibra para a emenda. Esse corte da fibra deve ficar exato ou próximo ao ângulo de  $90^\circ$ .



Figura 87 - Clivagem da Fibra

Após a execução dos processos mencionados, a fibra está pronta para receber a emenda. Existem dois tipos de emendas para fibras ópticas: a emenda mecânica e a emenda por fusão.

### EMENDA MECÂNICA

Uma emenda mecânica pode ser comparada a uma união entre dois condutores ópticos, sem que haja a efetiva união ou fusão das duas extremidades. Tais extremidades são acondicionadas numa espécie de luva que possui em seu interior um gel especialmente desenvolvido para manter os índices de perda de inserção ou perda de retorno em níveis mínimos.

O dispositivo ainda possui um sistema de travamento que uma vez alinhadas as fibras por meio de duas ranhuras (uma em cada extremidade), essas fibras são aproximadas de forma a manter a continuidade do sinal óptico.



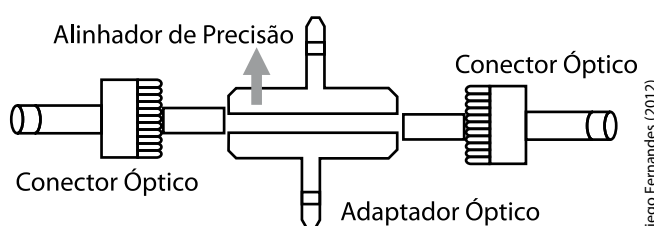
Figura 88 - Dispositivo de Emenda Mecânica

Emendas mecânicas são práticas para aplicações em que se exige um tempo de reparo curto, basicamente em situações de emergência. Não são raros os casos em que inicialmente se disponibiliza uma emenda mecânica e posteriormente, já com uma data de manutenção programada substitui-se por uma emenda por fusão em que seus níveis de atenuação de sinal são muito mais baixos.

### EMENDA POR ACOPLAMENTO DE CONECTORES

A emenda por conectorização está muito presente no meio óptico, sendo possível encontrá-la, não somente onde se busca a continuidade do cabo óptico simplesmente, mas também nos diversos momentos em que a fibra é convertida de um cabo óptico para um cordão óptico, como ocorre em DIOS, *transivers*, portas ópticas, entre outros.

Nesta modalidade, que não deixa de ser uma emenda, mesmo onde há a conversão de cabo para cordão óptico, os conectores não chegam a se encostar, ao contrário, aproximam-se acondicionados em seus adaptadores, de acordo com a figura a seguir:



Diego Fernandes (2012)

Figura 89 - Emenda por Conectorização

No caso de bastidores ópticos ou DIOs, é comum o fornecimento da bandeja óptica e de alinhadores ópticos de forma separada. Os alinhadores ópticos, nesse caso, são justamente os componentes que permitirão a “emenda por conectori-zação” conforme explicado recentemente.

## EMENDA POR FUSÃO

A emenda por fusão é uma prática fundamental em serviços de reestabeleci-mento. Em caso de rompimento de cabos ópticos é, sem dúvida, um processo-chave para se manter um lançamento óptico estável, independente da quan-tidade de emendas ou fusões realizadas ao longo da vida útil de qualquer cabo.

Uma preocupação que se tem quando o assunto é fusão, é a de manter o nível de sinal muito próximo ao nível original conseguido, quando se tem um cabo óptico sem emendas.

Até há alguns anos, cada emenda por fusão adicionava perdas consideráveis no cabo e, por isso, o somatório de emendas era preocupante o suficiente, para promover a troca de um lance inteiro de cabo, sob a pena de degradação subs-tancial do sinal.

Atualmente existem equipamentos que promovem a fusão praticamente sem inserir perdas no cabo óptico, o que permite que se tenha um cabo óptico com um número muito maior de emendas, sem que haja degradação considerável da qualidade do sinal trafegado.

Com a utilização de uma máquina de fusão de fibra, as duas extremidades são acomodadas no equipamento e pressiona-se um botão para, em média dez se-gundos, se ter o processo de fusão concluído. Nesse tempo extremamente curto, as duas extremidades ópticas são submetidas a um arco voltaico elevado o sufi-ciente, para causar o derretimento das fibras. Do derretimento vem a aproxima-ção dos condutores que, após seu esfriamento, passam a ser apenas um condutor.

Com fusão concluída, a próxima etapa é proteger a fibra e encerrar a ativida-de em si. No local onde foi feita a fusão, é empregado um filamento resistente (geralmente aço), revestido por uma espécie de luva de material termo contrátil que, derretida sobre o filamento, junto à emenda, confere uma resistência à fusão recém realizada. Nessa etapa, ocorre a fusão da proteção com o condutor óptico propriamente.

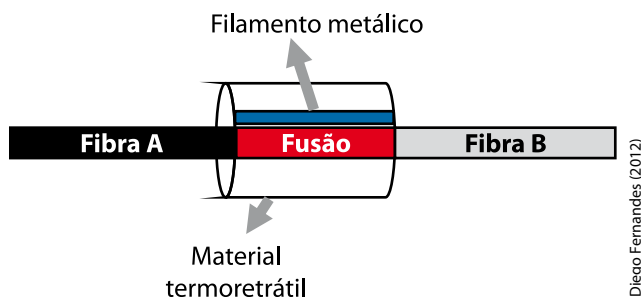


Figura 90 - Proteção da Fibra após Fusão



## CASOS E RELATOS

### Interferência

Uma determinada empresa estava com sérios problemas de rede. Após alguns testes, foi detectado que havia interferência nos cabos de *Backbone* que, por sua vez, passavam próximos aos cabos de energia elétrica.

A empresa foi orientada a trocar a passagem dos cabos de *Backbone*, pois passavam no mesmo duto da energia e não havia distância suficiente. O levantamento para a troca do local de passagem dos cabos foi realizado, mas depois desse procedimento a empresa deveria evitar qualquer tipo de obra envolvendo furos nas lajes. Para solucionar esse caso, o correto seria utilizar uma passagem de fibra óptica, que são imunes à interferência eletromagnética.

No estudo que você acabou de realizar, foi possível conhecer os tipos de emendas e fibras ópticas. Você viu que este recurso é indispensável quando o assunto é rede óptica, e que sua fusão equipara-se à emenda de um cabo metálico. Pode acompanhar também um passo a passo de como realizar uma emenda.



## RECAPITULANDO

Neste capítulo, foi possível você se conectar aos assuntos sobre as fibras, que são formadas por plástico ou sílica. Você conheceu dois tipos de fibras: as monomodos, cujo sinal se propaga em um único modo, e as multimodos, com sinais que se propagam de vários modos.

Foi possível ainda você saber que os conectores utilizados nas conexões das fibras são dos mais variados. E, por fim, você estudou o distribuidor óptico e como são realizadas as emendas de fibra óptica.







Neste capítulo, você estudará a utilização de tomadas elétricas, bem como, qual é o uso correto do aterramento e a importância dos estabilizadores. Irá conhecer também um pouco da história do telefone e como introduzir a telefonia no sistema de cabeamento estruturado, além de poder compreender a importância das escalas, para o entendimento das plantas baixas.

E, ao final deste estudo, você terá subsídios para:

- a) dimensionar o risco da não informação nas tomadas elétricas;
- b) compreender a necessidade do aterramento;
- c) compreender como está dimensionado o sistema de aterramento;
- d) instalar um *patch panel* para o sistema de telefonia;
- e) entender os conceitos de telefonia; e
- f) compreender o que é escala, cotação e, muito mais, no desenho técnico.

Acompanhe, com atenção, cada detalhe do conteúdo deste capítulo, pois será necessário relacionar com o que você tem aprendido até o momento. Já que este é o último capítulo da unidade curricular, aproveite para realizar apontamentos e tirar todas as dúvidas que possam surgir, para que você possa concluir, com sucesso, o seu estudo. Vamos lá?

## 7.1 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Em determinada parte do seu estudo, você viu que as normas brasileiras seguem os mesmos padrões das normas americanas. Com a NBR 5410, de 1997, não será diferente. Esta norma, que comporta instalações elétricas de baixa tensão, segue os mesmos princípios da norma americana de agosto de 1995 ANSI/EIA/TIA 607 (*Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications*).

A NBR 5410 prevê que todos os equipamentos que fazem parte do parque computacional de uma organização sejam conectados a circuitos elétricos, devidamente identificados nos quadros de distribuição, bem como nas tomadas a serem utilizadas pelos usuários. Estes circuitos devem estar estabilizados.

As tomadas a serem utilizadas pelos equipamentos deverão seguir o esquema de ligação 2p + T (dois pontos mais terra). O padrão 2p + T é esquematizado da seguinte forma: NEUTRO lado esquerdo, FASE lado direito e TERRA ao centro, os padrões de cores a serem utilizados são FASE (Branco / Vermelho / Preto), NEUTRO (Azul) e TERRA (Verde), a figura abaixo dará mais detalhes.



Figura 91 - Tomada e Plugue de 10 A



### VOCÊ SABIA?

Que a corrente elétrica é o deslocamento de cargas dentro de um condutor quando existe uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades. Tal deslocamento procura restabelecer o equilíbrio desfeito pela ação de um campo elétrico ou outros meios (reação química, atrito, luz etc.). (CREDER, 2000, p. 17).

Você conhecerá a seguir a importância de ter um sistema de proteção elétrica. Veja!

### 7.1.1 PROTEÇÃO ELÉTRICA

É a proteção do sistema elétrico contra toda e qualquer falha que possam acontecer vindas da rede pública ou internamente. Esta proteção pode ser realizada por meio de reles (disjuntores), estabilizadores e *nobreaks* UPS.

Conheça a seguir cada um dos tipos de proteção elétricos, que são os mais utilizados e muito usados na proteção dos equipamentos de rede e de eventuais descargas elétricas.

#### RELÉS (DISJUNTORES)

Este tipo de proteção é o mais simples e mais barato, porém protege apenas de surtos e picos (elevação) da corrente que possam vir a acontecer. Seu funcionamento é simples e, ocorrendo qualquer um dos itens mencionados, os disjuntores são desarmados automaticamente, cortando a sequência da energia no barramento.

#### ESTABILIZADORES

Este tipo de equipamento, como o próprio nome diz, estabilizará a energia de forma contínua e repassará esta energia limpa aos equipamentos. Os estabilizadores não possuem baterias de armazenamento de corrente, porém, em falta de energia por parte da rede pública, o sistema será comprometido.

#### NOBREAK

Os *nobreaks* são equipamentos sofisticados. Alguns até possuem gerenciamento e são mais caros com relação aos estabilizadores. Uma das características principais destes equipamentos é que possuem bancos de baterias, para que em momentos de falta de energia, repassem para os equipamentos a energia acumulada em suas baterias de forma automática, sem que o usuário perceba.

## 7.2 ATERRAMENTO

É uma proteção para equipamentos elétricos e eletrônicos de descargas elétricas, que consiste em uma barra de cobre aterrada ao solo conectado a um fio, denominado de fio-terra, e irá percorrer toda a extensão do edifício comercial. Apresenta as seguintes funções:

- a) proteger os usuários de equipamentos de descargas atmosféricas;
- b) descarregar cargas estáticas acumuladas nas carcaças do equipamento para a terra;
- c) facilitar o funcionamento dos dispositivos de proteção (fusível, disjuntores, etc.).



### VOCÊ SABIA?

Que o instrumento utilizado para medir a resistência da terra é o terrômetro.

De acordo com a norma ABNT NBR 5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão –, todas as blindagens dos cabos devem ser conectadas à terra em cada distribuidor. Normalmente as blindagens são conectadas aos gabinetes de equipamentos, que por sua vez, são conectados ao sistema de aterramento do edifício.

Para o sistema de aterramento de telecomunicações é necessário o correto funcionamento dos equipamentos, tanto fornecendo referência de sinal como drenando os ruídos de interferências.

A ANSI/TIA/EIA 607 e a norma brasileira utilizam a mesma topologia, na qual existe uma barra de vinculação (TMGB – Telecommunication Main Grounding Busbar), que é ligada ao sistema de aterramento do prédio e dela parte uma cordoalha (TBB – Telecommunication Bonding Busbar). Essa barra de vinculação também distribui o aterramento para os armários de telecomunicações. Nestes estarão barras de vinculação secundárias (TGB – Telecommunication Grounding Busbar) ligadas por condutores de vinculação (cabos isolados de 10mm<sup>2</sup>).

Para a norma brasileira, a barra de vinculação possui 6mm de espessura e 50mm de altura com o comprimento proporcional à quantidade de elementos a vincular.



Diego Fernandes (2012)

Figura 92 - Barra de Vinculação



**SAIBA  
MAIS**

Pesquisando a norma ABNT NBR 15749:2209, você terá conhecimento sobre os métodos de medição de resistência dos aterramentos, medição de solo, bem como as características gerais dos equipamentos que podem ser utilizados nas medições e os conceitos para avaliação dos resultados.

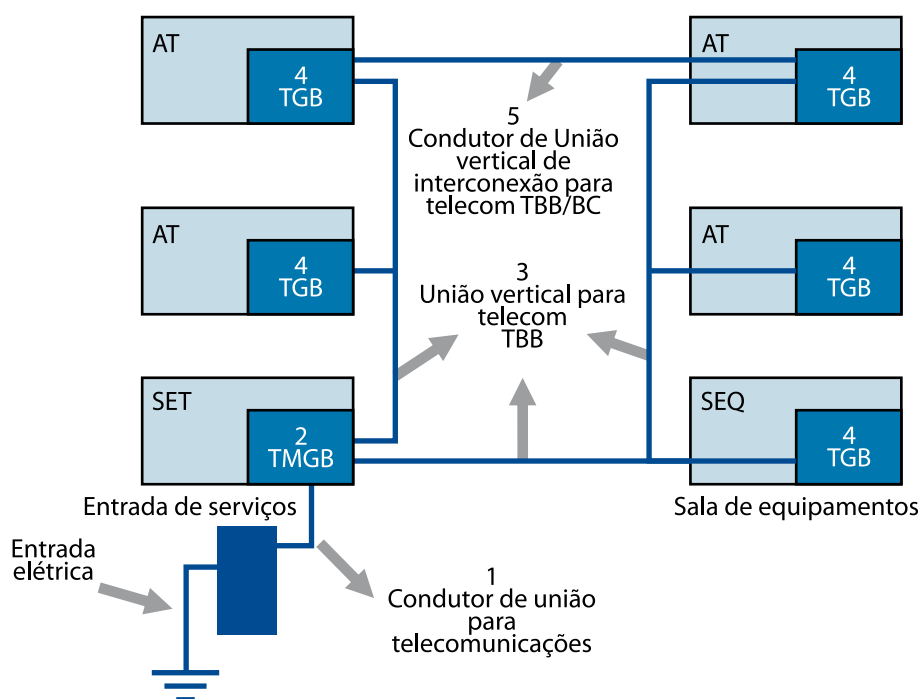


Figura 93 - Sistema de Aterramento de Telecomunicações

Legenda:

1. Condutor de União para Telecomunicações;
2. Barra principal de aterramento para telecomunicações (TMGB - *Telecommunications Main Grounding Busbar*);
3. Backbone (União) vertical para Telecom. (TBB - *Telecommunications Bonding Backbone*);
4. Barra de Aterramento para Telecom (TGB - *Telecommunications Grounding Busbar*);
5. Condutor de Backbone (União) Vertical de Interconexão para Telecom. (TBB/BC - *Telecommunications Bonding Backbone Interconnecting Bonding Conductor*).



**FIQUE  
ALERTA**

Os choques elétricos podem deixar sequelas ou, até mesmo, causar a morte do indivíduo. Use equipamento de segurança ao realizar manutenção em redes elétricas.

<sup>1</sup> BLINDAGEM

Camada metálica ao redor do condutor para protegê-lo de interferências.

## 7.2.1 COMO ATERRAR A BLINDAGEM

Escolher a forma correta para aterramento do cabo FTP blindado<sup>1</sup>, não é muito simples. Existem várias formas de se realizar este trabalho. Neste modelo, você verá que o cabo horizontal é aterrado na sala de telecomunicação ou armário de telecomunicação. Este cabo horizontal é terminado em um *patch panel* blindado (que é aterrado diretamente como mostra a figura). As tomadas de telecomunicações, nas áreas de trabalho, são blindadas, porém não aterradas. Os *patch cords*, nas áreas de trabalho e sala de telecomunicação, também são blindados.

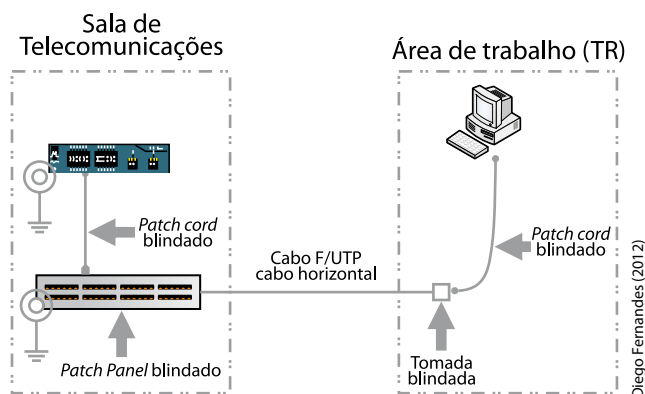


Figura 94 - Esquema Aterramento da Blindagem

Acompanhe, a seguir, o relato de uma situação onde o aterramento foi realizado de forma incorreta em um apartamento.



## CASOS E RELATOS

## O aterramento errado

A proprietária de um apartamento comprou um computador novinho, mas precisou da ajuda de um técnico para realizar a instalação do mesmo. Foi solicitada ao técnico a instalação de conexão com terra, devido à região ter relatos de descargas elétricas. O técnico fez a instalação do equipamento, instalou o fio-terra, como solicitado, e deu por encerrado o chamado.

Após algum tempo, a proprietária retorna à empresa contratada pela instalação, alegando que seu equipamento queimou. Então, foi encaminhado um técnico ao local para verificação e, posteriormente, foi constatado que o fio terra instalado por outro técnico estava conectado à barra de ferro da coluna do prédio. O apartamento ao lado possuía o mesmo tipo de aterramento, local de onde surgiu o curto circuito, e veio a atingir o equipamento do proprietário reclamante.

Diante do exemplo que você verificou, é necessário saber que

Toda a instalação elétrica deve ser periodicamente verificada por pessoas credenciadas ou qualificadas, com uma frequência que varia de acordo com a importância da instalação. (CREDER, 2000).

### 7.3 TELEFONIA

Em 1875, o cientista Alexander Graham Bell e seu auxiliar Thomas A. Watson, em meio a experimentos com projetos de telegrafia, deram início a era do telefone, que não parou mais de evoluir. Os primeiros telefones chegaram ao Brasil em meados de 1883, na cidade do Rio de Janeiro. Existem algumas controvérsias quanto ao inventor do telefone, porém, para os Estados Unidos, o inventor do telefone foi o Italiano Antônio Meucci por volta de 1860.

Após a sua descoberta, essa tecnologia não parou mais de evoluir e hoje está presente no dia a dia da maioria das pessoas. São diversas as soluções de telefonia para:

- a) sob redes;
- b) telefonia convencional; e
- c) telefonia IP (Voip);



**VOCÊ SABIA?**

Que o bloco BLI bloco de ligação interna é o conector mais utilizado em instalações telefônicas? (LIMA, 2001, p. 45).

Conheça a seguir, os tipos de telefonia.

### 7.3.1 VOIP (VOICE OVER INTERNET PROTOCOL) E TELEFONIA IP

Atualmente, se houve falar muito em voip, mas o que significa este termo?

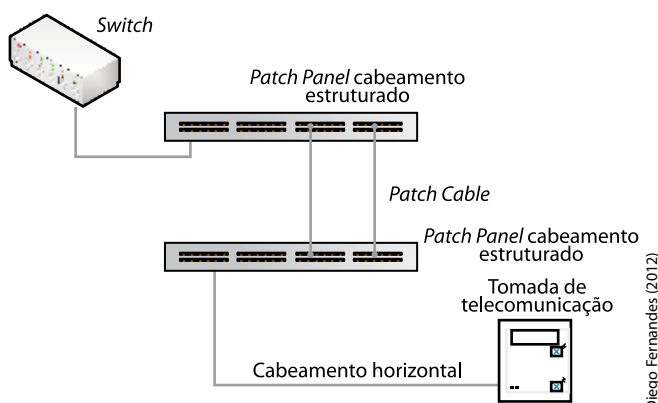
**Voip** é uma tecnologia que permite que chamadas telefônicas sejam feitas por meio de uma conexão de banda larga, no lugar dos serviços de telefonia convencionais. (Keller, 2011, p. 19). São utilizados programas específicos para controlar e gerenciar as ligações efetuadas, como o Asterisk.

É possível encontrar também outra tecnologia, a **telefonia IP**, que utiliza aparelhos telefônicos especiais, desenvolvidos com tal finalidade. A voz sobre ip é o setor de telecomunicações que mais cresce. Seu crescimento está ocorrendo a uma taxa mais veloz do que o crescimento da telefonia móvel. (HERSENT, 2002).

Tanto para a conexão voip quanto para a telefonia IP sob redes, não há necessidade de alterações ou implementações no sistema de cabeamento, toda a estrutura realizada nos capítulos anteriores foi preparada para receber estas duas tecnologias.

### 7.3.2 TELEFONIA CONVENCIONAL (ANALÓGICA)

A conexão da telefonia convencional ao sistema de cabeamento estruturado se dá por meio de conexões cruzadas, como visto anteriormente. A conexão cruzada nada mais é do que a conexão entre dois *patch panel* como mostra a figura seguinte.



Diego Fernandes (2012)

Figura 95 - Cross-connect ou Conexão cruzada



Lima (2001) destaca que

As emendas nos cabos telefônicos não são bem vindas, mas, em alguns casos, indispensáveis. Devemos evitá-las ao máximo, porém quando não existir opção, elas devem ser feitas com muito cuidado e atenção para não provocarem problemas na linha.



**SAIBA  
MAIS**

O telefone é um dos dispositivos de telecomunicações desenhado para transmitir sons por meio de sinais elétricos nas vias telefônicas. Saiba mais acessando a Gazeta Construtiva em: <http://escolaconstrutiva.blogspot.com/>

A conexão entre o sistema de cabeamento e a central telefônica analógica se dará por meio de conexões cruzadas, como mencionado anteriormente. A escolha do cabo para conexão da central dependerá da quantidade de ramais que for suportado pela central. Vamos trabalhar com cabo de 25 pares, mas existem cabos com quantidades maiores de pares.

O sistema telefônico utiliza para comunicação apenas 1 par de fio, ou seja, dois condutores, então um cabo de 25 pares daria para 25 ramais telefônicos. Sabendo que o sistema de cabeamento estruturado utiliza 4 pares de fios, ou seja, 8 condutores, separados da seguinte forma:

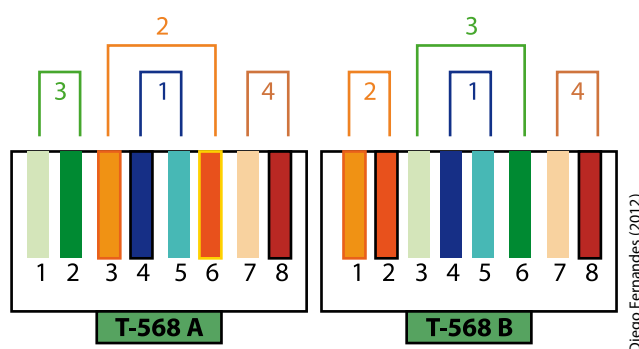


Figura 96 - Padrões de Cores

Diego Fernandes (2012)

Par 01 – telefonia;

Par 02 – rede de dados (computador);

Par 03 – rede de dados (computador);

Par 04 – vídeo, imagens (câmeras, televisão).

Perceba que o par 01 não muda de posição nos dois padrões de conexão 568 A ou 568 B. Desta forma, é necessário fazer a conexão de cada par do cabo de 25 pares com o par 01 do sistema de cabeamento, lembrando que o par 01 possui um condutor de cor azul e outro de azul claro (ou branco azul).

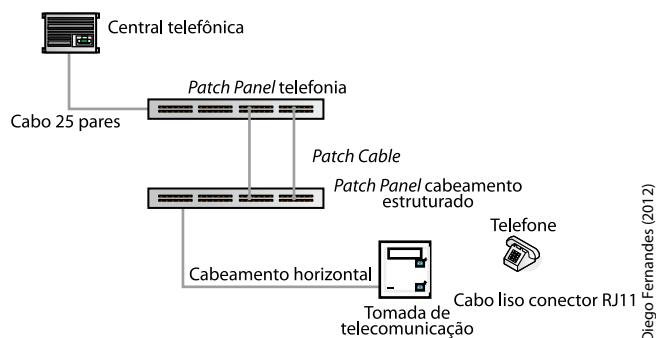


Figura 97 - Esquema conexão central à rede interna

Você deve estar lembrado que para os cabos 25 pares você deve decapar 25cm, tomando os devidos cuidados para não danificar os condutores.

Conecte todos os pares do cabo 25 pares na central telefônica, cada par em um respectivo ramal. Ex.: par 01 no ramal 01, par 02 no ramal 02, e assim por diante até o vigésimo quinto par.



Figura 98 - Conexão de um par do cabo - 25 pares no primeiro ramal da central telefônica

Feito todas as conexões na central, a outra ponta do cabo 25 pares será conectada no *patch panel* de telefonia. Você poderá utilizar *patch panel* ou bloco 110 IDC. Acompanhe a seguir, o procedimento para cada um deles.

## CONEXÃO PATCH PANEL

### Passo 1

Conectar cada par do cabo 25 pares no par 01 do *patch panel*, lembrando que o par 01 é o azul/branco azul, como mostra a figura.

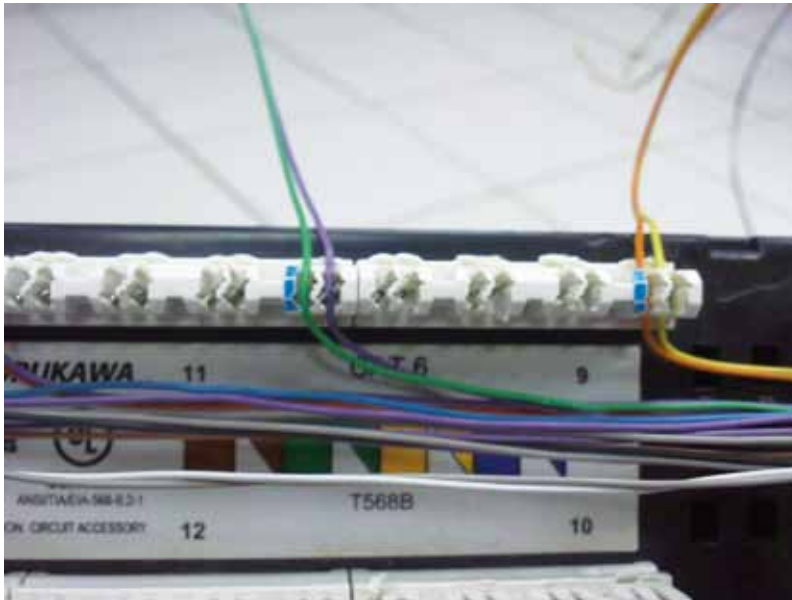


Figura 99 - Pares de telefone

### Passo 2

Com o alicate de inserção *push down*, fixar os condutores, como mostrados em outros procedimentos. Após todos os condutores fixados, sua conexão deverá ficar igual à da figura a seguir.

<sup>2</sup> RJ11

Conector de 4 pinos  
utilizado para cabos  
telefônicos.



Figura 100 - Conexão condutores do cabo - 25 pares no par 01 do patch panel

A conexão entre o *patch panel* de telefonia e o *patch panel* do cabeamento horizontal será realizado com *patch cord* padrão 568 A.



Figura 101 - Patch cord

A conexão entre a tomada de telecomunicação na área de trabalho e o aparelho de telefônica é feita com cabo liso com conectores RJ 11<sup>2</sup>.



Bombay Harbor (20-?)

Figura 102 - Cabo Liso conector RJ 11

**RJ11:** conector de 4 pinos utilizado para cabos telefônicos.

CONEXÃO BLOCO 110 IDC

Passo 1:

Inserir os condutores no bloco seguindo a ordem de cores de acordo com a tabela abaixo:

PAR	COR	COR
1	Branco	Azul
2	Branco	Laranja
3	Branco	Verde
4	Branco	Marrom
5	Branco	Cinza
6	Vermelho	Azul
7	Vermelho	Laranja
8	Vermelho	Verde
9	Vermelho	Marrom
10	Vermelho	Cinza
11	Preto	Azul

<sup>3</sup> PATCH CORD

Cabo utilizado para conectar o equipamento a tomada de telecomunicação

12	Preto	Laranja
13	Preto	Verde
14	Preto	Marrom
15	Preto	Cinza
16	Amarelo	Azul
17	Amarelo	Laranja
18	Amarelo	Verde
19	Amarelo	Marrom
20	Amarelo	Cinza
21	Violeta	Azul
22	Violeta	Laranja
23	Violeta	Verde
24	Violeta	Marrom
25	Violeta	Cinza

Quadro 8 - Quadro de pares e cores

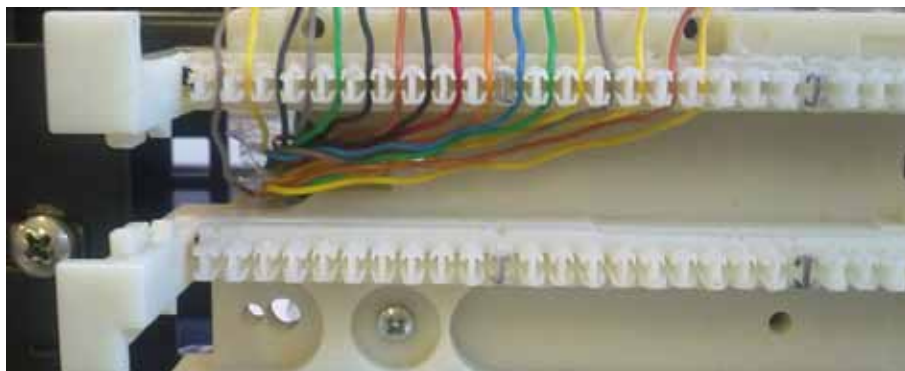


Figura 103 - Condutores no bloco IDC

## PASSO 2:

Com o auxílio de uma ferramenta de inserção múltipla, fixar os pares no bloco e, automaticamente, os excessos serão cortados. Caso isso não aconteça, remova as sobras com um estilete ou alicate de corte.

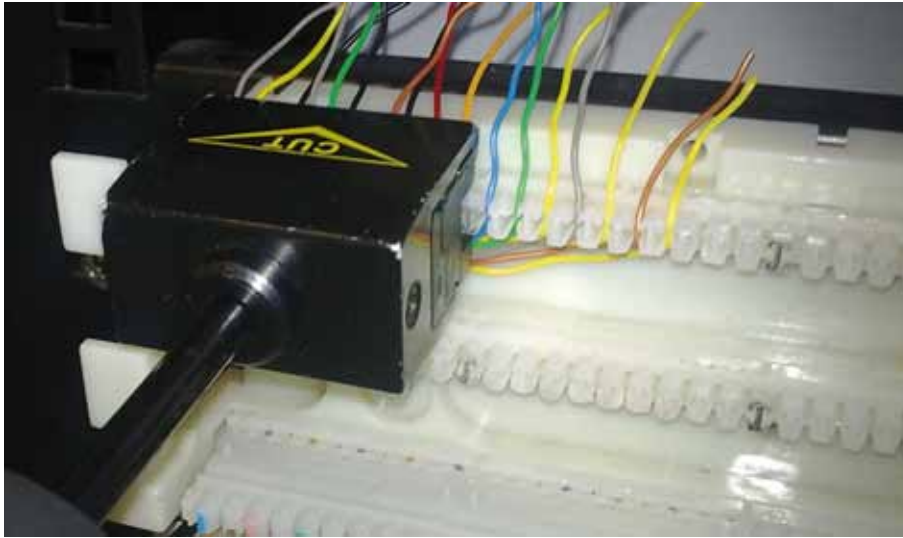


Figura 104 - Inserindo os conectores no bloco IDC

### PASSO 3:

Com os pares fixados no bloco, colocar o bloco de conexão com o auxílio da ferramenta de inserção múltipla. Feito isso, o bloco está pronto.



Clarinox ([20--7])

Figura 105 - Inserindo o bloco de conexão

A conexão entre o bloco 110 IDC e o *patch panel* do cabeamento estruturado é feito por meio de cabos *M patch Cord<sup>3</sup>* IDC RJ 45 um par.

<sup>4</sup> COTAGEM

Representação gráfica do desenho.



Figura 106 - Patch Cord IDC RJ 45 um par

## 7.4 DESENHO TÉCNICO

O desenho técnico tem diversas utilidades, servem para fabricação e montagem de peças, para projetos de construção civil e edificações, para projeto elétrico industrial e residencial, para projeto de máquinas e equipamentos, dentre outras. No Brasil, o desenho técnico é padronizado pela ABNT, a fim de padronizar os símbolos, materiais e métodos usados para realização do desenho técnico.

Conheça a seguir os principais assuntos relacionados ao desenho técnico.

**Perspectiva isométrica:** Perspectiva é a forma de representação gráfica do desenho que apresenta a forma mais próxima de como ele é visto. Isometria significa medidas iguais, portanto, perspectiva isométrica quer dizer que as três linhas de construção da perspectiva (altura, largura e comprimento) são perpendiculares entre si.

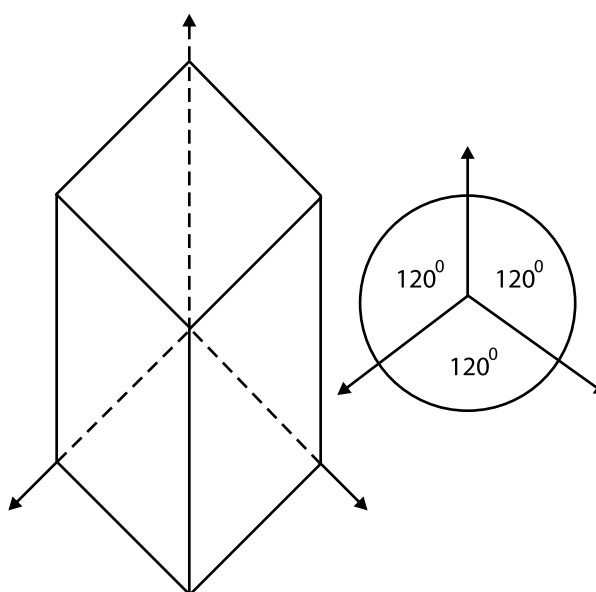


Figura 107 - Perspectiva isométrica

Diego Fernandes (2012)



**Projeção ortográfica:** É o jeito normalizado de indicar o centro dos elementos por meio das linhas de centro. As linhas de centro são representadas desta forma: uma reta e um ponto.

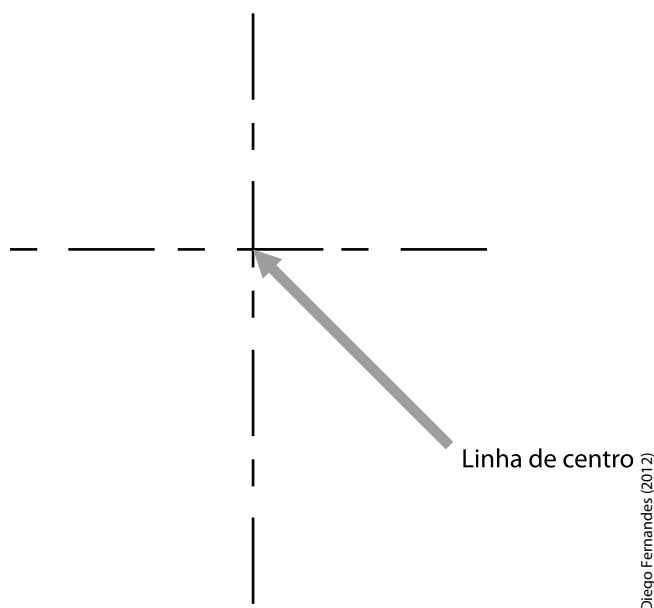


Figura 108 - Linhas de centro

### 7.4.1 COTAGEM

As cotas em desenho técnico são destinadas a informar o valor ou a medida de alguma dimensão desenhada, mas com valores reais da peça. A NBR 10126 traz informações sobre como deve ser a cotagem<sup>4</sup> em desenho técnico. Na norma consta claramente que as cotas devem ser dispostas de maneira a não deixar dúvidas sobre a face que está sendo cotada e o valor numérico da cota.

A norma também apresenta que a unidade das cotas deve estar impressa na legenda e, caso haja mais de uma unidade no desenho, deve ser adicionada junto ao detalhe que a merecer, sendo que todos os detalhes devem ter a mesma unidade. Contudo, para se formar uma cota, são necessários alguns elementos, tais como, linha auxiliar, linha limite de cota, linha de cota e cota.

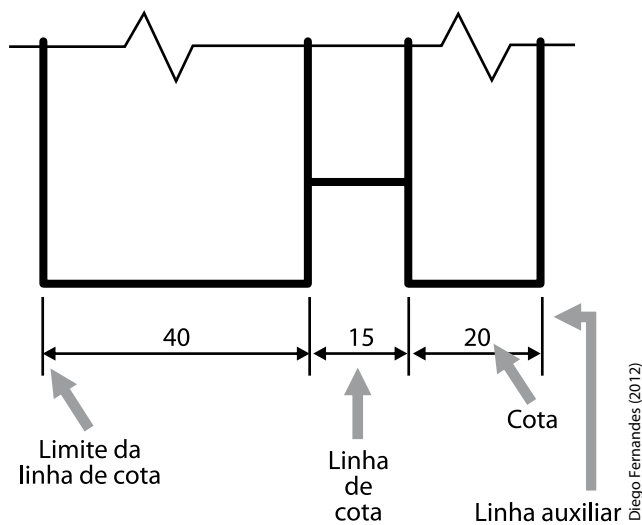


Figura 109 - Elementos de Cotagem

As cotas devem estar visíveis e em tamanhos razoáveis para sua legitimidade e não devem estar cortadas por outras linhas. Além disso, podem ter as seguintes representações: diâmetro ( $\varnothing$ ), quadrado ( $\square$ ), raio (R), diâmetro esférico ( $\varnothing$ ESF) e raio esférico (RESF).

#### 7.4.2 ESCALAS

A escala representa a proporção entre as dimensões do desenho e as dimensões reais. Conforme ABNT NBR 6492, dentre as escalas mais usuais, destacam-se as seguintes:

- a) 1:2;
- b) 1:5;
- c) 1:10;
- d) 1:20;
- e) 1:25;
- f) 1:50;
- g) 1:75;
- h) 1:100;
- i) 1:200;
- j) 1:250; e
- k) 1:500.

Essas são consideradas escalas de redução, sendo que reduzem o tamanho ou a dimensão de uma construção. Como exemplo, a escala de 1:50, significando que cada 1mm no desenho equivale a 50mm na dimensão real, e cada 1cm no desenho, equivale a 50cm na dimensão real.

### 7.4.3 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE PROJETOS (CORTES)

Segundo a NBR 6492 (ABNT, 1994, p. 1), que trata sobre a representação de projetos de arquitetura, o corte significa “plano secante vertical que divide a edificação em duas partes, seja no sentido longitudinal, seja no sentido transversal”. A norma quer representar o corte. Quando se fizer necessário, deve-se mostrar algum detalhe intrínseco no desenho.

### 7.4.4 SOFTWARE PARA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

Há algum tempo o desenho técnico era realizado manualmente. Com auxílio de algumas ferramentas como compasso, lápis, borracha, jogo de esquadros, escalímetro, régua, entre outros, o desenhista realizava o desenho segundo normas destinadas ao desenho técnico.

Atualmente, desenhar continua sendo uma arte e as normas continuam sendo revisadas constantemente, porém, as ferramentas mudaram. O desenhista trocou as ferramentas manuais por uma ferramenta tecnológica: o *software*. Por meio de programas específicos é possível realizar o desenho técnico com muita precisão.

O mercado dispõe de diversos *softwares* de desenho técnico, cada um com suas ferramentas básicas e específicas. Conheça a seguir quais são eles:

- a) **AutoCAD**, *software* de projeto 2D, 3D para fabricação, construção de projetos arquitetônicos, elétricos, e outros tantos projetos.
- b) **MSCad Pro**, *software* CAD Nacional, desenvolvido pela empresa MSC Engenharia de Software.
- c) **Lumine.V4**, sistema para projetos de instalações prediais elétricas e de cabeamento estruturado, desenvolvido pela AltoQi – Tecnologia Aplicada à Engenharia, com sede em Florianópolis.
- d) **Microsoft Visio**, *software* proprietário da Microsoft para criação de topologias de redes, tendo outras utilidades.

No estudo que você acaba de realizar, você viu que o desenho técnico é utilizado na fabricação de montagem de peças para projetos de construção civil e edificações, dentre diversas outras finalidades. Nesse contexto, você viu também que cotagem é um procedimento adotado para informar o valor ou medida de uma dimensão desenhada. Estudou escalas e representação gráfica, onde conheceu alguns programas destinados ao desenho técnico por meio do computador.



## RECAPITULANDO

---

Neste capítulo, que encerra essa unidade curricular, você teve a oportunidade de estudar as instalações elétricas e as normas elaboradas para esta tarefa. Conheceu ainda a importância da proteção elétrica para o cabeamento estruturado, bem como os tipos de proteção utilizados. Em telefonia, você estudou um breve histórico de onde surgiu e de como a tecnologia fez evoluir as formas de comunicação por telefone, bem como conheceu os tipos de transmissão da informação por meio do telefone.

E por fim, você conheceu as diversas utilidades do desenho técnico, a forma da representação gráfica dos desenhos, denominada perspectiva isométrica. Viu como é possível identificar o centro dos objetos, por meio das linhas de centro, e a cota dos desenhos. Estudou as escalas que representam as proporções dos desenhos e viu que *softwares* como o AutoCAD são utilizados para criação de desenhos técnicos.

---

Anotações:

Lined area for notes, consisting of multiple horizontal lines.



# REFERÊNCIAS

---

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14565**: cabeamento de telecomunicações para edifícios comerciais. Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 84 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14565**: procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para rede interna estruturada. Rio de Janeiro: ABNT, 2000. 48 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro: ABNT, 1994. 27 p.
- CAPELLI, Alexandre. **Aterramento Elétrico**. 2000. Disponível em: <<http://py2mok.tripod.com/arquivos-pdf-py2mok-leo/aterramento1.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2011.
- CENTRO DE COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (CCE-USP). **Redes – Normas Técnicas**. 2003. Disponível em: <<http://www.ufgnet.ufg.br/normasredes/segunda.html>>. Acesso em: 20 jul. 2011.
- CIANET NETWORKING. **Produtos fabricados e desenvolvidos no Brasil**. Disponível em: <<http://www.cianet.ind.br/pt/produtos/tecnologias/>>. Acesso em: 20 jul. 2011.
- COMMERCIAL BUILDING TELECOMMUNICATIONS STANDARD. **Standards**. Disponível em: <<http://www.belden.com/pdfs/Techpprs/2050.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2011.
- CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. 14. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000. xx, 479 p.
- CUIABANO, João Luiz da Silva Pereira. **Desenho Técnico – Material Didático De Referência Para Aulas**. 2011. Disponível em: <[http://www.ufmt.br/cuiabano/3\\_Disciplinas/Desenho\\_Tecnico/Escalas/DTec\\_05\\_-\\_Escalas-material.pdf](http://www.ufmt.br/cuiabano/3_Disciplinas/Desenho_Tecnico/Escalas/DTec_05_-_Escalas-material.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2011.
- ESTOKE. **Especificações da Administração e Identificação dos Sistemas de Cabeamento Estruturado**. 2011. Disponível em: <<http://www.estoke.com.br/downloads/606.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2011.
- ESTOKE. **Práticas Adicionais do Cabeamento Horizontal por Zonas**. 2011. Disponível em: <<http://www.estoke.com.br/downloads/75.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2011.
- FURUKAWA. **Guia de Recomendação para Data Center**. 2011. Disponível em: <[http://www.furukawa.com.br/pls/portal/docs/PAGE/PORTAL/SOLUCOES/SOLUCAO\\_DATA\\_CENTER1/GUIA\\_DC\\_REV0909.PDF](http://www.furukawa.com.br/pls/portal/docs/PAGE/PORTAL/SOLUCOES/SOLUCAO_DATA_CENTER1/GUIA_DC_REV0909.PDF)>. Acesso em: 10 set. 2011.
- HERSENT, Olivier; GURLE, David; PETIT, Jean-Pierre. **Telefonia IP**. São Paulo: Addison-Wesley, 2002. xxii, 451 p.
- INMETRO. **Instalações de Elétricas de Baixa Tensão**. 2011. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/painelsetorial/palestras/PalestraNBR5410.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2011.
- LIMA, Valter. **Telefonia e cabeamento de dados**. 2. ed. rev. São Paulo: Érica, 2001. 194 p.

MARIN, Paulo Sérgio. **Cabeamento estruturado** - desvendando cada passo: do projeto à instalação. São Paulo: Érica, 2008. 336 p.

KELLER, Alexandre. **Asterisk na Prática**. 2. Ed. Ver. São Paulo: Novatec, 2011. 335 p.

MIGHT. **Cabeamento Estruturado – Curitiba**. 2009. Disponível em: <http://www.artigonal.com/tecnologias-artigos/cabeamento-estruturado-curitiba-989565.html>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

MORIMOTO, Carlos E. **Cabos de Rede**. 2008. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/tutoriais/cabos-rede/pagina2.html>>. Acesso em: 03 set. 2011.

OLIVEIRA, Luis Fernando M. de. **O que é um Sistema de Cabeamento Estruturado**. Disponível em: <<http://www.worldconnections.com.br/oquee.htm>>. Acesso em: 03 set. 2011.

PINHEIRO, José Mauricio Santos. **Interferência Eletromagnética em Redes de Computadores**. 2004. Disponível em: <[http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo\\_interferencias\\_eletromagneticas.php](http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_interferencias_eletromagneticas.php)>. Acesso em: 20 jul. 2011.

PINHEIRO, José Maurício. **Guia completo de cabeamento de redes**. Rio de Janeiro: Campus, 2003. 239 p.

PROZ.COM. **Diafonia**. Disponível em: <[http://www.proz.com/kudoz/english\\_to\\_portuguese/telecommunications/3379024-crosstalk.html](http://www.proz.com/kudoz/english_to_portuguese/telecommunications/3379024-crosstalk.html)>. Acesso em: 20 jul. 2011.

REOMPA COMPONENTES ELETRÔNICOS. **Antenas Parabólicas e Receptores**. Disponível em: <<http://www.reompa.com.br/produto/cabo-coaxial-cable-tech-rgc-59-67-100-metros.html>>. Acesso em: 03 set. 2011.

RIBEIRO, Antônio Clélio. **Escalas e Dimensionamento**. 2011. Disponível em: <[http://www.eel.usp.br/na\\_apostila/pdf/capítulo6.pdf](http://www.eel.usp.br/na_apostila/pdf/capítulo6.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2011.

SEARCH NETWORKING. **Attenuation**. Disponível em: <<http://searchnetworking.techtarget.com/definition/attenuation>>. Acesso em: 20 Jul. 2011.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Cabeamento Estruturado para Telecomunicações**. Santa Catarina: SENAI DR/SC, 2003. 113 p. (Apostila)

\_\_\_\_\_. **Cabeamento Estruturado**. Santa Catarina: SENAI DR/SC, 2010. 82 p. (Apostila)

\_\_\_\_\_. **Desenho técnico elétrico**. Santa Catarina: SENAI DR/SC, 2010. 43 p. (Apostila)

SETA SOLUÇÕES ELÉTRICAS E TELEMÁTICAS LTDA. **Transmissão de sinais analógicos e digitais no cabeamento estruturado**. Disponível em: <<http://www.setasolucoes.com.br/informativo2.php>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

SOARES NETO, Vicente; SILVA, Adelson de Paula; C. JÚNIOR, Mário Boscato. **Telecomunicações - redes de alta velocidade: cabeamento estruturado**. 5. ed. São Paulo: Érica, 2005. 276 p. UFGNET. **Redes – Normas Técnicas**. 2003. Disponível em: <<http://www.ufgnet.ufg.br/normasredes/quinta.html>>. Acesso em: 10 set. 2011.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Protocolos para controle de erros**. Instituto De Informática. Departamento De Informática Aplicada. INF01154 - Redes de Computadores N. Disponível em: <[http://www.inf.ufrgs.br/~roesler/disciplinas/LabRedes/04\\_Fluxo\\_Erros/04\\_laboratorio\\_fluxo\\_erros.pdf](http://www.inf.ufrgs.br/~roesler/disciplinas/LabRedes/04_Fluxo_Erros/04_laboratorio_fluxo_erros.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2011.

VERAS, Manoel. **Classificação dos DATACENTERS (TIA 942)**. 2009. Disponível em: <<http://datacenter10.blogspot.com/2009/01/classificao-dos-datacenters-tia-942.html>>. Acesso em: 03 set. 2011

\_\_\_\_\_, Manoel. **Gestão & TI DATACENTER 1.0**. 2009. Disponível em: <[http://datacenter10.blogspot.com/2009\\_01\\_04\\_archive.html](http://datacenter10.blogspot.com/2009_01_04_archive.html)>. Acesso em: 02 out. 2011.

VILHENA, Antonio. **Categoria de Par Trançado (TWISTED PAIR) em Sistemas de Cabeamento**. 2007. Disponível em: <<http://www.boadica.com.br/dica/546/categoria-de-par-trancado-%28twisted-pair%29-em-sistemas-de-cabeamento>>. Acesso em: 03 set. 2011.

WIKIPEDIA. **Cabo Coaxial**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Cabo\\_coaxial](http://pt.wikipedia.org/wiki/Cabo_coaxial)>. Acesso em: 20 jul. 2011.

MOPA, **Sistema Mopa de Canais para Fios e Cabos**. São Paulo: Show Page/Studio 8, 2002. 144 p.

TIA/EIA. **Telecommunications Systems Bulletin**. *Transmission Performance Specifications for Field Testing of Unshielded Twisted Pair Cabling Systems* – TSB 67, Global Engineering Documents – October 1995

TIA/EIA. **Telecommunications Industry Association/Electronics Industry Associations**, Comercial *Building Telecommunications Cabling – Standard ANSI/TIA/EIA 568 A*, São Paulo-2840, 1993.

DELTA CABLE, **Informática e Telecomunicações**. Curitiba: Copyspress, 2007. 34 p.

WIKIPEDIA. **Firestop**. 2011. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Firestop>>. Acesso em: 03 set. 2011.

ISO/IEC. **International Organization for Standardization and International Electrotechnical Comission**, ISO/IEC DIS 11801 International Standard for Telecommunications Cabling Systems, 1995.

BICSI. **Manual de instalação de cabeamento em telecomunicações**. 2. ed. Tampa, FL: BICSI, 1998. 1 v.

WIKIPEDIA. **Raio** (meteorologia). 2011. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Raio\\_%28meteorologia%29](http://pt.wikipedia.org/wiki/Raio_%28meteorologia%29)>. Acesso em: 10 set. 2011.

WIRTH, Almir. **Telecomunicações/comunicações via fibras óticas**. Rio de Janeiro: Book Express, 1998. 191 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10126**: Cotagem em desenho técnico. Rio de Janeiro, 1987. 13 p.

PLP, **Produtos para Linhas Preformados Ltda** – Línea K. São Paulo: 2004. 33 p.



# ÍNDICE

---

## A

Administração 6, 9, 20, 21, 52, 64, 76, 78, 81, 82, 83, 87, 101, 157, 165

Amplitude 26, 27

Atenuação 5, 26, 32, 33, 104, 106, 108, 109, 111, 112, 117, 118, 119, 130

Ativos de redes 76, 77, 108

## B

*Backbone* de campus 68

*Backbone* de voz 66, 67

*Balluns* 52, 53

Bitola 31, 36, 37

Blindagem 7, 10, 37, 140

## C

Cabeamento estruturado 5, 9, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 33, 34, 41, 43, 44, 45, 49, 50, 51, 52, 70, 76, 78, 80, 81, 82, 83, 87, 88, 92, 101, 102, 104, 105, 109, 127, 135, 142, 143, 149, 153, 154, 157, 158, 165

Cabo óptico 58, 67, 111, 112, 118, 130, 131

Cabos metálicos 9, 25, 35, 36, 40, 106, 109, 125

Canal 26, 27, 28, 41, 66, 108, 110

Categorias de cabeamento metálico 41

Certificação do cabeamento estruturado 104

Comutação 14

Conectores ópticos 7, 10, 125, 126

Conectores para cabos metálicos 125

Conectorização dos cabos UTP 101

Convergência 14

Cotagem 7, 10, 135, 150, 151, 152, 154, 159

Crimpagem 6, 40, 42, 49, 89, 94, 95, 100, 112, 113

*Crosstalk* 27, 33, 104, 106, 107, 108, 110, 158

## D

Datacenter 5, 9, 13, 49, 76, 77, 78, 79, 80, 159

Dielétrico 38, 39

Diodos *laser* 124

Distorções aleatórias 27

Distorções sistemáticas 26

## **E**

Ethernet 13, 41, 42, 44, 107

## **F**

Flamabilidade 5, 35, 36, 45, 46, 47

Fontes de luz 10, 124

## **H**

*Hardware* 13, 44, 52, 88, 158

## **I**

IEEE 42

Infraestrutura 5, 23, 24, 28, 35, 50, 59, 69, 75

Interferências eletromagnéticas 9, 13, 17, 28, 30, 33, 34, 36, 67

## **J**

Jack Modular 5, 38

## **L**

Linear 26

## **M**

Multifilares 58

MUTO 5, 54, 55, 56

## **N**

NBR 5410 136, 138

NBR 14565 9, 17, 21, 22, 55, 157

Normalização 9, 18, 58

## **P**

Padronização 18, 19, 23, 24, 37, 41, 44

Parâmetros elétricos 9, 30, 33

*Patch panel* 6, 7, 9, 56, 57, 71, 73, 81, 82, 84, 86, 88, 89, 98, 99, 100, 107, 135, 140, 142, 145, 146,

Path Cord 88

Ponto de Consolidação 5, 56, 57, 69, 111

## **R**

*Rack* 5, 6, 9, 70, 71, 72, 77, 78, 79, 82, 84, 101, 113, 127

RJ11 146, 147

RJ45 5, 6, 9, 38, 42, 53, 81, 85, 88, 89, 90, 93, 94, 95, 112

## **S**

Sistema de cabeamento estruturado 5, 19, 23, 24, 25, 33, 44, 50, 51, 52, 81, 83, 87, 88, 92, 102, 105, 135, 142, 143, 158

*Sleeves* 68, 69

Subsistemas de cabeamento 49, 80

## **T**

Telecomunicações 5, 7, 9, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 30, 34, 35, 36, 38, 39, 41, 47, 50, 51, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 63, 66, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 80, 82, 83, 84, 87, 89, 92, 101, 105, 109, 138, 139, 140, 142, 143, 157, 158, 159, 165

Tomadas de telecomunicações 25, 38, 53, 57, 59, 84, 89, 92, 140

Topologia estrela 51, 52, 66

## **V**

Voip 10, 142



## MINICURRÍCULO DOS AUTORES

---

Joanilo de Souza Filho é graduado em Engenharia de Telecomunicações pela Fundação Universidade Regional de Blumenau (2004), com especialização em Engenharia Elétrica com linha de pesquisa em Eletromagnetismo Aplicado pela Fundação Universidade Regional de Blumenau (2009) e mestrando na mesma linha de pesquisa. Atua como consultor em telecomunicações na empresa NETISA do Brasil Ltda. Desenvolve ainda atividade profissional de professor na Faculdade de Tecnologia do SENAI (unidade Blumenau/SC). Possui experiência na área de Engenharia de Telecomunicações atuando em projetos no Brasil e no exterior.

Mauro Cesar Matias Tecnólogo em Redes de Computadores (2007), pela Faculdade Estácio de Sá. Com Especialização em Redes Corporativas Gerencia Segurança e Convergência pela Unisul (2009), Certificado CCNA - Cisco Certified Network Associate pelo Senai/ctai em (2003) e Certificado FCP - Furukawa Certified Professional pelo Senac/SC em (2006). Com experiência na área de Tecnólogo em Redes com ênfase em *Software* de redes para servidores com sistemas operacionais GNU/Linux Debian e Windows 200x e XP. Trabalha na área de Administração dos servidores bancários/escritório com sistemas operacionais Windows server 2003 e servidores asterisk com sistemas operacionais GNU/Linux Debian da Caixa Econômica Federal. Atuando no desenvolvimento de scripts. Tendo também ministrado treinamento interno em Administração Windows server 2003, XP, Sistemas Caixa Econômica Federal. Atualmente é analista de Suporte de TI da Caixa Econômica Federal, atuando no segmento de administração de servidores e scripts. Também é professor do curso superior de redes de computadores no SENAI-CTAI/FL, nas disciplinas de Cabeamento Estruturado e Novas Tecnologias e professor do curso técnico em manutenção de computadores do SENAI-São José, nas disciplinas de Sistemas Operacionais II e Infra-estrutura da Internet.

Paulo Roberto Ribeiro é graduado em Ciências da Computação pela Universidade do Vale do Itajaí (2000), com especialização em Desenvolvimento de Aplicações WEB pelo ICPG/UGF – Universidade Gama Filho (2002). Possui Certificação Oficial MCP (Microsoft Certified Professional) e FCP (Furukawa Certified Professional). Atuou como professor de Informática e Telecomunicações no SENAC e qualificações em informática na ESAF e FEAPI em Itajaí. Atualmente é professor das disciplinas de Redes de Computadores, Sistemas Operacionais I, Cabeamento Estruturado, Projetos de Redes, Redes Wireless e Informática Aplicada no SENAI (unidades Blumenau e Brusque). Ministra também a disciplina de Redes de Computadores na Faculdade AVANTIS de Balneário Camboriú e as disciplinas de Redes de Computadores, Arquitetura de Computadores, Sistemas Operacionais, Segurança da Informação e Marketing na UNIASSELVI/ASSEVIM de Brusque. É coordenador do Projeto de Reciclagem Digital da UNIASSELVI/ASSEVIM de Brusque, além de prestar consultorias nas áreas de projetos.





**SENAI - DN**  
**UNIDADE DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – UNIEP**

*Rolando Vargas Vallejos*  
Gerente Executivo

*Felipe Esteves Morgado*  
Gerente Executivo Adjunto

*Diana Neri*  
Coordenação Geral do Desenvolvimento dos Livros

**SENAI - DEPARTAMENTO REGIONAL DE SANTA CATARINA**

*Simone Moraes Raszl*  
Coordenação do Desenvolvimento dos Livros no Departamento Regional

*Beth Schirmer*  
Coordenação do Núcleo de Desenvolvimento

*Caroline Batista Nunes Silva*  
*Juliano Anderson Pacheco*  
Coordenação do Projeto

*Gisele Umbelino*  
Coordenação de Desenvolvimento de Recursos Didáticos

*Joanilo de Souza Filho*  
*Mauro Cesar Matias*  
Elaboração

*Juliano Anderson Pacheco*  
Revisão Técnica

*Adriana Ferreira dos Santos*  
Design Educacional

*D'imitre Camargo Martins*  
*Diego Fernandes*  
*Julia Pelachini Farias*  
*Luiz Eduardo Meneghel*  
Ilustrações, Tratamento de Imagens

*Daniela de Oliveira Costa*  
Diagramação

*Juliana Vieira de Lima*  
Revisão e Fechamento de Arquivos

*Luciana Effting Takiuchi*  
CRB14/937  
Ficha Catalográfica

---

*DNA Tecnologia Ltda.*  
*Sidiane Kayser dos Santos Schwinzer*  
Revisão Ortográfica e Gramatical

*DNA Tecnologia Ltda.*  
*Sidiane Kayser dos Santos Schwinzer*  
Normalização

*i-Comunicação*  
Projeto Gráfico



**SENAI**

*Iniciativa da CNI - Confederação  
Nacional da Indústria*

ISBN 978-85-7519-484-3



9 788575 194843 >