

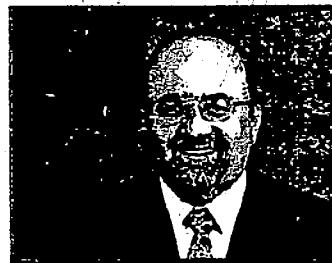
Sobre o livro

O objetivo desse livro é proporcionar à você uma visão global sobre redes de cabeamento estruturado. Com ele, você terá uma ferramenta poderosa em suas mãos, que certamente proporcionará um significativo aumento de produtividade em seus estudos. Além disso, você poderá entrar no site www.institutoonline.com.br e tirar dúvidas diretamente com o autor. O livro aborda, entre outros assuntos:

- Conceitos e arquiteturas de redes locais
- Redes Ethernet, Gigabit e 10Gigabit
- Normas empregadas em projetos de redes locais
- Descrição da norma brasileira para utilização em projetos de redes
- Instalação e aterramento de sistemas elétricos
- Comunicação de dados
- Dispositivos de redes locais

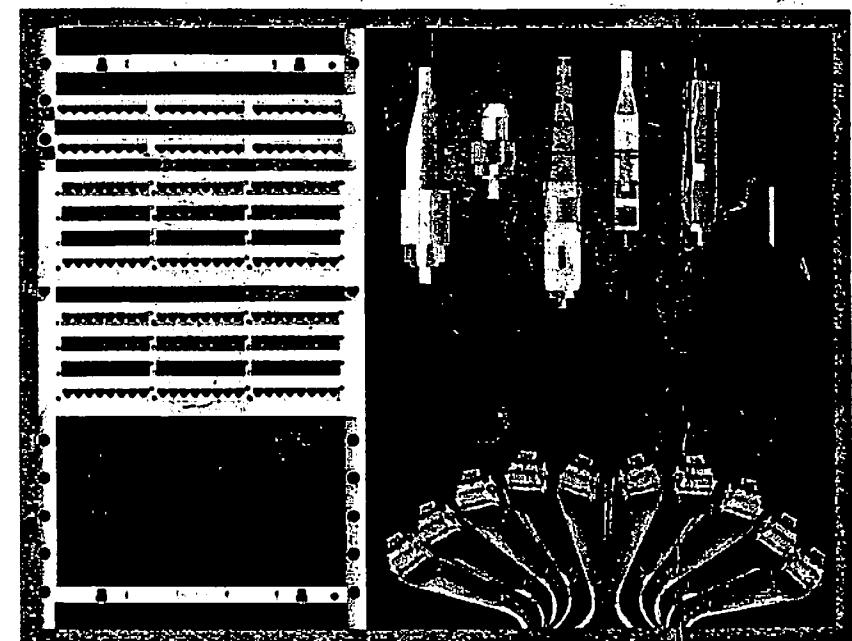
Sobre o autor

Certificado pela CISCO, Microsoft, Novell, Compaq, 3M e CompTIA, Paulo Eustáquio Coelho é um profissional que atua há 15 anos em consultoria e treinamentos técnicos. Tem vasta experiência em treinamentos sobre projetos de redes, TCP/IP, comunicação de dados e cabeamento estruturado para inúmeras empresas e órgãos governamentais. É diretor técnico do Instituto OnLine.



REDES LOCAIS

PROJETOS DE REDES LOCAIS COM CABEAMENTO ESTRUTURADO



Paulo Eustáquio Coelho

Revisão e atualização das normas
por Arthur R. Santos Jr.

TUDO O QUE
VOCÊ PRECISA
SABER SOBRE:
REDES E
CABEAMENTO
ESTRUTURADO

 **ORTRONICS**
www.ortronics.com.br



ISBN 859034891-1
9788590348911



Normas Técnicas
www.ptglatina.com

 **BRADY**

www.brady.com.br

Itens para o projeto

- Lista de abreviações
- Lista de figuras
- Resumo:
 - abstracto (resumo em inglês)
 - introdução
 - metodologia
 - objetivos do trabalho
 - desenvolvimento
 - descrição dos métodos no monólogo
 - sinopse - resumo
 - enunciados como Vai pra cia
 - diagnóstico
 - localização dos equipamentos
 - topografia física - estudo hídrico
 - topografia lógica -
 - suministro de configuração
 - estações impressas da rede
- tipo de hidrometeorologia
 - caixa mista e conexões lacais
 - equipamentos especiais (colectores cloacais)

prova

dia 24.10.

Assunto:

COP. 3 - Cobs - F151.
COP. 4 - Cob. 651.
COP. 15 - inst. Afin. S.6
COP. 16 - Comp. e Finn.

Projeto final
Início máximo dia 10.12

Projetos de Redes com Cabeamento Estruturado
Copyright © 2003 – Instituto Online <www.institutoonline.com.br>.

Nenhuma parte deste livro poderá ser reproduzida, sob qualquer meio, especialmente fotocópia (xerox), sem autorização prévia e escrita do Instituto Online.

Marcas registradas:

Ethernet, DEC, Xerox , IEEE, Novell, Microsoft, Panduite, AMP, IBM, AT&T, Lucent, 3M, EIA, TIA, Fluke, 3COM, Ortronics, Krone, Cisco, Nortel, Intel, IDC e outros nomes de produtos e marcas registradas relacionadas neste livro pertencem aos seus respectivos donos ou seus representantes legais.

HomePage: www.institutoonline.com.br
Email: mkt@instonline.com.br

C672 Coelho, Paulo Eustáquio.

Projetos de redes locais com cabeamento estruturado/

Paulo Eustáquio Coelho. -Belo Horizonte: P. E. Coelho.

2003.

480p. ; 24cm.

ISBN 85-903489-1-1

1. Redes locais de computação. 2. Cabos elétricos. I. Título.

CDD 004.68

Equipe do Instituto Online:

Paulo Eustáquio Coelho – Coordenação técnica.
pcoelho@instonline.com.br

Nádia Curvelo Ferreira – Coordenação editorial e revisora.
nadia@instonline.com.br

Satwa Alves Coelho – Capa, desenhos, Internet, multimídia, editoração e layout.
satwa@instonline.com.br

Instituto Online é marca registrada do Instituto OnLine Ltda.

Agradecimentos

Uma das etapas mais difíceis no processo de escrita de um livro, certamente são os agradecimentos. Enumerar todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a elaboração deste trabalho é uma tarefa quase impossível. Devemos, no entanto, agradecer profundamente ao Luis Moreira da Netsystems, que foi extremamente útil no referencial de documentos e dicas na elaboração de itens relativos às normas de Sistemas de Cabeamento Estruturado; ao Wellington Alves de Castro, da Escola de Engenharia da UFMG, com sua inestimável ajuda e orientação em relação à *layout* e editoração de um modo geral; à Nethouse, pelas dicas sobre o que o leitor gostaria de ler; ao Arthur Santos Junior, da Deltatronic, pela prestativa orientação sobre produtos e tecnologias que o mercado gostaria de ver detalhado, e por último, mas nem por isso menos importante, queremos agradecer ao Edson Barbosa Duarte, da Art & Soft, pela finalização, algumas mágicas e pelo bom gosto na escolha final do processo de impressão deste livro.

Agradecemos também a Ortronics, na pessoa do Sr. Eli, que muito nos auxiliou apoiando essa publicação; queremos agradecer também, especial e particularmente, a H.W BRADY do Brasil Ltda., na pessoa do Luiz F.M. Figueiredo e a PAN Americana do Brasil Ltda., na pessoa de Juliana Hirano, que acreditaram e apoiaram esse projeto, e que, sem o mesmo, a conclusão do trabalho não teria a qualidade apresentada. A todas as outras pessoas, nossos sinceros agradecimentos.

Paulo Eustáquio Coelho.

Objetivos

Nosso objetivo é fornecer informação séria e de alto nível para profissionais de Telecomunicações, Informática, Tecnologia da Informação (TI), Cabeamento Estruturado, além de todas as pessoas que, porventura, venham a se interessar pelo assunto.

Este livro texto é dividido em 20 capítulos, distribuídos de forma bastante didática, para que o leitor aprenda de maneira suave, os pontos mais importantes relacionados à utilização de Sistemas de Cabeamento Estruturado em projetos de rede de computadores.

O capítulo 1 traz uma introdução sobre as redes de computadores.

O capítulo 2 faz uma abordagem das principais tecnologias utilizadas em redes locais, como o modelo de referência OSI, métodos de acesso, conceitos de FDDI, ATM, etc.

O capítulo 3 faz uma referência de como os sistemas de cabos sem padronização podem criar problemas nas redes locais.

O capítulo 4 introduz a origem e os conceitos relacionados aos Sistemas de Cabeamento Estruturado.

O capítulo 5 descreve as principais entidades responsáveis pela criação e manutenção das normas utilizadas em cabeamento estruturado, bem como a descrição de cada norma.

Os capítulos 6, 7, 8, 9, 10 e 11 descrevem detalhadamente as principais normas de cabeamento estruturado e como elas podem ser utilizadas em projetos de rede de computadores.

O capítulo 12 explica os sistemas de comunicação de dados, e são mostrados conceitos como codificação, banda passante e sinais de uma maneira geral.

O capítulo 13 explica detalhadamente os meios metálicos de comunicação, com ênfase nos cabos UTP e coaxiais.

O capítulo 14 explica conceitos sobre as fibras ópticas, seus principais parâmetros e como utilizá-los em sistemas de cabeamento estruturado.

O capítulo 15 explica conceitos de aterramento e proteção elétrica e quais os procedimentos necessários para sua utilização em sistemas de redes locais.

O capítulo 16 mostra as ferramentas utilizadas em cabos metálicos e ópticos.

O capítulo 17 aborda a certificação dos sistemas de cabeamento

estruturado, os principais equipamentos de certificação como Scanners e OTDRs.

O capítulo 18 trata dos prédios inteligentes e dos sistemas de cabeamento residencial.

O Capítulo 19 aborda os principais dispositivos utilizados nas redes locais como *bridges*, *hubs*, *switches* e como utilizá-los em projetos.

O capítulo 20 trata da descrição de um projeto de rede local utilizando todos os conceitos dos capítulos anteriores.

Sumário

Introdução XIX

Capítulo 1 - Conceitos básicos de redes

| | |
|--|----|
| 1.1 O que é uma rede local | 3 |
| 1.2 Tipos de redes | 4 |
| 1.2.1 Redes locais (LAN – Local Area Network) | 4 |
| 1.2.2 Redes metropolitanas (MAN – Metropolitan Area Network) | 4 |
| 1.2.3 Redes para grandes áreas (WAN – Wide Area Network) | 4 |
| 1.3 Topologia | 5 |
| 1.3.1 Topologia física | 5 |
| 1.3.1.1 Barramento | 5 |
| 1.3.1.2 Estrela | 6 |
| 1.3.1.3 Anel | 8 |
| 1.3.2 Topologias híbridas | 9 |
| 1.3.2.1 Topologia em Árvore | 9 |
| 1.3.2.2 Topologia em Malha | 10 |
| 1.3.2.3 Topologia em Estrela Hierárquica | 11 |
| 1.3.3 Topologia lógica | 11 |
| 1.3.3.1 CSMA/CD | 11 |
| 1.3.3.2 Token Passing | 12 |
| 1.4 Arquitetura de redes | 12 |
| 1.4.1 IEEE 802.1 | 13 |
| 1.4.2 IEEE 802.2 | 13 |
| 1.4.3 IEEE 802.3 | 13 |
| 1.4.4 IEEE 802.u (Fast Ethernet) | 14 |
| 1.4.5 IEEE 802.3ab e IEEE 802.3z(Gigabit Ethernet) | 14 |
| 1.4.6 IEEE 802.4 | 14 |
| 1.4.7 IEEE 802.5 | 14 |
| 1.4.8 IEEE 802.6 | 15 |
| 1.4.9 IEEE 802.7 | 15 |
| 1.4.10 IEEE 802.8 | 15 |
| 1.4.11 IEEE 802.9 | 15 |
| 1.4.12 IEEE 802.10 | 15 |
| 1.4.13 IEEE 802.11 | 15 |
| 1.4.14 IEEE 802.12 | 15 |

Capítulo 2 - Tecnologias utilizadas em redes locais

| | |
|--|----|
| 2.1 Tecnologias das redes locais | 19 |
| 2.1.1 O modelo OSI | 19 |
| 2.1.1.1 Criação do modelo OSI | 19 |
| 2.1.1.2 As camadas do modelo OSI | 19 |
| 2.1.2 Pilhas de protocolos comerciais | 25 |
| 2.1.3 Métodos de acesso/usados nas redes | 26 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2 Ethernet – CSMA/CD | 26 |
| 2.2.1 Escalabilidade do Ethernet | 31 |
| 2.2.2 Ethernet PHY | 32 |
| 2.2.2.1 Ethernet de 10Mbps | 32 |
| 2.2.2.2 Fast Ethernet de 100Mbps | 36 |
| 2.3 Gigabit Ethernet | 39 |
| 2.3.1 Estrutura do Gigabit Ethernet | 40 |
| 2.3.2 Aliança Gigabit Ethernet | 41 |
| 2.4 10 Gigabit Ethernet | 43 |
| 2.4.1 A arquitetura 10 Gigabit Ethernet | 43 |
| 2.4.2 Aplicação da tecnologia 10 Gigabit Ethernet | 45 |
| 2.5 Fiber Distributed Data Interface – FDDI | 45 |
| 2.5.1 FDDI e IEEE 802.5 | 45 |
| 2.5.2 Modo de funcionamento do FDDI | 46 |
| 2.5.3 Utilização típica de uma rede FDDI | 46 |
| 2.6 Asynchronous Transfer Mode – ATM | 47 |
| 2.6.1 Interface ATM | 48 |
| 2.6.1.1 Interface estação para switch | 48 |
| 2.6.1.2 Interface switch para switch | 49 |
| 2.6.2 Formato da Célula ATM | 49 |
| 2.6.3 Qualidade de serviço | 50 |
| 2.6.4 Como o ATM trabalha em LANs | 51 |

Capítulo 3 - Cabeamento não estruturado

| | |
|---|-----------|
| 3.1 A Tecnologia é uma vantagem competitiva | 55 |
| 3.2 Cabeamento não estruturado | 55 |
| 3.3 Os sistemas proprietários e a desregulamentação das telecomunicações | 56 |
| 3.3.1 IBM | 57 |
| 3.3.2 Ethernet | 58 |
| 3.3.3 Telefonia | 58 |
| 3.3.4 Conexão serial | 59 |
| 3.3.5 Redes para Apple Machintosh | 59 |
| 3.4 Vantagens e desvantagens do uso de cabeamento não estruturado | 60 |

Capítulo 4 - Os sistemas de cabeamento estruturado

| | |
|---|-----------|
| 4.1 O que é um sistema de cabeamento estruturado? | 63 |
| 4.2 Topologia genérica de um sistema de cabeamento estruturado | 63 |
| 4.3 Vantagens de um sistema de cabeamento estruturado | 64 |
| 4.4 Aplicações dos sistemas de cabeamento estruturado | 65 |
| 4.4.1 Conexão de sistemas抗igos | 65 |
| 4.4.1.1 O uso de baluns | 66 |
| 4.5 Alguns problemas para utilização de cabeamento estruturado | 66 |
| 4.6 Onde e como surgiu o conceito de cabeamento estruturado | 67 |
| 4.6.1 IBM cabling | 67 |
| 4.6.2 AT&T cabling | 69 |
| 4.6.3 Origem das normas para cabeamento estruturado | 69 |

Capítulo 5 - Normas utilizadas em cabeamento estruturado

| | |
|---|-----------|
| 5.1 O que é uma norma? | 73 |
| 5.2 Quem cria e administra as normas de cabeamento estruturado? | 73 |
| 5.2.1 International Standards Organization – ISO | 73 |
| 5.2.2 Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT | 74 |
| 5.2.3 American National Standards Institute – ANSI | 74 |
| 5.2.3.1 Institute of Electrical and Electronic Engineers – IEEE | 74 |
| 5.2.3.2 Electronic Industries Alliance – EIA | 75 |
| 5.2.3.3 Telecommunication Industry Association – TIA | 75 |
| 5.2.4 International Electrotechnical Commission – IEC | 76 |
| 5.2.5 Canadian Standards Association – CSA | 76 |
| 5.2.6 International Telecommunication Union – ITU | 76 |
| 5.3 Normas para cabeamento estruturado | 76 |
| 5.3.1 ANSI/EIA/TIA 568 – Norma para cabeamento em edifícios comerciais | 76 |
| 5.3.2 ANSI/EIA/TIA TSB 36 – Boletim de especificações técnicas para cabos UTP | 77 |
| 5.3.3 ANSI/EIA/TIA TSB 53 – Boletim de especificações técnicas para hardware de conexão em cabos STP | 77 |
| 5.3.4 ANSI/TIA/EIA TSB 40A – Boletim de especificações técnicas para hardware de conexão para cabos UTP | 77 |
| 5.3.5 ANSI/EIA/TIA 568B – Primeira revisão da norma para cabeamento em edifícios comerciais | 77 |
| 5.3.6 ANSI/EIA/TIA 569-A – Normas para edificações dos caminhos e espaços de telecomunicações em edifícios comerciais | 77 |
| 5.3.7 ANSI/EIA/TIA 606-A – Norma para administração da infra-estrutura de telecomunicações em edifícios comerciais | 78 |
| 5.3.8 ANSI/EIA/TIA TSB 67 – Especificações técnicas para teste em campo do desempenho do link de transmissão de cabos UTP | 78 |
| 5.3.9 ANSI-J-STD-607-A – Especificações técnicas de aterramento elétrico para ambientes de telecomunicações | 78 |
| 5.3.10 ANSI/EIA/TIA TSB 72 – Guia para gerenciamento centralizado de dispositivos de fibra óptica | 78 |
| 5.3.11 ANSI/EIA/TIA 526-14 – Especificações técnicas para medidas em fibras ópticas multimodo | 78 |
| 5.3.12 ANSI/EIA/TIA 526-7 – Especificações técnicas para medidas em fibras ópticas monomodo | 78 |
| 5.3.13 ANSI/EIA/TIA TSB 95 – Especificação adicional para performance de cabos cat5 100 ohms de 4 pares | 79 |
| 5.3.14 ANSI/EIA/TIA TSB 75 – Práticas adicionais para sistemas de cabeamento horizontal por zonas | 79 |
| 5.3.15 ANSI/EIA/TIA 568-A1 – Primeiro adendo à norma 568A | 79 |
| 5.3.16 ANSI/EIA/TIA 568-A2 – Segundo adendo à norma 568A | 79 |
| 5.3.17 ANSI/EIA/TIA 568-A3 – Terceiro adendo à norma 568A | 79 |
| 5.3.18 ANSI/EIA/TIA 568-A4 – Quarto adendo à norma 568A | 79 |
| 5.3.19 ANSI/EIA/TIA 568-A5 – Especificações de desempenho de transmissão para cabos de 4 pares, 100 Ohms categoria 5e | 80 |

| | |
|--|----|
| 5.3.20 ABNT NBR 14565 – Procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicação para rede interna estruturada | 80 |
| 5.3.21 ISO/IEC 11801 – Sistemas de cabeamento genérico para telecomunicações | 80 |
| 5.3.22 ANSI/EIA/TIA 568 B.1 – Segunda revisão da norma para cabeamento em prédios comerciais | 80 |
| 5.3.23 ANSI/EIA/TIA 568 B.2 – Componentes para cabeamento par trançado balanceado | 81 |
| 5.3.24 ANSI/EIA/TIA 568 B.3 – Componentes para cabeamento de fibra óptica | 81 |
| 5.3.25 ANSI/EIA/TIA 568 B.1.1 – Primeiro adendo à norma 568 B.1 | 81 |
| 5.3.26 ANSI/EIA/TIA 568 B.1.2 – Segundo adendo à norma 568 B.1 | 81 |
| 5.3.27 ANSI/EIA/TIA 568 B.1.3 – Terceiro adendo à norma 568 B.1 | 81 |
| 5.3.28 ANSI/EIA/TIA 568 B.1.4 – Quarto adendo à norma 568 B.1 | 81 |
| 5.3.29 ANSI/EIA/TIA 568 B.2.1 – Primeiro adendo à norma 568 B.2 | 81 |
| 5.3.30 ANSI/EIA/TIA 568 B.2.2 – Segundo adendo à norma 568 B.2 | 82 |
| 5.3.31 ANSI/EIA/TIA 568 B.2.3 – Terceiro adendo à norma 568 B.2 | 82 |
| 5.3.32 ANSI/EIA/TIA 568 B.2.4 – Quarto adendo à norma 568 B.2 | 82 |
| 5.3.33 ANSI/EIA/TIA 568 B.2.5 – Quinto adendo à norma 568 B.2 | 82 |
| 5.3.34 ANSI/EIA/TIA 568 B.3.1 – Primeiro adendo à norma 568 B.3 | 82 |

Capítulo 6 - Cabeamento estruturado em edifícios comerciais

| | |
|--|----|
| 6.1 Propósito da norma 568B | 85 |
| 6.2 Critérios utilizados na norma ANSI/EIA/TIA 568B | 85 |
| 6.3 Escopo da norma ANSI/EIA/TIA 568B | 85 |
| 6.4 Os sete subsistemas de cabeamento estruturado | 86 |
| 6.4.1 Acesso ao Prédio | 86 |
| 6.4.2 Sala de Equipamentos | 86 |
| 6.4.3 Cabeamento Vertical | 86 |
| 6.4.4 Salas de Telecomunicações | 86 |
| 6.4.5 Cabeamento Horizontal | 86 |
| 6.4.6 Área de Trabalho | 87 |
| 6.4.7 Administração | 87 |
| 6.5 Acesso ao Prédio | 88 |
| 6.5.1 Desenho e projeto | 88 |
| 6.5.2 Função | 88 |
| 6.5.3 Proteção elétrica | 88 |
| 6.5.4 Aterramento | 88 |
| 6.5.5 Localização | 88 |
| 6.6 Sala de Equipamentos | 88 |
| 6.6.1 Desenho e projeto | 88 |
| 6.6.2 Função | 89 |
| 6.7 Cabeamento Vertical | 89 |
| 6.7.1 Meios de transmissão normalizados para o Cabeamento Vertical | 90 |
| 6.8 Salas de Telecomunicações | 91 |
| 6.8.1 Desenho e projeto | 91 |
| 6.8.2 Funções das Salas de Telecomunicações | 91 |

| | |
|--|----|
| 6.8.3 Considerações práticas para a Sala de Telecomunicações | 91 |
| 6.9 Cabeamento Horizontal | 92 |
| 6.9.1 Distâncias para o Cabeamento Horizontal | 93 |
| 6.10 Área de Trabalho | 94 |

Capítulo 7 - Padrões para caminhos e espaços em edifícios comerciais

| | |
|---|-----|
| 7.1 Especificações da infra-estrutura dos caminhos e espaços para o sistema de cabeamento estruturado | 99 |
| 7.2 Diagrama esquemático da norma ANSI/EIA/TIA 569 A | 100 |
| 7.3 Facilidades de Entrada | 100 |
| 7.3.1 Caixas de distribuição | 101 |
| 7.3.2 Caixas de DG | 102 |
| 7.3.3 Caixas de passagens | 102 |
| 7.3.4 Simbologia | 103 |
| 7.4 Infra-estrutura para os pontos de entrada de um edifício | 104 |
| 7.4.1 Caminhos para cabos subterrâneos | 104 |
| 7.4.2 Caminhos para cabos diretamente enterrados | 105 |
| 7.4.3 Caminhos para cabos aéreos | 106 |
| 7.4.4 Caminhos utilizando túneis | 107 |
| 7.5 Sala de Equipamentos | 107 |
| 7.5.1 Localização | 108 |
| 7.5.2 Interferência eletromagnética | 108 |
| 7.5.3 Tamanho da Sala de Equipamentos | 108 |
| 7.6 Cabeamento Vertical | 110 |
| 7.6.1 Interno | 110 |
| 7.6.2 Externo | 111 |
| 7.7 Cabeamento Horizontal | 111 |
| 7.8 Área de Trabalho | 112 |
| 7.8.1 Considerações sobre a Área de Trabalho | 113 |
| 7.9 Salas de Telecomunicações | 113 |
| 7.9.1 Considerações sobre as Salas de Telecomunicações | 113 |

Capítulo 8 - Norma ANSI/EIA/TIA 606 A

| | |
|---|-----|
| 8.1 A norma ANSI/EIA/TIA 606-A | 119 |
| 8.2 Classes de Administração | 119 |
| 8.2.1 Classe 1 | 119 |
| 8.2.2 Classe 2 | 119 |
| 8.2.3 Classe 3 | 119 |
| 8.2.4 Classe 4 | 120 |
| 8.3 Identificadores associados por classe | 120 |
| 8.4 Escopo | 122 |
| 8.4.1 Objetivo | 123 |
| 8.4.2 Componentes do sistema de administração | 124 |
| 8.4.3 Identificador | 125 |
| 8.4.4 Etiquetas | 126 |

| | |
|--|------------|
| 8.4.5 Registro | 127 |
| 8.4.6 Relatórios | 127 |
| 8.4.7 Desenhos | 127 |
| 8.4.8 Ordens de serviços | 128 |
| 8.5 Administração do sistema de cabeamento | 128 |
| 8.5.1 Identificadores de cabos | 128 |
| 8.5.1.1 Identificação dos cabos | 128 |
| 8.5.1.2 Registro dos cabos | 128 |
| 8.5.2 Identificadores dos hardwares de conexão | 128 |
| 8.5.2.1 Registro do hardware de conexão | 129 |
| 8.5.3 Identificadores das posições de terminação | 129 |
| 8.5.3.1 Identificação da posição de terminação | 129 |
| 8.5.3.2 Registro da posição de terminação | 129 |
| 8.6 Relatório de registro de canal | 129 |
| 8.7 Relatório de cross-connects | 129 |
| 8.8 Desenhos | 130 |
| 8.9 Ordens de serviço | 130 |
| 8.10 Administração de dutos e espaços | 130 |
| 8.10.1 Identificadores de dutos | 130 |
| 8.10.1.1 Identificação de dutos | 130 |
| 8.10.1.2 Registro de dutos | 130 |
| 8.10.1.3 Relatório de dutos | 131 |
| 8.10.2 Identificadores de espaços | 131 |
| 8.10.2.1 Identificação de espaços | 131 |
| 8.10.2.2 Registro dos espaços | 131 |
| 8.10.2.3 Relatórios de espaços | 131 |
| 8.11 Etiquetas e codificação por cores | 132 |
| 8.11.1 Etiquetas | 132 |
| 8.11.2 Codificação por cores | 132 |
| 8.11.2.1 Esquema de codificação por cores | 132 |
| 8.12 Diferenciação dos campos de terminação por categoria de desempenho | 133 |

Capítulo 9 - ANSI-J-STD-607-A – Norma para aterramento de telecomunicações

| | |
|--|------------|
| 9.1 A norma ANSI-J-STD-607-A (Publicada em outubro de 2002) | 137 |
| 9.2 Componentes de um sistema de aterramento e proteção | 137 |
| 9.2.1 Diagrama funcional da norma ANSI-J-STD-607-A | 137 |
| 9.2.2 Considerações que se aplicam a todos os componentes do sistema de aterramento e proteção | 138 |
| 9.2.3 Etiquetagem | 138 |
| 9.2.3.1 Amostra de etiquetas | 138 |
| 9.3 Barra Principal de Aterramento para Telecomunicações – TMGB | 138 |
| 9.3.1 Considerações para TMGB | 139 |
| 9.3.2 Descrição da TMGB | 139 |
| 9.3.3 Conexões da TMGB | 139 |
| 9.3.4 Localizando a TMGB | 139 |
| 9.4 Condutor de vinculação para telecomunicação | 140 |
| 9.5 Backbone Vertical para Telecomunicação – TBB | 141 |

| | |
|--|------------|
| 9.5.1 Projeto do TBB | 141 |
| 9.5.2 Considerações para instalação | 141 |
| 9.6 Barramento de Aterramento para Telecomunicações – TGB | 141 |
| 9.6.1 Descrição | 141 |
| 9.6.2 Junções | 142 |
| 9.6.3 Considerações para as instalações | 142 |
| 9.6.4 Junções ao edifício | 142 |
| 9.7 Facilidades de Entrada | 142 |
| 9.8 Conexão à estrutura metálica de edifícios | 142 |

Capítulo 10 - Sistemas de cabeamento estruturado ISO/IEC 11801

| | |
|--|------------|
| 10.1 A norma ISO/IEC 11801 | 145 |
| 10.2 Estrutura funcional da norma ISO/IEC 11801 | 145 |
| 10.3 Esquema genérico da norma ISO/IEC | 146 |
| 10.4 Interfaces com o sistema de cabeamento | 147 |
| 10.5 Dimensionamento e configuração | 147 |
| 10.5.1 Floor Distribuidor – FD (Distribuidor de piso) | 147 |
| 10.5.2 Tipos de cabos recomendados | 148 |
| 10.5.3 Escolha dos cabos | 148 |
| 10.5.4 Tomadas | 149 |
| 10.5.5 Sala de Equipamentos de Telecomunicações | 149 |
| 10.5.6 Facilidades de Entrada | 149 |
| 10.5.7 Especificações dos links | 149 |
| 10.5.7.1 Tipos de cabos relacionados ao link | 149 |
| 10.5.7.2 Classificação dos links | 149 |

Capítulo 11 - A Norma Brasileira de cabeamento estruturado – NBR 14565

| | |
|--|------------|
| 11.1 A norma brasileira de cabeamento estruturado – NBR 14565 | 153 |
| 11.2 Descrição da norma brasileira | 153 |
| 11.2.1 Os subsistemas de cabeamento estruturado | 154 |
| 11.2.2 Símbologia | 157 |
| 11.2.3 Componentes recomendados | 161 |
| 11.2.3.1 Cordões de conexão | 161 |
| 11.2.3.2 Tomadas de Telecomunicações | 161 |
| 11.2.3.3 Dispositivos de conexão | 161 |
| 11.2.3.4 Cabos | 162 |
| 11.2.4 Projeto para caminhos e espaços | 162 |
| 11.2.4.1 Projeto de cabeamento interno secundário | 163 |
| 11.2.4.2 Projeto de uma rede interna primária | 165 |
| 11.2.5 Proteção elétrica | 168 |
| 11.2.6 Administração | 169 |
| 11.2.6.1 Símbologia usada na administração | 169 |

Capítulo 12 - Princípios de Comunicação de dados

| | |
|---|-----|
| 12.1 Sistema de comunicação típico | 173 |
| 12.2 Elementos de um sistema de comunicação típico | 173 |
| 12.2.1 Transmissor/receptor | 173 |
| 12.2.1.1 Data Terminal Equipment – DTE | 173 |
| 12.2.1.2 Data Communication Equipment – DCE | 174 |
| 12.2.1.3 Interface DTE/DCE | 174 |
| 12.2.2 Meios de comunicação | 177 |
| 12.2.2.1 Capacidade de transmissão de um canal – MHz | 177 |
| 12.2.3 Mensagem | 177 |
| 12.3 Sistemas de transmissão síncronos/assíncronos | 177 |
| 12.3.1 Transmissão assíncrona | 178 |
| 12.3.2 Transmissão síncrona | 179 |
| 12.3.2.1 Utilização de bytes no controle | 179 |
| 12.3.2.2 Uso de um clock externo para sincronizar o transmissor e receptor | 180 |
| 12.4 Sinais | 180 |
| 12.4.1 Sinal analógico | 180 |
| 12.4.2 Sinal digital | 181 |
| 12.4.3 Conversão de sinal | 181 |
| 12.4.3.1 Processo detalhado de conversão de um sinal analógico para digital | 182 |
| 12.4.4 Uso da banda passante do meio de comunicação | 184 |
| 12.4.4.1 Banda Base | 184 |
| 12.4.4.2 Banda larga | 185 |
| 12.4.5 Multiplexação | 185 |
| 12.4.6 Codificação dos sinais transmitidos | 187 |
| 12.4.6.1 Codificação unipolar | 187 |
| 12.4.6.2 Codificação polar | 189 |
| 12.4.6.2.1 Non Return to Zero – NRZ | 189 |
| 12.4.6.2.2 Return to Zero – RZ | 189 |
| 12.4.6.2.3 Codificações bifásicas | 190 |
| 12.4.6.3 Codificação bipolar | 191 |
| 12.4.6.3.1 Alternate Mark Inversion - AMI | 191 |
| 12.4.6.3.2 Bipolar 8-Zero Substitution – B8ZS | 192 |
| 12.4.6.3.3 High Density Bipolar 3 – HDB3 | 193 |
| 12.4.6.3.4 4B/5B e 5B/6B | 194 |
| 12.4.6.3.5 Multi-Level Transition 3 – MLT-3 | 194 |
| 12.5 Circuito de transmissão de uma placa de rede | 195 |
| 12.6 Densidade espectral dos tipos de codificação dos sinais digitais | 195 |
| 12.7 Megabits e Megahertz | 196 |
| 12.8 Características de velocidade e banda passante das tecnologias de redes ... | 196 |
| 12.9 Erros na transmissão de sinais | 197 |
| 12.9.1 Ruído | 197 |
| 12.9.1.1 Ruído térmico | 198 |
| 12.9.1.2 Ruído de intermodulação | 198 |
| 12.9.1.3 Crosstalk | 198 |

| | |
|---|-----|
| 12.9.1.4 Ruído impulsivo | 198 |
| 12.9.2 Atenuação | 199 |
| 12.9.3 Perda por retorno | 199 |
| 12.9.3.1 Jitter de fase | 199 |
| 12.9.3.2 Interferência intersimbólica | 200 |
| 12.9.4 Taxa de transmissão máxima de um canal | 200 |

Capítulo 13 - Meios metálicos de transmissão

| | |
|---|-----|
| 13.1 A estrutura física de um cabo metálico | 205 |
| 13.2 Cabos de pares trançados | 205 |
| 13.2.1 Cabos UTP | 206 |
| 13.2.1.1 Categorias dos cabos UTP | 207 |
| 13.2.1.2 Cabos UTP de 25 pares | 209 |
| 13.2.2 Cabos STP | 209 |
| 13.2.2.1 Cabos STP A | 210 |
| 13.2.2.2 Cabos ScTP | 211 |
| 13.3 Linhas de Transmissão | 212 |
| 13.3.1 Tipos de Linhas de Transmissão | 212 |
| 13.3.1.1 Linhas de Transmissão não balanceadas | 212 |
| 13.3.1.2 Linhas de Transmissão balanceadas | 212 |
| 13.4 Parâmetros dos cabos de pares trançados | 213 |
| 13.4.1 Capacitância | 213 |
| 13.4.2 Resistência | 213 |
| 13.4.3 Blindagem | 213 |
| 13.4.4 Isolante | 213 |
| 13.4.5 Relação sinal/ruído | 214 |
| 13.4.6 Atenuação (ou Insertion Loss) | 214 |
| 13.4.7 Velocidade de propagação | 215 |
| 13.4.8 Atraso de propagação | 215 |
| 13.4.9 Atraso de propagação relativo (Skew Delay) | 215 |
| 13.4.10 Near end Crosstalk – NEXT | 216 |
| 13.4.11 Power Sum Next | 216 |
| 13.4.12 Efeito Pelicular | 217 |
| 13.4.13 Perda por Retorno | 217 |
| 13.5 Cabos coaxiais | 217 |
| 13.5.1 Parâmetros dos cabos coaxiais | 217 |
| 13.5.2 Cabos coaxiais do tipo RG 6 | 218 |
| 13.5.3 Cabos tipo RG 11U | 219 |
| 13.5.4 Utilização de cabos coaxiais em redes locais | 219 |

Capítulo 14 - Meios ópticos de transmissão

| | |
|---|-----|
| 14.1 Sistema óptico de comunicação | 223 |
| 14.1.1 Tecnologia óptica aplicada aos sistemas de comunicação | 223 |
| 14.1.1.1 Capacidade de transmissão de informação | 223 |
| 14.1.1.2 Baixa perda | 224 |
| 14.1.1.3 Imunidade eletromagnética | 224 |
| 14.1.1.4 Menor peso | 225 |
| 14.1.1.5 Menor tamanho | 225 |
| 14.1.1.6 Segurança | 225 |
| 14.1.1.7 Segurança das informações | 225 |
| 14.1.2 Os quatro mitos da fibra óptica | 226 |
| 14.1.2.1 As fibras são frágeis | 226 |
| 14.1.2.2 É difícil trabalhar com fibras ópticas | 226 |
| 14.1.2.3 As fibras ópticas são caras | 226 |
| 14.1.2.4 As fibras não devem ser usadas no desktop | 227 |
| 14.1.3 A estrutura da fibra óptica | 227 |
| 14.1.4 Os princípios de propagação da luz | 228 |
| 14.1.4.1 Índice de refração | 229 |
| 14.1.4.2 Lei de refração (Lei de Snell) | 229 |
| 14.1.5 As propriedades das fibras ópticas | 231 |
| 14.1.5.1 Modos de propagação | 231 |
| 14.1.5.2. Abertura Numérica | 232 |
| 14.1.6 Tipos de fibras ópticas | 233 |
| 14.1.6.1 As fibras multimodo | 234 |
| 14.1.6.1.1 Fibras multimodo índice degrau | 234 |
| 14.1.6.1.2 Fibras multimodo índice gradual | 234 |
| 14.1.6.2 Fibras monomodo | 235 |
| 14.1.6.2.1 Fibras monomodo índice degrau | 236 |
| 14.1.6.2.2 Fibras monomodo índice parabólico triangular | 236 |
| 14.1.7 Dispersão óptica | 236 |
| 14.1.7.1 Dispersão material | 237 |
| 14.1.7.2 Dispersão modal | 237 |
| 14.1.7.3 Fibras com dispersão deslocada | 238 |
| 14.1.8 Atenuação em fibras | 238 |
| 14.1.8.1 Perda por absorção | 238 |
| 14.1.8.1.1 Absorção intrínseca | 238 |
| 14.1.8.1.2 Absorção extrínseca | 238 |
| 14.1.8.1.3 Absorção por defeitos estruturais | 238 |
| 14.1.8.2 Perdas por espalhamento | 238 |
| 14.1.8.2.1 Espalhamento do material | 239 |
| 14.1.8.2.2 Espalhamento do guia de onda | 239 |
| 14.1.8.3 Perdas por deformações mecânicas | 239 |
| 14.1.8.4 Janelas de transmissão | 240 |
| 14.1.9 Processo de fabricação da fibra óptica | 241 |
| 14.1.9.1 Fabricação de preforma | 242 |
| 14.1.9.1.1 Modified Chemical Vapor Deposition – MVCD | 242 |
| 14.1.9.2 Puxamento e revestimento | 243 |

| | |
|---|-----|
| 14.2 Cabos ópticos | 243 |
| 14.2.1 Tipos de cabos | 244 |
| 14.2.1.1 Cabos tipo loose | 244 |
| 14.2.1.2 Cabos tipo tight | 245 |
| 14.2.1.3 Cabos multifibras | 245 |
| 14.3 Dispositivos ópticos | 245 |
| 14.3.1 Fontes de luz | 246 |
| 14.3.1.1 Lasers | 246 |
| 14.3.1.2 Leds | 247 |
| 14.3.1.3 Comparação Led X Laser | 248 |
| 14.3.2 Detectores de luz (fotodetectores) | 248 |
| 14.3.2.1 Margem de potência de um link2 | 250 |
| 14.3.2.2 Transceivers | 251 |
| 14.4 Conectores | 252 |
| 14.4.1 Tipos de conectores | 253 |
| 14.4.2 Características de transmissão dos conectores ópticos | 255 |
| 14.4.2.1 Perda por inserção | 255 |
| 14.4.2.2 Perda por retorno | 255 |
| 14.4.3 Polimento de conectores ópticos | 255 |
| 14.4.3.1 Polimento FLAT e PC | 255 |
| 14.4.3.2 Polimento SPC, UPC e APC | 256 |
| 14.4.3.2.1 Polimento SPC – Super Physical Contact | 256 |
| 14.4.3.2.2 Polimento UPC – Ultra Physical Contact | 256 |
| 14.4.3.2.3 Polimento APC – Angled Physical Contact | 257 |
| 14.4.3.3 Como são verificados os polimentos dos conectores ópticos? | 257 |
| 14.4.4 Nova geração de conectores ópticos | 257 |
| 14.4.4.1 MT-RJ | 258 |
| 14.4.4.2 3M Volition | 258 |
| 14.4.4.3 Lucent LC | 258 |
| 14.4.4.4 Panduit Optical Jack | 259 |
| 14.5 Emendas ópticas | 259 |
| 14.5.1 Emendas por Fusão | 260 |
| 14.5.1.1 Perdas no processo de emenda por fusão | 260 |
| 14.5.2 Emenda mecânica | 261 |
| 14.5.2.1 Emenda mecânica com elemento V-groove | 261 |
| 14.5.2.2 Emenda mecânica Fibrlock | 262 |
| 14.5.2.3 Emenda mecânica corelink | 262 |
| Capítulo 15 - Instalação e aterramento de sistemas elétricos | |
| 15.1 Instalação elétrica | 265 |
| 15.1.1 Sistema TN | 267 |
| 15.1.1.1 O sistema TN-S | 267 |
| 15.1.1.2 O sistema TN-C-S | 268 |
| 15.1.1.3 O sistema TN-C | 268 |
| 15.1.2 Sistema TT | 269 |
| 15.1.3 Sistema IT | 269 |
| 15.1.4 Procedimentos para instalação elétrica | 270 |

| | |
|---|------------|
| 15.1.4.1 Levantamento de carga | 170 |
| 15.1.4.2 Divisão do circuito criando quadros de distribuição | 270 |
| 15.1.4.3 Dimensionamento dos condutores | 271 |
| 15.2 Aterramento | 275 |
| 15.2.1 Tipos de aterramento | 276 |
| 15.2.2 Parâmetros de um sistema de aterramento | 277 |
| 15.2.3 Procedimentos práticos para aterramento elétrico | 279 |
| 15.2.3.1 Pinagem da tomada | 281 |
| 15.2.3.2 Verificação da instalação | 282 |
| 15.2.4 Estabilizador, no-break e short-break | 284 |
| 15.2.4.1 Características do estabilizador | 284 |
| 15.2.4.2 Características do no-break | 284 |
| 15.2.4.3 Características do short-break | 284 |
| Capítulo 16 - Componentes e ferramentas utilizadas em cabeamento estruturado | |
| 16.1 Componentes de um sistema de cabeamento | 287 |
| 16.1.1 Underwriters Laboratories – UL | 287 |
| 16.1.2 Canadian Standard Association – CSA | 289 |
| 16.2 Componentes e ferramentas para sistemas metálicos | 289 |
| 16.2.1 Componentes para redes metálicas | 289 |
| 16.2.1.1 Conectores RJ45 | 289 |
| 16.2.1.1.1 Proced. para conectorização dos plugs RJ45..... | 290 |
| 16.2.1.2 Patch panels | 292 |
| 16.2.1.3 Blocos de conexão 110 XC | 293 |
| 16.2.1.4 Patch cords tipo 110/110 categoria 5e | 294 |
| 16.2.1.5 Cabo UTP multipar | 295 |
| 16.2.1.6 Patch cables | 295 |
| 16.2.1.7 Jumper cables | 295 |
| 16.2.1.8 Tomadas | 295 |
| 16.2.1.9 Espelhos para tomadas | 296 |
| 16.2.1.10 Caixa de montagem em superfície | 296 |
| 16.2.1.11 Ícones | 296 |
| 16.2.1.12 Rack | 297 |
| 16.2.2 Ferramentas para sistemas metálicos | 297 |
| 16.2.2.1 Ferramentas para sistemas metálicos | 299 |
| 16.2.2.2 Ferramentas para cabos coaxiais | 302 |
| 16.3 Componentes e ferramentas para sistemas ópticos | 305 |
| 16.3.1 Componentes para redes ópticas | 305 |
| 16.3.1.1 Bloqueios ópticos | 305 |
| 16.3.1.2 Patch cord ST/ST ou SC/SC | 306 |
| 16.3.1.3 DIO | 306 |
| 16.3.1.4 Caixa de superfície multimídia para fibras ópticas | 307 |
| 16.3.2 Ferramentas para sistemas ópticos | 307 |

Capítulo 17 - Certificação de um sistema de cabeamento estruturado

| | |
|---|------------|
| 17.1 O que é uma certificação de cabeamento | 313 |
| 17.2 Equipamentos utilizados para certificação de um sistema de cabeamento estruturado | 313 |
| 17.3 Certificação de cabos metálicos | 313 |
| 17.3.1 Scanner para certificação de cabeamento estruturado | 313 |
| 17.3.1.1 Injetor | 315 |
| 17.3.1.2 Scanner | 315 |
| 17.4 Parâmetros de testes de cabos metálicos | 316 |
| 17.4.1 Modelos de links | 317 |
| 17.4.1.1 Link canal | 317 |
| 17.4.1.2 Link permanente | 318 |
| 17.4.2 Níveis de precisão | 318 |
| 17.4.2.1 Como a precisão é medida | 319 |
| 17.4.2.2 Princípios para precisão na medida de comprimento | 319 |
| 17.5 Medidas para certificação | 320 |
| 17.5.1 O que os scanners medem | 320 |
| 17.5.1.1 Distância do cabo | 320 |
| 17.5.1.2 Mapa de fios | 320 |
| 17.5.1.3 Atenuação | 322 |
| 17.5.1.4 Near End Crosstalk – NEXT | 322 |
| 17.5.1.5 Power Sum NEXT – PSNEXT | 325 |
| 17.5.1.6 Far End Crosstalk – FEXT | 326 |
| 17.5.1.7 Atenuation to Crosstalk Ratio – ACR | 326 |
| 17.5.1.8 Equal Level Far End Crosstalk – ELFEXT | 327 |
| 17.5.1.9 Power Sum Equal Level Far End Crosstalk – PSELFEXT | 327 |
| 17.5.1.10 Teste de nível de ruído | 327 |
| 17.5.1.11 Return Loss – Perda por retorno | 328 |
| 17.5.1.12 Propagation Delay/Skew Delay | 328 |
| 17.5.2 Como um scanner apresenta o resultado dos testes | 329 |
| 17.5.3 Fontes geradoras de problemas nas instalações de cabeamento estruturado | 331 |
| 17.5.3.1 Erros relacionados a comprimento de cabos, cabos abertos ou em curto | 331 |
| 17.5.3.2 Erros relacionados à resistência | 331 |
| 17.5.3.3 Erros relacionados com atenuação | 332 |
| 17.5.3.4 Erros relacionados com NEXT | 332 |
| 17.5.3.5 Erros relacionados com ACR | 332 |
| 17.5.3.6 Erros relacionados com ruidos | 333 |
| 17.6 Certificação de cabos ópticos | 333 |
| 17.6.1 Power Meter | 333 |
| 17.6.2 OTDR | 334 |
| 17.6.2.1 Entendendo as medidas com o OTDR | 336 |
| 17.6.2.2 Zona Morta | 336 |
| 17.6.2.3 Assinaturas básicas do OTDR | 337 |
| 17.6.2.4 Ganho óptico | 337 |
| 17.6.2.5 Degradação do sinal óptico | 338 |

| | |
|--|------------|
| 17.6.2.6 Picos de reflexão | 338 |
| 17.6.2.7 Atenuação | 339 |
| Capítulo 18 - Prédios inteligentes e cabeamento residencial | |
| 18.1 Prédios inteligentes | 343 |
| 18.1.1 O que são os prédios inteligentes? | 343 |
| 18.2 Automação residencial | 345 |
| 18.2.1 Para que é necessário um sistema de cabeamento residencial? | 345 |
| 18.2.2 Norma ANSI/EIA/TIA 570A | 345 |
| 18.2.3 Sistema de cabeamento residencial | 345 |
| Capítulo 19 - Dispositivos de redes locais | |
| 19.1 Equipamentos utilizados em redes locais | 351 |
| 19.2 Repetidores | 351 |
| 19.3 Hubs | 352 |
| 19.3.1 Tipos de Hubs | 353 |
| 19.3.2 Regras de repetição para Ethernet | 354 |
| 19.3.2.1 Regra de repetição para uma rede Ethernet de 10Mbps | 358 |
| 19.3.2.2 Regra de repetição para uma rede Ethernet de 100Mbps | 359 |
| 19.3.2.3 Regras de repetição para 1000Base T | 361 |
| 19.4 Bridges | 363 |
| 19.4.1 Bridges como ferramenta de segmentação de redes | 364 |
| 19.4.2 Serviços realizados pelas Bridges | 365 |
| 19.4.3 Tipos de Bridges | 365 |
| 19.4.4 Funcionamento de uma Bridge | 366 |
| 19.5 Switches | 368 |
| 19.5.1 Operação básica de um switch | 368 |
| 19.5.2 Características técnicas dos switches | 370 |
| 19.5.2.1 Velocidade do backplane | 370 |
| 19.5.2.2 Velocidade e tipo das portas | 371 |
| 19.5.2.3 Tamanho do buffer interno para pacotes | 371 |
| 19.5.2.4 Link Agregation | 371 |
| 19.5.2.5 Mecanismos de forwarding | 371 |
| 19.5.3 Tipos de Switches | 372 |
| 19.5.3.1 Core Switches | 372 |
| 19.5.3.2 Workgroup ou Edge Switches | 373 |
| 19.5.3.3 Desktop Switches | 373 |
| 19.5.4 Considerações de funcionamento de Bridges e Switches | 374 |
| 19.5.5 VLANs | 375 |
| 19.5.5.1 Vantagens do uso de VLANs | 377 |
| 19.5.5.1.1 Facilidade de configuração | 377 |
| 19.5.5.1.2 Mais largura de banda | 378 |
| 19.5.5.1.3 Segmentação da rede em função dos recursos | 378 |
| 19.5.5.1.4 Desempenho | 378 |
| 19.5.6 Switch camada 2 e camada 3 | 378 |

| | |
|--|------------|
| 19.6 Roteadores | 379 |
| 19.6.1 Roteamento | 379 |
| 19.6.1.1 Vantagens do roteamento | 380 |
| 19.6.1.2 Mecanismos de entrega de dados | 381 |
| 19.6.2.1 Entrega direta | 381 |
| 19.6.2.2 Entrega indireta | 381 |
| 19.6.3 Tabelas de roteamento | 381 |
| 19.6.3.1 Entradas na tabela de roteamento | 382 |
| 19.6.3.2 Inicialização e manutenção de tabelas de roteamento | 383 |
| 19.6.3.2.1 Número de caminhos da tabela de rotas | 383 |
| 19.6.3.2.2 Forma de propagação de rotas | 383 |
| 19.6.4 Algoritmos de roteamento | 383 |
| 19.6.5 Características de mercado dos roteadores | 384 |
| 19.6.6 Tipos de roteadores | 384 |
| 19.6.6.1 Cisco Série 800 | 384 |
| 19.6.6.2 Cisco Série 1600 | 384 |
| 19.6.6.3 Cisco Série 1700 | 384 |
| 19.6.6.4 Cisco Série 2600 | 385 |
| 19.6.6.5 Cisco Série 3600 | 385 |
| Capítulo 20 - Projeto, implantação e práticas de um sistema de cabeamento estruturado | |
| 20.1 Características básicas do gerenciamento de projetos | 389 |
| 20.2 Definindo os objetivos de um projeto | 389 |
| 20.3 O projeto de um sistema de cabeamento estruturado | 389 |
| 20.4 Passos para planejamento, execução e finalização de um projeto de cabeamento estruturado | 390 |
| 20.4.1 Levantar o que o cliente deseja | 390 |
| 20.4.2 Levantamento físico detalhado da infra-estrutura do cliente | 390 |
| 20.4.3 O que o cliente pode ter | 390 |
| 20.4.4 Projeto lógico | 390 |
| 20.4.5 Escolha da tecnologia utilizada | 390 |
| 20.4.6 Levantamento do material | 390 |
| 20.4.7 Projeto físico | 391 |
| 20.4.8 Certificação de todo o sistema instalado | 391 |
| 20.4.9 Ativação da rede | 391 |
| 20.4.10 Documentação | 391 |
| 20.5 Dicas para um trabalho perfeito | 391 |
| 20.6 Projetando um sistema real de cabeamento estruturado para a empresa | |
| RealAlimentos Ltda. | 392 |
| 20.6.1 Ambiente atual da empresa | 392 |
| 20.6.2 Ambiente futuro da empresa | 392 |
| 20.7 O Projeto/solução | 393 |
| 20.7.1 Tecnologia utilizada | 393 |
| 20.7.2 Benefícios e conceitos | 393 |
| 20.7.3 Distribuição horizontal | 394 |
| 20.7.4 Componentes do sistema | 394 |

| | |
|--|------------|
| 20.7.4.1 Distribuição principal (Backbone e conexões telefônicas) | 394 |
| 20.7.4.2 Patch cables | 394 |
| 20.7.4.3 Distribuidor | 394 |
| 20.7.4.4 Postos de trabalho | 395 |
| 20.7.4.5 Patch panels de portas RJ45 | 395 |
| 20.7.4.6 Ferramentas e instrumentação de testes | 395 |
| 20.7.5 Operação | 396 |
| 20.8 Termo de garantia e assistência | 397 |
| 20.9 Direitos autorais e intelectuais | 397 |
| 20.10 Planejamento do link óptico da empresa Real Alimentos S.A | 397 |
| 20.10.1 Cálculo da atenuação máxima do link | 398 |
| 20.10.1.1 A atenuação no cabo | 400 |
| 20.10.1.2 Atenuação nos conectores | 400 |
| 20.10.1.3 Atenuação nas emendas ópticas | 401 |
| 20.10.2 Cálculo da potência injetada no link | 402 |
| 20.10.2.1 Cálculo simplificado de perdas para dois patch panels ... | 402 |
| 20.10.3 Comparação dos resultados com a margem de segurança do link | 402 |
| 20.10.4 Medição real para comprovação dos resultados | 403 |
| 20.11 Planta contendo detalhes da implementação do sistema de cabeamento da empresa Real Alimentos Ltda. | 404 |
| Apêndice A - Glossário | 407 |
| Apêndice B - Unidades de medida | 431 |
| Apêndice C - Configuração de cabos | 437 |
| Apêndice D - ANSI/EIA/TIA 568B.1 (ANEXO A) | 447 |
| Apêndice E - Bibliografia | 449 |

Introdução

O mundo corporativo mudou depois do PC! Além de substituírem as velhas máquinas de escrever com os processadores de texto e planilhas, os computadores passaram também a ser a principal ferramenta para comunicação nas empresas. Um posto de trabalho há alguns anos, necessitava de um telefone e uma mesa. Hoje precisamos somente de um computador. Nele possuímos todos os recursos para telefonar, passar fax, receber e-mail e fazer videoconferência. Com o computador, não precisamos sair de nossas mesas.

A economia atual define um modelo de empresa que estimula a competitividade em alto grau, e com isso, toda empresa que deseja competir no mercado, precisa, necessariamente, usar todos os meios que a tecnologia dispõe para se manter ativa e competitiva. As principais ferramentas para vencer estes desafios são a velocidade e a facilidade com que a informação, o item mais importante de uma empresa, chega em nossas mãos. Uma das maneiras de conseguir competitividade é interligar todas as tecnologias possíveis a fim de economizar tempo, desperdício, e o mais importante, custo.

Começando pela máquina copiadora, fax, PBX, computadores, Internet, tudo tem que estar compartilhado, e estes equipamentos funcionam perfeitamente sincronizados quando interligados. Ao mesmo tempo em que os computadores nos facilitaram a vida no trabalho, também aumentaram a complexidade dos produtos e serviços que necessitamos em nosso dia a dia, exigindo uma enorme revolução no modo de controlar e transportar todas estas informações. As redes locais permitem que todos os equipamentos de uma empresa sejam conectados e os recursos disponíveis sejam utilizados por todos. Uma rede devidamente projetada e instalada dará confiabilidade e velocidade essenciais a todo o sistema (computadores, software, sistemas de telecomunicações), possibilitando acompanhar o crescimento das necessidades de uma empresa, mesmo quando novas tecnologias são incorporadas.

A despeito de toda competição vista no mercado, cada empresa passa normalmente por uma série de desafios internos que, se não resolvidos, podem gerar perda de produtividade e pior, perda de posição no mercado. Alguns desses desafios podem ser descritos:

- De acordo com uma pesquisa realizada em empresas americanas, a cada ano, em média, 18% dos departamentos mudam de local.
- Cada vez mais as empresas precisam integrar voz e dados em um mesmo sistema de cabos.
- Os computadores aumentam sua velocidade a cada ano, e todos os sistemas responsáveis pela conexão com os outros equipamentos acompanham esta tendência.

É neste contexto que se enquadram os sistemas de cabeamento estruturado! As empresas precisam cada vez mais de recursos de comunicação que suportem voz, dados, vídeo e que suportem, principalmente, mudanças.

Capítulo um

Conceitos básicos de redes

Ao concluir este capítulo, você entenderá:

- O que é uma rede.
- As características das LANs, MANs e WANs.
- As diferenças de redes *peer-to-peer* e centradas em servidores.
- O que é topologia física e lógica.
- As arquiteturas de redes padronizadas pelo IEEE.



Este capítulo explicará o que são as redes, os principais tipos de redes, como as LANS e as WANS, a classificação das redes em *peer-to-peer* e centradas em servidores, conheceremos os componentes de uma rede, suas topologias física e lógica e as arquiteturas de redes atualmente disponíveis e padronizadas pelo IEEE, como 10BASE T, 100BASE T e Gigabit Ethernet.

1.1 O que é uma rede local

Em nível mais fundamental, uma rede é um sistema de comunicação de dados, que permite troca de informações. Os componentes mínimos de qualquer sistema de comunicação de dados são um **emissor**, um **receptor**, um **meio físico** (freqüentemente chamado canal, através do qual a informação flui) e uma **mensagem**. O emissor e o receptor podem ser duas pessoas conversando, um PC e um *mainframe* ou um satélite e uma antena parabólica. O meio físico pode ser uma linha telefônica, um cabo ou o ar através do qual as microondas viajam.

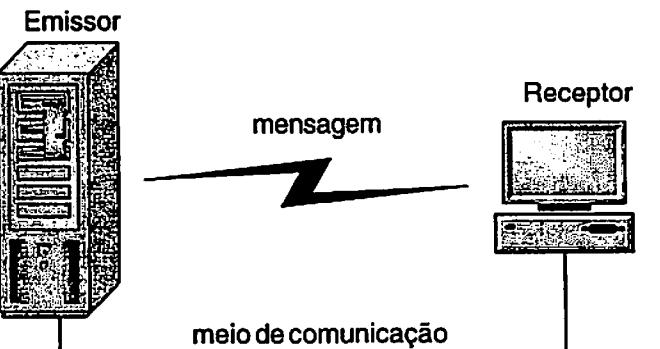


Figura 1-1: Modelo de comunicação de dados básico.

A história das redes de computadores é pontuada por melhorias em todos os componentes desses sistemas com o objetivo de tornar as comunicações mais rápidas, mais fáceis e mais eficientes. Assim sendo, uma rede é um sistema no qual ocorre transferência de informações. As redes de computadores incluem todo o hardware e software necessários para conectar computadores e outros dispositivos eletrônicos ao meio físico, de tal forma que eles possam se comunicar entre si. Dispositivos que se comunicam com outros dispositivos em uma rede são chamados **nós**, **estações** ou **simplesmente dispositivos de rede**. O número de nós em uma rede pode variar de dois a milhares.

Para que exista rede, os computadores devem ser configurados com uma placa de rede e módulos de software que, dependendo dos serviços executados, podem ser classificados como:

- **clientes** – computadores que usam recursos compartilhados;
- **servidores** – computadores que compartilham recursos;
- **peers** – computadores que têm os dois módulos carregados.

Quando nós de rede desempenham as mesmas funções de comunicação são chamados **pares** (**peers**). Comunicações entre tais tipos de nós são comumente referidas como *peer-to-peer*. Outras redes são constituídas por computadores clientes, que se comunicam quase exclusivamente com um ou com poucos computadores, chamados **servidores**. Essas redes são centradas em servidores e oferecem acesso centralizado a serviços, aplicações ou dispositivos. Pelo fato de os recursos estarem concentrados em servidores, ao invés de distribuídos, redes dessa natureza eram consideradas

�is econômicas do que redes do tipo *peer-to-peer*. A tendência atual se afasta das redes centradas em servidores, principalmente por influência da Internet, que em sua grande maioria utiliza servidores *peer-to-peer*. Independentemente do tipo, a razão primária para o uso de redes é reduzir custo. As redes permitem que as organizações reduzam custo de diversas formas:

- as redes propiciam acesso rápido a várias fontes de informações. Os usuários podem transferir arquivos, agendar encontros e, inclusive, trabalhar em um documento sem necessariamente ter que estar presente fisicamente no local onde o documento ou as pessoas se encontram. Redes economizam tempo, o que melhora a produtividade;
- como tem sido observado, as redes tipo cliente-servidor permitem que recursos, tais como discos e impressoras sejam compartilhados por diversos usuários. É mais barato adquirir diversos discos e impressoras de alta capacidade e conectá-los a um servidor do que adquirir discos e impressoras para cada usuário individualmente. As redes do tipo cliente-servidor podem economizar dinheiro através da redução de investimentos.

1.2 Tipos de redes

As redes são freqüentemente divididas em três tipos, baseadas no tamanho da área geográfica que cobrem. Pequenas áreas geralmente requerem redes locais (*LAN – Local Area Network*); áreas maiores podem requerer redes metropolitanas (*MAN – Metropolitan Area Network*) ou redes para grandes áreas (*WAN – Wide Area Network*).

1.2.1 Redes locais (*LAN – Local Area Network*)

Se uma rede estiver confinada a uma única localização (por exemplo, um edifício ou um conjunto de edifícios) é chamada uma rede local. *LANs* conectam computadores e periféricos (discos, unidades de *backup*, etc.) em um grupo de compartilhamento. Elas se caracterizam por altas taxas de transferência, baixo índice de erros e meios de comunicação baratos.

1.2.2 Redes metropolitanas (*MAN – Metropolitan Area Network*)

Se uma rede cobre uma cidade inteira, pode ser chamada de rede metropolitana (*MAN*). Elas constituem uma concepção mais recente do que as *LANs* e *WANs* (discutida a seguir). Apesar de terem muito em comum com as *LANs*, as *MANs* são de várias formas mais sofisticadas. Por exemplo, em adição a dados e voz, elas podem transmitir vídeo e outros recursos de áudio. As *MANs* são projetadas para cobrir distâncias maiores do que as *LANs*. *MANs* podem ser usadas para interconectar diversas *LANs* entre si, propiciando sistemas interligados de redes em alta velocidade.

1.2.3 Redes para grandes áreas (*WAN – Wide Area Network*)

Quando uma rede estiver espalhada em uma grande área, como entre estados ou países, é chamada *WAN*. A comunicação em *WANs* pode se dar via linhas telefônicas, satélites ou sistemas de microondas. As *WANs* são geralmente constituídas a partir da interconexão de *LANs* e *MANs*. Uma vez que as *WANs* envolvem a interconexão

de *LANs* e *MANs*, implicam freqüentemente na utilização de diferentes tecnologias. Se comparadas com as *LANs* e *MANs*, a maioria das *WANs* existentes são mais lentas e mais suscetíveis a erros. Algumas tecnologias novas de *WANs* estão começando a equacionar estes problemas.

1.3 Topologia

Topologia é um termo que significa aparência física. A topologia relaciona-se a organização ou layout físico dos computadores. Apesar do significado do termo, existem dois tipos de topologia empregadas nas redes locais: **topologia física** e **lógica**. A topologia física, que se relaciona com o significado literal da palavra, se refere a forma física de como interligar os computadores e é, na verdade, o que mais interessa em cabeamento estruturado. Já a topologia lógica, também chamada de “*Método de Acesso*”, se refere ao aspecto de funcionamento das redes, determinando como as mensagens são transmitidas no meio físico de um dispositivo para outro. Para uma rede funcionar, as duas topologias não precisam ser iguais. Existem muitas situações em que uma rede possui uma aparência física (topologia física) determinada, mas transmite os dados de uma outra forma (topologia lógica).

1.3.1 Topologia física

Existem três topologias físicas fundamentais que são largamente empregadas nos ambientes de rede, são elas:

- Barramento
- Estrela e
- Anel.

Dessas três, podemos desenvolver configurações híbridas, como Malha, Celular, Árvore e Estrela Hierárquica. Em cabeamento estruturado sempre utilizaremos a topologia física em estrela hierárquica, mesmo que a configuração seja anel ou barramento.

1.3.1.1 Barramento

Método mais simples de conexão de computadores em uma rede. Essa topologia caracteriza-se por um “tronco” (também chamado *backbone*), que é um cabo principal no qual todos os computadores se conectam. Ela também é conhecida como barramento linear.

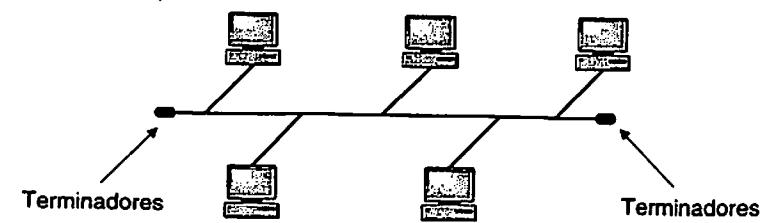


Figura 1-2: Topologia física de Barramento.

A comunicação nesse tipo de topologia é feita da seguinte maneira: o computador emissor endereça os dados a outro computador em particular (o receptor) inserindo esses dados no cabo sob forma de sinais eletrônicos. Para completar o caminho, o barramento deve possuir circuitos terminadores para fazer um balanceamento elétrico no circuito formado pelos computadores e cabos.

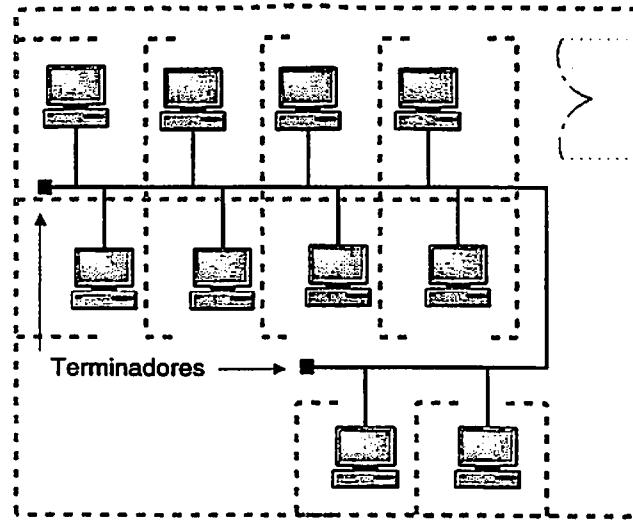


Figura 1-3: LAN da topologia típica de Barramento físico.

Vantagens:

- é um padrão fácil de instalar;
- precisa de menos cabos do que outras topologias.

Desvantagens:

- se o cabo falhar, todos os computadores são afetados;
- de difícil reconfiguração;
- a identificação do problema (*troubleshooting*) é difícil.

1.3.1.2 Estrela

O *hub* tem função fundamental na topologia em estrela, pois todos os segmentos de cabos conectados aos computadores passam por ele. Cada dispositivo da rede utiliza uma conexão ponto-a-ponto ao *hub*.

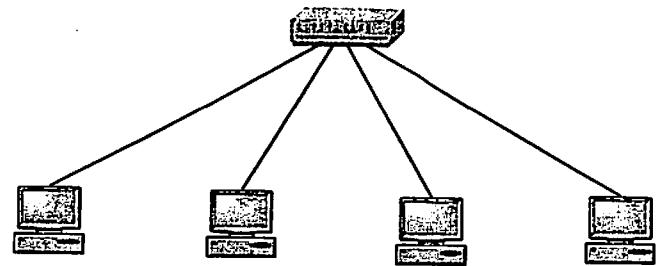


Figura 1-4: Topologia física de Estrela.

O sinal transmitido passa do computador que quer enviar os dados, vai até o *hub* e de lá segue para os outros computadores da rede, ou seja, o sinal é repetido para todas as portas do *hub*.

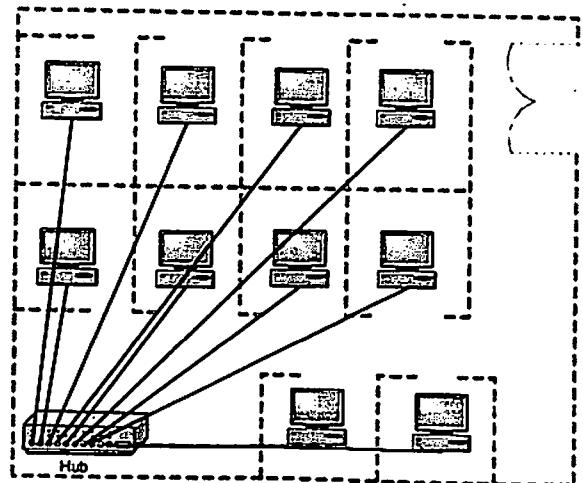


Figura 1-5: LAN da topologia física de Estrela.

Vantagens:

- fácil reconfiguração;
- a identificação do problema (*troubleshooting*) é fácil;
- se a mídia falhar, elas ficam isoladas no segmento danificado.

Desvantagens:

- difícil instalação;
- necessita de mais cabos do que as outras topologias.

1.3.1.3 Anel

Não há terminadores elétricos na topologia em anel, pois o circuito elétrico é um anel de cabos no qual os computadores agem como repetidores do sinal, amplificando-o e enviando-o ao computador seguinte. Normalmente, existem dois cabos independentes formando o anel.

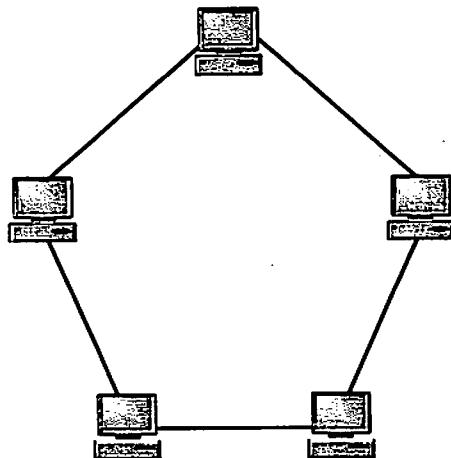


Figura 1-6: Topologia física de Anel.

Os sinais elétricos são gerados no cabo apenas em uma direção. Cada dispositivo possui um receptor no cabo de entrada e um transmissor no cabo de saída.

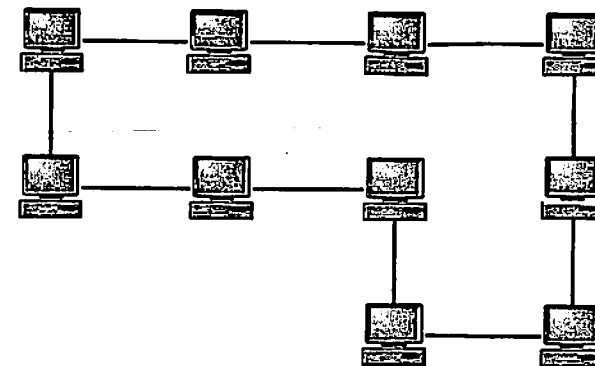


Figura 1-7: LAN com topologia física de Anel.

Vantagens:

- fácil identificação de falhas de cabo;
- configuração de anéis duplos bastante tolerante a falhas.

Desvantagens:

- difícil instalação e reconfiguração;
- se um anel de loop único falhar, toda a rede é afetada.

1.3.2 Topologias híbridas

As topologias híbridas foram desenvolvidas para resolverem necessidades específicas. Existem várias configurações que podem ser criadas utilizando variações de uma das três configurações vistas anteriormente. As topologias mais utilizadas são:

- Árvore,
- Malha e
- Estrela Hierárquica.

1.3.2.1 Topologia em Árvore

Apesar de ser pouco utilizada na prática, pois é de difícil *troubleshooting*, a topologia em árvore é utilizada para estender os limites físicos da topologia em barramento.

1.3.2.3 Topologia em Estrela Hierárquica

É a topologia utilizada em sistemas de cabeamento estruturado. A idéia é um elemento que centraliza todo o gerenciamento de serviços, conexões e informações, mas mantém uma certa independência em pontos, como andares e departamentos.

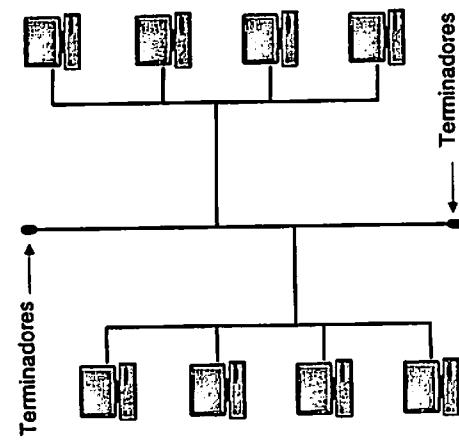


Figura 1-8: Topologia em Árvore.

1.3.2.2 Topologia em Malha

Muito utilizada em várias configurações, esta topologia facilita a instalação e configuração dos dispositivos em redes mais simples. Devemos nos preocupar com as características de transmissão da tecnologia empregada nesta configuração.

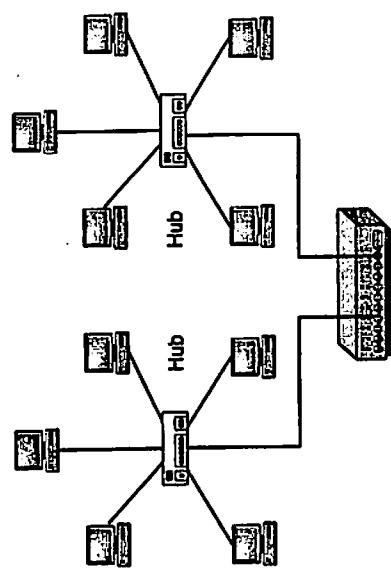


Figura 1-10: Topologia em Estrela Hierárquica.

1.3.3 Topologia lógica

Topologia lógica (ou método de acesso) é um conjunto de regras que define como os dados são inseridos e retirados de um cabo sem que sejam destruídos ou colidam com outros dados. Apesar de existirem vários métodos de acesso, como o CSMA/CA, Priority Demand, Token Passing, etc., os mais importantes são o CSMA/CD, usado em redes Ethernet e o CSMA/CA, usado em redes sem fio.

1.3.3.1 CSMA/CD

O CSMA/CD – Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection (ou Acesso Múltiplo de Percepção de Portadora com Detecção de Colisão) é um método de acesso em que o computador primeiro ouve o meio de comunicação e, se percebe que não há tráfego (ou seja, não há outro computador usando o cabo), ele envia dados para o computador destino. Ocasionalmente, dois ou mais computadores podem enviar dados ao cabo simultaneamente; quando isso acontece, os computadores pâram de enviar dados, esperam um tempo aleatório e reenviam esses dados.

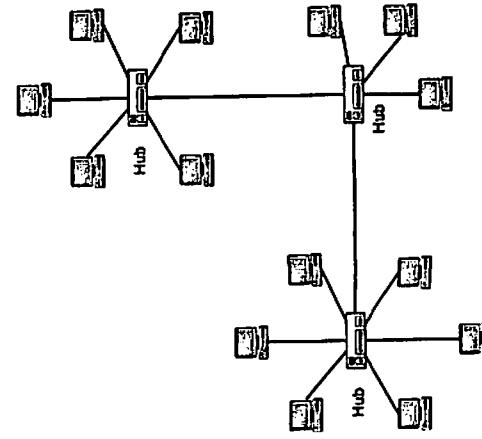


Figura 1-9: Topologia em Malha.

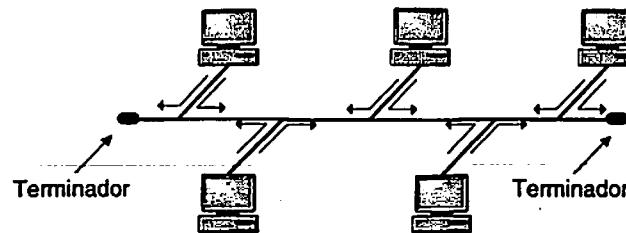


Figura 1-11: CSMA/CD.

1.3.3.2 Token Passing

Método de acesso em que um tipo especial de pacote, chamado *token*, é passado de um computador para outro. Quando um computador deseja enviar dados, ele pega o *token*, anexa os dados que ele deseja remeter e os envia para o meio físico. Não há colisões nesse método de acesso porque somente um computador pode estar com o *token* por vez.

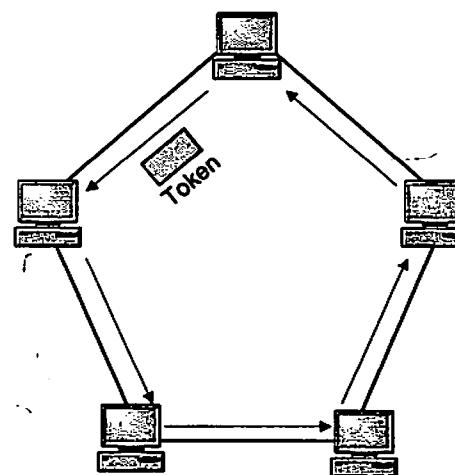


Figura 1-12: Token Passing.

1.4 Arquitetura de redes

Em 1980, o *Institute of Electrical and Electronic Engineers - IEEE*, ficou responsável por desenvolver uma série de padrões para serem utilizados na indústria de redes. Em 1985, o IEEE criou um projeto chamado 802 que era responsável pelo desenvolvimento de padrões das camadas física e de enlace de dados (métodos de acesso), que foram posteriormente adotados pela ANSI. Esses padrões foram também revisados pela ISO, e são chamados de ISO 8802. Atualmente, existem 12 subcomitês técnicos que desenvolvem padrões específicos, como o IEEE 802ab, que define o Gigabit Ethernet, o IEEE 802.11, que especifica redes wireless, etc. Os subcomitês do IEEE e seus respectivos trabalhos estão descritos abaixo:

1.4.1 IEEE 802.1

Define padrões físicos e métodos de acesso para que as estações das redes IEEE 802 possam se comunicar com outras estações em diferentes redes LAN e WAN.

1.4.2 IEEE 802.2

Define um padrão de método de acesso para ser usado nas implementações IEEE 802.3, 802.4, 802.5 e 802.6, especificando tipos de *frame*.

1.4.3 IEEE 802.3

O padrão ETHERNET foi desenvolvido na década de 70, no centro de pesquisa da Xerox em Palo Alto. Fez tanto sucesso que, em 1980, a *Digital Equipment Corporation - DEC*, a Xerox e a Intel se reuniram e elaboraram um padrão para uma rede Ethernet de 10Mbps. O IEEE utilizou esses documentos como referência e criou o padrão IEEE 802.3. É a arquitetura de rede mais popular que existe no mercado. Ela usa a topologia lógica de barramento, tem como método de acesso o CSMA/CD, velocidade de transferência de 10Mbps, 100Mbps e 1000Mbps, com utilização de cabos UTP, STP e fibras ópticas. As Redes IEEE802.3 são descritas abaixo:

- 10BASE 2

Mais flexível que o Ethernet padrão, essa topologia é assim definida porque opera a 10Mbps, utiliza sinalização de banda base e pode transmitir um sinal a aproximadamente 200m (ou mais precisamente 185m). O cabo usado nessa topologia é o *Thinnet* (coaxial fino), mais barato e mais fácil de instalar. Tem uma limitação de 30 computadores por segmento de 185m. As conexões são feitas por conectores BNC, como conectores Barrel, BNC T e terminadores BNC.

- 10BASE 5

Também conhecida como Ethernet grosso ou Ethernet padrão. A notação de 10BASE 5 significa que ela opera a 10Mbps, utiliza sinalização de banda base e segmentos de 500m. Pode suportar até 100 nós por segmento de *backbone*, são usados conectores de pressão e o cabo usado é o *Thicknet* ou coaxial grosso.

- 10BASE T

Essa topologia opera a 10Mbps, utiliza sinalização de banda base e usa cabo de par trançado não blindado (UTP). O comprimento máximo de um segmento 10BASE T é de 100m. É uma topologia que funciona fisicamente como uma estrela, mas logicamente como barramento, utilizando o método de acesso CSMA/CD.

- 10BASE FL

É uma especificação para operar Ethernet através de cabos de fibra óptica. Ela é assim definida porque opera a 10Mbps, utiliza sinalização de banda base através do cabo de fibra óptica. A distância máxima por segmento do padrão 10BASE FL é 2000m.

| | 10BASE 2 | 10BASE 5 | 10BASE T | 100BASE T | 1000BASE T |
|--|----------|----------|----------|-----------|------------|
| Velocidade em Mbps | 10 | 10 | 10 | 100 | 1000 |
| Comprimento máximo do segmento em metros | 185 | 500 | 100 | 100 | 100 |
| Midia | Thinnet | Thicknet | UTP | UTP | UTP |
| Topologia física | Barram. | Barram. | Barram. | Estrela | Estrela |

Tabela 1-1: Resumo do padrão Ethernet.

1.4.4 IEEE 802.u (Fast Ethernet)

Extensão do padrão Ethernet, o Fast Ethernet é assim definido porque opera a 100Mbps, utiliza sinalização de banda base e método de acesso CSMA/CD. Esse padrão incorpora três especificações de meio físico: 100BASE T4 (cabos UTP de 4 pares, categorias 3,4 ou 5), 100BASE TX (cabos UTP ou STP de 2 pares, categoria 5) e 100BASE FX (cabos de fibra óptica).

1.4.5 IEEE 802.3ab e IEEE 802.3z(Gigabit Ethernet)

Este padrão define uma rede que trabalha em 1000Mbps, método de acesso CSMA/CD operando em *full-duplex* e utiliza 4 pares de cabos UTP com 250Mbps por par. O IEEE padronizou o 802.3ab para cabos UTP e o 802.3z para fibras ópticas. É a tendência para as redes atualmente.

1.4.6 IEEE 802.4

Padrão criado para satisfazer as necessidades das *LANS* em ambientes de automação de fábricas e indústrias. Este subcomitê ficou ativo de 1984 a 1988 e definiu uma rede que utiliza o método de acesso do tipo *token*, topologia em barramento e cabo coaxial de 75 Ohms.

1.4.7 IEEE 802.5

Esse padrão foi desenvolvido pela IBM na década de 80. Em 1985, foi publicado o primeiro padrão 802.5 pelo IEEE que suportava velocidades de até 4Mbps. Algum tempo depois, esse padrão foi revisado para suportar velocidades de até 16Mbps. O método de acesso que uma rede *Token Ring* usa é o *Token Passing* (ou passagem de símbolo), sendo essa a principal característica desse tipo de arquitetura. Em uma rede *Token Ring*, os computadores são ligados a um *hub* central(MAU), definindo assim uma estrela física. Mas a topologia é um anel lógico que representa o caminho do *token* sendo passado de um computador para outro. Esse padrão utilizava cabos de pares trançados blindados (STP) e atualmente utiliza cabos UTP. A taxa de transferência é de 4 ou 16Mbps e utiliza sinalização de banda base. Uma rede *Token Ring* funciona da seguinte maneira: o primeiro computador ligado na rede gera um *token* (símbolo), que

percorre todo o anel até que algum computador o capture para que possa transmitir dados. O *token* recebe esses dados (todos os computadores a partir desse instante não podem mais capturar o *token*), percorre o anel até o computador de destino, onde ele entrega os dados. Esse computador de destino recebe os dados, adiciona ao *token* uma informação de que ele recebeu aqueles dados e o *token* volta a circular o anel até o computador emissor dos dados, que recebe a confirmação de que os dados foram entregues e libera o *token*. O *token* só percorre o anel em uma única direção. Quem monitora esse *token* é o computador que o gerou, ou seja, o primeiro computador ligado na rede.

1.4.8 IEEE 802.6

Este comitê desenvolveu o padrão chamado *Distributed Queue Dual Bus* (*DQDB*), para ser utilizado em implementações de MAN. O DQDB usa topologia de barramento duplo com base em fibras ópticas, podendo fazer um *loop* para obter tolerância a falhas.

1.4.9 IEEE 802.7

Define um padrão para desenvolvimento de projetos, instalação e parâmetros de testes para comunicação em banda larga (*broadband*).

1.4.10 IEEE 802.8

Define um grupo técnico para desenvolver a utilização de fibras ópticas em todas as redes 802.

1.4.11 IEEE 802.9

Este padrão especifica o *Isochronous Ethernet*, também conhecido como IsoEnet, que fornece uma taxa de dados de 16Mbps, combinando um canal assíncrono de 10Mbps.

1.4.12 IEEE 802.10

Define padrões para serviços, protocolos, formato de dados e interface para troca de dados segura, usando mecanismos de criptografia.

1.4.13 IEEE 802.11

Define padrão para redes *wireless* como a *spread-spectrum* e redes usando dispositivos com transmissão em infra-vermelho.

1.4.14 IEEE 802.12

Define uma rede de 100Mbps, utilizando um método de acesso chamado 100VG-AnyLAN.

Capítulo dois

Tecnologias utilizadas em redes locais

Ao concluir este capítulo, você entenderá:



- O modelo de referência OSI.
- As camadas do modelo OSI, suas funções e serviços.
- O que é um frame.
- Como funciona o CSMA/CD e como ele é utilizado nas tecnologias Ethernet de 10 a 10.000Mbps.
- A tecnologia FDDI.
- Como funciona a tecnologia ATM.

Todo profissional que atua em redes de computadores e cabeamento de dados deve conhecer as principais tecnologias de rede utilizadas no mercado. Neste capítulo conheceremos o modelo de referência OSI e como ele pode ser utilizado para descrever as principais tecnologias usadas em redes locais, como a Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, FDDI e ATM.

2.1 Tecnologias das redes locais

Para entendermos as redes e suas tecnologias, devemos primeiramente compreender como as redes são organizadas através de um modelo teórico, chamado **Modelo de Referência OSI**.

2.1.1 O modelo OSI

O modelo OSI foi criado na década de 70 para servir de referência para que empresas pudessem utilizá-lo para desenvolverem produtos de rede. Apesar desse modelo ter sido muito importante até meados da década de 80, o mercado hoje prefere escolher modelos não proprietários (chamados *padrões de fato*) como o DOD TCP/IP, que é utilizado na Internet. Como o modelo OSI é genérico, ele serve como referência para estudarmos os inúmeros produtos de rede disponíveis no mercado, facilitando muito o entendimento de qualquer um desses produtos.

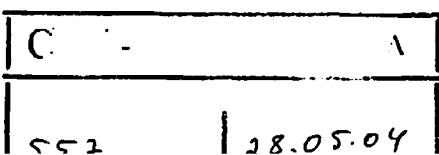
2.1.1.1 Criação do modelo OSI

O modelo OSI foi criado pela *International for Standardization – ISO* em 1975, depois de ela identificar a necessidade de desenvolver um modelo que pudesse ser utilizado por toda a indústria, explicando com detalhes como mover dados rápida e confiavelmente entre aplicações executadas em dois ou mais computadores conectados através de uma rede. Os objetivos para a criação do modelo OSI foram:

- ser usado como referência para o desenvolvimento de produtos de rede;
- ajudar a explicar como os protocolos de comunicação funcionam;
- ajudar a explicar como os produtos de comunicação de dados operam em uma rede.

2.1.1.2 As camadas do modelo OSI

O Modelo OSI é composto por sete camadas, cada uma delas executando funções específicas. Existem vários serviços inerentes a cada camada, que executam desde o transporte de dados de um computador para outro até o complexo processo de conversão de caracteres ou a propagação dos recursos compartilhados de um computador para toda a rede. A Figura 2-1 mostra as camadas do modelo OSI.



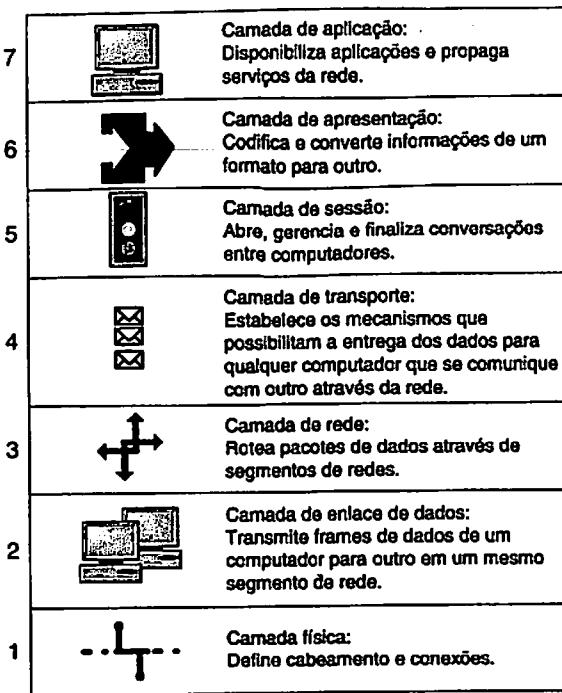


Figura 2-1: As camadas do modelo OSI.

Todas as camadas são importantes, mas as duas primeiras, a física e a de enlace de dados, são particularmente essenciais para o entendimento dos sistemas de cabeamento estruturado. As informações no modelo OSI são caracterizadas em função das camadas, como:

- Camada Física – referencia bits;
- Camada de Enlace – referencia frame;
- Camada de Rede – referencia datagrama;
- Camada de Transporte – referencia segmento;
- Camada de Sessão – referencia pacote;
- Camada de Apresentação – referencia pacote;
- Camada de Aplicação – referencia mensagem.

As sete camadas e suas principais funções estão descritas a seguir.

1) CAMADA FÍSICA

Esta camada está relacionada com a transmissão elétrica dos bits sobre um canal de comunicação. Ela define a interface elétrica, mecânica, funcional, níveis de tensão, codificação do sinal, o tipo de sinal, o tipo de conexão, a tecnologia de transmissão e todos os itens relacionados com a qualidade do canal para transmissão de dados.

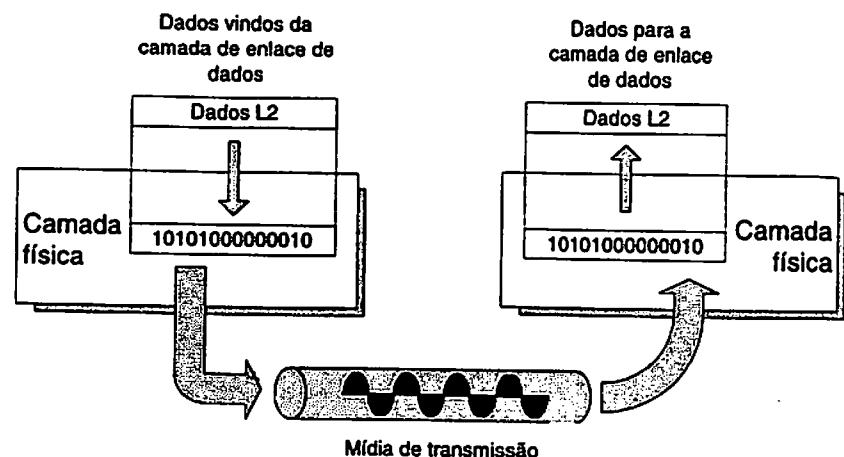


Figura 2-2: A camada física.

A camada física recebe os dados da segunda camada e converte-os, através de transceivers dos dispositivos de rede, para um formato capaz de ser transportado pelo link de comunicação, que pode ser um cabo UTP, um sistema de rádio, um modem ou pulsos de luz. Essas tarefas, aparentemente simples, necessitam de uma série de considerações, como:

- **linha de comunicação:** como dois ou mais dispositivos podem ser conectados fisicamente? As linhas de transmissão são compartilhadas ou limitadas ao uso de dois dispositivos?
- **modo de transmissão de dados:** a transmissão é duplex ou full-duplex?
- **topologia física:** como os dispositivos de rede são conectados?
- **sinais:** que tipos de sinais são úteis para transmitir informações?
- **codificação:** como os bits são representados, que tipo de sinalização podemos utilizar?
- **interface:** que tipo de interface seria mais útil para comunicar dois dispositivos na mesma rede ou em redes diferentes?
- **meio físico:** qual é o melhor meio de comunicação para transmitir dados? Cabos coaxiais, UTP, fibras ópticas?

O entendimento e a sistematização dessas perguntas são a essência da camada física e as suas respostas estarão nos próximos capítulos deste livro.

2) CAMADA DE ENLACE DE DADOS

Essa camada é fundamental para transmissão de dados em uma rede local e os principais mecanismos desta camada se aplicam a computadores que estão no mesmo segmento de rede. O IEEE dividiu a camada de enlace em duas subcamadas:

- LLC e
- MAC.

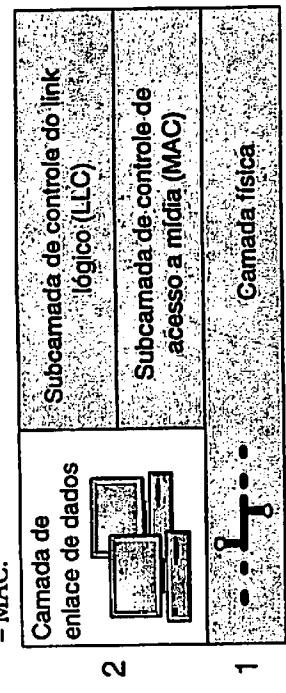


Figura 2-3: Subcamadas ou camada de enlace de dados do IEEE e camada física.

- Logic Link Control - LLC

A subcamada LLC é responsável por estabelecer e manter o link para transmissão de frames de um dispositivo para outro. Ela estabelece um mecanismo de sincronização dos frames e controle de erro. As principais funções da subcamada LLC são, portanto:

- sincronização de frames: determina onde o frame começa e onde ele termina;
- controle de erro: uma função de checksum, tipicamente uma função da CRC (Cyclic Redundancy Check), que é utilizada para determinar se os dados nesta camada são confiáveis ou não.

- Medium Access Control - MAC

A subcamada MAC controla o modo como os computadores compartilham o canal de comunicação. Essa subcamada descreve os mecanismos através dos quais as placas de redes retiram ou colocam os dados no meio físico. Existem vários métodos de acesso à mídia, dentre os quais podemos destacar o CSMA/CD, utilizado nas redes IEEE802.3 (ou Ethernet e sua derivação) e o CSMA/CA, utilizado em redes IEEE802.11 (ou wireless). O CSMA/CD será visto com detalhes mais adiante neste capítulo. As principais funções dessa subcamada são:

- endereçamento físico: todo computador deve possuir um endereço físico único que o diferencia dos demais em uma rede, possibilitando que ele seja facilmente identificado. Este endereço físico está gravado na placa de rede;
- organização lógica: os bits retirados do meio físico são organizados logicamente através de um layout predefinido chamado de frame ou pacote. A função do frame é dar uma estrutura funcional aos dados que irão para a camada física ou que de lá serão retirados.

A Figura 2-4 mostra um frame típico usado nas redes Ethernet.



Figura 2-4: Frame Ethernet.

3) CAMADA DE REDE

A função desta camada é pegar um pacote de informação que está em uma rede e despechá-lo para outra rede utilizando serviços de WAN, por exemplo. Este serviço se chama roteamento. A camada de rede move dados para localizações específicas utilizando o conceito de endereço lógico, que é construído em função do protocolo. Os serviços da camada de rede são necessários quando existem rotas para serem descobertas e pacotes para serem despachados; nem sempre esses serviços estão disponíveis em redes locais. Protocolos, como o IP e o IPX, estão nesta camada. A Figura 2-5 mostra um datagrama encapsulado dentro de um frame.

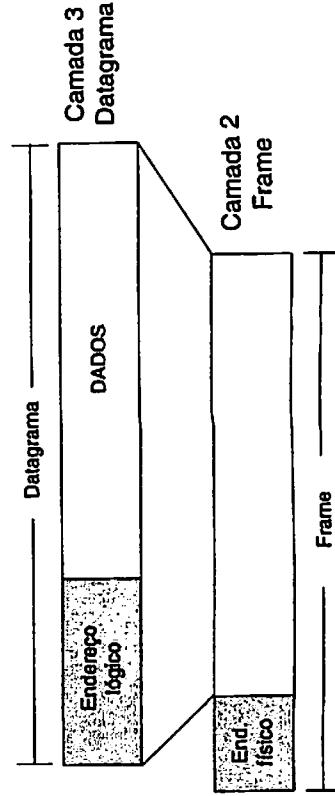


Figura 2-5: Datagrama encapsulado em um frame.

4) CAMADA DE TRANSPORTE

Uma das principais tarefas da camada de transporte é receber as mensagens vindas das camadas superiores, dividindo-as em segmentos que possam ser manipulados pelas camadas inferiores e organizar os segmentos vindos das camadas inferiores em mensagens que possam ser entendidas pelas camadas superiores. Adicionalmente, a camada de transporte é responsável pela confiabilidade do transporte das mensagens, utilizando mecanismos que podem ou não garantir a entrega dos dados. Nesta camada estão os protocolos de transporte, como o TCP, o UDP e o SPX.

5) CAMADA DE SESSÃO

A camada de sessão possui os mecanismos que estabelecem, mantêm, sincronizam e gerenciam o diálogo entre os computadores. Protocolos, como o NetBIOS, estão nesta camada.

6) CAMADA DE APRESENTAÇÃO

Esta camada converte os dados para um formato comum, que pode ser entendido plenamente pelos computadores que transmitem e recebem dados na rede, mesmo que cada computador individualmente utilize códigos diferentes, como ASCII e EBCDIC. Esta camada realiza também criptografia.

7) CAMADA DE APLICAÇÃO

Esta camada realiza os serviços de rede (mecanismos que, por exemplo, indicam os diretórios compartilhados que cada máquina tem na rede) em nível de usuário. Esta camada também avisa sobre a disponibilidade de serviços remotos disponíveis em outras máquinas da rede, independente da localização.

Como dois computadores se comunicam utilizando o modelo OSI

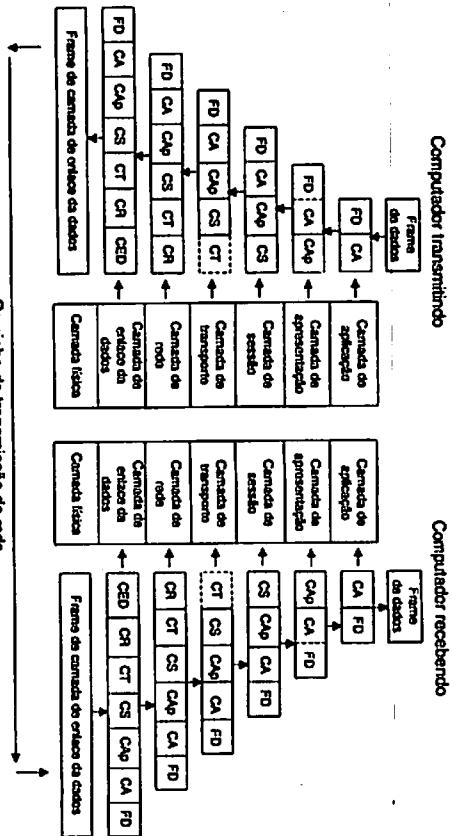


Figura 2-6: Dois computadores se comunicando.

No modelo OSI, cada camada é chamada de *peer* e o processo de comunicação entre dois computadores é chamado *Peer-to-peer*, pois cada camada só se comunica com a mesma camada no outro computador. Desta forma, à medida que os dados se movem na pilha, um cabeçalho é adicionado na informação, cabeçalho esse que identifica as características de controle de cada camada e que será utilizado pela pilha do outro computador como referência para identificação dos serviços, ou seja, a informação passa da aplicação do usuário em um computador, atravessa todas as camadas do modelo OSI (da mais alta até a mais baixa) sofrendo um processo de encapsulamento de dados, em que a unidade de informação, chamada *pacote*, vai recebendo cabeçalhos/instruções passadas para a camada correspondente no computador de destino) e, no computador de destino, o processo é inverso e a informação passa por todas as camadas até chegar à camada de aplicação.

2.1.2 Pilhas de protocolos comerciais

Os principais sistemas operacionais se relacionam com o modelo OSI tendo protocolos que se encaixam em várias camadas desse modelo; a Figura 2-7 demonstra isto.

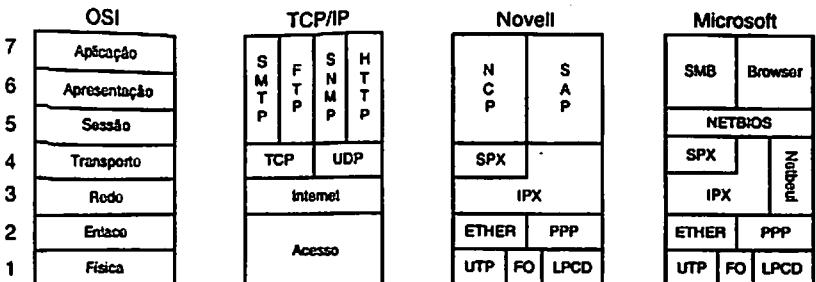


Figura 2-7: As pilhas de protocolos comerciais encontradas no mercado.

Tomemos o exemplo das pilhas de protocolos da Microsoft e Novell: podemos observar que as duas primeiras camadas dessas pilhas (camadas 1 e 2) são idênticas. Isso mostra que ambas utilizam os mesmos serviços. A partir da camada 3, as diferenças começam a aparecer porque, naturalmente, cada empresa usa seu próprio conjunto de protocolos, caso o TCP/IP não seja necessário.

2.1.3 Métodos de acesso usados nas redes

Para que um computador se comunique com outro, as placas de rede devem criar um frame com as informações e transmiti-lo através do cabo. Mas como esse processo é feito? Os mecanismos que realizam essas funções fazem parte da camada de enlace e são chamados de acesso ao meio. Existem vários mecanismos de acesso disponíveis em produtos de rede, como o *Token Passing* e o *Demand Priority*, mas, atualmente, o mais utilizado é o *Ethernet* (ou *CSMA/CD*), que trabalha em redes de 10Mbps a 10Gbps e foi padronizado pelo comitê do IEEE como IEEE 802.3 e que veremos com mais detalhes a partir de agora.

2.2 Ethernet – CSMA/CD

Desenvolvido por Bob Metcalf em 1970, o padrão Ethernet foi inicialmente idealizado para uma rede em barramento, utilizando cabos coaxiais e trabalhando a uma velocidade de 10Mbps. Algum tempo depois, Metcalf submeteu seu produto ao comitê 802 do IEEE que o padronizou como IEEE802.3. Esse padrão utiliza um mecanismo de acesso ao meio que funciona assim: o computador primeiro ouve a mídia e, se percebe que há algum tráfego na rede, ele aguarda até que esse tráfego desapareça. Quando não há mais nenhum tráfego, ele então insere a informação no cabo. Fazendo uma analogia, esse mecanismo é muito parecido com a maneira como duas pessoas conversam: uma pessoa fala enquanto a outra fica escutando; quando a que falava pára de falar, a outra pode então começar. Com o CSMA/CD acontece o mesmo. Mas, antes de descrevermos as etapas que o CSMA/CD utiliza para se comunicar, vamos definir dois conceitos para o padrão Ethernet:

- para transmitir dados, todo nó disputa o meio de comunicação;
- a transmissão no padrão Ethernet se dá por *broadcast*, ou seja, quando um nó transmite, todos os outros nós no mesmo segmento de rede escutam essa transmissão.

A Figura 2-8 mostra o diagrama de transmissão do CSMA/CD.

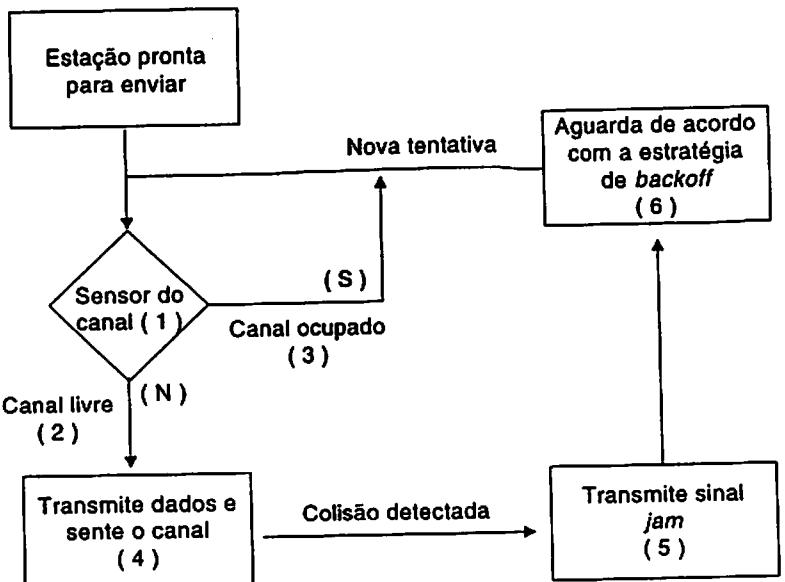


Figura 2-8: Diagrama de transmissão do CSMA/CD.

De acordo com a Figura 2-8, podemos verificar:

- 1) *Sensor do canal*: a estação que precisa transmitir um pacote de informação tem que se assegurar de que não há outros nós ou estações utilizando o meio físico compartilhado; assim, primeiramente, a estação "ouve" o canal antes de iniciar a transmissão.
- 2) Se o canal estiver livre, sem sinal por um determinado período de tempo (denominado *Interframe Gap - IFG*), a estação inicia a transmissão.
- 3) Se o canal estiver ocupado, ele será monitorado continuamente até se tornar livre por um período de tempo mínimo de IFG. Então, a transmissão é iniciada.
- 4) *Detecção de colisão*: uma colisão pode ocorrer se duas ou mais estações que estiverem aguardando o canal sentirem que o mesmo está liberado e iniciarem uma transmissão ao mesmo tempo. Este evento, denominado colisão, destrói ambos os pacotes de dados enviados por essas estações. O Ethernet monitora continuamente o canal durante uma transmissão para detectar colisões.
- 5) Se uma estação detecta uma colisão durante a transmissão, essa transmissão é imediatamente interrompida. Um sinal de "congestionamento" (*JAM*) é enviado ao canal para garantir que todas as estações daquele segmento detectem a colisão e rejeitem qualquer pacote de dados que possam estar recebendo, pois pode haver erros nos mesmos.

6) **Multiple access:** após um período de espera (*backoff*), uma nova tentativa de transmissão é feita pelas estações que precisam transmitir. Um algoritmo de *backoff* determina um atraso, de modo que diferentes estações tenham de esperar tempos diferentes antes que uma nova tentativa de transmissão seja feita.

7) A sequência retorna ao passo 1.

Os dados que serão transmitidos pelo frame do computador de origem para o computador de destino são conhecidos como *payload*. O frame Ethernet é gerado por chips chamados "MAC Controllers" que executam todo o procedimento do CSMA/CD. A Figura 2-9 mostra um frame Ethernet 802.3 padrão.

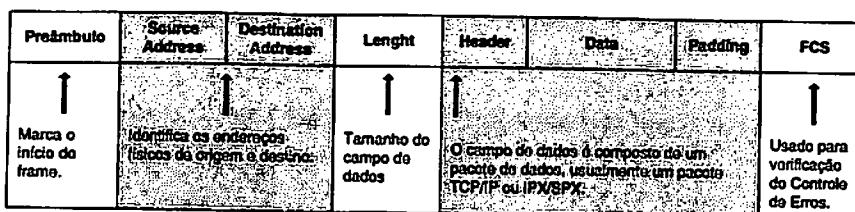


Figura 2-9: Frame Ethernet padrão.

Os diferentes campos de um pacote Ethernet 802.3 são descritos em maiores detalhes a seguir:

- Preâmbulo

O preâmbulo é enviado para o sincronismo entre o transmissor e receptor quando o segundo inicia uma recepção. O preâmbulo inclui um byte denominado *Start of Frame Delimiter (SFD)* para indicar que um frame de MAC está prestes a iniciar;

- Source address

Endereço físico de origem que identifica o computador que inicia a transmissão. Cada nó tem um endereço único. Os primeiros três bytes de endereço são chamados de *Bloco ID* e identificam o fabricante do equipamento; eles são determinados pelo IEEE. A Intel, por exemplo, é identificada pelo endereço hexadecimal 00AA00. Os outros três bytes são chamados de *device ID* e são determinados por cada fabricante. Estes são sempre únicos;

- Destination address

Identifica o endereço físico do computador destino;

- Length

Campo que especifica o comprimento total dos dados transmitidos. Pode variar entre 0 e 1500 bytes;

- Header

O cabeçalho (*protocol header*) é, na verdade, parte do campo de dados e contém informações de nível mais alto (camadas 3, 4, etc.) embutidas no próprio campo de dados. Por exemplo, os cabeçalhos dos protocolos IPX e TCP/IP têm, aproximadamente, um comprimento de 30 bytes;

- Data field

Campo de dados que pode variar de 0 a, aproximadamente, 1500 bytes de comprimento;

- Padding

O campo de dados no frame tem comprimento mínimo de 64 e máximo de 1500 bytes. Se os dados forem menores que o comprimento mínimo, será adicionado um bloco variável que manterá o tamanho de frame com o mínimo de 64 bytes. Se o campo de dados for maior que 1500 bytes, a camada superior (tipicamente a camada de rede - camada 3), dividirá o *payload* em diferentes frames;

- FCS

O *Frame Check Sequence (FCS)* contém um mecanismo de CRC que assegura a confiabilidade da transmissão verificando frames inválidos.

A Figura 2-10 mostra um frame Ethernet capturado pelo *Network Monitor* da Microsoft, onde se pode observar a identificação de cada um dos campos necessários para uma transmissão no meio físico.

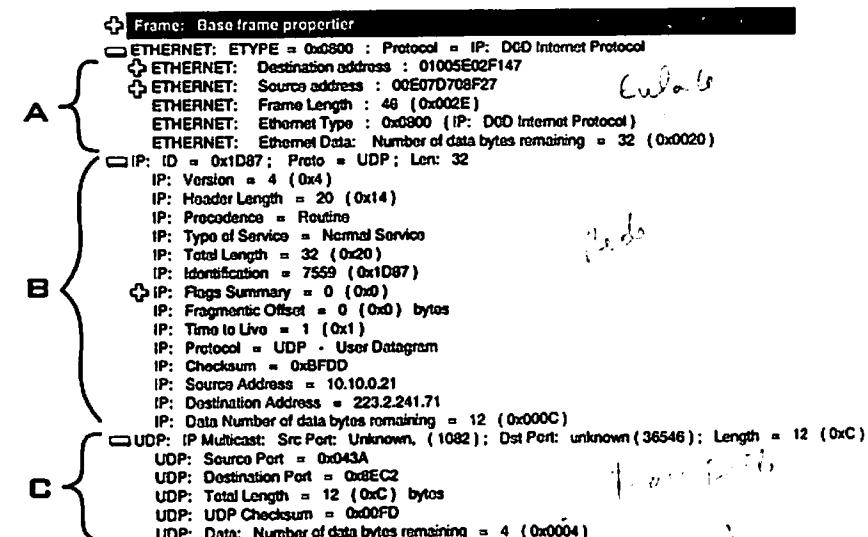


Figura 2-10: Frame Ethernet capturado pelo *Network Monitor*.

Nessa figura do frame Ethernet, podemos identificar os seguintes campos:

- A - A informação da camada 2, na qual podemos identificar os endereços MAC de destino e origem, sendo o endereço de destino 01005E02F147 e o endereço origem 00E07D708F27;
- B - Este campo depende do protocolo. No caso, podemos observar um parâmetro do protocolo IP no qual se identificam os endereços de camada de rede, sendo o IP de origem 10.10.0.21 e o IP de destino 223.2.241.71;
- C - Este campo é relativo à camada de transporte. Este parâmetro identifica as portas das aplicações TCP/IP que estão sendo executadas nos computadores de origem e destino, sendo a porta de origem 043A e a porta de destino 8EC2.

O Ethernet e outros padrões de LANs como o Token Ring utilizam um frame de comprimento variável para se comunicarem. O tamanho máximo do frame Ethernet é de 1500 bytes. Novas tecnologias para transmissão de voz e dados, como ISDN e ATM, usam frames de comprimentos fixo, ou células. O ATM, por exemplo, utiliza células de 53 bytes. A Tabela 2-1 lista todos os parâmetros relevantes da tecnologia Ethernet.

| Parâmetro | Valor |
|---------------|----------------|
| InterFrameGap | 9,6µS |
| AttemptLimit | 16 vezes |
| BackoffLimit | 10 exponencial |
| Jamsize | 32 bits |
| MaxframeSize | 1518 bytes |
| MinFrameSize | 64 bytes |
| SlotTime | 512 bit times |

Tabela 2-1: Parâmetros de um frame Ethernet.

Cada um dos parâmetros da tabela acima pode ser visto mais detalhadamente:

- InterframeGap

Este parâmetro identifica o tempo em que o canal está livre para que as estações possam transmitir;

- AttemptLimit

Número máximo de tentativas antes de iniciar o algoritmo de backoff. Esse número é 16;

- BackoffLimit

Depois que a colisão é detectada, as estações começam a se preparar

randomicamente para retrair. Isto é feito através do algoritmo de backoff, que é:

Tentativas < backoffLimit

k=Min(tentativas, 10)

r=número randômico (0,2^k)

delay=r * (slotTime)

- JamSize

Jam é o pacote que é enviado para a rede quando uma estação identifica uma colisão. Seu tamanho é de 32 bits;

- MaxFrameSize

Tamanho máximo do frame, que é de 1518 bytes, considerando os 18 bytes do header;

- MinFrameSize

Tamanho mínimo do frame, que é de 512 bits ou 64 bytes. Se o pacote for menor de 512 bits, é acrescido um bloco de informações até o tamanho chegar a 512 bits;

- AddressSize

Tamanho do campo de endereços que é de 48 bits;

- SlotTime

Slot Time é o tempo necessário para transmitir 512 bits ou 64 bytes.

2.2.1 Escalabilidade do Ethernet

A escalabilidade do padrão Ethernet é impressionante, pois, com pouca ou praticamente nenhuma modificação, pode-se chegar a velocidades de até 10Gbps, o que mostra o quanto adaptável é esta tecnologia, considerando que ela é antiga e que trabalha com estações disputando o meio físico. A escalabilidade do Ethernet é uma informação importantíssima para os profissionais de cabeamento e de rede. O padrão Ethernet é altamente escalável. Exetuando o período de tempo em que o canal deve estar livre para que haja transmissão (IFC), praticamente todos os parâmetros podem ser ajustados. Vamos considerar o tempo necessário para transmitir 1 bit (chamado de *bit-time*) em uma rede de 10Mbps. O Ethernet utiliza uma codificação denominada *Manchester*, que exige 10MHz de banda passante (este assunto será visto no capítulo 12 deste livro), então, o tempo que 1 bit leva para chegar a todos os computadores em um mesmo segmento de rede pode ser calculado:

$$1 \text{ bit time} = \frac{1 \text{ bit}}{10 \text{ MHz}} = 0,1\mu\text{s} \text{ ou } 100\text{n}\text{s}$$

Isto quer dizer que, se quisermos aumentar a velocidade, podemos simplesmente alterar o *bit-time*, que deve ser menor para velocidades maiores. O Fast Ethernet, por exemplo, trabalha a 100Mbps e tem um *bit-time* de 0,96mS. O Gigabit Ethernet tem um *bit-time* de 0,096mS.

2.2.2 Ethernet PHY

Existem várias implementações de camada física (ou *PHY*) para 10Mbps, 100Mbps e 1000Mbps, e cada uma delas com especificações de cabos e conectores que todos os profissionais de cabeamento devem conhecer, apesar de algumas dessas implementações não serem mais utilizadas.

2.2.2.1 Ethernet de 10Mbps

O Ethernet de 10Mbps é o padrão que mais tem especificações na camada física. Hoje em dia, utilizamos basicamente as especificações relativas a cabos UTP e fibras ópticas. Na Figura 2-11, podemos ver como isto se dá:

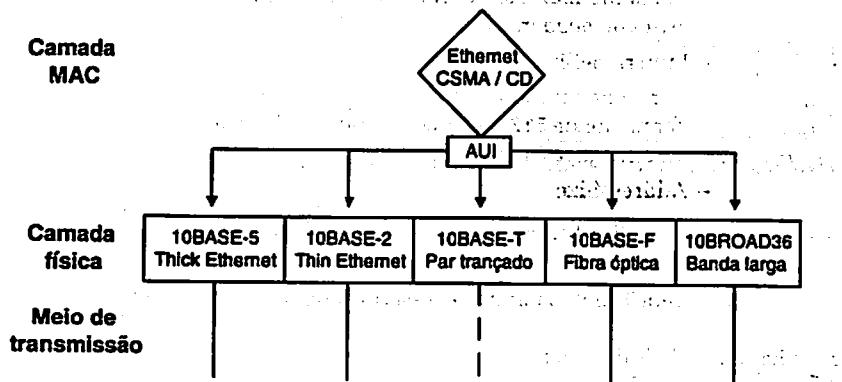


Figura 2-11: Especificação PHY do Ethernet para 10Mbps.

- 10BASE 5 - Thicknet

Esta é a especificação original da tecnologia Ethernet quando a mesma foi disponibilizada no mercado. O AUI é uma interface padrão especificada para o padrão 10BASE 5. Essa interface necessita de um *transceiver* (*Medium Attachment Unit - MAU*) externo para ser conectado na placa de rede. Posteriormente, esse *transceiver* foi incorporado à placa. Esse padrão utiliza um cabo coaxial grosso, tipo RG9, com conectores tipo vampiro, que precisam ser terminados por um resistor de 50 Ohms e podem ser conectados a até 100 estações em um mesmo segmento de rede. A tecnologia 10BASE 5 utiliza uma topologia física de barramento e método de acesso CSMA/CD, podendo usar um segmento de cabo coaxial de até 500 metros. As estações, por outro lado, utilizam placas de rede com saídas AUI em conectores DB15 para serem conectadas nos *transceivers* externos e utilizam o cabo coaxial para transmissão de dados através de um conector vampiro, como mostrado nas Figuras 2-12 e 2-13:

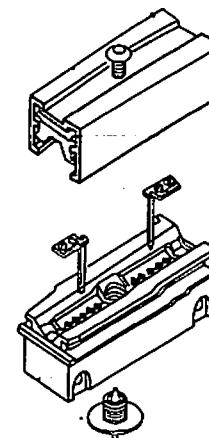


Figura 2-12: Conector vampiro.

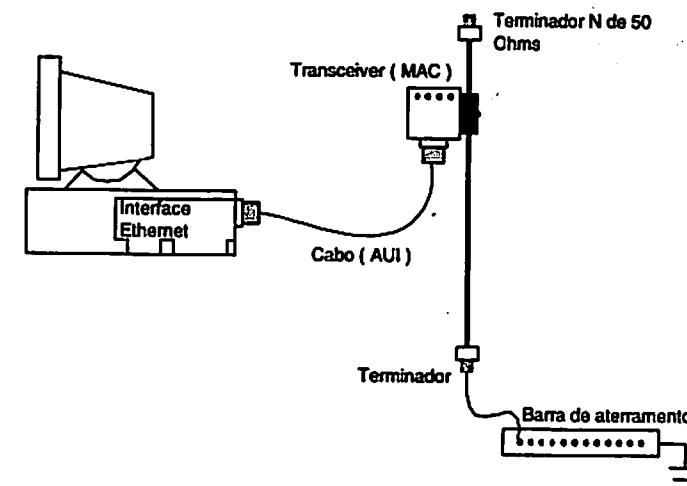


Figura 2-13: Conexão completa de um circuito 10BASE 5.

- 10BASE 2 - Thinnet ou cheapernet

A tecnologia 10BASE 2 é similar a 10BASE 5 em relação ao método de acesso e foi desenvolvida para reduzir o custo e a complexidade da instalação do padrão 10BASE 5. As diferenças são:

- o *transceiver* foi incorporado na placa de rede, o que simplificou muito a instalação;
- a tecnologia 10BASE 2 só permite 30 estações por segmento;
- o comprimento máximo é de 185m;

- usa cabo coaxial RG58 de 50 Ohms;
 - placas 10BASE 2 integraram a função do MAU e dos transceivers;
 - conectores AUI e DB15 foram substituídos pelo conector BNC.
- Quando comparado com o *thicknet*, o *thinnet* é muito mais fácil de instalar, configurar e manter, o que na época resultou no uso maciço dessa tecnologia no mercado.

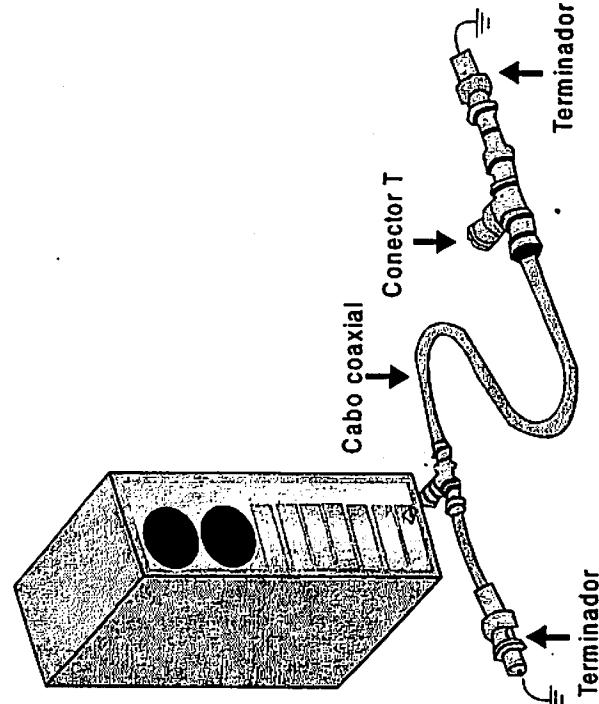


Figura 2-14: Conexão de um circuito 10BASE 2.

- 10BASE T – Twisted Pair Ethernet

Em 1990, o IEEE especificou a tecnologia 10BASE T, completamente nova e que tornou obsoleta todas as demais baseadas em cabos coaxiais, como 10BASE 2 e 10BASE 5. Os principais pontos desta especificação são:

- a topologia física mudou para estrela, com a utilização de um *hub* no centro dessa estrela;
- ela utiliza cabos UTP com dois pares para comunicação e, posteriormente, quatro pares;

- essa tecnologia incorpora um mecanismo chamado de *Link Integrity*, que possibilita um processo de *troubleshooting* (identificação de problemas) muito mais simples;
- o comprimento máximo do *link* entre *hub* e estação é de 100m.

- 10 BASE F – Fibra Óptica

O 10BASE F se tornou padrão em 1993, embora os equipamentos com interface de fibra óptica já estivessem no mercado alguns anos antes. Era baseado na especificação *Fiber Optic Inter-Repeater Link – FOIRL* de 1987, que foi criado para interconectar repetidores através de cabos de fibra óptica. Esse padrão utiliza um cordão duplex de fibra óptica multimodo¹, no qual é criado um circuito para transmitir (Tx) e outro para receber (Rx). O link de fibra pode ter até 2000m e utilizar conector tipo ST². O termo 10BASE F refere-se hoje a um conjunto de três diferentes especificações para fibra óptica, sendo elas: 10BASE FL, 10BASE FP e 10BASE FB.

• 10BASE FL

Esta especificação substituiu o antigo FOIRL, mas continua compatível com qualquer produto que use esta especificação. É uma interface universal e pode ser usada com praticamente qualquer equipamento de 10Mbps disponível no mercado. A letra L significa *link*.

• 10BASE FB

É muito raro encontrar esta especificação, mas ela foi desenvolvida para utilização em backbone (este é o significado da letra B) e tem uma interface AUI;

• 10BASE FP

Também é muito rara a sua utilização. É uma interface que não necessita da rede elétrica para funcionar e pode ser utilizada como um repetidor central. A letra P significa passivo.

¹ Fibras multimodo t.c. uma especificação de 62,5/125µm e normalmente são mais utilizadas em redes. Isso ocorre porque elas demandam um circuito de transmissão e recepção mais simples e mais baratos, pois utilizam LEDs nos circuitos de transmissão e receptor. O estudo dos sistemas de comunicação baseados em fibras ópticas será visto no capítulo 14.

² A Norma 568A especificou os conectores SC para uso em circuitos de fibra óptica, embora vários equipamentos utilizadas em redes locais.

Modos de transmissão *half-duplex* e *full-duplex*

A transmissão de dados em um canal de comunicação pode ser feita de dois modos: *half-duplex* e *full-duplex*. Em uma transmissão *half-duplex*, o canal físico é único e só pode ser utilizado em um sentido por vez. Isso significa que o meio é usado ou para transmitir ou para receber dados. Em uma transmissão *full-duplex*, o canal físico possui características que possibilitam a transmissão e recepção de dados ao mesmo tempo.

O CSMA/CD utiliza o modo de transmissão *half-duplex* e esse método funciona muito bem em uma topologia como a de barramento (10BASE 2 ou 10BASE 5). Em tecnologias que usam o par trançado, pode-se operar em *full-duplex* utilizando circuitos separados para transmitir (Tx) e para receber (Rx), otimizando dessa maneira o uso do canal, ganhando maior velocidade e melhor desempenho.

2.2.2.2 Fast Ethernet de 100Mbps

No início dos anos 90, estava claro que redes de 10Mbps não eram rápidas o bastante para suportarem aplicações e serviços compartilhados em redes maiores, fazendo com que os *backbones* das mesmas se tornassem saturados com excesso de tráfego. Tecnologias consideradas de alta velocidade disponíveis na época, como FDDI e ATM, eram e ainda são muito caras, impossibilitando sua implantação em larga escala. Em 1995, com a publicação das especificações para redes de 100Mbps (o Fast Ethernet ou IEEE 802.3.u), várias empresas viram a possibilidade de empregar tecnologia de alta velocidade a baixo custo, já que o Fast Ethernet usa a mesma eletrônica das redes de 10Mbps. A diferença principal entre as tecnologias 10BASE T e 100BASE T é a adoção de um novo padrão para a interface física, contendo novas regras para topologias físicas e de repetição. A Figura 2-15 mostra o diagrama de configuração para 100Mbps.

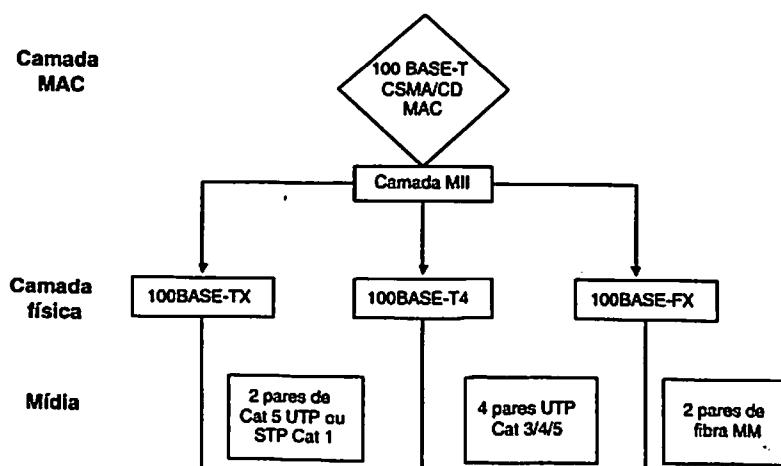


Figura 2-15: Especificação PHY do padrão Ethernet de 100Mbps.

Conforme a Figura 2-15, o padrão para camada física (PHY) de 100Mbps utiliza uma especificação de interface chamada *Media Independent Interface - MII*, que especifica o padrão de interface elétrica e mecânica entre o MAC e os vários tipos de camada física (PHY). Porém, esta interface nunca se tornou popular, pois a maioria dos fabricantes incorporou os *transceivers* internamente nos equipamentos e placas de rede, exatamente como foi feito na tecnologia 10BASE T.

- CSMA/CD – 100BASE T

O método de acesso para 100BASE T é idêntico ao Ethernet de 10Mbps, já que é uma tecnologia totalmente escalável, como visto anteriormente. Na Tabela 2-2, podemos observar os parâmetros para o padrão 100BASE T.

| Parâmetro | 10Mbps | 100Mbps |
|---------------|----------------|----------|
| InterFrameGap | 9,6µS | 0,96µS |
| AttemptLimit | 16 vezes | idêntico |
| BackoffLimit | 10 exponencial | idêntico |
| Jamsize | 32 bits | idêntico |
| MaxframeSize | 1500 bytes | idêntico |
| MaxFrameSize | 64 bits | idêntico |
| SlotTime | 512 bit-times | idêntico |

Tabela 2-2: Parâmetros do padrão 100BASE T.

O frame Fast Ethernet tem a mesma estrutura e formato do frame de 10Mbps. O tempo necessário para transmitir um bit (*bit-time*) em 100Mbps é de:

$$1 \text{ bit-time} = \frac{1\text{bit}}{100 \text{ MHz}} = 10\text{nS}$$

Foram desenvolvidas quatro especificações físicas para o Fast Ethernet, que são:

- 100BASE TX,
- 100BASE FX,
- 100BASE T4 e
- 100BASE T2.

- 100BASE TX

Para o desenvolvimento desta especificação, o IEEE utilizou o padrão FDDI³ (ANSI X3T9.5), que utiliza 100Mbps em redes de fibra óptica. Com esta especificação, a ANSI também desenvolveu o CDDI⁴, que possibilita velocidades de 100Mbps em cima de cabos UTP. As especificações para 100BASE TX são:

- utiliza dois pares de cabos Categoria 5⁵ para transmissão e recepção;
- utiliza codificação 4B/5B, ao invés da codificação Manchester⁶, utilizada pelo 10BASE T.

- 100BASE FX

A especificação 100BASE FX foi criada para preencher uma demanda que poderia ser atendida pelo FDDI, ou seja, grandes distâncias, instalações em ambientes com muitos problemas de ruídos elétricos e eletromagnéticos e exigência de altas velocidades. Para isto, o IEEE utilizou as especificações da ANSI (mais uma vez), usando as especificações do padrão FDDI. As especificações para 100BASE FX são:

- transmissão e recepção utilizando fibras ópticas monomodo ou multimodo⁷;
- o padrão 100BASE FX pode utilizar conectores MIC/FDDI ou ST;
- usa a mesma codificação do padrão 100BASE TX, 4B/5B;
- pode operar em distâncias de até 2000m para fibras monomodo e 3000m para fibras multimodo.

- 100BASE T4

Esta especificação foi criada para permitir a comunicação em 100Mbps utilizando cabos categoria 3, só que com quatro pares:

- utiliza quatro pares e cabos categorias 3, 4 ou 5;
- o padrão 100BASE T4 utiliza três pares para transmitir e um par é utilizado para detecção de colisão;
- utiliza codificação 8T/6T.

- 100BASE T2

Especificação criada para permitir a comunicação em 100Mbps utilizando cabos categoria 3, com somente dois pares. Essa especificação é desconhecida e não foi adotada por nenhum fabricante, pois exigia uma placa com um nível muito alto de integração, como *Digital Signal Processor* - DSP, que era muito cara na época de seu desenvolvimento. O IEEE ficou dois anos projetando essa especificação e, por incrível que pareça, foi essa tecnologia que permitiu a utilização de 1000Mbps em cabos UTP.

Apesar da grande variedade de interfaces e produtos para a tecnologia Fast Ethernet, o mercado adotou o padrão 100BASE TX, pois os produtos e interfaces para esse padrão já estavam disponíveis antes mesmo que suas especificações fossem liberadas pelo IEEE.

2.3 Gigabit Ethernet

Com o aumento maciço da utilização de multimídia e Intranets, a demanda por sistemas mais rápidos exigiu uma evolução acelerada nas redes locais baseadas em tecnologias Ethernet, principalmente em termos de velocidade. O Gigabit Ethernet nasceu neste cenário, possibilitando:

- velocidade de 1000Mbps;
- a utilização da mesma tecnologia do Ethernet convencional, com o CSMA/CD, como método de acesso e formato de frame;
- equivalência ao Fast Ethernet em nível de camada MAC;
- a criação de padrões para camada física: IEEE 802.3z para utilização em fibras ópticas e cabo twinax e IEEE 802.ab para Gigabit em cabos categoria 5;
- operação em modo half e full-duplex, exatamente como o Ethernet de 10Mbps e 100Mbps.

Para fazer o CSMA/CD trabalhar na velocidade de 1Gbps, algumas mudanças foram necessárias. Por exemplo, o *SlotTime* (tempo necessário para transmitir um frame completo) precisou ser modificado para 512 bytes (em outras velocidades o *SlotTime* é de 512 bits). A Tabela 2-3 compara os parâmetros MAC para 10Mbps, 100Mbps e 1000Mbps.

3 Fiber-Distributed Data Interface – FDDI usa fibra óptica como especificação de camada física e também um método de acesso diferente do CSMA/CD. Veremos o FDDI mais a frente.

4 Cooper Distributed Data Interface – CDDI é uma tecnologia que utiliza cabos de cobre para velocidades de 100Mbps. É semelhante à tecnologia FDDI.

5 São cabos de 100MHz e serão vistos no capítulo 17.

6 Os métodos de codificação serão vistos no capítulo 12.

7 Características, tecnologias e aplicações de fibra óptica serão vistas no capítulo 14.

| Parâmetro | IEEE802.3 (10Mbps) | IEEE802.3u (100Mbps) | IEEE802.3z (1000Mbps) |
|---------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| Slot-time | 512 bits | 512 bits | 512 bytes |
| InterFrameGap | 96 bit-time | 96 bit-time | 96 bit-time |
| AttemptLimit | 16 | 16 | 16 |
| BackoffLimit | 10 exponencial | 10 exponencial | 10 exponencial |
| JamSize | 32 bits | 32 bits | 32 bits |
| MaxFrameSize | 1518 bytes | 1518 bytes | 1518 bytes |
| MinFrameSize | 64 bytes (512 bits) | 64 bytes (512 bits) | 64 bytes (512 bits) |
| AddressSize | 48 bits | 48 bits | 48 bits |

Tabela 2-3: Comparação dos parâmetros de transmissão para 10Mbps, 100Mbps e 1000Mbps.

2.3.1 Estrutura do Gigabit Ethernet

Para entendermos o Gigabit Ethernet, devemos conhecer a família de tecnologias que o envolvem. A Figura 2-16 ilustra o conjunto de especificação física (PHY) para esta família.

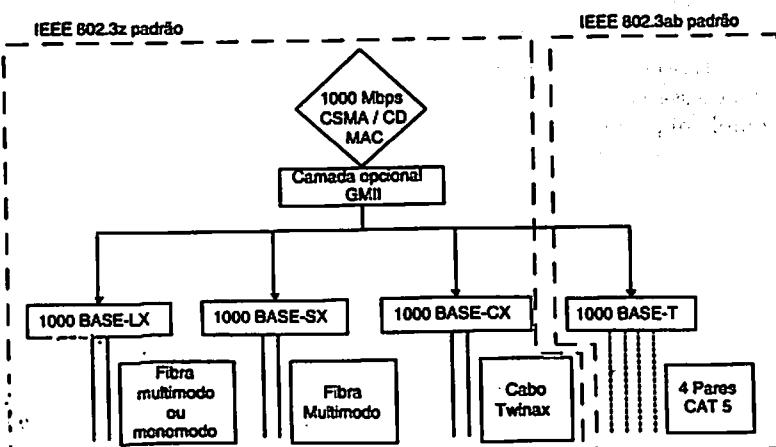


Figura 2-16: Especificação física (PHY) utilizado na família Gigabit Ethernet.

Existe também uma especificação elétrica e mecânica na tecnologia Gigabit Ethernet que possibilita sua interface com vários padrões utilizados na camada física. Essa especificação é chamada *Gigabit Independent Interface - GII* e é similar à especificação MII do Fast Ethernet e AUI. Nessa especificação, os fabricantes também incorporaram a interface aos equipamentos e placas de rede.

2.3.2 Aliança Gigabit Ethernet

Todo o desenvolvimento para o Gigabit Ethernet é especificado pelo fórum *Aliança Gigabit Ethernet*, que desenvolve, padroniza e divulga as tecnologias envolvidas nesse padrão. Com mais de 120 empresas, incluindo Intel, 3Com, Nortel, Cisco e Cabletron, este fórum é o porta-voz oficial do padrão Gigabit Ethernet. O fórum desenvolveu os seguintes produtos para essa tecnologia:

- **1000BASE-S⁶X** – Gigabit Ethernet para cabeamento horizontal com fibra óptica

Esta especificação objetiva ser utilizada em pequenos *links de backbone* ou em cabeamento horizontal atingindo 220m ou 550m, dependendo do tipo de fibra multimodo utilizada.

- **1000BASE L⁹X** – Gigabit Ethernet para *backbone*

Esta especificação física foi desenvolvida para utilização em grandes *backbones* e pode operar em fibras multimodo ou monomodo que exigem laser. A Tabela 2-4 compara as características de cada especificação.

| Comprimento de onda(nm) | Tipo de fibra | Tamanho da fibra (micrometros) | Banda (MHz/Km) | Atenção (dB) | Distância máxima(m) |
|-------------------------|---------------|--------------------------------|----------------|--------------|---------------------|
| 1000base SX | | | | | |
| 850 | Multimodo | 50/125 | 400 | 3,25 | 500 |
| | | 62,5/125 | 500 | 3,43 | 550 |
| | | 160 | 2,33 | 220 | |
| | | 200 | 2,53 | 275 | |
| 1000 BASE LX | | | | | |
| 1300 | Multimodo | 50/125 | 400/500 | 2,32 | 550 |
| | | 62,5/125 | 500 | 2,32 | 550 |
| | Monomodo | 10/125 | Infinito | 4,5 | 500 |

Tabela 2-4: Especificação de distâncias, tipos de fibra e banda para 1000BASE SX e 1000BASE LX.

Desenvolvido para utilizar produtos já existentes no mercado, os padrões 1000BASE SX e 1000BASE LX utilizam cabos e conectores de fibras ópticas facilmente disponíveis, ficando a decisão de escolha em função das distâncias exigidas.

8 A letra S significa *short*, ou curto.

9 A letra L significa *long* ou longo.

- 1000BASE C¹⁰X

Este padrão foi desenvolvido para conexão de *switches* e *servers farms* em Armários de Telecomunicações. Ele permite a utilização de um cabo balanceado do tipo *Twinax* de 15 Ohms e 25m no máximo. Este padrão suporta dois tipos de conectores: DB9 e HSSDC – *High Speed Serial Data Connector*, que é muito utilizado no padrão *Fiber Channel*.

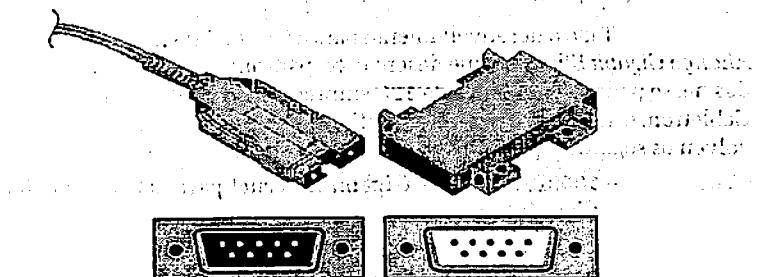


Figura 2-17: Conectores utilizados em GigabitEthernet 1000BASE CX.

- 1000BASE T

Este padrão (IEEE802ab), publicado em 1999, foi projetado para trabalhar em cabos UTP categoria 5 de quatro pares em até 100m. Novos parâmetros de testes tiveram que ser desenvolvidos para a utilização em Gigabit Ethernet decorrente da alta largura de banda exigida. O padrão 1000BASE T usa os quatro pares para transmitir e receber simultaneamente, num modo de transmissão chamado de *dual-duplex*.

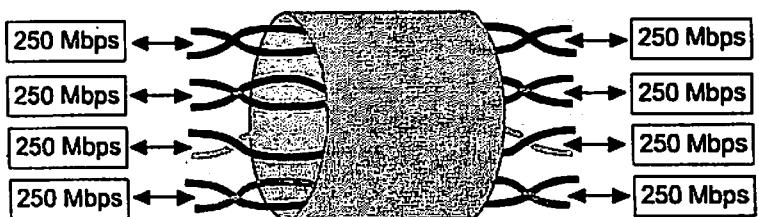


Figura 2-18: Dispositivos 1000BASE T transmitem nos quatro pares, em ambas as direções, simultaneamente.

10 A letra C significa crossconnect ou copper (cobre).

2.4 10 Gigabit Ethernet

Desde sua origem há cerca de 25 anos, a tecnologia Ethernet vem evoluindo de 2Mbps para 10Mbps, 100Mbps, 1000Mbps e atualmente para 10Gbps. Isso significa um desempenho similar ao de redes com tecnologia *packet-switched*, como ATM e Frame Relay. Devido ao baixo custo, a confiabilidade e a simplicidade relativas à instalação e manutenção comprovadas, a popularidade dessa tecnologia cresceu tanto, que praticamente todo o tráfego da Internet se origina ou termina em uma rede Ethernet. O padrão para a Ethernet de 10Mbps está sendo proposto pela *10 Gigabit Ethernet Alliance* (www.10gea.org) e referenciado como IEE802.3ae, possibilitando disponibilizar essa tecnologia além de *backbones* de redes locais, sendo uma alternativa real para *backbones* de conexões em WAN ou MAN.

O que significa uma rede em 10Gb/s?

Para se ter uma idéia de quanta informação pode ser transmitida com 10Gb/s, listamos alguns exemplos: com uma taxa de dados de 10 gigabits por segundo, este protocolo poderia:

- transferir todos os dados de um HD de 10 Gbytes em 8 segundos;
- fazer *backup* de um sistema de dois Terabytes em 27 minutos;
- transportar 833 sinais vídeo de uma só vez (vídeo digital de 1,5 Mbyte/segundo);
- transportar 156.250 atendimentos de telefone de uma só vez (linha telefônica trabalha digitalmente em 64Kbps).

A especificação do padrão 10 Gigabit Ethernet difere em alguns aspectos das especificações dos padrões anteriores. Por exemplo, ela trabalha somente em *full-duplex*, o que não gera colisões e a comunicação no meio físico pode ser feita somente por fibras ópticas. A arquitetura e layout do frame continua idêntico às outras especificações. Em relação à infra-estrutura, pode-se utilizar as redes SONET¹¹ já disponíveis em redes MANs.

2.4.1 A arquitetura 10 Gigabit Ethernet

Uma especificação de camada física chamada LAN PHY, que corresponde à camada 1 do modelo OSI, conecta o meio físico à camada MAC, onde existem os mecanismos de acesso ao meio (serviços de camada 2). A arquitetura 10Gb/s divide a camada PHY em duas subcamadas:

- *Physical Media Dependent –PMD* e
- *Physical Coding Sublayer– PCS*.

Os transceivers ópticos, por exemplo, estão na camada PMD e os mecanismos de codificação, serialização e multiplexação estão na camada PCS, conforme Figura 2-19.

11 Synchronous Optical Network – SONET é uma rede óptica muito utilizada em conexões de centrais telefônicas.

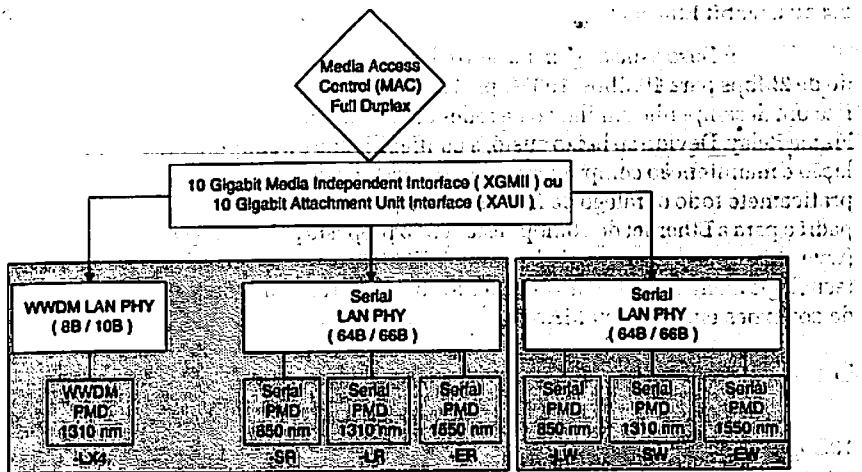


Figura 2-19: Diagrama da especificação 10 Gigabit Ethernet.

Apesar de existirem especificações para LANs e WANs, somente os produtos para uso em backbone de WAN estarão brevemente disponíveis no mercado, ficando os produtos para uso em LAN para serem disponibilizados mais tarde, quando crescer a demanda por velocidades maiores. Do ponto de vista de distâncias atingidas por esta tecnologia, quatro especificações PMDs foram selecionadas, conforme a Tabela 2-5.

| PMD – Transceiver óptico (nanômetros) | Tipo de fibra | Diâmetro da fibra (microns) | Largura de banda da fibra (MHz . Km) | Distância mínima (m) |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| 850 serial | Multimodo | 50.0/125 | 500 | 65 |
| 1310 WWDM | Multimodo Monomodo | 62,5/125 62,5/125 | 160 | 300 10000 |
| 1310 serial | Multimodo | 9,0 /125 | | 10000 |
| 1550 serial | Multimodo | 9,0 /125 | | >40000 |

Tabela 2-5: Meios físicos e distâncias padronizadas para 10 Gíabit Ethernet.

2.4.2 Aplicação da tecnologia 10 Gigabit Ethernet

A Figura 2-20 mostra uma aplicação típica da utilização do Gigabit Ethernet em um ambiente de WAN.

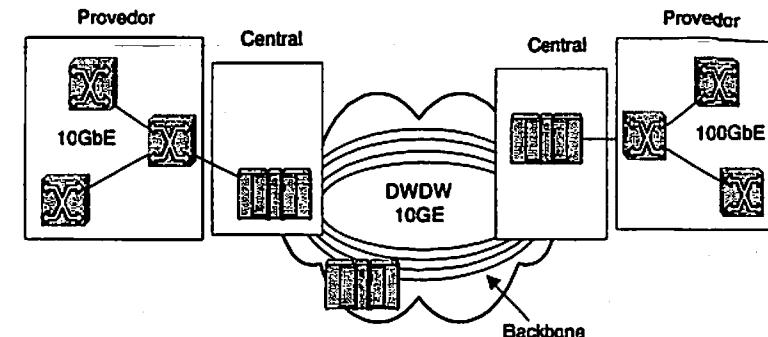


Figura 2-20: Utilização do Gigabit Ethernet para conectar um provedor de internet à operadora de telefonia local e ao cliente.

Utilizado em backbone de redes MAN, o 10 Gigabit Ethernet possibilita a troca de dados entre várias cidades, permitindo, por exemplo, o uso de SAN (Storage Area Network), em que dispositivos de backup e arrays de discos podem estar a quilômetros dos servidores, sendo uma excelente opção para tolerância a falhas.

2.5 Fiber Distributed Data Interface – FDDI

A tecnologia FDDI foi totalmente desenvolvida como um padrão ANSI X3T9.5, incluindo especificações para camadas MAC e uma especificação para gerenciamento de estações chamada de Station Management – SMT. A FDDI foi criada para resolver os problemas de uma rede de alto desempenho que pudesse ser utilizada nos seguintes ambientes:

- em backbone de redes de altas velocidades, com 100Mbps;
- em redes conectadas à mainframes;
- em ambientes onde grandes distâncias e problemas de ruídos são constantes, como um campus ou em conexão de dois ou mais prédios.

2.5.1 FDDI e IEEE 802.5

Tanto a FDDI quanto o IEEE 802.5 utilizam o método de acesso token passing e, para melhor otimização e troubleshooting, ambos devem ser configurados usando uma topologia física em estrela, apesar de serem naturalmente em anel.

Apesar de todas as qualidades do padrão FDDI, sua utilização atualmente não é uma boa opção, pois tanto o Fast Ethernet quanto o Gigabit Ethernet podem trabalhar com fibra óptica, podendo operar em velocidades iguais ou maiores e com a mesma distância do FDDI. Uma opção mais interessante seria utilizar backbone com Fast Ethernet (ou Gigabit Ethernet), um link de fibra óptica constituído de conversores de mídia UTP-Fibra óptica e também a utilização de switches camada 3 no lugar dos roteadores, utilizando, por exemplo, trunking de porta, o que gera redundância, conforme a Figura 2-23:

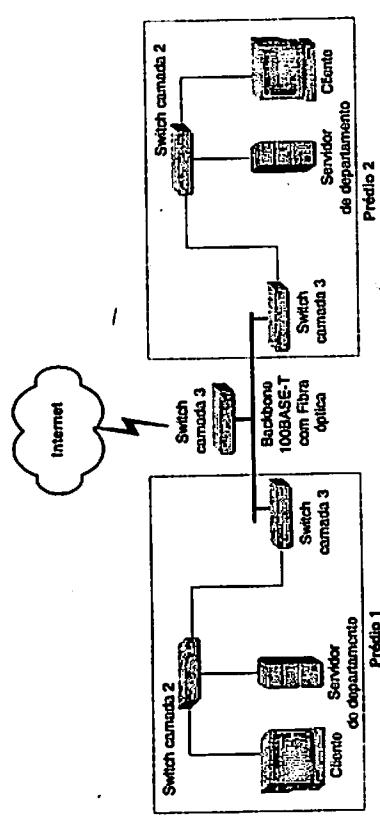


Figura 2-23: Opção mais interessante para conexão de vários prédios em um campus. Nota-se a substituição do anel FDDI por Gigabit ou Fast Ethernet e o uso de switches camada 3 no lugar dos roteadores.

2.6 Asynchronous Transfer Mode – ATM

A tecnologia ATM foi desenvolvida para disponibilizar serviços orientados à conexão e com QoS (Quality of Service), exigências para aplicações de voz e vídeo. Ao contrário de outras tecnologias, como Ethernet e FDDI, que trabalham com células de tamanho variável, o ATM utiliza uma célula de tamanho fixo de 53 bytes, orientada a conexão, que primeiramente armazena a informação até atingir os 53 bytes para só então ser despachada e transportada pela rede. A principal vantagem da utilização de células de tamanho fixo é que os switches levam pouco tempo para processá-las, fazendo com que a rede consiga atingir altas taxas de transferência de dados. Um outro conceito-chave do ATM é o não compartilhamento do canal, como na Ethernet. Para isto, o ATM utiliza uma tecnologia de switches que tem as seguintes vantagens:

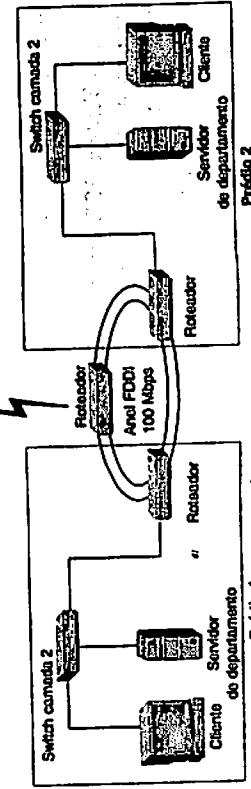


Figura 2-22: Exemplo de um campus que utiliza um backbone FDDI para conectar os prédios. Nota-se a utilização de roteadores que conectam as redes internas de cada prédio ao backbone.

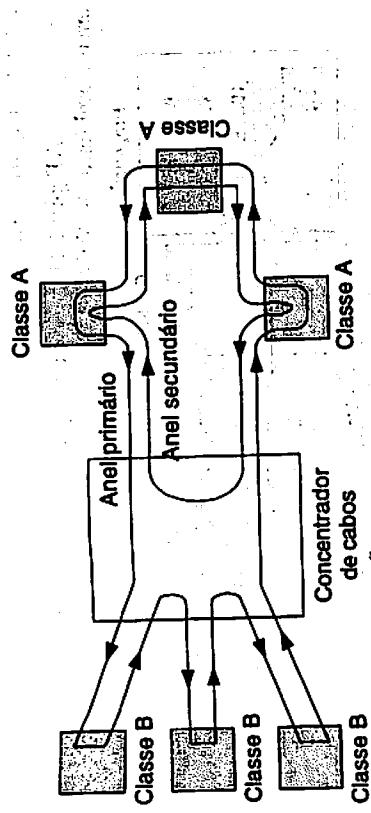


Figura 2-21: Topologia do FDDI e IEEE 802.5.

2.5.2 Modo de funcionamento do FDDI

O método de acesso utilizado pela tecnologia FDDI é o token passing, definido pelo IEEE 802.5. A tecnologia FDDI se baseia em dois anéis de fibra óptica em direções opostas. Um desses anéis é considerado primário que a informação ira lega em, enquanto o outro é considerado secundário. Sob condições normais, o tráfego flui no anel primário. Ocorrendo uma falha, o anel secundário é utilizado. Um anel FDDI pode trabalhar com até 1000 estações e ter um comprimento de até 2 km.

2.5.3 Utilização típica de uma rede FDDI

Uma aplicação típica da tecnologia FDDI seria o backbone de um campus. O anel FDDI pode atingir até 2 km, podendo interconectar prédios distantes. Como tem um anel redundante, pode também possibilitar tolerância a falhas se uma fibra se romper. A Figura 2-22 mostra uma aplicação FDDI típica.

- dependendo da versão, o ATM possibilita velocidades de 25Mbps, 100Mbps, 155Mbps, 622Mbps e 2,4Gbps;
- alta banda passante para cada conexão;
- capacidade de agrregar banda;
- processo bem definido de conexão e gerenciamento;
- classe de serviços para aplicações em multimídia;
- arquitetura comum para LAN e WAN.

O ATM é uma tecnologia de comunicação orientada a conexão que se diferencia de outras por exigir grande enfoque na qualidade de serviço que o sistema pode oferecer. Inicialmente utilizado na telefonia, o ATM foi projetado para a transmissão de vários tipos de dados diferentes, tais como vídeo, imagem, som e voz. O ATM apresenta uma característica que o torna ideal para a utilização em redes de dados: canais de dados e caminhos virtuais que podem ser criados e removidos de acordo com a QoS requisitada via sinalização. Além disso, ele trabalha com hierarquia e com um sistema inteligente de roteamento, que o torna uma tecnologia bastante expansível, sendo, talvez, a tecnologia mais complexa para a comunicação de dados já criada.

O ATM trabalha, basicamente, com comunicação ponto-a-ponto, tendo os switches ATM como "ilhas" e computadores ou aparelhos dedicados nas pontas. Quando a conexão física entre dois pontos é estabelecida, cria-se o primeiro VP (Virtual Path ou Caminho Virtual), que é uma banda por onde toda a comunicação entre os dois pontos vai passar. Dentro desses VPs são criadas as conexões virtuais, chamadas VCs (Virtual Connection), que são bandas alocadas dinâmica ou manualmente via configuração do switch.

O QoS é definido por parâmetros, como tempo máximo para entrega de um pacote, banda, taxa de perda, etc. Quando se quer estabelecer um VP ou uma VC, a sinalização se encarrega de estipular a conexão entre o sistema final e o switch, entre switches, se necessário, e entre o switch e o sistema final. É importante observar que sinalização e dados trafegam em VCs diferentes.

2.6.1 Interface ATM

A definição de interface entre dois dispositivos ATM é conhecido como *Network Interface*. Esse conjunto de especificações define o meio físico e as regras específicas de sinalização entre os dispositivos ATM. Em uma conexão ATM típica, podem existir dois tipos de interface: interface estação para switch e interface switch para switch.

2.6.1.1 Interface estação para switch

Essa sinalização é conhecida como UNI (User-to-Network Interface) e é definida para a conexão entre o nó ou estação e o switch ATM. O fórum ATM e o ITU tentaram manter as especificações UNI públicas e privadas o mais similar possível, tendo uma pequena diferença em relação à camada física. Existem várias especificações UNI e deve-se conhecer a versão da interface utilizada para não haver problemas de conectividade. Atualmente a versão mais nova é a 4.0.

2.6.1.2 Interface switch para switch

Essa sinalização é conhecida como NNI (Network-to-Network Interface) e especifica a conexão entre dois switches ATM. A interface NNI não somente define como dois switches se comunicam, como define também itens mais complexos, como a topologia da rede virtual criada dinamicamente e o nível de QoS exigido pela conexão.

Ambas as interfaces podem ser do tipo *privadas* (quando utilizadas em redes locais) ou *públicas* (quando conectam dispositivos ATM e sua concessionária de serviços). A Figura 2-24 demonstra uma rede ATM típica com múltiplos switches e tipos de interface.

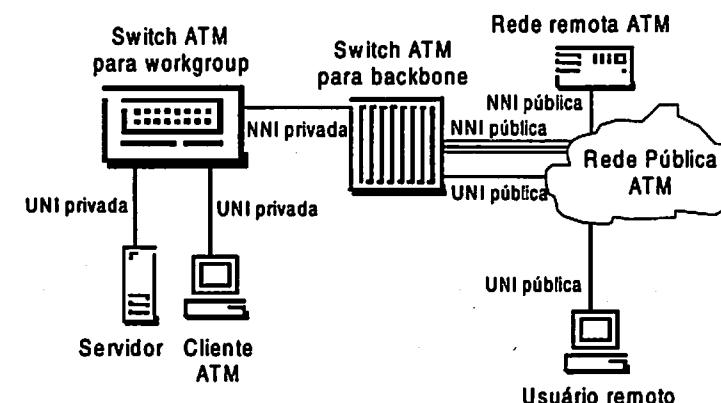


Figura 2-24: Uma rede ATM com múltiplos switches onde os links NNI conectam os switches com interface pública e privada e conexão de nós com interface UNI privada.

2.6.2 Formato da Célula ATM

A célula ATM é formada por 53 bytes, sendo 48 bytes utilizados para o campo de informação de usuário e 5 bytes utilizados pelo cabeçalho. As células são comutadas na rede com base na informação de roteamento que está dentro das células.

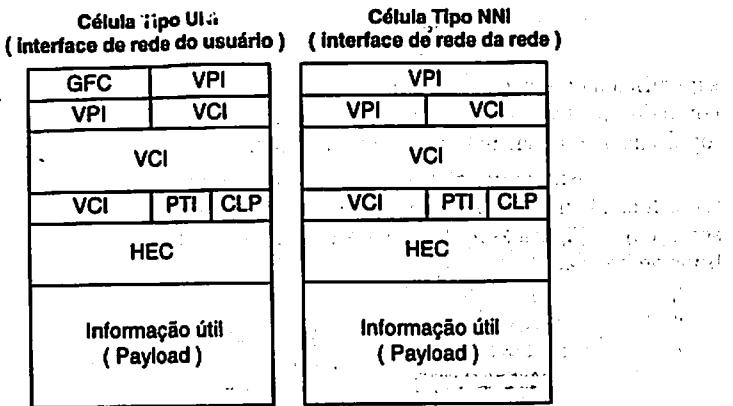


Figura 2-25: Cabeçalho de uma célula ATM.

Abaixo, temos os campos de uma célula ATM descritos com mais detalhes:

- **Virtual Channel Identifier – VCI** e **Virtual Path Identifier – VPI**

São os campos necessários para que os computadores possam efetuar a comutação das células. O encaminhamento das células ocorre a partir da informação contida nos campos de VPI e VCI.

- **Payload Type Identifier – PTI**

Campo que identifica o tipo de informação contida na célula e se a célula passou por elementos congestionados durante o trajeto.

- **Cell Loss Priority – CLP**

Campo que define um mecanismo de prioridade no descarte de células pelos comutadores. As células com o bit de CLP “setado” são consideradas células de baixa prioridade e podem ser descartadas pela rede, caso seja necessário.

- **Header Error Correction – HEC**

Campo utilizado para a verificação de erros de transmissão. O HEC permite à camada física a verificação da integridade do cabeçalho através da detecção e correção de erro de cabeçalho e delimitação de células.

- **Generic Flow Control – GFC**

O campo GFC é usado em funções de controle de tráfego entre estação terminal e rede, aparecendo somente no cabeçalho das células UNI.

2.6.3 Qualidade de serviço

O ATM pode negociar o tipo, a velocidade e o nível de serviço exigido para cada aplicação, garantindo, assim, qualidade fim a fim. Quando o ATM estabelece uma conexão, além de estabelecer parâmetros para o QoS, ele escolhe também o tipo da conexão. Os principais tipos de conexão são:

- **Constant Bit Rate – CBR**

Tipo de conexão que suporta uma taxa garantida constante para transportar serviços de vídeo ou voz, bem como emulação de circuitos que requerem controle de tempo rigoroso e parâmetros de performance;

- **Variable Bit Rate – VBR, Real Time – RT e Non Real Time – NRT**

Categoria de serviço definida pelo Fórum ATM que suporta uma taxa de dados variável com parâmetros de tráfego médio e de pico;

- **Available Bit Rate – ABR**

O ABR tem como característica a negociação constante de controle de fluxo. Essa negociação independe da conexão;

- **Unspecified Bit Rate – UBR**

Tipo de conexão que não especifica nenhum nível de qualidade. Usada para transmissão de dados comuns, como arquivos, textos, etc.

2.6.4 Como o ATM trabalha em LANs

O ATM trabalha muito bem quando estamos falando de backbone e grandes distâncias. Mas, quando tentamos levar o conceito de uma rede ATM para ser aplicado em LANs, alguns problemas começam a surgir. A maioria dos protocolos de LAN, como o IPX e o NetBIOS, por exemplo, foram desenvolvidos para usar um meio compartilhado de transmissão e, portanto, concepções de *broadcast* e *multicast* são inerentes a esses protocolos. O ATM foi desenvolvido para utilizar conexão ponto-a-ponto e, dessa maneira, ele não consegue enviar um pacote para todos os nós de um segmento de rede. O LANE (*LAN Emulation*) foi desenvolvido para resolver esse problema. Ele se baseia em um servidor, onde qualquer máquina que entra na rede se notifica e, a partir daí, o servidor (que não usa a tecnologia ATM) abre conexões ponto-multiponto para essa máquina e a informa em quais endereços ATM existe ELANs (*Emulated LANs*). Do ponto de vista dos sistemas de cabeamento, é possível utilizar a tecnologia ATM com velocidades de até 1,2Gbps em cabos UTP de quatro pares categoria 5.

A tabela 2-6 resume as principais características das tecnologias usadas nas redes locais.

| Tecnologias | Método de acesso | Aplicação | Tipo de cabo | Velocidade | Distância | Tamanho da célula | Característica principal |
|-------------|------------------|-----------|----------------|------------|------------|-------------------|---|
| 10BASE 2 | CSMA/CD | LAN | Coaxial fino | 10Mbps | 185m | 64 a 1500 bytes | Disputa o meio físico e utiliza cabo coaxial fino |
| 10BASE 5 | CSMA/CD | LAN | Coaxial grosso | 10Mbps | 500m | 64 a 1500 bytes | Disputa o meio físico e utiliza cabo coaxial grosso |
| 10BASE T | CSMA/CD | LAN | * | 10Mbps | * | 64 a 1500 bytes | Disputa o meio físico e utiliza cabo UTP |
| 100BASE TX | CSMA/CD | LAN | * | 100Mbps | * | 64 a 1500 bytes | Disputa o meio físico e utiliza cabo UTP |
| 100BASE PX | CSMA/CD | LAN | Fibra óptica | 100Mbps | 2000/3000m | 64 a 1500 bytes | Disputa o meio físico e utiliza cabo UTP |
| 100BASE T2 | CSMA/CD | LAN | * | 100Mbps | 100m | 64 a 1500 bytes | Disputa o meio físico e utiliza cabo UTP |
| 1000BASE TX | CSMA/CD | LAN | UTP Cat5 | 1000Mbps | 100m | 512 a 1500 bytes | Altas taxas de transferência e disputa do meio físico |
| 1000BASE LX | CSMA/CD | LAN | * | 1000Mbps | * | 512 a 1500 bytes | Altas taxas de transferência e disputa do meio físico |
| 1000BASE CX | CSMA/CD | LAN | Twinax | 1000Mbps | 25m | 512 a 1500 bytes | Altas taxas de transferência e disputa do meio físico |
| 1000BASE SX | CSMA/CD | LAN | * | 1000Mbps | * | 512 a 1500 bytes | Altas taxas de transferência e disputa do meio físico |
| 10GE | CSMA/CD | LAN/WAN | * | 10000Mbps | * | 512 a 1500 bytes | Altas taxas de transmissão ambiente WAN |
| FDDI | Token-Passing | LAN | Fibra óptica | 100Mbps | 2000m | 4024 bytes | Token-Passing, não existe colisão |
| ATM | ATM | LAN/WAN | UTP/Fibra | * | * | 53 bytes | QoS, ideal para multimídia |

1 - As especificações para LAN só estavam prontas a partir do julho de 2003.

2 - O ATM pode trabalhar nas velocidades de 25Mbps, 125Mbps, 625Mbps, 1,2Gbps e 2,4Gbps.

3 - Os padrões 10BASE T e 100BASE TX podem trabalhar com cabos UTP Categoria 5 e STP com distâncias de 100m no a cabos de fibra óptica monomodo com distâncias de 3000m e cabos de fibra óptica multimodo com distâncias de 2000m.

4 - O 100BASE T2 utiliza cabos UTP Categoria 3 de 2 pares. Não é utilizado no mercado.

5 - Verificar a Tabela 2 - 4: Especificação de distâncias, tipos de fibra e banda para 1000BASE SX e 1000BASE LX (página 49).

6 - Verificar a Tabela 2 - 5: Meios físicos e distâncias padronizadas para 10 Gigabit Ethernet (página 49).

Tabela 2-6: Principais características das tecnologias utilizadas nas redes locais.

Capítulo três

Cabeamento não estruturado

Ao concluir este capítulo, você estará apto a:

- 3
- Entender o que é cabeamento não estruturado.
 - Conhecer as tecnologias consideradas proprietárias e ainda utilizadas no mercado.
 - Conhecer as vantagens e desvantagens da utilização dos sistemas de cabeamento não estruturado.

Nesse capítulo apresentaremos os sistemas de cabeamento não estruturados e não planejados. Estudaremos como esses sistemas ainda são largamente utilizados atualmente.

3.1 A Tecnologia é uma vantagem competitiva

Seja em forma de voz, dados ou imagens, os sistemas de cabeamento são o suporte para a comunicação nas empresas. No entanto, o desconhecimento de padrões leva muitas delas a optarem por soluções de cabeamento não estruturado (ou soluções proprietárias), que mais tarde limitarão o seu crescimento e dificultarão a incorporação de novas tecnologias. Em um mercado em que tecnologia avançada significa vantagem competitiva, a habilidade das redes em compartilhar informações tem feito o PC tão importante quanto o telefone. A maioria absoluta das empresas precisa de recursos de comunicação que suportem voz, dados e aplicações multimídia para se manterem vivas. O rápido aumento da potência de processamento dos computadores, conhecida como *Lei de Moore*, faz com que as redes necessitem, cada vez mais, de meios de alta velocidade para troca de dados. Tecnologias como Ethernet de 10Mbps e Token-Ring estão sendo substituídas por 100BASE-TX, ATM e Gigabit Ethernet, exigindo infraestruturas de cabeamento que possam suportar tais aplicações.

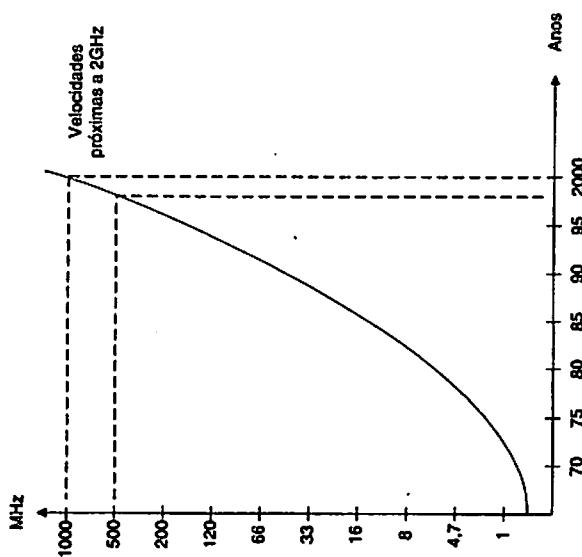


Gráfico 3-1: Aumento da velocidade da CPU em função do tempo.

3.2 Cabeamento não estruturado

Há alguns anos, um estudo do International Data Corporation – IDC mostrou que 70% dos problemas das redes de computadores são decorrentes de instalações ruins e mal feitas, com utilização de cabos e conectores sem nenhum padrão, gerando um número muito grande de paradas e refletindo em custo e perda de produtividade para as empresas.

Paradas na rede provocadas pelo cabeamento

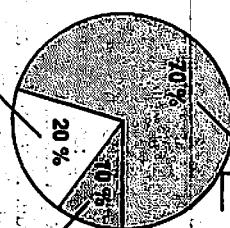


Gráfico 3-2: Comparação de problemas em uma rede típica.

É muito mais fácil empregar o cabeamento não planejado do que o cabeamento estruturado! Para conhecermos o que são sistemas estruturados de cabeamento, devemos primeiramente conhecer os não estruturados. Também devemos saber como essas soluções não planejadas e não padronizadas são enormemente utilizadas, às vezes, simplesmente pela escolha de uma solução mais barata ou por falta de conhecimento das normas e padrões envolvidos. A adoção e utilização de sistemas não planejados de cabeamento têm várias origens, dentre as quais podemos citar preços mais baixos, obras sem planejamento e desenvolvidas para resolverem um problema imediato, falta de conhecimento dos padrões, etc. Mas, basicamente, elas são adotadas porque:

- no início, pela implementação de tecnologias proprietárias das empresas fornecedoras de serviços e soluções;
- pela desregulamentação dos serviços de telecomunicações na década de 80.

3.3 Os sistemas proprietários e a desregulamentação das telecomunicações

No início da era de informática, os sistemas de cabos para transporte de voz, dados, segurança e outros serviços eram configurados separadamente, gerando um problema grave de administração. As empresas largavam produtos que utilizavam tecnologias e sistemas de cabos totalmente proprietários. Cada uma desenvolvia sua solução, usando os mais variados tipos de cabos, acessórios e conectores. Quando um cliente comprava um produto, as empresas de informática e telecomunicações vendiam uma solução em que o cabeamento era visto como um subproduto que refletia a tecnologia de um fornecedor, impedindo que as empresas compradoras pudessem migrar posteriormente para outras plataformas, pois cabos, conectores e placas de um fabricante não interoperavam com os mesmos produtos de outro.

Na década de 80, por outro lado, as concessionárias de serviços públicos de telefonia e telecomunicações desregulamentaram os seus serviços, passando a gerência de recursos internos, como a criação de pontos telefônicos e de ramais, para o usuário. Em função dessa medida, as empresas que desejasse distribuir seus serviços tinham que improvisar seus próprios sistemas de cabos e conectores. Um exemplo típico é o sistema de cabos e conectores utilizados pela telefonia no Brasil, padronizado pela antiga Telebrás.

A falta de uma padronização gerou soluções improvisadas e sem planejamento por parte dos usuários destes serviços, principalmente porque eram soluções desenvolvidas para resolver problemas imediatos. Nenhum projeto era feito com base na interoperabilidade dos fornecedores, previsão de pontos futuros e capacidade para suporte de novas tecnologias. Não havia comprometimento com flexibilidade, custo e previsão de mudanças. Ainda na década de 80, nenhum edifício era projetado levando-se em consideração itens relacionados aos serviços de telecomunicações que os mesmos deveriam suportar. Nesse cenário, mudanças de tecnologia ou de fornecedor sempre incorriam em novos cabos, novos custos e novos serviços. Os exemplos descritos abaixo caracterizam algumas tecnologias que ainda hoje são utilizadas por muitos fabricantes.

3.3.1 IBM

A IBM desenvolveu uma série de produtos para conectar seus sistemas. Ela utilizava um conjunto de conectores e cabos proprietários que visava solucionar os problemas de conexões dos equipamentos que fabricava.

- IBM 3270

Sistema de comunicação de mainframes. É um sistema baseado em cabo coaxial RG62 de 93 Ohms usando conectores tipo BNC que ainda é utilizado para conexão dos terminais ou PCs às controladoras IBM 3xx.

- IBM Token Ring

Foi introduzido pela IBM como padrão de redes para conexão de computadores. Utilizava cabos STP e conectores tipo IBM Data Connector.

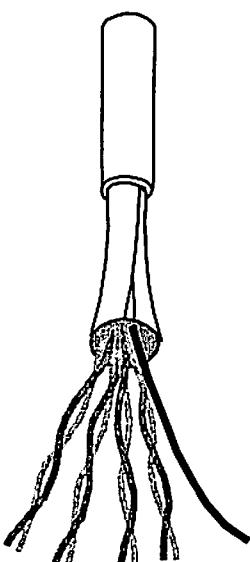


Figura 3-1: Exemplo de um cabo STP.

3.3.3 Ethernet

A tecnologia Ethernet foi introduzida no mercado no início dos anos 80 para conectar computadores em rede local. Utilizava cabos coaxiais de 50 Ohms e conectores BNC.

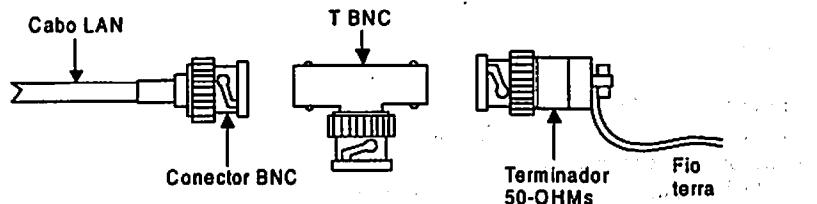


Figura 3-2: Conectores BNC.

Como teve aceitação imediata, houve uma proliferação das instalações destes cabos nas empresas. Apesar de ainda encontrarmos instalações usando esta solução, ela é considerada proprietária e totalmente fora da norma.

3.3.3 Telefonia

No Brasil, o sistema Telebrás padronizou a utilização de cabos de telefonia tipo Freqüência Intermediária – FI, com tomadas e conectores que eram utilizados pelas concessionárias de serviços de telefonia para uso em todo o território nacional.

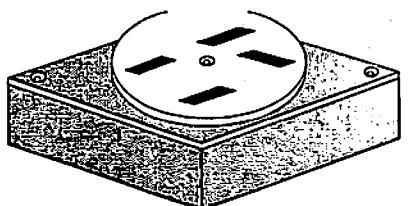


Figura 3-3: Tomada de telefone adotada pela Telebrás.

Apesar do grande número de instalações usando estes dispositivos, eles são proprietários e totalmente fora de qualquer padrão internacional, não devendo ser utilizados.

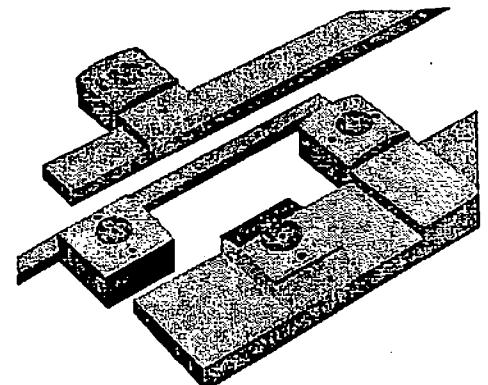


Figura 3-4: O sistema de telefonia ainda usa o padrão Telebrás.

3.3.4 Conexão serial

São sistemas de conectores e cabos utilizados para comunicação entre computadores e terminais, bem como equipamentos de comunicação de propósito geral, como modems, multiplex, impressoras, etc. Usam conectores tipo DB25, DB9 e cabos de Freqüência Intermediária – FI.

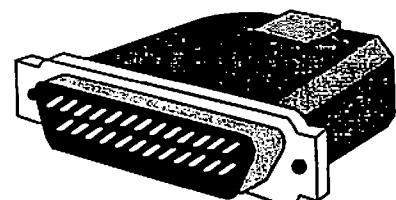


Figura 3-5: Um conector serial DB25.

Obs: A não padronização desses sistemas diz respeito somente a utilização dos cabos e conectores, pois os computadores continuam a utilizar essas interfaces.

3.3.5 Redes para Apple Machintosh

A Apple desenvolveu esse padrão para redes Machintosh em 1983. Esse padrão tinha um design simples, barato e era muito utilizado em ambientes mac para conectar impressoras LaserWriter ou macs em redes de até 32 nós. A rede appletalk utilizava um sistema de cabos STP e conectores localtalk, que eram usados somente em computadores Apple, caracterizando-o como um sistema proprietário.

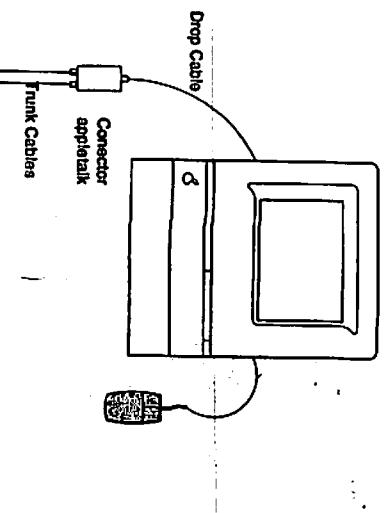


Figura 3-6: Sistema proprietário da Apple.

3.4 Vantagens e desvantagens do uso de cabeamento não estruturado

Independentemente da solução adotada (e algumas têm até um pouco de flexibilidade e planejamento), sistemas não estruturados não conseguem acompanhar a evolução da tecnologia. Qual o tempo de vida de soluções proprietárias como as descritas acima? Não sabemos, pois, por incrível que pareça, ainda são bastante utilizadas, caracterizando instalações sem planejamento, nas quais o crescimento do sistema não é levado em consideração. A pergunta a ser feita é: existe vantagem em adotar esses sistemas? Não! Apesar de serem soluções de baixo custo (utilizam materiais baratos e não necessitam de nenhuma ferramenta especializada), esses sistemas não suportam crescimento e qualquer mudança gera muito retrabalho. Se precisarmos utilizar um conjunto de cabos de uma tecnologia para passar serviços de outra, por exemplo, teremos que dispor de muita improvisação para crescer, expandir, dar manutenção ou mesmo mudar de um fornecedor para outro. É fácil concluir que sistemas de cabeamento não estruturados e não padronizados, apesar dos custos iniciais serem baixos, só atendem às necessidades momentâneas, não sendo projetados para crescimento ou mudanças.

Capítulo quatro

Sistemas de cabeamento estruturado



Ao final deste capítulo, você entenderá:

- O que é um sistema de cabeamento estruturado.
- Qual a topologia de um sistema de cabeamento estruturado.
- Os elementos que compõem um sistema de cabeamento estruturado:
- As vantagens e desvantagens dos sistemas de cabeamento estruturado.
- As dificuldades para implantar um sistema de cabeamento estruturado.
- Como os sistemas de cabeamento estruturado surgiram.

Nesse capítulo apresentaremos o que são sistemas de cabeamento estruturado, o que os caracterizam, onde e porque surgiram e a importância de sua aplicação.

4.1 O que é um sistema de cabeamento estruturado?

Um sistema de cabeamento estruturado é um conjunto de cabos e produtos de conectividade que integra serviços como voz, dados, vídeo e outros sistemas de administração de um edifício, tais como alarmes, sistemas de segurança, sistemas de energia e de controlo de ambientes. Ele é submetido a requisitos específicos por diversas normas, que foram criadas com o objetivo de unificar o suporte a todos os serviços de telecomunicações. Um sistema de cabeamento estruturado é disposto de forma a ser facilmente redirecionado para fornecer um caminho de transmissão de dados ou voz entre quaisquer pontos de uma rede.

4.2 Topologia genérica de um sistema de cabeamento estruturado

Um sistema de cabeamento estruturado usa a topologia física em Estrela Hierárquica, em que o cross-connect (path panel) é o centro desta estrela e o ponto principal de fornecimento de todos os serviços. Esta topologia oferece um arranjo flexível que permite que qualquer tipo de serviço seja oferecido a qualquer parte do ambiente a partir do ponto central, possibilitando que mudanças sejam feitas a qualquer momento sem interferir no funcionamento e na arquitetura do sistema.

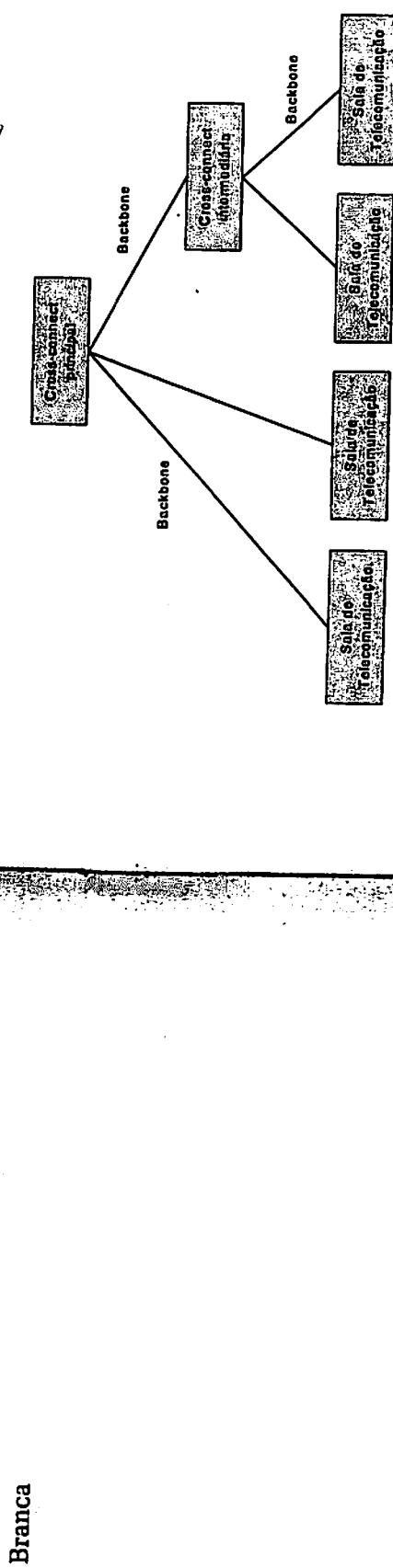


Figura 4-1: A estrela hierárquica do sistema de cabeamento estruturado. No centro da estrela está o cross-connect principal com todos os serviços oferecidos.

Os elementos que constituem um sistema de cabeamento estruturado são racks, painéis de distribuição, elementos de conexão, tomadas padronizadas e vários itens que serão abordados em capítulos posteriores. A Figura 4-2 nos dá uma idéia de como estes elementos podem ser configurados:

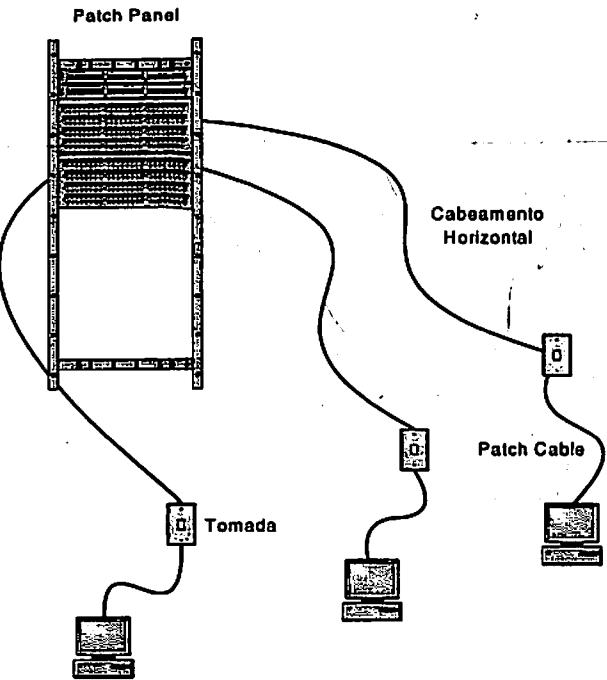


Figura 4-2: Elementos de um sistema de cabeamento estruturado.

4.3 Vantagens de um sistema de cabeamento estruturado

Um sistema de cabeamento estruturado permite a transmissão de qualquer serviço de comunicação através de um único sistema de cabeamento universal. Os sistemas estruturados suportam altas taxas de transmissão, permitem rápidas mudanças de layout e ampliações, sem interrupção dos serviços dos usuários. Entre as vantagens de um sistema de cabeamento estruturado, podemos citar:

- Interface de conexão padronizada

A tomada RJ 45 é utilizada por praticamente todos os produtos de comunicação. Ela foi projetada visando a proporcionar uma conexão física padronizada para todo o sistema, independente de produtos ou fabricantes. Ela funciona como um suporte para tecnologias atuais e futuras, porque, independente do que será conectado a essa interface, o sistema de cabos continuará funcionando perfeitamente;

- Diversidade de fornecedores

Os sistemas padronizados são adotados por diversos fabricantes, aumentando as opções de escolha de produtos com variações de preço e qualidade;

- Maior retorno de investimento

Uma solução padronizada tem maior vida útil. Sistemas estruturados são projetados para durarem, pelo menos, 10 anos;

- Suporte a qualquer tipo de serviço

Os sistemas estruturados aceitam a utilização de vídeo, voz e dados em um mesmo sistema de cabos. Os sistemas estruturados independentes da aplicação;

- Manutenção facilitada

Todo sistema estruturado contém projeto e documentação, ficando a manutenção extremamente facilitada;

- Integração com sistemas antigos

Os sistemas mais novos, como os de cabos UTP categoria 5e ou 6, podem ser conectados a sistemas mais antigos através de *baluns*;

- Banda de trabalho mínima

Os sistemas de cabeamento estruturado devem possuir uma banda passante mínima de 100MHz para garantir a utilização do meio físico por qualquer tipo de serviço (voz, dados, etc.).

4.4 Aplicações dos sistemas de cabeamento estruturado

São inúmeras as aplicações em que o cabeamento estruturado pode ser utilizado. Entre elas, podemos citar:

4.4.1 Conexão de sistemas antigos

A versatilidade de um sistema de cabeamento estruturado é enorme. Conectores, cabos e sistemas mais antigos podem facilmente ser interconectados, com o uso de *baluns* adequados. Um *balum* é um adaptador de mídia, que permite converter um sistema particular de cabos e conectores para um novo sistema de cabeamento estruturado, ou seja, são dispositivos que têm como função realizar a conexão de linhas de comunicação com características elétricas muito diferentes, como os cabos coaxiais e cabos UTP. Os *baluns* já são utilizados há bastante tempo em aplicações típicas de antenas de televisão, convertendo cabos coaxiais de 300 Ohms para 75 Ohms e vice-versa.

4.4.1.1 O uso de baluns

Os *baluns* são muito utilizados em sistemas de cabeamento modernos. Existem vários tipos de *baluns*, como o IBM3270, o coaxial, o AS400 e *baluns* para uso de vídeo e CATV.

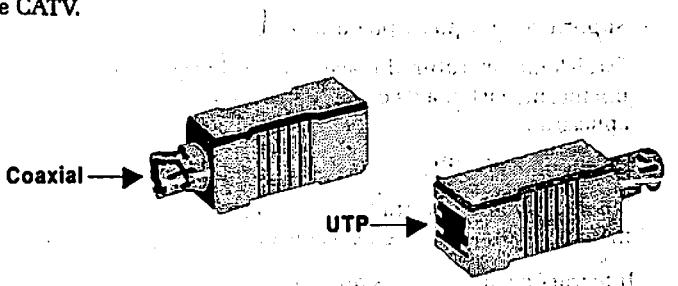


Figura 4-3: Exemplo de um *balun* típico que converte cabo coaxial para cabo UTP.

A Figura 4-4 demonstra a facilidade de construção de um sistema estruturado mesmo com a utilização de sistemas antigos e proprietários.

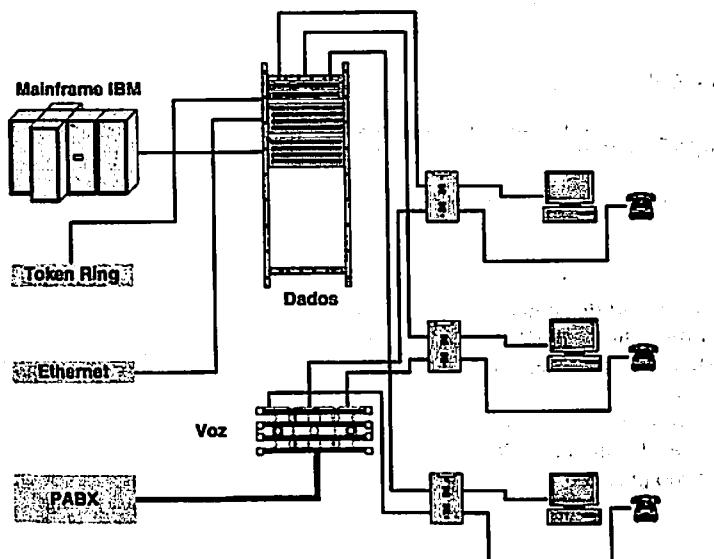


Figura 4-4: Exemplo de um sistema estruturado utilizando sistemas antigos e proprietários.

4.5 Alguns problemas para utilização de cabeamento estruturado

A utilização de sistemas de cabeamento estruturado nem sempre é fácil. Os projetistas de cabeamento têm encontrado, muitas vezes, prédios que "aparentemente" são muito bem construídos, mas que não foram devidamente projetados para darem o suporte adequado à infra-estrutura dos serviços de telecomunicações.

Mesmo utilizando opções de infra-estrutura, como piso elevado e lajas especializadas (que no Brasil ainda tem um preço elevado), muitos projetos são inviabilizados pela exigência de obras para adaptação ao projeto de cabeamento, aumentando muito o custo de implantação e podendo, inclusive, inviabilizar o projeto. Podemos considerar também outros ambientes que podem trazer enorme dificuldade para a implantação de um sistema de cabeamento estruturado, como:

- prédios novos, em que os projetos não levam em consideração os serviços de telecomunicações que estes abrigarão;
- prédios antigos, em que as obras para adaptação dos sistemas de cabeamento estruturado ficam muito caras;
- prédios lombados pelo Patrimônio Histórico, onde não se pode fazer obras civis.

4.6 Onde e como surgiu o conceito de cabeamento estruturado

Sistemas de cabeamento estruturado foram criados para proporcionarem uma solução unificada e padronizada para a comunicação empresarial em edifícios comerciais, independente dos serviços e tecnologias utilizadas. Com a desregulamentação das telecomunicações, no início dos anos 80, a responsabilidade de toda a infra-estrutura das redes internas de telefonia passou para o cliente, o que contribuiu para que proliferasse uma série de soluções não planejadas, que apenas supriam as necessidades internas imediatas das empresas. Nesta mesma época, empresas como a AT&T, IBM, Northern Telecom, Digital Equipment e HP introduziram suas próprias especificações para sistemas de cabeamento chamadas *Premises Distribution Systems - PDS*. Esses PDS especificavam componentes dos sistemas de cabeamento, que incluíam desde o tipo de cabos, até os sistemas de armários. As especificações da AT&T e da IBM tiveram maior impacto na indústria de redes de computadores. Somente a título de referência, passaremos a descrever alguns desses sistemas e como eles foram importantíssimos na concepção atual dos sistemas de cabeamento estruturado.

4.6.1 IBM cabling

A IBM liberou suas especificações para o sistema de cabos em 1984. A especificação original da IBM classificava os cabos e conectores em um sistema de categorias que possibilitava seu uso em vários tipos de aplicações. Os sistemas da IBM utilizavam cabos STP de 150 Ohms, com possibilidade de trabalhar em freqüências de até 16MHz, classificados em tipos 1, 2, 6, 8 e 9, cabos UTP tipos 3 e 5 e cabos de fibra óptica. Mais tarde, a IBM criou uma nova especificação, definida como STP-A, com cabos tipo 1A, 2A, 6A e 9A, que trabalhavam em freqüências de até 300MHz e suporte ao uso de CDDI. O principal objetivo da IBM era construir um ambiente estável para a operação dos seus computadores. Alguns parâmetros do sistema de cabos da IBM podem ser vistos com mais detalhes:

- Cabos tipo 1

Estes cabos são constituídos por dois pares de fios rígidos, blindados, de 22AWG, com impedância de 150 Ohms e banda passante de 20MHz, permitindo a passagem de dados com velocidades de até 16Mbps para uso em redes *Token Ring* e conectores do tipo *Data Connector (D)*.

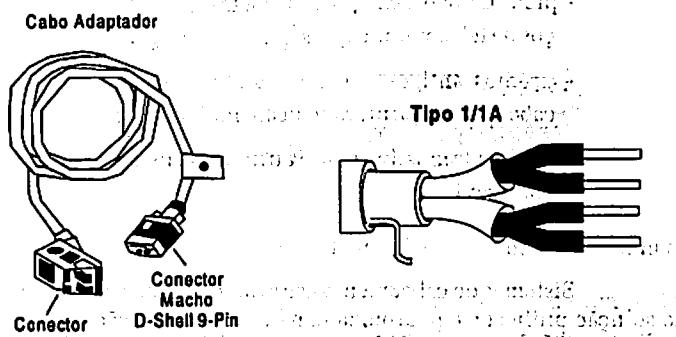


Figura 4-5: Cabos IBM tipo 1.

- Cabos tipo 2

Estes cabos utilizam 2 pares de fios de 22AWG, não blindados, que eram utilizados para transmissão de voz e por 2 pares de fios blindados, utilizados para transmissão de dados. Este cabo foi projetado para transmissão de dados e voz no mesmo cabo.

- Cabos tipo 3

Estes cabos consistem em quatro pares de fios trançados de 24AWG, sem blindagem, utilizados para transporte de voz e dados. São a versão da IBM para utilização em telefonia.

Tipo 3 (UTP)

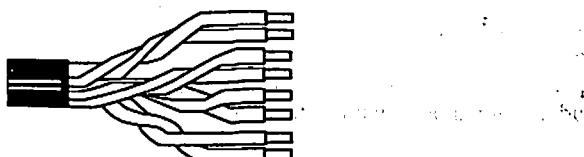


Figura 4-6: Cabo IBM tipo 3.

- Cabos tipo 5

Estes cabos consistem de duas fibras ópticas multimodo de 100/140 micrôn, para uso em FDDI. Utilizam conectores tipo SMA, ST e SC.

- Cabos tipo 6

São constituídos por dois pares de fios de 26AWG, formando um cabo mais flexível e que pode ser usado para conexão entre o computador e as tomadas de dados. Os cabos tipo 6A são testados para 600MHz.

- Cabos tipo 9

Esses cabos são utilizados para uso entre os andares de um prédio. São cabos que possuem uma proteção especial e são protegidos contra fogo. Os cabos tipo 9A são testados para 600MHz.

4.6.2 AT&T cabling

As especificações do laboratório de pesquisa do grupo AT&T, as *Bell Standard Practices - BSP*, da *Bell System*, deram origem ao *Systimax*. Essas *BSPs* descreviam com detalhes o processo de instalação e testes de um sistema de cabos para um ambiente de telefonia e de telecomunicações. O *Systimax* previa o uso de cabos, conectores e padrões de distâncias que poderiam ser utilizados em ambientes de telefonia e dados. O *Systimax* era um modelo de distribuição abrangente, que servia como padrão para qualquer sistema de telecomunicações e tinha garantia de cinco anos para todos os componentes.

Apesar dos esforços destas empresas na tentativa de padronizarem soluções para suas necessidades, esses sistemas não podiam ser classificados como abertos, pois não permitiam a interoperabilidade entre os fabricantes. No entanto, esses sistemas de cabeamento proprietários serviram como base para as futuras normas, como veremos em capítulos posteriores.

4.6.3 Origem das normas para cabeamento estruturado

No início de 1985, a organização representante das indústrias de telecomunicações e informática, a *Computer Communication Industrie Association - CCIA*, preocupada com a enorme diversidade de sistemas proprietários utilizados em ambientes de telecomunicações e computadores, solicitou à *Electronic Industrie Association - EIA*, o desenvolvimento de um padrão que pudesse colocar um ponto comum entre as diferenças desses sistemas proprietários.

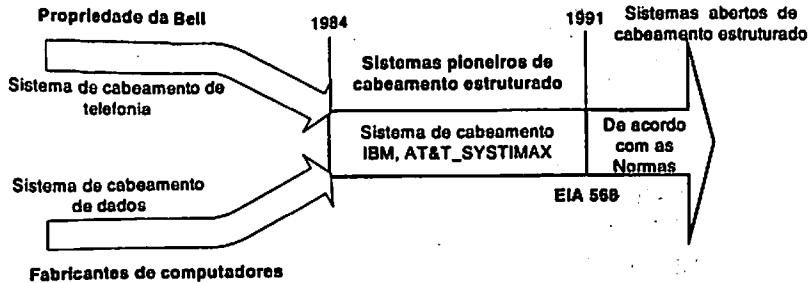


Figura 4-7: Evolução dos sistemas de cabeamento estruturado.

Em 1991, a EIA (em conjunto com a TIA) publicou uma primeira versão da norma intitulada *ANSI/EIA/TIA 568*, que continha referências a um esquema de cabos para uso em edifícios comerciais e ambientes de escritórios. Essa norma tinha como objetivo dar suporte às aplicações e equipamentos de diferentes fabricantes dentro de um mesmo sistema de telecomunicações. As normas para cabeamento estruturado sofreram uma influência muito grande das especificações das empresas AT&T e IBM, pois essas empresas eram e ainda são membros efetivos da EIA/TIA e participaram do comitê de elaboração dessas normas. Nos próximos capítulos, mostraremos as principais normas e como elas são utilizadas nos sistemas de redes e telefonia.

Capítulo cinco

Normas utilizadas em cabeamento estruturado

Ao final deste capítulo, você saberá:

- O que é uma norma.
- Quais as entidades que criam e administram as normas.
- As principais normas utilizadas em cabeamento estruturado.

5

Nesse capítulo apresentaremos as organizações responsáveis pelo desenvolvimento e publicação das normas para cabeamento estruturado, como ABNT, ANSI, ISO e a EIA/TIA. Também conheceremos as principais normas e boletins relevantes para uso em cabeamento estruturado.

5.1 O que é uma norma?

Uma norma é um grau ou nível de exigência, é uma excelência, um objetivo para promover interoperabilidade e confiabilidade em sistemas estruturados. As normas para cabeamento estruturado definem um sistema geral para redes de telecomunicações, criando um ambiente heterogêneo.

5.2 Quem cria e administra as normas de cabeamento estruturado?

As normas nasceram da necessidade de padronizar soluções para sistemas de cabeamento de telecomunicações que pudessem abrigar equipamentos de vários fabricantes. Existem organizações responsáveis pela elaboração e coordenação de padrões usados pela indústria, governo e outros setores espalhadas por vários países. Essas organizações desenvolvem e estabelecem consensos entre a indústria e a sociedade em geral. O desenvolvimento, a edição e a manutenção das normas, tanto para cabeamento estruturado quanto para outras áreas, fica a cargo dessas organizações, que discutem com vários setores da sociedade e chegam a um denominador comum sobre determinado tema. Relacionamos as principais entidades no Brasil e no mundo responsáveis pela concepção e organização das normas:

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas);
- ANSI (American National Standards Institute);
- CSA (Canadian Standards Association);
- ISO (International Standards Organization);
- ITU (International Telecommunication Union);
- EIA (Electronic Industries Alliance);
- TIA (Telecommunications Industry Association);
- IEC (International Electrotechnical Commission).

A seguir, descreveremos as principais características destas organizações.

5.2.1 International Standards Organization – ISO

Organização cuja função é promover o desenvolvimento internacional de padrões, facilitando a troca de informações, serviços e desenvolvendo cooperação de atividades econômicas, científicas e tecnológicas. Sua sede é em Genebra, na Suíça, e reúne cerca de 130 países. Hierarquicamente, abaixo da ISO estão diversos órgãos de padronização de seus países membros, como ABNT, ANSI, CSA e outras. Essas entidades têm a função de promover um consenso internacional em relação a normas utilizadas em várias áreas junto a ISO. Ela tem atividades de padronização que cobrem desde áreas como qualidade, comunicação de computadores e meio ambiente, até sistemas de cabos para redes de telecomunicação de dados. Os padrões ISO nas áreas de cabeamento têm mais influência na Europa.

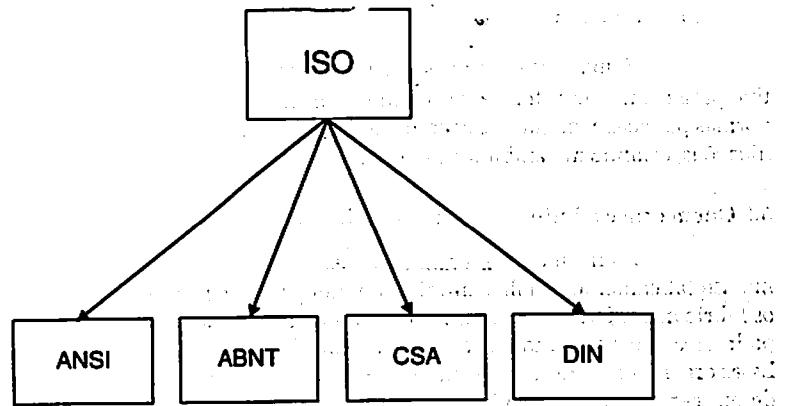


Figura 5-1: Relacionamento das organizações internacionais com a ISO.

5.2.2 Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT

A ABNT é o órgão responsável pela normalização técnica no Brasil. Fundada em 1940, ela fornece a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro. É uma entidade privada, sem fins lucrativos, reconhecida como Foro Nacional de Normalização e tem como objetivo promover a elaboração de normas técnicas e fomentar seu uso nos campos científico, técnico, industrial, agrícola, de serviços e correlatos. A ABNT é membro fundador da ISO e do IEC, sendo a única representante destas organizações no Brasil. Ela tem normas em praticamente todas as áreas e essas normas são utilizadas como referência no país inteiro. A ABNT desenvolveu as normas para cabeamento estruturado que veremos no capítulo 11 deste livro.

5.2.3 American National Standards Institute – ANSI

A responsabilidade pela criação, promoção e coordenação de padrões nos EUA é da ANSI. Fundada em 1918, é uma organização que promove o uso dos padrões americanos e internacionais para todo os Estados Unidos, representando uma posição de consenso entre os vários setores da sociedade americana, como universidades, empresas, agências e associações. A ANSI representa os Estados Unidos em organismos internacionais, como a ISO e IEC, facilitando o acesso imediato aos padrões internacionais. A estrutura de membros da ANSI engloba:

5.2.3.1 Institute of Electrical and Electronic Engineers – IEEE

É uma associação profissional que direciona o desenvolvimento técnico para áreas de computadores, tecnologia aeroespacial, telecomunicações e eletricidade. O IEEE é responsável pelo desenvolvimento de várias tecnologias e padrões na área de redes, como o IEEE 802.3 (Ethernet) e vários outros.

5.2.3.2 Electronic Industries Alliance – EIA

É uma organização que engloba os interesses da indústria eletrônica. Sua função é configurar padrões para uso dos seus membros. Um exemplo de um destes padrões é a interface serial para comunicação entre computadores (a RS-232) e as normas para cabeamento estruturado. Tem uma enorme importância na área de eletrônica e computadores.

5.2.3.3 Telecommunication Industry Association – TIA

A TIA foi fundada em 1988 através da fusão entre a *United States Telecommunications Suppliers Association – USTSA* (Associação de Fornecedores de Produtos de Telecomunicação) e o *Information and Technology Group – ITG*, grupo que atuava na área de tecnologia. A TIA representa o setor de telecomunicações da EIA e tem trabalhado conjuntamente com a mesma desenvolvendo padrões para ambas as associações. Juntamente com a EIA, foram desenvolvidas as normas de cabeamento estruturado. A Figura 5-2 mostra a relação das várias entidades americanas com a ISO e a ITU.

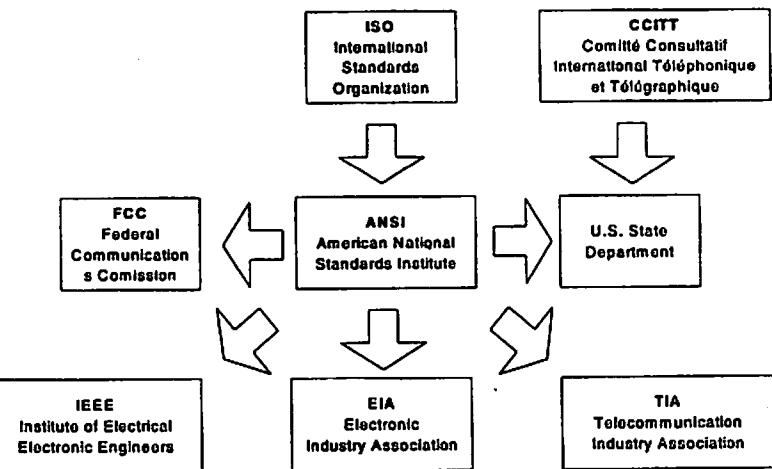


Figura 5-2: Relacionamento da ISO e CCITT com as organizações americanas responsáveis pelo desenvolvimento de normas e padronização em geral.

5.2.4 International Electrotechnical Commission - IEC

O IEC é uma organização que prepara e publica padrões internacionais para as áreas elétrica, eletrônica e tecnologias correlatas. Foi fundada em 1906 e sua sede é na Suíça. O IEC tem como função estabelecer as condições de interoperabilidade de sistemas complexos e aumentar a eficiência do processo industrial. Ele tem muita influência em todo mundo, mas é especialmente forte na Europa. Alguns membros do IEC são a ABNT, a ANSI e a CSA.

5.2.5 Canadian Standards Association - CSA

A CSA é responsável pelo desenvolvimento e publicações de padrões utilizados no Canadá, sendo responsável também por todos os equipamentos, produtos e materiais eletro-eletrônicos utilizados dentro desse país. Ela publica também um conjunto de especificações para cabeamento estruturado, que são baseadas nas normas da ANSI/EIA/TIA.

5.2.6 International Telecommunication Union - ITU

Antigo Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique – CCITT, o ITU é uma organização intergovernamental dentro da qual os setores públicos e privados desenvolvem padrões para a área de telecomunicações. O ITU adota regulamentação internacional, definindo padrões para todo o espectro de freqüências utilizadas pelos serviços de telecomunicações em todo o mundo e definindo também a estruturação de serviços que são oferecidos pelas concessionárias de telecomunicações públicas e privadas.

5.3 Normas para cabeamento estruturado

As principais normas utilizadas para cabeamento estruturado são editadas pela EIA/TIA, que também é responsável pela manutenção, possíveis modificações e melhoramentos das mesmas. A EIA/TIA edita os *Technical Systems Boletins – TSB*, boletins técnicos que fazem os ajustes ou mesmo incluem especificações que não tiveram sido consideradas nos documentos originais. Normalmente estas revisões ocorrem de cinco em cinco anos. Os documentos da EIA/TIA também foram utilizados como referência para que outros países e organizações elaborassem suas normas, como as especificações do Canadá, a Norma Brasileira e os padrões utilizados na Europa. Como a EIA e a TIA são membros da ANSI, é comum utilizarmos a designação ANSI/EIA/TIA. Verificaremos agora as descrições das principais normas e boletins técnicos utilizados e especificados pela ANSI/EIA/TIA.

5.3.1 ANSI/EIA/TIA 568 – Norma para cabeamento em edifícios comerciais

Este foi o primeiro documento a recomendar a seleção e utilização de um sistema de cabos padronizado e flexível para uso de telecomunicações em edifícios comerciais.

Data: junho de 1991.

5.3.2 ANSI/EIA/TIA TSB 36 – Boletim de especificações técnicas para cabos UTP

O propósito deste boletim é fornecer informações das características de transmissão de cabos UTP que não foram especificados no documento original EIA/TIA 568. Ele foi inicialmente produzido para os fabricantes de cabos.

Data: publicado em agosto de 1991.

5.3.3 ANSI/EIA/TIA TSB 53 – Boletim de especificações técnicas para hardware de conexão em cabos STP

O propósito deste boletim é fornecer características para especificação dos dispositivos que conectam os cabos STP, como conectores, tomadas e painéis de distribuição.

Data: publicado em março de 1992.

5.3.4 ANSI/TIA/EIA TSB 40A – Boletim de especificações técnicas para hardware de conexão para cabos UTP

O propósito deste documento é especificar critérios de desempenho para hardwares que conectam os cabos UTP relacionados na TSB 36 e especificar características para os cabos de conexão dos painéis de distribuição aos equipamentos ativos.

Data: publicado em janeiro de 1994.

5.3.5 ANSI/EIA/TIA 568B – Primeira revisão da norma para cabeamento em edifícios comerciais

Foi a primeira revisão da norma EIA/TIA 568 e engloba os boletins técnicos TSB 40, TSB 36 e TSB 53. Este padrão especifica os requerimentos mínimos para cabeamento de equipamentos de telecomunicações em edifícios, incluindo tomadas internas, conexão entre prédios e cabeamento em um campus.

Data: publicado em outubro de 1995.

5.3.6 ANSI/EIA/TIA 569-A – Normas para edificações dos caminhos e espaços de telecomunicações em edifícios comerciais

É a primeira revisão da ANSI/EIA/TIA 569 de outubro de 1990. Tem como propósito padronizar o projeto de construção da infra-estrutura que suportará os sistemas de telecomunicações, especificando salas, áreas e caminhos onde os cabos e os equipamentos de telecomunicações estarão.

Data: publicado em fevereiro de 1998.

5.3.7 ANSI/EIA/TIA 606-A – Norma para administração da infra-estrutura de telecomunicações em edifícios comerciais

Esta norma especifica padrões para administração de obras de infra-estrutura e de serviços de telecomunicações. É uma revisão da ANSI/EIA/TIA 606 de agosto de 1993.

Data: publicado em maio de 2002.

5.3.8 ANSI/EIA/TIA TSB 67 – Especificações técnicas para teste em campo do desempenho do link de transmissão de cabos UTP

Este boletim especifica as características dos equipamentos, parâmetros mínimos e métodos de testes para cabos UTP nas suas diversas categorias. Também caracteriza os requisitos elétricos e os níveis de precisão necessários aos equipamentos usados para testes.

Data: publicado em outubro de 1995.

5.3.9 ANSI-J-STD-607-A – Especificações técnicas de aterramento elétrico para ambientes de telecomunicações

Este documento especifica critérios para planejamento, projeto e instalação de um sistema de aterramento que suporte um sistema de telecomunicações, independente do fabricante. Substitui a edição original ANSI/EIA/TIA 607 de agosto de 1994.

Data: publicado em outubro de 2002.

5.3.10 ANSI/EIA/TIA TSB 72 – Guia para gerenciamento centralizado de dispositivos de fibra óptica

A intenção desse boletim é especificar um conjunto de diretrizes para administrar sistemas de fibras ópticas no ambiente da sala de equipamentos utilizando um sistema de racks e armários de telecomunicações.

Data: publicado em 1992, parte da 568A, desde outubro de 1995.

5.3.11 ANSI/EIA/TIA 526-14 – Especificações técnicas para medidas em fibras ópticas multimodo

Este documento especifica os procedimentos usados para medir um link de fibra óptica multimodo, incluindo terminações, componentes passivos, fontes de luz, calibração e interpretação dos resultados.

Data: publicada em 1998.

5.3.12 ANSI/EIA/TIA 526-7 – Especificações técnicas para medidas em fibras ópticas monomodo

Tem a mesma função do documento anterior, só que para fibras monomodo.
Data: atualmente em regime de votação na EIA/TIA.

5.3.13 ANSI/EIA/TIA TSB 95 – Especificação adicional para performance de cabos cat 5 100 ohms de 4 pares

A TSB 95 tem a função de atualizar os testes de certificação de um link de cabeamento, de acordo com as exigências da especificação 1000Base T ou Gigabit Ethernet, incluindo os parâmetros *Return Loss* e *ELFEXT*.

Data: novembro de 1999.

5.3.14 ANSI/EIA/TIA TSB 75 – Práticas adicionais para sistemas de cabeamento horizontal por zonas

Tem como função estabelecer as diretrizes para a criação de um sistema de cabeamento em que é utilizado um sistema para cabeamento horizontal, através de zonas ou subdivisões, no qual pode-se empregar tomadas do tipo multiuso ou MUTO (*Multiuser Telecommunication Outlet Assembly*).

Data: setembro de 1999.

5.3.15 ANSI/EIA/TIA 568-A1 – Primeiro adendo à norma 568A

Este adendo possui especificações para os parâmetros de transmissão *Propagation Delay* e *Delay Skew* para cabos UTP de 4 pares.

Data: agosto de 2001.

5.3.16 ANSI/EIA/TIA 568-A2 – Segundo adendo à norma 568A

Este adendo foi publicado com a intenção de modificar certas exigências da 568A referentes a topologia e conexões em estrela para cabeamento óptico, bem como as exigências para projetos em cabos UTP 4 pares no que diz respeito a conexões cruzadas com pares transpostos ou pares reversos.

Data: dezembro de 2001.

5.3.17 ANSI/EIA/TIA 568-A3 – Terceiro adendo à norma 568A

5.3.18 ANSI/EIA/TIA 568-A4 – Quarto adendo à norma 568A

Este adendo especifica métodos de teste do parâmetro *NEXT Loss* para produção de cordões modulares e requerimentos para o cabeamento UTP.
Data: 1999.

5.3.19 ANSI/EIA/TIA 568-A5 – Especificações de desempenho de transmissão para cabos de 4 pares, 100 Ohms categoria 5e.

Este adendo possui especificações para os parâmetros de transmissão nos cabos categoria 5, reconhecendo os avanços nas tecnologias de fabricação dos cabos. Inclui as especificações mínimas de perda de retorno, atraso de propagação, Delay Skew, Next Loss, PSNEXT Loss, FEXT Loss, ELFEXT e PSELFEXT. Ela também especifica os métodos de medidas em laboratório e no campo.

Data: publicada em janeiro de 2000.

5.3.20 ABNT NBR 14565 – Procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicação para rede interna estruturada

Norma brasileira para projeto de sistemas de cabeamento estruturado em telefonia e telecomunicações baseada nas normas ANSI/EIA/TIA 568A, ANSI/EIA/TIA 569 e ANSI/EIA/TIA 606.

Data: publicada em julho de 2000.

5.3.21 ISO/IEC 11801 – Sistemas de cabeamento genérico para telecomunicações

Norma para cabeamento estruturado criada pela ISO e IEC que define um sistema de cabos para uso em telecomunicações. É muito utilizada na Europa.

Data: publicada em julho de 1995.

5.3.22 ANSI/EIA/TIA 568 B.1 – Segunda revisão da norma para cabeamento em prédios comerciais

Esta norma especifica um sistema de cabeamento para telecomunicações genérico que irá suportar ambientes de múltiplos produtos de diversos fabricantes. Esta é a primeira de três normas técnicas relativas ao cabeamento em prédios comerciais. Em conjunto com as duas próximas normas citadas (568 B.2 e 568 B.3), esta norma não só provê recomendações e especificações para os sistemas de cabeamento, como também para os seus componentes. Essas três normas substituem a ANSI/EIA/TIA 568 A de outubro de 1995 e incorporam e refinam os seguintes conteúdos técnicos: EIA/TIA TSB 67, TSB 72, tsb 75, TSB 95, também a ANSI/EIA/TIA 568 A.1, A.2, A.3, A.4 e A.5, além da EIA/TIA/IS 729.

Data: publicada em maio de 2001.

5.3.23 ANSI/EIA/TIA 568 B.2 – Componentes para cabeamento par trançado balanceado

Esta norma especifica os componentes do cabeamento, o desempenho de transmissão, os modelos de sistema e os procedimentos de medida necessários para a verificação do balanceamento dos cabos de par trançado. Também especifica os instrumentos de teste em campo e referências para procedimentos de medidas de todos os parâmetros de transmissão.

Data: publicada em maio de 2001.

5.3.24 ANSI/EIA/TIA 568 B.3 – Componentes para cabeamento de fibra óptica

Esta norma especifica os requerimentos mínimos para componentes de fibra óptica, tais como cabos, conectores, hardware de conexão, patch cords e equipamentos de teste em campo. Cabos 50/125 μ m multimodo e monomodo são reconhecidos.

Data: publicada em abril de 2000.

5.3.25 ANSI/EIA/TIA 568 B.1.1 – Primeiro adendo à norma 568 B.1

Especifica o raio de curvatura mínimo para patch cables.

Data: publicado em agosto de 2001.

5.3.26 ANSI/EIA/TIA 568 B.1.2 – Segundo adendo à norma 568 B.1

Especifica requerimentos adicionais para aterramento e conexão de cabos blindados ScTP.

Data: publicado em fevereiro de 2003.

5.3.27 ANSI/EIA/TIA 568 B.1.3 – Terceiro adendo à norma 568 B.1

Suplementa as informações sobre distâncias admitidas e atenuações de canal para aplicações com fibra óptica pelo tipo de fibra. Inclui a fibra 50/125 μ m.

Data: publicado em fevereiro de 2003.

5.3.28 ANSI/EIA/TIA 568 B.1.4 – Quarto adendo à norma 568 B.1

Este adendo reconhece o cabo par trançado categoria 6 e o cabo de fibra óptica multimodo 850 μ m laser-optimized.

Data: publicado em fevereiro de 2003.

5.3.29 ANSI/EIA/TIA 568 B.2.1 – Primeiro adendo à norma 568 B.2

Este adendo especifica os parâmetros de desempenho para cabos par trançado categoria 6.

Data: publicado em junho de 2002.

5.3.30 ANSI/EIA/TIA 568 B.2.2 – Segundo adendo à norma 568 B.2

Revisa sub-cláusulas da norma 568 B.2.

Data: publicado em dezembro de 2001.

5.3.31 ANSI/EIA/TIA 568 B.2.3 – Terceiro adendo à norma 568 B.2

Inclui a cláusula I.2.5 à norma 568 B2, que adiciona considerações acerca da determinação da perda de inserção e de retorno.

Data: publicado em março de 2002.

5.3.32 ANSI/EIA/TIA 568 B.2.4 – Quarto adendo à norma 568 B.2

Especifica a confiabilidade das conexões em cobre sem solda.

Data: publicado em junho de 2002.

5.3.33 ANSI/EIA/TIA 568 B.2.5 – Quinto adendo à norma 568 B.2

Corrige algumas referências da norma 568 B.2.

Data: publicado em janeiro de 2003.

5.3.34 ANSI/EIA/TIA 568 B.3.1 – Primeiro adendo à norma 568 B.3

Especifica componentes adicionais e requerimentos de transmissão para cabos de fibra óptica 50/125 μ m, capazes de suportar transmissão serial de 10Gbps a até 300 metros usando laser com comprimento de onda de 850nm.

Data: publicado em abril de 2002.

Capítulo seis

Norma 568 B – cabeamento estruturado em edifícios comerciais

Ao final deste capítulo, você saberá:

6

- Onde e como utilizar esta norma.
- Conhecer como a norma ANSI/EIA/TIA 568B está dividida em subsistemas.
- Descrever as características principais de cada subsistema.

Este capítulo trata da norma EIA/TIA 568B e seus adendos. Veremos os subsistemas desta norma, como estão divididos e aprenderemos seus conceitos principais.

6.1 Propósito da norma 568B

O propósito desta norma é especificar um sistema de cabeamento genérico para edifícios comerciais que suporte um ambiente com produtos de vários fabricantes. Ela também fornece informações que podem ser usadas para uso em projetos de sistemas de telecomunicações em empresas comerciais. A norma 568B recomenda que a concepção de um sistema de cabeamento estruturado seja elaborada durante a construção ou mesmo reforma dos edifícios, pois dessa maneira o custo é substancialmente reduzido quando comparado à reestruturação do cabeamento em edifícios já construídos ou ocupados. Ela também especifica critérios técnicos de desempenho para vários sistemas e configurações de cabeamento. De uma maneira geral, ela determina os requisitos de um sistema de cabeamento genérico que suporta vários serviços de telecomunicações, como vídeo, dados e telefonia.

6.2 Critérios utilizados na norma ANSI/EIA/TIA 568B

Dois critérios se aplicam à norma EIA/TIA 568B:

- **mandatório:** aplica-se à proteção, desempenho, administração e compatibilidade exigidos como requisitos mínimos aceitáveis;
- **recomendado:** são características desejáveis que, quando alcançadas, melhoram substancialmente o desempenho do sistema como um todo.

6.3 Escopo da norma ANSI/EIA/TIA 568B

Esta norma especifica os requisitos mínimos dos componentes utilizados em sistemas estruturados, como tomadas, conectores internos e externos, meios físicos e até mesmo o ambiente que envolve conexão entre prédios. Essa norma categoriza o desempenho desses componentes em relação à configuração e freqüência em MHz que eles suportam. Ela abrange:

- a divisão de um sistema de cabeamento estruturado em 7 subsistemas que detalham todas as etapas de um ambiente que se adeque a qualquer necessidade;
- os sistemas de cabeamento em edifícios comerciais com extensão de até 1.000.000m² de escritório e uma população de até 50.000 usuários;
- distância geográfica entre prédios de até 3000m;
- especificações mínimas para cabeamento de telecomunicação dentro de um ambiente de escritório;
- recomendações sobre topologias e distâncias;
- especificação de parâmetros sob os quais podem ser determinados meios de desempenho;
- especificação de conectores e combinações de pinagens para assegurar compatibilidade e interconectividade;

- especificação da vida útil de um sistema de cabeamento para telecomunicação de, no mínimo, 10 anos;
- especificação dos cabos UTP em categorias, como categoria 3, categoria 5e e categoria 6 (adendo 568.B.2.1).

6.4 Os sete subsistemas de cabeamento estruturado

A norma ANSI/EIA/TIA 568B define sete subsistemas básicos, cada um responsável por uma área específica do cabeamento estruturado. Juntos, esses subsistemas resolvem quaisquer projetos de um sistema estruturado. Os sete principais subsistemas são:

- Acesso ao Prédio;
- Sala de Equipamentos;
- Cabeamento Vertical;
- Salas de Telecomunicações;
- Cabeamento Horizontal;
- Área de Trabalho;
- Administração.

6.4.1 Acesso ao Prédio

As instalações na entrada do edifício fornecem o ponto na qual é feita a interface entre o cabeamento externo e o cabeamento vertical interno.

6.4.2 Sala de Equipamentos

A Sala de Equipamentos aloja os equipamentos que concentram a administração e gerência de todo o sistema de cabeamento, sejam eles dados, vídeo, telefonia, segurança, etc.

6.4.3 Cabeamento Vertical

O Cabeamento Vertical (também chamado de *backbone*) fornece a interligação entre as Salas de Telecomunicações, as Salas de Equipamentos e as instalações de entrada. É o cabeamento que interliga os andares, levando a informação para os racks e salas, de onde sairá o cabeamento para todos os equipamentos de telecomunicação da edificação.

6.4.4 Salas de Telecomunicações

A Sala de Telecomunicações é a área dentro de um edifício que aloja os equipamentos do sistema de telecomunicações.

6.4.5 Cabeamento Horizontal

O Cabeamento Horizontal é a parte do cabeamento que se estende da saída dos equipamentos de comunicações até a Área de Trabalho, onde os equipamentos finais estão.

6.4.6 Área de Trabalho

Os componentes da Área de Trabalho estendem-se da saída das tomadas de telecomunicações até os equipamentos da estação. O cabeamento da área de trabalho é projetado para ser de interconexão simples, de forma que deslocamentos, expansões e alterações possam ser efetuados com facilidade.

6.4.7 Administração

Este subsistema é definido pela norma ANSI/EIA/TIA 606 e trata especificamente de toda parte da administração dos sistemas de cabeamento de telecomunicações e será visto no capítulo 8. A Figura 6-1 exemplifica os subsistemas da norma ANSI/EIA/TIA 568B.

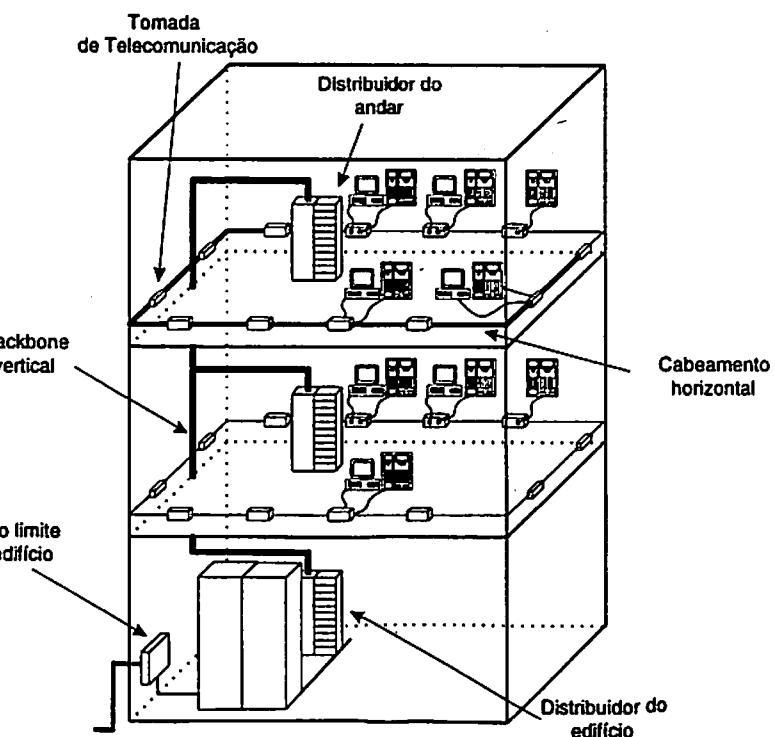


Figura 6-1: Subsistemas da norma EIA/TIA 568B.

Veremos agora cada um dos sete subsistemas detalhadamente.

6.5 Acesso ao Prédio

O subsistema de acesso ao prédio consiste de cabos, hardware de conexão e equipamentos de proteção necessários para conectar os sistemas externos ao cabeamento interno.

6.5.1 Desenho e projeto

O acesso ao prédio deverá ser desenhado, projetado e instalado de acordo com os requerimentos da norma ANSI/EIA/TIA 569A, que será vista mais a frente.

6.5.2 Função

O ponto de acesso ao prédio caracteriza-se pelas obras de infra-estrutura de entrada, onde a concessionária coloca os seus serviços de telecomunicações, como telefonia, linhas digitais, etc. A localização e demais condições para as facilidades de entradas ficam a cargo das normas das concessionárias de serviços públicos locais. No Brasil, são utilizadas as recomendações da Telebrás, que especificam os tipos de caixas de entrada usadas (DGs) e as demais condições de conexão.

6.5.3 Proteção elétrica

A proteção elétrica para os sistemas externos é determinada pelos padrões e normas aplicáveis. Os cabos que compõem o sistema externo de interconexão entre prédios, bem como cabos do cabeamento vertical e de antenas, podem requerer proteções adicionais.

6.5.4 Aterramento

A necessidade do aterramento elétrico deve estar de acordo com a norma ANSI-J-STD-607-A.

6.5.5 Localização

As obras de acesso ao prédio devem estar localizadas em áreas secas, não sujeitas à umidade e o mais próximo possível dos dutos que servem ao cabeamento vertical.

6.6 Sala de Equipamentos

As Salas de Equipamentos desempenham funções mais complexas e mais sofisticadas dentro de um sistema de cabeamento estruturado. Atualmente, elas são consideradas salas de serviços, pois delas são distribuídos todos os serviços de telecomunicações necessários a uma edificação. Serviços como dados, vídeo, telefonia, alarmes, tudo é distribuído a partir da sala de equipamentos.

6.6.1 Desenho e projeto

As Salas de Equipamentos devem ser desenhadas e projetadas de acordo com a norma ANSI/EIA/TIA 568A.

6.6.2 Função

Uma Sala de Equipamentos fornece um ambiente controlado para abrigar equipamentos de telecomunicações, hardware de conexão, gabinetes de emendas de fibras ópticas, aterrimento e elementos de proteção. Dentro do ambiente de cabeamento estruturado, a Sala de Equipamentos contém o *cross-connect¹ principal e/ou cross-connects intermediários*.

6.7 Cabeamento Vertical

O Cabeamento Vertical (*backbone*) fornece a interligação entre as Salas de Telecomunicações, as Salas de Equipamentos e as instalações de entrada. Ele consiste dos cabos que interligam os Armários de Telecomunicações ao *cross-connect principal* e aos *intermediários*. Os cabos de conexão ou de *jumpers* utilizados para a ligação de *backbone*, além dos cabos para as terminações mecânicas também fazem parte do Cabeamento Vertical, que inclui ainda:

- conexão vertical entre os andares. São cabos tipo *risers²*, que conectam todos os andares;
- cabos entre a Sala de Equipamentos e o local das instalações de entrada dos cabos no prédio;
- cabos que fazem a conexão entre dois ou mais prédios.

Algumas considerações devem ser observadas para o *backbone*:

- não deverá existir mais do que dois níveis hierárquicos de *cross-connects* dentro do Cabeamento Vertical;
- não é recomendado fazer nenhum tipo de emenda no Cabeamento Vertical;
- sistemas que são desenhados para operar sob configuração não-estrela, como anel ou barramento, podem freqüentemente ser configurados dentro da topologia estrela hierárquica através do uso de interconexões apropriadas.

¹ Podemos considerar um *cross-connect* como um *rack* contendo *patch panels* e blocos de conexão.

² Cabos utilizados para conexão com os andares. Esses cabos sempre necessitam de proteção anti-chama.

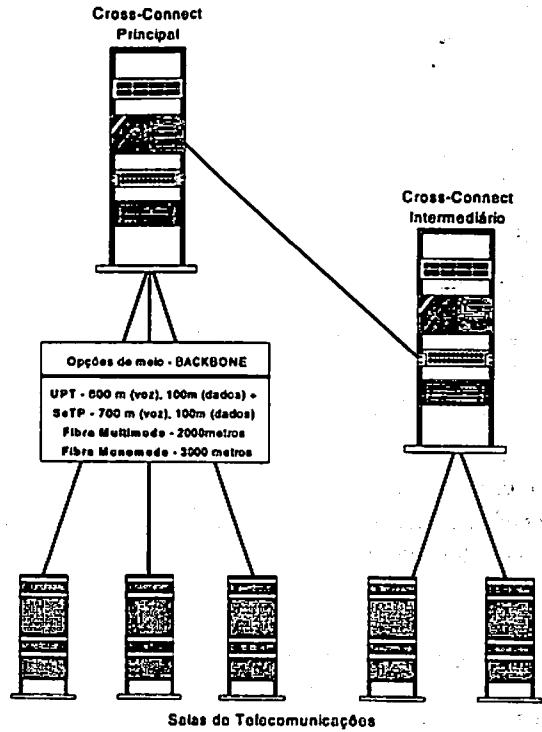


Figura 6-2: Estrutura funcional da norma 568B.

6.7.1 Meios de transmissão normalizados para o Cabeamento Vertical

- cabo par trançado não blindado (UTP) de 100 Ohms, sendo:
 - 800m para voz (máximo);
 - 100m para dados (máximo);
- cabo par trançado blindado (ScTP) de 100 Ohms;
- fibras ópticas multimodo 62.5/125µm ou 50/125µm(568 B.3);
- fibras ópticas monomodo (3000m máximo).

Todo hardware de conexão que utiliza cabos UTP e fibras ópticas dentro do sistema de Cabeamento Vertical deverá estar de acordo com os requerimentos da norma ANSI/EIA/TIA 568B.

3.8 Salas de Telecomunicações

As Salas de Telecomunicações fornecem diferentes funções para o sistema de cabeamento e são freqüentemente tratados como um subsistema distinto dentro da hierarquia do sistema de cabeamento estruturado.

6.8.1 Desenho e projeto

A norma ANSI/EIA/TIA 569A define as especificações de projeto para as Salas de Telecomunicações.

6.8.2 Funções das Salas de Telecomunicações

Uma Sala de Telecomunicações pode ter muitas funções, como:

- servir de ponto de terminação do sistema de Cabeamento Horizontal, incluindo as terminações mecânicas, como painéis de distribuição (*patch panels*), blocos de conexão, etc.;
- servir como ponto de conexão entre o Cabeamento Vertical e o Cabeamento Horizontal independente do tipo de cabo e envolvendo hardware compatível;
- fornecer um ambiente controlado para abrigar os equipamentos de telecomunicações e hardware de conexão que podem abrigar, dentre outros dispositivos, gabinetes que alojam emendas de fibras ópticas;
- alojar os blocos de conexão (*cross-connects*) do Cabeamento Horizontal e do Cabeamento Vertical (*backbone*), permitindo a distribuição de serviços às tomadas de comunicação da Área de Trabalho;
- conter os blocos de conexão principal ou intermediário para diferentes porções do Cabeamento Vertical (*backbone*);
- atuar como ponto de conexão entre os Cabeamentos Verticais, quando estiverem conectando dois prédios (*interbuilding*);
- ser usado para se comportar como ponto de administração central em topologias físicas, como estrela ou anel;
- receber os equipamentos de proteção que atuarão em todo o sistema.

6.8.3 Considerações práticas para a Sala de Telecomunicações

- deve ser observada qualquer possibilidade de tensão ou avaria dos cabos nas Salas de Telecomunicação a fim de evitar o comprometimento de desempenho dos mesmos;
- evitar colocar os cabos onde os dutos estejam congestionados. 40% de ocupação é considerado o máximo de congestionamento em um duto;
- os gerenciadores de cabos devem ser compatíveis com os cabos aos quais eles se aplicam.

Existem duas formas básicas de se terminar os cabos nas salas de telecomunicações:

40

- 1) **Interconnection** – configuração mais utilizada para redes de dados.
- 2) **Cross-connect** – configuração muito utilizada para cabeamento tradicional de telefonia.

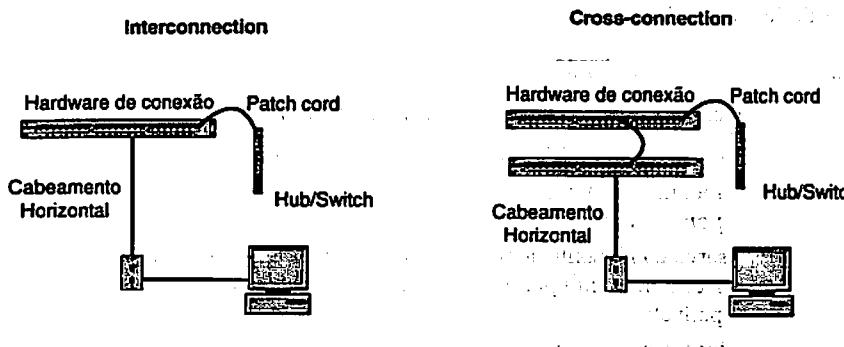


Figura 6-3: Na configuração *interconnection*, a terminação dos cabos na Sala de Telecomunicação é um *patch panel* utilizado como centro de distribuição. Na configuração *cross-connect*, além do *patch panel*, é utilizado um conjunto de bloco de conexão, como forma a permitir uma manobra intermediária.

6.9 Cabeamento Horizontal

O Cabeamento Horizontal fornece a interligação entre a Área de Trabalho e os *cross-connects* (*patch panels* ou blocos de conexão) na Sala de Telecomunicações. Ele inclui os cabos horizontais, as tomadas na Área de Trabalho, a terminação mecânica e os *patch cables* localizados na Sala de Telecomunicações e na Área de Trabalho.

O Cabeamento Horizontal contém a maior quantidade de cabos individuais em um sistema estruturado. Esse cabeamento é muito pouco acessível, já que, após a sua colocação, o esforço para efetuar mudanças é extremamente alto e afeta diretamente o usuário da rede. Estes fatores fazem com que a escolha, o *layout* e os cabos utilizados no Cabeamento Horizontal sejam elementos de fundamental importância no projeto dos sistemas de cabeamento. A seguinte lista de sistemas e serviços deve ser considerada na utilização do Cabeamento Horizontal:

- serviços de voz;
- equipamentos de serviços de telecomunicações;
- equipamentos de comunicação de dados;
- redes locais;
- outros serviços de telecomunicações como sistemas de segurança, sistemas de videoconferência, sensores, etc.

Três tipos de cabos são reconhecidos para uso no sistema de Cabeamento Horizontal:

- cabos UTP de 4 pares de 100 Ohms ou ScTP;
- cabos de fibra óptica multimodo com 2 fibras de 62/125µm.

Obs: O cabo coaxial de 50 Ohms foi considerado fora da norma na versão da norma ANSI/EIA/TIA 568B.

6.9.1 Distâncias para o Cabeamento Horizontal

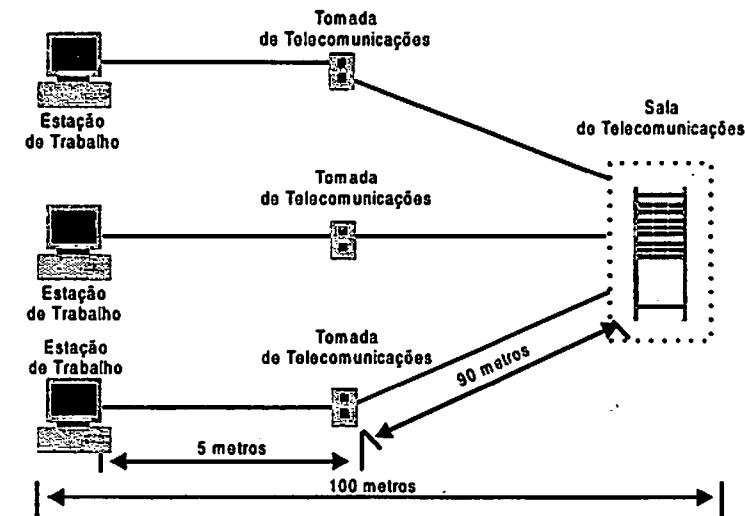


Figura 6-4: Distâncias para o Cabeamento Horizontal.

Além dos 90m definidos para o Cabeamento Horizontal, 10m são reservados para a Área de Trabalho e a Sala de Telecomunicações, sendo 5m permitidos para os *jumper cables* (que interligam as tomadas de telecomunicações às estações) e 5m permitidos para os *patch cables* (que interligam os *patch-panels* aos equipamentos eletrônicos de comunicação). Cada tomada de telecomunicação na Área de Trabalho deverá ter, no mínimo, duas conexões fêmeas, sendo que uma necessariamente deve ser RJ 45. As tomadas de telecomunicações podem ser:

- 1 tomada 4 pares UTP e/ou
- 1 tomada de fibra óptica e/ou
- 1 tomada RJ 11.

As tomadas devem ser RJ45 com 8 pinos configurados conforme a norma 568A ou 568B.

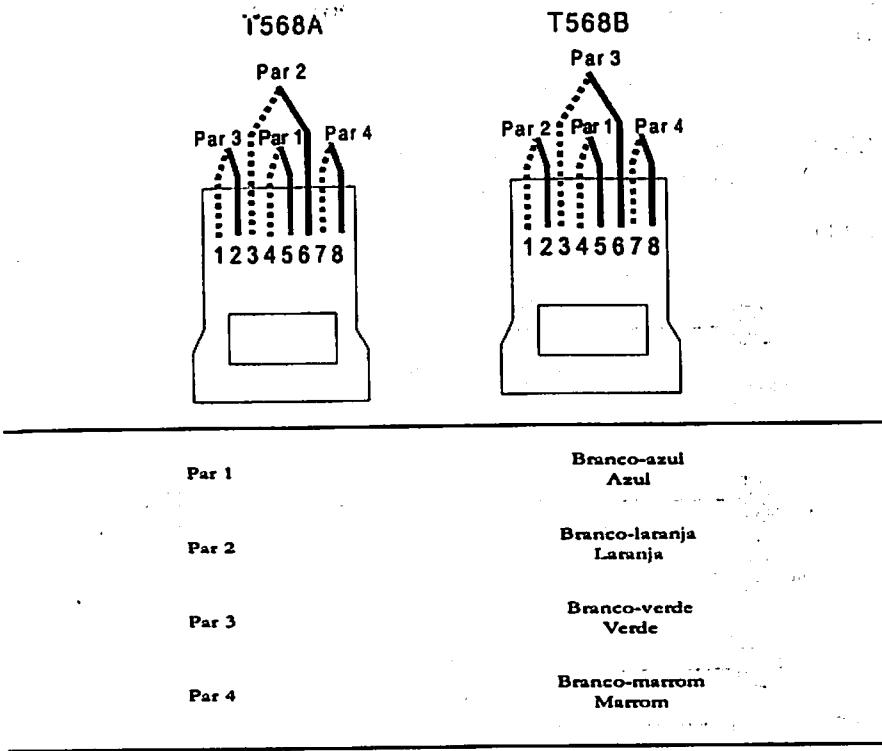


Figura 6-5: Especificação de pinagem dos conectores RJ45 conforme a norma EIA/TIA 568A.

6.10 Área de Trabalho

A Área de Trabalho consiste do cabeamento e componentes necessários para conectar qualquer terminal de dados às tomadas. Os componentes utilizados nessa área se estendem da tomada de telecomunicação até os terminais e os equipamentos utilizados na Área de Trabalho e são designados de tal forma que adições de novas estações e mudanças de *layout* sejam feitas facilmente. Podemos utilizar os seguintes componentes para Área de Trabalho: computadores, telefones, fax, modems, etc. Algumas considerações podem ser feitas para essa área:

- os cabos utilizados na Área de Trabalho (*jumper cables*) devem ter, no máximo, 5m;
- pode-se usar vários tipos de adaptadores na Área de Trabalho, como *baluns* e conectores de telefonia;
- pode-se usar vários tipos de conectores nas tomadas de telecomunicações da Área de Trabalho, como conectores ST/SC para fibras ópticas e conectores RJ45 para cabos UTP/ScTP;

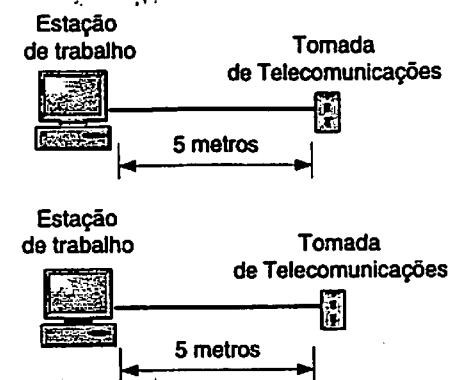


Figura 6-6: Distância da estação de trabalho às tomadas de telecomunicações.

- o conector padronizado para uso em cabos de fibra óptica é o conector SC. Entretanto, se já existe uma base instalada, pode-se continuar utilizando conectores ST. As tomadas para fibras ópticas deverão ser capazes de terminar, no mínimo, duas fibras ópticas em adaptadores SC ou ST. Também devem ser capazes de armazenar no seu interior 1m de fibra óptica nua para uso ou manutenção futura. Outros estilos de conectores podem ser considerados.

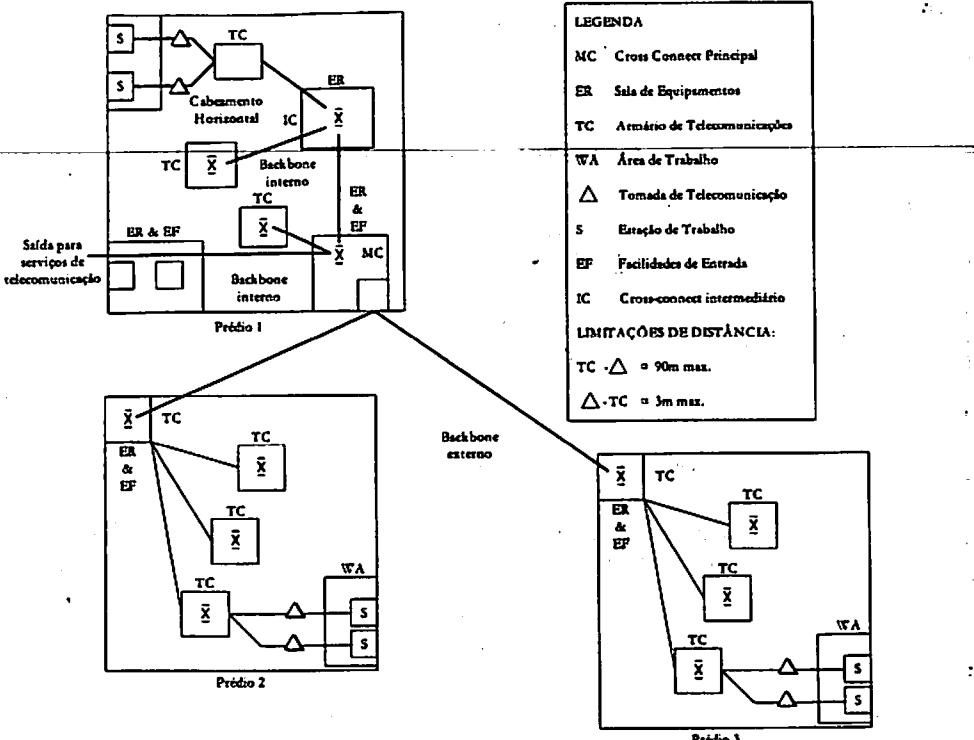


Figura 6-7: Sistema de telecomunicação típico utilizando a norma EIA/TIA 568A.

Capítulo sete

Norma 569A – padrões para caminhos e espaços em edifícios comerciais



Ao final deste capítulo, você estará apto a:

- Entender o que é a norma ANSI/EIA/TIA 569A.
- Entender os principais subsistemas da norma ANSI/EIA/TIA 569A.
- Descrever detalhadamente cada subsistema.

Este capítulo trata da norma ANSI/EIA/TIA 569A, no qual entenderemos como construir a infra-estrutura para sistemas de cabeamento estruturado.

7.1 Especificações da infra-estrutura dos caminhos e espaços para o sistema de cabeamento estruturado

Os padrões definidos pela norma ANSI/EIA/TIA 569A permitem que a criação e as mudanças estruturais efetuadas em um edifício sejam desenhadas e implementadas a fim de acomodar as necessidades de seus ocupantes. A norma ANSI/EIA/TIA 569A reconhece três conceitos fundamentais relativos aos edifícios comerciais:

- os edifícios são dinâmicos, ou seja, mudanças e reestruturações são comuns durante sua vida útil;
- os sistemas de telecomunicações, equipamentos, softwares e meios físicos de comunicação de dados e voz dos edifícios também são dinâmicos e mudam sempre. Esta norma reconhece este fato especificando sistemas que sejam independentes dos fabricantes;
- as estruturas dos sistemas de telecomunicações nos edifícios são: voz, dados de controle ambiental, segurança, áudio, vídeo, dispositivos de controle e de alarme, etc.

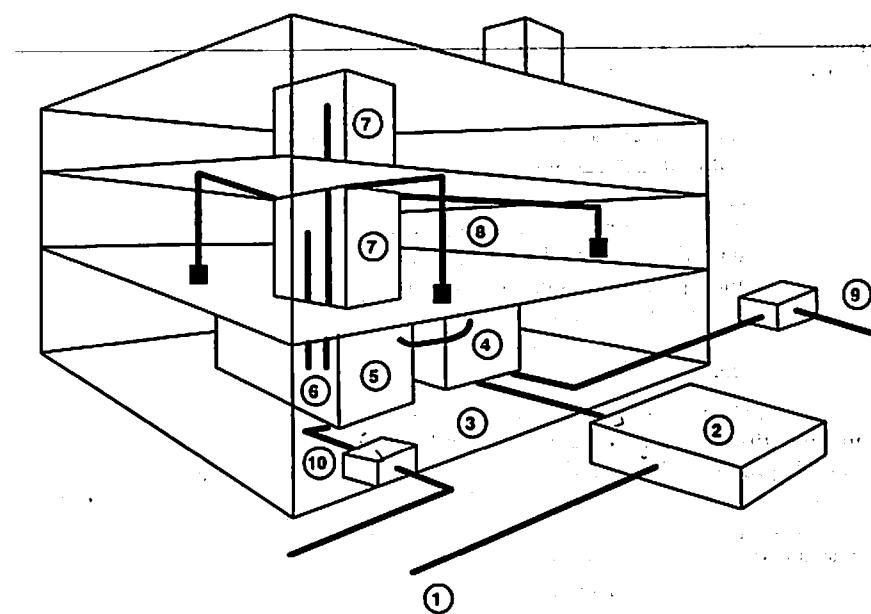
Esta norma reconhece que, para se ter um sistema que atenda a demanda de qualquer tipo de serviço com sucesso, a infra-estrutura deve ser incorporada durante a fase de projeto de uma edificação. Ela define os padrões de estruturas de dutos e espaços dos serviços de telecomunicações para que sua utilização seja dedicada ao maior número possível de serviços, e não apenas voz e dados. A norma ANSI/EIA/TIA 569A segue, basicamente, as seguintes premissas:

- ela é limitada aos aspectos de telecomunicação do projeto e construção de um edifício e engloba as considerações aplicadas dentro e entre eles;
- ela cobre dutos, meios de transmissão, espaços e áreas para terminação de cabos e instalação dos equipamentos de telecomunicações;
- ela influencia o desenho de outros serviços, como rede elétrica e sistemas de ar condicionado, bem como de todo o espaço para uma infra-estrutura de telecomunicação totalmente funcional.

Os elementos da norma ANSI/EIA/TIA 569A definem e incluem a infra-estrutura física para a construção dos caminhos e espaços, bem como a estrutura de dutos para as seguintes áreas:

- Sala de Equipamentos;
- Conexão entre edifícios;
- Entrada de antenas;
- Entrada de serviços;
- Cabeamento Vertical;
- Área de Trabalho;
- Salas de Telecomunicações;
- Cabeamento Horizontal.

7.2 Diagrama esquemático da norma ANSI/EIA/TIA 569 A



- 1. Conduite de Telecomunicações
- 2. Caixa de Telecomunicações
- 3. Conduite de Facilidade de entrada
- 4. Facilidade de entrada de Telecomunicações
- 5. Sala de equipamentos de Telecomunicações
- 6. Backbone vertical
- 7. Sala de Telecomunicações
- 8. Cabeamento horizontal
- 9. Backbone entre prédios
- 10. Facilidades de entrada elétrica

Figura 7-1: Diagrama esquemático do cabeamento vertical.

7.3 Facilidades de Entrada

As Facilidades de Entrada definem as dimensões e os tipos de dutos que abrigam os cabos que levam os serviços de telecomunicações para o edifício. É neste ponto que está a infra-estrutura e os dutos que servem ao sistema de antenas, à Sala de Equipamentos e ao Cabeamento Vertical. As Facilidades de Entrada devem estar localizadas o mais próximo possível da Sala de Equipamentos.

Obs: Todas as considerações sobre obras, projetos e tipos de dutos para as Facilidades de Entrada devem ser utilizadas conforme os padrões indicados pelas concessionárias locais. Utilizaremos as especificações disponíveis nas recomendações da Telebrás.

Para a estrutura de entrada são utilizadas caixas de distribuição chamadas de Distribuidor Geral (DG), conforme Figura 7-2.

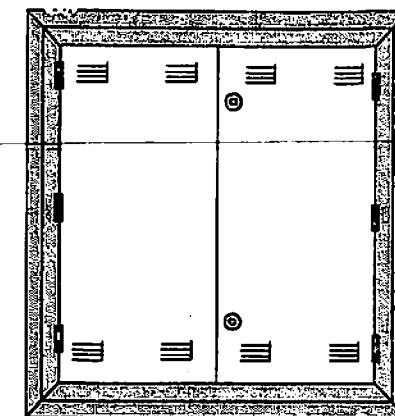


Figura 7-2: Exemplo de um DG.

Os DGs podem ser caixas metálicas de 1 ou 2 portas, que são utilizadas para passagem dos cabos das linhas telefônicas e outros serviços, como linhas dedicadas e fibras ópticas fornecidas pela concessionária local. Podemos utilizar três tipos de DGs.

7.3.1 Caixas de distribuição

São caixas onde os blocos de conexão contendo os serviços internos de telefonia são instalados. Na Figura 7-3 temos um exemplo desse tipo de caixa.

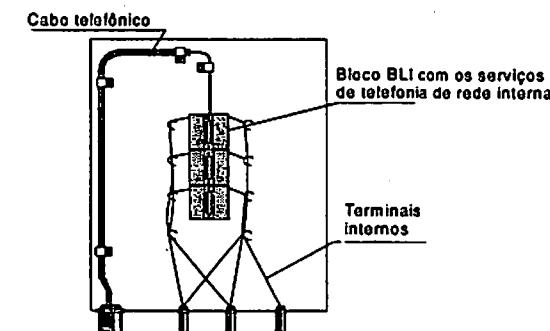


Figura 7-3: Exemplo de uma caixa de distribuição.

7.3.2 Caixas de DG

São utilizadas para instalação dos cabos externos, como linhas telefônicas, fibras ópticas e serviços de telecomunicações fornecidos pela concessionária. A Figura 7-4 ilustra uma caixa de DG.

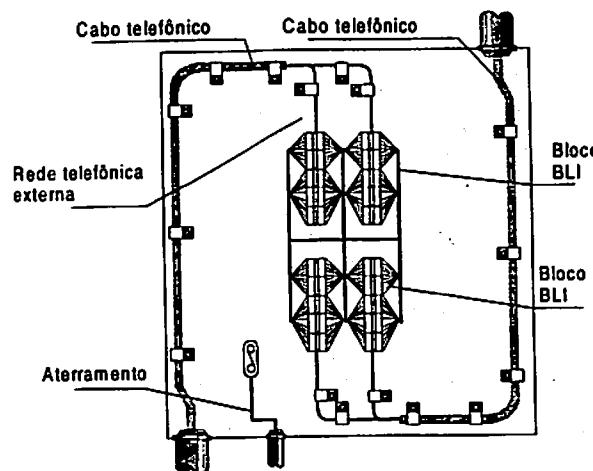
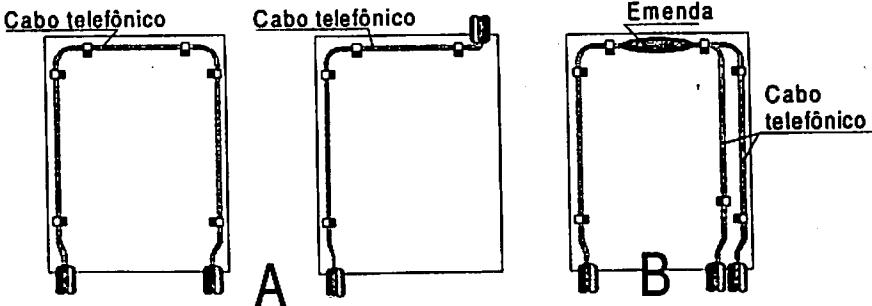


Figura 7-4: Exemplo de uma caixa de DG.

7.3.3 Caixas de passagens

São utilizadas somente para passagem de cabos e, como mostra a Figura 7-5, podem ser: (A) caixas de passagem direta e, (B) caixas de passagem com derivação: (que também pode abrigar uma emenda).



Figuras 7-5: Caixas de passagem. A figura A é uma caixa de passagem direta e a figura B é uma caixa de passagem com derivação.

7.3.4 Símbologia

A símbologia e as dimensões das caixas utilizadas para a infra-estrutura de entrada estão na Tabela 7-1. As dimensões são referenciadas através de uma numeração padronizada de acordo com a Tabela 7-2.

| DESCRÍÇÃO | EM PLANTA | EM ESQUEMÁTICO VERTICAL |
|---|-----------|-------------------------|
| Caixa de distribuição geral | | |
| Caixa de distribuição | | |
| Caixa de passagem (direta ou com derivação) | | |

Tabela 7-1: Símbologias das caixas de entrada.

| CAIXAS | Altura | Largura | Profundidade | (mm) |
|--------|--------|---------|--------------|------|
| Nº 1 | 10 | 10 | 5 | |
| Nº 2 | 20 | 20 | 12 | |
| Nº 3 | 40 | 40 | 12 | |
| Nº 4 | 60 | 60 | 12 | |
| Nº 5 | 80 | 80 | 12 | |
| Nº 6 | 120 | 120 | 12 | |
| Nº 7 | 150 | 150 | 12 | |
| Nº 8 | 200 | 200 | 20 | |

Tabela 7-2: Dimensões das caixas de entrada.

7.4 Infra-estrutura para os pontos de entrada de um edifício

Deve ser fornecido um ponto de entrada para os cabos de serviços que chegam ou saem de um edifício. Nesse ponto de entrada deve ser considerado:

- o tipo e uso do edifício;
- seu provável crescimento;

- dificuldade para colocar mais pontos de entrada;

- entradas alternativas;

- o tipo e tamanho dos cabos utilizados.

Existem, basicamente, quatro métodos básicos de caminhos para utilização como infra-estrutura para o sistema de cabos, são eles: caminhos para cabos subterrâneos, caminhos para cabos diretamente enterrados, caminhos para cabos aéreos e caminhos utilizando túneis.

7.4.1 Caminhos para cabos subterrâneos

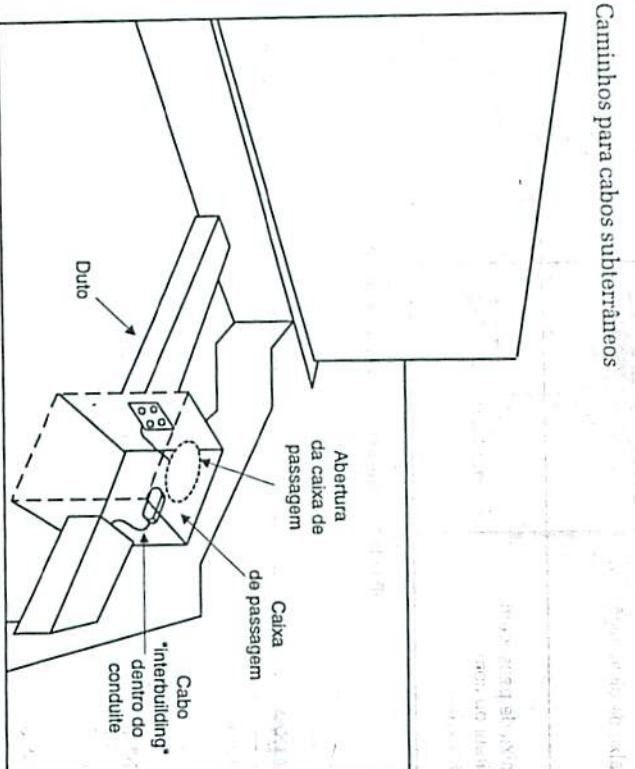


Figura 7-6: Caminhos para cabos subterrâneos.

Uma rota subterrânea é considerada um componente da Facilidade de Entrada. Para planejamento de rota subterrânea, deve-se considerar o seguinte:

- as limitações ditadas pela topografia;
- a graduação da rota subterrânea para permitir drenagem formal;
- a ventilação a fim de evitar acumulação de gases;
- o tráfego de veículos, para determinar a espessura da camada que cobre a rota e se a mesma deve ou não ser de concreto;

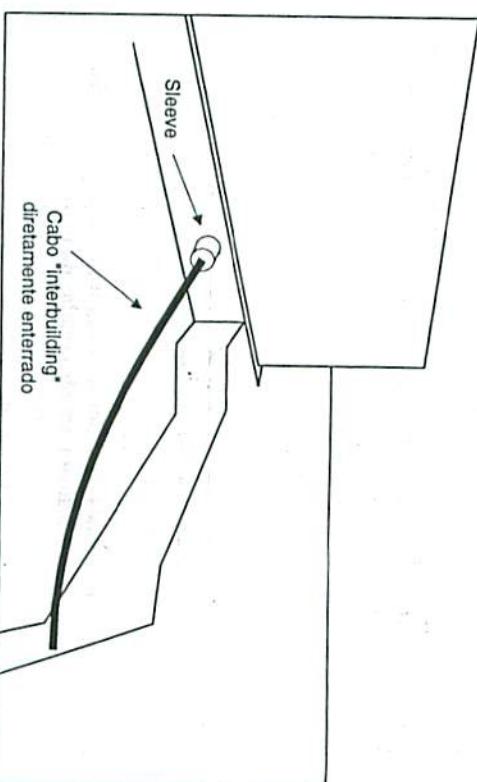


Figura 7-7: Caminhos para cabos diretamente enterrados.

Uma rota diretamente enterrada é considerada um componente da Facilidade de Entrada em que os cabos de telecomunicações são completamente cobertos pela terra. O enterro direto de cabos de telecomunicações é realizado por escavamento, perfuração ou utilização de sonda. É importante considerar a existência de jardins, cercas, árvores, áreas pavimentadas e outras possíveis áreas dessa natureza quando for selecionada uma direção para a rota de cabos diretamente enterrados.

- as rotas subterrâneas consistidas por condutões, dutos e cochos, possivelmente incluindo poços de inspeção;

- curvas não são recomendadas em rotas subterrâneas; se forem necessárias, não deve haver mais do que duas curvas de 90°;

- todos os conduites devem ter 100mm e podem ser de PVC, aço ou fibra de vidro.

7.4.2 Caminhos para cabos diretamente enterrados

7.4.3 Caminhos para cabos aéreos

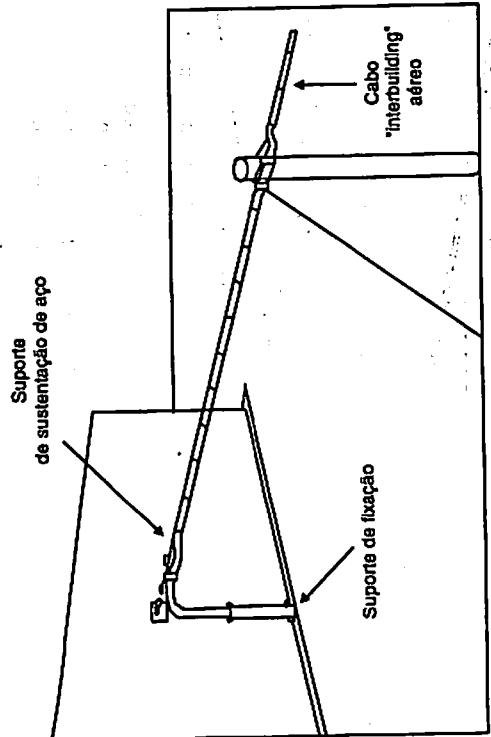


Figura 7-8: Caminhos para cabos aéreos.

Uma rota aérea é considerada um componente da Facilidade de Entrada.

Nestes casos, a facilidade consiste em pólos, cabos auto-sustentáveis e sistema de suporte. Algumas considerações devem ser observadas no uso de caminhos para cabos aéreos:

- a aparência em relação a edifícios e áreas próximas;
- os códigos aplicáveis;
- uma separação muito bem definida entre a rede elétrica e o leito das estradas;
- a proteção mecânica;
- o número de cabos envolvidos.

7.4.4 Caminhos utilizando túneis

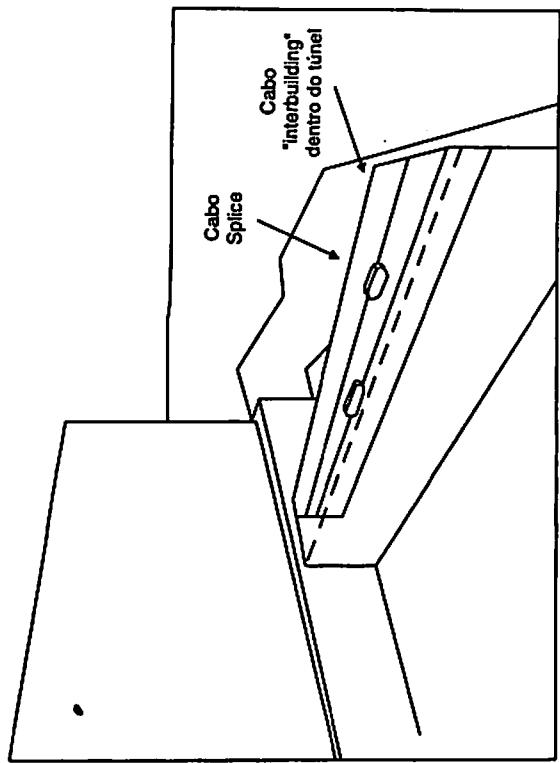


Figura 7-9: Caminhos utilizando túneis.

Túneis proporcionam rotas conduzidas por conduites, bandejas, fiação elétrica ou auto-sustentação. A localização das rotas em um túnel deve ser projetada para permitir acessibilidade, bem como separação de outros serviços.

7.5 Sala de Equipamentos

A Sala de Equipamentos é, essencialmente, uma sala de telecomunicações, de onde todos os serviços saem. Na Sala de Equipamentos ficam os PBXs, as proteções de tensão, os equipamentos ativos de redes, como servidores, e deve, portanto, estar próxima às facilidades de entrada.

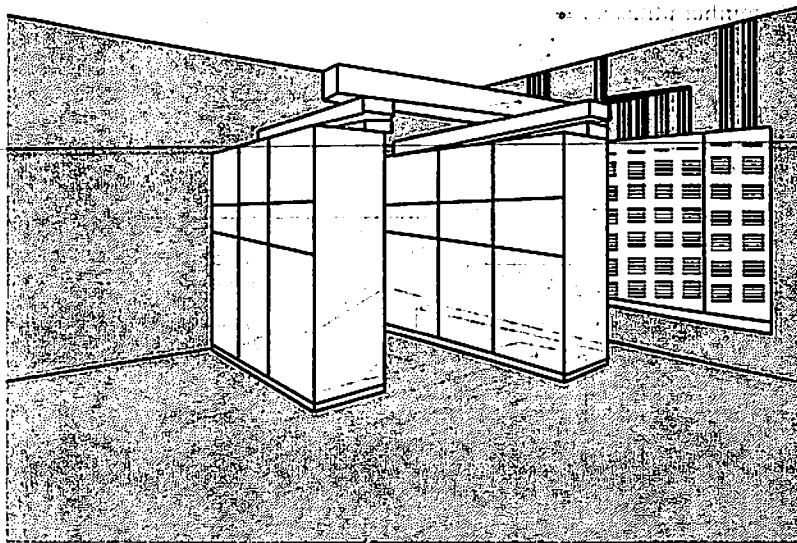


Figura 7-10: Sala de Equipamentos.

7.5.1 Localização

A Sala de Equipamentos deve estar localizada em uma área que permita expansões futuras e seja acessível para a movimentação de equipamentos de grande porte. Ela não deve estar em locais com restrição de expansão, como próxima a elevadores e paredes divisórias.

7.5.2 Interferência eletromagnética

A Sala de Equipamentos deve ficar longe de fontes de interferências eletromagnéticas, como motores, transformadores, transmissores de rádio, radares e equipamentos de Raio X. O valor máximo do nível de interferência eletromagnética para uma sala de equipamentos deve ser em torno de 3,0V/m.

7.5.3 Tamanho da Sala de Equipamentos

A Sala de Equipamentos deve ser ajustada para atender aos requisitos dos dispositivos que compõem a sala, como racks, servidores, painéis, nobreaks, etc. O projeto de uma Sala de Equipamentos deve permitir uma ocupação não uniforme do edifício. A prática recomenda fornecer 0,07m² de espaço da Sala de Equipamentos para cada 10 m² de espaço utilitário do piso (áreas de trabalho). Se a densidade da Área de Trabalho aumentar, deve-se providenciar mais espaço na Sala de Equipamentos. Edifícios com vários inquilinos podem ter uma única Sala de Equipamentos alojando equipamentos de todos os inquilinos, ou cada inquilino pode ter uma Sala de Equipamentos individual dedicada ao seu próprio equipamento. Edifícios especiais como hospitais e hotéis devem calcular a área da Sala de Equipamentos baseados no número de Áreas de Trabalho e não na área utilizável do andar. As dimensões da Sala de Equipamentos devem seguir a Tabela 7-3:

| Estações de trabalho | Área (m ²) |
|----------------------|------------------------|
| Até 100 | 14 |
| de 100 a 400 | 37 |
| de 401 a 800 | 74 |
| de 801 a 1200 | 111 |

Tabela 7-3: Dimensões de área X estações de trabalho.

Deve ser considerado para a Sala de Equipamentos:

- o tamanho mínimo da Sala de Equipamentos deve ser de 14m²;
- equipamentos de controle de energia, como nobreaks e UPS de até 100KVA, podem ser instalados na sala de equipamentos. Para potências maiores do que 100KVA, utilizar uma sala separada;
- um duto de, no mínimo, 1¼" deve estar disponível para interligar a Sala de Equipamentos ao ponto central do aterramento;
- iluminação de, pelo menos, 50Lux;
- sistemas de ar condicionado devem estar disponíveis 24 horas por dia, 365 dias por ano. Se o edifício não puder manter a operação contínua destes dispositivos, equipamentos alternativos podem ser utilizados.
- a temperatura da Sala de Equipamentos deve estar em aproximadamente 18 graus Celsius, com 30 a 55% de umidade relativa;
- o piso de acesso deve ser composto por painéis modulares suportados por pedestais com ou sem fortificações;
- é necessário projetar o piso para cada tipo e número de áreas de trabalho. Penetrações podem localizar-se em qualquer lugar do piso de acesso. Saídas de serviço não devem localizar-se em áreas de tráfego ou qualquer área em que possam causar risco aos ocupantes.

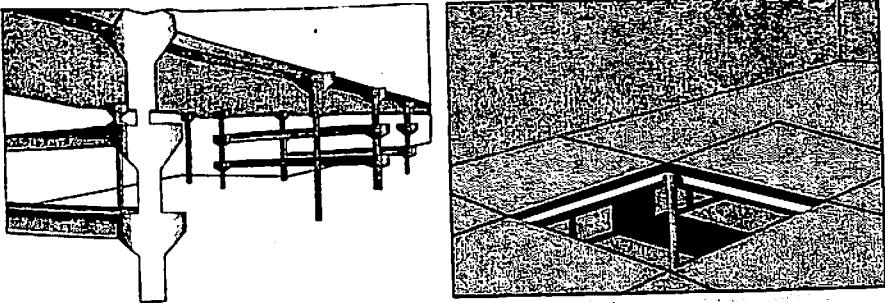


Figura 7-11: Exemplo da estrutura utilizada nas Salas de Equipamentos.

7.6 Cabeamento Vertical

Define-se como infra-estrutura do Cabeamento Vertical aquela que suporta e protege o cabeamento que interliga a Sala de Equipamentos às Salas de Telecomunicações, entre pavimentos ou edifícios. São definidos dois tipos de infra-estrutura para o Cabeamento Vertical.

7.6.1 Interno

Também chamado de “*Intrabuilding*” é a infra-estrutura para os caminhos e espaços que se estende das Facilidades de Entrada à Sala de Equipamentos e a Sala de Telecomunicações.

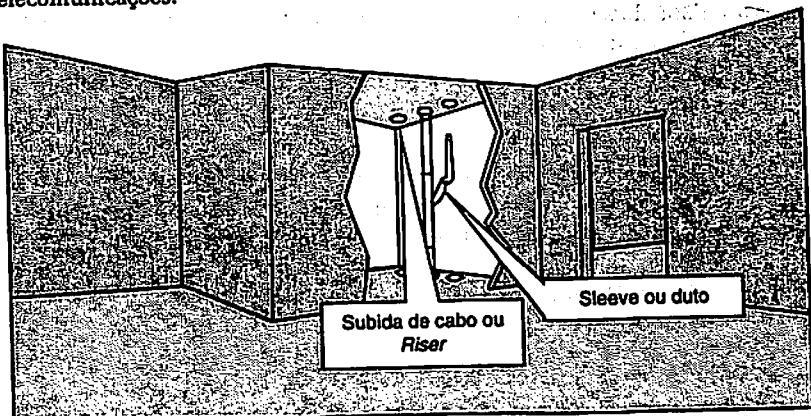


Figura 7-12: Exemplo de Cabeamento Vertical interno.

Pode existir um ou mais dutos destinados à infra-estrutura do Cabeamento Vertical dentro de um edifício. Essa infra-estrutura geralmente é fornecida pelo duto vertical e/ou horizontal da Sala de Telecomunicações.

7.6.2 Externo

Conhecido como “*Interbuilding*” é a infra-estrutura responsável pela interligação de edifício em um campus. Consiste de caminhos e espaços que podem ser enterrados, aéreos ou cabos diretamente enterrados.

Deve ser considerado para o Cabeamento Vertical:

- os dutos para o Cabeamento Vertical e a maneira como eles são instalados e aterrados devem estar de acordo com a norma ANSI-J-STD-607-A;
- os dutos para o Cabeamento Vertical não devem ser instalados em poços de elevadores;
- quando as Salas de Telecomunicações não estiverem posicionadas verticalmente e de maneira simétrica, dutos adicionais devem ser providenciados para interligá-los;
- deve-se disponibilizar um duto de 100mm para cada 5.000m² de área servida pelo Cabeamento Vertical;
- todos os dutos do Cabeamento Vertical devem ser protegidos contra fogo.

7.7 Cabeamento Horizontal

A infra-estrutura para os caminhos horizontais estende-se da Sala de Telecomunicações até a Área de Trabalho. Existe uma variedade muito grande de opções de dutos que podem ser utilizados. A infra-estrutura pode ser composta de diversos componentes, incluindo canaletas suspensas, canaletas aparentes, eletro-calhas, etc.

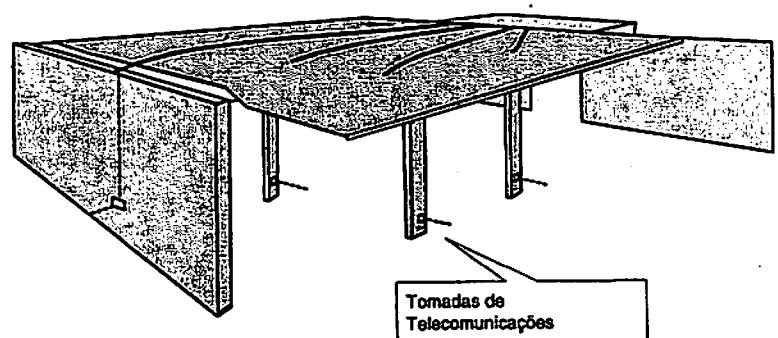


Figura 7-13: Exemplo de Cabeamento Horizontal.

Algumas considerações para esse tipo de cabeamento:

- a infra-estrutura para o Cabeamento Horizontal deve ser projetada para utilizar dutos que possam suportar todos os tipos de cabos de telecomunicações, como cabos de telefone, dados, vídeo, etc.
- de uma maneira geral, os dutos devem ser dimensionados assumindo que cada estação de trabalho é servida por até três cabos e que cada Área de Trabalho ocupa 10m² de espaço útil.

- Se os dutos que transportam dados e eletricidade estiverem juntos, eles devem ter uma divisão física entre eles.

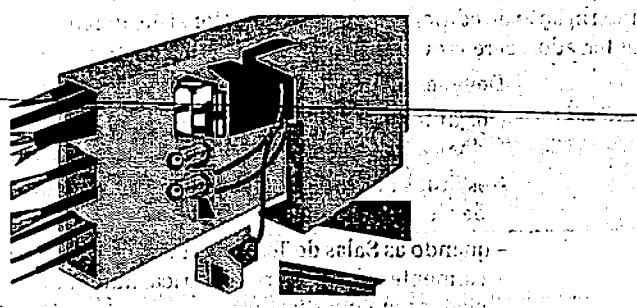


Figura 7-14: Exemplo de separação física entre dutos.

7.8 Área de Trabalho

A Área de Trabalho é o espaço onde os usuários trabalham com os equipamentos de telecomunicação. É importante que esta área seja projetada de modo a abrigar o ocupante e todos os equipamentos necessários.

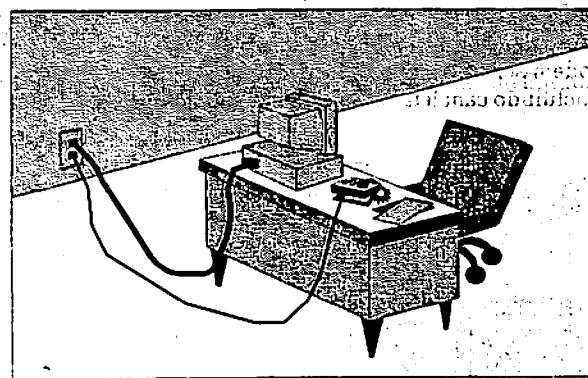


Figura 7-15: Área de trabalho.

A tomada de telecomunicação é o ponto no qual o equipamento se conecta ao sistema de distribuição, que consiste de dutos, espaços e o cabeamento propriamente dito. Deve ser instalada, no mínimo, uma tomada de telecomunicação por Área de Trabalho, para ser usada pelos serviços como telefone, rede, etc. Vários tipos de tomadas de telecomunicação podem ser usadas, desde tomadas multimídia (que têm opções de conectores de fibra óptica) até frames adaptadores que se encaixam nas tomadas convencionais.

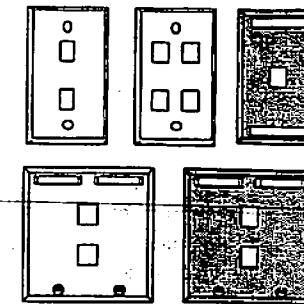


Figura 7-16: Exemplo de tomadas de telecomunicações.

7.8.1 Considerações sobre a Área de Trabalho

- as tomadas de telecomunicações devem ser bastante flexíveis;
- é bom pensar em divisórias ou baías que suportem cabeamento estruturado;
- dutos específicos devem ser fornecidos a partir das Salas de Telecomunicações ou Sala de Equipamentos a fim de fornecer serviços para todas as áreas;
- o mínimo de uma tomada por área de serviço deve estar disponível;
- cada Área de Trabalho pode ter até 10m² de área utilizável.

7.9 Salas de Telecomunicações

As Salas de Telecomunicações contêm equipamentos de telecomunicações, terminações e cabos. É um ponto de transição entre os dutos destinados a servir o Cabeamento Vertical e o Cabeamento Horizontal. As Salas de Telecomunicações devem estar próximas ao centro da área que será atendida.

7.9.1 Considerações sobre as Salas de Telecomunicações

- o tamanho das Salas de Telecomunicações pode ser baseado na Tabela 7-4, para uma área de trabalho de 10m².

| Área servida | Tamanho mínimo [m] |
|--------------|--------------------|
| 500 | 3 x 2,2 |
| 800 | 3 x 2,8 |
| 1000 | 3 x 3,4 |

Tabela 7-4: Área servida X tamanho mínimo.

- gabinetes adicionais serão necessários se a área a ser servida ultrapassar a 1.000m²;
- gabinetes fixados às paredes devem ser considerados se a área for menor que 100m²;
- gabinetes tipo armário (racks) devem ser utilizados quando a área estiver entre 100 e 500m²;
- o espaço destinado as Salas de Telecomunicações deve ser de uso exclusivo dos dispositivos de telecomunicações, não sendo permitido seu compartilhamento por outros serviços.

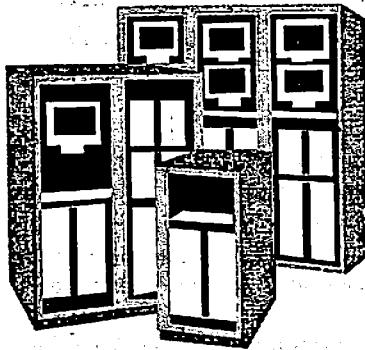


Figura 7-17: Racks para equipamentos.

- o tamanho mínimo da porta deve ser de 900mm de largura por 2000mm de altura;
- tomadas de força com circuitos elétricos dedicados devem estar disponíveis.

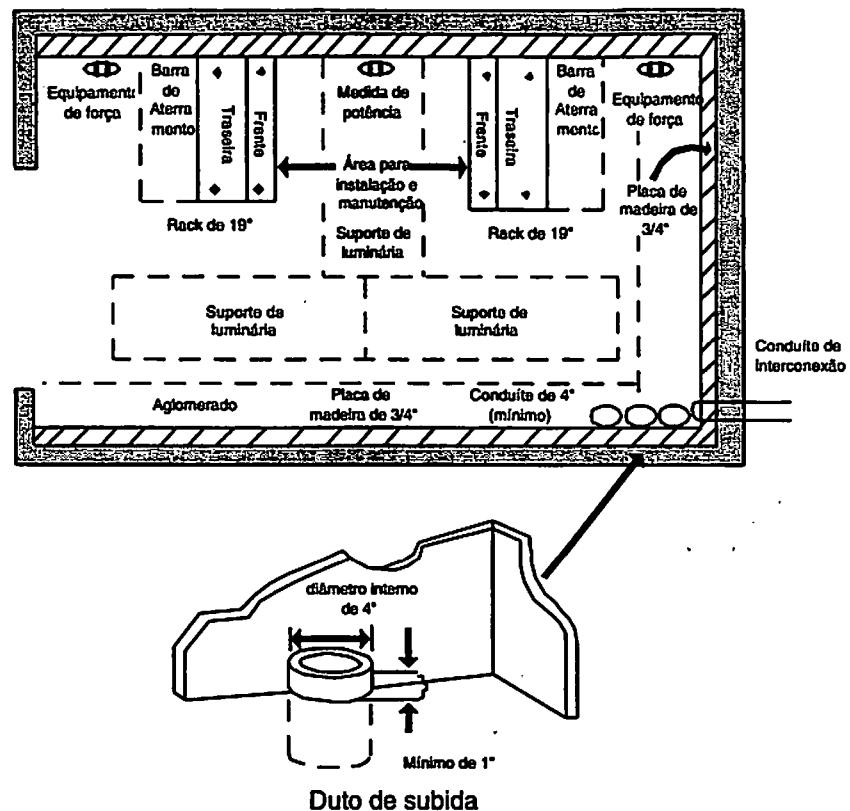


Figura 7-18: Facilidades de entrada para os escritórios.

- o nível de iluminação deve ser de, no mínimo, 50Lux.
- Deve existir, no mínimo, uma parede coberta com madeira para permitir a fixação de hardware de conexão.

Capítulo oito

A norma ANSI/EIA/TIA 606-A

Ao final deste capítulo, você estará apto a:

- 8
- Entender o que é a norma ANSI/EIA/TIA 606A.
 - Entender quais itens de administração esta norma abrange.
 - Entender os cinco conceitos básicos para administração de um projeto de cabeamento.

Neste capítulo apresentaremos a norma ANSI/EIA/TIA 606A que trata da organização e administração dos sistemas de cabeamento estruturado.

8.1 A norma ANSI/EIA/TIA 606-A

Os edifícios modernos requerem uma infra-estrutura de telecomunicação efetiva para suportarem uma grande variedade de serviços que tratam do transporte eletrônico da informação. A infra-estrutura pode ser entendida como uma coleção de componentes que possibilitam o transporte básico para a distribuição de todas as informações dentro dos edifícios. A administração da infra-estrutura de telecomunicações inclui documentação de cabos, hardware de conexão e terminação, cross-connects, conduites, dutos, Salas de Telecomunicações e outros espaços destinados ao uso de telecomunicações. A presente norma substitui a primeira edição da ANSI/EIA/TIA 606, originalmente publicada em agosto de 1993.

A administração pode ser efetuada por sistemas manuais ou computadorizados. Devido à complexidade dos ambientes de telecomunicações atuais, a administração pode ser efetivamente melhorada através do uso de sistemas baseados em computadores. A administração deve ser conduzida não apenas para suportar as aplicações tradicionais de voz, dados e imagens, mas para suportar também outros sistemas de informações, incluindo segurança, áudio, alarmes e gerenciamento de energia. O propósito desta norma é possibilitar a utilização de um esquema de administração padronizado, que seja independente de aplicação e que possa ser alterado sempre que necessário ao longo da vida útil de um edifício.

8.2 Classes de Administração

Quatro classes de administração são especificadas pela norma ANSI/EIA/TIA 606A a fim de atender aos diversos graus de complexidade presentes na infra-estrutura de telecomunicações. A determinação das classes leva em conta o tamanho e a complexidade da infra-estrutura.

8.2.1 Classe 1

Apresenta as necessidades de administração para prédios servidos por uma única Sala de Equipamentos. Esta sala é a única a ser administrada e não há outras Salas de Telecomunicações, Cabeamento Vertical ou Cabeamento Externo para serem administradas. Caminhos não precisam ser administrados.

8.2.2 Classe 2

Apresenta as necessidades de administração de um único prédio ou de um único inquilino que é servido por um ou múltiplos espaços de telecomunicações (uma Sala de Equipamentos com uma ou mais Salas de Telecomunicações). A administração de classe 2 inclui todos os elementos administrados pela classe 1, mais identificadores de cabeamento de backbone, sistemas de aterramento e de bloqueio de chamas. A administração de caminhos e espaços é opcional.

8.2.3 Classe 3

A administração de classe 3 especifica as necessidades de um campus, incluindo seus edifícios e elementos de planta externa. Inclui todos os elementos da administração de classe 2, além de identificadores para prédios e cabeamento do campus.

8.2.4 Classe 4

A administração de classe 4 especifica as necessidades de um sistema multi-sites. Inclui todos os elementos da classe 3, além de um identificador para cada site e identificadores opcionais para elementos inter-campus, tais como conexões WAN.

8.3 Identificadores associados por classe

A norma recomenda o uso de identificadores com o formato proposto na Tabela 8-1 abaixo. Cada elemento, segundo à classe requerida, deve ser identificado usando esse padrão.

Identificadores de classe 4 devem seguir as regras de identificação de classe 3, com exceção das regras que se aplicam ao bloco de backbone. O bloco de backbone deve ser identificado com uma combinação de caracteres alfanuméricos que identificam o tipo de backbone, o endereço do prédio e o número de backbone. Exemplo: **ts_1-ts_2-n-d** (onde ts_1 é o endereço do prédio, ts_2 é o tipo de backbone e n-d é o número de backbone).

O bloco de backbone deve ser identificado com uma combinação de caracteres alfanuméricos que identificam o tipo de backbone, o endereço do prédio e o número de backbone. Exemplo: **ts_1-ts_2-n-d** (onde ts_1 é o endereço do prédio, ts_2 é o tipo de backbone e n-d é o número de backbone).

O bloco de backbone deve ser identificado com uma combinação de caracteres alfanuméricos que identificam o tipo de backbone, o endereço do prédio e o número de backbone. Exemplo: **ts_1-ts_2-n-d** (onde ts_1 é o endereço do prédio, ts_2 é o tipo de backbone e n-d é o número de backbone).

O bloco de backbone deve ser identificado com uma combinação de caracteres alfanuméricos que identificam o tipo de backbone, o endereço do prédio e o número de backbone. Exemplo: **ts_1-ts_2-n-d** (onde ts_1 é o endereço do prédio, ts_2 é o tipo de backbone e n-d é o número de backbone).

O bloco de backbone deve ser identificado com uma combinação de caracteres alfanuméricos que identificam o tipo de backbone, o endereço do prédio e o número de backbone. Exemplo: **ts_1-ts_2-n-d** (onde ts_1 é o endereço do prédio, ts_2 é o tipo de backbone e n-d é o número de backbone).

| IDENTIFICADOR | DESCRIÇÃO DO IDENTIFICADOR | CLASSE DE ADMINISTRAÇÃO | | | |
|--|--|-------------------------|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ts | Espaço de Telecomunicação | R | R | R | R |
| ts-en* | Link horizontal | R | R | R | R |
| ts-TMGB | Barra principal de aterramento de Telecomunicação | R | R | R | R |
| ts-TGB | Barra de aterramento de Telecomunicação | R | R | R | R |
| ts ₁ /ts ₂ -n** | Cabo de backbone (cabeamento vertical) do edifício | R | R | R | R |
| ts ₁ /ts ₂ -n-d | Backbone do prédio de fibra óptica | R | R | R | R |
| ts-TLSn***(h) | Localização do bloco de chamas | R | R | R | R |
| (b ₁ ,ts ₁)/(b ₂ ,ts ₂)n**** | Cabo do backbone do campus | R | R | | |
| (b ₁ ,ts ₁)/(b ₂ ,ts ₂)-n-d | Par de backbone do campus de fibra óptica | R | R | | |
| b | Edifício | R | R | | |
| e | Campus ou site | R | R | | R |

I - Caractere numérico identificando o andar do prédio ocupado pelo espaço de Telecom.

II - Caractere alfa identificando unicamente o espaço de Telecom no andar I, ou a área do edifício onde esse espaço está localizado.

a - Um ou dois caracteres alfa que identificam unicamente um patch panel simples, um grupo de patch panels com portas numeradas sequencialmente, um conector IDC (bloco punch-down), ou grupo de conectores IDC, servindo como parte de cross-connect horizontal.

a* - De dois a quatro caracteres numéricos que designam a porta de um patch panel, ou a seleção de um conector IDC onde um cabo de 4 pares horizontal está terminado no espaço de Telecom.

TMGB - Porção de um identificador que designa uma barra principal de aterramento de Telecomunicação.

TGB - Porção de um identificador que designa uma barra de aterramento de Telecom.

ts₁ - Identificador de espaço de Telecom onde se encontra uma terminação do cabo de backbone.

ts₂ - Identificador de espaço de Telecom onde se encontra outra terminação do cabo de backbone.

n** - Um ou dois caracteres alfa-numéricos que identificam um cabo simples com uma terminação nos espaços de Telecom designados pelo ts₁ e a outra terminação no espaço de Telecom designado pelo ts₂.

ts₁/ts₂-n - Identificador do cabo de backbone (cabeamento vertical) do edifício.

d - De dois a quatro caracteres numéricos que identificam um par de cobre simples ou uma fibra óptica simples.

FSL - Identificador que se refere a localização do bloco de chamas.

n*** - De dois a quatro caracteres numéricos que identificam uma localização de bloco de chamas.

h - Um caractere numérico que especifica o coeficiente do sistema de bloco de chamas.

b₁,ts₁ - Identificador do edifício e identificador do espaço de Telecom para o espaço de Telecom no qual o cabo de backbone está terminado.

b₂,ts₂ - Identificador do edifício e identificador do espaço de Telecom para o espaço de Telecom no qual o outro cabo de backbone está terminado.

n**** - Um ou dois caracteres alfa-numéricos que identificam um cabo simples com uma terminação nos espaços de Telecom designados pelo b₁,ts₁ e a outra terminação no espaço de Telecom designado pelo b₂,ts₂.

(b₁,ts₁)/(b₂,ts₂)-n - Identificador do cabo de backbone do campus.

b - Um ou mais caracteres alfa-numéricos que identificam um edifício simples.

c - Um ou mais caracteres alfa-numéricos que identificam um campus ou site.

Tabela 8-1: Identificadores agrupados por classe

8.4 Escopo

Esta seção especifica os requerimentos administrativos da infra-estrutura de telecomunicação dentro de um edifício ou planta, contendo diversos serviços de telecomunicações integrados. As áreas da infra-estrutura a serem administradas são mostradas na Figura 8-1 e incluem:

- as terminações para os meios de telecomunicações localizados nas Áreas de Trabalho, Salas de Telecomunicações, Salas de Equipamentos e Facilidades de Entrada;
- os espaços onde as terminações estão localizadas;
- os componentes elétricos e de aterramento aplicados às telecomunicações;
- os elementos de bloqueio de propagação de chamas.

Esta norma também especifica os requerimentos para, coleta, organização e apresentação dos dados e a forma como são construídos os projetos (*as-built*). A fim de possibilitar a administração através de sistemas computadorizados, este capítulo serve como uma plataforma de parâmetros para o projeto e para o desenvolvimento de sistemas automatizados que possam ser necessários para o gerenciamento de sistemas de telecomunicações de grande porte. Ele não cobre a administração de equipamentos ativos ligados às tomadas de telecomunicações nas áreas de trabalho, bem como equipamentos ativos que pretendem servir aplicações determinadas. Entretanto, ele pode ser útil para ser utilizado como diretriz para esquemas de aplicações e equipamentos específicos.

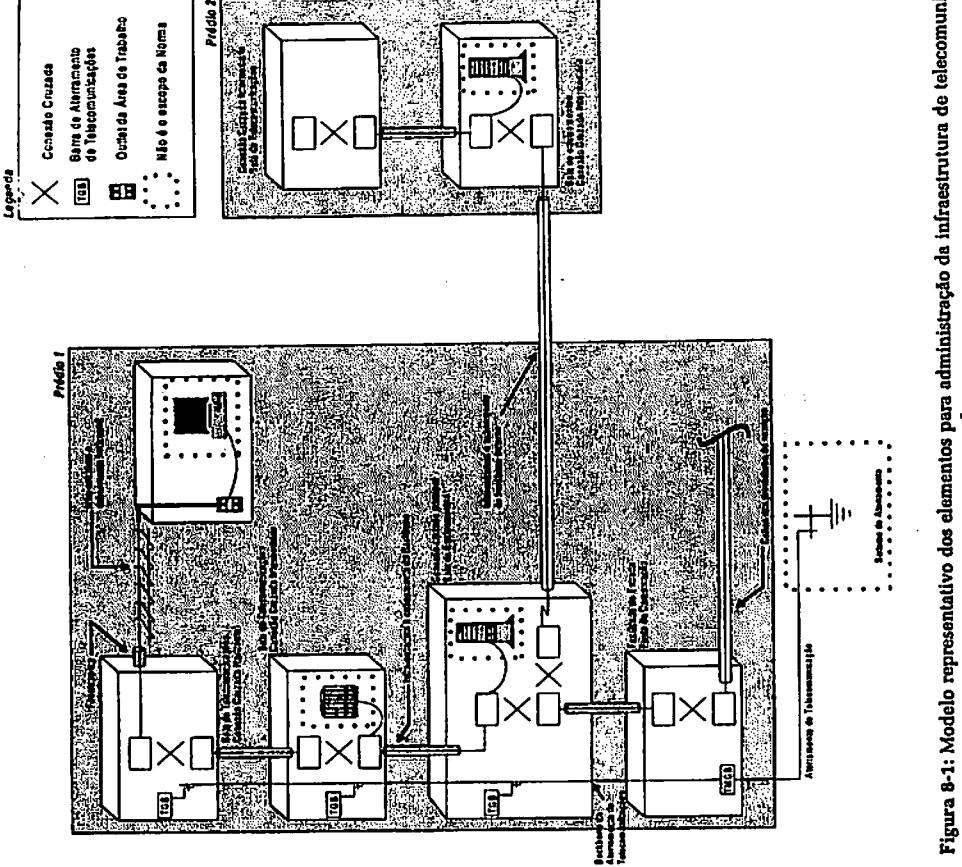


Figura 8-1: Modelo representativo dos elementos para administração da infra-estrutura de telecomunicação. As seções seguintes especificam detalhadamente esses conceitos. A Tabela 8-1 resume os requisitos mínimos para vários elementos que compõem os dutos, espaços, sistemas de cabeamento e aterramento.

8.4.1 Objetivo

Apresentar os conceitos básicos para administração da infra-estrutura de telecomunicação. As seções seguintes especificam detalhadamente esses conceitos. A Tabela 8-1 resume os requisitos mínimos para vários elementos que compõem os dutos, espaços, sistemas de cabeamento e aterramento.

| | REGISTRO | INFORMAÇÃO REQUERIDA | LINKS REQUERIDOS |
|------------------------|------------------------|--|---|
| CAMINHOS E ESPAÇOS | CAMINHO | <ul style="list-style-type: none"> - Identificador de caminho. - Tipo do caminho. | <ul style="list-style-type: none"> - Registro de cabos. - Registro de espaço. - Registro de caminhos. - Registro de aterramento. |
| | ESPAÇO | <ul style="list-style-type: none"> - Identificador de espaço. - Tipo de espaço. | <ul style="list-style-type: none"> - Registro de caminho. - Registro de cabo. - Registro de aterramento. |
| FIAÇÃO | CABO | <ul style="list-style-type: none"> - Identificador do cabo. - Tipo do cabo. | <ul style="list-style-type: none"> - Registro de posição de terminação. - Registro de emenda. - Registro de caminho. - Registro de aterramento. |
| | HARDWARE DE TERMINAÇÃO | <ul style="list-style-type: none"> - Identificador do hardware de terminação. - Tipo de hardware de terminação. | <ul style="list-style-type: none"> - Registro de posição de terminação - Registro de emenda - Registro de aterramento |
| | POSIÇÃO DE TERMINAÇÃO | <ul style="list-style-type: none"> - Identificador de posição de terminação. - Tipo de posição de terminação. - Código de usuário. | <ul style="list-style-type: none"> - Registro de cabos. - Outros registro de posição de terminação. - Registro de hardware de terminação. |
| | EMENDA | <ul style="list-style-type: none"> - Identificador de emenda. - Tipo de emenda. | <ul style="list-style-type: none"> - Registro de cabos. - Registro de espaço. |
| ATERRAMENTO E PROTEÇÃO | TMGB | <ul style="list-style-type: none"> - Identificador TMGB. - Tipo de barra de proteção. - Identificador de condutor de aterramento. | <ul style="list-style-type: none"> - Registro de condutor de proteção. - Registro de espaço. |
| | CONDUTOR DE PROTEÇÃO | <ul style="list-style-type: none"> - Identificador do condutor de proteção. - Tipo do condutor. - Identificador da barra de proteção. | <ul style="list-style-type: none"> - Registro . - Registro de caminho. |
| | TGB | <ul style="list-style-type: none"> - Identificador da barra de proteção. - Tipo da barra de proteção. | <ul style="list-style-type: none"> - Registro de espaço. - Registro de condutor de proteção. |

Tabela 8-2: Resumo dos elementos de registro.

8.4.2 Componentes do sistema de administração

« A norma ANSI/EIA/TIA 606A especifica seis componentes essenciais dentro do sistema de administração, são eles: identificadores, etiquetas, registros, relatórios, desenhos e ordens de serviços. A estruturação básica deste esquema pode ser observada na Figura 8-2. »

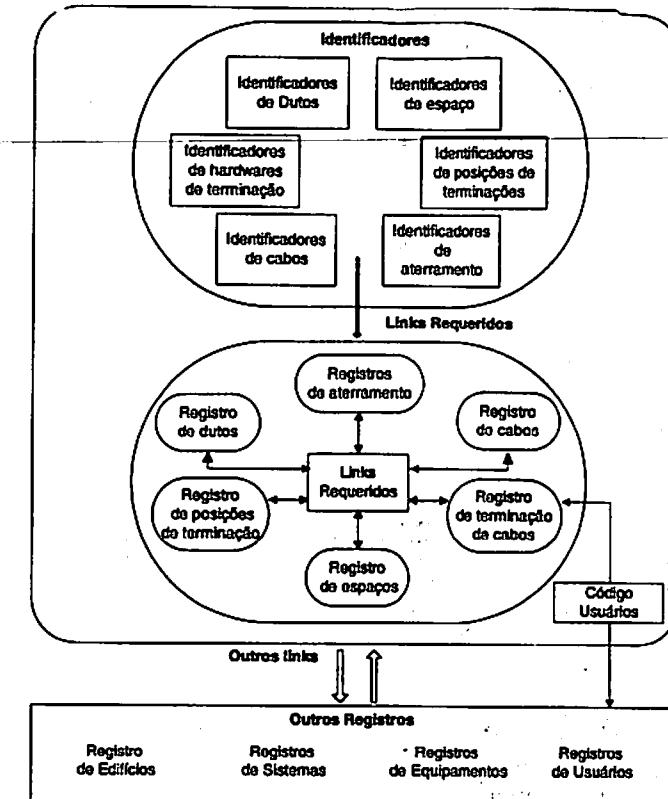


Figura 8-2: A concepção de identificadores e registros.

8.4.3 Identificador

« Um identificador é um número único (ou combinação de caracteres alfanuméricos), relacionado com cada elemento dentro da infra-estrutura de telecomunicações. Os identificadores permitem que estes elementos estejam unidos com seus registros correspondentes.

- cada identificador é relacionado com um elemento da infra-estrutura de telecomunicação e deve ser único;
- os identificadores podem ou não possuir códigos que identifiquem posições, edifícios, salas, etc.

Na Figura 8-3, podemos destacar:

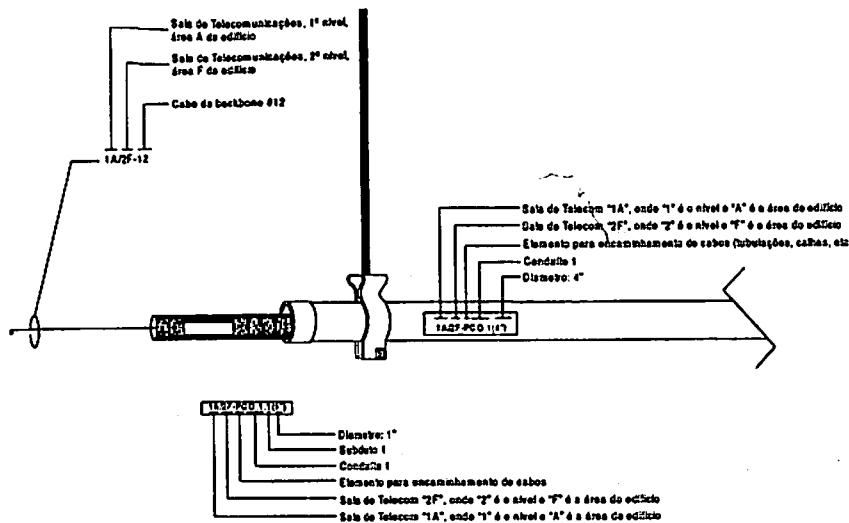


Figura 8-3: Exemplo da utilização de identificadores conforme a norma ANSI/EIA/TIA 606A.

8.4.4 Etiquetas

As etiquetas são elementos físicos nos quais os identificadores são aplicados nos elementos dentro da infra-estrutura de telecomunicação.

- a identificação deve ser efetuada de uma das duas formas: as etiquetas devem estar seguramente fixadas no elemento a ser administrado ou o elemento deve ser identificado por si só;
- a norma que regulamenta as etiquetas é a UL 969. Pode-se utilizar etiquetas para identificação combinadas com códigos de cores;
- todas as etiquetas devem ser impressas por um dispositivo mecânico (equipamentos identificadores ou impressores).

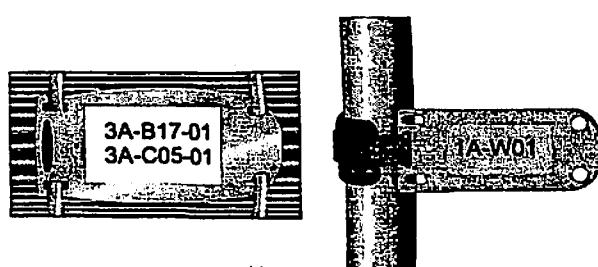


Figura 8-4: Exemplos de etiquetas.

3.4.5 Registro

Um registro é um conjunto de informações sobre ou relacionadas a um elemento específico da infra-estrutura de telecomunicação. Os registros são os elementos onde todas as informações dos identificadores estão armazenadas. A Tabela 8-2 identifica o registro do cabo 1A-B47.

| Horizontal Link Record | 1A-B47 |
|------------------------------|---|
| Cable type | 4-pair, UTP, Cat 5e, plenum, (mtr.) pn: W-123456 |
| Location of work area outlet | Room 125 |
| Outlet connector type | 8-position modular, T568A, (mtr.) pn: Z-123456 |
| Cable length | 51m, 154ft |
| Cross-connect hardware type | 48-port modular patch panel, T568A, Cat 5e, (mtr.) pn: X-123456 |
| Service record of link | Installed and tested by ABC Cabling, 1/12/01; reterminated at cross-connect 4/22/01 due to broken wire and retested, by technician Bill Sykes |

| Optional information | |
|---|---|
| Location of test results | Site DB: universalexport.mdb |
| Location of outlet within room or office | center of north wall |
| Color code on work area outlet | blue icon |
| Other work area outlet connectors in the same faceplate | B-48, W8 |
| Faceplate configuration | single gang, four port, one port with blank, telco ivory, (mtr.) pn: Y-123456 |
| Position of outlet connector on faceplate | top |
| Pathway to outlet | fisheable wall |
| Presence of MUTOA | No |
| Presence of CP | No |
| Equipment circuit using this link | PBX extensão #123 |
| Current user name | Max Headroom |

Tabela 8-2: Concepção de registro para o cabo 1A-B47.

8.4.6 Relatórios

Os relatórios apresentam as informações provenientes de vários registros da infra-estrutura de telecomunicação. Eles devem ser gerados a partir de um simples conjunto de registros ou de múltiplos registros interligados entre si. Os relatórios devem ser gerados para apresentar as informações de diversas maneiras, facilitando a administração da infra-estrutura de cabeamento.

8.4.7 Desenhos

Os desenhos devem ser utilizados para ilustrar a infra-estrutura de telecomunicação. Os desenhos conceituais ilustram o projeto proposto para a infra-estrutura, enquanto os desenhos de instalação documentam a infra-estrutura a ser instalada. Os desenhos mais importantes são aqueles que documentam todos os dutos e espaços, tão bem quanto o sistema de cabeamento.

8.4.8 Ordens de serviços

As ordens de serviço documentam as operações necessárias para implementar as mudanças que afetam a infra-estrutura de telecomunicação. As ordens de serviço não apenas documentam as mudanças a serem efetuadas pelos instaladores, mas também fornecem as informações necessárias para as alterações nos registros apropriados dentro do sistema de administração. Um sistema de administração apropriado contém e utiliza todos os componentes acima, que devem ser aplicados aos elementos-chave da infra-estrutura de telecomunicação. Os elementos-chave da infra-estrutura de telecomunicação devem ter identificadores associados. Dentro da administração do sistema de cabeamento, os elementos-chave são: cabos, hardware de conexão, posição das terminações, emendas, dutos e espaços.

8.5 Administração do sistema de cabeamento

Esta seção descreve os procedimentos para administração de cabos, hardware de conexão, posições das terminações e emendas. Quando cabos, hardware de conexão, posições das terminações ou qualquer elemento do sistema de cabeamento é instalado ou alterado, os identificadores, etiquetas, registros, relatórios e desenhos devem ser criados ou atualizados.

8.5.1 Identificadores de cabos

Um único identificador deve ser assinalado para cada cabo, a fim de servir como uma chave do registro do respectivo cabo. Este identificador deve estar fixado no cabo através de uma etiqueta. Da Figura 8-3 podemos observar que o cabo identificado por 1A/2F-12.

8.5.1.1 Identificação dos cabos

Os cabos que compõem o cabeamento horizontal e o cabeamento vertical devem estar identificados com etiquetas em ambas as extremidades.

8.5.1.2 Registro dos cabos

Como requerimento mínimo, os registros dos cabos devem incluir os identificadores, o tipo do cabo, a posição de terminação, os problemas e/ou disponibilidade dos pares em todos os segmentos de cabos UTP e fibras ópticas. Os *links* para o registro das posições de terminação, emendas, dutos e aterramentos devem ser mantidos; o registro de um cabo deve incluir dados e características técnicas fornecidas pelo próprio fabricante; a data de instalação do cabo deve estar incluída no registro. Ainda de acordo com a Figura 8-3, podemos referenciar o cabo de acordo com a Tabela 8-2.

8.5.2 Identificadores dos hardwares de conexão

Um único identificador deve ser assinalado para cada peça de hardware de conexão para servir como chave do registro do respectivo hardware; por exemplo, 1A-W001 pode ser relacionado com o grupo 1 do cross-connect de terminação do backbone; a identificação deve ser efetuada no próprio hardware de conexão em espaço apropriado.

8.5.2.1 Registro do hardware de conexão

Como requerimento mínimo, os registros dos hardwares de conexão devem incluir os identificadores, o tipo e posições especificadas. As chaves para o registro das posições de terminação, espaços e aterramentos também devem ser mantidos. O registro do hardware de conexão deve identificar cada posição de terminação dentro do hardware.

8.5.3 Identificadores das posições de terminação

Um único identificador deve ser assinalado para cada posição de terminação, a fim de que seja estabelecida a chave para o registro. Geralmente, um identificador de posição de terminação aplica-se a todos os quatro pares em um cabeamento horizontal, enquanto cada par do cabeamento vertical requer um identificador de posição de terminação.

É recomendado que os identificadores do hardware de conexão sejam incorporados dentro do identificador de posição de terminação, a fim de facilitar o link de registros. Por exemplo, se um identificador de hardware é marcado como P001 para o patch panel número 1, o identificador de posição de terminação deve ser P001-01 para o patch panel 1, porta 1.

8.5.3.1 Identificação da posição de terminação

Um identificador único para cada posição de terminação deve estar fixado no próprio hardware de conexão.

8.5.3.2 Registro da posição de terminação

Como requerimento mínimo, o registro da posição de terminação deve incluir o identificador, o tipo, o código do usuário e número de pares do respectivo cabo. As chaves do cabo, a posição de terminação e o espaço devem ser mantidos. O tipo de posição de terminação mencionada aqui refere-se ao tipo de terminação exigida pelo hardware de conexão. Por exemplo, um patch panel que utiliza conectores tipo S110 deve ter em sua posição de terminação o campo identificado como "IDC", enquanto um patch panel óptico deve ter em sua posição de terminação o campo identificado com "SC". Um código de usuário deve ser assinalado à tomada de telecomunicação no seu registro de posição de terminação.

8.6 Relatório de registro de canal

Um relatório de registro de canal deve conter o código do usuário, as posições de terminação associadas e os dados dos cabos, estabelecendo a conectividade a partir da Área de Trabalho até o ponto de conexão no cross-connect principal. As informações para confecção deste relatório devem ser fornecidas a partir de todos os registros do sistema de administração.

8.7 Relatório de cross-connects

Recomenda-se que, para cada espaço onde haja terminações, um relatório listando as conexões e o respectivo espaço esteja disponível. Esse relatório deve documentar as conexões e as interconexões.

8.8 Desenhos

Os desenhos que definem a infra-estrutura do sistema de cabeamento devem ser mantidos em arquivo. Esses desenhos devem mostrar a localização de todas as terminações do Cabeamento Horizontal, incluindo as tomadas de telecomunicações e os cabos que compõem o cabeamento vertical. Os identificadores de cada cabo e respectiva terminação devem estar contidos nos desenhos.

8.9 Ordens de serviço

As ordens de serviço de manutenção do sistema de cabeamento devem ser mantidas em arquivo para manutenção ou mudanças. Os registros afetados pela ordem de serviço devem ser atualizados. Devem estar incluídas nas ordens de serviço informações sobre os identificadores das posições de terminação, quando as mesmas forem relevantes.

8.10 Administração de dutos e espaços

Este item descreve a administração de dutos e espaços de acordo com a especificação da norma ANSI/EIA/TIA 569. Os dutos são apresentados aqui como elementos que suportam todos os tipos de cabos e podem consistir de conduites, esteiras, caneleiras, shafts, etc. Os espaços são especificamente apresentados como lugares que abrigam as terminações e/ou equipamentos ativos.

8.10.1 Identificadores de dutos

Cada duto deve possuir seu próprio identificador, que tem que ser único. Dois dutos distintos não devem ser identificados com a mesma informação. Por exemplo, ES01 (Esteira #1), CD02 (Conduite#2) são tipos de identificadores válidos.

8.10.1.1 Identificação de dutos

Os dutos devem ser identificados igualmente em todas as extremidades localizadas nas Salas de Telecomunicações, Salas de Equipamentos ou nas Facilidades de Entrada. Dutos que formam círculos (ex: esteiras) devem ser identificados em intervalos regulares; recomenda-se que identificações adicionais sejam utilizadas em pontos intermediários, estabelecendo informações como, por exemplo, comprimento do duto.

8.10.1.2 Registro de dutos

São *links* que contêm informações para cada duto, como seu identificador, tipo, disponibilidade máxima de carga e a carga utilizada. Os *links* para o registro dos cabos, registro dos espaços (em ambas as extremidades do duto), derivações e aterramento devem também ser mantidos em registro. O registro de carga de utilização se aplica aos dutos que tenham limitações de peso, como, por exemplo, as esteiras fixadas em teto. Observe que caneleiras e conduites têm disponibilidade de carga limitadas que variam de acordo com o diâmetro e grau de curvatura dos cabos que eles contêm.

8.10.1.3 Relatório de dutos

É recomendado que esteja disponível um relatório sumário listando todos os dados contidos no registro. Este relatório é especialmente útil na expansão do sistema.

8.10.2 Identificadores de espaços

Um identificador único deve ser assinalado para cada espaço, a fim de que se estabeleça a chave para o registro do espaço. Os identificadores de espaço fornecem os *links* necessários para os registros de hardware de conexão e posição de terminação.

8.10.2.1 Identificação de espaços

Todos os espaços devem ser identificados. Uma etiqueta ou qualquer outro tipo de identificação deve estar localizada nas portas de acesso ao espaço a fim de facilitar o acesso da manutenção ou serviço. Por exemplo, a Sala de Telecomunicação número 1, localizado no 3º andar de um edifício administrativo poderia ser identificado como TC0103EA.

8.10.2.2 Registro dos espaços

É recomendado que, no mínimo, o identificador do espaço e o seu tipo sejam registrados. Adicionalmente, todas as chaves dos registros que fazem referências ao respectivo espaço, como registro de dutos, cabos e aterramentos devem compor o mesmo registro.

| Informação requerida | Comentário | |
|-------------------------|------------|--------------------------|
| Identificador de espaço | 3A | Rack nº 3A |
| | Rack | Sala de Telecomunicações |
| | | |

Tabela 8-4: Tabela de identificação.

8.10.2.3 Relatórios de espaços

É recomendado que esteja disponível um relatório listando todos os espaços e suas localidades. Adicionalmente, informações provenientes de outros registros podem ser úteis. Os desenhos relativos aos dutos e espaços utilizados na infra-estrutura devem ser mantidos em arquivo. Estes desenhos devem mostrar a localização e o tamanho dos dutos e espaços, bem como seus respectivos identificadores.

Todas as informações mencionadas acima podem ser incorporadas nos desenhos que mostram os cabos que compõem o sistema. Esta prática permite a consolidação das informações em um único documento.

8.11 Etiquetas e codificação por cores

Este tópico fornece os requerimentos específicos para a construção física de etiquetas e as regras básicas para a codificação e identificação por cores de certos elementos da infra-estrutura de telecomunicação.

8.11.1 Etiquetas

As etiquetas estão divididas em três categorias:

- auto-adesiva;
- inserção e
- outras.

A escolha do tipo adequado de etiqueta para utilização em ambientes diferentes é essencial para manter a qualidade da identificação e minimizar o efeito de degradação da mesma. Existem muitos tipos disponíveis para diferentes tipos de superfície e ambientes. É recomendado que, no momento da escolha, seja considerada a qualidade do material, para que o mesmo seja adequadamente aplicável.

8.11.2 Codificação por cores

O uso de identificadores coloridos pode simplificar a administração de uma instalação e também regular o controle dos dois níveis do sistema de cabamento vertical. As etiquetas de identificação das duas extremidades de um mesmo cabo ou de um mesmoduto devem ser da mesma cor.

8.11.2.1 Esquema de codificação por cores

É recomendado que o seguinte esquema de codificação por cores seja utilizado dentro de um sistema de cabamento estruturado.

- a cor LARANJA deve ser utilizada para identificar o ponto de demarcação (terminação central);
 - a cor VERDE deve ser utilizada para identificar as conexões de rede;
 - a cor VIOLETA deve ser utilizada para identificar os cabos a partir do equipamento ativo (Ex. PABX, LAN, multiplexadores, etc.);
 - a cor BRANCA deve ser utilizada para identificar o primeiro nível de terminação do backbone em um edifício contendo o cross-connect principal;
 - a cor CINZA deve ser utilizada para identificar o segundo nível de terminação do backbone em edifício contendo o cross-connect principal;
 - a cor AZUL deve ser utilizada para identificar as terminações para as estações na Sala de Telecomunicação e Sala de Equipamentos. Esta cor não se aplica a área de trabalho;
 - a cor MARRON deve ser utilizada para identificar as terminações dos cabos do backbone que interligam edifícios;
 - a cor AMARELA deve ser utilizada para identificar as terminações dos circuitos auxiliares, circuitos de segurança, alarme e outros;

- a cor VERMELHA deve ser utilizada para identificar qualquer sistema telefônico;

- em edifícios que não contêm o cross-connect principal, a cor BRANCA deve ser utilizada para identificar o segundo nível da terminação do backbone;

A codificação por cores de cada campo de terminação identificado acima pode ser efetuada através do uso de etiquetas coloridas, ícones, coberturas dos hardwares de conexões, etc.

8.12 Diferenciação dos campos de terminação por categoria de desempenho

Quando cabos de diferentes desempenhos de transmissão são utilizados, eles devem ser terminados em elementos diferentes e devem ter uma etiqueta explicativa ou códigos de cores. Um cabo categoria 3 e outro categoria 5e, por exemplo, a partir da mesma área de trabalho devem ser terminados em diferentes patch panels, onde cada qual deverá ter sua própria identificação de desempenho.

Capítulo nove

ANSI-J-STD-607-A – Norma para aterramento de telecomunicações

9

Ao concluir este capítulo, você entenderá:

- Como utilizar a norma ANSI-J-STD-607-A para planejar e instalar sistemas de aterramento para telecomunicações em edifícios comerciais.
- A função da norma ANSI-J-STD-607-A
- Os 5 subsistemas da norma.
- A descrição de cada subsistema.
- Como aplicar a norma ANSI-J-STD-607-A em um projeto.

Neste capítulo entenderemos quais os procedimentos para aterramento e proteção dos sistemas de cabeamento estruturado utilizando a norma ANSI-J-STD-607-A.

9.1 A norma ANSI-J-STD-607-A (Publicada em outubro de 2002)

Embora os edifícios sejam diferentes em projeto e estrutura, os princípios quanto à especificação dos sistemas de aterramento são os mesmos. A principal função desta norma é a especificação clara de todos os elementos elétricos que compõem o sistema de aterramento de um edifício comercial. Esta norma substitui a primeira edição da ANSI/ELA/TIA 607, originalmente publicada em agosto de 1994.

9.2 Componentes de um sistema de aterramento e proteção

Os sistemas de aterramento que compõem um edifício comercial são compostos de cinco subsistemas:

- 1) Condutor de vinculação para telecomunicação.
- 2) Telecommunications Main Grounding Busbar – TMGB (Barra principal de aterramento para telecomunicações).
- 3) Telecommunications Bonding Backbone – TBB (Backbone vertical para telecomunicações).
- 4) Telecommunications Grounding Busbar – TCB (Backbone vertical para telecomunicações).
- 5) Grounding Equalizer – GE (Equalizador de Aterramento).

9.2.1 Diagrama funcional da norma ANSI-J-STD-607-A

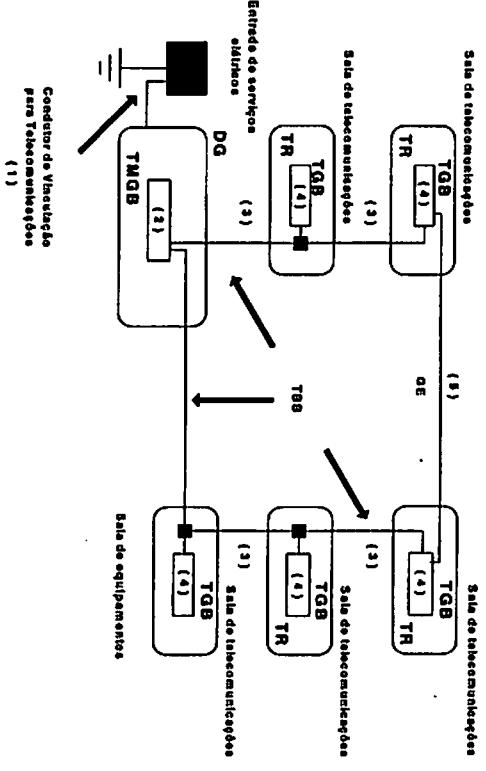


Figura 9-1: Diagrama funcional da norma ANSI-J-STD-607-A.

Estes subsistemas em conjunto com as normas ANSI/ELA/TIA 568B e ANSI/ELA/TIA 569 compreendem toda a estrutura funcional de um sistema de telecomunicações de um edifício moderno.

9.2.2 Considerações que se aplicam a todos os componentes do sistema de aterramento e proteção

- todos os condutores e conectores referenciados nesta norma devem ser aprovados por entidades que realizam testes, como a *Underwriters Laboratories -UL ou National Recognized Testing Laboratory -NRTL*;
- todos os condutores usados para realizar um *link* com outro sistema de aterramento e proteção devem ser confeccionados de cobre e ter isolamento;
- o tamanho mínimo do condutor é de 6AWG;
- condutores de vinculação (*links*) não devem ser colocados em condutados metálicos. Se for necessário, colocar condutores de aterramento e união em condutados metálicos que excedam 1m de comprimento. O condutor deve ser unido a cada extremidade do conduíte, usando buchas ou condutores de, no mínimo, 6AWG.

9.2.3 Etiquetagem

Cada condutor de vinculação deve ser etiquetado, devendo as etiquetas estarem o mais próximo possível do ponto de terminação. As etiquetas não devem ser metálicas. Os condutores de vinculação devem ser verdes ou possuir uma marcação de cor verde.

9.2.3.1 Amostra de etiquetas

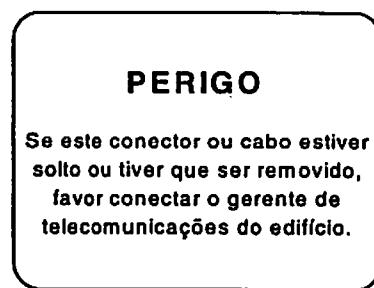


Figura 9-2: Exemplo de uma etiqueta.

9.3 Barra Principal de Aterramento para Telecomunicações – TMGB

A função da TMGB (*Telecommunications Main Grounding Busbar*) é funcionar como uma extensão do eletrodo de aterramento do edifício para a infra-estrutura de telecomunicações. Ela serve também como ponto principal de junção entre as TBBs e os equipamentos de telecomunicação, devendo ser de fácil acesso ao pessoal de serviços. As extensões da TMGB devem ser as TGBs (vistas mais adiante).

9.3.1 Considerações para TMGB

Deve existir pelo menos uma TMGB por edifício; o lugar disponível para a TMGB é onde está localizada a entrada de serviços; a TMGB deve servir os equipamentos de telecomunicação localizados na mesma sala ou espaço.

9.3.2 Descrição da TMGB

Deve ser uma barra de cobre pré-perfurada para os conectores que serão utilizados; é desejável que seja platinada para reduzir a resistência de contato. Caso não seja, deve ser limpa antes de se colocar os condutores; a TMGB deve ter uma dimensão mínima de 6mm de espessura por 100mm de largura, com um comprimento variável, conforme a Figura 9-4:

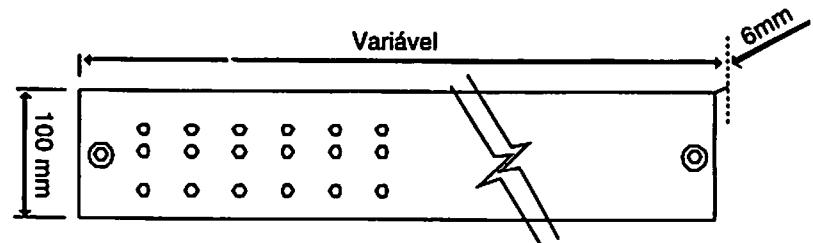


Figura 9-3: Exemplo de uma TMGB.

Deve estar o mais perto possível do painel principal de telecomunicações; deve conectar-se ao painel principal de telecomunicações ou através de sua cobertura metálica.

9.3.3 Conexões da TMGB

Os conectores para o condutor de vinculação de telecomunicações à TMGB devem ser de compressão de duas perfurações e deve utilizar solda exotérmica ou equivalente; a conexão de condutores para unir o equipamento de telecomunicação à TMGB pode usar conectores de compressão por parafuso de uma perfuração, ainda que sejam mais indicados conectores de compressão de duas perfurações; a TMGB deve estar separada e isolada de seu suporte. São recomendados 5cm de separação.

9.3.4 Localizando a TMGB

A TMGB deve ser posicionada visando ter a rota mais reta e estar o mais perto possível dos protetores primários de telecomunicações; o condutor que une os protetores primários a TMGB deve funcionar como condutor de raios e correntes de fuga AC; deve-se manter uma separação mínima de 30cm entre qualquer cabo de potência, de dados e/ou controle ainda que esteja em um co-juite metálico. O diagrama abaixo demonstra a estrutura funcional da norma ANSI-J-STD-607-A.

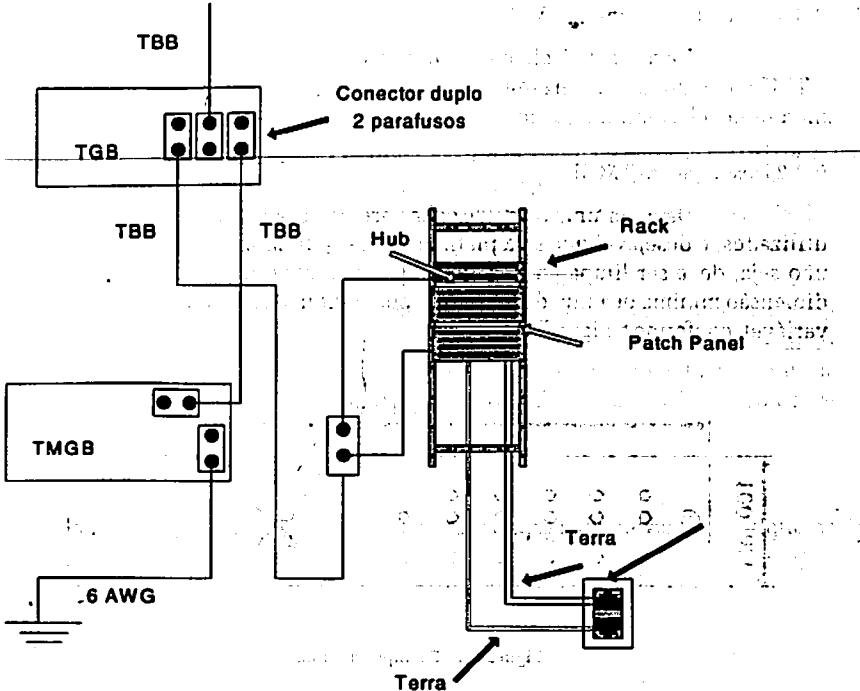


Figura 9-4: Estrutura funcional da norma ANSI-J-STD-607-A

9.4 Condutor de vinculação para telecomunicação

O condutor de vinculação deve unir a TMGB (*Telecommunications Main Grounding Busbar*) ao aterramento do serviço elétrico do edifício.

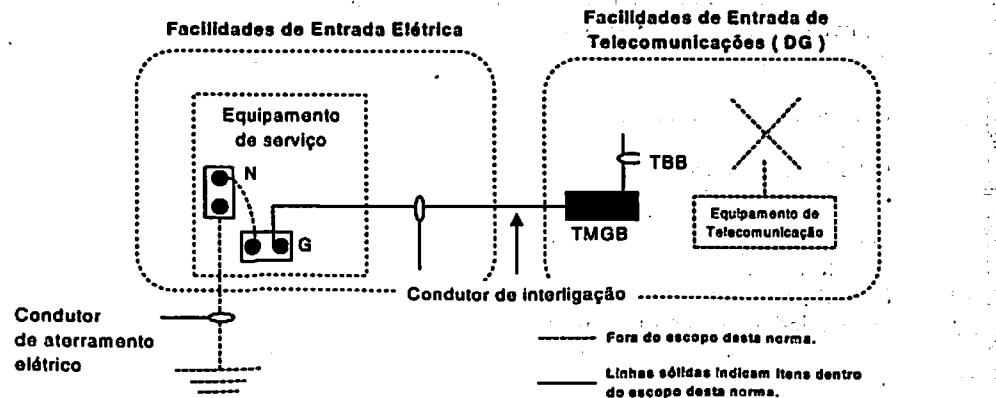


Figura 9-5: Configuração típica da conexão do condutor de interligação.

O condutor de vinculação para telecomunicação é igual ao TBB (*Telecommunications Bonding Backbone*).

9.5 Backbone Vertical para Telecomunicação – TBB

O TBB é um condutor que interconecta todas as TGBs (Barramento de Aterramento para Telecomunicações) com as TMGBs (Barra Principal de Aterramento para Telecomunicações). Sua principal função é reduzir e equalizar as diferenças de potencial entre os sistemas de telecomunicações. O TBB origina-se no TMGB, extendendo-se através do prédio, usando a estrutura física dos caminhos e espaços definidos na norma ANSI/EIA/TIA 569 e se conecta ao TGB em todas as Salas de Telecomunicações e Salas de Equipamentos da edificação. O TBB não está destinado a ser o único condutor a fornecer caminho para a corrente de fuga à terra: já deve existir um sistema de aterramento no edifício para a distribuição elétrica.

9.5.1 Projeto do TBB

As seguintes considerações devem ser feitas para o projeto de um TBB:

- o TBB deve ser consistente com o sistema vertical;
- permitir múltiplos TBBs definidos pelo tamanho do edifício;
- o sistema hidráulico não deve ser usado como TBB;
- a blindagem de cabos não deve ser usada como TBB;
- deve ser usado um condutor de cobre isolado, com bitola de, no mínimo, 6AWG e de 3AWG para tamanho máximo;
- quando dois ou mais TBBs são utilizados em um edifício de vários andares, as TBBs devem unir-se através de um GE no último piso e pelo menos a cada três andares.

9.5.2 Considerações para instalação

Deve-se evitar emendas nos TBBs, mas, caso sejam usadas, elas devem estar localizadas em alguma área de telecomunicação e devem usar conectores de pressão irreversível, solda exotérmica ou equivalente. Os TBBs devem ser protegidos contra danos físicos e mecânicos.

9.6 Barramento de Aterramento para Telecomunicações – TGB

O TGB (*Telecommunications Grounding Busbar*) é o ponto central de conexão comum para os sistemas de telecomunicações e equipamentos usados na Sala de Telecomunicações ou Sala de Equipamentos.

9.6.1 Descrição

Deve ter uma dimensão mínima de 6mm de espessura por 50mm de largura, com comprimento variável, conforme a Figura 9-6:

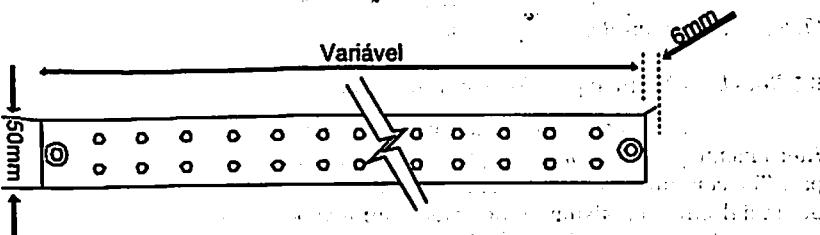


Figura 9-6: Exemplo de um TGB.

É desejável que o TGB seja platinado para reduzir a resistência do contato; caso não seja, deve ser limpo antes que os condutores sejam colocados.

9.6.2 Junções

O condutor de vinculação entre o TBB e o TGB deve ser contínuo e roteado pelo caminho mais curto. Deve estar o mais perto possível do painel principal de telecomunicações e deve também conectar-se ao painel principal de telecomunicações ou à sua cobertura metálica. As conexões entre os TBBS e os TGBs devem usar conectores de duas perfurações.

9.6.3 Considerações para as instalações

O TGB deverá estar separado e isolado do seu suporte por uma distância de 5cm. Um lugar prático para o TGB é ao lado do painel de telecomunicações.

9.6.4 Junções ao edifício

Cada TGB deverá unir-se à estrutura metálica do edifício usando um condutor de 6AWG toda vez que a estrutura estiver devidamente aterrada.

9.7 Facilidades de Entrada

As Facilidades de Entrada incluem os pontos onde os serviços de telecomunicações estão. Cabos para backbones internos e externos, além de todas as facilidades para conexão e estruturação desses sistemas, são exemplos das estruturas que compõem esse item. A entrada de serviços é o lugar preferido para colocar a TMGB e também pode servir como TGB para o equipamento localizado na entrada de serviços. A blindagem de qualquer cabo deve ser realizada na TMGB.

Se um cabo de antena adentra o edifício, o ponto desta entrada deve ser tratado como uma facilidade de entrada. Se uma facilidade de entrada estiver localizada no telhado, um TGB deve ser provido de acordo com os requerimentos de uma facilidade de entrada.

9.8 Conexão à estrutura metálica de edifícios

Em um edifício com estrutura metálica, onde a coluna metálica é facilmente acessível dentro ou fora da sala, cada TGB e TMGB deve ser ligado à coluna usando um condutor de 6AWG.

Capítulo dez

Norma ISO/IEC para sistemas de cabeamento estruturado

Ao concluir este capítulo, você entenderá:

10

- O que é a norma ISO/IEC 11801.
- A estrutura funcional da norma ISO/IEC 11801.
- O esquema genérico da norma ISO/IEC 11801.
- Os tipos de interface utilizados nesta norma.
- Os tipos de *links* utilizados nesta norma.

Neste capítulo conheceremos a norma ISO/IEC 11801 para cabeamento estruturado, muito utilizada nos países europeus.

10.1 A norma ISO/IEC 11801

O padrão internacional ISO/IEC 11801 – *Information technology: generic cabling for customer premises* – é o resultado de um grupo de estudo formado pela International Standard for Standardization – ISO e o International Electrotechnical Commission – IEC, que definiu um sistema de cabeamento que pode ser utilizado como um padrão internacionalmente adotado. Os conceitos existentes aqui são similares aos da ANSI/EIA/TIA, mudando, na maioria dos casos, somente a terminologia. Este padrão define:

- um sistema de cabeamento genérico independente da aplicação e que pode ser utilizado com componentes de vários fabricantes do mercado;
- um esquema de cabos flexível, mais econômico e também mais fácil de modificar;
- um guia de referência para profissionais de engenharia e arquitetura que permite desenvolver projetos, considerando os serviços de telecomunicações que essas obras abrigam.

10.2 Estrutura funcional da norma ISO/IEC 11801

O sistema desenvolvido pela ISO/IEC é composto de três subsistemas ou blocos funcionais:

- *Campus Backbone*;
- *Building Backbone*;
- *Horizontal Cabling*.

Nesses três subsistemas, existem os seguintes elementos funcionais, conforme a Figura 10-1:

- *Campus Distributor – CD*;
- *Campus Backbone Cable – CBC*;
- *Building Distributor – BD*;
- *Building Backbone Cable – BBC*;
- *Floor Distributor – FD*;
- *Horizontal Cable – HC*;
- *Transition Point – TP (opcional)*;
- *Telecommunications Outlet – TO*.

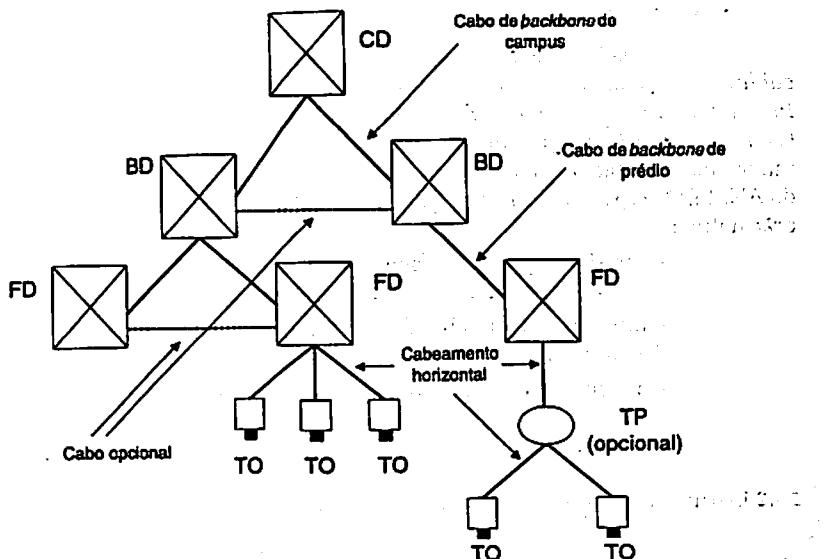


Figura 10-1: Elementos funcionais da norma ISO/IEC.

A norma ISO/IEC 11801 também segue a estrutura de estrela hierárquica adotada pela ANSI/EIA/TIA, mas o número e tipo de subsistemas variam de acordo com a instalação.

10.3 Esquema genérico da norma ISO/IEC

Segundo a norma ISO/IEC, utiliza-se o termo **distribuidor** para descrever as funções realizadas por uma coleção de componentes, como *patch panels* e *patch cables*. Pode-se usar os termos *cross-connect* e **distribuidor** para relacionar o mesmo item. Os distribuidores estão localizados na Sala de Equipamentos (*Equipment Rooms - ER*) ou Salas de Telecomunicações (*Telecommunications Rooms - TR*). Estes dispositivos são usados para configurar o sistema de cabeamento para suportar diferentes topologias, como barramento, estrela e anel. A Figura 10-2 ilustra esse conceito.

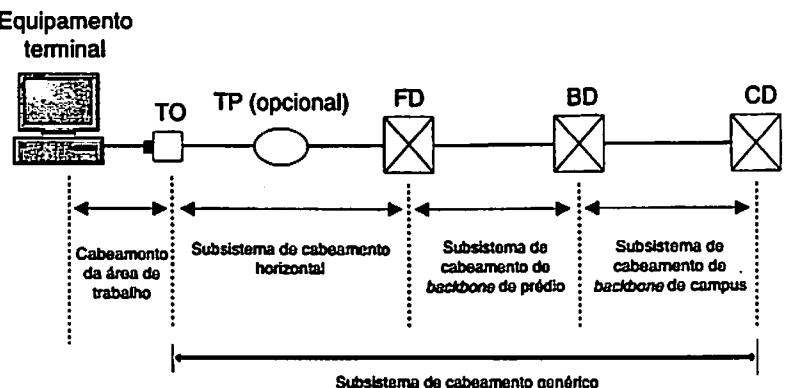


Figura 10-2: Esquema genérico da norma ISO/IEC.

10.4 Interfaces com o sistema de cabeamento

As interfaces com o sistema de cabeamento estruturado estão localizadas no fim de cada subsistema: horizontal, backbone e campus.

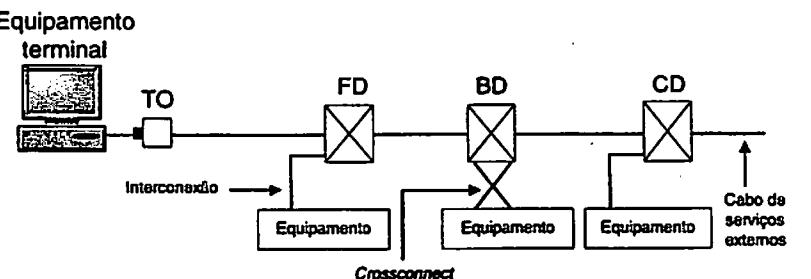


Figura 10-3: Interface com o sistema de cabeamento.

Conexões com a rede pública são feitas com o sistema instalado pela concessionária.

10.5 Dimensionamento e configuração

Neste item, a norma ISO/IEC descreve as dimensões físicas dos ambientes.

10.5.1 Floor Distributor – FD (Distribuidor de piso)

É recomendado o mínimo de um FD a cada 1.000m². Exceção feita quando os andares possuírem baixa ocupação.

10.5.2 Tipos de cabos recomendados

A norma ISO/IEC 11801 usa uma terminologia diferenciada da ANSI/EIA/TIA em relação ao tipo de meio de comunicação escolhido, como:

- Cabos balanceados (*balanced cable*)

São cabos construídos com um ou mais pares metálicos, podendo ser tipo UTP com 2 ou 4 pares, chamado pela ISO/IEC de *quad*.

- Elemento de cabo (*cable element*)

É o menor elemento de construção de um cabo, podendo ser 1, 2 ou 4 pares UTP, ou uma única fibra óptica.

- Unidade de cabo (*cable unit*)

É a montagem de um ou mais elementos para formar um cabo de mesma categoria.

- Par trançado blindado (*shielded twisted pair*)

É um cabo construído com um ou mais elementos, contendo uma malha externa para blindagem. É o cabo STP da ANSI/EIA/TIA.

- Par trançado (*twisted pair*)

É um cabo construído com um ou mais elementos sem malha externa. É o cabo UTP da ANSI/EIA/TIA.

10.5.3 Escolha dos cabos

A Tabela 10-1 resume os tipos de cabos com suas respectivas aplicações:

| Subsistema | Tipo de cabo | Uso recomendado |
|------------------------|-------------------|--------------------------|
| Cabeamento horizontal | Fibra óptica | Quando necessário |
| Cabeamento horizontal, | Cabos balanceados | Na maioria dos casos |
| Backbone vertical | Fibra óptica | Para altas velocidades |
| Backbone vertical | Cabos balanceados | Voz e baixas velocidades |
| Backbone horizontal | Fibra óptica | Na maioria dos casos |
| Backbone horizontal | Cabos balanceados | Voz e baixas velocidades |

Tabela 10-1: Os cabos e suas respectivas aplicações.

10.5.4 Tomadas

Este item especifica as tomadas de telecomunicações, que devem ser, no mínimo, duas a cada 10m². As tomadas seguem a mesma especificação de conectorização da ANSI/EIA/TIA.

10.5.5 Sala de Equipamentos de Telecomunicações

Define as salas que atendem à demanda necessária de equipamentos, com temperatura e umidade relativa do ar, em conformidade com os pré-requisitos dos fabricantes dos equipamentos. Estas salas devem ter acesso direto ao *backbone*. Um ou mais distribuidores podem ser acondicionados nestas salas.

10.5.6 Facilidades de Entrada

As Facilidades de Entrada são requeridas para abrigarem a estrutura do *campus backbone*, público ou privado.

10.5.7 Especificações dos *links*

As especificações dos *links* definem os requerimentos de desempenho dos cabos instalados. O desempenho dos cabos são especificados para *links* de dois tipos de meios físicos: **balanceados** e **ópticos**. Vale lembrar que um *link* é constituído de cabos, conectores, tomadas, distribuidores, *patch panels* e todo e qualquer elemento acondicionado entre a porta do hub e a tomada da estação. A interconexão de um hub à tomada pode ser composta por mais de um tipo de cabo, portanto, por mais de um *link*. Nestes casos, deve-se efetuar os testes de conformidade por cada *link* individualmente.

10.5.7.1 Tipos de cabos relacionados ao *link*

São especificados cinco tipos de diferentes meios de transmissão, que podem ser:

- cabos de fibra óptica multimodo de 62,5/125m;
- cabos de fibra óptica monomodo;
- cabos de pares balanceados de 100 Ohms;
- cabos de pares balanceados de 120 Ohms;
- cabos de pares balanceados de 150 Ohms.

10.5.7.2 Classificação dos *links*

Neste item são apresentadas as aplicabilidades dos cabos e definidas as quatro classes de aplicações para os cabos balanceados e de fibra óptica:

- classe A: aplicações para serviços de voz com freqüência máxima de 100KHz;
- classe B: aplicações para serviços de comunicação de dados com freqüência máxima de 1MHz;
- classe C: aplicações para serviços de comunicação de dados com freqüência de máxima de 16MHz;

- classe D: aplicações de altíssima velocidade para serviços de comunicação de dados e imagem, com frequência máxima de 100MHz;
- classe óptica: aplicações ópticas nas quais a largura de banda não é fator limitante.

Os limites de distâncias são os mesmos definidos pela ANSI/EIA/TIA.

Capítulo onze

Norma brasileira de cabeamento estruturado-NBR 14565

11

Ao final deste capítulo, você entenderá:

- O que é a norma brasileira de cabeamento estruturado.
- A estrutura básica da norma brasileira.
- Os subsistemas da norma brasileira de cabeamento.
- A função de cada subsistema.

Este capítulo explica a norma brasileira de cabeamento estruturado, comparando-a com as normas internacionais.

11.1 A norma brasileira de cabeamento estruturado – NBR 14565

Com o objetivo de criar uma referência técnica para a elaboração de projetos de cabeamento estruturado para redes de voz e dados, a *Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT*, através de um comitê que trata da normalização nas áreas de eletrônica, eletricidade, iluminação e telecomunicações (Comitê Brasileiro de Eletricidade – COBEI), desenvolveu a norma brasileira de cabeamento estruturado, com o título de “*Procedimentos básicos para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para rede interna estruturada*”, ou NBR 14565.

Esta norma foi desenvolvida em quatro anos, através de reuniões periódicas. O comitê foi montado com pessoas envolvidas nas áreas de projeto de empresas de telecomunicações brasileiras, como Embratel, Telesp, Telemar, Telebrasília, empresas fabricantes de cabos e materiais de telecomunicações, como a Dupont, Furukawa e outras empresas integradoras que atuam comercialmente, oferecendo produtos e serviços para estas áreas. Para elaboração da norma brasileira, o COBEI utilizou como referência algumas normas internacionais e também documentos de práticas recomendadas pela ABNT e pela Telebrás:

1) Telebrás

- Prática 235-330-703-TB – Especificação de cabos de telemática para uso interno.

2) ANSI/EIA/TIA

- ANSI/EIA/TIA 607 – *Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications in Commercial Building*.
- ANSI/EIA/TIA 606 – *Administration Standard for Telecommunication Administrations Infrastructure of Commercial Building*.
- ANSI/EIA/TIA 569 – *Commercial Building for Telecommunications Pathways and Spaces*.

3) ABNT

- NBR 13300:1995 – Redes telefônicas internas em prédios: terminologia.
- NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão.

A norma brasileira é totalmente compatível com as normas internacionais vistas nos capítulos anteriores e, por isso, se apresenta também como um sistema modular, aberto e atual, recomendando cabos categoria 5 e possibilitando, dessa maneira, projetos escaláveis e totalmente aptos a mudanças e reestruturações.

11.2 Descrição da norma brasileira

A norma brasileira pode ser dividida em seis itens:

- Subsistemas de cabeamento estruturado;
- Símbologia;
- Componentes utilizados;
- Projeto de caminhos e espaços;
- Proteção elétrica;
- Administração.

Cada um desses subsistema, excetuando a simbologia, tem como base documentos das normas ANSI/EIA/TIA.

11.2.1 Os subsistemas de cabeamento estruturado

A norma brasileira dividiu um sistema de cabeamento estruturado em sete subsistemas:

- Área de Trabalho;
- Rede Secundária;
- Sala de Telecomunicações;
- Rede Primária;
- Sala de Equipamentos;
- Sala de Entrada de Telecomunicações;
- Cabo de Interligação.

De um modo geral, esses subsistemas não diferem dos subsistemas das normas da ANSI/EIA/TIA. O diagrama esquemático da Figura 11-1 nos dá uma visão de como esses subistemas estão distribuídos e descreve sua simbologia e significados.

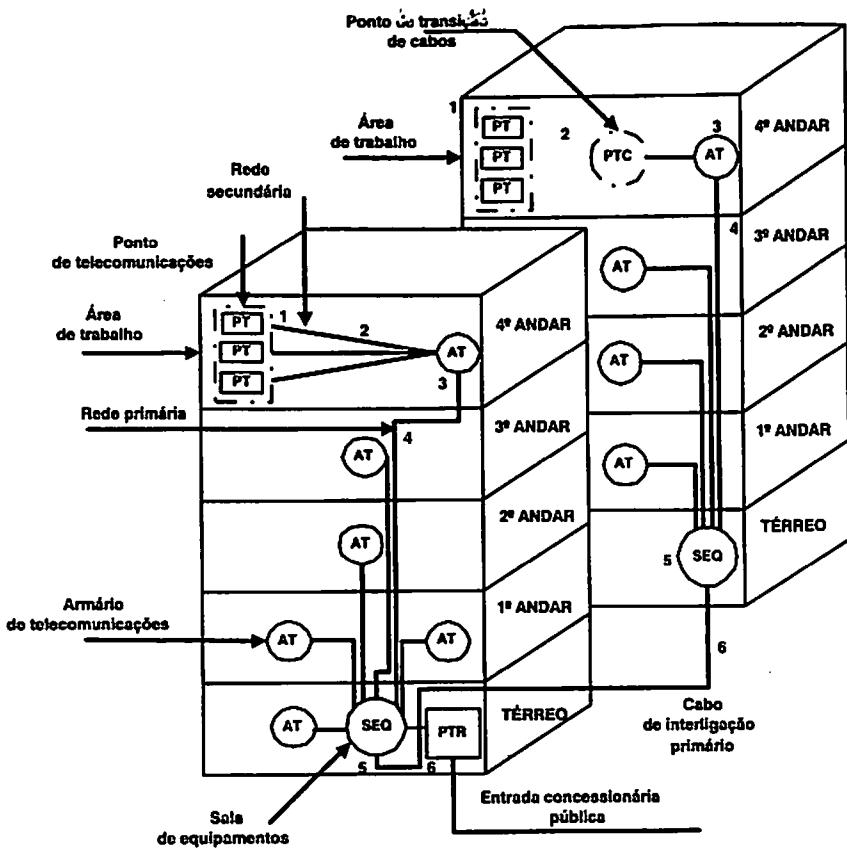


Figura 11-1: Diagrama esquemático da norma brasileira.

As definições de cada subsistema estão descritas a seguir:

- Área de Trabalho - ATR

Semelhante à norma ANSI/EIA/TIA 568B, é o local da edificação em que devem estar pelo menos dois pontos de telecomunicações e energia elétrica para utilização dos usuários, considerando uma área de trabalho de 10m².

- Cabo Primário

Cabo que interliga todos os andares. É o cabeamento de *backbone*.

- Cabo Secundário

Cabo que interliga as Salas de Telecomunicações aos dispositivos da Área de Trabalho. Obs.: o cabo secundário é o Cabeamento Horizontal.

- Ponto de Conexão de Telecomunicações – PT

São os pontos que possibilitam atender os equipamentos de uma Área de Trabalho.

- Ponto de Consolidação de Cabos – PCC

É o local do cabeamento secundário onde pode ocorrer mudança na capacidade do cabo.

- Sala de Telecomunicações – AT

Espaço destinado à interconexão entre o cabeamento primário e o cabeamento secundário.

- Ponto de Transição de Cabos – PTC

Local no cabeamento secundário onde pode ocorrer mudança no tipo de cabo. Por exemplo, um cabo redondo mudando para um cabo chato, que conecta uma tomada de telecomunicação embutida no chão.

- Sala de Equipamentos – SEQ

Área em que ficam os equipamentos de telecomunicações, como PBX, servidores, centrais de segurança, etc. A Sala de Equipamentos está conectada às Facilidades de Entrada da rede primária onde a concessionária disponibiliza seus serviços.

- Sala de Equipamentos Intermediária – SEQI

Segundo nível hierárquico admitido nas redes de cabeamento estruturado. É, na verdade, uma Sala de Equipamentos secundária com a função de abrigar os equipamentos que distribuirão serviços para um segundo prédio, por exemplo.

- Distribuidor Geral de Telecomunicações – DGT

É o DG (Distribuidor Geral) da telefonia, que é o ponto onde são terminados e interligados os cabos da rede externa e os cabos internos da edificação. O DGT deve ficar na Sala de Equipamentos.

- Ponto de Terminação de Rede – PTR

Ponto de conexão física à rede da concessionária, devendo atender às especificações técnicas necessárias para permitir, por seu intermédio, o acesso aos serviços públicos de telecomunicações.

- Cabo de Interligação

Cabo que interliga a sala de entrada de telecomunicações (SET) de um prédio à sala de telecomunicações (SEQ) de outro prédio.

- Sala de Entrada de Telecomunicações – SET

Local onde os cabos das concessionárias e as facilidades da rede primária interna do edifício estão, podendo também acomodar equipamentos de telecomunicação e os cabos de conexão aos edifícios externos.

- Comprimento de Lance do Cabo – CL

Comprimento do cabo que corresponde à distância entre dois pontos de conexão.

- Sistema Campus – SC

É a conexão entre dois prédios. Funciona como o *campus backbone* na ANSI/EIA/TIA.

- Dispositivo de Conexão

Dispositivo que fornece terminação mecânica entre os meios de transmissão.

- Cordão de Conexão

Cordão formado por um cabo flexível com conectores nas pontas. É o *patch cord*.

- Conexão de Engate Rápido – CER

Conexão por deslocamento do isolante, semelhante aos contatos IDC (Insulation Displacement Conector).

- Dispositivo de Proteção Elétrica

Dispositivo cuja função é fornecer proteção contra surtos, sobrecorrente e/ou sobretensões.

- Vinculação

Ligaçāo elétrica rígida e permanente entre as partes metálicas.

- Campus

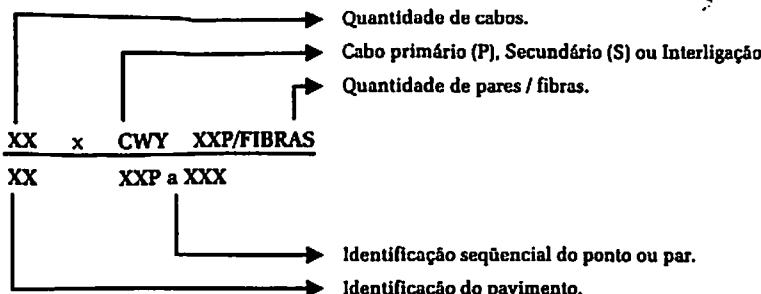
Área que contém um ou mais edifícios em um mesmo terreno.

- Conector modular de 8 vias – CM8V

Elemento usado para estabelecer o acesso dos equipamentos terminais à rede, no ponto de telecomunicação.

11.2.2 Simbologia

A norma brasileira optou por recomendar uma simbologia já utilizada nas áreas de telefonia e telecomunicação em geral. A estrutura geral para símbolos é mostrada a seguir:



W = Primário (P), Secundário (S) ou Identificação (I)

Y = UTP (U), STP (S) ou Fibra Óptica (FO)

Figura 11-2: Estrutura geral para símbolos da norma brasileira.

Seguem alguns exemplos de simbologia utilizados pela norma brasileira:

Exemplo 1

Simbologia para um ponto de telecomunicações:

PT XX XXX, em que:

PT – É o ponto de telecomunicações.

XX – É a identificação de pavimento.

XXX – É o seqüencial do ponto de telecomunicações.

Exemplo 2

Cabo de fibra óptica multimodo para rede interna:

CFO MM XXF, em que:

CFO – É o cabo de fibra óptica não geleado.

MM – É o tipo de fibra (MM é *multimode* ou multimodo).

XXF – É o número de fibras.

Exemplo 3

Cabo de fibra óptica monomodo para rede interna:

CFOG SM XXF, em que:

CFOG – É o cabo de fibra óptica monomodo geleado.

SM – É o tipo de fibra (SM é *singlemode* ou monomodo).

XXF – É o número de fibras.

| CORTE | PLANTA | DESCRIÇÃO |
|-------|--------|---|
| | | Ponto de terminação da rede (cabos para distribuição geral a 1,30m do seu eixo ao piso) |
| | | Sala ou armário de telecomunicações com prancha de madeira para fixação dos blocos no poço de elevação / área exclusiva |
| | | Caixa de passagem, a 1,30m do seu eixo do piso, padrão TELEBRÁS |
| | | Poço de elevação |
| | | Ponto de Transição de Cabo (PTC) |
| | | Caixa de saída ou de passagem (0,10x0,10x0,05m) de parede com 2 pontos para conector modular de 8 vias a 0,30m do piso |
| | | Caixa de saída ou de passagem (0,10x0,10x0,05m) de parede com 1 ponto para conector modular de 8 vias a 0,30m do piso |
| 1 | | Caixa de saída ou de passagem (0,10x0,10x0,05m) de parede com 2 pontos para conector modular de 8 vias a 1,50m do piso |
| | | Caixa de saída no piso com 1 ponto para conector modular de 8 vias |
| | | Caixa no piso com 1 ponto para conector modular de 8 vias |
| | | Condutela |
| | | Aterramento |

Tabela 11-1: Simbologia de caminhos e espaços.

| CORTE | PLANTA | DESCRÍÇÃO |
|-------|-----------|---------------------------------------|
| | | Tubulação que sobe |
| | | Tubulação que desce |
| | | Tubulação que passa |
| | --- | Tubulação passando pelo piso / parede |
| | ----- | Tubulação passando pelo teto |
| | - - - - - | Tubulação passando sob o piso elevado |
| | - - - - - | Canhota |
| | --- | Duto de piso |
| | ---- | Eletrocaixa aparente |
| | --- | Eletrocaixa sobre forro |
| | ----- | Eletrocaixa sob piso elevado |
| | | Concentrador |

Tabela 11-1: Simbologia de caminhos e espaços.

11.2.3 Componentes recomendados

A norma brasileira recomenda os mesmos materiais que a norma ANSI/EIA/TIA 568B recomenda. Dessa maneira, vamos especificar somente a nomenclatura e sua respectiva utilização, já que a especificação de materiais já foi abordada.

11.2.3.1 Cordões de conexão

A norma brasileira utiliza uma única nomenclatura para os cabos de conexão como *patch cable* e *jumper cable* da norma ANSI/EIA/TIA 568B, sendo todos os dois considerados cordões de conexão.

- os cordões de conexão fazem a conexão entre os terminais da rede secundária com os terminais da rede primária e equipamentos ativos como *hubs* e *switches*; são também utilizados para conexão dos equipamentos de telecomunicações às tomadas na Área de Trabalho;
- eles devem ser flexíveis e atender às exigências de desempenho;
- devem ter comprimento de 7m (máximo) para conexão da rede secundária com a primária e 3m (máximo) de comprimento na Área de Trabalho.

11.2.3.2 Tomadas de Telecomunicações

A norma brasileira recomenda exatamente os mesmos componentes da norma ANSI/EIA/TIA 568B e também a mesma pinagem no que diz respeito às tomadas de telecomunicações. Para cabos ópticos, a norma brasileira utiliza conectores SC ou ST conforme a Figura 11-3 abaixo:

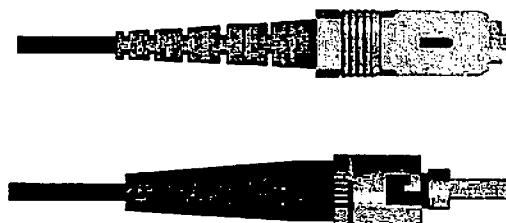


Figura 11-3: Exemplo de um conector SC e ST.

11.2.3.3 Dispositivos de conexão

São os dispositivos instalados na Sala de Equipamentos, nas Salas de Telecomunicações e no ponto de consolidação de cabos. Eles têm a finalidade de estabelecer uma conexão eficiente, segura e perfeita dos pontos de vista elétrico, mecânico e óptico e atender aos critérios para transmissão da informação na velocidade para a qual estão dimensionados. Exemplos de dispositivos de conexão são os blocos de conexão tipo XC e painel de conexão, vistos na Figura 11-4:

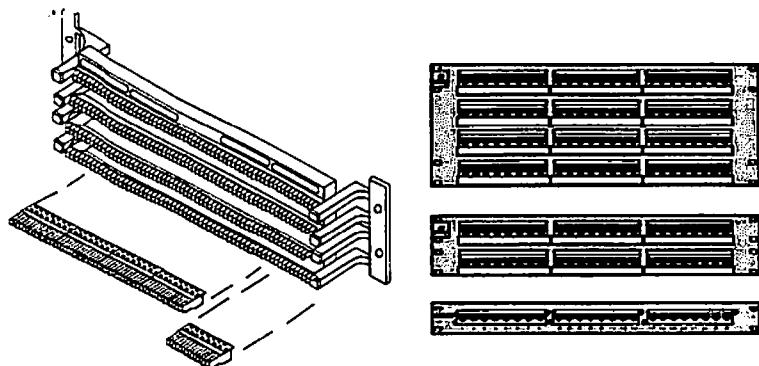


Figura 11-4: Bloco XC e Patch Panel.

11.2.3.4 Cabos

A norma brasileira recomenda os cabos UTP, STP e cabos ópticos, conforme a Tabela 11-2:

| Meio | Categoria | Freqüência MHz) | Rede primária (m) | Rede secundária (m) |
|----------|-----------|--------------------|----------------------|------------------------|
| STP | | 300 | | 90 |
| UTP | 3 | 16 | 800(*) | 90 |
| UTP | 4 | 20 | 90 | 90 |
| UTP | 5 | 100 | 90 | 90 |
| Fibra MM | | - | 2000 | 90 |
| Fibra SM | | - | 3000 | 90 |

(*) Depende da aplicação.

Tabela 11-2: Comprimento máximo dos cabos.

11.2.4 Projeto para caminhos e espaços

Este item, de certa forma, é um resumo da norma ANSI/EIA/TIA 569 que trata da infra-estrutura física, como canaletas, dutos e racks onde os subsistemas de cabeamento estarão. A norma brasileira dividiu este procedimento em:

- projeto de cabeamento interno secundário e
- projeto de uma rede interna primária.

11.2.4.1 Projeto de cabeamento interno secundário

Rede interna secundária é o Cabeamento Horizontal, que é o trecho compreendido entre o ponto da Sala de Telecomunicações e o ponto de telecomunicação na Área de Trabalho. Projetar o cabeamento interno é, basicamente, distribuir os cabos que partem da Sala de Telecomunicações e atingem o ponto de telecomunicação na Área de Trabalho, conforme a Figura 11-5:

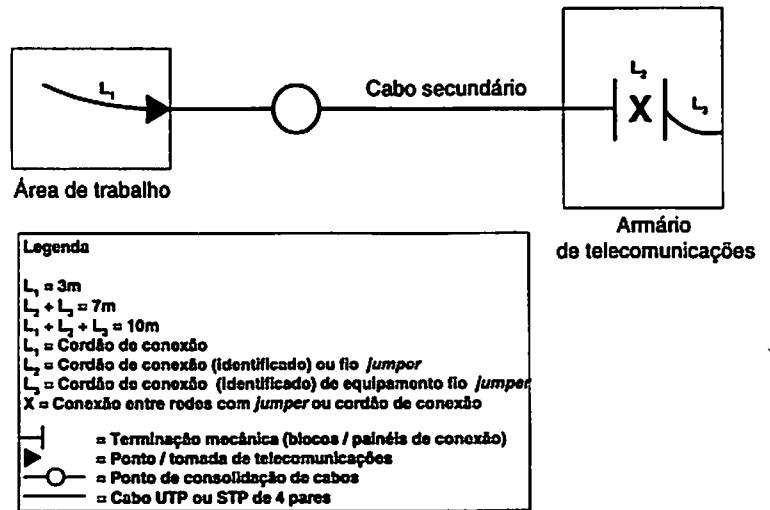


Figura 11-5: Configuração de uma rede secundária com seus principais elementos.

– Elementos constitutivos

Os componentes que constituem o cabeamento secundário são blocos de conexão, painéis de conexão, cabos, tomadas e cordões de conexão, que serão vistos no capítulo 16.

– Distâncias admitidas

São idênticas às das normas ANSI/EIA/TIA e são descritas conforme a Figura 11-6:

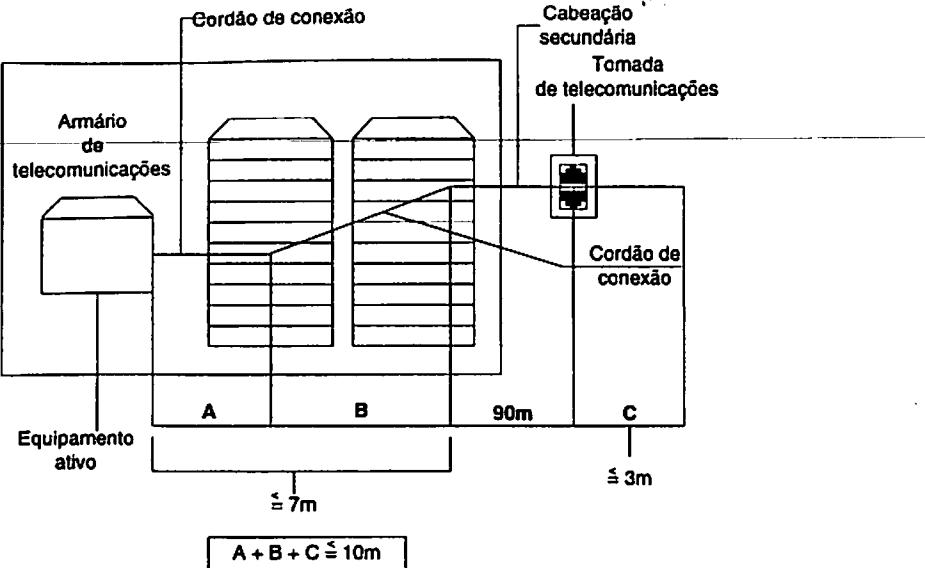


Figura 11-6: Esquema ilustrando as distâncias admitidas.

Devem ser notadas as nomenclaturas e simbologias utilizadas, bem como um ponto de telecomunicação típico e os cabos que compõem este ponto.

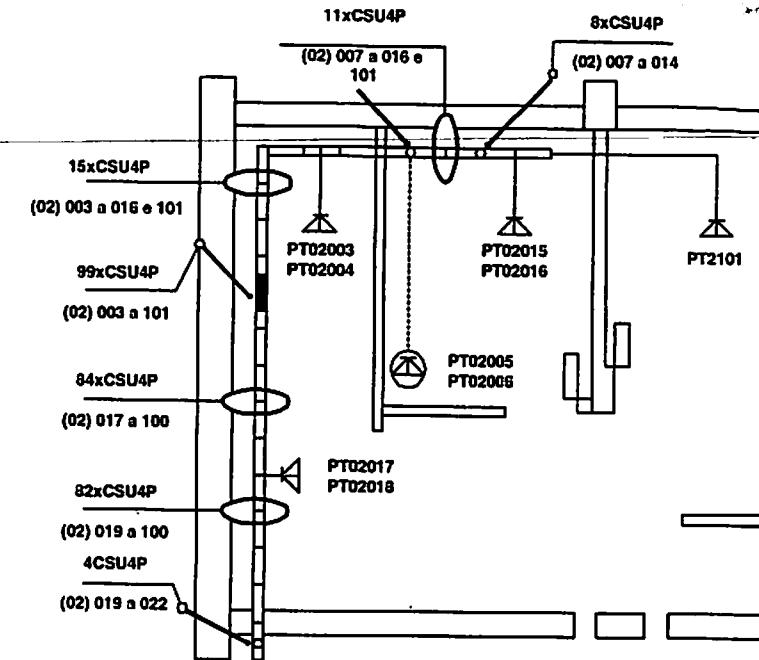


Figura 11-7: Nomenclaturas e simbologias utilizadas em um projeto de cabeamento.

11.2.4.2 Projeto de uma rede interna primária

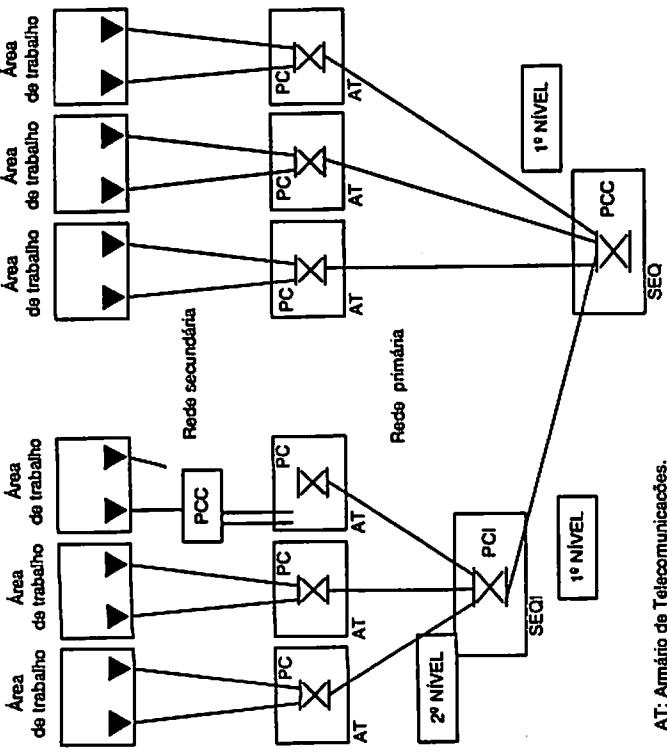
Para a norma brasileira, a rede interna primária é o cabeamento de *backbone*, que é o cabo que sai do distribuidor geral de telecomunicações na Sala de Equipamentos e conecta as Salas de Telecomunicações nos andares. A rede interna primária assume o mesmo esquema de estrutura de *backbone* da norma ANSI/EIA/TIA, sendo sua topologia física a estrela hierárquica, onde o ponto central é a Sala de Equipamentos ou a Sala de Telecomunicações.

- Cabos utilizados para a rede interna primária

Os cabos utilizados para cabeamento primário são exatamente os mesmos utilizados no *backbone* da ANSI/EIA/TIA, que são:

- cabo UTP de 4 pares e 100 Ohms de impedância;
- cabo STP de 4 pares de 150 Ohms de impedância;
- cabo de fibra óptica multimodo;
- cabo de fibra óptica monomodo.

– Diagrama geral da estrutura do cabeamento primário



AT: Armário de Telecomunicações.
PCI: Párnal da Conexão ou Bloco Intermediário.
PCP: Painel da Conexão Principal.
SEQ: Sala de Equipamento.
SEQ: Sala de Equipamento Intermediário.
PCC: Ponto de Consolidação de Cabos.

Figura 11-8: Elementos constitutivos de uma rede interna primária.

Comprimento máximo admitido para a rede primária (m)

| Comprimento máximo admitido para a rede primária (m) | | | | | |
|--|----------|----------|----------|--|--|
| Tipo de cabo | Trecho A | Trecho B | Trecho C | | |
| UTP | 800 | 500 | 300 | | |
| Fibra Óptica multimodo | 2000 | 500 | 1500 | | |
| Fibra Óptica monomodo | 3000 | 500 | 2500 | | |

```

graph TD
    A[A] --- SEQ1 --- B[B]
    A --- SEQ2 --- C[C]
    B --- SEQ3 --- C
    
```

Figura 11-9: Comprimientos máximos admissíveis.

Diagramma unifilar

A função do diagrama unifilar é dar uma ideia geral de como os meios físicos serão conectados a partir do centro da estrela na Sala de Equipamentos ou Sala de Telecomunicações até o ponto final na Área de Trabalho, através do cabo primário (ou *backbone*), passando pelas Salas de Telecomunicações nos respectivos andares.

- Considerações de distâncias para cabeamento primário

nam, exatamente como as normas da ANS VELATIA:

11.2.6 Administração

O item administração da norma brasileira é um anexo da norma ANSI/ELA/TIA 606, que descreve os itens necessários para identificação e administração de um sistema de cabeamento estruturado. Por administração de uma rede interna estruturada, entende-se a criação de toda a documentação, incluindo etiquetas, placas de identificação, planta de pavimentos, cortes esquemáticos da infra-estrutura para suporte dos cabeamentos horizontal e vertical (caminhos e espaços), tabelas e detalhes construtivos do projeto, memorial descritivo da rede interna, enfim, todos os detalhes relativos ao ambiente do projeto.

11.2.6.1 Símbologia usada na administração

Mostraremos a símbologia mais utilizada em projetos de cabeamento. Uma descrição completa e minuciosa pode ser encontrada no documento da norma brasileira.

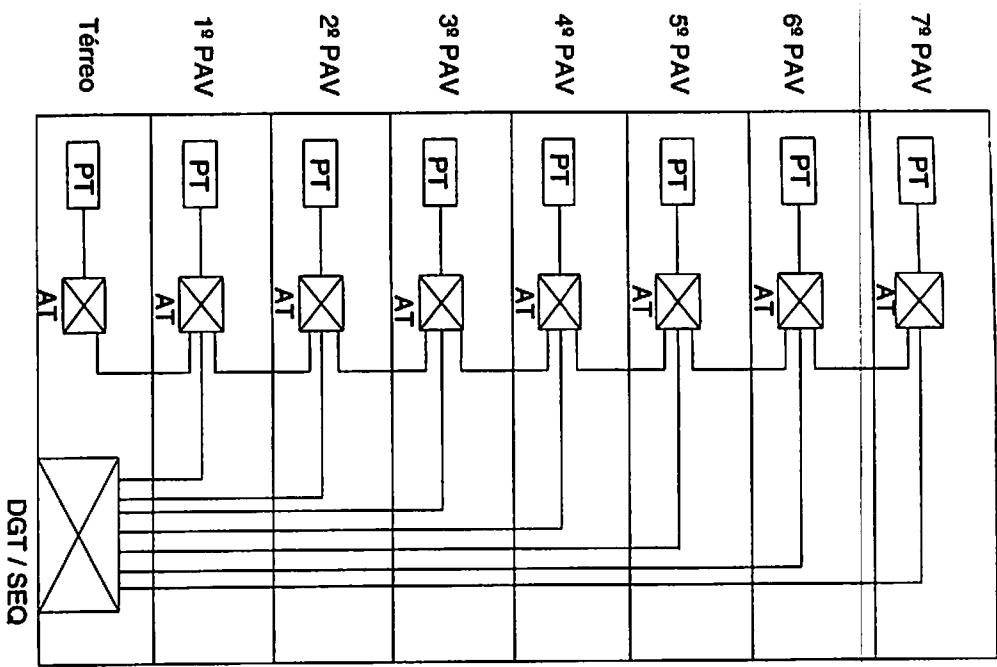


Figura 11-10: Diagrama unifilar.

11.2.5 Proteção elétrica

Os requisitos da proteção elétrica para a norma de cabeamento estruturado são referenciados pela norma brasileira NBR 5410. No entanto, pode-se utilizar também a norma ANSI/ELA/TIA 607, vista no capítulo 9, que possui todas as recomendações de proteção elétrica para um sistema de telecomunicações.

3) Convenção: utiliza-se a seguinte convenção para identificação da origem e do destino:

- Ponto ou local de origem;
- Ponto ou local de destino.

Exemplo:

1. Placa de sinalização instalada na porta de uma sala de telecomunicações no sexto andar do prédio 2:

AT001 - A6 - P2

Capítulo doze

Princípios de comunicação de dados

Ao concluir este capítulo, você entenderá:

12

- O que é um sistema de comunicação de dados típico.
- Os principais elementos dos sistemas de comunicação de dados.
- Os sinais usados em sistemas de comunicação de dados.
- As técnicas utilizadas para conversão de sinais analógicos para digitais.
- O que é banda passante.
- O que é codificação e os principais tipos utilizados nas redes locais.
- O que são ruídos e suas interferências nos sistemas de comunicação de dados.

Neste capítulo apresentaremos os conceitos básicos relativos aos sistemas de comunicação de dados. Aprenderemos as principais técnicas usadas em qualquer sistema de comunicação para transmitir e receber dados nas mais variadas condições.

12.1 Sistema de comunicação típico

De modo geral, qualquer sistema de comunicação pode ser caracterizado como a composição de um transmissor, um caminho físico de comunicação (ou meio de transmissão) e um receptor, podendo ser representado pelo diagrama abaixo:

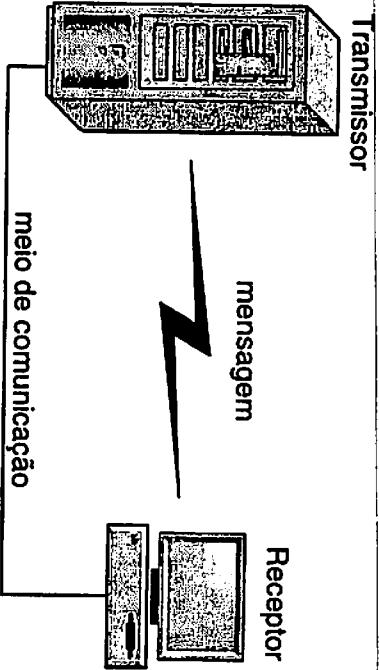


Figura 12-1: Modelo de comunicação de dados básico.

A principal função de um sistema de comunicação de dados é levar a informação de um ponto a outro, independente da quantidade de interferências ou ruídos que o meio de transmissão possa sofrer no decorrer desse trajeto. Um sistema de comunicação de dados pode se apresentar de formas diferentes dependendo do tipo de aplicação, mas sempre mantendo sua função básica: transportar informação. As diferenças ficam por conta dos circuitos de transmissão, meios de comunicação e codificação. Um exemplo clássico são os sistemas de redes de computadores e de telefonia celular; os dois têm a mesma função, mas possuem implementações diferentes.

12.2 Elementos de um sistema de comunicação típico

Um sistema de comunicação é composto pelos seguintes elementos:

- transmissor,
- receptor,
- meio de comunicação e
- mensagem.

12.2.1 Transmissor/receptor

Um transmissor e um receptor podem ser classificados como: DTE e DCE.

12.2.1.1 Data Terminal Equipment – DTE

Um DTE atua como fonte de informação de um sistema de comunicação e pode transmitir ou receber dados através de um canal de comunicação. Um computador, um terminal ou um roteador são exemplos típicos de equipamentos com função de um DTE.

12.2.1.2 Data Communication Equipment – DCE

Um DCE é um equipamento que converte sinais para serem transmitidos no meio físico. Um modem é um exemplo de DCE. Dependendo do circuito de comunicação e da função desempenhada, um equipamento pode ter a função de DTE em um circuito, DCE em um outro ou ainda DTE/DCE simultaneamente em um terceiro dispositivo. Alguns exemplos ilustram esse conceito:

- roteador: normalmente atua como DTE, mas em determinadas situações pode atuar como DCE;
- placas de rede: seus *transceivers* internos atuam como DTE/DCE pois estão integrados em um mesmo circuito eletrônico.

12.2.1.3 Interface DTE/DCE

Tanto o DTE quanto o DCE possuem uma interface elétrica através da qual os equipamentos se conectam. A principal função desta interface é estabelecer um padrão elétrico em que qualquer equipamento DTE/DCE possa se comunicar, independente do fabricante. Existem vários padrões que definem as interfaces entre DTEs e DCEs. A EIA e o ITU-T são as entidades que mais desenvolveram normas para essas interfaces. Padrões como o RS232-C, RS422, V.35 e EIA 530 são largamente utilizados no mundo dos computadores e telecomunicações. Cada uma dessas interfaces possui características específicas, como tipo de conector utilizado, distâncias recomendadas e velocidades permitidas, mas, do ponto de vista elétrico, as interfaces podem constituir dois tipos de circuitos:

- referência de terra comum ou
- terra individual para todos os circuitos de transmissão e recepção.

1) Circuitos com uma única referência elétrica de terra para todos os circuitos de transmissão e recepção

Esses circuitos se caracterizam por utilizarem uma única referência elétrica para todas as interfaces dos circuitos de transmissão e recepção. Nessas implementações, esse ponto elétrico em comum funciona em pequenas linhas de comunicação para equipamentos DTE e DCE que estiverem na mesma sala. Para linhas de comunicação mais longas, no entanto, pode-se ter muitos problemas com ruídos e interferências elétricas e eletromagnéticas, que podem causar um mau funcionamento dos equipamentos DTEs e DCEs, impedindo que os mesmos trabalhem em velocidades maiores. Um exemplo típico desses circuitos é a interface RS232.

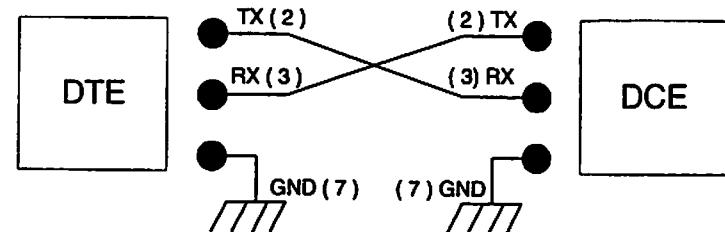


Figura 12-2: Circuito típico de uma interface RS232. Nota-se que existe um único terra (pino 7), que é utilizado como referência elétrica para os circuitos de transmissão (Tx) e recepção (Rx).

Os circuitos RS232 utilizam os seguintes níveis de tensão:

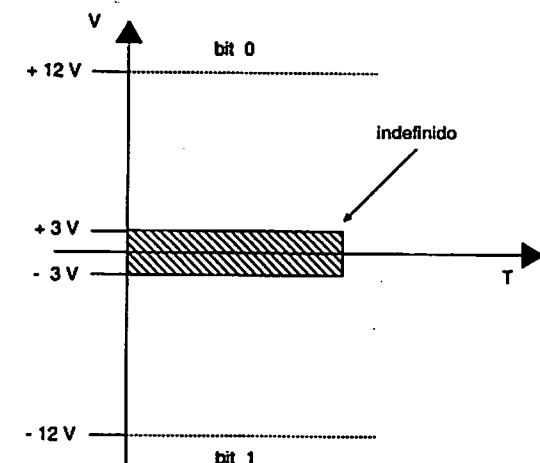


Figura 12-3: Níveis de tensão utilizados na interface RS232.

2) Circuitos que utilizam referências elétricas individuais para cada circuito de transmissão e recepção

As limitações de interfaces como a RS232 são eliminadas com a utilização de circuitos diferenciais com linhas平衡adas.

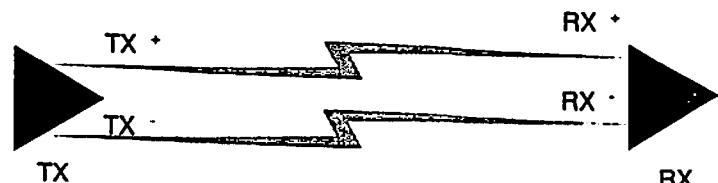


Figura 12-4: Circuito de comunicação com interface diferencial. Para cada circuito Tx e Rx, existe uma referência elétrica.

Esse tipo de circuito não é afetado por ruídos, interferências eletromagnéticas e diferenças elétricas. Ele é utilizado para pequenas ou grandes distâncias e pode trabalhar com velocidades de até 1Gbps. Exemplos típicos destas interfaces são RS422, RS530 e circuitos para redes locais utilizando cabos UTP. Os níveis de tensão para estas interfaces geralmente são:

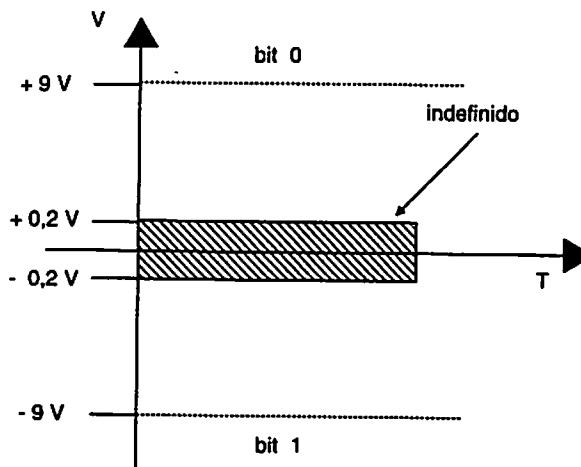


Figura 12-5: Níveis de tensão para interface UTP utilizadas em redes locais.

A Tabela 12-1 apresenta um resumo dessas interfaces:

| Interface | Velocidade | Características elétricas | Distância |
|-----------|------------|---------------------------|-----------|
| RS232 | 115Mbps | terra comum | 15m |
| RS422 | 100Mbps | diferencial | 100m |
| V.35 | 256Kbps | misto | 15m |
| V.11 | 1Mbps | diferencial | 15m |

Tabela 12-1: Resumo das interfaces com as características de velocidade, distância e circuitos elétricos.

12.2.2 Meios de comunicação

Em qualquer sistema de comunicação, o sinal se propaga em um meio de transmissão (meio físico) cuja função principal é servir como um canal para que a informação trafegue. Os meios físicos utilizados para a comunicação podem ser vários e incluem cabos metálicos, o ar, fibras ópticas e até mesmo o vácuo. Mas, basicamente, os sistemas de comunicação utilizam quatro meios de transmissão:

- par trançado de cobre (blindado ou não),
- fibra óptica,
- cabos coaxiais e
- rádio.

Esses meios de comunicação, exceto o rádio, serão estudados mais a frente neste livro.

12.2.2.1 Capacidade de transmissão de um canal – MHz

Todo sinal transmitido em um sistema de comunicação possui uma característica importantíssima chamada **Banda Passante**. A banda passante de um sinal é o intervalo de freqüências que compõem este sinal. Um sinal de voz, por exemplo, tem uma banda passante de 400 a 4.400Hz. A banda passante deste sinal é: 4KHz (4.400Hz - 400Hz). Qualquer meio físico tem limitações para transmitir sinais. A taxa de transmissão ou capacidade física de um canal em transmitir sinais é chamada de **Largura de Banda**, que é medida em MHz. Quanto maior a freqüência de um sinal, maior terá que ser a largura de banda do meio para passar este sinal. Largura de banda de um canal, portanto, é o intervalo de freqüências que este canal tem possibilidade de suportar. No exemplo do sinal de voz, é necessário um canal de, pelo menos, 4KHz para que um sinal de voz possa ser transmitido. 3,1KHz

12.2.3 Mensagem

Mensagem é toda e qualquer informação transportada por um meio de transmissão. Voz, dados, imagens, sons, tudo pode ser interpretado como uma mensagem. Para que uma informação (chamada mensagem) seja efetivamente entregue no ponto de recepção, é necessário que ela seja codificada e possa resistir a ruídos e interferências inerentes ao meio de transmissão.

12.3 Sistemas de transmissão síncronos/assíncronos

Um sistema de comunicação pode ser:

- síncrono ou
- assíncrono.

12.3.1 Transmissão assíncrona

Em uma transmissão assíncrona, não é necessário que o receptor e o transmissor estejam rigidamente sincronizados. A comunicação é mantida utilizando-se alguns elementos de sinalização (como bits especiais), com a função de marcar o início e o fim de um caractere. Este processo é conhecido como *start-stop* e é muito utilizado em sistemas como a Internet. A Figura 12-6 mostra os caracteres ‘a’ e ‘N’ sendo transmitidos no processo de comunicação assíncrono.

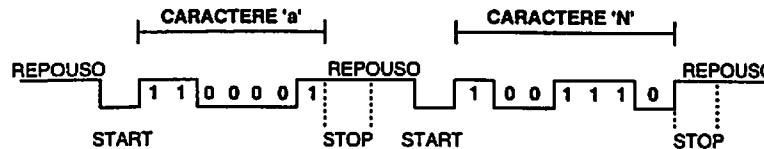


Figura 12-6: Transmissão assíncrona de dois caracteres. No início de cada caractere é transmitido um bit de start e no fim é transmitido um bit de stop. O caractere “a” minúsculo é o binário 1100001 e o caractere “N” maiúsculo é o binário 1001110.

Pelo bit *start* o receptor é avisado da transmissão de um caractere, de modo que, através do seu *clock*, ele pode sincronizar seus circuitos eletrônicos internos para ler cada bit no momento apropriado. O termo assíncrono refere-se a irregularidade dos instantes de ocorrência dos caracteres, ou seja, o tempo decorrido entre a transmissão de dois caracteres que pode ser variado pelo equipamento transmissor sem que o equipamento receptor tome conhecimento dessa variação. O ritmo de transmissão assíncrono (apesar da emissão dos caracteres ser irregular) possui um sincronismo em nível dos bits que compõem o caractere (obtido pela identificação do *start*), pois o equipamento receptor deve necessariamente conhecer os instantes que separam os bits dentro do caractere. Devido a possíveis erros de sincronismo, a transmissão assíncrona é normalmente utilizada em transmissões de dados com baixas velocidades, atualmente em torno de 115kbps.

Os equipamentos assíncronos têm um custo menor do que os equipamentos síncronos por serem de fabricação mais fácil. A principal desvantagem desse tipo de transmissão é a má utilização do canal (já que os caracteres são transmitidos irregularmente espaçados no tempo), além do alto *overhead* (bits de controle adicionais à informação), ocasionando uma baixa eficiência de transmissão. Tomemos como exemplo o código EBCDIC. O EBCDIC é um código de 8 bits. Se acrescentarmos um bit de *start*, um bit de *stop* e um bit de paridade na transmissão desse código, teremos um total de 11 bits, ou seja, 27% do total transmitido não é informação útil:

$$\text{Overhead} = \frac{\text{Nº de bits de controle}}{\text{Total de bits transmitidos (controle+caractere)}} \times 100\%$$

$$\text{Overhead} = \frac{3}{3+8} \times 100\%$$

$$\text{Overhead} = 27\%$$

12.3.2 Transmissão síncrona

A transmissão síncrona difere da assíncrona principalmente por dois aspectos:

- a utilização de bytes no controle do processo de comunicação e
- exigência de um *clock* externo para sincronismo.

12.3.2.1 Utilização de bytes no controle

A transmissão síncrona utiliza frames (também chamados blocos) que armazenam um determinado número de bytes (ou caracteres) antes da transmissão. Inicialmente, o transmissor envia uma série de caracteres com o objetivo de sincronizar-se com o receptor. Depois desse sincronismo inicial, os bytes de informação já podem ser enviados sem nenhuma espera, o que possibilita taxas de transferências acima de 2Mbps.

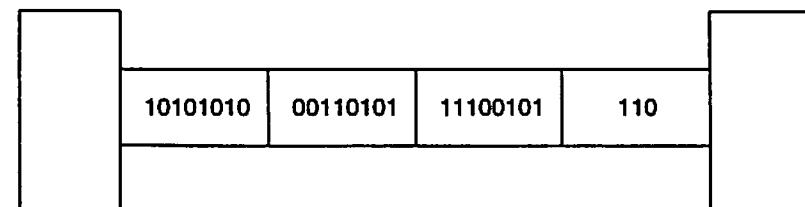
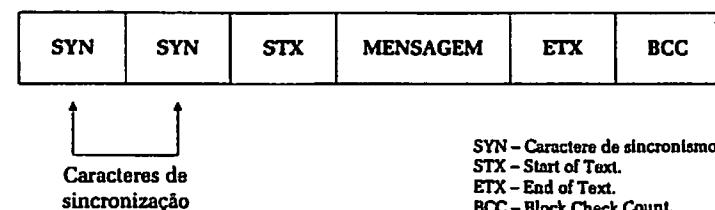


Figura 12-7: Sistema de transmissão síncrona, no qual o sincronismo é realizado através de caracteres.

A transmissão síncrona possibilita a utilização de técnicas mais sofisticadas de detecção de erros, como a Checagem de Redundância Cíclica – CRC (polinômio que realiza checagem em um *stream* de caracteres e não em uma seqüência simples de bits) e, por isso, é muito mais eficiente. O protocolo BSC (*Binary Synchronous Communication*), exemplificado na Figura 12-8, mostra a presença de caracteres de sincronização que permitem a transmissão síncrona entre dois equipamentos.



SYN – Caractere de sincronismo.
STX – Start of Text.
ETX – End of Text.
BCC – Block Check Count.

Figura 12-8: Exemplo de um frame típico em um sistema de comunicação síncrono. Note que em cada campo não são utilizados bits de controle, e sim, caracteres.

Além dessas características, a transmissão síncrona é mais eficiente porque permite passar muito mais informação sobre um canal de comunicação por unidade de tempo. Um fator que encarece o custo dos equipamentos síncronos é a necessidade dos mesmos possuírem dispositivos inteligentes de recepção (como CPU e memória), pois os dados são enviados em blocos que contêm palavras e caracteres que devem ser processados pela CPU e software no dispositivo de recepção.

12.3.2.2 Uso de um *clock* externo para sincronizar o transmissor e receptor

Um sistema de comunicação síncrono exige um *clock* externo, que sincroniza o transmissor e o receptor garantindo que não haja perdas de caracteres ou erros por *timeout*, conforme a Figura 12-9.

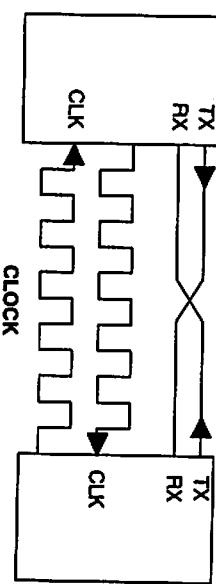


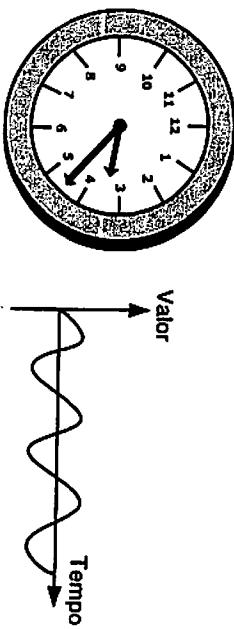
Figura 12-9: Circuito de transmissão síncrona, no qual cada dispositivo é sincronizado pelo *clock* enviado pelo outro dispositivo.

12.4 Sinais

Qualquer informação para ser transmitida precisa ser transformada em sinal eletrônico. Um sinal é a representação elétrica da informação. Dependendo da maneira como é representado, ele pode ser analógico ou digital. Esses tipos de sinais são enormemente empregados em comunicação de dados.

12.4.1 Sinal analógico

Um sinal analógico baseia-se em estados continuamente variáveis das ondas eletromagnéticas permitidas pelo meio de comunicação. Ele normalmente é representado por formas do tipo senoidal, como mostrado abaixo.



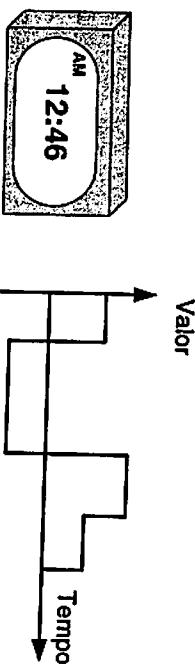
Relógio analógico

Sinal analógico

Figura 12-10: Um relógio de ponteiro e a tensão retirada de uma tomada elétrica são exemplos de sistemas analógicos. Entre dois valores quaisquer, um sinal analógico pode ter variações infinitesimais.

12.4.2 Sinal digital

Um sinal digital varia de forma discreta e possui somente dois valores elétricos, 0 e 1, conforme a Figura 12-11:



Relógio digital

Sinal digital

Figura 12-11: Um relógio digital e a tensão retirada na saída serial de um computador são exemplos de sistemas digitais.

A comunicação em um computador é um exemplo de sinal digital. Transmíti-lo digital é muito mais vantajoso do que transmitir sinais analógicos. Além dos circuitos serem mais simples, pode-se restaurar os sinais originais, mesmo na presença de falhas ou ruídos.

12.4.3 Conversão de sinal

Como efetuamos a conversão de sinal analógico para sinal digital? Em 1928, o matemático Nyquist descobriu que a capacidade máxima de um canal na ausência de ruídos é definida pela equação:

$$C = 2W \log_2 L$$

W = Largura de banda do canal.

L = Número de níveis utilizados na codificação do sinal.

Nyquist demonstrou que, um sinal qualquer transmitido através de um meio de comunicação com banda W Hz, para ser completamente reconstruído pelo receptor, deve ser amostrado em uma frequência igual a, no mínimo, $2W$ por segundo, ou seja, a amostragem tem que ser feita com duas vezes a frequência do sinal. Para convertermos um sinal analógico para digital, utilizamos um dispositivo chamado CODEC (COder/DECoder), que efetua essa transformação. Na Figura 12-12 podemos visualizar a aplicação de um CODEC típico.

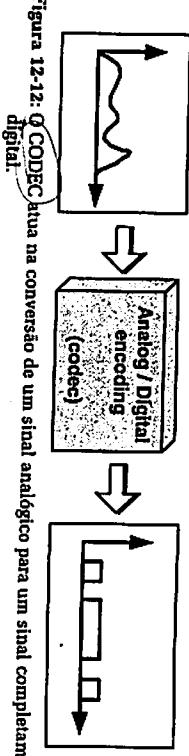


Figura 12-12: O CODEC atua na conversão de um sinal analógico para um sinal completamente digital.

12.4.3.1 Processo detalhado de conversão de um sinal analógico para digital

A conversão de um sinal analógico para um sinal digital envolve dois processos:

- PAM (Pulse Amplitude Modulation) e
- PCM (Pulse Code Modulation).

1) Pulse Amplitude Modulation – PAM

A primeira etapa do processo de conversão de um sinal analógico para digital é chamada *PAM*. Num dado momento, o nível do sinal é lido e mantido por algum tempo. Esta técnica faz uma amostragem do sinal analógico utilizando a freqüência de Nyquist (duas vezes a freqüência do sinal) e gera uma série de pulsos baseada no resultado desta amostragem. O *PAM* do sinal original usa uma técnica chamada de “*sample and hold*”.

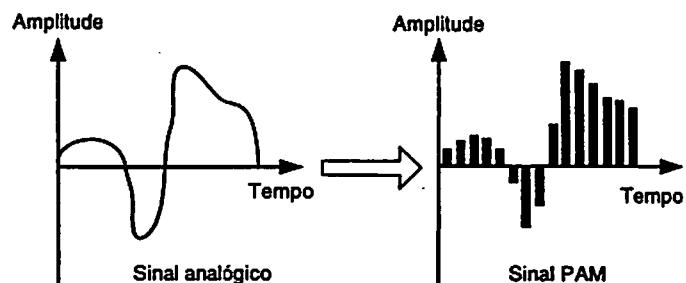


Figura 12-13: Um sinal analógico sendo convertido. O sinal PAM resultado da amostragem é conseguido através da técnica “*sample and hold*”.

Este método não resolve o problema da digitalização, pois o sinal ainda é analógico. Para tornar o sinal analógico amostrado em um sinal digital, o segundo processo é realizado: *Pulse Code Modulation – PCM*.

2) Pulse Code Modulation – PCM

O *PCM* modifica o sinal gerado pelo *PAM* e cria um outro completamente digital. O processo de *PCM* realiza a integração do sinal gerado pelo *PAM* através de um mecanismo chamado quantização, que retira amostras do sinal analógico em um intervalo de 1/8000s ou a cada $125\mu\text{s}$, obtendo uma célula de 8 bits, como pode ser visto na figura 12-14.

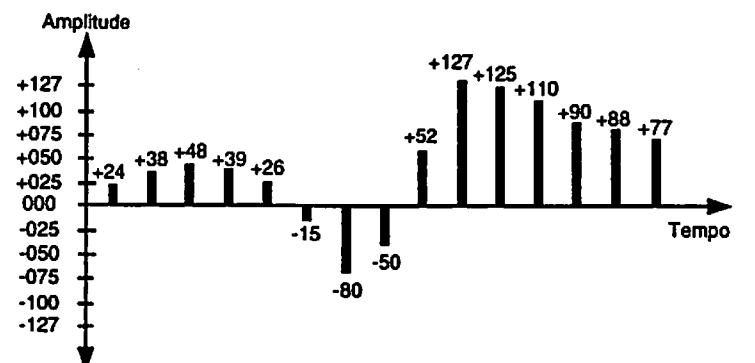


Figura 12-14: Quantização de um sinal PAM.

Cada amostra *PAM* é aproximada a um número inteiro de n bits. A Figura 12-15 mostra o resultado de um processo *PCM*.

| | | | | | |
|------|----------|------|----------|------|----------|
| +024 | 00011000 | -015 | 10001111 | +125 | 01111101 |
| +038 | 00100110 | -080 | 11010000 | +110 | 01101110 |
| +048 | 00110000 | -050 | 10110010 | +090 | 01011010 |
| +039 | 00100111 | +052 | 00110110 | +088 | 01011000 |
| +026 | 00011010 | +127 | 01111111 | +077 | 01001101 |

Bit de sinal
+ é 0 - é 1

Figura 12-15: Resultado do *PCM*. Cada valor é convertido em 8 bits. O oitavo bit indica o sinal.

Diagrama de blocos completo do processo *PCM*

O diagrama de blocos do processo *PCM* da Figura 12-16 demonstra o que acontece quando utilizamos um *CODEC* de telefonia para efetuar a conversão analógica para digital de um sinal de voz.

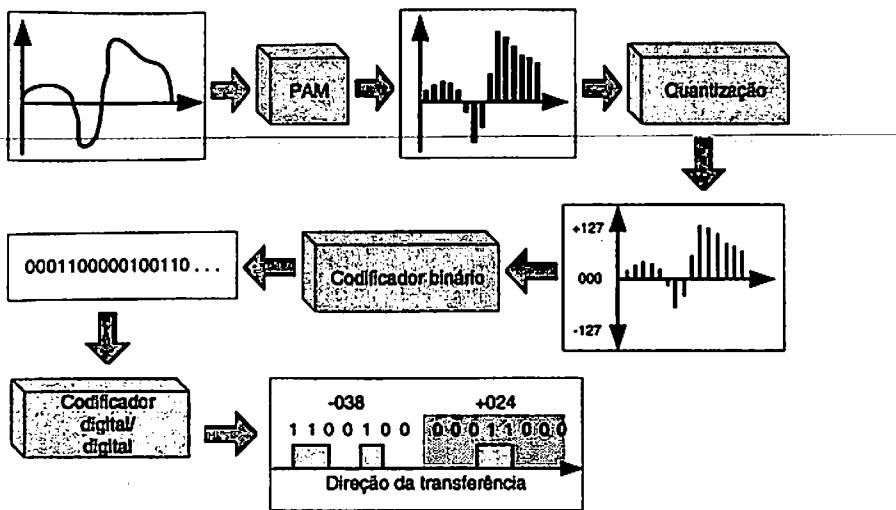


Figura 12-16: Diagrama de blocos do processo PCM.

Conforme a Figura 12-16, pudemos observar que a conversão completa de um sinal analógico para digital através do processo PCM é composta de quatro etapas:

- PAM,
- quantização,
- codificação binária e
- codificação digital-digital.

12.4.4 Uso da banda passante do meio de comunicação

Um canal é simplesmente uma parte da banda passante total de um meio de comunicação. Ele é criado a partir da divisão das múltiplas freqüências que um meio de comunicação pode acomodar. Se um meio de comunicação possuir 10MHz de banda passante, podem ser criados dois canais de 5MHz cada, cinco canais de 2MHz ou ainda dez canais de 1MHz. A capacidade de transmissão que um meio de comunicação pode fornecer depende de como a banda passante desse meio é utilizada. Podemos utilizar a banda passante de um meio de transmissão de dados de duas formas:

- Banda Base e
- Banda Larga.

12.4.4.1 Banda Base

Os sistemas que utilizam Banda Base usam a capacidade total do meio para transmitir a informação em um único canal; eles podem usar sinalização analógica ou digital, sendo a sinalização digital a mais comum.

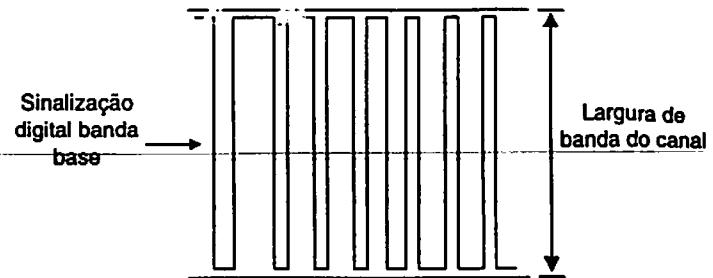


Figura 12-17: O sistema Banda Base utiliza praticamente toda a banda disponível do meio físico para transmissão.

12.4.4.2 Banda larga

Os sistemas que usam Banda Larga utilizam a capacidade do meio de transmissão para fornecerem múltiplos canais.

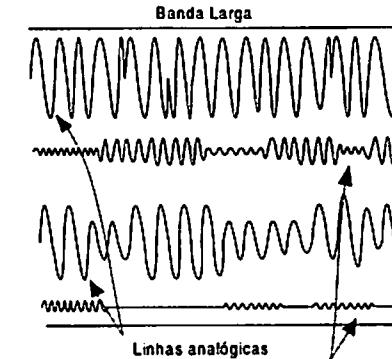


Figura 12-18: Na comunicação em banda larga, podemos utilizar a capacidade do meio para transmitir vários sinais nas mais diferentes freqüências, como na TV a cabo.

12.4.5 Multiplexação

Para que mais de um dispositivo possa compartilhar o mesmo meio de transmissão, é necessário utilizar uma técnica chamada multiplexação, que pode ser usada tanto em Banda Base quanto em Banda Larga. A técnica *Time Division Multiplexing - TDM* é usada em Banda Base, o que possibilita dividir um único canal em pequenos intervalos de tempo, de maneira que cada dispositivo usa o meio de comunicação apenas em uma fração desse tempo, como mostra a Figura 12-19:



Figura 12-19: Multiplexação em Banda Base. O canal é dividido em *slots* de tempo para cada equipamento a ser multiplexado.

Em Banda Larga, vários canais são criados dividindo-se a banda passante do meio através de uma técnica chamada *Frequency Division Multiplexing – FDM*. O FDM usa freqüências separadas para estabelecer múltiplos canais, conforme a Figura 12-20:



Figura 12-20: Multiplexação FDM, em que o canal é dividido em várias freqüências.

Uma aplicação muito comum do uso da técnica *FDM* é em TV a cabo. Um cabo coaxial é usado para transportar 83 canais com banda passante de, aproximadamente, 6MHz cada, somando 500MHz de ocupação no cabo. Um circuito demultiplexador no aparelho de TV permite selecionar o canal desejado. Em fibra óptica pode-se utilizar a mesma técnica de *FDM*, chamada *Wave-length Division Multiplexing – WDM*, que possibilita a transmissão de vários pulsos de luz com comprimentos de onda diferentes.

12.4.6 Codificação dos sinais transmitidos

Para que uma informação seja transportada pelo meio físico, ela precisa primeiramente ser codificada. A princípio, qualquer tipo de sinal (análogo ou digital) pode ser codificado, mas o sinal digital requer circuitos eletrônicos mais simples e mais baratos e, por isso, são bem mais utilizados atualmente. Somente a codificação digital será abordada neste livro. A função principal da codificação é:

- otimizar o uso do canal;
- resistir mais aos ruídos;
- permitir que um sinal possa ser transmitido em meios como microondas;
- facilitar a sincronização entre o transmissor e o receptor;
- causar o menor atraso possível na propagação de um sinal;
- diminuir o componente *DC* (*Direct Current* – é um componente de tensão contínua com freqüência zero). Quando um modelo de codificação possui um componente DC, ele não pode ser transmitido em meios como microondas;
- diminuir a taxa de erros;
- utilizar a menor banda passante possível, permitindo o uso de cabos mais simples.

Os métodos de codificação digital podem ser:

- unipolares,
- polares e
- bipolares.

12.4.6.1 Codificação unipolar

É um método de codificação muito simples e primitivo. Embora esteja praticamente obsoleto, ele pode ser utilizado para introduzir os conceitos necessários para o entendimento de outros métodos de codificação mais complexos. Os sistemas digitais trabalham enviando pulsos de tensão ao longo do meio de comunicação, usualmente em cabos metálicos. Na codificação unipolar, os bits 1 são representados por um nível de tensão DC e os bits 0 pela falta de tensão, conforme a Figura 12-21:

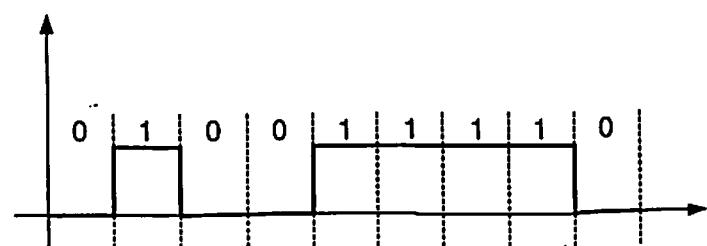


Figura 12-21: Codificação unipolar: o bit 1 é representado por um nível de tensão e o bit 0 pela falta de tensão.

Este modelo de comunicação digital tem pelo menos dois problemas:

- componente DC e
- sincronização.

1) Componente DC

A amplitude média de um sinal com codificação unipolar não é zero, criando o que é chamado **componente DC** e fazendo com que o sinal não possa ser transmitido em meios como microondas ou ser aplicados a circuitos que possuam transformadores, como os de rede local.

2) Sincronização

Na codificação unipolar não há variação de sinal, o que gera dificuldade para o receptor determinar o início ou o fim de um caractere. Isso pode fazer com que o receptor perca alguns bits. A solução para esse tipo de problema é a transmissão, através de um canal secundário, de sinais de controle que definirão o início ou o fim de um caractere. Este é um exemplo típico de um sistema de transmissão paralelo usado entre um computador e uma impressora.

Esses dois problemas mostram que o método de codificação unipolar tem uso muito restrito e é utilizado somente em sistemas que não requerem grandes velocidades e distâncias. Para resolver o problema de componente DC gerado pela codificação unipolar, usa-se dois níveis de tensão, um positivo e outro negativo. Para o problema da sincronização, o nível de tensão de cada bit é substituído pela transição positiva ou negativa do sinal, conforme as Figuras 12-22a e 12-22b:

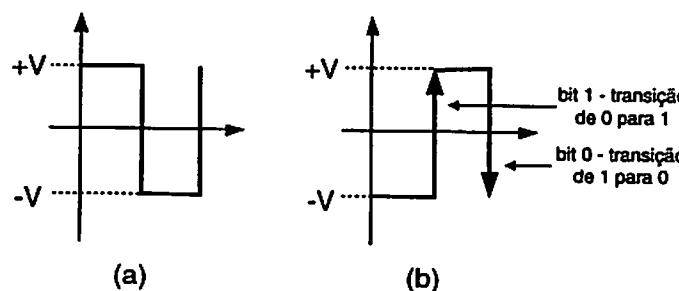


Figura 12-22: Na figura (a), os níveis de tensão $+V$ e $-V$ eliminam o problema do componente DC. Na figura (b), a transição positiva ou negativa é usada para referenciar o bit 1 ou o bit 0.

12.4.6.2 Codificação polar

A codificação polar tem mecanismos de sincronização mais simples, que diminuem ou até mesmo acabam com o problema do componente DC. Os principais métodos de codificação polar são:

- NRZ, com as variações NRZ-L e NRZ-I,
- RZ,
- Bifase, com as variações Manchester e Diferencial Manchester.

12.4.6.2.1 Non Return to Zero – NRZ

A forma mais simples de codificação consiste em associar um nível de tensão a cada bit. Esta codificação é conhecida por "*Nonreturn to zero - Level*" (NRZ-L), na qual um bit 1 será codificado sob a forma de uma tensão elevada e um bit 0 sob a forma de uma tensão baixa. Existem mais duas codificações NRZ (o sinal não retorna ao nível zero após uma transição provocada pelos dados a transmitir):

- a codificação "*NRZ - Mark*" (NRZ-M), que produz uma transição de nível sempre que surge um bit 1;
- a codificação "*NRZ - Space*" (NRZ-S), que produz uma transição de nível sempre que surge um bit 0.

A freqüência máxima gerada pela codificação NRZ é igual a metade da taxa de transmissão (2bits/Hz).

Uma variação da NRZ conhecida como NRZ-I (*Nonreturn to zero - Invert*) mantém constante o pulso de tensão com a duração de 1 bit time.

A transição (1 para 0 ou 0 para 1) no início de cada bit time significa o binário 1, enquanto nenhuma transição significa o binário 0.

12.4.6.2.2 Return to Zero – RZ

A codificação "*Return to zero*" (RZ) difere das anteriores pelo fato do nível de tensão retornar sempre ao nível zero após uma transição provocada pelos dados transmitidos (no meio da transmissão do bit). Geralmente, um bit 1 é representado por um nível elevado, mas no meio da transmissão do bit, o nível retorna a zero. Devido a este fato, a freqüência máxima gerada é o dobro da anterior, sendo igual à taxa de transmissão (1 bit/Hz).

O grande problema das codificações NRZ e RZ é que elas geram um componente contínuo (a média do sinal não é zero) e este fato dificulta o isolamento entre o emissor e o receptor. Mais grave ainda é que certas sequências de bits a 1 ou 0 produzem um sinal sem qualquer variação. O ideal é o receptor estar sincronizado com o emissor (ler os bits no ponto correto). Como não existe transição de nível nesse tipo de codificação, períodos longos de comunicação tendem a fazer o receptor perder o sincronismo, efetuando a leitura fora do ponto correto e originando erros. A Figura 12-23 apresenta exemplos de codificações NRZ-L, NRZ-I e RZ:

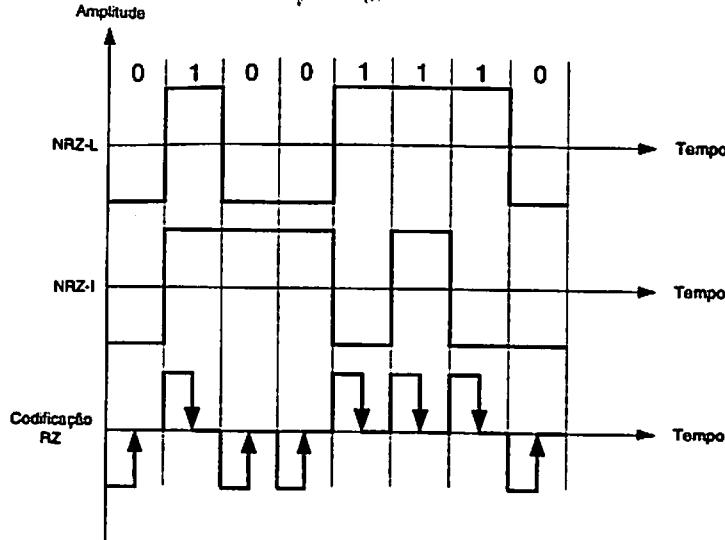


Figura 12-23: Exemplo de codificação digital NRZ e RZ.

12.4.6.2.3 Codificações bifásicas

As codificações bifásicas caracterizam-se por transições de nível em todos os bits. O ponto de transição vai depender dos dados a transmitir. A codificação bifásica pode ser do tipo:

1) Manchester

Na codificação bifásica de nível, também conhecida por "Manchester", os bits 1 produzem uma transição de nível alto para baixo no meio do bit, e os bits 0 produzem transições de nível baixo para nível alto também no meio do bit. No início de cada bit são produzidas as transições de nível necessárias para manter a codificação coerente:

- se o bit é 1, o nível está baixo;
- se o bit é 0, o nível está alto.

2) Diferencial "Manchester"

A variante diferencial "Manchester" produz sempre uma transição de nível no meio dos bits 1 e uma transição no início dos bits 0. As variantes bifásicas "mark" e "space" provocam sempre uma transição de nível entre os bits. No caso bifásica-M, os bits 1 provocam uma transição no meio do bit. No caso de bifásica-S, os bits 0 provocam uma transição no meio do bit. A Figura 12-24 apresenta exemplos de codificações bifásicas:

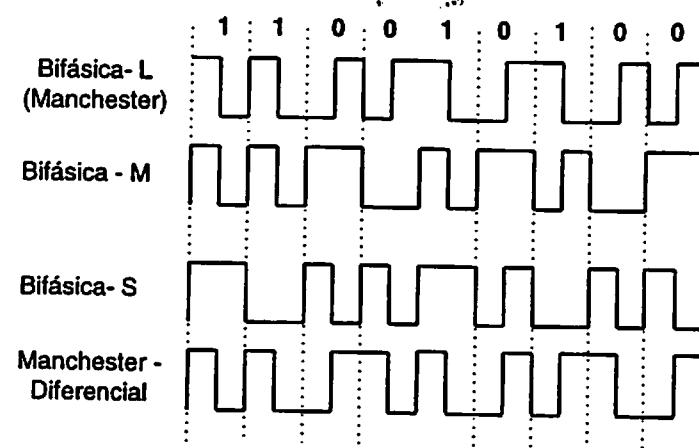


Figura 12-24: Exemplo de codificações bifásicas.

As vantagens das codificações bifásicas em relação aos métodos NRZ e RZ são enormes. O componente contínuo do sinal é muito menor e a existência de transições de nível em todos os bits torna a sincronização muito simples. Outra vantagem das codificações bifásicas é o fato de algumas transições de nível serem pré-determinadas, facilitando a detecção de erros.

12.4.6.3 Codificação bipolar

A codificação bipolar utiliza três níveis de tensão: positivo, negativo e zero. O nível de tensão zero é usado para representar o binário 0, e o binário 1 é representado pelos níveis de tensão positivo e negativo alternadamente, da seguinte forma: se o primeiro bit 1 é representado por um nível de tensão positivo, o segundo bit 1 será representado pelo nível de tensão negativo, o terceiro bit 1 será um nível de tensão positivo, mantendo essa alternância somente quando os bits 1 não são consecutivos. A codificação bipolar é muito utilizada na indústria de telecomunicações, sendo as mais comuns:

- AMI,
- B8ZS e
- HDB3.

12.4.6.3.1 Alternate Mark Inversion - AMI

A codificação AMI é o tipo mais simples de codificação bipolar. A palavra *Mark* é herdada do telégrafo (que usava codificação unipolar) e significa nível de tensão positivo. Desta forma, o significado de AMI é 1 inverso e alternado, sendo o binário 1 representado pela alternância positiva e negativa dos níveis de tensão, conforme a Figura 12-25:

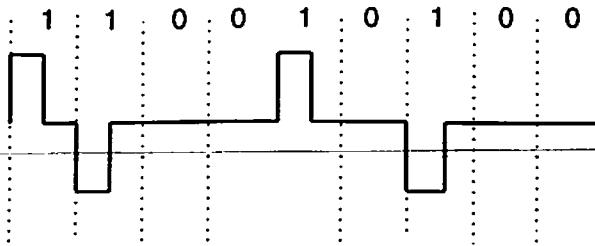


Figura 12-25: Exemplo de codificação polar AMI. No bit 1, o sinal passa por um nível de tensão positivo, zero e negativo.

A freqüência máxima gerada nesse tipo de codificação é metade da taxa de transmissão (2bit/Hz), não possui componente contínuo e a alternância de sentidos facilita a detecção de erros; contudo, uma seqüência de zeros produz um sinal nulo que dificulta a sincronização.

12.4.6.3.2 Bipolar 8-Zero Substitution – B8ZS

A codificação B8ZS é muito utilizada nos EUA e possibilita sincronização, mesmo em cadeias consecutivas de bits 0, quando introduz uma mudança de polaridade, chamada de *Violation*, dentro desta cadeia de 0. A Figura 12-26 demonstra como este processo é realizado.

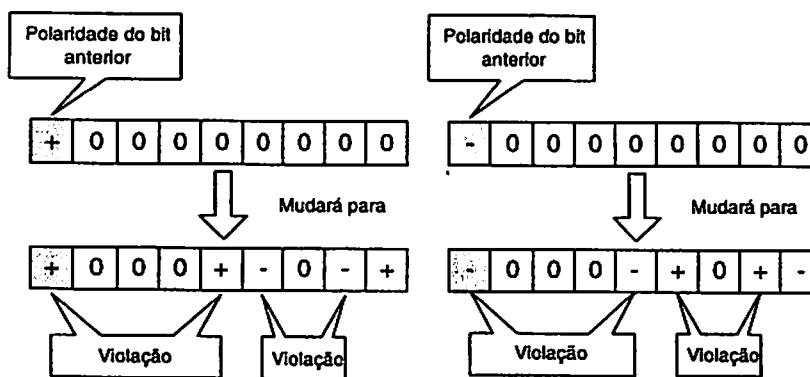


Figura 12-26: Quando ocorre uma sucessão de 8 bits, a codificação B8ZS introduz uma mudança no padrão baseada na polaridade do primeiro bit 1 anterior a esta seqüência de 0. (a) polaridade positiva e (b) polaridade negativa.

Se o bit 1 anterior a esta seqüência tinha a polaridade positiva (figura 12-26 a), os oito bits 0 serão codificados como 0, 0, 0 positivo, negativo zero negativo, positivo. Lembre-se que o receptor está pesquisando níveis de tensão com polaridades alternadas de 1 ocorrendo antes de 0. Se a polaridade do bit 1 é negativa (figura 12-26 b), o padrão é o mesmo, mas a polaridade da *Violation* é invertida.

12.4.6.3.3 High Density Bipolar 3 – HDB3

Esta codificação é mais utilizada na Europa e no Japão. Ela insere uma mudança na cadeia de bits toda vez que quatro bits 0 consecutivos são encontrados. É uma solução diferente da codificação B8ZS, que realiza as mudanças depois que 8 bits são encontrados. A figura 12-27 ilustra este processo.

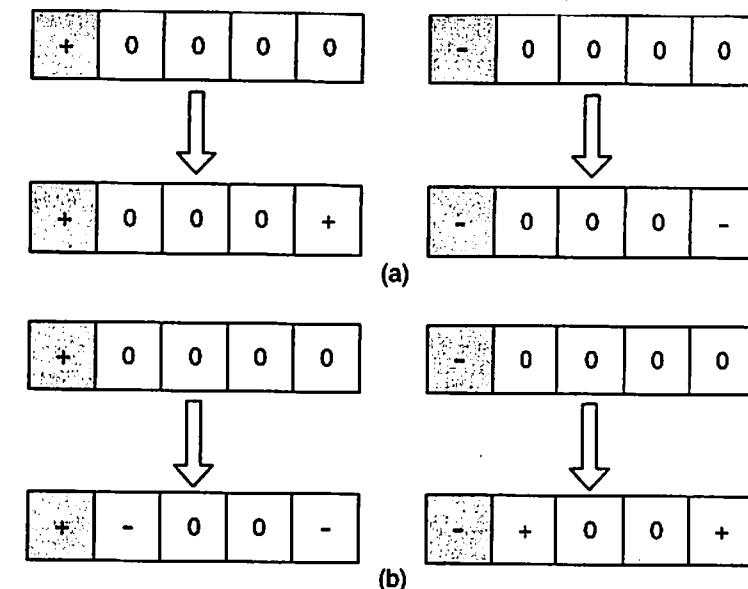


Figura 12-27: A codificação HDB3 atua de maneira diferente da B8ZS. Em (a) se o número de 1s desde a última mudança é ímpar e (b) se o número de 1s desde a última mudança é par.

Existe uma gama enorme de tecnologias de codificação utilizadas em redes locais, que combinam uma ou mais técnicas e resultam em sistemas que são bem tolerantes a ruídos, podendo ser aplicadas em vários meios de comunicação. Dentre as mais importantes, podemos citar:

- 4B/5B,
- 5B/6B,
- MLT-3 e
- PAM5.

12.4.6.3.4 4B/5B e 5B/6B

Também conhecida como **Block Coding**, esta técnica insere um bit extra a cada 4 bits de dados recebidos, criando dados codificados com 5 bits. Cada bloco de 4 bits é conhecido como **Grupo** (ou **Nibble**). Para garantir sincronização nessa codificação, existe um segundo estágio: cada **stream** de dados é tratado como um único valor binário e codificado através do sistema NRZ-I. Este esquema de codificação é muito usado em sistemas que utilizam fibras ópticas. A figura 12-28 ilustra a codificação 4B/5B.

| Entrada (4 bits) | Grupo de Códigos (5 bits) | Padrão NRZI | Interpretação |
|---------------------|------------------------------|-------------|---------------|
| 0000 | 11110 | | Data 0 |
| 0001 | 01001 | | Data 1 |
| 0010 | 10100 | | Data 2 |
| 0011 | 10101 | | Data 3 |
| 0100 | 01010 | | Data 4 |

Figura 12-28: Alguns grupos de códigos 4B/5B.

A codificação 5B/6B utiliza o mesmo conceito da 4B/5B, só que o processo é realizado inserindo 1 bit a cada 5 bits de dados recebidos.

12.4.6.3.5 Multi-Level Transition 3 – MLT-3

Embora a codificação 4B/5B seja muito eficiente para uso em fibras ópticas, o mesmo não acontece com cabos UTP. Esta técnica de codificação foi criada pela ANSI no desenvolvimento do FDDI e do CDDI. Usando três níveis de codificação ao invés de dois, utilizados no NRZ-I, consegue-se uma freqüência média em torno de 31,25 MHz, reduzindo a perda de sinal e obtendo uma melhor relação sinal/ruído. A figura 12-29 ilustra esta técnica.

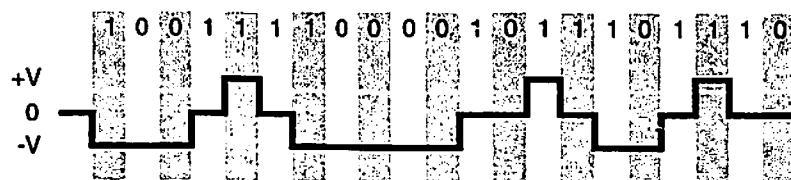


Figura 12-29: A técnica MLT-3 utiliza 3 níveis de codificação, enquanto a NRZ-I utiliza 2 níveis.

12.4.6.3.6 Pulse Amplitude Modulation 5 – PAM-5

Esta técnica é similar à MLT-3 e emprega cinco níveis de tensão: -2V, -1V, 0V, 1V e 2V. Atualmente, somente quatro níveis são utilizados para dados, sendo que o quinto nível (0V) é usado para compor o mecanismo de recuperação de erros chamado **Trellis Forward Error Correction**.

12.5 Circuito de transmissão de uma placa de rede

A Figura 12-30 mostra um diagrama de blocos de um circuito de uma placa de rede Ethernet de 100Mbps. Para transmissão de dados utilizando um cabo UTP, um número grande de etapas de codificação e decodificação é realizado.

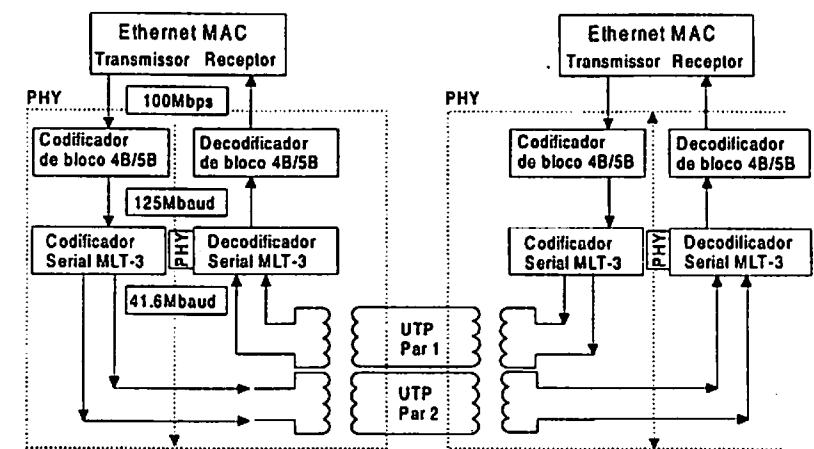


Figura 12-30: Interface de uma placa de rede de 100Mbps.

12.6 Densidade espectral dos tipos de codificação dos sinais digitais

Para selecionar um tipo específico de codificação digital, é necessário conhecer alguns parâmetros, como **densidade espectral**, **capacidade de sincronismo**, **capacidade de correção de erros**, **imunidade a ruído** e **interferências**, além de **custo** e **complexidade de implementação**. De todos esses parâmetros, a **densidade espectral** de um sinal é o mais importante, pois ele é a medida da quantidade de energia que está contida no sinal em uma dada freqüência e indica a eficiência da utilização de sua largura de banda. No Gráfico 12-1 está representada a densidade espectral para sinais em redes de 10Mbps, 100Mbps e 1000Mbps:

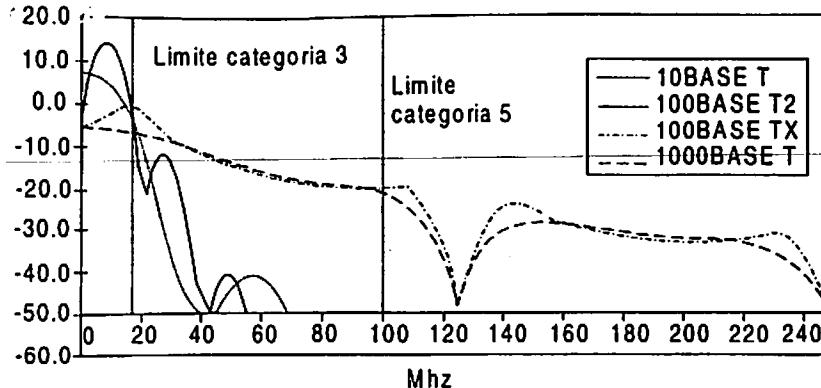


Gráfico 12-1: Atributos espectrais das codificações digitais. As linhas pontilhadas mostram os limites das larguras de banda para cabos categoria 3 e categoria 5.

O cabo utilizado para transmitir sinais necessita de uma largura de banda que suporte a densidade espectral de cada codificação e ainda continue transmitindo.

12.7 Megabits e Megahertz

A velocidade com que um equipamento transmite sinais em um determinado meio é chamada de *throughput* (ou taxa de transmissão). O *throughput* é medido em *bps* (bits por segundo) e seu valor depende de uma série de fatores, como largura de banda do canal, codificação utilizada no sinal, etc. Quando queremos especificar a qualidade de um canal de comunicação, utilizamos a unidade MHz. Desta forma, existe uma relação entre Mbps e MHz que precisamos entender.

Uma boa analogia para explicar essa relação Mbps/MHz é considerar um carro viajando por uma estrada. Se a estrada for boa e tiver um bom asfalto, este carro pode desenvolver altas velocidades sem que ocorra nenhum problema nos amortecedores ou em sua suspensão. No caso de uma estrada ruim, este mesmo carro não conseguirá o mesmo desempenho porque as condições da estrada não permitirão. Os sinais elétricos quando trafegam em meio de comunicação têm o mesmo comportamento. Se o meio tiver uma boa banda passante (MHz – ou um bom asfalto) qualquer equipamento eletrônico (carro), independente da capacidade, terá condições de operar em qualquer velocidade (Mbps). Um meio físico ideal é aquele que não interfere no sinal, ou seja, todo o sinal transmitido em uma ponta é recebido na outra ponta sem sofrer qualquer tipo de modificação. Infelizmente, o meio físico atua de várias maneiras no sinal, alterando características de fase, amplitude e freqüência e fazendo com que o sinal perca suas características originais, afetando o processo de comunicação.

12.8 Características de velocidade e banda passante das tecnologias de redes

Conforme visto no capítulo 1 sobre redes locais, cada tecnologia tem características de transmissão, tipos de cabos e velocidades distintas. As características técnicas que mais interessam no estudo de comunicação de dados são as mais específicas, como codificação, quantidade de pares de cabos utilizados e largura de banda passante exigida para transmitir esses sinais. A Tabela 12-2 resume todos esses parâmetros:

| Tecnologia | Velocidade (Mbps) | Banda (MHz) | Codificação |
|---------------------|-------------------|-------------|-----------------|
| Ethernet 10BASE T | 10 | 10 | Manchester |
| Ethernet 100BASE TX | 100 | 62,5 | 4B/5B |
| Ethernet 100BASE T4 | 100 | 12,5 | 8B/6B |
| 100VG AnyLan | 100 | 15 | AMI |
| Token Ring | 4/16 | 4/16 | Dif. Manchester |
| Gigabit Ethernet | 1000 | 125 | PAM5 |
| ATM | 155 | 125 | NRZ |

Tabela 12-2: Tabela contendo as velocidades das principais tecnologias utilizadas nas redes locais em função da codificação e da banda utilizada em MHz. Note que a Ethernet 100BASE T4 trabalha a 100Mbps necessitando de um canal de 62,5MHz, enquanto o 100VG Any LAN, que também trabalha a 100Mbps, necessita de 12,5MHz.

12.9 Erros na transmissão de sinais

Os sinais transmitidos através de qualquer meio físico sempre sofrem alterações na sua forma original, resultando em imperfeições que dificultam o seu entendimento no ponto de recepção. Um dos critérios mais utilizados para avaliar o desempenho de um sistema de transmissão é medir o grau de confiabilidade na transmissão de bits, isto é, a capacidade do meio de transmitir bits corretamente. Esse critério é chamado taxa de erro de bit (*BER-Bit Error Rate*) e é representado como um número médio de erros que poderiam ocorrer em uma seqüência de n bits:

$$BER = \frac{\text{Nº de erros de bits}}{\text{Nº total de bits}}$$

Um sistema de transmissão com taxa de erros de 10^{-9} , por exemplo, corresponde a um sistema em que, em média, ocorre um erro de transmissão a cada um bilhão de bits transmitidos. Em redes locais, a taxa de erros típica é da ordem de 10^{-9} a 10^{-12} . Uma baixa taxa de erros é a prova de que o sistema de cabeamento não está interferindo no processo de transmissão das informações em uma rede.

12.9.1 Ruído

Ruído é toda espécie de interferência eletromagnética não desejada em um sinal transmitido. O ruído limita o desempenho de um sistema de comunicação. Se não fosse esse parâmetro, um problema como distância não existiria. A quantidade de ruído presente na comunicação é medida em termos da razão entre a potência do sinal e a potência do ruído, denominada relação sinal/ruído. Conforme a fórmula abaixo, se considerarmos a potência do sinal como S e a potência do ruído como N, a razão sinal/ruído é dada por S/N. O resultado é em decibéis (dB).

$$S/N = 10 \log_{10} \left(\frac{S}{N} \right)$$

S= potência do sinal
N= potência do ruído

As fontes dos ruídos podem ser as mais variadas, o que dificulta sua modelagem na análise de desempenho de um sistema de transmissão. Podemos caracterizar os tipos de ruídos como:

- ruído térmico,
- ruído de intermodulação,
- crosstalk e
- ruído impulsivo.

12.9.1.1 Ruído térmico

O ruído térmico (ou ruído branco) existe em qualquer freqüência e seu valor depende da temperatura. De uma maneira geral, este ruído é gerado pela agitação térmica dos elétrons nos dispositivos condutores.

12.9.1.2 Ruído de intermodulação

Quando sinais de diferentes freqüências compartilham um mesmo meio físico, através da multiplexação, pode-se ter perturbações de um sinal com uma freqüência em outro sinal com freqüência diferente.

12.9.1.3 Crosstalk

Ruído bastante comum em sistemas telefônicos. Ocorre quando um sinal gera interferência entre condutores próximos, gerando o que comumente é chamado de linha cruzada.

12.9.1.4 Ruído impulsivo

Este tipo de ruído consiste em pulsos irregulares e com grandes amplitudes, normalmente causado por descargas atmosféricas, distúrbios na rede elétrica, descargas eletrostáticas, etc. O ruído impulsivo, em geral, não causa muito problema em uma transmissão de dados analógica. A voz, por exemplo, pode ficar alguns intervalos com o sinal corrompido, não chegando a prejudicar a sua inteligibilidade. O ruído impulsivo é fatal na transmissão digital, causando muitos erros e evitando que os dispositivos entendam a informação, gerando retransmissões que causam excesso de tráfego, pois os dispositivos terão que repetir o envio da informação. Para se ter uma idéia dos problemas relacionados com retransmissões, um estudo realizado pela Anixter demonstrou que, mesmo para baixas velocidades, uma taxa de retransmissão de 1% faz uma rede de 100Mbps apresentar um throughput real de 20Mbps e, à medida que a velocidade da rede aumenta, a situação tende a piorar. A tabela 12-3 demonstra os efeitos das retransmissões no desempenho de uma rede Fast Ethernet.

| Retransmissões (%) | Velocidade de transmissão (Mbps) |
|--------------------|----------------------------------|
| 0 | 100 |
| 1 | 20 |
| 2 | 4 |
| 3 | 0,8 |
| 4 | 0,16 |
| 5 | 0,032 |

Tabela 12-3: Características da porcentagem de retransmissão e velocidades reais em uma rede de 100Mbps.

12.9.2 Atenuação

Atenuação é a perda de potência de um sinal transmitido ao longo de um cabo. A atenuação depende da conexão nas tomadas, do comprimento do cabo no segmento considerado, da temperatura e da capacitância. Como o comportamento da capacitância pode ser alterado em função da freqüência, podemos ter grandes perdas de sinal em altas freqüências. A atenuação é medida em decibéis.

12.9.3 Perda por retorno

A perda por retorno é um tipo de atenuação, pois é a medida de todas as reflexões causadas por anomalias de impedância ao longo do cabo. Um bom casamento de impedância entre o cabo e os conectores, bem como o hardware de conexão, pode minimizar muito as reflexões de sinais, diminuindo essas perdas. As perdas por retorno podem ser classificadas em:

- jitter de fase e
- interferência intersimbólica.

12.9.3.1 Jitter de fase

O maior problema causado pela perda por retorno em comunicação digital não é a perda de potência, mas um chamado jitter de fase. Ele implica na variação aleatória no tempo dos pulsos digitais, gerando atrasos não uniformes nos diversos componentes de sua freqüência, aumentando a interferência intersimbólica.

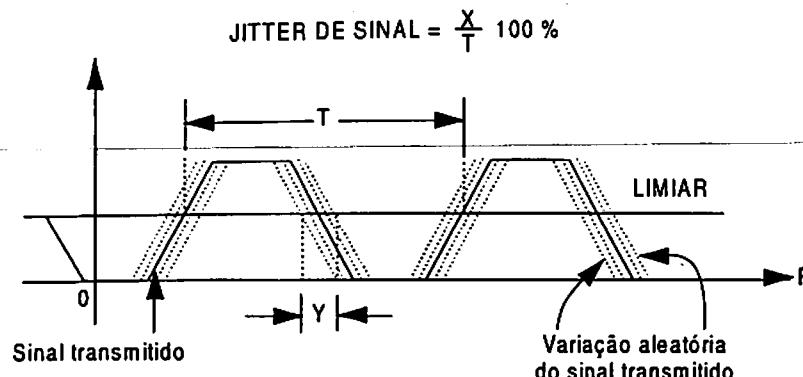


Figura 12-31: Jitter de fase. O sinal varia aleatoriamente, gerando atrasos no ponto de recepção.

12.9.3.2 Interferência intersimbólica

É a dificuldade do receptor em entender os pulsos quando estão submetidos a efeitos de muitos ruídos ou jitters de fase.

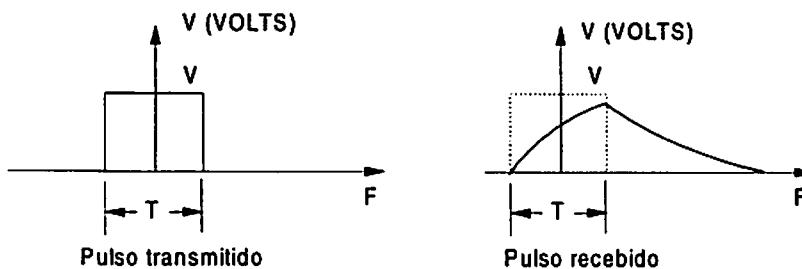


Figura 12-32: Os ruídos e o jitter de fase fazem o pulso transmitido se deteriorar, dificultando seu entendimento.

12.9.4 Taxa de transmissão máxima de um canal

Qualquer meio físico tem limitações para transmitir sinais. Essas limitações dependem da quantidade de ruído, interferências internas e externas a que este meio está submetido e da própria capacidade do meio. Pode-se transmitir mais dados em um meio físico alterando-se a freqüência de codificação do sinal, ou seja, utilizando todas as características do meio de comunicação, de modo que os ruídos (interferências internas e externas) sejam minimizados ao máximo e, conseguindo-se assim, uma taxa de transferência maior. Dessa forma, um canal com uma largura de banda fixa pode transmitir muitos mais dados. Claude Shannon, provou 20 anos após Nyquist, que, levando-se em consideração os ruídos, um meio de comunicação tem uma largura de banda limitada com taxa de transmissão máxima representada pela equação abaixo:

$$C = W \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

C=Capacidade máxima de um canal em bps.

W= Largura de banda.

S/R= Relação sinal/ruído.

Um canal telefônico típico possui 4KHz de banda e relação sinal/ruído de 30dB. Quando aplicamos a lei de Shannom, encontramos que um canal telefônico tem um limite de velocidade máxima teórica para transmitir sinais de 30Kbps, não importando qual a codificação de sinal utilizada.

Capítulo treze

Meios metálicos de transmissão

Ao final deste capítulo, você entenderá:

13

- Como são construídos os cabos metálicos e quais os principais parâmetros que afetam o seu desempenho em alta velocidade.
- A estrutura física de um cabo UTP.
- O que são cabos de pares trançados.
- As características dos cabos UTP, STP, STP_a, ScTP.
- As linhas de transmissão usando cabos metálicos.
- O que são cabos coaxiais.
- As tecnologias de rede Ethernet usando cabos UTP e cabos coaxiais.

Nesse capítulo você aprenderá como são constituídos os meios de transmissão usando cabos metálicos, como UTP, STP e cabos coaxiais. Entenderá as principais características elétricas desses cabos e como elas influenciam a transmissão de dados.

Branca

13.1 A estrutura física de um cabo metálico

Os sistemas de comunicação de dados foram vistos no capítulo 12, no qual pudemos conhecer as características de seus principais componentes. Neste capítulo, vamos detalhar as características dos cabos metálicos UTP, STP e cabos coaxiais. Veremos como alguns dos parâmetros desses meios metálicos influenciam a transmissão dos sinais elétricos.

13.2 Cabos de pares trançados

A transmissão por pares trançados de cobre já é usada há bastante tempo, especialmente em sistemas de telefonia. No entanto, sua utilização como meio de transmissão de dados é relativamente recente, visto que a banda passante de transmissão desse tipo de cabo não suportava as velocidades exigidas pelas redes de computadores. Com a evolução da tecnologia, foi possível atender e até mesmo superar as expectativas de banda passante dos sistemas de redes locais. Atualmente, o cabo de par trançado é o meio de transmissão mais utilizado em redes de computadores e sua popularização foi possível graças a facilidade de instalação e baixo custo. Mas existem ainda alguns problemas associados à transmissão de dados em cabos de pares trançados: **interferências eletromagnéticas internas e externas, atenuação e ruídos** são apenas alguns desses problemas. Vamos ver com mais detalhes como isso acontece.



Figura 13-1: Exemplo de um par trançado.

Um cabo de par trançado é composto por pares de fios. Os fios de um par são enrolados em espiral para reduzir o ruído e manter constantes as propriedades elétricas por toda a extensão do cabo através de um efeito chamado cancelamento. Esse efeito reduz a diafonia (*crosstalk*) entre os pares de fios e diminui o nível de interferências (eletromagnéticas e radiofreqüência).

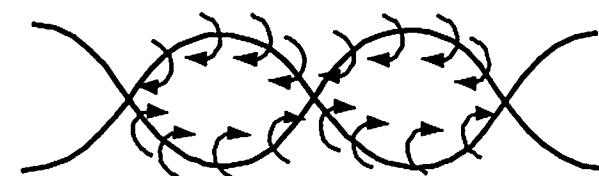


Figura 13-2: Fios trançados causam campos de interferência eletromagnética que se anulam mutuamente.

A capacidade de transmissão de um cabo de par trançado é dada em função de suas propriedades elétricas elementares, como resistência elétrica por unidade de comprimento, capacitância mútua, material utilizado no isolamento, impedância capacitiva e indutiva, etc. A resistência elétrica depende do diâmetro do cabo utilizado para construção do par trançado. Cabos UTP, por exemplo, possuem bitola e diâmetro conforme a Tabela 13-1.

| | | | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Bitola (AWG) | 19 | 22 | 24 | 26 | 28 |
| Diâmetro (mm) | 0,912 | 0,644 | 0,511 | 0,405 | 0,320 |

Tabela 13-1: Relação de diâmetro e bitola para cabos UTP.

Um par trançado precisa de proteção mecânica e proteção contra umidade. É importante também que ele continue trançado e essa característica não deve se deteriorar com o tempo. Por isso, os pares trançados são montados em cabos e são divididos em dois tipos básicos, dependendo da blindagem:

- cabos UTP e
- cabos ScTP.

OBS: A norma 568B exclui o cabo STP.

13.2.1 Cabos UTP

Também conhecido como *Unshielded Twisted Pair – UTP*, os cabos de pares trançados não blindados são o tipo de cabo mais utilizados no cabeamento de redes atualmente. Isto está acontecendo porque com o aumento das taxas de transmissão, cabos de melhor qualidade estão sendo produzidos e o alto desempenho em termos de qualidade, aliado ao baixo custo de aquisição e instalação dos mesmos, fazem com que eles substituam quaisquer outros sistemas de cabos metálicos.

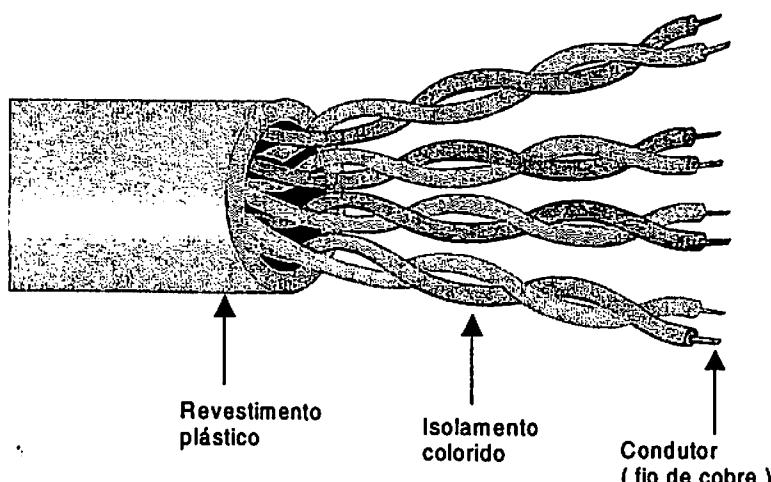


Figura 13-3: Exemplo de um cabo UTP.

13.2.1.1 Categorias dos cabos UTP

A norma ANSI/EIA/TIA 568B padronizou o uso dos cabos UTP através da recomendação do TSB 40. Os cabos UTP foram divididos em cinco categorias no que se refere a:

- bitola do fio, especificada em *American Wire Guage (AWG)*, em que números maiores indicam fios com diâmetros menores;
- níveis de segurança, especificados através de regulamentação fornecida pelos padrões reguladores da *Underwriter Laboratories (UL)*;
- parâmetros de transmissão em MHz.

A norma 568B classificou os cabos UTP conforme a Tabela 13-2. Existem características de transmissão versus atenuação em diferentes freqüências, para cada uma dessas categorias, como pode ser visto na Tabela 13-3.

| Bitola (AWG) | Banda Passante (100m) | Aplicações (Telefonia e Dados) | Nº de pares |
|--|---|---|-------------|
| 150Ohms (26AWG) | EIA/TIA categoria 1 | Telefonia analógica (4KHz) Telefonia digital (64Kbps) | - |
| 100Ohms (26AWG) | EIA/TIA categoria 2 (até 1MHz) | ISDN dados (2048Mbps) IBM 3270, 3x, AS400 | - |
| 100Ohms UTP (24AWG) | EIA/TIA categoria 3 NEMA 100-24-STD (até 16MHz)UL nível III | IEEE 10BASE T Token Ring (4Mbps.) Ethernet (10Mbps) | 2 |
| 100Ohms UTP baixa perda (24AWG) | EIA/TIA categoria 4 NEMA 100-24-LL (até 20MHz)UL nível IV | IEEE 10BASE T Token Ring (4 e 16Mbps) Ethernet (10Mbps) | 2 |
| 100Ohms UTP frequência estendida (24AWG) | EIA/TIA categoria 5 NEMA 100-24-XF (até 100MHz)UL nível V | IEEE 10BASE T e 100BASE T Token Ring (4 e 16Mbps) 100Mbps, TPDDI/CDDI | 4 |

Tabela 13-2: Parâmetros dos cabos UTP.

A norma ANSI/EIA/TIA B.2 não reconhece os cabos categoria 1,2,4 e 5. Ela introduz o cabo categoria 5e. O adendo ANSI/EIA/TIA B.2.1 reconhece o cabo categoria 6.

| Freqüência (MHz) | Categoria 3 (dB) | Categoria 5e (dB) |
|------------------|------------------|-------------------|
| 0.772 | 2.2 | 1.8 |
| 1.0 | 2.6 | 2.0 |
| 4.0 | 5.6 | 4.1 |
| 8.0 | 8.5 | 5.8 |
| 10.0 | 9.7 | 6.5 |
| 16.0 | 13.1 | 8.2 |
| 20.0 | - | 9.3 |
| 25.0 | - | 10.4 |
| 31.25 | - | 11.7 |
| 62.5 | - | 17.0 |
| 100.0 | - | 22.0 |

Tabela 13-3: Parâmetros de transmissão (freqüência X atenuação) de cabos UTP para as categorias 3, 5e.

Pela Tabela 13-3, podemos observar que a atenuação em 10MHz para um cabo de categoria 3 é maior do que para um cabo de categoria 5e. Isso quer dizer que, devido às características de fabricação, um cabo de categoria 5e possui melhor largura de banda em MHz, atenuando menos o sinal, o que possibilita trabalhar com tecnologias e condições mais exigentes. À medida que a procura por meios físicos de melhor performance cresce no mercado, cresce também o desenvolvimento de cabos com novos parâmetros de desempenho para atender às expectativas de tecnologias, como o Gigabit Ethernet e o ATM. Dentre os diversos tipos de cabos que estão sendo desenvolvidos, três merecem destaque:

- categoria 5e: são cabos UTP de 4 pares e 100 Ohms, com parâmetros de teste bem exigentes. Esses cabos possuem 100MHz de largura de banda passante;
- categoria 6: são cabos UTP de 4 pares, 100 Ohms e banda passante de 250MHz;
- categoria 7: são cabos UTP com banda passante de 700MHz e que ainda estão em desenvolvimento na Europa pela ISO/IEC.

A norma ANSI/EIA/TIA B.2.1 já reconhece o cabo categoria 6.

A Tabela 13-4 mostra essas novas categorias de cabos UTP com seus respectivos parâmetros de transmissão.

| Especificação | Categoria 5 | Categoria 5e | Categoria 6 |
|-------------------|-------------|--------------|-------------|
| Freqüência | 1-100MHz | 1-100MHz | 1-250MHz |
| Atenuação | 24dB | 24dB | 21.7dB |
| NEXT | 27.1dB | 30.1dB | 39.9dB |
| Power sum NEXT | N/A | 27.1dB | 37.1dB |
| ACR | 3.1dB | 6.1dB | 18.2dB |
| Power sum ACR | N/A | 3.1dB | 15.4dB |
| ELFEXT | 17dB | 17.4dB | 23.2dB |
| Power sum ELFEXT | 14.4dB | 14.4dB | 20.2dB |
| Return Loss | 8dB | 10dB | 12.0dB |
| Propagation Delay | 548ns | 548ns | 548ns |
| Delay Skew | 50ns | 50ns | 50ns |

Tabela 13-4: Características de transmissão dos cabos UTP categorias 5, 5e e 6. Observe que a atenuação do cabo categoria 6 é menor do que a do cabo categoria 5.

13.2.1.2 Cabos UTP de 25 pares

Esses cabos possuem um arranjo de 25 pares internos que podem ser utilizados em qualquer ambiente onde os cabos UTP de quatro pares são utilizados. Eles foram projetados para uso em backbone de voz e dados. Entretanto, seu uso é bastante comum em aplicações de distribuição horizontal por zona como alternativa ao uso de cabos UTP de quatro pares individuais. No caso da distribuição por zona, esses cabos são conectados dos painéis de distribuição até o conjunto de tomadas de telecomunicações para multiusuários, conforme descrito na norma ANSI/EIA/TIA 568B e que pode ser visto no apêndice D.

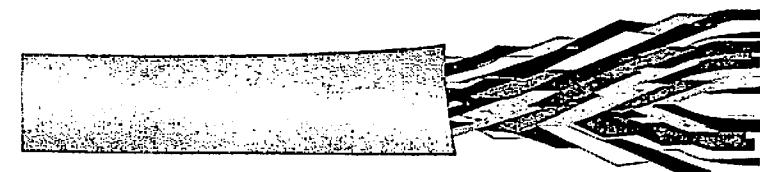


Figura 13-4: Exemplo de um cabo UTP de 25 pares.

13.2.2 Cabos STP

Também conhecido como *Shielded Twisted Pair – STP*, os cabos de pares trançados blindados possuem um revestimento em malha de cobre para dar melhor proteção às interferências eletromagnéticas (EMI) e de radiofreqüência (RFI). São cabos de 150 Ohms de impedância e suas primeiras especificações foram publicadas na norma *EIA Interim Standard Omnibus Specification NQ-EIA/IS-43*. Nessas especificações,

esses cabos aceitavam sinais de até 20MHz. Atualmente, no entanto, os cabos STP trabalham em até 300MHz, o que os tornam excelentes, mesmo se comparados a cabos de categorias maiores, como cabos categoria 6 e categoria 7.

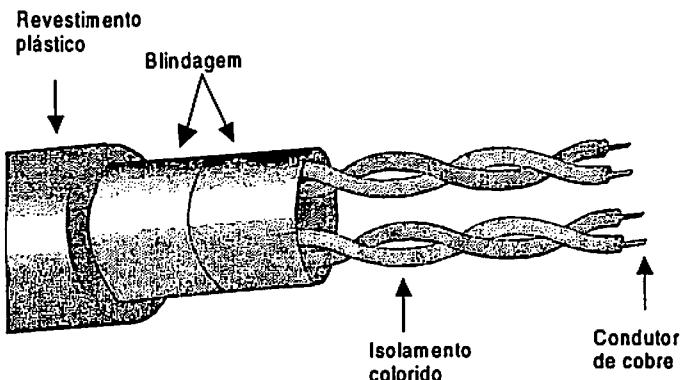


Figura 13-5: Exemplo de um cabo STP. Apesar de a figura estar mostrando um cabo STP de dois pares, o mais comum são cabos STP de quatro pares.

13.2.2.1 Cabos STP A

São cabos fabricados pela IBM e muito utilizados no mercado para o cabeamento horizontal e *backbone*. São cabos STP de 150 Ohms tipos 1A e 6A, cujas características são:

- utilizam dois pares de fios, modelo 22AWG rígido e impedância característica de 150 Ohms + 10% (3-300MHz);
- a atenuação balanceada do cabo de ligação STP A de 150 Ohms é aproximadamente igual a 1,5 vezes a atenuação do cabo STP A horizontal ou *backbone* (4-300MHz).

Até a data de publicação deste livro, o cabo STP A era um tipo de mídia reconhecido (ANSI/EIA/TIA 568-B.2). Porém, ele não é recomendado para novas instalações e espera-se que seja removido na próxima revisão da norma.

A Tabela 13-5 ilustra o desempenho dos cabos STP em termos de atenuação.

| Freqüência | STP-A Horizontal e <i>backbone</i> | STP-A de ligação (150Ohms) |
|------------|------------------------------------|----------------------------|
| 4,0 | 2,2 | 0,05 |
| 8,0 | 3,1 | 0,10 |
| 10,0 | 3,6 | 0,10 |
| 16,0 | 4,4 | 0,15 |
| 20,0 | 4,9 | 0,15 |
| 25,0 | 6,2 | 0,15 |
| 31,25 | 6,9 | 0,15 |
| 62,50 | 9,8 | 0,20 |
| 100,0 | 12,3 | 0,25 |
| 300,0 | 21,4 | 0,45 |

Tabela 13-5: Desempenho dos cabos STP em termos de atenuação.

13.2.2.2 Cabos ScTP

Também conhecido como *Screened Twisted Pair*, os cabos ScTP são cabos blindados e seu uso é adotado principalmente na Europa. São mais caros que os demais porque oferecem alta imunidade a interferências eletromagnéticas. O apêndice da norma ANSI/EIA/TIA 568-B.2 trata extensamente das características técnicas do cabo ScTP de 100 Ohms.

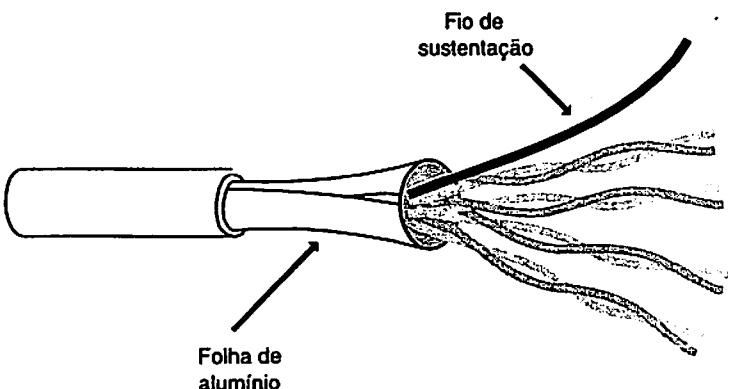


Figura 13-6: Exemplo de um cabo ScTP.

13.3 Linhas de Transmissão

Uma linha de transmissão é um circuito formado pelas interfaces dos dispositivos de transmissão/recepção e um cabo. Linhas de transmissão devem interferir o mínimo possível no sinal transmitido para que se obtenha a máxima transferência de potência e nenhuma perda no ponto de recepção. Infelizmente, uma linha de transmissão ideal, sem perdas, não existe, e dependendo de fatores, como freqüência e codificação do sinal, qualidade dos materiais que compõem o cabo e velocidade de transmissão, o sinal perde muito de suas características originais podendo, inclusive, não ser entendido na ponta de recepção do sistema de comunicação.

13.3.1 Tipos de Linhas de Transmissão

Uma linha de transmissão pode ser caracterizada de duas maneiras:

- não balanceada e
- balanceada.

13.3.1.1 Linhas de Transmissão não balanceadas

As linhas não平衡adas são aquelas que necessitam de um circuito terminador para fazer um casamento da impedância e, dessa maneira, conseguir a máxima transferência de potência. Os cabos coaxiais são um exemplo de linhas de transmissão não balanceadas. O uso de cabos coaxiais requer um resistor de 50 Ohms para fazer o casamento de impedância.

13.3.1.2 Linhas de Transmissão balanceadas

As linhas de transmissão balanceadas são aquelas que não precisam de circuitos terminadores para o casamento de impedância. Nesse caso, os circuitos eletrônicos das interfaces mais o cabo já cumprem esse papel e nenhum componente externo é necessário. A grande vantagem desse tipo de circuito é que os ruídos presentes no ambiente são cancelados e desacoplados da linha de transmissão pelos transformadores dos circuitos de transmissão/recepção formados pela placa de rede e o hub ou switch. Um cabo UTP utilizado em redes locais é um exemplo deste tipo de linha balanceada.

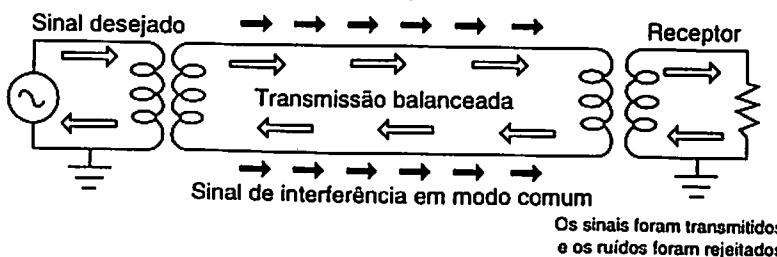


Figura 13-7: Circuito com uma linha de transmissão balanceada. Os ruídos são desacoplados da linha de transmissão pelos transformadores existentes no circuito formado pela placa de rede e os equipamentos ativos.

13.4 Parâmetros dos cabos de pares trançados

Uma série de parâmetros dos cabos de pares trançados são responsáveis pela capacidade de transmissão desse meio físico. Esses parâmetros são especificados pela norma ANSI/EIA/TIA 568-B.2. Trataremos dos mesmos a seguir.

13.4.1 Capacitância

Parâmetro que tende a atenuar sinais de alta freqüência transmitidos através de um cabo. A capacitância é um fator determinante da diafonia (linha cruzada). De um modo geral, os efeitos da capacitância são causados pela distância entre os condutores e a homogeneidade do dielétrico da isolação. A capacitância causa "atrasos" no sinal e, dependendo da freqüência, ela pode fazer o sinal "desaparecer" no cabo. Os valores típicos da capacitância para cabos par trançado a 1KHz é dado em nano Faraday (nF) e não deve exceder:

- categoria 3: 6,6 nF/100m;
- categoria 5e: 5,6 nF/100m.

13.4.2 Resistência

Parâmetro que caracteriza o limite de corrente elétrica contínua que um cabo pode suportar. A resistência é um componente da impedância do sistema do cabo e é um fator determinante na atenuação dos sinais transmitidos por um par de condutores nos sistemas de redes locais. A freqüência pode atuar no parâmetro da resistência.

13.4.3 Blindagem

Parâmetro que permite reduzir enormemente a indução e/ou emissão de interferências eletromagnéticas (Electro-Magnetic Interference – EMI, definida como interferência induzida em/ou gerada por cabos adjacentes) e de radiofreqüência (Radio Frequency Interference – RFI, definida como interferência induzida a partir de/ou gerada através de ondas eletromagnéticas trafegando no ambiente).

13.4.4 Isolante

Parâmetro que influencia diretamente as características de transmissão de um cabo, bem como na segurança dos ambientes onde esses cabos estão instalados. Dois tipos de materiais são comumente utilizados para isolamento de cabos: o *Polivinil Choride* – PVC, usado normalmente na capa de proteção externa, e os *Polímeros de Fluorcarbono*, como o *Ethylene-propylene* – FEP, usado nos pares trançados. No caso de isolamento do fio com FEP, por exemplo, o desempenho elétrico do cabo é extremamente afetado, pois é o dielétrico que isola cada fio e é por isso que o material do revestimento geralmente é de PVC combinado com aditivos, tendo pouco efeito no desempenho elétrico. Esses polímeros são normalmente referenciados como *Teflon*, que é uma marca registrada da Dupont, maior fabricante desses produtos.

13.4.5 Relação sinal/ruído

Parâmetro que mede o sucesso na contenção das interferências eletromagnéticas, conforme estudado no capítulo 12. Quanto maior a relação de sinal/ruído, maior a capacidade de um sinal ser transmitido com eficiência.

13.4.6 Atenuação (ou Insertion Loss)

Atenuação é a perda de potência de um sinal transmitido ao longo de um cabo. A atenuação depende da conexão nas tomadas, do comprimento do cabo no segmento considerado, da temperatura e da capacitância. Como a capacitância é um parâmetro influenciado pela freqüência, podemos ter grandes perdas de sinal em altas freqüências. A atenuação é medida em decibéis (dB). O Gráfico 13-1 mostra como é esta variação, demonstrando também a relação para o parâmetro NEXT que será abordado posteriormente. A atenuação cresce em até 0,4% por aumento de grau Celsius.

| Freqüência (MHz) | Categoria 3 Atenuação (dB) | Categoria 5e Atenuação (dB) |
|------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1,0 | 2,6 | 2,0 |
| 4,0 | 5,6 | 4,1 |
| 8,0 | 8,5 | 5,8 |
| 10,0 | 9,7 | 6,5 |
| 16,0 | 13,1 | 8,2 |
| 20,0 | — | 9,3 |
| 25,0 | — | 10,4 |
| 31,25 | — | 11,7 |
| 62,5 | — | 17,0 |
| 100,0 | — | 22,0 |

Tabela 13-6: Tabela de Freqüência X atenuação.

Atenuação

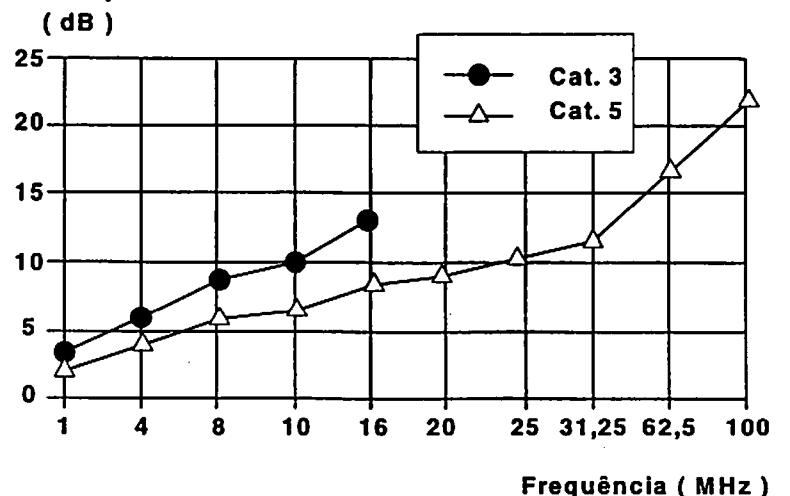


Gráfico 13-1: Curva de freqüência X atenuação.

13.4.7 Velocidade de propagação

Chamado de *Nominal Velocity Propagation – NVP*, este parâmetro é utilizado para que um scanner seja capaz de medir o atraso de propagação de um sinal ao longo de um segmento de cabo. O NVP é expresso como a porcentagem da velocidade da luz no vácuo em relação à velocidade da luz no cabo considerado. Dois padrões são normalmente utilizados para o NVP: o ISO/IEC 11801 Classe D e ANSI/EIA/TIA 568B. Em ambos, o NVP é igual a 69% da velocidade da luz ou 0,207 m/ns. Este parâmetro será abordado no capítulo 17.

13.4.8 Atraso de propagação

Parâmetro que mede o tempo gasto para que um sinal transmitido em uma extremidade do cabo alcance a outra extremidade. É medido em ns (nano segundos) e seus limites estão na norma 568B.

13.4.9 Atraso de propagação relativo (Skew Delay)

Parâmetro que mede a relação dos atrasos de propagação entre os pares de um cabo UTP. Ele garante que mesmos pares de cabos com características diferentes de transmissão se encontram dentro das especificações e que diferentes atrasos na propagação não prejudicam a comunicação de dados. É um parâmetro bastante importante quando estamos trabalhando com cabos de backbone (cabos Plenum), pois esses cabos, por norma, são revestidos com material antichama (*Teflon*) que podem influenciar na propagação de sinais.

13.4.10 Near end Crosstalk – NEXT

Parâmetro que mostra a medida do acoplamento de sinal que um par de cabo trançado causa no outro. É um parâmetro extremamente crítico em um *link* com cabos UTP e é também conhecido por causar a diafonia (ou linha cruzada). O *NEXT* acontece porque a maioria dos sistemas de comunicação de redes utilizam somente dois pares trançados do cabo: um para enviar (Tx) e outro para receber (Rx) dados. Ele também é um parâmetro bastante difícil de se medir, especialmente quando a freqüência do sinal aumenta. O boletim ANSI/EIA/TIA 568-B.2 especifica que o *NEXT* para um *link* de categoria 5e deve ser medido na faixa de freqüências de 0,772 a 100MHz. Um *link* de categoria 3 deve ser medido na faixa de freqüências de 0,772 a 16MHz. Este assunto será abordado com mais detalhes no capítulo 17. Veja a Figura 13-8:

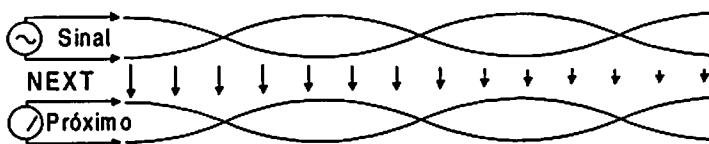


Figura 13-8: O parâmetro *NEXT*. No inicio o *link* é máximo, diminuindo à medida que o sinal percorre o cabo.

13.4.11 Power Sum Next

Parâmetro criado para sistemas que utilizam os quatro pares trançados do cabo para transmitir e receber dados. É o caso do Gigabit Ethernet. Nestes sistemas, existe uma série de interferências que cada par causa nos outros 3 pares, diferentemente do *NEXT* visto anteriormente, em que somente dois pares são usados para transmissão e recepção. Esse parâmetro é exigido para certificações de sistemas mais novos e mais exigentes.

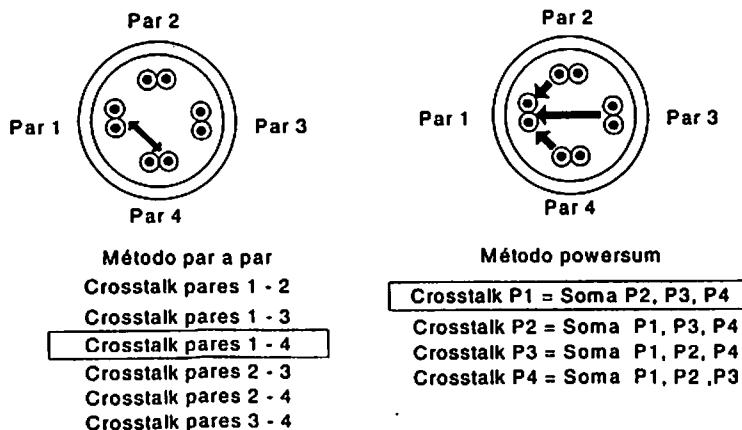


Figura 13-9: Interferência que cada par causa nos outros pares.

13.4.12 Efeito Pelicular

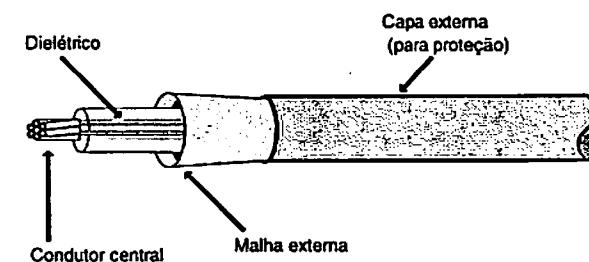
Parâmetro responsável pelo aumento da resistência do condutor com o aumento da freqüência, além da alteração do valor da indutância no cabo. Esse efeito pelicular ocorre em condutores cilíndricos e faz com que a corrente tenda sempre a se propagar na superfície do condutor, não no centro.

13.4.13 Perda por Retorno

Parâmetro que mede perda em todas as conexões realizadas no cabo, contando com tomadas, *patch panels*, conectorizações RJ45, conexões com os computadores, *hubs*, *switches*, etc. É um parâmetro importantíssimo, pois seu valor irá depender da qualidade do material utilizado, da qualidade da mão-de-obra e das condições gerais de instalação. A perda por retorno causa o *jitter de fase* visto no capítulo 12, que faz os pulsos digitais variarem aleatoriamente, causando dificuldade para que o receptor entenda o que está sendo transmitido.

13.5 Cabos coaxiais

Outro tipo de cabo metálico, os cabos coaxiais são constituídos de dois condutores ao redor de um eixo comum, separados por um material dielétrico (não condutor). Eles possuem banda passante em torno de 1GHz e proteção contra interferências eletromagnéticas maiores do que a maioria dos cabos UTP e STP. A utilização de cabos coaxiais, no entanto, está praticamente restrita ao uso de radiofreqüência, que interliga a antena ao transmissor/receptor.



Condutor central: considerado o condutor do sinal;

Material dielétrico: separa o condutor central da blindagem por uma dimensão específica;

Blindagem: pode ser de confecção de malha de material fibroso, malha metalizada ou uma combinação das duas;

Capa protetora: flexível ou não flexível.

Figura 13-10: Figura de um cabo coaxial.

13.5.1 Parâmetros dos cabos coaxiais

Os parâmetros elétricos dos cabos coaxiais são determinados pela disposição geométrica dos condutores e pelas propriedades dos materiais utilizados em sua fabricação, principalmente o dielétrico. A partir desses parâmetros, pode-se obter as características de atenuação em função do comprimento do cabo, o que acaba definindo sua capacidade de transmissão, conforme a Tabela 13-7.

| Cabo Tipo RG | RG6CU | RG11U | RG218U | RG21U | RG58U | RG11AU | RG11AVU | RG12AU | RG6U | RG21U |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|------|-------|
| Impedância Característica Z ₀ Ohms | 50 | 50 | 50 | 50 | 75 | 75 | 75 | 75 | 50 | 50 |
| Capacitância pF/m | 93,3 | 90,8 | 96,8 | 96,8 | 66,9 | 67,2 | 67,2 | 67,2 | 48 | 82,5 |
| Apermiação máx. em 400MHz d2/ 100m | 46 | 18,1 | 8,3 | 7,3 | 29,5 | 17,0 | 17,0 | 17,0 | 20,5 | 22,4 |
| Potência máx. de entrada em kW 400MHz | 0,125 | 0,45 | 1,4 | 2,4 | 0,125 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,12 | 0,19 |
| Dieletrico | poliestil sólido | AR | AR | AR |
| Diâmetro do cond. ext. (mm) | 4,93 | 10,3 | 22,10 | 22,45 | 6,15 | 10,3 | 10,60 | 10,29 | 6,1 | 10,7 |
| Diâmetro do cond. int. (mm) | 2,94 | 7,24 | 17,37 | 22,11 | 3,71 | 7,34 | 7,34 | 7,34 | 3,7 | 7,34 |

Tabela 13-7: Parâmetros elétricos dos cabos coaxiais.

Os cabos coaxiais têm suas especificações baseadas nas características de construção chamadas *Padrões RG (Radio Grade)*, que definem o diâmetro e tipo do condutor central (se sólido ou flexível), porcentagem da cobertura da malha externa (80% ou 90%) e composição do dieletrico externo. Deve-se evitar, sempre que possível, a utilização de cabos coaxiais próximos a equipamentos de potência ou maquinário pesado (como em ambientes industriais), pois, para sistemas que utilizam transmissão em banda base, esses equipamentos geram ruídos de baixa freqüência muito próximos da freqüência com que os dados são transmitidos, podendo ocasionar travamentos, perda de sinal, etc. Podemos utilizar no mercado, atualmente, cabos coaxiais do tipo RG 6, RG 11U, RG8 e RG58.

13.5.2 Cabos coaxiais do tipo RG 6

São utilizados em aplicações de vídeo, CATV e sistemas de segurança. São cabos com impedância de 75 Ohms, banda passante acima de 300MHz, utilizam conectores tipo F e podem ser conectados a distâncias de até 153m. A Figura 13-11 mostra o conector comumente utilizado em conjunto aos cabos coaxiais tipo RG6.

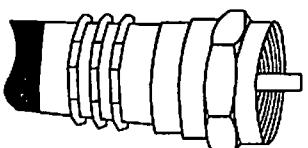


Figura 13-11: Exemplo de um conector F. Este tipo de conector é muito utilizado em instalações de TV a cabo.

13.5.3 Cabos tipo RG 11U

Cabos coaxiais usados em backbone de distribuição em ambientes de vídeo. Possuem atenuação menor do que os cabos coaxiais do tipo RG 6 e, por essa razão, são preferíveis para maiores distâncias. São cabos com impedância de 75 Ohms e trabalham com conectores tipo N.

13.5.4 Utilização de cabos coaxiais em redes locais

O cabo coaxial deixou de ser reconhecido como *backbone* na revisão ANSI/EIA/TIA 568A. Embora ele seja citado no documento original, sistemas com esses cabos não são mais considerados estruturados. No entanto, duas especificações de 1980 do IEEE, de antes da emissão da norma, descrevem como esses cabos podem ser utilizados em redes locais.

1) Norma IEEE 802.3 10BASE2 para cabo RG8, coaxial fino ou *thinnet*

Essa norma especifica alguns limites para utilização de cabos finos em redes de computadores padrão Ethernet:

- segmento máximo de 185m;
- impedância típica de 50 Ohms;
- os segmentos devem sempre ser múltiplos de 2,5m;
- os segmentos devem ter um máximo de 30 pontos;
- a rede pode ser expandida através de repetidores, mas um sinal deve passar, no máximo, por quatro repetidores, o que limita o tamanho da rede a cinco segmentos. É obrigatório o uso de terminadores nas duas pontas do barramento. Cabos coaxiais finos ainda são muito utilizados em pequenas redes de computadores.

2) Norma IEEE 802.3 10BASE5 para cabo RG8, coaxial grosso ou *thicknet*

Essa norma especifica alguns limites para utilização de cabos grossos em redes de computadores padrão Ethernet:

- segmento máximo de 500m;
- impedância típica de 50 Ohms;
- os segmentos devem sempre ser múltiplos de 2,5m;
- os segmentos devem ter um máximo de 100 pontos;
- a rede pode ser expandida através de repetidores, mas um sinal deve passar, no máximo, por quatro repetidores, o que limita o tamanho da rede a cinco segmentos. É obrigatório o uso de terminadores nas duas pontas do barramento.

Capítulo quatorze

Meios ópticos de transmissão

Ao concluir este capítulo, você entenderá:

- 
- Os aspectos técnicos das fibras ópticas e seus componentes.
 - O que é um sistema óptico de comunicação óptica.
 - A estrutura de uma fibra óptica.
 - Os princípios de propagação da luz.
 - As propriedades das fibras ópticas.
 - Os diversos tipos de fibras ópticas.
 - As características de transmissão das fibras ópticas.
 - O processo de fabricação das fibras ópticas.
 - O que são e como são constituídos os cabos ópticos.

A utilização das fibras ópticas nos sistemas de comunicação tem substituído outros meios, em especial o cobre, devido aos grandes benefícios em sua utilização. Profissionais de cabeamento devem possuir conhecimentos efetivos da tecnologia, modos de operação e instalação das fibras.

14.1 Sistema óptico de comunicação

Um sistema óptico de comunicação é aquele em que a informação, para ser transmitida, precisa ser convertida de sinal elétrico para sinal óptico, injetada em uma fibra óptica e depois reconvertida em sinal elétrico. A característica principal desse sistema é a luz como meio de transmissão. Uma fibra óptica, no entanto, não consegue transmitir qualquer tipo de luz. A fibra plástica, por exemplo, pode operar na região de luz infravermelha (na faixa de 650nm). Já em outros tipos de fibra óptica, a luz precisa ter freqüências maiores que a luz visível e operam na faixa a partir de 850nm . Por esse motivo é que há freqüências em que a transmissão dos sinais é mais efetiva, dependendo da fibra. A Figura 14-1 mostra o espectro de freqüência com a porção utilizada para comunicação óptica.

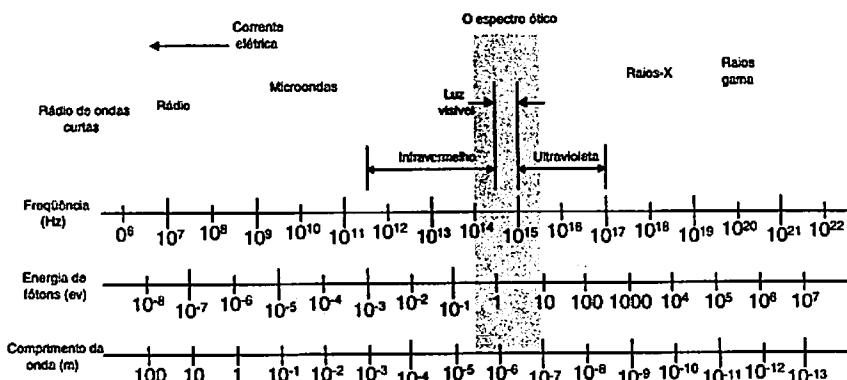


Figura 14-1: Espectro eletromagnético, onde se pode observar que a luz visível corresponde a ondas eletromagnéticas na freqüência de 10^{14} a 10^{17}Hz .

14.1.1 Tecnologia óptica aplicada aos sistemas de comunicação

A utilização de fibra óptica em sistemas de comunicação é bastante recente e as primeiras implantações desse sistema aconteceram na década de 70. Atualmente elas estão substituindo outros meios de comunicação, em especial o cobre, devido aos benefícios reais de sua utilização. Existem algumas vantagens no uso da fibra óptica.

14.1.1.1 Capacidade de transmissão de informação

As fibras ópticas oferecem mais banda passante do que o necessário para as aplicações atualmente disponíveis. As fibras utilizadas nos sistemas de cabeamento em redes de computadores (fibras do tipo multimodo com $62,5/125$ micrômetro), por exemplo, têm uma largura de banda mínima de 160MHz/Km (com comprimento de onda 850nm) ou 500MHz/Km (com comprimento de onda de 1300nm). Isso significa que a largura de banda a uma distância de 100m é superior a 1GHz . Só para se ter uma idéia do que isso representa, cabos de categoria 5 possuem largura de banda de, no máximo, 100MHz sobre os mesmos 100m . O Gráfico 14-1 especifica as características de banda em MHz para as várias tecnologias utilizadas em redes locais.

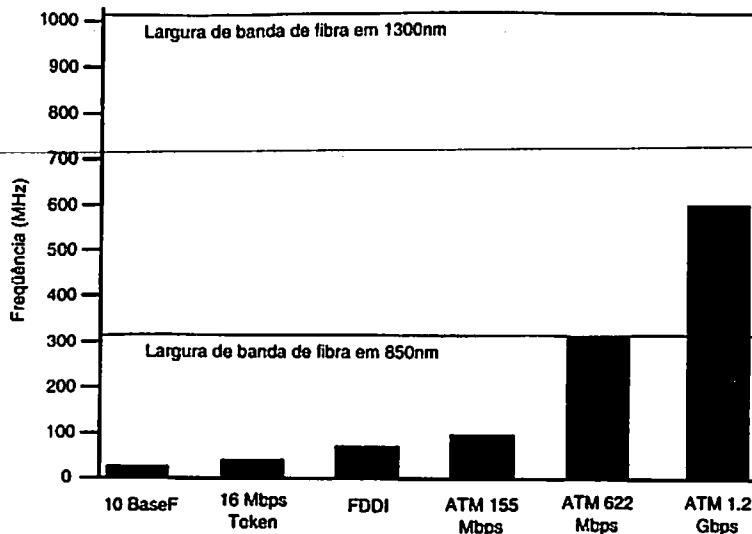


Gráfico 14-1: Largura de banda exigida pelas várias tecnologias de rede locais atualmente utilizadas.

A largura de banda das fibras monomodo de alto desempenho utilizadas em sistemas de telefonia de longa distância é essencialmente infinita, ou seja, a capacidade de transmissão de informações nessas fibras é muito maior do que a eletrônica atual pode explorar. O desenvolvimento de novas tecnologias com transmissão integrada de dados, voz e imagens, provavelmente esgotará a capacidade atual de transmissão de cabos de cobre e as fibras ópticas terão papel fundamental nesse novo cenário da comunicação de dados.

14.1.1.2 Baixa perda

As fibras ópticas oferecem baixa perda de potência, o que significa que possibilitam maiores distâncias de transmissão. Vamos fazer uma comparação com os cabos de cobre: em uma rede de dados, o limite recomendado para *links* de cobre é de 100m. O limite recomendado para *links* de fibra óptica é de 2000m. No caso dos cabos de cobre, as perdas aumentam com a freqüência do sinal, ou seja, altas taxas de transmissão tendem a diminuir as distâncias de transmissão. Isso não acontece com as fibras ópticas, nas quais as perdas de potência não aumentam com a freqüência do sinal.

14.1.1.3 Imunidade eletromagnética

Existem estimativas que mostram que 70% das causas de problemas em redes baseadas em cabos de cobre são devido ao cabeamento, como *crosstalk*, descasamento de impedância e susceptibilidade a ruídos eletromagnéticos. Isso torna o processo de instalação de redes com esse tipo de meio de transmissão bastante delicado. As fibras ópticas, por outro lado, são fabricadas com material dielétrico (não condutor de eletricidade) e, por essa razão, são imunes a interferências eletromagnéticas.

Por não causarem diafonia, um fator altamente limitante da tecnologia dos cabos de cobre, podem ser utilizadas em ambientes de alta exposição eletromagnética, como fábricas, próximas a linhas de transmissão elétrica e locais com alta probabilidade de incidência de raios.

14.1.1.4 Menor peso

Os cabos de fibra óptica pesam menos do que os cabos de cobre. Um cabo óptico duplex é cerca de 20 a 50% mais leve do que um cabo de categoria 5 com 4 pares. Os cabos de fibra óptica, por serem mais leves, são bem mais fáceis de instalar.

14.1.1.5 Menor tamanho

Cabos ópticos têm seções transversais menores do que os cabos de cobre que eles substituem. Usando novamente a comparação com os cabos categoria 5, os cabos ópticos usam, em média, 15% de espaço a menos.

14.1.1.6 Segurança

Como a fibra óptica é fabricada com material dielétrico, ela não conduz eletricidade e não é suscetível a problemas que possam gerar centelhas. Além disso, elas têm um grau de imunidade ao fogo similar ao dos cabos de cobre e atendem a padrões internacionais.

14.1.1.7 Segurança das informações

Como as fibras ópticas não irradiam energia eletromagnética, as emissões não podem ser interceptadas e, por isso, é bastante difícil grampeá-las sem que se perceba. O uso de fibra óptica é muito recomendado para transporte de dados confidenciais.

| | Cobre | Fibra multimodo | Fibra monomodo |
|---------------------------|-------------|-----------------|----------------|
| Largura de banda (100m) | 100MHz | 1GHz | > 100GHz |
| Distância de transmissão | 100m | 2000m | 40000m |
| Imunidade eletromagnética | não | sim | sim |
| Crosstalk | sim | não | não |
| Potencial de aterramento | sim | não | não |
| Peso | mais pesado | mais leve | mais leve |
| Tamanho | maior | menor | menor |

Tabela 14-1: Comparação dos parâmetros de banda passante de cabos UTP e fibras ópticas.

14.1.2 Os quatro mitos da fibra óptica

Apesar da indiscutível superioridade tecnológica das fibras ópticas, alguns fatores têm atrasado sua implantação maciça nos sistemas de informação. O que acontece é que, com a constante evolução dessa tecnologia, esses fatores não são mais reais.

14.1.2.1 As fibras são frágeis

Uma fibra óptica tem resistência de tração maior que filamentos de cobre ou aço de mesmo diâmetro. A fibra é flexível e muito resistente a maior parte dos elementos corrosivos que atacam os cabos de cobre. Cabos ópticos podem suportar forças de puxamento seis vezes maiores do que as recomendadas para os cabos de cobre categoria 5.

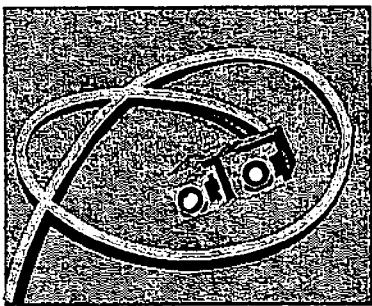


Figura 14-2: As fibras são flexíveis e fáceis de trabalhar. A figura mostra um cordão duplex com conectores do tipo SC muito utilizado para manobras em painéis de distribuição ópticos.

14.1.2.2 É difícil trabalhar com fibras ópticas

Essa é uma teoria herdada do início da evolução da tecnologia das fibras ópticas. Os conectores eram difíceis de usar, demandavam instaladores especializados, era preciso usar epóxi, curar, clivar, polir e a tecnologia para realizar essas tarefas também era precária e primitiva. Os conectores atuais são práticos, compactos e existem máquinas de polimento e forno para cura. Existem também conectores sem epóxi e cordões com cabos pré-terminados, o que torna o trabalho com fibras bastante fácil e rápido quando comparado com a tecnologia do passado.

14.1.2.3 As fibras ópticas são caras

Tanto os cabos ópticos quanto os componentes para implantação de sistemas de cabeamento óptico têm custo similar a cabos e componentes para implantação de cabeamento com meios metálicos. O custo de puxamento dos cabos e o tempo para fazer terminações é quase o mesmo. Os serviços de instalação de fibras ópticas, no entanto, são mais caros. Isso acontece porque as empresas especializadas em tecnologia óptica ainda são poucas, se comparadas com as especializadas em outras categorias. Na medida em que o trabalho com fibras ópticas vai se tornando mais fácil e a tecnologia vai se popularizando, os custos de instalação tendem a diminuir.

14.1.2.4 As fibras não devem ser usadas no desktop

Ainda não é muito comum a avaliação e implantação de fibras ópticas em toda a estrutura de uma rede local, ou seja, desde o backbone até o usuário final. A justificativa é que seria uma solução cara e desnecessária. Historicamente, no entanto, temos visto que soluções de "alto desempenho" para redes de computadores, tais como *Token Ring 4 e 16Mbps e FDDI 100Mbps*, entre outras, têm chegado rapidamente a seus limites e as empresas começam a procurar tecnologias que integrem, cada vez mais, voz, dados e imagens num único meio de transmissão para aplicações como videoconferência e sistemas de *workgroup computing* de alta produtividade. A perspectiva de uso dessas tecnologias é uma realidade e a implantação de fibras ópticas em toda a estrutura da rede pode ser uma decisão inteligente e estratégica.

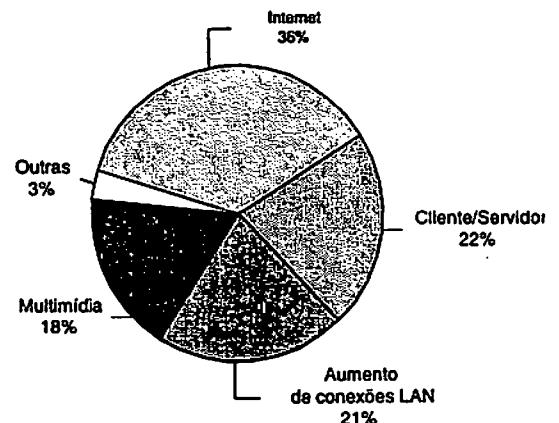


Figura 14-3: Distribuição estatística dos fatores que levam ao aumento de banda em uma rede local.

14.1.3 A estrutura da fibra óptica

A fibra que serve para guiar o sinal óptico da origem até seu destino é mais fina que um fio de cabo e consiste de dois cilindros concêntricos: o núcleo (ou core) e a casca (ou cladding). Esses cilíndricos têm propriedades ópticas diferentes. A fibra é revestida por uma camada de acrilato chamada *buffer*, que não tem nenhuma função na propagação das ondas de luz, mas serve para proteger o núcleo e a casca, como pode ser visto na Figura 14-4.

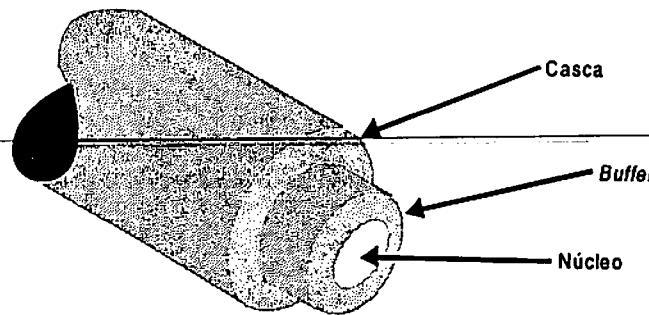


Figura 14-4: Estrutura básica das fibras ópticas. O núcleo é a região onde se dá a propagação da luz.

As fibras são fabricadas com materiais transparentes e dielétricos (não condutores de corrente elétrica), normalmente sílica (vidro) ou plástico. A função do núcleo é guiar a onda de luz e a função da casca é dar condições para que essa onda de luz seja propagada pelo núcleo. O processo de transmissão da luz ao longo da fibra é feito através de reflexão interna total. Ao chegar na interface entre o núcleo e a casca, a luz é refletida de volta para o interior do núcleo, propagando-se em zigue-zague ao longo da fibra. A luz fica, portanto, restrita ao núcleo. A Figura 14-5 mostra a propagação de luz no núcleo de uma fibra.

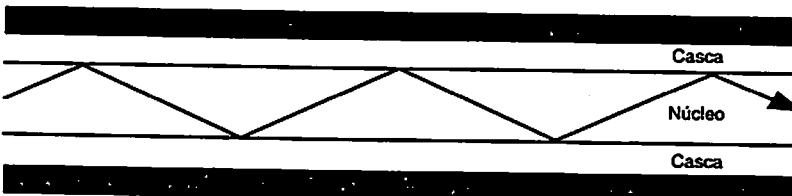


Figura 14-5: Guiamento da luz em uma fibra óptica índice degrau.

14.1.4 Os princípios de propagação da luz

O processo de propagação da luz ao longo de uma fibra óptica pode ser explicado pela Física, através da Óptica Geométrica e das Equações de Maxwell. É sabido que, quando um feixe de luz emerge de um meio mais denso para um meio menos denso, ele pode ser totalmente refletido para o meio mais denso, dependendo do ângulo de incidência na interface desses meios. Esse conceito foi levado para as fibras ópticas. Por essa razão, o núcleo de uma fibra tem sempre um índice de refração maior que o da casca. Essa diferença de índices de refração é conseguida com a utilização de materiais dielétricos distintos. Para compreendermos melhor como isso se dá, vamos ver em maiores detalhes alguns conceitos da Física.

14.1.4.1 Índice de refração

O índice de refração é definido como a relação entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz no meio em questão. Assim,

$$n = \frac{C}{C_{meio}}$$

Onde,

n = índice de refração;

C = velocidade da luz no vácuo;

C_{meio} = velocidade da luz no meio.

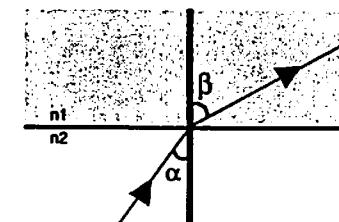
Meios dielétricos mais densos implicam em velocidades de propagação da luz menores e vice-versa. A Tabela 14-2 apresenta o índice de refração para diversos meios.

| Dielétrico | n | Dielétrico | n |
|------------|------|-----------------|------|
| Ar | 1,0 | Quartzo fundido | 1,46 |
| Água | 1,33 | Vidro | 1,5 |
| Álcool | 1,36 | Diamante | 2,42 |

Tabela 14-2: Índice de refração para diversos meios.

14.1.4.2 Lei de refração (Lei de Snell)

Se a luz passa de um meio com índice de refração n_1 , para outro meio com índice de refração n_2 , ela mudará de direção se n_1 for diferente de n_2 .



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta$$

Onde,

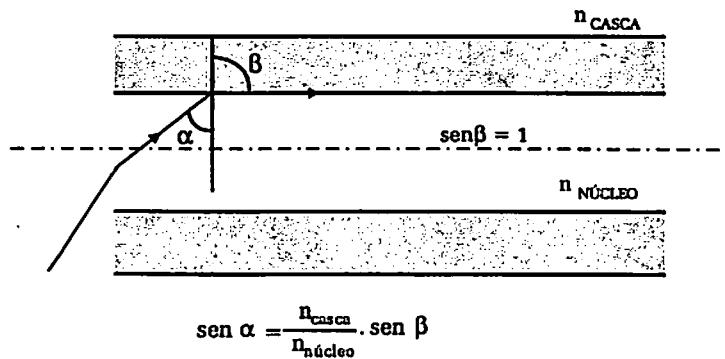
n_1 = índice de refração do meio 1;

n_2 = índice de refração do meio 2;

C_1 = velocidade da luz no meio 1;

C_2 = velocidade da luz no meio 2.

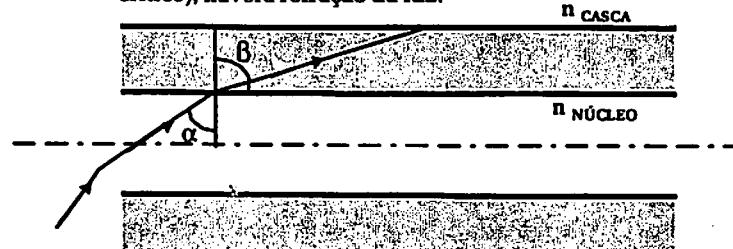
Segundo a Lei de Snell (ou lei da refração), um raio luminoso pode ser totalmente refletido dependendo do ângulo de incidência da luz. Quando o raio refratado se propagar ao longo da interface entre o núcleo e a casca de uma fibra óptica ($\beta = 90^\circ$), chamamos o ângulo de incidência de ângulo crítico. O ângulo crítico depende da diferença dos índices de refração do núcleo e da casca dessa fibra.



Nessas circunstâncias, duas situações podem ocorrer:

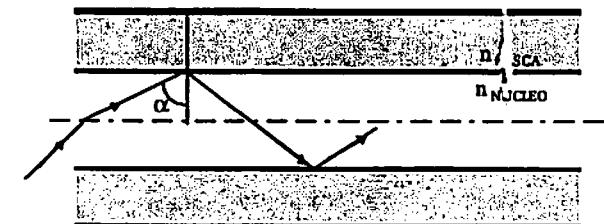
- Refração da luz:

Quando o ângulo de incidência da luz for menor que o ângulo crítico (α crítico), haverá refração da luz:



- Reflexão total:

Quando o ângulo de incidência da luz for maior que o ângulo crítico (α crítico), haverá reflexão da luz:



Pelo que vimos acima, enquanto o ângulo de incidência for maior do que ângulo crítico, a luz será conduzida dentro do núcleo por reflexão total. Quanto maior o ângulo entre o feixe de luz e a superfície da face de entrada da fibra, menor a distância a ser percorrida para chegar do outro lado.

14.1.5 As propriedades das fibras ópticas

Para entendermos como se comportam as fibras ópticas e como elas propagam a luz através de seu núcleo, vamos conhecer um pouco mais de suas propriedades.

14.1.5.1 Modos de propagação

A luz viaja ao longo de uma fibra pelo seu núcleo. Ela também pode viajar através da casca, mas por ela a energia cai exponencialmente e não há propagação. Os raios de luz não viajam randomicamente pelo núcleo da fibra. Eles se propagam em modos. Modos são caminhos específicos que a luz pode percorrer dentro do núcleo de uma fibra. As fibras ópticas admitem um número discreto de modos de luz ou caminhos diferentes, que podem variar de um até milhares de modos de propagação, dependendo das características da fibra. Cada um desses modos transporta uma parcela diferente da energia luminosa total transmitida. O número de modos que uma fibra suporta está diretamente relacionado com a banda passante da mesma. Quanto mais modos de propagação, menor a largura de banda e isso acontece devido à dispersão.

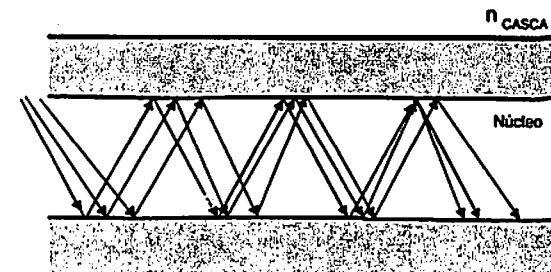


Figura 14-6: Modos de propagação de uma fibra óptica.

14.1.5.2. Abertura Numérica

A abertura numérica de uma fibra óptica é uma característica que define sua habilidade de captar luz. É ela que define o quanto de luz do emissor será propagada pela fibra. Como vimos há pouco, o ângulo crítico é o ângulo de incidência limite para que os raios de luz que penetram na fibra óptica sejam efetivamente transmitidos. Na verdade, não é somente um raio de luz que vai para a fibra, e sim um conjunto, um feixe de raios. Esse ângulo crítico então gera um cone de aceitação. Raios de luz que não incidirem na fibra através do cone são refratados para a casca e não são propagados.

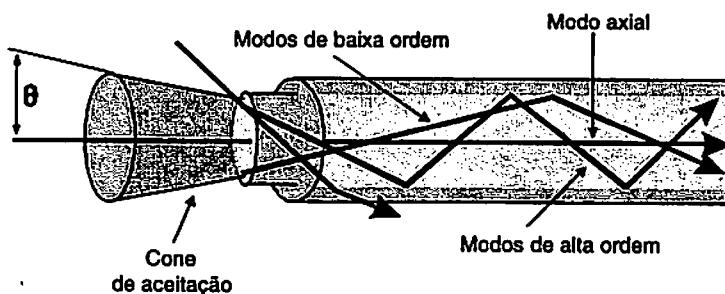


Figura 14-7: O cone de aceitação e o ângulo máximo de entrada em uma fibra óptica.

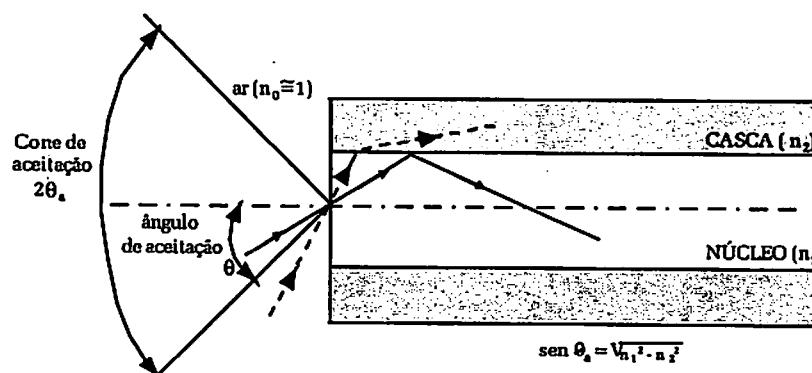


Figura 14-8: Definição de abertura numérica.

Quanto maior a abertura numérica, maior a capacidade de captação de luz de uma fibra. Uma abertura numérica grande permitirá a existência de mais modos de propagação, provocando uma maior dispersão modal e reduzindo, assim, a largura de banda da fibra. O contrário, ou seja, uma abertura numérica pequena, diminui a dispersão modal e aumenta a largura de banda.

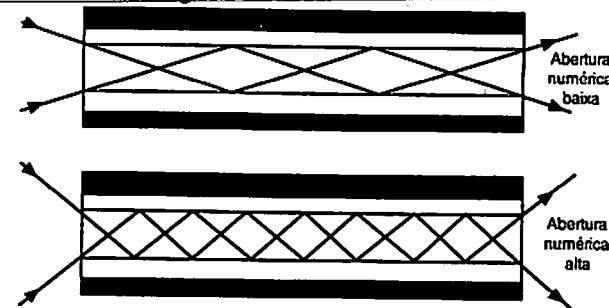


Figura 14-9: A abertura numérica e sua relação com o número de modos em uma fibra.

14.1.6 Tipos de fibras ópticas

As fibras ópticas podem ser classificadas de acordo com o número de modos de propagação (monomodo ou multimodo) e do perfil de índices de refração. As primeiras fibras ópticas eram compostas por dois dielétricos de índice de refração diferentes, mas uniformes. Com o passar do tempo e para aumentar a banda passante das fibras, foram sendo desenvolvidas fibras com índices de refração variáveis no núcleo, com o objetivo de possibilitar uma variação gradual entre os índices do núcleo e da casca. A relação entre esses índices de refração é chamada de perfil de índice, e pode variar de forma abrupta (índice degrau - step index) ou contínua (índice gradual - graded index).

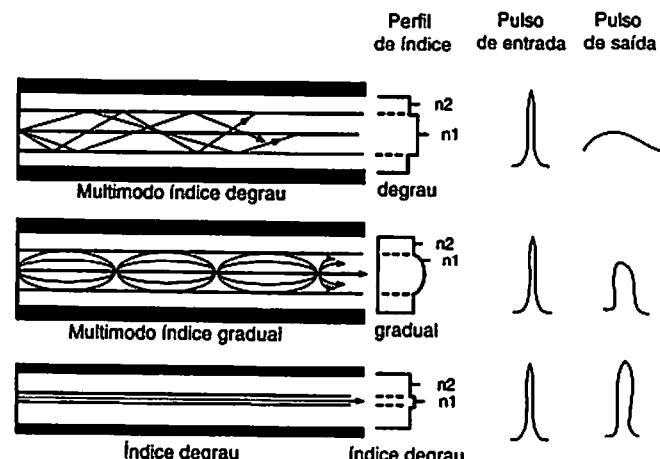


Figura 14-10: Ilustração do tipo de fibra, do seu perfil de índice e a forma do guiente da luz no núcleo, evidenciando o fenômeno de dispersão sobre o pulso óptico.

14.1.6.1 As fibras multimodo

As fibras multimodo caracterizam-se pela grande abertura numérica. Nelas, a luz se propaga em milhares de modos distintos e têm, dessa forma, banda passante relativamente baixa. Dependendo da distribuição do perfil de índices, elas podem ser:

14.1.6.1.1 Fibras multimodo índice degrau

Foram as primeiras fibras a serem aplicadas de forma mais difundida. É um tipo de fibra de tecnologia construtiva relativamente simples e possui algumas características próprias:

- a luz no interior desse tipo de fibra é totalmente refletida na linha divisoria entre o núcleo e a casca e ela se propaga em zigue-zague;
- o núcleo e a casca possuem índices de refração constantes e distintos; as dimensões típicas do núcleo são de 50 a 400 μm e as da casca são de 125 a 600 μm ;
- são as fibras que possuem a menor banda passante, pois o diâmetro do núcleo é relativamente grande em relação ao comprimento da onda de luz, o que implica em milhares de modos de propagação e grande dispersão, reduzindo em muito a capacidade de transmissão.
- como são fibras que possuem grande abertura numérica, elas captam energia luminosa com facilidade e, por essa razão, é possível a utilização de fontes luminosas mais simples e de baixo custo.

Estas fibras usualmente são fabricadas com o núcleo e a casca de sílica (dióxido de silício) e possuem baixa capacidade de transmissão (largura de banda de 30Mhz/km), elevada atenuação ($>5\text{dB/km}$) e são utilizadas em transmissão de dados de curtas distâncias, como navios, aviões, etc., onde a imunidade a ruídos e o peso reduzido são fatores muito importantes. As fibras multimodo índice degrau podem ser fabricadas totalmente em plástico, como silicone, poliestireno ou polimetil metacrilato. Essas fibras plásticas se caracterizam pela flexibilidade mecânica e pela alta tolerância nas conexões e acoplamentos, em razão de suas dimensões relativamente grandes. As aplicações das fibras ópticas plásticas incluem instrumentação e comunicações em automóveis (onde as distâncias são muito pequenas e os requisitos de banda passante são modestos), mas são usadas principalmente em sistemas de iluminação e transmissão de imagens.

14.1.6.1.2 Fibras multimodo índice gradual

São fibras com tecnologia de fabricação mais complexa e possuem como características principais uma menor atenuação (1dB/Km) e maior capacidade de transmissão (largura de banda de 1Ghz/Km), isso em relação às fibras multimodo índice degrau. Essas fibras apresentam um índice de refração variável no núcleo, que vai diminuindo a partir do eixo central em direção à casca. O núcleo não-homogêneo desse tipo de fibra é, em geral, fabricado com sílica dopada segundo uma distribuição parabólica e pode ser considerado, do ponto de vista prático, como uma sucessão de finas camadas superpostas cuja composição muda gradualmente à medida que a camada se

afasta do eixo da fibra. A luz, nesse caso, não é mais conduzida por reflexões totais e sim refratada de volta para o centro da fibra óptica. Suas dimensões são menores do que as dimensões das fibras índice degrau e sua abertura numérica também é menor, garantindo assim, uma banda passante adequada às aplicações. As dimensões típicas dessas fibras são 62,5 μm no núcleo e 125 μm na casca, mas elas são também fabricadas com outras dimensões.

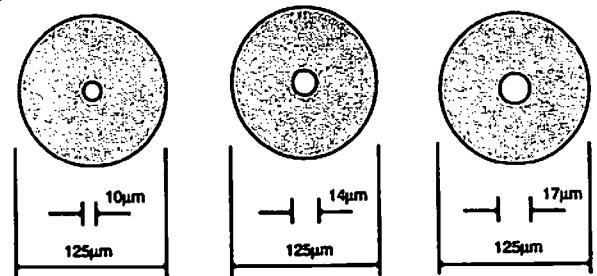


Figura 14-11: As fibras multimodo disponibilizadas no mercado; a fibra 62,5/125 μm responde quase pela totalidade de vendas desse tipo de fibra.

As fibras multimodo índice gradual são as mais utilizadas atualmente em redes de computadores e sistemas de comunicação que exigem extensa largura de banda (os sistemas que operam em alta velocidade). Nas aplicações em que as distâncias são relativamente curtas, essas fibras foram e estão sendo usadas em detrimento das fibras monomodo. Isso é devido à facilidade de manuseio em campo, emendas e conectORIZAÇÕES mais simples. No entanto, com o amadurecimento de tecnologia de fibras monomodo associado à demanda de sistemas locais com capacidades mais altas, as aplicações das fibras multimodo índice gradual tendem a ser substituídas por fibras monomodo.

14.1.6.2 Fibras monomodo

As fibras monomodo caracterizam-se pelo fato da propagação da luz se dar em apenas um modo, o de menor ordem, aquele em que a luz é propagada quase em linha reta, pois seu diâmetro é poucas vezes maior que o comprimento de onda. Quando comparadas às fibras multimodo, essas fibras têm maior capacidade de transmissão e, por esse motivo, são muito aplicadas em sistemas de comunicação de longa distância, que demandam grande largura de banda. As atenuações típicas das fibras monomodo são da ordem de 0,47dB/km no comprimento de onda de 1300 nm e de 0,2 dB/km no comprimento de onda de 1550 nm .

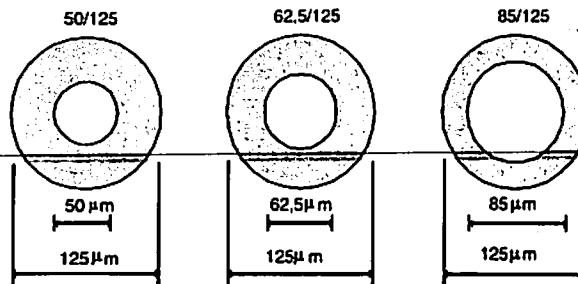


Figura 14-12: As fibras monomodo disponibilizadas no mercado; a fibra 10/125 μm responde por 90% do mercado mundial.

14.1.6.2.1 Fibras monomodo índice degrau

Como há somente um modo de propagação da luz, não existe necessidade da variação do perfil de índice no núcleo e, por isso, essas fibras são fabricadas com o perfil de índice degrau totalmente em sílica. A principal desvantagem dessas fibras é a dimensão do núcleo, que é muito pequena e complica consideravelmente o processo de acoplamento dos dispositivos ópticos ou de emendas. As fibras monomodo índice degrau têm diâmetro típico de 10 μm para o núcleo e de 125 μm na casca.

14.1.6.2.2 Fibras monomodo índice parabólico triangular

As fibras monomodo típicas (com diâmetros do núcleo de 10 μm), de um modo geral, enfrentam um problema sério: o diâmetro menor do núcleo prejudica o acoplamento com a fonte emissora de luz, ou seja, menos luz é captada e a fabricação da fibra é muito mais delicada. Por essa razão, foram desenvolvidas tecnologias para a fabricação de fibras monomodo com núcleos maiores. Isso é conseguido através da variação do perfil de índices do núcleo. Uma variação parabólica do índice permite aumentar o diâmetro do núcleo duas vezes. Uma variação triangular permite aumentar três vezes. Dessa maneira, conseguem-se núcleos de 14 μm e 17 μm , respectivamente.

Existem outros tipos de perfil de índice para fibras monomodo que, além de permitirem um aumento das dimensões do núcleo, alteram as características de transmissão da fibra (como atenuação, suporte a diferentes comprimentos de onda, etc.). Essas fibras possuem processos de fabricação diferenciados. A grande maioria das fibras monomodo aplicadas aos sistemas de comunicação, entretanto, são do tipo degrau com núcleo de 10 μm com menor atenuação e dispersão nula.

14.1.7 Dispersão óptica

Quando um pulso de luz viaja ao longo de uma fibra óptica, ele se alarga (deforma suas características iniciais) em função do comprimento linear de fibra percorrida. Esse alargamento determina a banda passante da fibra e, consequentemente, a capacidade de transmissão da informação, pois se houver um alargamento excessivo desses pulsos, eles certamente não serão distinguíveis no ponto de recepção.



Figura 14-13: Efeito da dispersão sobre o pulso óptico.

O alargamento de pulso é causado por dois efeitos principais:

- dispersão material e
- dispersão modal.

Um terceiro efeito, a dispersão do guia de onda, é importante somente para fibras monomodo.

14.1.7.1 Dispersão material

É um fator limitante da banda passante de uma fibra óptica que depende do material utilizado na fabricação da mesma. Um pulso luminoso se alarga mesmo em uma fibra monomodo. O quanto ele se alarga depende da composição do vidro e da largura espectral da fonte de luz. Isto acontece porque o índice de refração do vidro varia com o comprimento de onda, fazendo com que os diversos componentes do espectro da fonte de luz viajem em velocidades diferentes.

É importante notar que esse efeito de dispersão material é nulo para a janela de operação em 1310 nm . Por isso, a operação dos sistemas ópticos nessa janela é muito proveitosa, porque proporciona um aumento na banda passante. As fibras monomodo em 1310 nm são fabricadas normalmente em sílica, germânio e fósforo.

14.1.7.2 Dispersão modal

É um fator limitante da capacidade de transmissão de uma fibra em função dos modos de transporte do pulso de luz ao longo da mesma. A dispersão modal é uma característica das fibras multimodo, porque nesse tipo de fibra existem inúmeros modos transportando potência de luz, tendo cada um o seu caminho de propagação, e, portanto, o seu tempo de percurso. Se desprezarmos a dispersão material, nem todos os modos terão a mesma velocidade de propagação em uma fibra de índice degrau. Dessa maneira, existirá uma diferença de tempo de percurso do pulso da fibra entre os modos que se propagam no eixo dela e aqueles que penetraram justamente no ângulo crítico, e, dessa maneira, percorreram o caminho mais longo.

Consideremos um pulso estreito que incide em uma fibra. A sua potência luminosa será distribuída entre vários modos de propagação, e, apesar de todos eles partirem no mesmo instante no início da fibra, eles chegarão no final em momentos diferentes devido a dispersão modal, e alargarão o pulso de saída, limitando assim, a capacidade de transmissão.

14.1.7.3 Fibras com dispersão deslocada

As fibras monomodo de sílica e perfil tipo degrau caracterizam-se por uma região de dispersão nula. É possível deslocar as condições de dispersão nula de uma fibra para comprimentos em que as perdas de transmissão sejam menores, variando as dimensões e diferenças de índice, ou usando um perfil de índice diferente do índice degrau.

14.1.8 Atenuação em fibras

Como já vimos em capítulos anteriores, atenuação é perda de potência. No caso das fibras ópticas, os pulsos de luz perdem alguma energia durante sua transmissão. A atenuação em uma fibra óptica é definida em termos da relação de potência luminosa na entrada da fibra de comprimento L e a potência luminosa na sua saída e é especificada em decibéis por quilômetro (dB/km). As faixas de atenuação para as fibras comercialmente utilizadas são de, aproximadamente, $0,2 dB/km$ para fibras monomodo, e de até $1 dB/km$ para fibras plásticas. A atenuação dos sinais luminosos propagados através de uma fibra óptica determina a distância máxima do enlace entre um transmissor e um receptor óptico. Os principais mecanismos responsáveis pela atenuação em fibras ópticas são:

- absorção,
- espalhamento e
- perdas por deformações mecânicas.

14.1.8.1 Perda por absorção

As perdas por absorção podem ocorrer por três motivos:

14.1.8.1.1 Absorção intrínseca

A perda por absorção intrínseca depende do material usado na fabricação da fibra óptica e é o principal fator de transparência de um material numa região espectral especificada.

14.1.8.1.2 Absorção extrínseca

A perda por absorção extrínseca resulta da contaminação por impurezas que o material da fibra está sujeito durante seu processo de fabricação.

14.1.8.1.3 Absorção por defeitos estruturais

A perda de absorção por defeitos estruturais é resultado da composição do material da fibra estar sujeito a imperfeições, tais como a falta de moléculas ou a existência de defeitos de moléculas de oxigênio na estrutura do vidro. Este tipo de absorção é bastante significativa se comparada a outros tipos absorções.

14.1.8.2 Perdas por espalhamento

Existem diversos mecanismos de perda por espalhamento dentro de uma fibra óptica. Eles se dividem, basicamente, em duas categorias:

- espalhamento do material e
- espalhamento do guia de onda.

14.1.8.2.1 Espalhamento do material

O espalhamento de Rayleigh é o maior responsável pelas perdas provocadas por espalhamento do material. Este fenômeno é causado por variações no índice de refração que ocorrem em distâncias pequenas em relação ao comprimento de onda da luz guiada. Estas variações são causadas por alterações de composição dos elementos dopantes, e/ou densidade e/ou flutuações térmicas.

O espalhamento de Rayleigh determina o limite mínimo de atenuação do vidro para comprimentos de onda que chegam até o início da luz infravermelha no espectro de freqüências. Além do espalhamento de Rayleigh, outros tipos de espalhamento são também responsáveis por perdas de energia de uma fibra óptica. Entre eles estão o espalhamento de Mie, causado por imperfeições de tamanho comparável ao do comprimento de onda e os espalhamentos estimulados de Raman e Brillouin, que são efeitos não lineares causados por uma forte densidade de potência na fibra.

14.1.8.2.2 Espalhamento do guia de onda

Mecanismo de perda por espalhamento caracterizado por variações de diâmetro do núcleo e do perfil de índices de refração ao longo da fibra. Essas variações de diâmetro podem causar uma transferência de potência dos modos guiados pelo núcleo para a casca, e, assim, uma parcela da potência será perdida. Este problema pode ser evitado durante a fabricação da fibra, e estudos mostram que uma variação de diâmetro máxima em torno de 1% assegura um espalhamento desprezível.

14.1.8.3 Perdas por deformações mecânicas

As perdas por deformações mecânicas são causadas por curvaturas na fibra que provocam perdas de luz por irradiação. Esse tipo de perda pode ser interpretado pela Óptica Geométrica como raios refratados para a casca devido à curvatura da fibra, e, assim, ficam sem condições de refletir totalmente o sinal dentro do núcleo. Quando uma fibra é revestida ou inserida em um cabo, pequenas deformações ou microcurvaturas são produzidas em sua superfície e isso pode ser responsável por grandes acréscimos de atenuação. No entanto, essa potência irradiada pode ser considerada desprezível, dependendo do raio de curvatura ou dos parâmetros da fibra. Para que esse efeito seja minimizado, deve-se escolher cuidadosamente os materiais que compõem o revestimento da fibra.

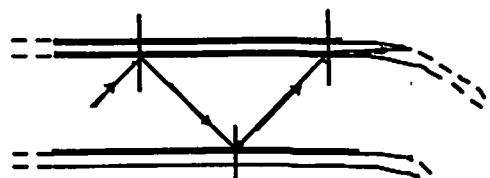


Figura 14-14: Ilustração de acordo com a Óptica Geométrica da influência das curvaturas sobre as fibras e seu respectivo processo de guiaamento da luz.

14.1.8.4 Janelas de transmissão

A atenuação em fibras ópticas varia também com o comprimento de onda da luz. Existem faixas no espectro de freqüências em que essas perdas são menores. São faixas conhecidas como janelas de transmissão. As janelas de transmissão são regiões do espectro de freqüência nas quais a atenuação é mínima e a comunicação dos sistemas ópticos é máxima.

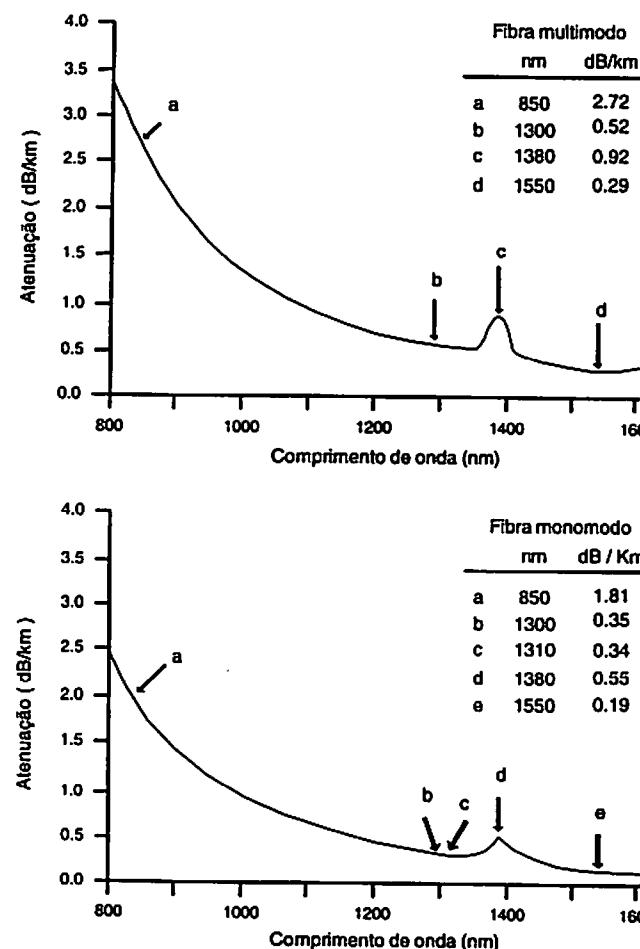


Figura 14-15: Perfil espectral de atenuação de fibras ópticas multimodo e monomodo, ilustrando valores típicos de atenuação para as janelas de transmissão.

Existem, basicamente, três janelas (ou faixas de passagem) de baixa atenuação que são muito utilizadas comercialmente:

- janela 1: $800 \text{ nm} \leq \lambda \leq 900 \text{ nm}$
- janela 2: $1000 \text{ nm} \leq \lambda \leq 1310 \text{ nm}$
- janela 3: $1500 \text{ nm} \leq \lambda \leq 1800 \text{ nm}$

Os comprimentos de onda nominais mais utilizados são 850, 1310 e 1550 nm. A janela de 850 nm é a mais utilizada (especialmente em fibras multimodo), pois seu custo é baixo e a tecnologia das fontes e detectores de luz é simples. Sua utilização é restrita aos sistemas de pequena distância. A janela de 1310 nm apresenta dispersão material nula. Por essa razão, é bastante atrativa para sistemas de alta capacidade de transmissão. A atenuação típica para essa janela é menor do que 0,34 dB/km para fibras monomodo e cerca de 0,5 dB/km para as fibras multimodo. Já a janela de 1550 nm corresponde à região de atenuação mínima para fibras de silício. Essa é a janela de transmissão de maior interesse para aplicações de comunicação em longa distância e nela, geralmente, são usadas fibras monomodo com atenuação típica de 0,19 dB/km.

A evolução das técnicas de fabricação das fibras ópticas permitiu o desenvolvimento de outras faixas de atenuação mínimas para outros comprimentos de onda em fibra de silício. No entanto, as janelas tradicionais continuam a servir como referência tecnológica em sistemas de transmissão ópticos e são as efetivamente utilizadas na prática.

14.1.9 Processo de fabricação da fibra óptica

Para entendermos o processo de fabricação das fibras ópticas, devemos primeiro considerar alguns fatores a respeito dos tipos e características dos materiais utilizados nesse processo:

- os materiais devem ter excelente transparência (baixa atenuação) nas freqüências ópticas de interesse;
- os materiais da casca e do núcleo devem ter propriedades térmicas e mecânicas compatíveis e índices de refração ligeiramente diferentes;
- eles devem permitir a fabricação de fibras longas, finas e flexíveis.

Essas características restringem a confecção de fibras ópticas a, basicamente, duas classes de materiais: vidros e plásticos. O plástico é limitado a aplicações em curtas distâncias, por apresentar níveis de atenuações muito altos. Por outro lado, ele pode ser perfeitamente utilizado na fabricação da casca, com inúmeras vantagens. Já o vidro é mais interessante para fabricação da fibra óptica e é aplicado na maioria dos sistemas de comunicações ópticas. Na classe dos vidros, considerando a janela espectral típica das fibras atuais (de 700 a 1600 nm), destacam-se dois tipos fundamentais: vidros de silício (SiO_2) e vidros multicompostos. A distinção entre esses dois tipos de vidro para fabricação da fibra óptica é caracterizada principalmente nos processos de fabricação. No caso dos vidros de silício com dopantes, o processo de fabricação é baseado em duas etapas:

- 1) a primeira, na qual é fabricado um bastão de silício com a composição dos dopantes desejados para a casca e o núcleo da fibra. Esse bastão preliminar é criado através de um processo de deposição de vapor químico e é chamado de Preforma.
- 2) a segunda etapa, na qual essa preforma é transformada numa fibra óptica através de um processo denominado de Puxamento.

No caso dos vidros multicompostos, primeiramente são fabricados bastões de vidro multicompostos (um para o núcleo e outro para a casca) pelo processo clássico de fabricação de vidros a partir de material em pó muito puro. Como a fabricação de fibras ópticas com esse tipo de vidro é de baixa qualidade e está praticamente em

extinção, não o estudaremos. Deteremo-nos no processo de fabricação de fibras de silíca, que têm melhor desempenho.

14.1.9.1 Fabricação de preforma

A preforma, como foi explicado anteriormente, consiste num bastão cilíndrico de vidro, cuja composição material (silíca pura ou dopada) reflete a estrutura núcleo/casca da fibra óptica, ou seja, ele é fabricado com material de índice de refração superior e envolto por material de índice de refração inferior, segundo espessuras e concentrações bem definidas.

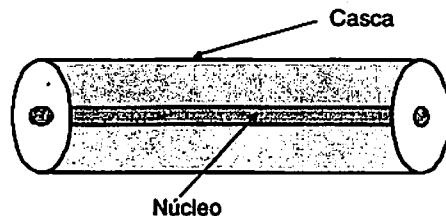


Figura 14-16: Estrutura núcleo-casca de uma fibra óptica.

As técnicas de fabricação da preforma baseiam-se num processo de deposição de vapor químico bastante utilizado na fabricação de semicondutores, no qual a silíca e os óxidos dopantes são sintetizados por oxidação em estado de vapor a alta temperatura. O modo como é feita a deposição do vapor químico é que dá origem a duas categorias básicas de técnicas de fabricação de preformas: deposição de vapor químico externo, em que o material químico é depositado externamente a uma haste de suporte e deposição de vapor químico interno, em que o material químico é depositado na superfície interna de um tubo de silíca. No caso da deposição química externa, temos as seguintes técnicas de fabricação de preforma:

- *Outside Vapor Deposition - OVD*
- *Vapor-Phase Axial Deposition - VAD*.

Já na deposição química interna temos as técnicas de:

- *Modified Chemical Vapor Deposition - MCVD*
- *Plasma-Activited Chemical Vapor al Vapor Deposition - PCVD*.

Daremos destaque apenas à técnica *MCVD*, pelo fato de ser a técnica moderna de fabricação das fibras ópticas.

14.1.9.1.1 Modified Chemical Vapor Deposition - MVCD

Técnica de fabricação da preforma desenvolvida pela *Bell Laboratories* nos EUA. Nessa técnica, as partículas de óxido são depositadas internamente em um tubo de silíca aquecido a uma temperatura entre 1300 e 1600°C e sintetizadas em uma camada de vidro por uma chama de oxigênio e hidrogênio que se move para a frente e para trás ao longo do tubo. Quando a camada de vidro depositada tiver a espessura desejada, o fluxo de vapores reagentes é interrompido e o tubo é aquecido fortemente até 1.900°C para transformá-lo numa preforma cilíndrica sólida. A obtenção de fibra de índice gradual é conseguida variando-se a composição do fluxo de vapor camada por

camada. A quantidade de camadas para esse tipo de fibra fica entre 50 e 70. No caso das fibras multimodo, o tubo de silíca inicial serve como casca, enquanto em fibras monomodo, esse tubo serve basicamente como um componente de suporte no processo de fabricação.

14.1.9.2 Puxamento e revestimento

Depois que a preforma é produzida, o próximo passo na fabricação da fibra óptica é denominado de puxamento. A preforma é colocada em um forno por um mecanismo de precisão, onde é fundida a 2000°C até o ponto de ser puxada na forma de um filamento fino, que é a fibra. O diâmetro dessa fibra é controlado dinamicamente através do carretel de puxamento da fibra e do mecanismo de alimentação da preforma. Dessa maneira, obtém-se variações típicas menores que 2%. Logo após a medida do diâmetro, a fibra é revestida por um material plástico chamado acrilato, para evitar o desgaste e a deterioração impostos pelas condições ambientais e preservar as suas propriedades ópticas e mecânicas.

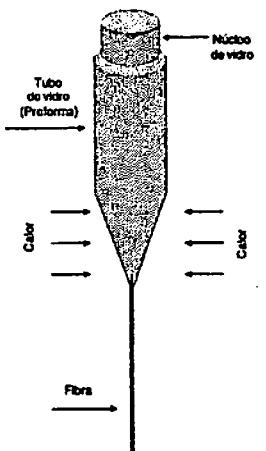


Figura 14-17: Ilustração simplificada do puxamento.

14.2 Cabos ópticos

Os cabos ópticos são estruturas de empacotamento e encapsulamento de fibras ópticas que fornecem proteção e facilidade de manuseio das mesmas. O cabeamento das fibras procura protegê-las das adversidades mecânicas e ambientais sofridas durante sua instalação e operação de suporte de transmissão. Eles devem ser suficientemente fortes para evitar o rompimento das fibras pelas tensões de puxamento aplicadas no cabo durante a sua instalação e devem fornecer também rigidez suficiente para evitar curvaturas excessivas, causadoras de aumento de atenuação. Os cabos ópticos submarinos transoceânicos, por exemplo, devem suportar pressão de vários quilômetros de profundidade, e os cabos aéreos devem permitir que as fibras operem adequadamente, mesmo sob condições climáticas extremas (inverno/verão, etc.).

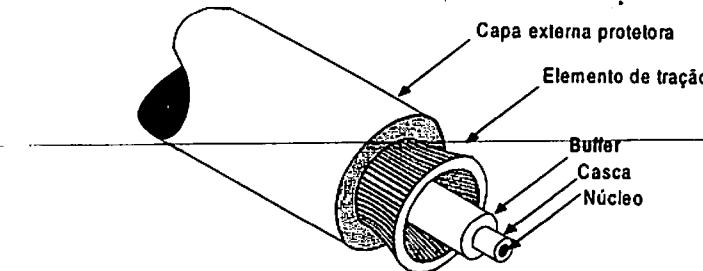


Figura 14-18: Fibra óptica industrializada sob a forma de cabo para uso em campo.

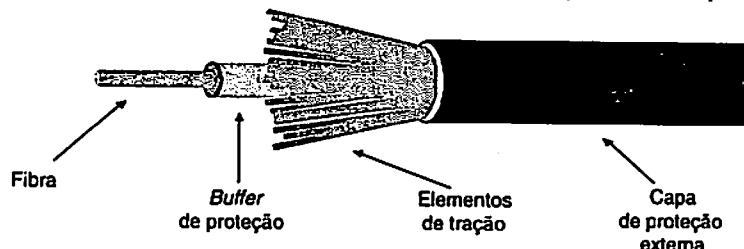


Figura 14-19: Estrutura física do cabo, ilustrando os elementos responsáveis pela sua proteção.

14.2.1 Tipos de cabos

Os cabos ópticos podem ser classificados em dois tipos, conforme sua tecnologia de fabricação:

- cabos tipo *loose*
- cabos tipo *tight*.

14.2.1.1 Cabos tipo *loose*

Os cabos ópticos do tipo *loose* (solto) são compostos por um longo tubo de diâmetro interno muito maior que o diâmetro da fibra, isolando a mesma das tensões aplicadas no cabo. A fibra pode mover-se livremente em relação às paredes do tubo. O tubo costuma ser preenchido com um composto de silicone e petroquímicos que, além de fornecerem proteção adicional contra impurezas (como a água), fornecem também lubrificação para os movimentos da fibra. O *buffering* que constitui a proteção externa do cabo tem espessura de 1 a 3mm e é normalmente liso e flexível. São cabos recomendados para uso externo.

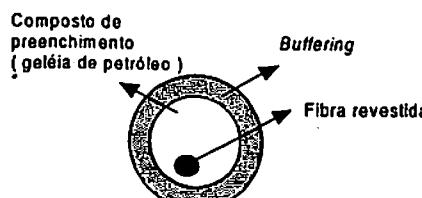


Figura 14-20: Construção da unidade básica seguindo a técnica do tipo *loose*.

14.2.1.2 Cabos tipo *tight*

Os cabos ópticos do tipo *tight* (compacto) possuem uma proteção em plástico duro (nylon ou poliéster) moldada diretamente sobre a fibra revestida. O diâmetro desses cabos geralmente é da ordem de 0,5 a 1mm e, ao contrário dos cabos ópticos do tipo *loose*, as fibras são submetidas diretamente às tensões aplicadas no cabo. Por outro lado, esse é um cabo mais compacto, permitindo cabos multifibras mais densos e mais resistentes a esmagamentos. Além disso, no caso dos cabos multifibras, esse modo compacto garante maior precisão das posições das fibras, permitindo automatizar, por exemplo, a realização de emendas. São cabos recomendados para uso interno.

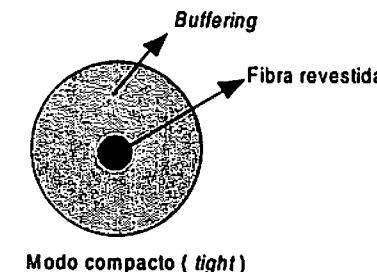


Figura 14-21: Unidade básica construída através da técnica *tight*.

14.2.1.3 Cabos multifibras

São cabos formados pelo empacotamento de várias fibras num único cabo óptico. Esses cabos podem ser fabricados de diversas maneiras a partir dos dois tipos de cabos e segundo o tipo de aplicação.

14.3 Dispositivos ópticos

Vários dispositivos foram desenvolvidos com o objetivo de permitir a utilização de fibras em sistemas de comunicação ópticos. Esses dispositivos podem ser ativos ou passivos e são utilizados nas interfaces de conversão eletro-ópticas e no link óptico. Dentre os dispositivos ópticos, as fontes e os detectores de luz são os elementos mais importantes da interface eletro-óptica. As fontes de luz são os leds e os diodos laser, que convertem o sinal elétrico em um sinal óptico e injetam a luz nas fibras. Os detectores de luz são fotodiódos e fazem o inverso: recebem a luz da fibra e a transformam em sinais elétricos.

A fabricação tanto das fontes quanto dos detectores de luz é baseada na tecnologia de semicondutores e tornou-se viável graças à evolução dessa tecnologia, que possibilitou a fabricação de dispositivos de dimensões muito pequenas, baixos custos, e viabilizou a utilização de sistemas ópticos em larga escala. Os materiais utilizados e a técnica de fabricação desses dispositivos são continuamente estudados para possibilitar o aperfeiçoamento e a obtenção de características compatíveis tanto das fibras quanto dos sistemas existentes atualmente. No estudo desses dispositivos busque-se:

- alta sensibilidade dos detectores de luz;
- emissão de luz nos comprimentos de onda que correspondam aos níveis mínimos de atenuação especificados nas janelas de transmissão das fibras;
- alta radiância (potência) e eficiência dos dispositivos emissores de luz para possibilitarem longos trechos de comunicação;
- possibilidade de transmissão analógica ou digital;
- possibilidade de utilização da fibra em altas taxas de transmissão, o que implica em pequena largura espectral das fontes de luz e baixos tempos de subida e descida das fontes e detectores;
- grande linearidade no caso de transmissão analógica, que torne desnecessária a equalização dos sinais transmitidos;
- tempo de vida útil superior a 100.000 horas.

14.3.1 Fontes de luz

Duas fontes de luz são efetivamente utilizadas em sistemas ópticos: os *Light Amplification by Stimulated Emission or Radiation – Lasers* e os *Light Emitting Diode – Leds*. Ambas são pequenos circuitos integrados que emitem luz quando uma corrente elétrica os atravessa. A escolha de uma ou de outra fonte vai depender das necessidades do sistema, porque há diferenças significativas nessas duas tecnologias que, por isso, afetam significativamente o desempenho do sistema óptico. Tanto os *lasers* quanto os *leds* são capazes de injetar algumas dezenas de microwatts de potência óptica em uma fibra. No entanto, a quantidade de potência injetada depende também de alguns fatores, como o diâmetro do núcleo e a abertura numérica de uma fibra. Uma fibra com núcleo de diâmetro maior ou com abertura numérica grande consegue captar mais luz do que uma fibra com características opostas. Um *led*, por exemplo, consegue injetar cerca de 45mW de potência em uma fibra de 62,5/125 μ m, mas somente 35mW numa fibra de 50/125 μ m.

14.3.1.1 Lasers

Os *lasers* são fontes de luz altamente coerentes, ou seja, a potência do sinal está bastante concentrada numa determinada faixa de freqüência (o que equivale a um determinado comprimento de onda). Sob esse aspecto, os *lasers* levam grande vantagem sobre os *leds*, que têm um espalhamento de espectro muito maior.

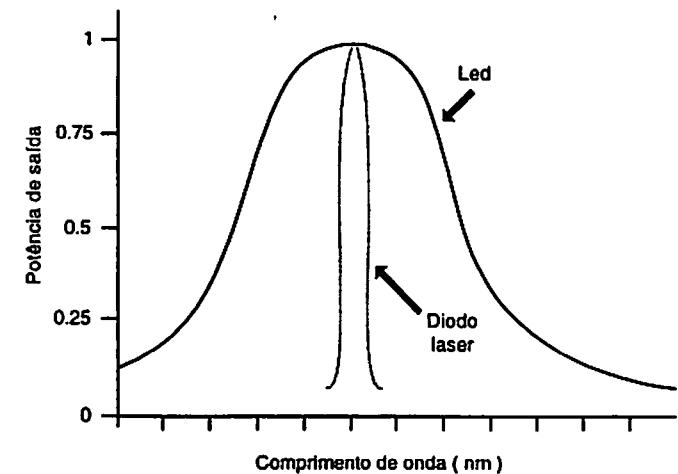


Figura 14-22: Comparação entre o diagrama de emissão de um *laser* e de um *led*. Fica evidenciada a maior coerência da luz emitida pelo primeiro, devido à natureza do mecanismo de emissão.

A coerência maior dos *lasers* permite que o sinal gerado por eles seja melhor aproveitado pelas fibras que têm núcleo de diâmetros menores, como as fibras monomodo. Se uma mesma potência for injetada em uma fibra monomodo por um *laser* ou por um *led*, a luz gerada pelo *laser* será bem mais aproveitada nessa fibra por causa da maior concentração de potência em torno do comprimento de onda nominal. Para se ter uma idéia do que isso representa, tomemos o exemplo de uma rede FDDI: nesse tipo de topologia, a distância máxima entre duas estações é 2km para fibras multimodo e de 40km para fibras monomodo. Por isso as fibras monomodo requerem uma fonte *laser*. Outra grande vantagem dessa fonte de luz é seu rápido tempo de subida, o que significa que o atraso entre a entrada do sinal elétrico e a saída do sinal óptico é mínimo, facilitando a modulação do sinal. É bom lembrar que a velocidade com que uma fonte pode ser modulada determina a taxa de transmissão que ela suporta. As primeiras experiências com *lasers* começaram na década de 60, mas vários problemas relacionados à baixa eficiência, custo alto e grandes dimensões impossibilitaram sua aplicação a sistemas ópticos de comunicação. Somente a partir da década de 70 foi possível a fabricação de *lasers* de pequenas dimensões, o que deu grande impulso a seu uso comercial.

14.3.1.2 Leds

Leds são diodos emissores de luz. Eles começaram a ser desenvolvidos logo após o aparecimento do diodo semicondutor e, entre todos os dispositivos utilizados como fonte semicondutora de luz, são os mais simples, mais confiáveis e de menor custo. Apesar do princípio de emissão de luz do *led* ser o mesmo do *laser*, o sinal emitido pelo *led* é muito menos coerente, ou seja, tem um espectro de luz mais largo, o que implica em menor eficiência do acoplamento da luz na fibra e limitações mais acentuadas na velocidade de modulação. Por essa razão, os *leds* são geralmente utiliza-

dos em sistemas de transmissão de menor capacidade. Os *leds* têm um espalhamento de espectro que varia de 25 a 50nm. Para um *led* emitindo luz em um comprimento de onda nominal de 850nm, um espalhamento de 40nm significa um comprimento de onda real que varia de 830 a 870nm. Na primeira janela de transmissão (de 800 a 900nm) a dispersão material da fibra fica em torno de 100ps/nm.km. Combinada com a largura espectral de 50nm típica dos *leds*, isso resulta num alargamento de 5ns/km sobre os pulsos ópticos. Por essa razão, os *leds* só podem operar em sistemas de até 200MHz/km nessa janela. O *led* também poderia ser utilizado na janela de 1310nm a uma taxa de 100 a 200Mbps, que é quase o seu limite de modulação.

14.3.1.3 Comparação *Led* X *Laser*

O quadro a seguir compara algumas características dos *leds* e *lasers*.

| Característica | Descrição |
|---------------------------|---|
| Potência luminosa | Os <i>lasers</i> apresentam radiâncias superiores aos <i>leds</i> , porém a utilização de fibras de baixas pordas possibilita o uso do <i>leds</i> em muitas aplicações ao invés dos <i>lasers</i> . |
| Custo | Os <i>lasers</i> têm fabricação mais complexa e são, portanto, mais caros. |
| Largura espectral | Os <i>lasers</i> possuem menor largura espectral, possibilitando o uso de maiores taxas de transmissão. Entretanto, devido à menor dispersão cromática na 2ª janela, o uso de <i>leds</i> para essa região de comprimento de onda se torna bastante atrativo. |
| Vida útil e degradação | Os <i>leds</i> em geral têm tempos de vida mais longos, além de terem características de degradação bem definidas. |
| Influência da temperatura | Os <i>lasers</i> são mais sensíveis às variações de temperatura ambiente, o que obriga a utilização de circuitos de realimentação para determinadas aplicações. |
| Taxas de modulação | Os <i>lasers</i> possuem maiores taxas de modulação, pois, além de possuírem menores larguras de espectro, apresentam menores tempos de subida. |
| Acoplamento com fibras | Os <i>lasers</i> produzem melhores acoplamentos devido a direcionalidade da sua emissão, especialmente em fibras monomodo. |

14.3.2 Detectores de luz (fotodetectores)

Os detectores de luz são dispositivos ópticos que recebem os sinais emitidos pelos fotoemissores e geram corrente elétrica variável com a intensidade do sinal óptico recebido. O fotodetector é o componente principal do receptor em um sistema de comunicação óptico. Ele recupera sinais de potência bastante baixa (da ordem de

nanowatts) e depois converte-os em sinais elétricos que serão recuperados e amplificados por outros componentes do receptor. Alguns fotodetectores já vêm, inclusive, com os amplificadores encapsulados no mesmo *chip*, para recuperar imediatamente o sinal original.

Os fotodetectores operam em uma variação de comprimentos de onda muito grande e em velocidades que normalmente são superiores aos *leds* e *lasers*. Para que o sistema tenha o maior alcance possível, é necessário que o fotodetector possa efetivamente operar até nos menores níveis de potência possíveis e, por essa razão, a sensibilidade é a sua característica principal. A possibilidade de converter o sinal óptico em um sinal elétrico com o mínimo de distorção e ruído é o fator principal a ser considerado em um fotodetector. Para isso, o sinal mais fraco que um detector pode converter sem erros tem que ser maior do que o sinal de ruído dele. Qualquer fotodetector tem um mínimo de corrente espúria. O sinal que ele recebe tem que ter potência bastante para ser claramente distinguido do ruído. Existem dois tipos de detectores de luz com tecnologia de semicondutores: fotodiódos e fototransistores e eles podem ser de dois tipos: APD e PIN. O quadro a seguir faz uma pequena comparação entre os fotodetectores.

| Característica | Descrição |
|---|---|
| Sensibilidade | Os fotodiódos APDs apresentam sensibilidade consideravelmente maior que os PINs. |
| Custo | Os APDs têm fabricação mais complexa e são, portanto, mais caros. |
| Vida útil e degradação | Os PINs apresentam tempo de vida ligeiramente superior aos APDs. |
| Influência da temperatura | Os APDs são mais sensíveis às variações de temperatura ambiente. |
| Velocidades de modulação | Os APDs possuem velocidades de resposta menores, o que dificulta seu uso em sistemas de taxas de modulação elevadas. |
| Circuitos de polarização e amplificação | Os PINs requerem circuitos de polarização mais simples, por necessitarem de lentes menores. Porém, devem utilizar um estágio amplificador projetado com muito critério, devido ao baixo nível de sinal de saída. Já os APDs requerem circuitos de polarização mais complexos. |
| Ruído | Os APDs apresentam melhor relação sinal/ruído, embora possuam uma fonte de ruído a mais (ruído de excesso). |
| Linearidade | Os PINs são mais lineares que os APDs e, por esse motivo, são largamente utilizados em sistemas analógicos. |

14.3.2.1 Margem de potência de um link²

A margem de potência de um link é definida como a diferença entre a potência do sinal injetado na fibra e a sensibilidade mínima do detector. Assim, em um sistema em que a fonte lança um sinal luminoso de -19dBm em uma fibra multimodo de 62,5/125µm e a sensibilidade do receptor é -33dBm, a margem de potência é de 14dB.

Isso significa que, durante sua transmissão, o sinal não pode perder mais de 14dB de potência óptica no exemplo dado. É sempre recomendável manter uma margem de segurança de 3dB devido ao envelhecimento da fonte e a possibilidade de reparos na fibra.

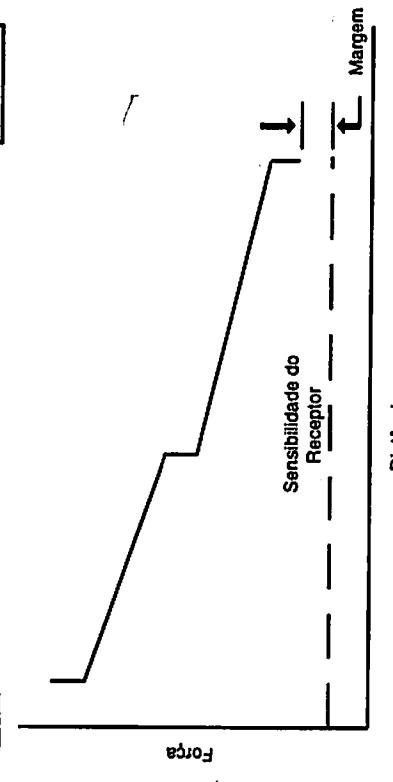
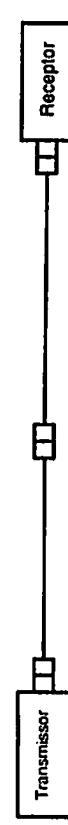


Figura 14-23: A atenuação em função da distância e das perdas intrínsecas dos componentes inseridos na linha.

A margem de segurança está inserida na maioria das normas vigentes. Ela estará garantida se a normalização para a instalação dos sistemas for seguida e se as distâncias máximas e o número máximo de conexões recomendados forem respeitados. As perdas em um link acontecem por atenuação e também por quedas associadas à conexão em distribuidores ópticos, tomadas e outros dispositivos. Uma maneira conveniente de planejar quedas de potência é verificar todas as perdas ao longo de um link. A atenuação de uma fibra pode ser estimada assumindo uma perda linear por unidade de comprimento. Dessa maneira, se a atenuação é de 1,5dB/km, então um enlace de 500m tem uma perda de potência de 0,75dB. Algumas normas permitem uma perda de até 0,75dB para cada interconexão ao longo de um link (distribuidor, emendas e tomadas). Deve-se adicionar 3dB para o possível envelhecimento da fonte de luz. Usando o exemplo acima, um link de 500m com duas interconexões deve ter uma perda de 5,25dB. Na maioria dos casos, as perdas medidas nos links não serão tão

altas quanto as calculadas, principalmente porque as perdas individuais por conexão são bem menores que 0,75dB. Portanto, se as perdas de potência medidas forem maiores que as calculadas, certamente há algum problema na instalação. O cálculo e o projeto de um link óptico será abordado no capítulo 20.

14.3.3 Transceivers

Transceivers são componentes que incluem os transmissores e os receptores do sinal óptico em um mesmo dispositivo. Um método eficiente e de baixo custo para a implantação da interface eletrô-óptica é encapsular os transceivers em um único dispositivo. Os transceivers são pequenos, simples e permitem a implantação de um link óptico com grande facilidade. Suas dimensões e pinagens foram padronizadas por diversos fabricantes e existem normas que especificam as potências e as distâncias para cada sistema de comunicação.

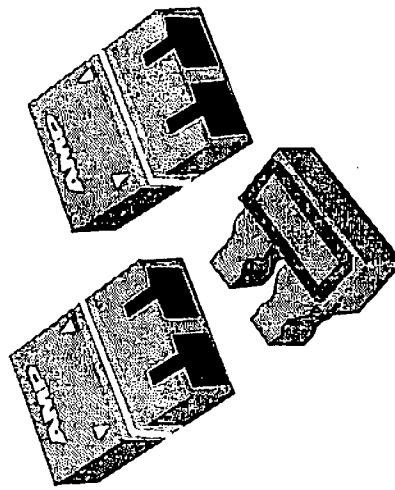


Figura 14-24: Visualização de alguns modelos de transceivers disponibilizados no mercado.

É preciso entender que existem diferenças entre transceivers e conversores de mídia. Transceiver óptico é um componente eletrônico que tem como função transmitir ou receber um sinal óptico, convertendo-os em pulsos elétricos que podem ser enviados para um circuito eletrônico qualquer. Conversor de mídia³ é um dispositivo que possui transceivers ópticos internos e realizam uma conversão de mídia.

² Uma descrição detalhada de como realizar os cálculos para um link óptico pode ser vista no capítulo 20.

³ Os capítulos 16 e 20 trazem conceitos e aplicações desses dispositivos.

14.4 Conectores

Conectores são dispositivos que permitem realizar junções temporárias ponto-a-ponto entre duas fibras ou nas extremidades das mesmas, servindo para juntar opticamente as fibras aos dispositivos fotoemissores ou fotoreceptores. Para ligar entre si dois cabos ópticos terminados por conectores, utiliza-se, em geral, uma luva de conexão, que consiste em uma peça simétrica dupla fêmea-fêmea capaz de realizar o alinhamento correto face a face dos dois conectores. O uso de conectores ópticos em junções fibra-fibra oferece vantagens operacionais em relação às outras técnicas de conexão ponto a ponto (emendas), como a facilidade de manuseio, por não exigir nenhum equipamento sofisticado ou conhecimento técnico particular. De modo geral, os conectores ópticos são mais utilizados em sistemas locais com configuração física dinâmica, tais como:

- interfaces com redes locais;
- conexões em enlaces ponto-a-ponto de curta distância entre prédios;
- painéis de distribuição de cabeamento óptico em prédios;
- conexões temporárias entre câmeras de vídeo móveis e equipamentos de gravação em estúdios;
- aplicações militares portáteis.

Os conectores ópticos caracterizam-se principalmente por serem dispositivos desmontáveis, permitindo a realização de junções provisórias. Entretanto, existem conectores que são instalados em cabos ópticos para facilitarem a instalação no campo, mas que não foram projetados para operações repetidas de conexão e desconexão. São características desejáveis dos conectores ópticos:

- baixas perdas por inserção e por reflexão;
- estabilidade das características face aos ciclos repetidos de conexão e desconexão;
- fácil construção e montagem;
- insensibilidade a fatores ambientais, como temperatura e poeira;
- baixo ruído de diafonia (*crosstalk*);
- durabilidade com ciclos repetitivos;
- padronização;
- baixo custo;
- atenuação menor que 1dB por conexão.

14.4.1 Tipos de conectores

Diversos tipos de conectores ópticos podem ser utilizados para fazer a interface entre as fibras ópticas e os dispositivos ópticos (ativos ou passivos). De um modo geral, os conectores utilizados em aplicações de fibras multimodo e monomodo são iguais, diferindo somente nas dimensões físicas do ferrule⁴ (aproximadamente 10mm para fibras monomodo e 63mm para fibras multimodo) e no tipo de polimento que elas recebem (nas fibras multimodo, esse polimento pode ser realizado por kits manuais de connectorização, e nas fibras monomodo esse polimento deve ser realizado por máquinas caríssimas de polimento).

- ST Baioneta 2,5mm

Utiliza um sistema de acoplamento rápido, sem necessidade de rosqueamento. A ponta de contato tem 2,5mm de diâmetro e pode ser fabricado de material cerâmico, metal ou plástico.

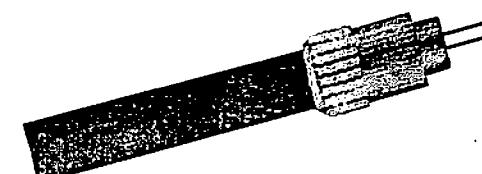


Figura 14-25: Ilustração de um conector ST.

- SMA

Primeiro conector padrão utilizado na indústria.



Figura 14-26: Exemplo de um conector SMA.

⁴ A maioria dos conectores ópticos atuais são fabricados com ferrule, que nada mais é que um cilindro de metal, de plástico ou de cerâmica contendo um furo de precisão onde a fibra é inserida. Em geral, um anel metálico rosqueado envolve o ferrule, com a função de segurá-lo e conectá-lo a uma luva cilíndrica (fêmea do conector).

- **Fixed Shroud Duplex – FSD**

Bastante utilizado em redes locais de computadores com o padrão FDDI. Tem duas conexões ópticas de 2,5mm cada, em uma única capa. Conecta duas fibras de uma só vez.

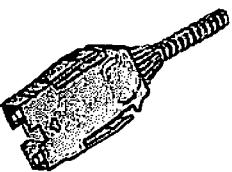


Figura 14-27: Conector FDDI extremamente utilizado em redes LAN.

- **SC**

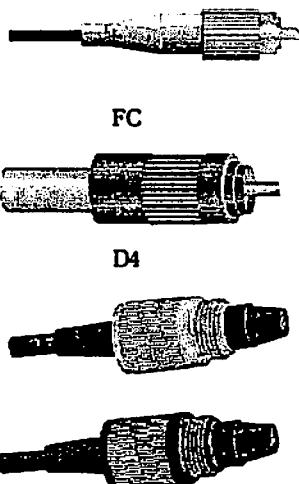
Ratificado como padrão ANSI/EIA/TIA 568B para instalações ópticas.



Figura 14-28: Exemplo de um conector SC.

- **FC, D4 e Bicônico**

Conectores padrões utilizados em aplicações de fibras ópticas.



Bicônico

Figura 14-29: Os principais conectores ópticos utilizados em ambientes de telecomunicações.

14.4.2 Características de transmissão dos conectores ópticos

Duas características são importantíssimas para os conectores ópticos do ponto de vista de transmissão:

- perda por inserção e
- perda por retorno.

14.4.2.1 Perda por inserção

É a quantidade de potência óptica perdida devido à conexão mecânica. O ideal seria todo conector possuir uma baixa perda por inserção. Um nível aceitável desse tipo de perda gira em torno de 0,3dB a 1dB.

14.4.2.2 Perda por retorno

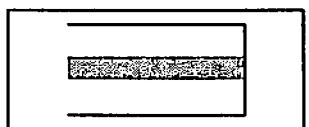
Parâmetro relacionado a quantidade de potência refletida no conector. É um parâmetro importantíssimo em sistemas de alta capacidade, como os sistemas de fibra monomodo. O valor típico desse tipo de perda deve ser elevado, sendo, no mínimo, de 45dB.

14.4.3 Polimento de conectores ópticos

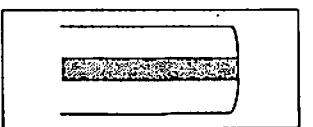
O polimento é um processo de acabamento na fibra óptica que é fundamental na característica de transmissão de luz dos conectores. Veremos os principais tipos de polimento utilizados em conectores ópticos.

14.4.3.1 Polimento FLAT e PC

São polimentos utilizados em conectores multimodo. O polimento do tipo FLAT possui reflexão em torno de 4%, seu processo é bastante simples e é muito utilizado em fibras plásticas. O polimento do tipo PC (*Physical Contact*) é o mais utilizado em conectores multimodo, mas ele necessita de um kit de conectorização (que é extremamente simples e barato). Esse tipo de polimento tem características de transmissão de perda por retorno em torno de -40dB. A Figura 14-30 mostra os polimentos Flat e PC.



Polimento Flat



Polimento PC

Figura 14-30: Polimento do tipo FLAT utilizado em fibras plásticas e polimento do tipo PC utilizado em fibras multimodo.

14.4.3.2 Polimento SPC, UPC e APC

Os polimentos SPC, UPC e APC necessitam de máquinas de polimento especiais, como mostra a Figura 14-31, porque elas precisam realizar um polimento angular, procedimento impossível de ser feito manualmente. São polimentos utilizados em conectores monomodo e geralmente estão em *links* de altas velocidades e grandes distâncias.

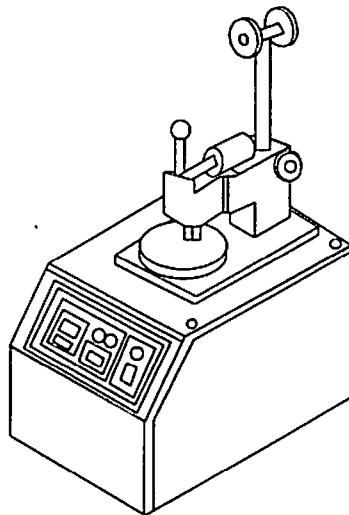


Figura 14-31: Máquina utilizada para polimento em conectores com acabamento SPC, UPC e APC.

14.4.3.2.1 Polimento SPC – Super Physical Contact

Polimento utilizado em sistemas de transmissão digital em velocidades de até 2,5Gbps. Ele tem um acabamento que resulta em uma perda por retorno em torno de -55dB.

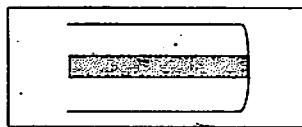
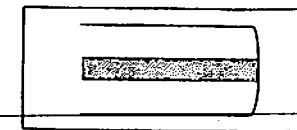


Figura 14-32: Exemplo de um polimento do tipo SPC.

14.4.3.2.2 Polimento UPC – Ultra Physical Contact

Polimento utilizado em sistemas digitais em velocidades maiores do que 2,5Gbps, em CATV e em sistemas telefônicos. Ele tem um acabamento que resulta em uma perda por retorno em torno de -55dB.

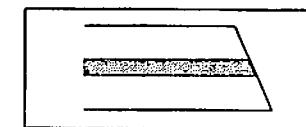


Polimento UPC

Figura 14-33: Exemplo de um polimento do tipo UPC.

14.4.3.2.3 Polimento APC – Angled Physical Contact

Polimento muito utilizado em sistemas analógicos e de CATV. Ele funciona colocando-se um ângulo de 8 graus no polimento flat, permitindo manter as fibras em contato enquanto a luz é refletida na sua interface por qualquer ângulo. Esse tipo de polimento apresenta uma perda de retorno em torno de -70dB.



Polimento APC

Figura 14-34: Exemplo de um polimento APC.

14.4.3.3 Como são verificados os polimentos dos conectores ópticos?

É necessário uma verificação visual da qualidade do polimento depois da conectorização e polimento em conectores para fibras multimodo. Para isso, utiliza-se um microscópio, que possibilita uma visualização total do serviço feito. A Figura 14-35 mostra esses procedimento.

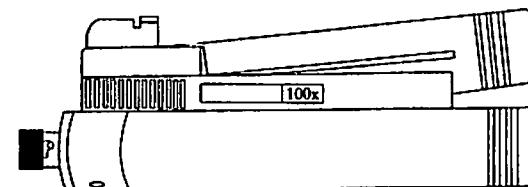


Figura 14-35: Microscópio utilizado para a inspeção do polimento dos conectores ópticos.

14.4.4 Nova geração de conectores ópticos

Um grande número de novos conectores ópticos está disponível no mercado e tendem, em médio prazo, substituirem os conectores padronizados utilizados atualmente. Esses novos conectores são menores, mais rápidos e possuem características de transmissão muito superiores. Entre esses conectores podemos destacar o *MT-RJ*, *3M Volition*, *Lucent LC*, *Panduit Opti-Jack* e *Siecor SC-DC* ou *SC-QC*.

14.4.4.1 MT-RJ

Conector duplex, muito pequeno e parece ser o novo padrão da indústria, já que suas especificações estão em domínio público e durante a última reunião do comitê da ANSI/EIA/TIA, foi o que obteve o maior consenso entre seus integrantes.

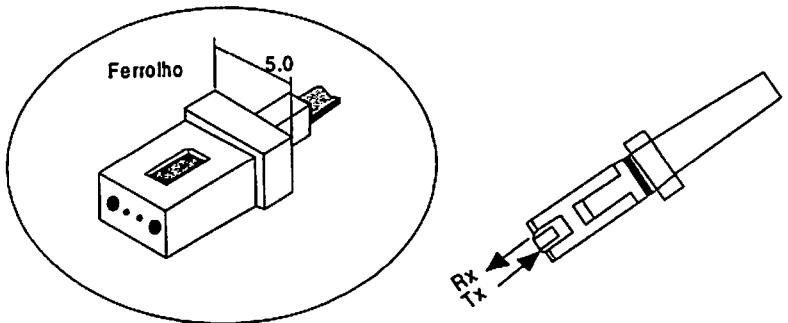


Figura 14-36: Exemplo de um conector MT-RJ

14.4.4.2 3M Volition

Conector que utiliza um V-Groove (do mesmo tipo utilizado em emendas ópticas rápidas), sem necessidade de ferramentas mais complexas, facilitando muitíssimo seu uso em operações em campo. É um conector muito barato, que certamente fará ser uma boa opção em projetos.



Figura 14-37: Exemplo de um conector 3M Volition.

14.4.4.3 Lucent LC

Esse conector possui ferrule de cerâmica e corpo de plástico para possibilitar operações de conectorização. É possível a utilização de kits de conectorização comuns. O conector Lucent LC possui atualmente um dos melhores desempenhos de mercado.



Figura 14-38: Exemplo de um conector LC.

14.4.4.4 Panduit Optical jack

É um conector de design mais antigo, usa o mesmo ferrule usado pelos conectores ST/SC 2,5mm e sua operação de conectorização é extremamente simples, pois utiliza o mesmo processo dos conhecidos conectores ST.

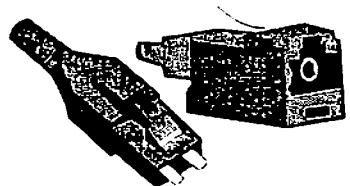


Figura 14-39: Exemplo de um conector Optical Jack, também conhecido como TIA FOCIS-6.

14.5 Emendas ópticas

Emendas são junções permanentes ou semipermanentes de dois segmentos de fibras ópticas. Ao contrário dos conectores ópticos, as emendas costumam ser usadas em sistemas de longa distância e de alta capacidade. A emenda óptica pode ser necessária em duas situações:

- na fase de fabricação da fibra a fim de aumentar o seu comprimento;
- no campo, a fim de realizar interconexões, reparos de fibras quebradas, etc.

Existem duas técnicas para realização de emendas ópticas:

- através de fusão da fibra;
- através de dispositivos mecânicos.

As perdas introduzidas por emendas constituem um fator importante a ser considerado no projeto de sistemas de transmissão, principalmente naqueles de longas distâncias. Entretanto, as perdas introduzidas em função das técnicas atuais ficam abaixo de 0,1dB, podendo ser inferiores a 0,05dB. As emendas de fibras ópticas são de execução mais complexa por duas razões:

- pela dificuldade de manuseio em função das dimensões da fibra e
- devido a necessidade de alinhamento preciso para manter as perdas em níveis toleráveis.

Para realizar emendas por fusão, é necessária a utilização de uma máquina de emendas. Embora essas máquinas tenham um alto grau de precisão e automação nas etapas de fusão, é preciso que seus operadores sejam técnicos especializados. Já as emendas mecânicas requerem ferramentas e dispositivos especiais mais baratos e acessíveis, tornando-as bastante práticas e competitivas em aplicações de pequena escala. Neste caso, usuários sem treinamento especial podem realizar emendas adequadas utilizando kits disponíveis no mercado. As emendas são acomodadas em estruturas denominadas *caixas de emenda óptica*, para proteção contra as adversidades ambientais.

14.5.1 Emendas por Fusão

A emenda por fusão é um processo realizado por equipamento específico, a máquina de emendas ópticas, que fornece um alto nível de tensão elétrica controlada com a finalidade de realizar uma "solda" em dois segmentos de fibra nua, de modo a exercer a menor atenuação e perda possível. A Figura 14-40 demonstra um processo final de fusão.

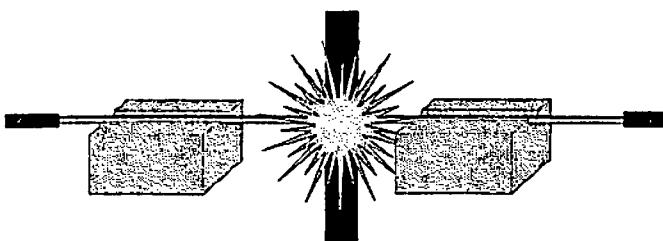


Figura 14-40: Aplicação de alta tensão nos segmentos das fibras nuas.

As máquinas de emendas realizam o procedimento de fusão com um alto nível de exatidão, já que as dimensões das fibras (casca de 125mm e núcleo de 9mm ou 62,5mm) exigem equipamentos muito precisos e caros. Existem vários modelos de máquinas de emendas no mercado. A Figura 14-41 demonstra o detalhe de uma máquina de emenda.

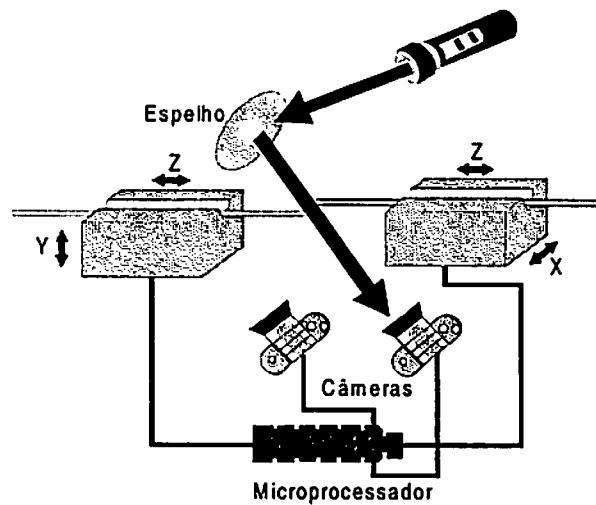


Figura 14-41: Diagrama de uma máquina de fusão.

14.5.1.1 Perdas no processo de emenda por fusão

De todos os processos de emenda de fibras ópticas, as emendas por fusão são as que possuem a menor perda, sendo, por isso, as mais indicadas para utilização em links mais críticos. As perdas neste processo são de 0,01dB.

14.5.2 Emenda mecânica

As emendas mecânicas permitem juntar duas fibras nuas através de uma estrutura mecânica que retém os dois segmentos de fibra executando sua emenda. Existem vários modelos de emendas mecânicas no mercado, mas todas possuem uma perda de aproximadamente de 0,10dB, que é bem maior do que a perda no processo de fusão. Por serem mais baratas e não exigirem equipamentos muito sofisticados, são muito indicadas em trabalhos de campo.

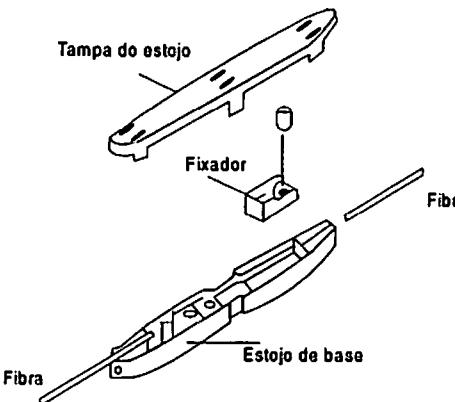


Figura 14-42: Emenda mecânica.

14.5.2.1 Emenda mecânica com elemento V-groove

Este tipo de emenda é muito utilizado em aplicações de telefonia e consiste de um elemento metálico em forma de V, que combina as funções de alinhamento e retenção das fibras, conforme a Figura 14-43. Quando a capa externa é pressionada para dentro da cápsula, o elemento V atua de modo a fechar o canal triangular que contém as fibras, fazendo com que as duas fibras sejam alinhadas coaxialmente no canal e também sejam retidas com força suficiente para prevenir tensões longitudinais. Este tipo de emenda não necessita de adesivos e polimento nas fibras.

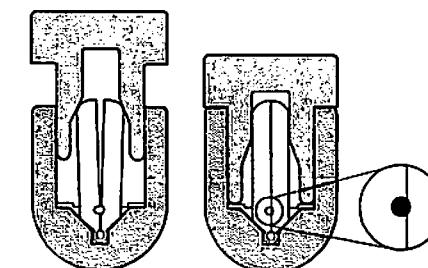


Figura 14-43: Emenda mecânica tipo Vgroove (Fibrlok - 3M)

14.5.2.2 Emenda mecânica Fibrlock

A emenda fibrlock é desenvolvida pela 3M para uso em campo, pode ser utilizada tanto em fibras multimodo quanto em fibras monomodo e aceita quaisquer combinações de revestimento, como, por exemplo, 250 μ m e 90 μ m. Ela apresenta uma vida útil de 30 anos e um tempo médio de aplicação em torno de 30s após as preparações das pontas das fibras terem sido realizadas. Os níveis médios de perdas por inserção e por retorno são respectivamente <0,1dB e <-60dB.

Para concluir todo o processo da emenda mecânica, é preciso um kit de preparo de fibra óptica contendo ferramentas como clivador e decapador (necessários em qualquer processo de emenda e conectorização) e uma prensa (exclusiva da 3M), que é uma peça essencial para realização da emenda, conforme os procedimentos existentes.

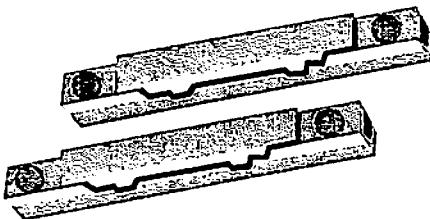


Figura 14-44: Emenda mecânica Fibrlok, exclusiva da 3M.

14.5.2.3 Emenda mecânica corelink

A emenda corelink é extremamente simples de ser utilizada em campo, pois não é necessária nenhuma ferramenta especial. Ela pode ser utilizada tanto em fibras monomodo quanto em fibras multimodo e tem características de transmissão que possibilitam seu uso em praticamente qualquer ambiente em que exista fibra óptica. Os níveis médios de perdas por inserção e por retorno são respectivamente, <0,1dB e <-55dB.

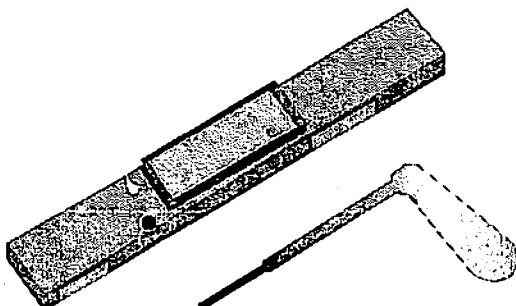


Figura 14-45: Emenda mecânica corelink exclusiva da AMP.

Capítulo quinze

Instalação e aterramento de sistemas elétricos

Ao final deste capítulo, você entenderá:

15

- Os aspectos gerais de instalação elétrica para um sistema de telecomunicação.
- O dimensionamento de condutores.
- As especificação de condutores.
- O aterramento elétrico.

Os profissionais que trabalham com cabeamento devem possuir sólidos conhecimentos técnicos na área de aterramento e proteção dos sistemas elétricos. Uma instalação de cabeamento estruturado bem feita deve possuir um bom sistema de aterramento elétrico.

15.1 Instalação elétrica

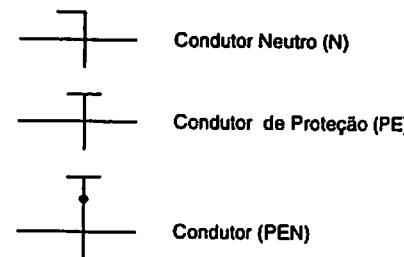
Um dos aspectos mais importantes que devem ser analisados antes de efetuarmos a instalação de qualquer equipamento é a verificação da instalação elétrica. Por instalação elétrica entende-se todo sistema construído para ligação elétrica dos computadores, equipamentos de conexões ativas, como hubs, switches, roteadores, transceivers, equipamentos de segurança e controle ambiental, envolvendo tomadas, circuitos de proteção e sistema de aterramento. Deve-se utilizar a norma brasileira NBR 5410 para instalação elétrica em baixa tensão, que classifica os circuitos em três possíveis tipos:

- Sistema TN;
- Sistema TT;
- Sistema IT.

A NBR 5410 utiliza a seguinte codificação:

- a 1^a letra informa a situação da alimentação em relação à terra:
 - T = ponto diretamente aterrado;
 - I = isolação das partes vivas do circuito elétrico em relação à terra ou aterramento através de um circuito elétrico contendo impedância.
- a 2^a letra informa a situação das massas da instalação em relação à terra:
 - T = massas diretamente aterradas, independentemente do aterramento eventual de um ponto de alimentação;
 - N = massas ligadas diretamente ao ponto de alimentação aterrado (em corrente alternada CA, geralmente o Neutro),
- outras letras informam sobre a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção:
 - S = neutro e proteção assegurados por condutores distintos;
 - C = neutro e proteção em um único condutor (PEN).

A Norma NBR 5410 especifica os seguintes símbolos:



Antes de descrevermos tipos de sistemas utilizados, devemos primeiramente entender alguns conceitos sobre:

- Terra

Terra é um condutor construído através de uma haste metálica e que, em situações normais, não deve possuir corrente elétrica circulante. Sua funcionalidade e modo de trabalho serão vistos abaixo.

- Neutro

Considera-se Neutro um "condutor" fornecido pela concessionária de energia elétrica, pelo qual há o "retorno" da corrente elétrica.

- Massa

Massa é ligação da carcaça do equipamento ao terra.

Na Figura 15-1, temos um PC conectado em uma tomada de 110V com um Neutro. Essa alimentação é fornecida pela concessionária de energia elétrica, que liga a caixa de entrada ao poste externo somente se houver uma haste de aterramento padrão dentro do ambiente do usuário. Além disso, a concessionária também exige dois disjuntores de proteção.

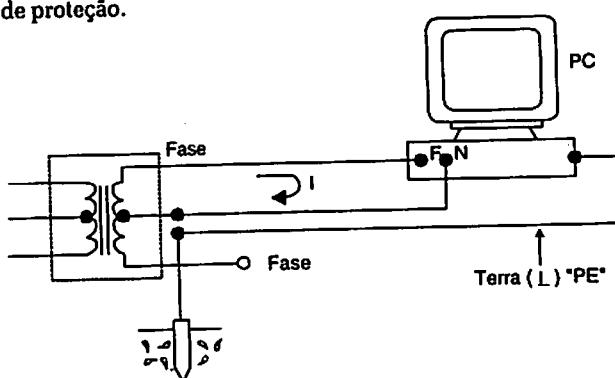


Figura 15-1: Instalação elétrica típica de um PC.

Teoricamente, o terminal Neutro da concessionária deve ter potencial igual a 0 Volt. Porém, devido ao desbalanceamento nas fases do transformador de distribuição, é comum esse terminal tender a assumir potenciais diferentes de zero. O desbalanceamento de fases ocorre quando temos consumidores com necessidades de potências muito distintas ligadas em um mesmo circuito. Por exemplo, um transformador alimenta uma residência em um setor e um pequeno supermercado em outro setor. Essa diferença de demanda em um mesmo circuito pode fazer com que o Neutro varie seu potencial, flutuando o nível de tensão elétrica.

Para evitar que esse potencial "flutue", conectamos o Neutro a uma base de terra na entrada de energia. Dessa maneira, qualquer potencial que possa aparecer será escoado para a terra. Mas, ao mesmo tempo, ligamos sua carcaça através de outro condutor na mesma haste e damos o nome a esse condutor de "Terra". A seção mínima do condutor Neutro para circuitos polifásicos, quando a seção dos condutores fase possui até 16mm^2 (ou em circuitos monofásicos), deve ter a mesma seção que os condutores Fase.

Nos circuitos polifásicos que tenham seção superior a 16mm^2 , o condutor Neutro pode ter uma seção menor que os condutores Fase, se as seguintes condições forem atendidas simultaneamente:

- as cargas alimentadas em serviço normal pelo circuito sejam igualmente distribuídas entre as fases;
- a corrente máxima presumida no Neutro não seja superior à capacidade de condução de corrente correspondente à seção reduzida do Neutro, considerando-se os harmônicos eventuais e as possibilidades de funcionamento não simultâneo dos aparelhos de utilização;
- o condutor Neutro seja protegido contra sobre-corrente, conforme item 473.3.2 da NBR 5410.

15.1.1 Sistema TN

O Neutro da fonte (transformador na maioria dos casos) é ligado diretamente à terra, estando as massas da instalação ligadas a esse ponto por meio de condutores metálicos (condutores de proteção). Esse tipo de instalação é comumente usado em residências, escritórios e pontos comerciais que não necessitam de uma estação primária de fornecimento de energia, ou seja, o fornecimento é feito diretamente via concessionária. Para maiores detalhes sobre os tipos de instalação de sistemas elétricos, consultar a norma ABNT NBR 5410, subseção 6, que cuida da seleção e instalação dos componentes elétricos. O sistema TN subdivide-se em: TN-S, TN-C-S e TN-C.

15.1.1.1 O sistema TN-S

Nesse sistema, o condutor Neutro e o condutor de proteção são separados ao longo da instalação, conforme a Figura 15-2:

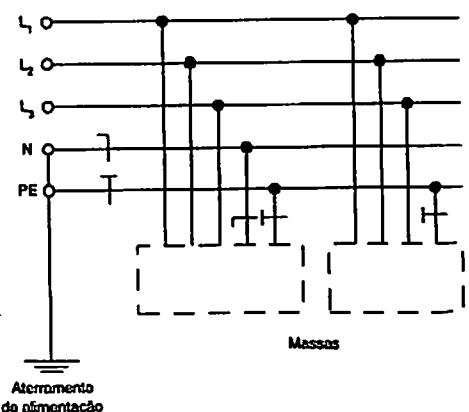


Figura 15-2: Sistema de ligação tipo TN-S.

15.1.1.2 O sistema TN-C-S

Nesse sistema, as funções de Neutro e do condutor de proteção são combinadas em um único condutor em alguma parte da instalação, conforme a Figura 15-3.

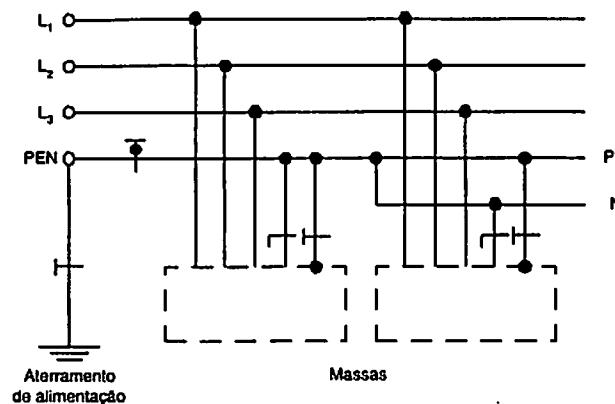


Figura 15-3: Sistema de ligação tipo TN-C-S.

15.1.1.3 O sistema TN-C

Nesse sistema, as funções de Neutro e do condutor de proteção são combinadas em um único condutor ao longo de toda a instalação, conforme a Figura 15-4:

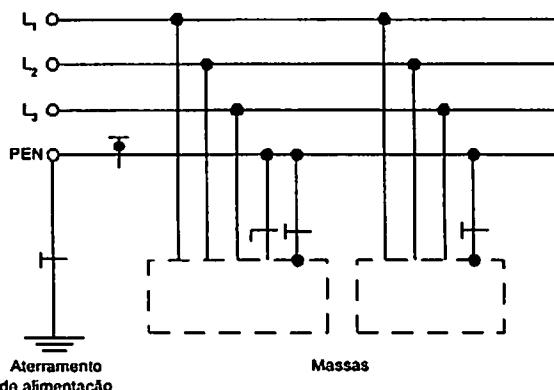


Figura 15-4: Sistema de ligação tipo TN-C.

15.1.2 Sistema TT

Nesse sistema, o Neutro é aterrado e as massas das cargas são ligadas a um eletrodo de aterramento diferente. Esse esquema exige que o transformador de entrada tenha um aterramento independente, que é possível somente com a subestação a uma distância mínima de 10m da edificação. Esse tipo de instalação é comumente utilizado em indústrias que possuem estação primária para fornecimento de energia. Neste caso, o aterramento poderá ser feito utilizando-se o próprio terra dos transformadores da estação primária, desde que o condutor de aterramento seja distinto do condutor Neutro, conforme a Figura 15-5.

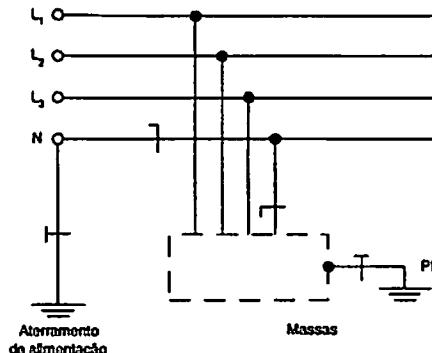
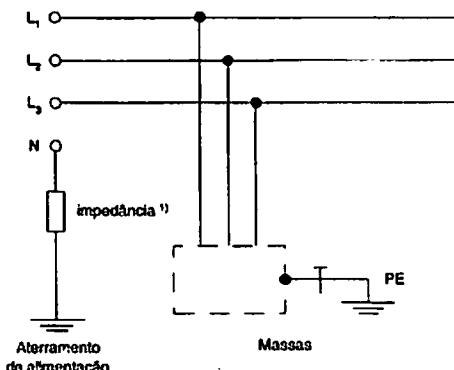


Figura 15-5: Sistema de ligação tipo TT.

15.1.3 Sistema IT

Esse sistema está restrito a casos específicos, como instalações industriais, contenção de instalação igual ou superior a 380V, instalações alimentadas por transformador de separação com tensão primária inferior a 1000V, instalações de fornos industriais, etc. A Figura 15-6 ilustra o sistema IT.



¹¹ o neutro pode ser isolado do terra

Figura 15-6: Sistema de ligação tipo IT.

15.1.4 Procedimentos para instalação elétrica

De acordo com a NBR 5410, para o correto procedimento no projeto de instalação de um sistema elétrico de baixa tensão, além de definir o tipo de circuito utilizado, como feito no item anterior, devemos também considerar os seguintes itens:

- levantamento de carga;
- divisão do circuito criando os quadros de distribuição;
- dimensionamento dos condutores que fornecerão energia elétrica para os equipamentos;
- especificação do condutor neutro;
- aterramento elétrico.

15.1.4.1 Levantamento de carga

Para determinar a corrente elétrica da instalação, deve-se somar toda a carga prevista no circuito, considerando-se a potência elétrica de todos os equipamentos envolvidos. A maioria dos equipamentos de informática têm a sua potência dimensionada em Volt-ampère (VA), que é a potência reativa, e não em Watts, que é a medida em potência ativa. A **potência ativa**, medida em W ou kW, é a que realmente realiza Trabalho. A **potência reativa**, medida em Var ou kVAr, é a que mantém o campo eletromagnético fazendo o motor girar. A soma vetorial das potências ativa e reativa chama-se **potência aparente** e é expressa em kVA. A Figura 15-7 mostra a relação entre essas potências e como elas são relacionadas.

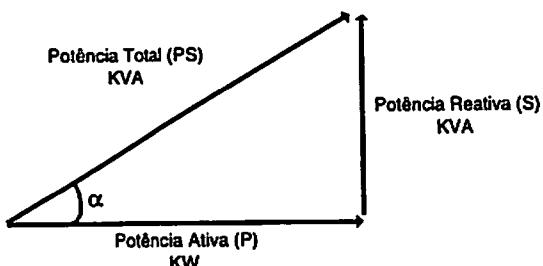


Figura 15-7: A potência total ou aparente é dada em KVA e é a soma vetorial das potências ativas e reativas.

Podemos utilizar, de forma geral, a seguinte fórmula para conversão de potência reativa para ativa:

$$\text{Medida em VA} = \text{medida em Watts} / \text{fator de potência} \times \text{rendimento}$$

O fator de potência é um número menor do que a unidade e pode assumir valores diversos, dependendo do equipamento. Mas, de um modo geral, podemos utilizar o valor do produto rendimento e fator de potência em torno de 0,8.

Exemplo:

Qual a potência aparente de um equipamento com o consumo de entrada de 200W e fator de potência ($\cos \alpha$) igual a 0,8?

$$\text{Medida em VA} = 200/0.8 = 250\text{VA.}$$

| Equipamento | Consumo (W) | Consumo (VA) |
|--------------------------|-------------|--------------|
| Computador | 300 | 375 |
| Monitor mono | 50 | 62,5 |
| Monitor color | 100 | 125 |
| Impressora matricial | 60 | 75 |
| Impressora jato de tinta | 30 | 37,5 |
| Impressora laser | 600 | 750 |

A maioria das cargas (iluminação incandescente e aparelhos de aquecimento, etc.) são puramente resistivas. Nesses casos, podemos considerar $W = VA$, pois o fator de potência é igual à unidade.

15.1.4.2 Divisão do circuito criando quadros de distribuição

Um circuito de distribuição elétrico compreende todos os elementos, como tomadas, circuitos de proteção, como disjuntores ou fusíveis e cabos de distribuição até o ponto em que os equipamentos serão ligados. Para facilitar o dimensionamento, a manutenção e a proteção elétrica, divide-se a instalação em circuitos parciais. O disjuntor (ou fusível) é calculado para toda a carga do circuito, pois, se temos um só circuito, teremos um disjuntor de grande capacidade e um pequeno curto-círcuito não será percebido por ele; entretanto, se tivermos vários circuitos com vários disjuntores de capacidades menores, aquele curto poderá ser percebido por um desses disjuntores, que desligará somente o circuito parcial onde tiver ocorrido o curto-círcuito.

15.1.4.3 Dimensionamento dos condutores

O circuito de alimentação deverá ser exclusivo para os equipamentos de computação, como computadores, hubs, switches, etc., sendo permitido seu compartilhamento com equipamentos do mesmo gênero, como impressoras, scanners e monitores de vídeo. Equipamentos que possuem motores de grande potência, tais como ar condicionado e máquinas de xerox, produzem ruídos na linha e devem ser instalados em outro circuito.

A verificação do dimensionamento dos condutores é calculado para cabos isolados com PVC 70°C, à temperatura ambiente de 30°C (de acordo com a tabela 50 da NBR 5410). A NBR 5410 estabelece que a seção mínima dos condutores Fase para circuitos de força é de 1,5mm². Para verificar o dimensionamento dos condutores pelo critério da máxima capacidade de condução de corrente, deve-se:

- conhecer a tensão de alimentação;
- saber o nº de condutores carregados por eletroduto;
- conhecer a potência dos equipamentos que serão instalados na rede.

Conhecendo-se esses três itens, o primeiro passo é calcular a corrente I, através da seguinte fórmula:

$$I = \frac{P(\text{Potência})}{V(\text{Tensão})}$$

Dependendo do nº de condutores carregados por eletroduto, usa-se ou não o fator de correção (K). No caso de até três condutores carregados por eletroduto, a Tabela 15-1 fornece a seção nominal em milímetros quadrados de acordo com a corrente I calculada.

| Seção nominal (mm²) | Capacidade de condução de corrente em ampère para conectores de cobre | |
|---------------------|---|-------------------------|
| | 2 condutores carregados | 3 condutores carregados |
| 1,0 | 13,5 | 12 |
| 1,5 | 17,5 | 15,5 |
| 2,5 | 24 | 21 |
| 4 | 32 | 28 |
| 6 | 41 | 36 |
| 10 | 57 | 50 |
| 16 | 76 | 68 |
| 25 | 101 | 89 |
| 35 | 125 | 111 |
| 50 | 151 | 134 |
| 70 | 192 | 171 |
| 95 | 232 | 207 |
| 120 | 269 | 239 |
| 150 | 309 | 272 |
| 185 | 353 | 310 |
| 240 | 415 | 364 |
| 300 | 473 | 419 |
| 400 | 566 | 502 |
| 500 | 651 | 578 |

Tabela 15-1: Seção nominal em função da corrente.

Obs: Caso o valor calculado de corrente I não coincida com o valor na tabela, adota-se o valor posteriormente maior.

Se o nº de condutores carregados ultrapassar a 3 por eletroduto, torna-se necessário aplicar o fator de correção (K), que é encontrado na Tabela 15-2.

| Nº de condutores carregados | Fator de correção |
|-----------------------------|-------------------|
| 4 | 0,80 |
| 6 | 0,69 |
| 8 | 0,62 |
| 10 | 0,59 |
| 12 | 0,55 |
| 16 | 0,51 |
| 20 | 0,48 |
| 24 | 0,43 |
| 28 | 0,41 |
| 32 | 0,39 |
| 36 | 0,38 |
| 40 | 0,36 |

Tabela 15-2: Fator de correção.

Encontrado o fator de correção, calcula-se uma corrente fictícia considerada para efeito de dimensionamento de condutores, através da seguinte fórmula:

$$IB' = \frac{I}{K}$$

Encontrado o valor IB' , a seção nominal é encontrada na Tabela 15-1, para 2 condutores carregados.

Exemplo:

Um determinado cliente possui uma sala onde se encontram os seguintes equipamentos:

| Equipamentos | Consumo total |
|----------------------|---------------|
| 8 microcomputadores | 2500W |
| 8 monitores de vídeo | 2000W |
| 4 impressoras | 1000W |

Sabe-se que a rede possui quatro condutores carregados por eletroduto com tensão de 115V. Determinar se a instalação do cliente está bem dimensionada quanto a seção dos condutores.

a) Cálculo da corrente:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{2500 + 2000 + 1000}{115} = 48 \text{ A}$$

b) Estaremos utilizando três condutores (Fase, Neutro e Terra) por eletroduto;

c) Consultando a Tabela 15-3 para $I' = 48\text{A}$, a seção mínima encontrada é de 10mm^2 .

A Tabela 15-3 mostra a equivalência de algumas medidas de seções em milímetros quadrados para AWG:

| Seção (mm^2) | AWG |
|-------------------------|-----|
| 1,5 | 14 |
| 2,5 | 12 |
| 4 | 10 |
| 6 | 8 |
| 10 | 6 |
| 16 | 4 |
| 25 | 2 |
| 35 | 1 |

Tabela 15-3: Equivalência de medidas.

15.2 Aterramento

Aterramento é a ligação intencional de um equipamento ou de um sistema inteiro à terra, por motivos de proteção ou por exigência quanto ao funcionamento do mesmo. As funções do aterramento são as seguintes:

- proteger o operador da possibilidade de ocorrer choque elétrico, mantendo as superfícies metálicas do equipamento a 0V em relação à terra;
- fornecer uma trajetória de baixa impedância para correntes de fuga;
- garantir melhor performance do filtro de linha do equipamento.

15.2.1 Tipos de aterramento

Podemos ter dois tipos de aterramento em uma instalação:

- aterramento funcional e
- aterramento de proteção.

Aterramento funcional é aquele que deve ser utilizado para garantir o funcionamento correto dos equipamentos ou para permitir o funcionamento adequado da instalação. Ele consiste na ligação à terra de um dos condutores da instalação, o condutor Neutro, assim denominado porque, teoricamente, o seu potencial elétrico é nulo em relação ao potencial da terra, considerado zero. Algumas instalações especiais utilizam a superfície da terra funcionalmente como condutor: é o caso das redes de distribuição em sistema *Monofásico com Retorno pela Terra - MRT*, os sistemas dos transportes por tração de trens e bondes, etc.

O aterramento de proteção tem a função de fornecer um caminho elétrico com baixíssima resistência, para que qualquer potencial que atinja este equipamento seja totalmente escoado para a terra, protegendo o usuário. Os diversos tipos de sistemas de aterramento devem ser realizados de modo a possibilitar a melhor ligação com o Terra, que pode ser feito através de:

- uma simples haste cravada no solo;
- hastes alinhadas;
- hastes em triângulo;
- hastes em quadrado;
- hastes em círculos;
- placas de material condutor enterradas no solo;
- fios ou cabos enterrados no solo, formando diversas configurações, tais como, *estendido em vala comum, em cruz, em estrela, quadriculados formando uma malha de terra*.

O tipo de sistema de aterramento a ser adotado depende da importância do sistema de energia elétrica envolvido, do local e do custo. O sistema mais eficiente é, evidentemente, a *malha de terra*. O material das hastes de aterramento deve ter as seguintes características:

- ser bom condutor de eletricidade;
- deve ser um material praticamente inerte às ações dos ácidos e sais dissolvidos no solo;
- o material deve sofrer a menor ação possível da corrosão galvânica;
- resistência mecânica compatível com a cravação e movimentação do solo.

As melhores hastes são geralmente as cobreadas:

- tipo **copperweld**
É uma barra de aço de secção circular na qual o cobre é fundido sobre a mesma;
- tipo **encamisado por extrusão**

A alma de aço é revestida por um tubo de cobre através do processo de extrusão;

- tipo **cadweld**

O cobre é depositado eletroliticamente sobre a alma de aço.

É muito empregada também, com sucesso, a haste de cantoneira de ferro zinckada.

15.2.2 Parâmetros de um sistema de aterramento

Um sistema de aterramento elétrico é um sistema complexo e seu entendimento total exige uma série de conhecimentos prévios, tanto em cálculo quanto em eletricidade. Para podermos entender um sistema de aterramento, devemos, mesmo que basicamente, conhecer alguns parâmetros que influenciam na resistividade do solo. Entre eles, pode-se ressaltar:

- tipo de solo;
- mistura de diversos tipos de solo;
- solos constituídos por camadas estratificadas com profundidades e materiais diferentes;
- teor de umidade;
- temperatura;
- compactação e pressão;
- composição química dos sais dissolvidos na água retida;
- concentração de sais dissolvidos na água retida.

As diversas combinações acima resultam em solos com características diferentes e, consequentemente, com valores de resistividade distintos.

| Tipo de solo | Resistividade (OHM.m) |
|------------------------------------|-----------------------|
| Lama | 5 a 100 |
| Terra de jardim com 50% de umidade | 140 |
| Terra de jardim com 20% de umidade | 480 |
| Argila seca | 1500 a 5000 |
| Argila com 40% de umidade | 80 |
| Argila com 20% de umidade | 330 |
| Areia molhada | 1300 |
| Areia seca | 3000 a 8000 |
| Calcário compacto | 1000 a 5000 |
| Granito | 1500 a 10000 |

Tabela 15-4: Alguns tipos de solo e suas resistividades.

Para se medir a resistência de terra, teremos de dispor sempre de um ponto na terra onde se injeta corrente (Terra que deseja ser medido) e um ponto de onde se retira a corrente injetada (Terra auxiliar). A corrente injetada circulará pelas camadas da terra e provocará, na superfície, o aparecimento de tensões que são resultantes do produto resistência de terra **até o ponto de medição versus corrente injetada** (Lei de Ohm). Entre os vários métodos de medição, podemos citar:

- método Volt-amperométrico;
- método dos três pontos;
- método de medição através da injeção de corrente de frequência determinada;
- método de medição utilizando como terra auxiliar uma canalização metálica de água;
- método de Megger.

Faremos uma breve descrição do último método, por ser o método mais utilizado para medição.

Medida através do "Medidor de Resistência de Terra" tipo "Megger" ou similar

Este processo consiste em aplicarmos uma tensão entre o Terra a ser medido e o Terra auxiliar (eletrodos fixos ou eletrodos de corrente), e medirmos a resistência do terreno até o ponto desejado (eletrodo móvel ou eletrodo de tensão). O esquema de ligações é mostrado na Figura 15-8:

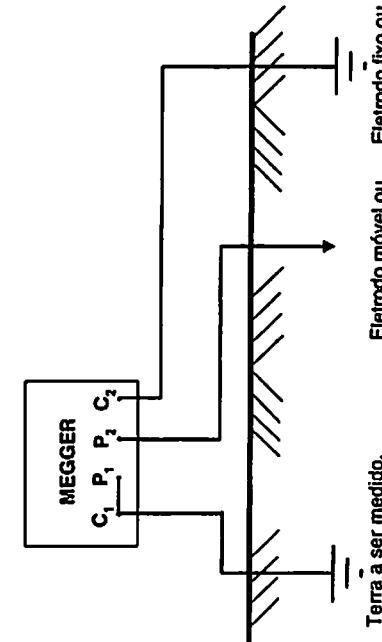


Figura 15-8: Configuração típica para medida de aterramento através do Megger.

Normalmente, essa resistência é medida através do balanceamento de uma Ponte de Wheatstone, e o equilíbrio da ponte é obtido através do ajuste do potenciómetro de calibração do Megger. A sensibilidade do galvanômetro de "zero" é dada pela inserção ou juntapeamento de resistências em série com o galvanômetro indicador de equilíbrio (zero). Deve-se começar a medida com o galvanômetro e com os multiplicadores no valor máximo, com mínima sensibilidade e ir mudando gradativamente para menor valor do potenciómetro e maior sensibilidade do galvanômetro até conseguir o "zero" com a maior sensibilidade.

Conforme o local da medição, não se conseguirá o ajuste díz zero e, às vezes, teremos oscilação do ponteiro do galvanômetro. Isto ocorre devido às interferências e influências que o aparelho capta do solo através do eletrodo móvel, pois a tensão que se aplica aos eletrodos fixos é baixa e resulta em correntes da ordem de 1 a 10mA. Porém, em condições normais, devido a correntes de desequilíbrio de carga em sistemas aterrados e correntes de consumidores monofásicos com retorno pela terra, circula pela terra uma corrente da ordem de várias centenas de milampères. A tensão resultante no eletrodo móvel será, pois, devido à soma vetorial da corrente injetada no solo e da já existente. Teremos, portanto, erro de medida em função da grandeza da corrente que causa a interferência.

15.2.3 Procedimentos práticos para aterramento elétrico

Nunca se deve aterrarr em:

- canos de água;
- junto com outros equipamentos, utilizando-se aterramentos elétricos ou de massa;
- na estrutura de um prédio ou em suas imediações. A distância mínima recomendável é de 10 metros;
- no pâra-raios ou em suas proximidades. A distância mínima recomendável é de 30 metros.

Todos os fios Terra distribuídos devem ser ligados a um ponto de Terra comum no quadro de distribuição. Esse condutor deverá possuir a seção de acordo com a Tabela 14-5. Caso a instalação elétrica não possua um Terra efetivo, deverá ser solicitada sua instalação por profissionais especializados, devido ao fato de existirem vários fatores a serem considerados para a execução de um Terra eficaz. mm²

| Seção mínima dos condutores - fase de instalação | Seção mínima do condutor terra |
|--|--------------------------------|
| $S <= 16$ | S |
| $16 < S <= 35$ | 16 |
| $S > 35$ | $0,5S$ |

Tabela 15-5: Tabela de seção de condutores.

Um bom Terra deve possuir no máximo 5 Ohms de impedância. Para se confeccionar uma boa malha de Terra são necessários os seguintes materiais:

- 3 barras de cobre com o comprimento de 2 a 3 metros;
- 6 abraçadeiras de diâmetro 5/8 polegadas de bronze;
- 10 metros de fio isolado com a seção de acordo com a Tabela 15-5;
- sal grosso, carvão, enxofre e água de bateria suficiente para cobrir o espaço entre a barra e as paredes do poço.

Implementando um sistema aterrramento na prática:

- cavar três poços com diâmetro entre 20 a 30cm, com forma triangular e distância entre furos de 2 a 3m, com profundidade de 1,5 a 2,5m, conforme o tamanho da barra utilizada;
- colocar a barra de cobre no centro;
- preencher o espaço em volta da barra com sal grosso, carvão vegetal, água de bateria e enxofre, deixando uma altura de 30cm para preenchimento com terra.

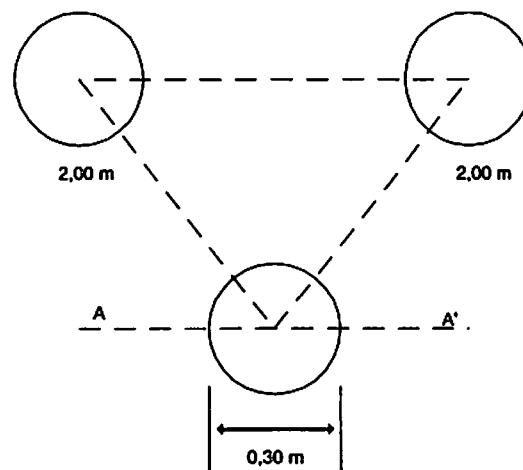


Figura 15-9: Buracos para aterrramento.

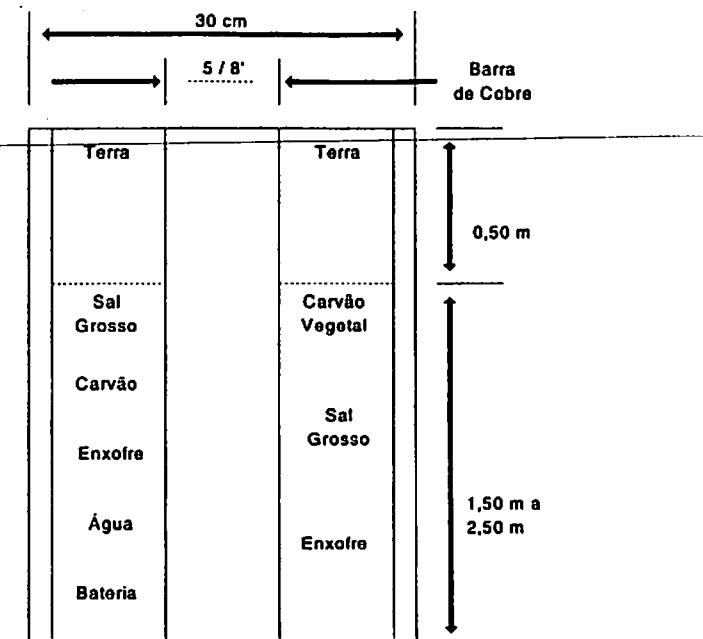


Figura 15-10: Corte Parcial AA'.

- utilizar as abraçadeiras de bronze para efetuar a amarração das três barras de cobre entre si com o fio que é utilizado como Terra.
- é obrigatória a utilização de caixa de inspeção.

15.2.3.1 Pinagem da tomada

A tomada possui três pinos, que são Fase, Neutro e Terra. A pinagem utilizada pela tomada segue o padrão internacional, como mostra a Figura 15-11:

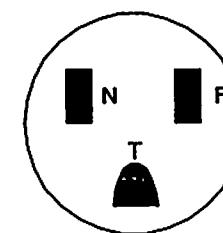


Figura 15-11: Pinagem da tomada.

15.2.3.4 Verificação da instalação

A verificação da instalação é feita através da medição dos pontos na tomada de alimentação a qual o equipamento será ligado. Esta medição é feita através de um voltímetro digital em escala AC. A seguir são mostrados exemplos de ligações em redes de 110V, 127V e 220V.

- Ligação Fase (F), Neutro (N) e Terra (T)

1. Instalação correta

$$V1 = 110 \text{ V} / 127 \text{ V} / 220 \text{ V} +/- 10\%$$

$$V2 = 110 \text{ V} / 127 \text{ V} / 220 \text{ V} +/- 10\%$$

$$0,5 \text{ V} \leq V3 \leq 3,0 \text{ V}$$

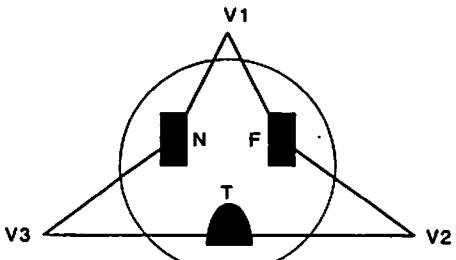


Figura 15-12: Instalação correta da ligação FASE, NEUTRO e TERRA.

2. FASE invertida com o NEUTRO:

$$V1 = 110 \text{ V} / 127 \text{ V} / 220 \text{ V} +/- 10\%$$

$$0,5 \text{ V} \leq V2 \leq 3,0 \text{ V}$$

$$V3 = 110 \text{ V} / 127 \text{ V} / 220 \text{ V} +/- 10\%$$

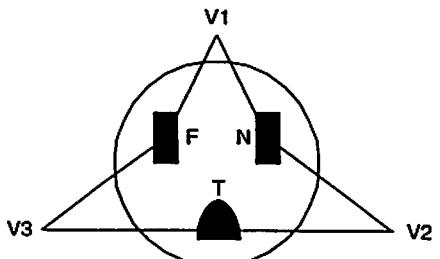


Figura 15-13: FASE invertida com o NEUTRO.

3. NEUTRO e TERRA em curto:

$$V1 = 110 \text{ V} / 127 \text{ V} / 220 \text{ V} +/- 10\%$$

$$V2 = 110 \text{ V} / 127 \text{ V} / 220 \text{ V} +/- 10\%$$

$$0V \leq V3 < 0,5$$

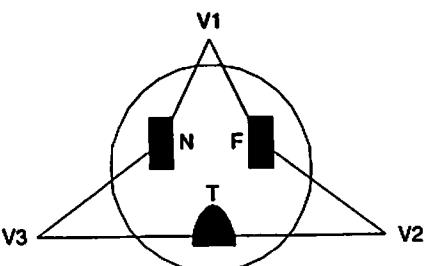


Figura 15-14: NEUTRO e TERRA em curto.

- Ligação Fase (F), Fase (F) e Terra (T)

1. Instalação correta:

$$V1 = 220 \text{ V} +/- 10\%$$

$$V2 = 110 \text{ V} +/- 10\%$$

$$V3 = 110 \text{ V} +/- 10\%$$

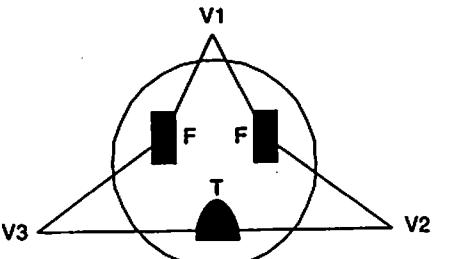


Figura 15-15: Instalação correta da ligação FASE, FASE e TERRA.

Neste caso, a verificação do Terra é feita seguindo-se o condutor de aterramento até a caixa de inspeção do terra ou verificando a diferença de tensão entre o condutor Neutro (instalado nas proximidades) e o Terra, que deve ser de $0,5 \leq V \leq 3,0 \text{ V}$. Este tipo de ligação aplica-se somente em instalações de 220V.

Observações importantes:

- para fixar a canaleta que abrigará os cabos de energia elétrica e dados, essas deverão ser fixadas na parede com distância de 30cm do piso;
- existe o chamado Terra lógico, que corresponde a tensão 0V lógico da fonte de alimentação que serve como referência das alimentações do equipamento. Esse Terra lógico está desacoplado do Terra físico (rede) por um circuito de desacoplamento padrão;

- se a tomada estiver despadronizada (se o terra falso) e se um periférico instalado no mesmo circuito computador estiver com o Terra físico (rede) "ligado" com o Terra lógico (0V), poderá danificar todas as placas lógicas de todos os equipamentos conectados em rede;
- se for constatado que a tensão entre Neutro e Terra é igual a 0V ou maior que 3V, são necessárias providências de alteração de instalação antes de ligar os equipamentos.

15.2.4 Estabilizador, *no-break* e *short-break*

Todos os equipamentos ou sua grande maioria utilizam fontes chaveadas de forma a absorver variações na rede de +/- 15%. Caso a variação seja maior do que 15%, recomendamos a utilização de um estabilizador ou *no-break*, que deve possuir as seguintes características:

15.2.4.1 Características do estabilizador:

- estabilizador eletrônico monofásico;
- entrada: 110 V, 127 V ou 220 V;
- saída: 110 V, (variação máxima +/- 5%);
- freqüência: 60 Hz +/- 0,5%;

1. Elementos de entrada e saída:

- rede: 1 plug (Fase, Neutro e Terra);
- consumidor: 3 tomadas (Fase, Neutro e Terra);
- transformador: isolador com blindagem eletrostática.

15.2.4.2 Características do *no-break*

- monofásico;
- entrada: 110 V, 127 V ou 220 V;
- saída: 110 V (variação máxima +/- 5%);
- freqüência: 60 Hz +/- 0,5%;
- tempo de autonomia: variável conforme a aplicação;
- tempo de comutação: não possui.

15.2.4.3 Características do *short-break*

- monofásico;
- entrada: 110 V, 127 V ou 220 V;
- saída: 110 V (variação máxima +/- 5%);
- freqüência: 60 Hz +/- 0,5%;
- tempo de autonomia: variável conforme a aplicação;
- tempo de comutação máxima: 8,3 ms (meio ciclo de rede).

Capítulo dezesseis

Componentes e ferramentas utilizadas em cabeamento estruturado

Ao final deste capítulo, você saberá:

16

- Quais ferramentas e componentes são utilizados em cabos metálicos e ópticos.
- As características dos componentes de um sistema de cabeamento.
- Quais os critérios para escolha dos componentes de cabeamento.
- Os componentes e ferramentas para sistemas metálicos e ópticos.

Nesse capítulo apresentaremos os componentes e ferramentas utilizadas em um sistema de cabeamento estruturado e quais os parâmetros considerados para a escolha desses produtos.



16.1 Componentes de um sistema de cabeamento

A principal função de um sistema de cabeamento estruturado é fornecer o desempenho especificado para suportar as aplicações planejadas. Esse desempenho é definido pelas características individuais de cada componente, sendo que os de menor performance definem o desempenho de todo o sistema de cabeamento. Entretanto, a integração pura e simples de qualquer um desses componentes pode degradar a qualidade de todo o sistema, razão pela qual os serviços de implantação devem ser feitos de forma criteriosa e todo o sistema deve ser testado e certificado.

Link mais fraco

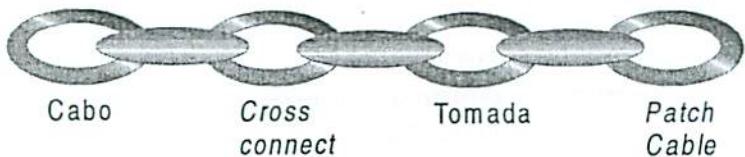


Figura 16-1: A qualidade total do link é definido pelo componente de menor capacidade.

É recomendado sempre usar componentes que excedam as especificações desejadas, ou seja, quanto melhores as especificações dos produtos individuais, melhor será todo o sistema e, por isso, devemos escolher produtos que tenham condições comprovadas de operar nos parâmetros definidos como mais importantes, tais como, frequência de operação em MHz, velocidade em Mbps, norma atendida, etc. Existem alguns critérios utilizados pelos fabricantes para mostrar que seus produtos atingiram determinados níveis de desempenho e padronização. Um dos critérios mais usados é a submissão desses produtos a testes de desempenho em laboratórios e entidades independentes com comprovada reputação e respaldo técnico. Organizações, como a UL e a CSA, entre outras, possuem programas de certificação de produtos em várias áreas, garantindo selos de qualidade renomados e reconhecidos no mercado.

16.1.1 Underwriters Laboratories – UL



Figura 16-2: Logomarca da UL aplicada aos produtos.

A Underwriters Laboratories Inc.- UL é uma organização independente que tem inúmeros programas de certificação de produtos. Fundada em 1894 e, desde então, tem se mostrado como uma das mais sérias organizações de qualificação e testes, tendo certificado e testado mais de 16 milhões de produtos em todo o mundo. O programa de certificação UL possui três tipos de classificações:

- UL listed

Este selo identifica que o produto enviado pelo fabricante passou pelo programa de certificação e atende às características técnicas especificadas.



Figura 16-3: Logomarca para produtos listados pela UL.

- UL classified

Esta classificação é para o produto que passou em pelo menos um teste de desempenho atendendo a algum código ou norma.



Figura 16-4: Logomarca para produtos classificados pela UL.

- UL recognized

Este selo identifica que somente alguns componentes do produto passaram pelo programa de certificação da UL.



Figura 16-5: Logomarca para produtos reconhecidos pela UL.

16.1.2 Canadian Standard Association – CSA

A organização CSA estabelece padrões de segurança, desempenho e manutenção de equipamentos eletroeletrônicos e de telecomunicações, certificando e realizando testes no Canadá. Este selo é importantíssimo se o fabricante desejar atuar no mercado canadense.

16.2 Componentes e ferramentas para sistemas metálicos

Um sistema de cabeamento estruturado é composto por diversos componentes com a função de fornecer uma interconexão entre os equipamentos de comunicação. Os principais componentes de um sistema de cabeamento estruturado são: conectores RJ45, tomadas, *patch panels*, blocos de conexão, cabos UTP, cabos STP, cabos ópticos, cabos de manobras (*jumper cables* e *patch cables*), bloqueios ópticos, DIOs (Distribuidor Interno Óptico), racks padrão 19" e outros. É importante ressaltar que o desempenho mínimo aceitável para que um sistema funcione e seja considerado de categoria 5e é de 100MHz para qualquer um desses componentes.

16.2.1 Componentes para redes metálicas

Os principais componentes definidos para as redes metálicas são mostrados a seguir.

16.2.1.1 Conectores RJ45

c) /É uma interface padrão do sistema de cabeamento estruturado. É composto de oito vias e contatos do tipo IDC. Eles são utilizados em cabos de cobre, mas pode-se utilizar conectores RJ11 de telefonia/Deve-se ter muito cuidado com este componente, pois existe muita variedade no mercado e nem todos eles são bons. Um produto barato sendo "crimpado" por um alicate mais simples pode provocar problemas graves em um sistema estruturado. A recomendação é utilizar sempre conectores de qualidade fabricados por empresas idóneas.

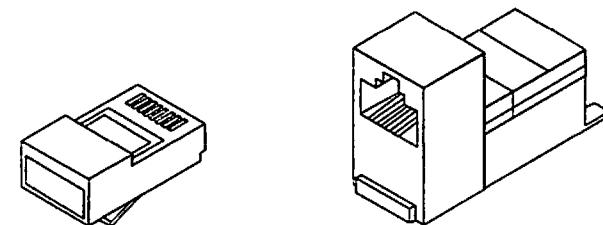


Figura 16-6: Conector RJ45 macho e tomada RJ45 fêmea.

Existe uma padronização que deve ser seguida quando se deseja fazer a conectorização de cabos UTP em conectores RJ45:

| Pino | EIA/TIA 568A | EIA/TIA 568B |
|------|----------------|----------------|
| 1 | Branco-verde | Branco-laranja |
| 2 | Verde | Laranja |
| 3 | Branco-laranja | Branco-verde |
| 4 | Azul | Azul |
| 5 | Branco-azul | Branco-azul |
| 6 | Laranja | Verde |
| 7 | Branco-marrom | Branco-marrom |
| 8 | Marrom | Marrom |

Tabela 16-1: Configuração para conectorização de conectores RJ45 macho.

A norma ANSI/EIA/TIA 568B especifica os requisitos mínimos de desempenho para conectores do tipo RJ45. Estes conectores podem estar certificados para várias categorias de performance com relação à sua adequabilidade para transmissão de dados em várias taxas de transmissão. Em um sistema de cabeamento, os componentes que mais causam problemas de desempenho e performance são os conectores. Deve-se ter a maior preocupação com os serviços de conectorização e com a qualidade destes componentes.

16.2.1.1 Procedimentos para conectorização dos plugs RJ45

O trabalho de conectorização dos plugs RJ45 pode ser resumido nas seguintes fases:

- Desencapar o cabo UTP

O cabo UTP deve ser desencapado e seus pares devem ser arrumados de maneira que possam ser introduzidos no conector. Verifique o código de cores antes de realizar este procedimento.

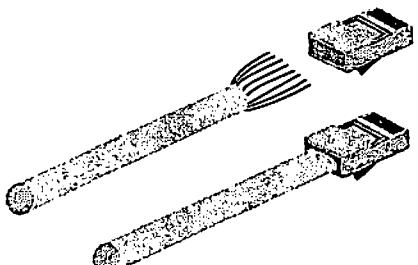


Figura 16-7: Preparação de um cabo UTP 8 vias para o processo de crimpagem.

- Corte das pontas

O cabo deve ser cortado em, no máximo, 15mm, de maneira que as pontas que serão introduzidas no conector estejam todas do mesmo tamanho.

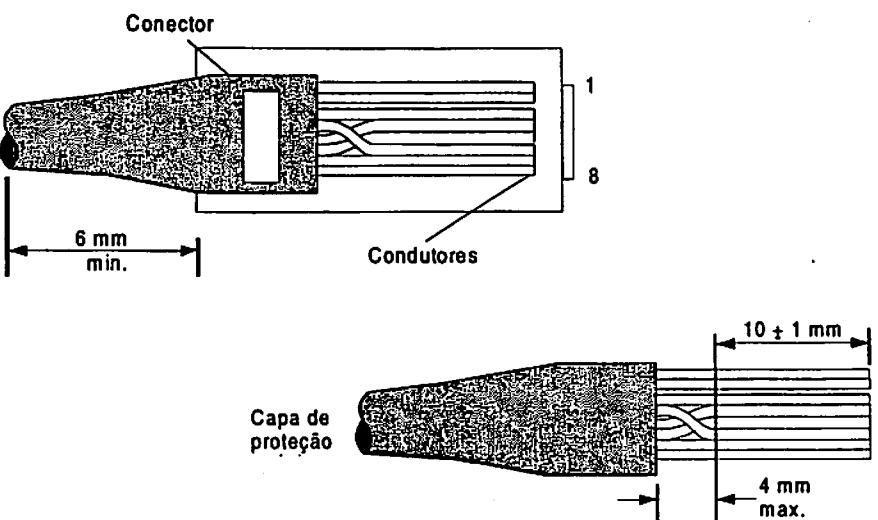


Figura 16-8: Tamanho do corte em um cabo UTP.

Este procedimento faz com que os pinos que efetuam o crimpe do conector estejam em perfeito contato com os fios do cabo.

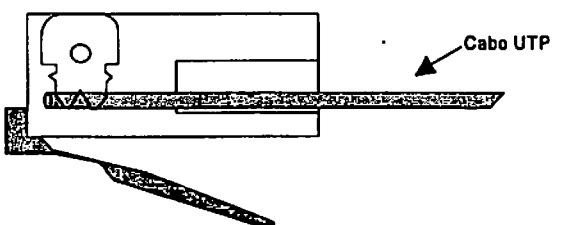


Figura 16-9: Visão do pino de crimpe em um cabo UTP.

- Efetuar o crimpê

Neste ponto é só efetuar o crimpê com um alicate. Utilizar um alicate com aliviador de pressão.

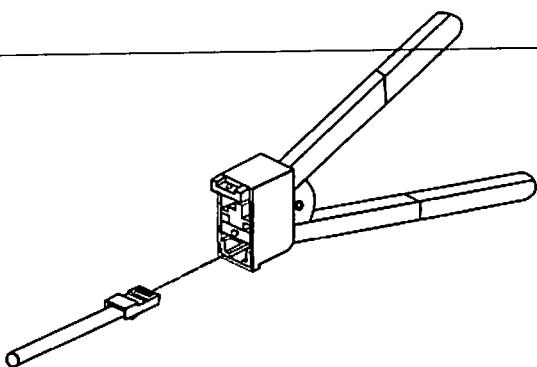


Figura 16-10: Procedimento do crimpê em um cabo UTP com conector RJ45.

16.2.1.2 Patch panels

 Patch panels são painéis de conexão utilizados para distribuição em redes horizontais. Através deles pode-se permitir a reconfiguração da rede física de cabos. Normalmente são inseridos em locais de fácil acesso.

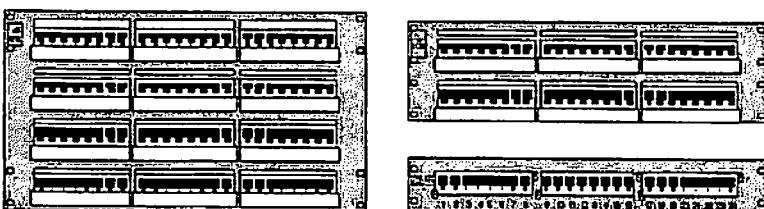


Figura 16-11: Modelos de patch panels de 24, 48 e 96 portas.

Eles são constituídos de um painel frontal onde estão localizados os conectores RJ45 fêmea e de uma parte traseira onde os cabos UTP são conectorizados. As características elétricas do conector RJ45 no patch panel são especificadas pela norma ANSI/EIA/TIA 568B. Um patch panel deverá apresentar as seguintes características:

- contatos IDC;
- projeto atendendo às exigências de transmissão de dados em alta velocidade;
- construção robusta e utilização de materiais nobres, como o ouro.

Contato IDC

Insulation Displacement Connector – IDC (ou contato via deslocamento dos isolantes que cobrem os cabos) são os contatos existentes em dispositivos, como blocos de conexão 110XC, tomadas e patch panels, que possibilitam uma conexão rápida, confiável e segura, bastando inserir o cabo e, através de uma ferramenta de impacto do tipo *punch down*, efetuar a conectorização.

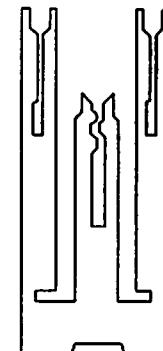


Figura 16-12: Contato IDC.

Os fabricantes disponibilizam modelos de patch panels com 12, 16, 24, 36, 48 e 96 portas, todos com características para conexão em pequenos e grandes sistemas.

16.2.1.3 Blocos de conexão 110 XC

São distribuidores com função similar a um patch-panel intermediário, interligando cabos multipares de 25 pares que estejam ligados no patch panel principal da Sala de Equipamentos a cabos UTP de 4 pares da área de trabalho. Suportam voz e dados.

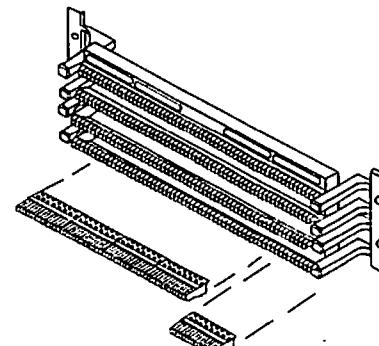


Figura 16-13: Bloco de conexão XC.

Eles são compostos por blocos de distribuição com tecnologia de engate rápido tipo IDC. Para montá-lo, utiliza-se a ferramenta de impacto do tipo *punch down*.

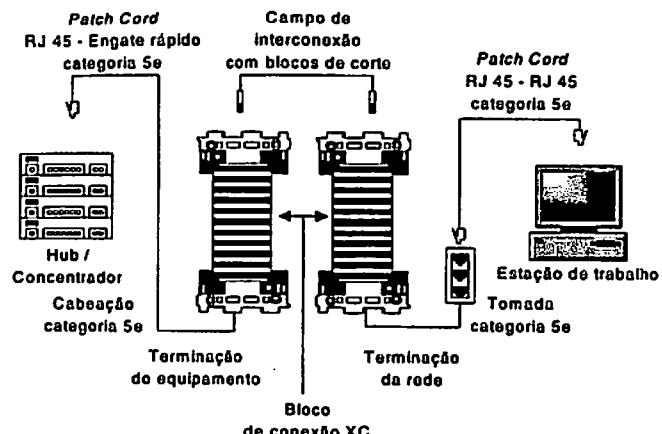


Figura 16-14: Um link com bloco de conexão 110.

16.2.1.4 Patch cords tipo 110/110 categoria 5e

Esses patch cords são utilizados para realizar uma conexão de ponta entre dois blocos de conexão. Eles devem possuir conectores 110 em ambas extremidades e devem ser de cor cinza. Os contatos devem ter um banho de ouro de 5 microns polegadas nos contatos.

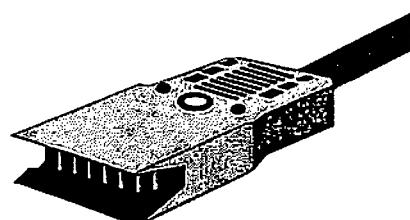


Figura 16-15: Patch cord para bloco 110XC.

Eles devem utilizar cordões flexíveis manufaturados com condutores multifilares, conforme especificado na norma ANSI/EIA/TIA 568B e atender aos requisitos de categoria 5e. Os patch cords devem ser de quatro pares para dados e um par para voz.

16.2.1.5 Cabo UTP multipar

O cabo UTP de 25 pares possui condutores de cobre rígidos de 24AWG com isolação externa em PVC totalmente compatível com os padrões de categoria 5e, o que possibilita altas taxas de transmissão. Tem diâmetro externo de, no máximo, 13mm e deve atender à norma ANSI/EIA/TIA 568B em todos os aspectos (características elétricas, mecânicas, etc.). É muito utilizado com blocos 110 XC e para realização de sistemas de cabeamento por zonas, conectando a Sala de Telecomunicações ao ponto de transição.

16.2.1.6 Patch cables

São cabos de manobra que interligam os pontos de conexão. Os patch cables conectam o patch panel ao equipamento ativo. Pode-se usar cabos UTP de bitola 24AWG multifilar, mais flexível e com comprimento máximo da trança de 15mm. O limite para condutores isolados deve estar entre 0,8mm a 1,22mm. Seu comprimento máximo é de 5m.

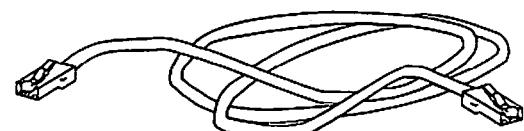


Figura 16-16: Exemplo de um patch cable e jumper cable.

16.2.1.7 Jumper cables

Os jumper cables conectam os equipamentos da Área de Trabalho (PCs, Fax, etc.) às tomadas de rede do Cabeamento Horizontal. Valem os mesmos parâmetros e cuidados aplicados aos patch cables. O comprimento máximo dos jumper cables é de 3m.

16.2.1.8 Tomadas

As tomadas nos quais os plugs RJ45 e RJ11 farão conexão devem ter contatos do tipo IDC e ter a indicação de categoria 5e na sua parte frontal. Elas devem ter as seguintes características:

- devem atender à norma ANSI/EIA/TIA 568B e à especificação IEC 60603-7 em todos os aspectos (características elétricas, mecânicas, etc.);
- devem ser listadas pelos laboratórios UL;
- devem atender aos requisitos de categoria 5e, conforme as normas acima mencionadas;
- devem suportar temperaturas de até 65°C;
- devem ter resistência de contato máxima de 23mW;
- devem suportar um ciclo de inserção de pelo menos 700 inserções;
- devem ter contatos do tipo IDC na parte traseira;

- os condutores devem ter pelo menos um trancamento interno;
- as tomadas devem ter uma tampa para os contatos IDC da parte traseira, de maneira que impeçam a penetração de poeira e outras impurezas nos contatos IDC.

16.2.1.9 Espelhos para tomadas

Os espelhos para as tomadas devem sempre possuir duas saídas e em uma delas obrigatoriamente deve ser encaixado um inserto fêmea RJ45. A outra saída pode ser utilizada para telefonia (RJ11). Os espelhos são utilizados para colocação de tomadas em paredes e normalmente estão disponíveis em dois tamanhos:

- 4" x 2" (para 1, 2, 3, 4 ou 6 tomadas por espelho) e
- 4" x 4" (para 8 tomadas por espelho).



Figura 16-17: Espelho de 2" x 4" para tomadas.

Eles são fabricados em material plástico de alto impacto, retardante a chama e devem também ter uma marcação numérica para cada orifício. Os espelhos devem proporcionar um encaixe perfeito para as tomadas, tampões e ícones. As cores devem ser neutras, como branco, cinza, marfim ou preto, de maneira que combinem com a decoração do ambiente e com a cor das tomadas e tampões.

16.2.1.10 Caixa de montagem em superfície

As caixas de montagem em superfície normalmente são utilizadas em locais, como a parte inferior ou dentro do mobiliário, em paredes ou sob o piso elevado. As caixas de superfície têm diversas capacidades, mas normalmente possuem: 1 tomada, 2 tomadas, 4 tomadas e 12 tomadas.

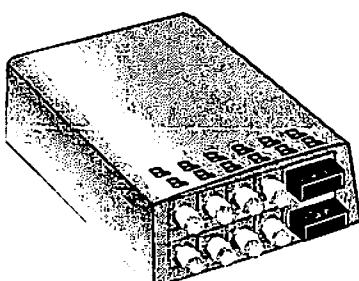


Figura 16-18: Exemplo de uma caixa de superfície que pode ser usada para conexão de equipamentos metálicos e de fibra óptica.

16.2.1.11 Ícones

Os ícones são utilizados para identificação das tomadas. Eles são manufaturados em material plástico e encaixam-se perfeitamente nos espelhos e caixas de superfície. A cor do ícone pode combinar com a cor da tomada, do espelho, da caixa de superfície ou pode ainda ser de uma cor mais "viva", para destacar o ponto. As cores normalmente utilizadas são marfim, preto, branco, cinza, laranja, amarelo, verde, azul e vermelho. Para facilitar a identificação, podemos escolher ícones de cores e símbolos diferentes. Entre os símbolos utilizados normalmente temos: símbolo de telefone, símbolo de computador, ícone sem símbolo, ícone com a palavra "Dados", ícone com a palavra "Voz", etc.

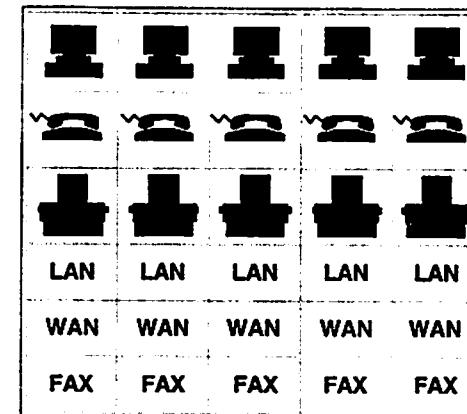


Figura 16-19: Exemplo de ícones.

Exemplo de utilização de ícones: suponhamos uma área de trabalho com três pontos e um desses pontos inicialmente esteja destinado à telefonia, outro à uma estação de uma rede local e o restante para um terminal assíncrono. Poderíamos escolher um ícone azul com símbolo de telefone, um ícone laranja com símbolo de computador e um ícone verde sem símbolo para o terminal. Se, em algum momento, necessitarmos de dois pontos para rede local e não mais do terminal, basta efetuarmos as devidas mudanças nos *patch panels* e trocarmos o ícone verde sem símbolo por um outro ícone com símbolo de computador. Os ícones devem ser encaixáveis e facilmente removíveis.

16.2.1.12 Rack

○ Suporte onde são fixados os equipamentos concentradores e os respectivos acessórios de rede. Os racks são feitos de peças metálicas que compõem a estrutura na qual esses equipamentos são colocados. Todo rack tem largura padrão de 19" (padrão EIA 310-D) e dimensão vertical marcada em *Unidade de Altura - UA*, medida equivalente a 44,4mm.

Todos os equipamentos que compõem o sistema de cabeamento estruturado são baseados nessa escala de UA. Conforme muito bem descrito nos procedimentos

técnicos de instalação criados pela norma de cabeamento da Universidade do Estado de São Paulo – USP, podemos utilizar três tipos de gabinetes ou racks:

- fechados,
- brackets ou
- abertos.

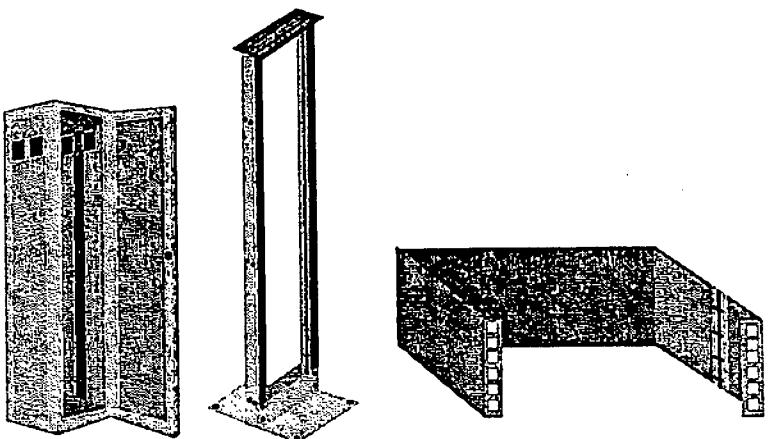


Figura 16-20: Exemplos de racks.

- Racks fechados

Esses racks (também conhecidos como gabinetes) são geralmente utilizados em locais de acesso controlado, como secretarias, laboratórios, salas de computação ou em áreas públicas internas às edificações e são instalados em corredores e escadas. Suas dimensões variam de 12 a 44UA. As principais características desse tipo de rack são:

- estrutura em aço composta de quatro colunas, quadro superior e inferior;
- tampo superior e fechamento lateral com ventilação;
- pés niveladores, porta frontal em acrílico transparente com chave;
- segundo plano de fixação, régua de tomadas elétricas, unidade de ventilação e trilhos de sustentação.

- Racks abertos

Devem ser utilizados exclusivamente em salas de acesso restrito. Suas características tornam a montagem bastante simplificada e possibilitam uma excelente troca térmica com o ambiente, não necessitando de unidade auxiliar de ventilação. Suas dimensões variam de 10 a 44UA. Recomenda-se não instalar racks com dimensões inferiores a 36UA.

- Brackets

Conhecidos também como subracks, devem ser instalados em paredes ou em áreas de acesso controlado e com uma pequena densidade de pontos. São constituídos de uma chapa de aço em forma de U com uma altura de 3 a 6UA e largura padrão de 19". A profundidade útil deve ser de, no mínimo, 350mm de forma a aceitar alguns tipos de equipamentos de rede, como hubs, switches, etc.

16.2.2 Ferramentas para sistemas metálicos

Existe uma relação enorme de ferramentas para trabalhos em cabeamento estruturado. Essas ferramentas devem ser de boa qualidade e procedência, pois a qualidade final do cabeamento depende do resultado dos serviços de conectORIZAÇÃO, inserção e junções realizadas.

16.2.2.1 Ferramentas para sistemas metálicos

Existem diversas ferramentas especializadas para utilização em trabalhos com cabos metálicos no mercado. Essas ferramentas fazem o preparo e o acabamento em conectores, patch panels, blocos de conexão e terminações em geral e as mais utilizadas são:

- Decapador para cabos UTP de 4 pares

Esta ferramenta é utilizada em cabos UTP de quatro pares para retirar sua capa isolante externa sem danificar ou alterar os condutores dos pares internos. É uma ferramenta imprescindível para execução de um bom acabamento nesse tipo de cabo.

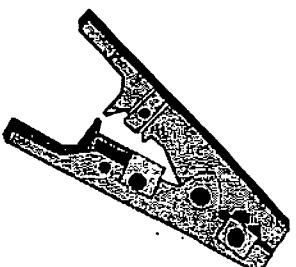


Figura 16-21: Existem vários modelos de decapadores para cabos UTP de 4 pares.

- Decapador para cabos UTP de 25 pares

Ferramenta utilizada para decapar cabos UTP multivias de 25 pares e cabos de fibras ópticas para redes internas e externas. Pode ser utilizada em cabos com bitola de até 20mm, como o cabo UTP de 100 pares, sem afetar os condutores internos.

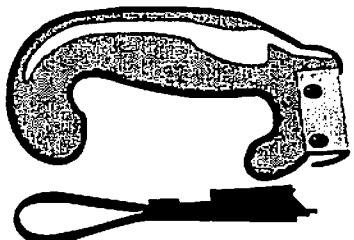


Figura 16-22: Decapador para cabos UTP de 25 pares.

- Alicate de crimpe

Ferramenta utilizada para efetuar o processo de crimpagem do conector RJ45 no cabo UTP. Existem vários tipos de alicates no mercado, porém, nem todos executam a crimpagem da melhor forma. A grande oferta de alicates com preços diferentes pode influenciar o comprador a escolher o produto de preço mais baixo, o que nem sempre é mais vantajoso. Um bom alicate de crimpe deve possuir um aliviador de pressão que execute o processo de conectorização, sem causar nenhum tipo de deformação no conector. Sem esse dispositivo, o alicate pode causar um excesso de força no processo de crimpagem, danificando o conector e causando problemas de mal contato e travamento nos equipamentos da Área de Trabalho.

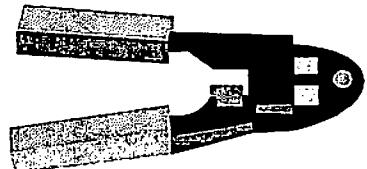


Figura 16-23: Modelo mais simples de um alicate de crimpe para conectar RJ45.

- Ferramenta de impacto para terminais IDC (punch down)

Ferramenta utilizada para efetuar a terminação em dispositivos que usam contatos IDC, como patch panels, blocos de conexão 110 XC e tomadas. Ela consiste de uma empunhadura de plástico e um cabeçote metálico com um botão de ajuste de força HI e LOW.

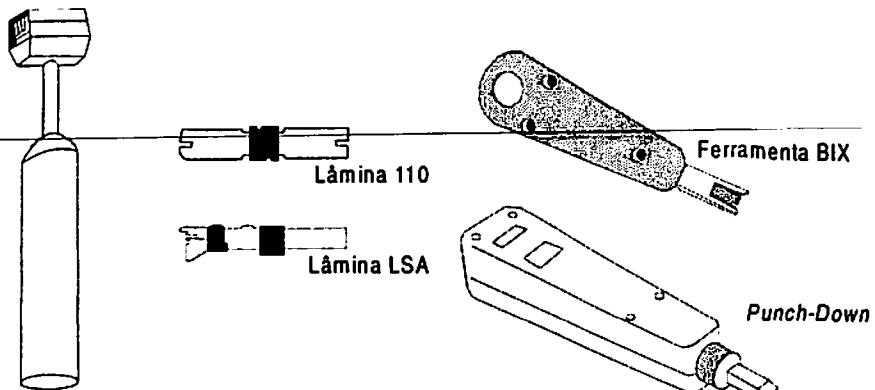


Figura 16-24: Ferramenta de impacto do tipo *punch down* e ferramenta para uso em blocos de conexão BIX.

Ela pode ser escolhida com lâminas que dão acabamento, cortando (ou não) as sobras de cabos nos contatos dos blocos de conectores. O ajuste de impacto possibilita escolher entre *HI* e *LOW*, que são:

- *Hi* – para uso em cabos de 22AWG;
- *Low* – para uso em blocos de conectores que utilizam cabos 24 ou 26AWG.

Essa ferramenta possui também um cabeçote reversível que apenas insere, ou insere e corta as pontas que sobram dos condutores.

- Ferramenta de impacto para cabos multivias

Ferramenta usada para apenas inserir ou inserir e cortar até dez fios de uma só vez no bloco de conexão 110 e também para aplicar o bloco conector 110 XC. Não deve ser utilizada para conectorização de *patch panels*.



Figura 16-25: Ferramenta *punch down* para blocos XC e cabos de 25 pares.

Outras ferramentas utilizadas em conjunto com as ferramentas de impac-

- **Kit de retenção**

Esta ferramenta é utilizada para manter os cabos dentro dos contatos do bloco 110XC quando retiramos os blocos de conexão, ajudando a seguir os condutores dos cabos.

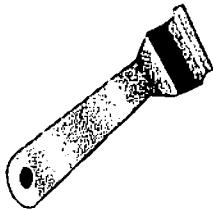


Figura 16-26: Kit de retenção para utilização em blocos de conexão XC e cabos de 25 pares.

- **Spudger**

Ferramenta de plástico em forma de lápis com uma ponta metálica em "L" usada para levantar e remover pequenos pedaços de isolante de fio encontrados no bloco terminal 110 ou entre os dentes do bloco conector 110.

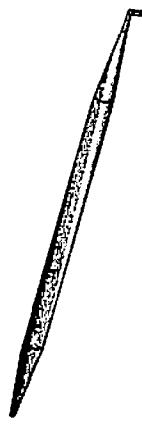


Figura 16-27: Ferramenta usada para inserir e retirar cabos no bloco XC.

16.2.2 Ferramentas para cabos coaxiais

Para trabalhos efetuados em cabos coaxiais, algumas ferramentas especializadas são usadas, como:

- **Decapador de cabo coaxial**
Ferramenta que dá o acabamento no cabo coaxial, preciso e suficiente para poder ser utilizado nos conectores tipo BNC ou mesmo F.

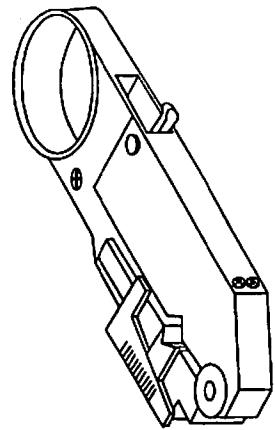


Figura 16-28: Decapador para cabo coaxial RG58 e RC59.

- **Alicate de crimpe para cabos coaxiais**
Ferramenta utilizada para fixar os conectores nos cabos coaxiais. Normalmente um único alicate tem opção para vários modelos de conectores.

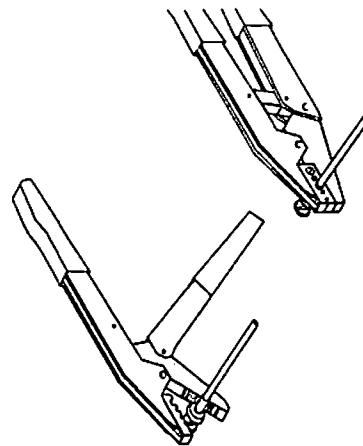


Figura 16-29: Alicate de crimpe utilizado para cabo coaxial e conector BNC. A figura demonstra o procedimento de conectorização.

- **Testadores de continuidade**
São equipamentos que realizam um teste inicial de continuidade em um link de cabos UTP ou cabos coaxiais. Eles testam o mapa de fios nos cabos UTP, são dispositivos baratos, muito simples de operar e muito práticos, pois, além de verificarem o estado de continuidade dos pares dos cabos UTP, testando se a conectorização realizada está correta, esses equipamentos também verificam se existe curto-circuito no link do cabo coaxial. O testador de continuidade possui um kit remoto que permite testar cabos de até 300m.

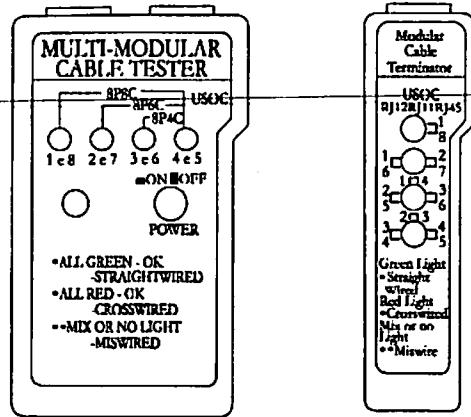


Figura 16-30: Testador de continuidade com kit remoto.

- Cable tracers

Ferramenta geradora de sinais que localiza cabos escondidos nas paredes, no chão ou no teto. Seu princípio de funcionamento é um oscilador que capta qualquer sinal induzido e gera um tom no seu alto falante, identificando que naquele ponto existe um cabo com sinal trafegando. É de excelente ajuda para efetuar obras de cabeamento em ambientes que já tenham uma infra-estrutura construída.

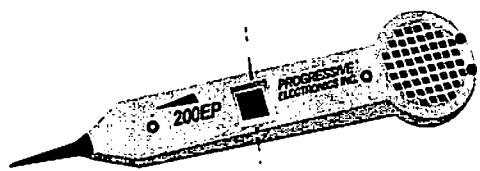


Figura 16-31: O cable tracer é utilizado para procurar cabos ocultos em paredes.

- Scanner ou cable meter

É a ferramenta mais importante utilizada no processo de diagnóstico e certificação de cabeamento estruturado. É o scanner que finaliza todo o trabalho executado, pois ele mede dinamicamente os principais parâmetros de um *link* de cabo UTP, possibilitando a identificação de qualquer problema no cabo, nos serviços de conectorização e nos níveis de interferência a que este *link* está sujeito. O scanner é um dispositivo muito sofisticado e sua operação e modo de funcionamento serão tratados no capítulo 17.

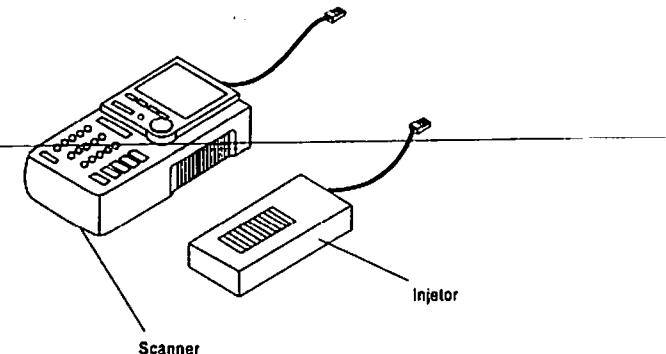


Figura 16-32: Scanner com injetor.

16.3 Componentes e ferramentas para sistemas ópticos

16.3.1 Componentes para redes ópticas

Os principais componentes definidos para as redes ópticas serão mostrados a seguir.

16.3.1.1 Bloqueios ópticos

Bloqueios ópticos (ou caixa de emenda óptica) são caixas utilizadas para proteger as emendas realizadas por fusão óptica ou emenda mecânica no *link* óptico. Além de protegerem emendas ópticas, eles também distribuem cabos com várias fibras vindos do centro de distribuição para o ponto final onde essas fibras estarão.

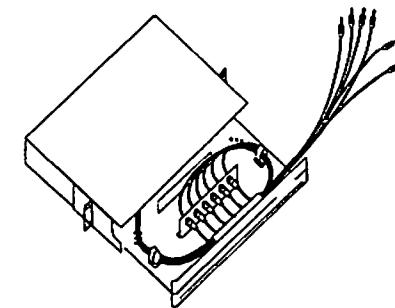


Figura 16-33: Emendas de cabos de fibra óptica protegidas pelo bloqueio óptico.

Suas funções básicas são:

- proteção de emendas ópticas;
- instalações internas, próximas aos equipamentos;
- transição dos cabos externos para cabos internos;
- acomodação de várias emendas.

16.3.1.2 Patch cord ST/ST ou SC/SC

É um *patch cord* óptico duplex, do tipo multimodo 62,5/125mm. Cada cordão monofibra deve ter diâmetro externo de 3mm e kevlar como elemento de tração. O *patch cord* deve ter dois conectores ST (ou SC) em cada extremidade e ferrolho de zircônia. O *patch cord* deve ser forte o suficiente para resistir a esforços mecânicos, deve atender à norma ANSI EIA/TIA 568B em todos os aspectos e deve preferencialmente ser conectorizado e testado em fábrica.

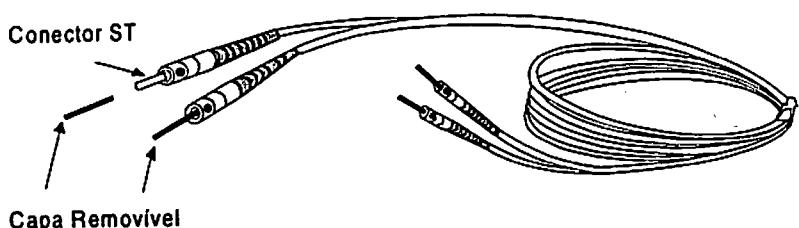


Figura 16-34: Cordão óptico com conectores ST.

16.3.1.3 DIO

Distribuidor Interno Óptico, o DIO é um dispositivo óptico muito similar a um *patch panel*. Ele é usado para distribuir os cabos vindos da Área de Trabalho ou de um *link* óptico. Pode existir um pedaço de fibra nua (*pig tail*) no interior do DIO para fazer a conexão dos cabos de fibra emendas (por fusão óptica ou emenda mecânica). Ele é um componente fundamental em um sistema de cabeamento óptico. Existem muitos modelos no mercado: DIOs com várias portas, DIOs de fixação em racks ou não, DIOs utilizando conectores ST ou SC, etc.

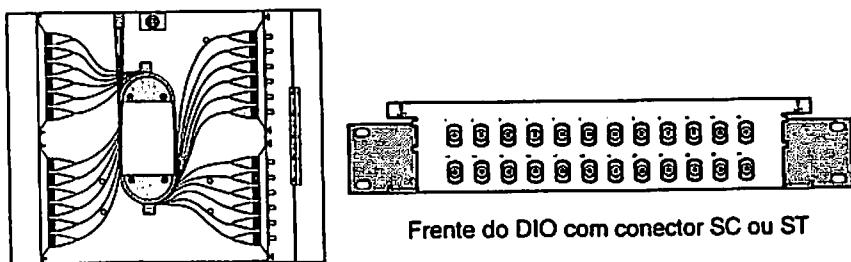


Figura 16-35: Distribuidor interno óptico usado para distribuição de cabos ópticos.

Devem ser fornecidos conectores ópticos do tipo ST (ou SC) em quantidade suficiente para terminação de todas as fibras do cabo óptico junto de cada DIO. Os conectores devem ter ferrolho de zircônia e diâmetro de 0,9mm, sendo que a conectorização pode ser feita diretamente nas fibras dos cabos ópticos que chegam ao DIO.

16.3.1.4 Caixa de superfície multimídia para fibras ópticas

É uma caixa de terminação empregada para disponibilizar serviços especializados entregues em fibra óptica. A caixa de montagem em superfície para fibras ópticas deve ser fabricada de material plástico e ter local para armazenagem da fibra óptica buferizada, onde o raio de curvatura mínimo das fibras deve ser mantido. A caixa de superfície pode possuir quatro acopladores do tipo ST/ST. Quatro conectores ópticos do tipo ST devem ser fornecidos junto de cada caixa para terminação de todas as fibras do cabo de fibra óptica. Os conectores devem ter ferrolho de zirconia e a conectorização pode ser feita diretamente nas caixas de superfície multimídia.

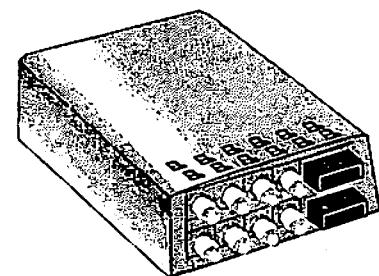


Figura 16-36: Caixa de superfície multimídia para fibra óptica.

16.3.2 Ferramentas para sistemas ópticos

As ferramentas usadas em fibra óptica são bem mais caras e sofisticadas do que aquelas utilizadas em trabalhos com cabos metálicos. Dentre as ferramentas ópticas mais utilizadas, temos:

- Decapador de fibra óptica

Ferramenta utilizada normalmente em fibras com revestimento de 0,25mm ou 0,90mm. Este dispositivo foi projetado para remover facilmente o revestimento da fibra (sem danificá-la), antes da emenda por fusão ou conectorização mecânica. Existem vários modelos de decapadores no mercado.

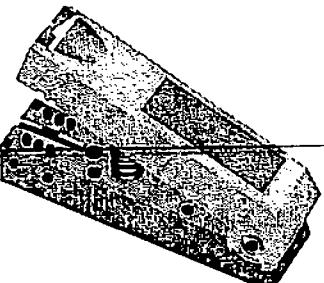


Figura 16-37: Exemplo de um decapador de fibra óptica.

- Clivador de fibra óptica

Ferramenta utilizada para clivar (ou cortar) a fibra óptica para dar um acabamento homogêneo no corte da mesma. Depois de clivada, a fibra pode ser usada em operações de emendas mecânicas, emendas por fusão ou conectorização. Existem vários modelos de clivadores disponíveis.

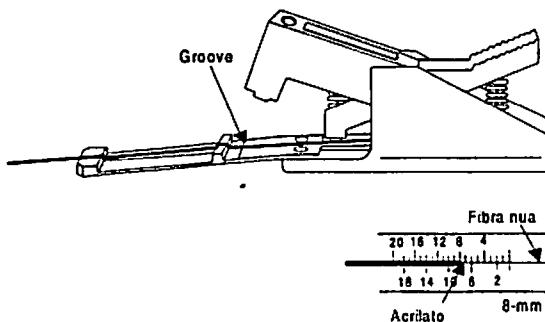


Figura 16-38: Clivador manual para fibras ópticas.

- Cortador de fibra óptica

Ferramenta utilizada para fazer um corte no excesso da fibra que se encontra nos conectores quando é realizado o processo de conectorização.



Figura 16-39: Exemplo de um cortador.

- Microscópio

Ferramenta utilizada para verificação visual do estado da fibra óptica nos conectores depois que a mesma passou pelo processo de polimento e corte do seu excesso.

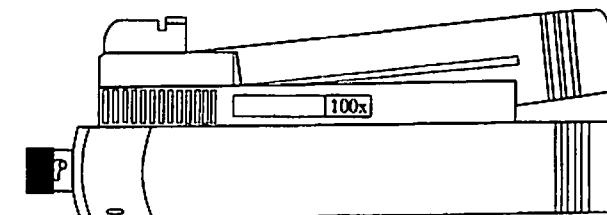


Figura 16-40: Microscópio utilizado para verificação das condições do acabamento da fibra óptica nos conectores.

- Optical Time Domain Reflectometer – OTDR

Dispositivo complexo que é utilizado para testes minuciosos em um link de fibra óptica. Trataremos deste componente no capítulo 17.

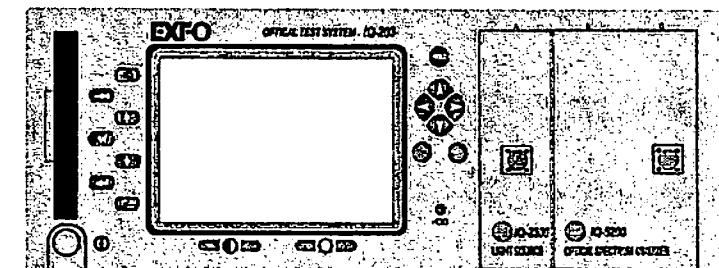


Figura 16-41: OTDR utilizado para certificação de um link de fibra óptica.

- Conversor de mídia

É um dispositivo que possibilita a conversão de meio físico UTP para fibra óptica ou vice-versa. Um conversor de mídia possui um conector UTP por onde o link Ethernet é conectado e conectores ST ou SC que permitem conectar cabos de fibra óptica. Existem muitos modelos de conversão de mídia utilizados no mercado e cada um deles atende a várias aplicações, como na constituição de um link óptico típico mostrado na Figura 16-42.

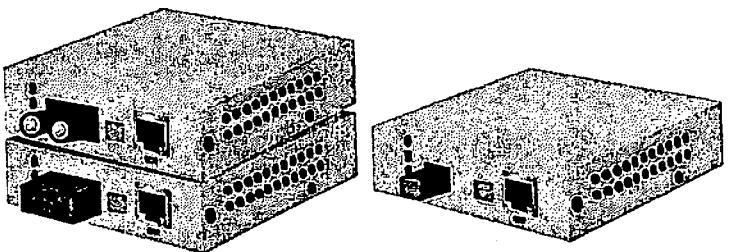


Figura 16-42: Conversores de mídia utilizando vários tipos de conectores ópticos, como ST, SC, etc.



Figura 16-43: Um link óptico típico utilizado para conectar, por exemplo, dois prédios.

Especificação técnica dos conversores de mídia:

- padrão IEEE 802.3u 100Base TX/FX;
- cabo UTP categoria 5e até 100m;
- cabo óptico multimodo - 50/125, 62.5/125 ou 100/140 μ m;
- taxa de transferência 100/200Mbps auto-duplex-negotiation;
- RJ-45 100Base TX e ST/1310nm;
- distância máxima entre conversores de 2Km para fibras ópticas multimodo ou 3Km para as fibras monomodo.
- fonte externa de energia 5VDC, 1A.

Capítulo dezessete

Certificação de um sistema de cabeamento estruturado

Ao final deste capítulo, você saberá:

17

- Quais são os equipamentos utilizados para certificação em sistemas metálicos e ópticos.
- O que são scanners para certificação de cabos metálicos.
- Parâmetros de certificação.
- Os tipos de links usados para cabos metálicos.
- Como testar e certificar os cabos ópticos.

A certificação de um sistema de cabeamento é a garantia para o cliente e a empresa prestadora de serviços de que todo sistema instalado está funcionando de acordo com as normas especificadas e todos os componentes instalados podem trabalhar no seu nível de performance máximo. Conhecer este processo e os seus principais parâmetros é o objetivo deste capítulo.

17.1 O que é uma certificação de cabeamento

Certificar um sistema de cabeamento é obter, através de testes, um nível mínimo de desempenho de acordo com a norma ANSI/EIA/TIA 568B.

17.2 Equipamentos utilizados para certificação de um sistema de cabeamento estruturado

Existem dois tipos de certificação comumente utilizados para cabeamento estruturado: uma para cabos ópticos, que utiliza um *Optical Time Domain Reflectometer – OTDR* e uma para cabos metálicos, que utiliza um *Scanner*. Ambos os dispositivos são *Time Domain Reflectometer – TDR*, ou seja, eles analisam o sistema injetando um sinal e colhendo amostras desse sinal após um intervalo de tempo. Estes equipamentos submetem todos os componentes do sistema de cabeamento, tais como conectores, *path panels*, *links* ópticos e cabos a uma série de exigências elétricas e ópticas, todas de acordo com as recomendações da norma ANSI/EIA/TIA 568B, como veremos a seguir.

17.3 Certificação de cabos metálicos

Os cabos metálicos são caracterizados pelos parâmetros de transmissão definidos na norma ANSI/EIA/TIA 568B.2. Os cabos metálicos reconhecidos são classificados em categorias que abrangem:

- Categoria 3 – Cabo de 100 Ohms com característica de transmissão até 16MHz;
- Categoria 5e – Cabo de 100 Ohms com característica de transmissão até 100MHz.
- Categoria 6 – de 4 pares, 100 Ohms com característica de transmissão de até 250MHz (reconhecido no adendo ANSI/EIA/TIA 568 B.2.1);
- Categoria 7¹ – 700MHz.

Para certificação dos cabos metálicos, um *scanner* deve suportar, no mínimo, todas as faixas de freqüências que estes cabos trabalham.

17.3.1 Scanner para certificação de cabeamento estruturado

Um *Scanner* é um *Time Domain Reflectometer – TDR*, um equipamento que verifica vários parâmetros de cabos, como velocidade de propagação, atenuação, mapa de fios e comprimento (além de outros parâmetros), de maneira extremamente precisa. Um TDR consegue identificar falhas em qualquer ponto do cabo usando o mesmo princípio usado pelo radar para encontrar um obstáculo ou calcular a velocidade de um carro, que é o princípio da reflexão do sinal. O *scanner* gera um pulso que é transmitido no cabo a ser testado: quando o pulso encontra uma mudança de impedância, tal como um ponto do cabo sem conexão ou uma conexão mal feita, toda ou uma parte da energia deste pulso é refletida de volta para o *scanner*, que mede o atraso de tempo entre o pulso enviado e o pulso refletido.

¹ O cabo categoria 7 está em desenvolvimento na Europa.

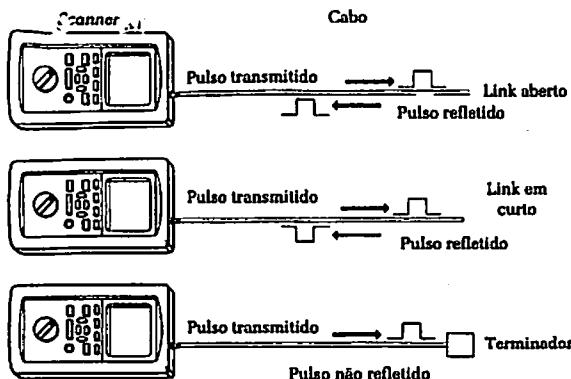


Figura 17-1: Sinais refletidos em *link* aberto, em curto e em um *link* com terminador. Como a impedância é muito alta no *link* aberto, haverá reflexão total do pulso. No *link* em curto, o pulso é refletido com a fase invertida e no *link* com terminador, o pulso é totalmente absorvido.

Um scanner também pode medir qual o tamanho do cabo que está sendo testado. Para fazer esta medição, um dos parâmetros que o scanner precisa conhecer previamente é o *Nominal Velocity Propagation – NVP*, que é a velocidade de propagação do sinal no cabo. O NVP é uma razão entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade do sinal no cabo considerado. A maioria dos cabos tem um NVP em torno de 0,69%. Para medir qual o tamanho de um cabo, o scanner usa a seguinte fórmula:

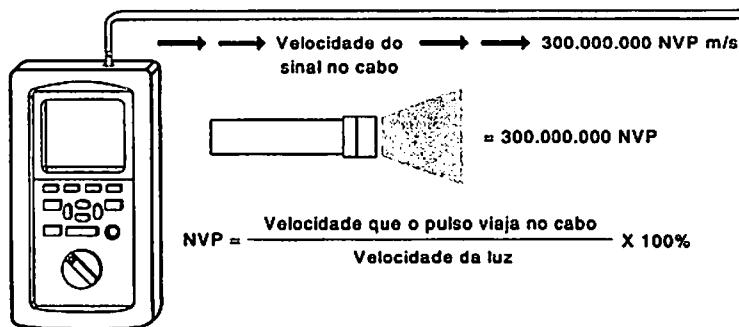


Figura 17-2: Como o NVP é calculado pelo scanner.

$$d = \frac{tkc}{2}$$

Onde,

d = distância.

k = razão da medida da velocidade da luz no cabo considerado. Todo cabo tem esse parâmetro definido em suas características técnicas. O default para a maioria dos cabos é 0,69%.

c = Velocidade da luz no vácuo ou 300.000 km/s.

t = Tempo em segundos.

Dimensões dos fios, tipo de isolamento e blindagem afetam a velocidade do pulso elétrico. Assim como no radar, existe um comprimento do cabo que o scanner não consegue medir e as medições não são precisas. Esta área é chamada de zona morta (*dead-zone*) e ela se encontra nos primeiros metros do cabo. Um TDR pode ser dividido em dois módulos:

- o injetor e
- o scanner.

17.3.1.1 Injetor

O injetor (ou unidade remota, como também é chamado) transmite pulsos através dos cabos que estão em testes, utilizando um padrão especificado pela norma ANSI/EIA/TIA 568 A. Estes testes têm que ser realizados nos dois sentidos, ou seja, do injetor para o scanner e do scanner para o injetor, simulando a situação de um hub transmitindo para uma placa de rede e a placa de rede transmitindo para um hub. O injetor transmite pulsos na freqüência de 1MHz até o máximo do link, como mostrado na Tabela 17-1.

| Freqüência (MHz) | Step de freqüência (MHz) |
|------------------|--------------------------|
| 1-32,5 | 0,15 |
| 32,5-100 | 0,25 |

Tabela 17-1: Relação de faixas de freqüências utilizadas para os testes e suas respectivas variações.

17.3.1.2 Scanner

O Scanner funciona como a tela de um radar, no qual os sinais injetados e refletidos no cabo são processados de maneira que identificam possíveis problemas, como cabos mal conectados, interferências externas muito grandes, atenuações, etc.

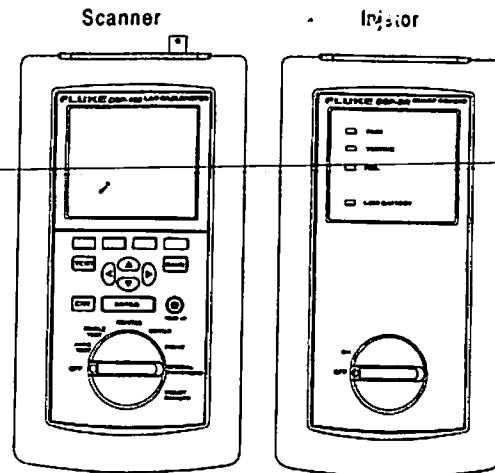


Figura 17-3: Um scanner com o injetor.

17.4 Parâmetros de testes de cabos metálicos

A cláusula 11 da norma ANSI/EIA/TIA 568 B.1 é usada como referência no processo de certificação de cabos metálicos. Ela inclui um modelo de *link* que consiste nos cabos e hardware de conexão instalados e uma descrição de como os testes devem ser conduzidos para certificar esse *link* em:

- Comprimento;
- Mapa de fios;
- Perda por inserção (Insertion Loss);
- NEXT Loss, Near-end Crosstalk;
- PSNEXT Loss, Power Sum Near-end Crosstalk;
- ELFEXT, Equal-level Far-end Crosstalk;
- PSELFEXT, Power Sum Equal-level Far-end Crosstalk;
- Return Loss;
- Propagation Delay;
- Delay Skew.

As descrições de cada item acima estão na sessão 17.5.1 O que os scanners medem. A norma contém procedimentos detalhados da verificação da precisão do scanner. Esse boletim foi criado para eliminar a diferença de resultados entre os equipamentos de mão e os equipamentos de laboratório, que são muito mais precisos. É importante considerar que só se certifica um sistema em teste se esses parâmetros estiverem de acordo com a norma.

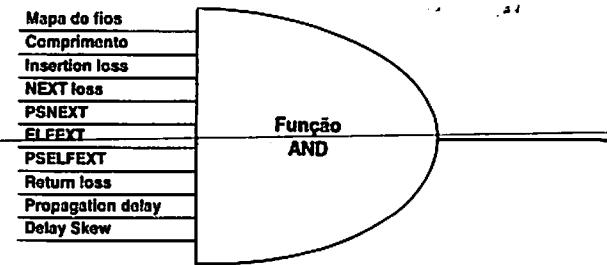


Figura 17-4: A função AND utilizada pela norma para realizar os testes de certificação.

17.4.1 Modelos de links

A norma dividiu um canal de comunicação em 2 *links*: o *link canal* e o *link permanente*.

17.4.1.1 Link canal

O *link canal* é composto pelo sistema de cabeamento que comece no *patch cable* no *rack* e se estende até o *jumper cable* na ÁREA de Trabalho, incluindo as conectorizações realizadas nestes pontos.

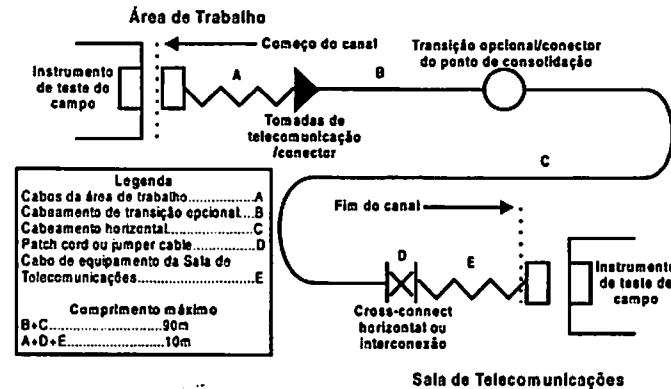


Figura 17-5: Representação esquemática de uma configuração de teste de canal.

É importante salientar que as tomadas acrescem resultados de NEXT significativamente, mas as conexões RJ45 são consideradas parte do scanner e não entram no teste de NEXT do sistema. O *link canal* foi definido porque é importante saber o desempenho da soma de todos os componentes entre o *hub* e o PC e assim poder prever a qualidade de comunicação do começo ao fim do sistema. Um bom *link canal* significa que o sistema como um todo está apto a realizar comunicação com o mínimo de perda. O grande problema deste teste é que, uma vez que o *link canal* certificado, caso haja uma substituição do *patch cable* ou do *jumper cable*, a certificação deve ser refeita.

17.4.1.2 Link permanente

Instaladores de cabling quase nunca instalam o sistema com *patch cables* e *jumpers cables*, visto que mesas, armários e outros itens quase nunca estão presentes quando a instalação está sendo executada. Além disso, estes cabos podem mudar muito durante a vida útil de um sistema de cabeamento estruturado.

O *link permanente* representa um *link* mínimo e é a conexão da qual o instalador é responsável (do *patch panel* até a tomada de telecomunicação, incluindo um ponto opcional de transição/consolidação). O *link permanente* pode ter, no máximo, 90 metros de comprimento, enquanto o *link canal* pode se estender a 100 metros. Os parâmetros de atenuação e NEXT são piores no *link permanente* do que no *link canal*.

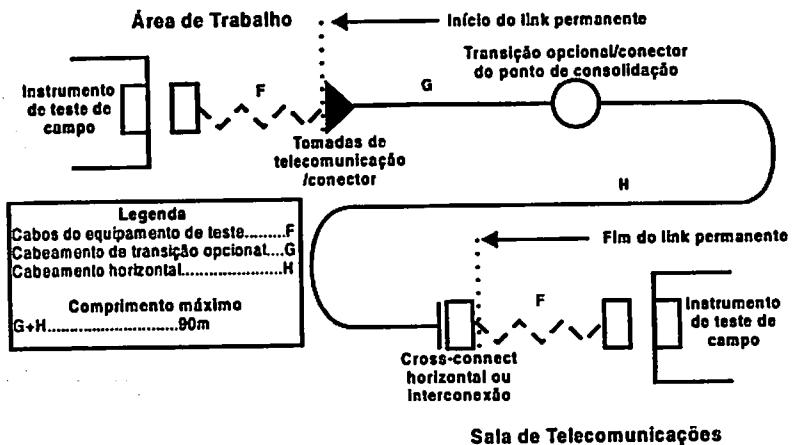


Figura 17-6: Representação esquemática de uma configuração para teste de link permanente.

Para testar o link permanente, não se levam em consideração as contribuições dos cabos que são utilizados no scanner para realizar esses testes. Estes cabos podem ter até 2m de comprimento. O link permanente exclui a perda na interface do scanner, que deve sofrer uma atualização de software para realizar este teste.

17.4.2 Níveis de precisão

Sabendo-se que os *links* representam modelos distintos, foram definidos dois níveis de precisão: Nível I (baixa precisão) e Nível II (alta precisão). A razão para que existam dois níveis de precisão é que, testando um *link canal*, você é forçado a incluir os efeitos de NEXT da interface RJ45 do próprio scanner. Este NEXT imprevisível determina um limite de precisão alcançada na medição. Em contrapartida, testando um *link permanente*, fabricantes de scanners podem escolher usar uma interface interna ao scanner, que causa um NEXT muito baixo. Esta realidade é refletida na descrição de dois níveis de precisão para scanners:

- O Nível I impõe os limites de precisão do teste devido à existência de conectores RJ45.
- O Nível II determina uma necessidade de maior precisão, conseguida apenas se uma interface que causa baixo NEXT é utilizada pelo scanner. Assim, a incerteza causada por um NEXT alto devido a um conector RJ45 pode ser evitada e um maior nível de precisão pode ser obtido.

17.4.2.1 Como a precisão é medida

Existem seis parâmetros-chave definidos que afetam a precisão dos scanners:

- Residual NEXT;
- Random Noise;
- Output Signal Balance;
- Common Mode Rejection;
- Dynamic Accuracy;
- Return Loss;
- Insertion loss.

De todos esses parâmetros, o pior para o scanner é o Residual NEXT, que é a soma do NEXT interno do scanner mais o NEXT da interface do *link* testado. É bom lembrar que estas conexões não estão incluídas na definição de *link*. Testando qualquer canal, este residual NEXT incluirá o NEXT do RJ45 interno ao scanner. Mesmo se este NEXT interno for zero, o residual NEXT será limitado por baixo pelo valor de 40dB do conector RJ45 externo, como determina o TSB 40A, portanto, a precisão do Nível II, limitada por baixo a 55dB, nunca poderá ser obtida quando testamos um *link canal*. Esta é a principal razão da criação de dois níveis: quando testamos um *link permanente*, o scanner pode fazer uso de uma interface com muito menos NEXT, fazendo com que o residual NEXT do Nível II seja perfeitamente possível estar no limite inferior de 55dB.

17.4.2.2 Princípios para precisão na medida de comprimento

O comprimento físico do link canal/permanente pode ser dado pela medida da marcação impressa no cabo, ou estimada através de uma medida de comprimento elétrico. O comprimento elétrico é dado pelo atraso de propagação do sinal e depende das propriedades do material e da construção do cabo. A medida de comprimento, quando calculada a partir do comprimento elétrico, é dada pela medida do par que apresenta menor atraso de propagação, porque o instrumento apresenta o resultado *passou/falhou*.

Esse critério é baseado no máximo comprimento permitido para o link canal/permanente e conta que, caso a informação sobre a NVP dos cabos seja extremamente precisa, pode-se aceitar com uma margem de erro de 10% as medições feitas pelos scanners.

17.5 Medidas para certificação

17.5.1 O que os scanners medem

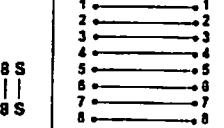
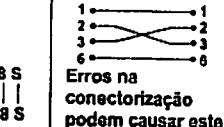
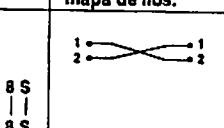
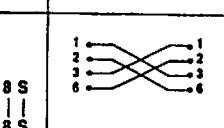
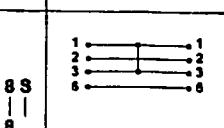
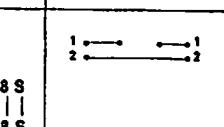
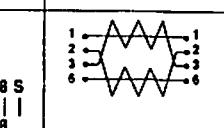
Passaremos a descrever os parâmetros fundamentais para a certificação dos sistemas de cabeamento estruturado.

17.5.1.1 Distância do cabo

Esta medida é realizada eletricamente e especifica o comprimento máximo do link sob teste. Também mede a distância compreendida entre um cabo interrompido ou com uma extremidade aberta. Para realizar esta medida, um scanner utiliza a técnica explicada na sessão 17.3.1.

17.5.1.2 Mapa de fios

Exclusivo para medidores de cabos de par trançado. Mostra quais pares de fios se conectam aos pinos dos conectores RJ45, bem como nas tomadas, plugues e soquetes dos conectores. Mostra também se a instalação segue a pinagem programada na norma EIA/TIA 568A ou B e é útil para detectar pares cruzados ou pares divididos.

| Condições do Mapa de Fios | Display | Configuração | Descrição |
|---|--|---|---|
| Mapa de fios correto | WIRE MAP RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 S RJ 45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 S |  | Mapa de fios correto. |
| Pares cruzados ou abertos | WIRE MAP RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 S RJ45 PIN: ? ? ? 4 5 ? ? ? S FAIL |  | Um fio do par 1-2 está cruzado com um fio do par 3-6 não formando um circuito para comunicação. |
| Pares reversos | WIRE MAP RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 S XX RJ45 PIN: 2 1 3 4 5 6 7 8 S FAIL |  | Fios 1 e 2 estão cruzados. |
| Pares cruzados | WIRE MAP RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 S XXX X RJ45 PIN: 3 6 1 4 5 2 7 8 S FAIL |  | Pares 1,2 e 3,6 estão cruzados. OBS: Esta é uma configuração típica de um cabo Cross-over. |
| Pares em curto | WIRE MAP RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 S S S RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 FAIL |  | Fios 1 e 3 estão em curto. Com o scanner pode-se localizar o cabo aberto. |
| Pares abertos | WIRE MAP RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 S O RJ45 PIN: 2 3 4 5 6 7 8 S FAIL |  | Fio 1 está aberto. Com o scanner pode-se localizar o cabo aberto. |
| Par de cabo dividido e trançado com outro par | WIRE MAP RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 S O RJ45 PIN: 7 3 4 5 6 7 8 FAIL Split pair detected: 1,2-3,6 |  | O par 1,2 está trançado com o fio do par 3,6. Com o scanner pode-se localizar a falha. |

Quadro 17-1: Considerações sobre as medidas realizadas no mapa de fios.

17.5.1.3 Atenuação

Todo sinal eletromagnético sofre atenuação durante sua propagação, sendo medido como a resultante do total do sinal perdido no cabo entre transmissor e receptor. Quanto menor a atenuação, melhor o *link*, ou seja, houve menos perda de sinal causado pelas interferências no cabo. Fatores como resistência elétrica reduzem a potência de um sinal à medida que ele percorre o cabo. Isto pode ser causado pela qualidade do contato físico entre o cabo e as tomadas do *patch panel* e da Área de Trabalho. A reatância capacitiva e reatância indutiva também degradam os sinais em diferentes freqüências. O *scanner* mede a atenuação do sinal em um cabo em diferentes faixas de freqüência. A atenuação é medida em dB, que, sendo uma escala logarítmica, diferenças de um ponto são extremamente significativas e a Tabela 17-2 demonstra isto:

| Razão (Relação de sinal) | Decibel (dB) |
|-----------------------------|-----------------|
| 1/1 | 0 |
| 1/2 | 3 |
| 1/5 | 7.0 |
| 1/10 | 10 |
| 1/20 | 13 |

Tabela 17-2: Relação de decibel. Uma atenuação de 3dB equivale a perder metade do sinal injetado. O apêndice B explica melhor o conceito de dB.

- Insertion Loss (Perda por inserção)

Um tipo de atenuação é a Perda por Inserção, que mede a atenuação de componentes, como resistência elétrica da conexão realizada entre o cabo e os conectores das tomadas das áreas de trabalho e do *path panel*. A perda por inserção reduz a potência de um sinal à medida que ele percorre o cabo.

17.5.1.4 Near End Crosstalk - NEXT

Este parâmetro (também conhecido como paradiasfonia) mede o acoplamento magnético ou interferência que um par causa no outro. A circulação de corrente elétrica em um par cria um campo magnético que pode interferir no cabo adjacente. À medida em que a freqüência aumenta, este efeito fica mais acentuado, podendo fazer com que esta interferência seja entendida pelo outro par como sinal transmitido, causando travamentos e outros problemas. Quanto menor a interferência, melhor o sinal.

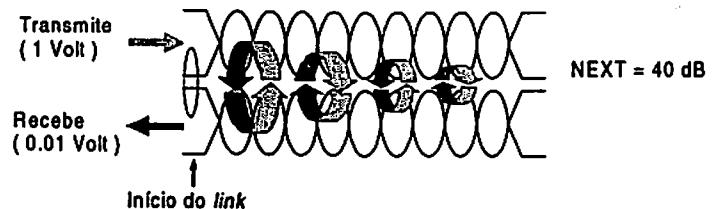


Figura 17-7: No momento em que o sinal é injetado no *link*, o NEXT é máximo.

Um sinal é injetado do *scanner* para o injetor e vice-versa, em várias freqüências no cabo a ser testado, repetindo estas medidas com todos os pares deste cabo.

Combinação de pares em um cabo de 4 pares para medida no NEXT

| | | |
|-----|---|-----|
| 1,2 | — | 3,6 |
| 1,2 | — | 4,5 |
| 1,2 | — | 7,8 |
| 3,6 | — | 4,5 |
| 3,6 | — | 7,8 |
| 4,5 | — | 7,8 |

Tabela 17-3: Combinações de par em um *link* de cabeamento de 4 pares para medição de NEXT. O teste de Next é realizado entre dois pares.

Pela Tabela 17-3, podemos verificar que os testes são realizados em um cabo de 4 pares, por exemplo: o par composto pelos cabos 1 e 2, visto na tabela como 1,2 é testado com o par composto pelos cabos 3 e 6, visto na tabela como 3,6.

O NEXT é uma interferência muito comum em conversas telefônicas e é popularmente conhecido como linha cruzada. Para diminuir este efeito, costuma-se trançar os pares de maneira que a interferência causada por um par seja anulada pelo efeito do outro par. Quanto mais uniforme for o trançamento dos pares, melhor o efeito de cancelamento e menor a interferência².

2 Utiliza-se um trançamento diferenciado para cada par de cabos UTP. Os valores típicos são: quatro tranças por polegada para o par 4, três tranças por polegada para o par 3, duas tranças por polegada para o par 2 e uma trança por polegada para o par 1.

Como são mostrados os resultados dos testes de NEXT

A norma ANSI/EIA/TIA 568B define as fórmulas que possibilitam calcular as perdas de NEXT permitidas para um link canal e permanente de um cabo UTP em várias freqüências. A lista abaixo mostra como é relatado o resultado do teste realizado pelo scanner:

| Pairs | 1,2 - 3,6 | 1,2 - 4,5 | 1,2 - 7,8 | 3,6 - 4,5 | 3,6 - 7,8 | 4,5 - 7,8 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| NEXT(dB) | 38.8 | 57.2 | 40.1 | 34.6 | 39.4 | 40.2 |
| Limit(dB) | 29.4 | 50.9 | 32.7 | 30.6 | 30.5 | 32.2 |
| Margin(dB) | 5.4 | 6.3 | 7.4 | 4.0 | 8.9 | 7.2 |
| Frequency(MHz) | 9.4 | 4.6 | 62.5 | 84.7 | 85.6 | 67.3 |
| Result | PASS | PASS | PASS | PASS | PASS | PASS |
| | | | | | | |
| NEXT@Remote(dB) | 49.3 | 56.9 | 46.2 | 36.6 | 42.6 | 59.6 |
| Limit(dB) | 38.1 | 50.7 | 36.4 | 30.6 | 30.0 | 51.2 |
| Margin(dB) | 1.2 | 6.2 | 9.8 | 6.0 | 12.6 | 8.4 |
| Frequency(MHz) | 9.3 | 4.7 | 37.3 | 84.6 | 91.2 | 4.4 |
| Result | PASS | PASS | PASS | PASS | PASS | PASS |

Tabela 17-4: Resultado do teste de NEXT realizado no link. O resultado pass indica que o link existente está de acordo com a norma 568B.

Um ponto importante a ser considerado é o parâmetro "Margin". Para um sistema de cabeamento estruturado bem instalado, esse parâmetro deve ser de 4dB. Na lista acima, o resultado maior é o melhor. O gráfico da Figura 17-8 demonstra uma outra forma de resultado do NEXT apresentado pelo scanner. Por esse gráfico, os melhores resultados são obtidos quando estão acima da referência da norma 568B. A Tabela 17-5 resume os significados de cada item no gráfico.

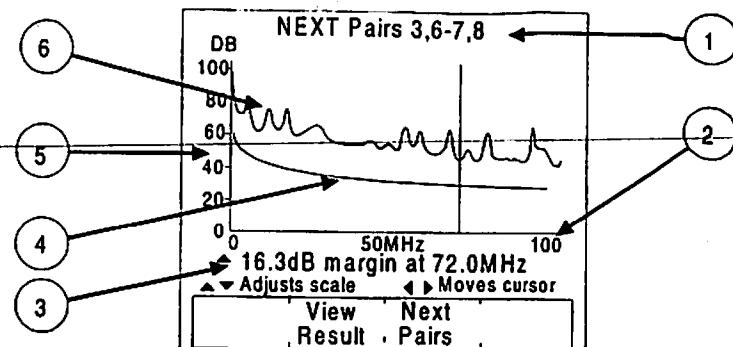


Figura 17-8: Medida de NEXT de um cabo categoria 5.

| ITEM | DESCRIÇÃO |
|------|--|
| 1 | Pares de cabos considerados no teste. |
| 2 | Paixa de freqüência em MHz considerada no teste. |
| 3 | Mede a diferença entre o limite e os valores medidos. |
| 4 | Límite do NEXT definido pela norma. |
| 5 | Escala do NEXT em dB. |
| 6 | Medida do NEXT obtida pelo scanner. As oscilações são devido às variações de NEXT causadas pelo trançamento dos pares. |

Tabela 17-5: Principais pontos do gráfico de NEXT.

17.5.1.5 Power Sum NEXT – PSNEXT

Este parâmetro mede as interferências nos sistemas de cabeamento quando utilizadas em tecnologias como Gigabit Ethernet, que utilizam os quatro pares para transmissão. São testadas as interferências que todos os pares causam entre si. O teste é realizado alimentando-se três pares e medindo-se a interferência no quarto par, ou seja, o PSNEXT é literalmente a soma dos NEXT em um par.

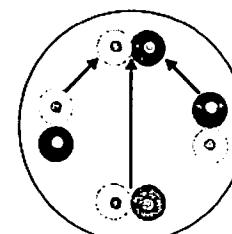


Figura 17-10: Como os testes de Power Sum são realizados em um cabo de quatro pares, cada par deve ser testado com todos os outros pares do cabo.

17.5.1.6 Far End Crosstalk - FEXT

Este parâmetro é o mesmo do NEXT, só que agora visto do injetor para o scanner. No relatório de certificação (ver Tabela 17-4) ele é descrito como NEXT@REMOTE. O FEXT mede o acoplamento do sinal sobre os pares adjacentes, medido na extremidade longínqua, relativo ao nível de sinal transmitido.

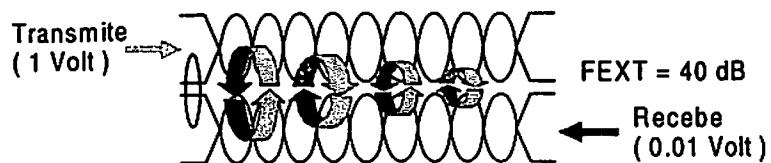


Figura 17-11: Medição do parâmetro FEXT. O FEXT é medido do injetor para o scanner.

17.5.1.7 Atenuation to Crosstalk Ratio - ACR

O ACR é um parâmetro que não foi definido nas especificações do TSB 67, vindo a sê-lo somente no TSB 95. Este parâmetro não foi incluído na norma ANSI/EIA/TIA 568B. O ACR é a relação entre o NEXT causado pelo acoplamento do sinal nos pares de cabos adjacentes e a atenuação. No momento em que o sinal é injetado no link, o NEXT é máximo e a atenuação (como o sinal não percorreu nenhuma distância no cabo) é mínima. À medida que o sinal percorre o cabo, o NEXT vai diminuindo e a atenuação aumentando. Deste modo, o ACR mede a potência do sinal injetado no cabo que varia com a atenuação e o nível de ruído ou interferência causado pelo NEXT. O valor do ACR deve ser o mais alto possível.

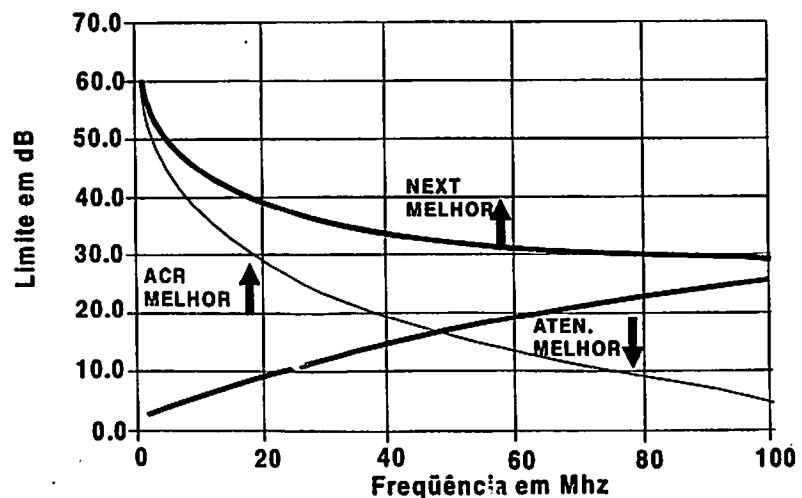


Figura 17-12: Gráfico mostrando o NEXT, atenuação e ACR. As setas apontam para os melhores valores.

Existe também o parâmetro PSACR (Power Sum ACR), que é a soma das interferências que todos os pares causam um no outro.

17.5.1.8 Equal Level Far End Crosstalk - ELFEXT

Este parâmetro é a diferença entre o FEXT e a atenuação (Insertion loss) e é crítico quando dois ou mais pares trafegam sinais na mesma direção, como o Gigabit Ethernet, que só transmite em modo full-duplex. O ELFEXT mede o acoplamento de sinal não desejado em um par, quando se transmite um sinal em outro par. Ele é medido, então, no extremo longínquo e é relativo ao nível de sinal recebido.

15.5.1.9 Power Sum Equal Level Far End Crosstalk - PSELFEXT

Este parâmetro mede a combinação do acoplamento de sinais indesejados, quando se aplica sinal em 3 pares e verifica-se a influência no extremo longínquo, relativo ao nível de sinal recebido.

17.5.1.10 Teste de nível de ruído

Como vimos, o NEXT é definido como um distúrbio causado pelos sinais provenientes de pares de fios adjacentes. Mas outros sinais podem afetar os pares de fios de um cabo, como:

- sinais de baixa freqüência (10 a 150KHz), como luzes fluorescentes e aquecedores;
- sinais de média freqüência (150KHz a 100MHz), como aparelhos de rádios, dispositivos eletrônicos e esterilizadores de ar;
- sinais de alta freqüência (100MHz a 1GHz), como aparelhos de rádios e televisão, computadores, dispositivos eletrônicos, sensores de movimento e radares;
- impulsos (10KHz a 100MHz), como motores, comutadores, máquinas de solda e ignições eletrônicas.

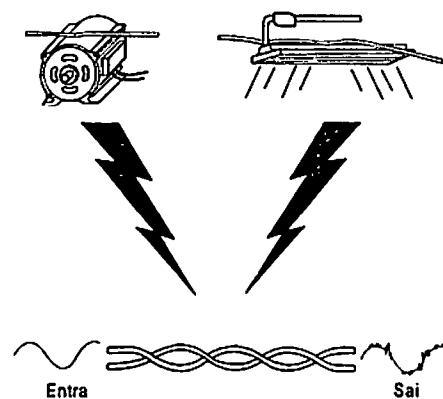


Figura 17-13: Fontes externas, como motores e lâmpadas fluorescentes, geram interferência eletromagnética danificando o sinal transmitido.

O ruído elétrico é medido em miliVolts (mV). Ao invés de se basear nos picos dos pulsos, a medição leva em consideração uma escala ponderada denominada média quadrática (RMS). A leitura no scanner apresentará resultados em mV e RMS. Quanto mais baixo for o número de mV, menor será o ruído elétrico. A norma recomenda nível de interferência externa máxima de 3mV.

17.5.1.11 Return Loss – Perda por retorno

O parâmetro *Return Loss – RL* é a medida de todas as reflexões causadas pela diferença de impedância em todas as regiões dos cabos e das conexões a que esse cabo está sujeito. O valor da impedância no final do *link* deve ser igual às características de impedância de todo o *link*, mesmo passando por várias conexões, como conectores e blocos de conexão. Quanto melhores os dispositivos utilizados e a qualidade do serviço executado nas conectorizações e passagem de cabos, mais baixo será o *Return Loss*. O *RL* é um parâmetro muito importante (principalmente para Gigabit Ethernet) e seu valor varia com a freqüência.

17.5.1.12 Propagation Delay/Skew Delay

Estes dois parâmetros são críticos principalmente em circuitos de alta velocidade e que usam os quatro pares do cabo UTP para transmissão e recepção, como o Gigabit Ethernet. O Gigabit Ethernet divide os 1.000Mbps em quatro circuitos de 250Mbps que são enviados no ponto de transmissão e remontados no ponto de recepção no final do *link*. O grande problema é manter esses quatro circuitos transmitindo e recebendo dados ao mesmo tempo. Como a velocidade do sinal no cabo (NVP) varia em função das características dielétricas de cada cabo ou de cada par em um mesmo cabo, pode ocorrer dos sinais transmitidos chegarem no ponto de recepção em tempos diferentes, gerando problemas de transmissão como erros e *jitters de fases*.

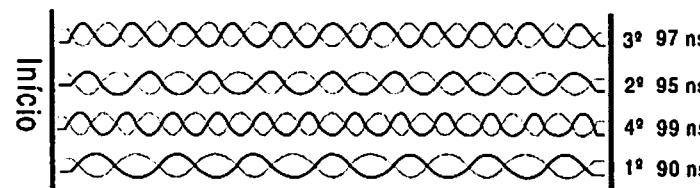


Figura 17-14: Relação de atraso máximo permitido em cada par. Como existe um trançamento diferente para cada par, o tempo de propagação do sinal pode variar.

De acordo com o IEEE, as especificações das redes séries 802 têm um delay máximo de propagação de 570ns para um *link* de 100m em 1MHz. O Delay Skew é a medida que sinaliza a diferença de tempo entre os atrasos de propagação (propagation delay) entre o par no qual o sinal foi transmitido mais rápido e mais barato. Um *delay skew* máximo de 45ns para um *link* de 100m até 100MHz, conforme Tabela 17-6.

| Banda (MHz) | Max.Delay (ns/100m) | Mín. velocidade de propagação(%) | Máx. Delay Skew |
|-------------|---------------------|----------------------------------|-----------------|
| 1 | 570 | 65,5 | 45 |
| 10 | 545 | 61,1 | 45 |
| 100 | 538 | 62,0 | 45 |

Tabela 17-6: Valores de atenuação, velocidade de propagação e *delay skew* aceitáveis pelo IEEE em função de cada faixa de freqüências.

17.5.2 Como um scanner apresenta o resultado dos testes

O scanner exibe um resumo de todos os parâmetros medidos no *link* testado através de um relatório. Em um item nesse relatório chamado *test result*, podemos observar um status de *PASS*, que indica que aquele *link* passou no teste, ou *FAIL* indicando que houve problemas nos pares especificados, não sendo possível alcançar as características exigidas pela norma ANSI/EIA/TIA 568B.

| PENTASCANNER+ CABLE CERTIFICATION REPORT | | | | | | |
|--|------------------|---------------|---------------------|----------|-------|-------|
| CAT5e Link Full Autotest | | | | | | |
| Circuit ID: | BCC0701-34 | Date: | 07 Jul 00 | | | |
| Test Result: | PASS | Cable Type: | Cat 5e UTP | | | |
| Link | | NVP: | 72 | | | |
| Performance: | | gauge: | | | | |
| Owner: | xxxxxxxxxxxx | Manufacturer: | | | | |
| Serial Number: | 38P95JA0039 | : | | | | |
| Inj. Ser. Num.: | 38T95L00046 | Connector: | | | | |
| SW Version: | V05.00 | User: | | | | |
| Building: | | Floor: | | | | |
| Closest: | | | | | | |
| Rack: | | | | | | |
| Slot: | | | | | | |
| Test: | Expected Results | | Actual Test Results | | | |
| Wire Map | Near: | 12345678 | Near: | 12345678 | Skew | |
| | Far: | 12345678 | (nS):6 | | | |
| | | | Far: | 12345678 | | |
| | | | | Pr 12 | Pr 36 | Pr 45 |
| | | | | | Pr 78 | |
| Length | m | 0.0 - 94.0 | | 40.1 | 39.2 | 40.4 |
| Prop. Delay | nS | 0 - 32767 | | 186 | 181 | 187 |
| Impedance | ohms | 80 - 125 | | 103 | 104 | 101 |
| Resistance | ohms | 0.0 - 18.8 | | 5.8 | 5.9 | 5.5 |
| Capacitance | pF | 10 - 5800 | | 1892 | 1828 | 1882 |
| Attenuation | dB | Cat 5 Link | | 6.7 | 6.7 | 6.8 |
| Freq | MHz | 1.0 - 100.0 | | 91.0 | 89.0 | 94.0 |
| Limit | dB | | | 20.6 | 20.3 | 20.9 |
| Return Loss | | Cat 5 Link | | | | |
| PentaScanner+ | dB | | | 17.1 | 13.8 | OVR |
| Freq | MHz | 1.0 - 100.0 | | 76.0 | 82.0 | 1.0 |
| Limit | dB | | | 11.2 | 10.8 | 17.0 |
| Injector | dB | | | OVR | 16.7 | 14.1 |
| Freq | MHz | 1.0 - 100.0 | | 1.0 | 92.0 | 98.0 |
| Limit | dB | | | 17.0 | 10.3 | 10.1 |
| Test | | | 12/36 | 12/45 | 12/78 | 36/45 |
| | | | | | 36/78 | 45/78 |
| NEXT | Cat 5e | | | | | |
| | Link+0.0 | | | | | |
| PentaScanner+ | dB | 43.5 | 44.8 | 52.5 | 38.5 | 42.5 |
| Freq (1.0-100.0) | MHz | 91.3 | 81.5 | 87.1 | 77.1 | 89.9 |
| Limit | dB | 30.0 | 30.7 | 29.5 | 31.1 | 29.3 |
| Injector | dB | 39.5 | 43.0 | 50.1 | 33.2 | 43.0 |
| Freq (1.0-100.0) | MHz | 88.4 | 99.8 | 88.8 | 83.0 | 87.2 |
| Limit | dB | 30.2 | 29.3 | 30.1 | 30.6 | 30.3 |
| ACR | Derived | | | | | |
| PentaScanner+ | dB | 37.8 | 38.8 | 46.4 | 32.7 | 35.9 |
| Freq | MHz | 91.0 | 100.0 | 87.0 | 83.0 | 100.0 |
| Limit | dB | 9.4 | 7.7 | 6.3 | 11.2 | 7.7 |
| Injector | dB | 33.3 | 36.3 | 44.0 | 26.8 | 37.4 |
| Freq | MHz | 89.0 | 100.0 | 90.0 | 83.0 | 94.0 |
| Limit | dB | 9.9 | 7.7 | 9.6 | 11.2 | 8.9 |
| Signature: | | | | | | |
| Date: | | | | | | |

Relatório de teste gerado pelo scanner.

Na grande maioria dos scanners também é possível ver o gráfico de cada parâmetro individualmente. Como exemplo, a Figura 17-9 mostra o NEXT emitido por um link testado onde podemos visualizar mais detalhadamente cada resultado.

17.5.3 Fontes geradoras de problemas nas instalações de cabeamento estruturado

Abaixo relacionamos os principais erros identificados pelos scanners e, através do entendimento das suas descrições, podem nos ajudar a resolver problemas que eventualmente apareçam.

17.5.3.1 Erros relacionados a comprimento de cabos, cabos abertos ou em curto

Comprimento excessivo dos cabos, além de 10% do tamanho padrão, pode fazer com que o link não seja certificado.

| Problema | Solução |
|--|--|
| Reflexão intermediária | Conexões intermediárias podem causar reflexão antes da final do link. |
| Excesso de comprimento | Excesso de sobras de cabos nas tomadas podem causar erros na leitura do scanner, aumentando erros de NEXT e atenuação. |
| Leitura do valor do comprimento do cabo | Verificar se o NVP do cabo está corretamente configurado no scanner. |
| Não está sendo possível encontrar o cabo que está apresentando problemas de curto ou cabo aberto | Usar um cable tracer para identificar o cabo e então proceder com os ajustes necessários. |

17.5.3.2 Erros relacionados à resistência

Excesso de resistência pode ser causado por cabos maiores que o permitido ou problemas na conectorização do cabos nos conectores, patch panels e tomadas.

| Problema | Solução |
|------------------------|--|
| Excesso de comprimento | Verificar quadro anterior |
| Conexões mal feitas | Conexões mal feitas podem gerar problemas de impedância, fazendo com que o sinal atenuem mais do que o permitido pela norma. Verificar a qualidade das conectorizações nas tomadas, conectores e patch panels. |

17.5.3.3 Erros relacionados com atenuação

Atenuação é perda de potência à medida que o sinal viaja pelo cabo. A atenuação aumenta com a freqüência, comprimento do cabo e temperatura. Quando a atenuação atinge determinados valores, a transmissão de dados na rede fica comprometida.

| Problema | Solução |
|--|---|
| Cabos utilizados com características inferiores às exigências do sistema | Utilizar cabos que excedam as exigências do sistema. |
| Excesso de comprimento | Verificar quadro 17-1. |
| Problemas nos trançamentos dos cabos ou na conectorização | No <i>link</i> com problema, refazer todas as conectorizações e verificar fisicamente as condições das terminações dos cabos nos conectores, <i>patch panels</i> e tomadas. |
| Conectores RJ45 e alicates de crimp de baixa qualidade | Verificar se o conector utilizado possui certificação UL. Verificar se o alicate faz o procedimento de crimp sem forçar nenhuma parte do conector. |

17.5.3.4 Erros relacionados com NEXT

O parâmetro NEXT é extremamente importante na certificação dos sistemas de cabeamento estruturado. Cabos, conectores e serviços de baixa qualidade no processo de conectorização contribuem em muito no resultado do NEXT.

| Categoria dos cabos utilizados no sistema | Componentes de qualidade inferior | Trançamento dos cabos |
|--|---|--|
| Cabos de categoria abaixo das exigências do projeto podem gerar problemas de NEXT. | Componentes abaixo da especificação geram muitos problemas de NEXT. | Serviços de conectorização mal feitos, como problemas de trançamento e excesso de cabos nos conectores, geram problemas de NEXT. |

17.5.3.5 Erros relacionados com ACR

O ACR é diretamente dependente da atenuação e do NEXT. Dessa forma, problemas relacionados ao ACR devem ser solucionados verificando-se individualmente esses dois parâmetros.

17.5.3.6 Erros relacionados com ruídos

Ruídos gerados externamente, como motores, ar condicionado e linhas de alimentação AC, geram erros de transmissão de dados. A única solução para esses casos é manter os cabos e dispositivos de comunicação longe dessas fontes geradoras de ruído.

17.6 Certificação de cabos ópticos

Os cabos ópticos também passam por testes de certificação para garantirem seu perfeito funcionamento. Existem, basicamente, duas formas de certificar um sistema de fibra óptica: utilizando um Power Meter ou utilizando um OTDR.

17.6.1 Power Meter

O uso do Power Meter não gera necessariamente uma certificação, já que ele realiza somente um teste de potência óptica em todo o *link*, considerando a soma de todas as perdas de potência causadas pela própria fibra, conectores e emendas.

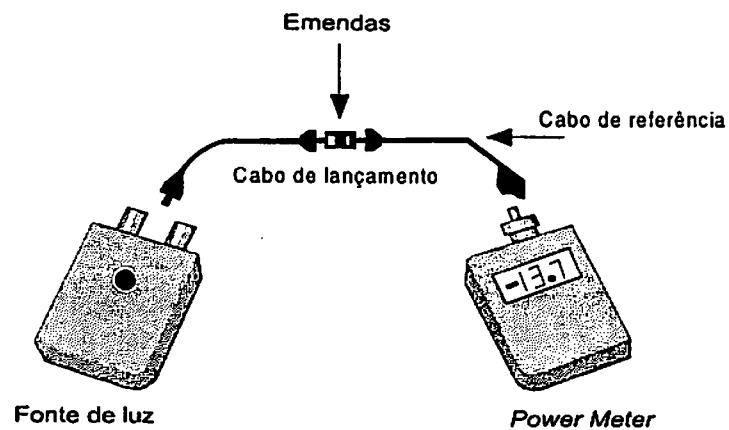


Figura 17-15: Utilização de um cabo de referência para calibrar o Power Meter.

Para que estes testes sejam realizados, deve-se utilizar um pequeno cabo óptico como referência ao *link* que se quer testar.

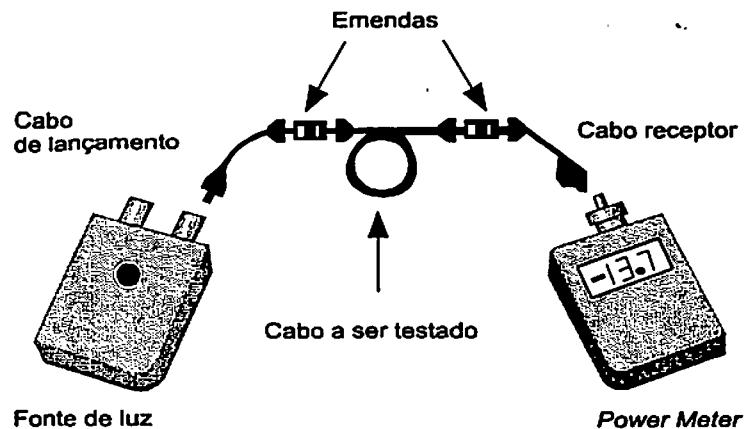


Figura 17-16: Depois de calibrado, utiliza-se o cabo do link a ser testado. Esse processo será melhor explicado no capítulo 20.

17.6.2 OTDR

Para realmente realizar a certificação de um link de fibra óptica, conhecendo-se os parâmetros da fibra como reflexão, retroespelhamento, atenuação e distância, usamos o *Optical Time Domain Reflectrometer* – OTDR. Ao contrário de uma medição com o Power Meter, que mede a atenuação total sofrida pelo link, o OTDR pode verificar detalhadamente a atenuação em cada elemento do link individualmente.

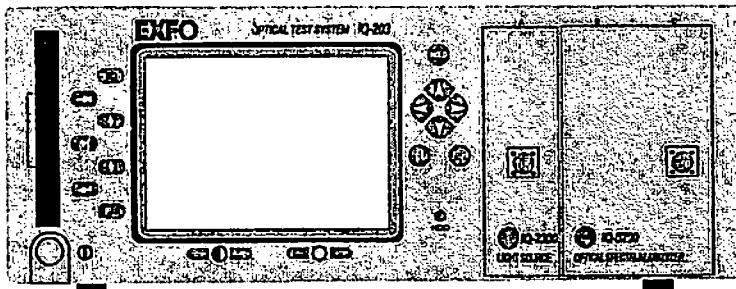


Figura 17-17: Um OTDR típico utilizado para realizar medidas em fibras ópticas.

O OTDR também opera como um radar, enviando um pulso de luz através da fibra, que então mede a porção refletida da luz.

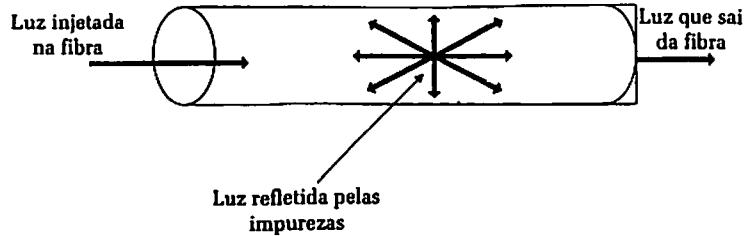


Figura 17-18: Espalhamento de luz na fibra devido a impurezas.

Para fazer essa medida, o OTDR utiliza uma característica inerente à fibra, um fenômeno chamado retro-espelhamento, que são impurezas contidas na estrutura atômica da fibra óptica. Quando uma fibra transmite luz, os fótons encontram essas impurezas e elas refletem luz em todas as direções, que é então captada por um sensor no OTDR, que realiza várias medidas importantes para a certificação da fibra óptica. O diagrama de blocos de um OTDR pode ser visto na Figura 17-19.

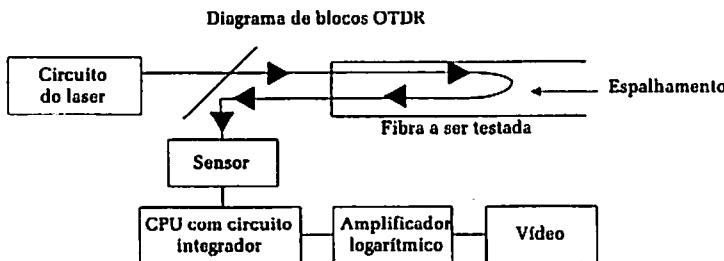


Figura 17-19: Como um OTDR trabalha.

Não é necessário uma fonte de luz externa com o OTDR, só sendo preciso acessar um lado do link para se fazer a medida. Na proporção que o link se distancia da fonte de luz, menor é a potência detectada, permitindo se conhecer o comportamento da atenuação ao longo de seu comprimento. O circuito de medição resultante da atenuação de um link com um OTDR é mostrado abaixo.

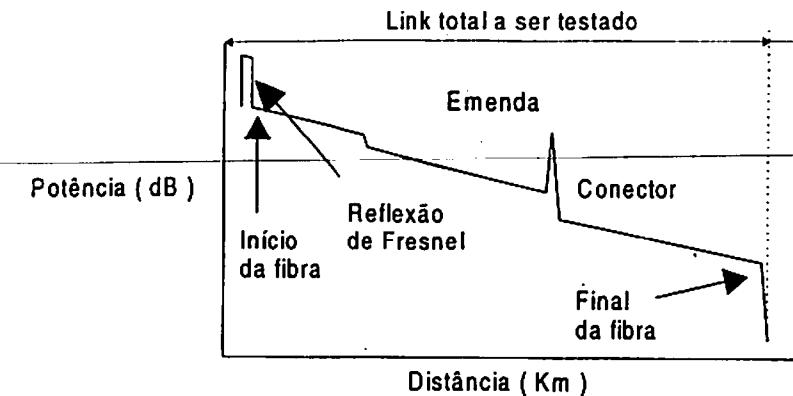


Figura 17-20: Visão do resultado da medida encontrada na tela de um OTDR.

A utilização do OTDR apresenta algumas vantagens práticas para *links* de grandes distâncias, já que possibilita:

- maior facilidade de execução das medidas, devido à necessidade de somente uma ponta de acesso da fibra ser medida;
- localização de falhas do *link* identificada por emendas;
- análise de eventuais falhas no processo de fabricação das fibras.

17.6.2.1 Entendendo as medidas com o ODTR

Para que o OTDR efetue as medições em uma fibra, ele deve injetar um pulso de luz que encontrará a interface da fibra e do conector do OTDR. Este circuito, formado pelo conector do OTDR mais o *link* de fibra a ser medido, forma uma linha de transmissão desbalanceada devido ao não casamento de índice do núcleo da fibra e do ar, fazendo com que uma parte da potência de luz seja perdida. Isto é chamado de **Reflexão de Fresnel** e pode ser visto no Gráfico 17-20. A partir daí, o OTDR medirá a perda em dB em função da distância até o final do *link*.

17.6.2.2 Zona Morta

Todo OTDR possui uma zona morta, que é uma região a alguns metros do OTDR onde este não consegue obter uma medida precisa. Para resolver este problema, precisamos ter uma fibra de lançamento que será incluída no *link* a ser testado, a fim de excluir essa zona morta na medida do *link*. A fibra de lançamento para a zona morta pode ser calculada através dos seguintes parâmetros:

- Velocidade do pulso utilizado no OTDR

Para realizar qualquer medida no OTDR, devemos escolher qual a velocidade do pulso que será injetado na fibra a ser medida. Em OTDRs típicos, podemos escolher entre 100ns e 1μs.

- Distância da fibra de lançamento

Utilizaremos uma fórmula da Física para calcularmos qual o tamanho da fibra de lançamento.

$$D=V \cdot T$$

D = distância;
V = velocidade da luz no vácuo (3×10^8 m/s);
T = pulso utilizado no OTDR.

Por exemplo, utilizando um pulso de 1ms podemos ter:

$$\begin{aligned} D &= 3 \times 10^8 \times 1\mu s \\ D &= 300m \end{aligned}$$

De acordo com o exemplo acima, para que as medidas realizadas no OTDR sejam precisas, precisamos utilizar uma fibra de lançamento de 300m antes do *link* a ser medido, conforme a Figura 17-21.

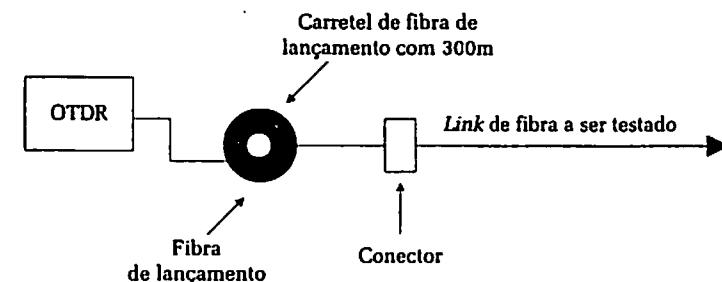


Figura 17-21: Circuito utilizado pelo OTDR para testar um *link* de fibra óptica. A fibra de lançamento deve ser colocada entre o *link* a ser testado e o OTDR, de maneira a anular o efeito da zona morta.

17.6.2.3 Assinaturas básicas do OTDR

Todos os profissionais que necessitam utilizar o OTDR para realizar medições na fibra óptica devem conferir as quatro assinaturas básicas de qualquer medição. Nas Figuras 17-22 até 17-25, podemos ver cada uma dessas assinaturas:

- ganho óptico,
- degradação do sinal óptico,
- picos de reflexão e
- atenuação.

17.6.2.4 Ganho óptico

A Figura 17-22 mostra um ganho aparente no *link* da fibra. Este efeito é causado pelo aumento do retroespelhamento dentro do OTDR. É um efeito muito comum em fibras monomodo.

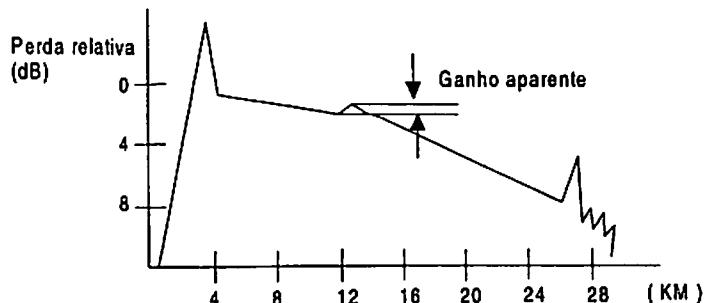


Figura 17-22: Assinatura do OTDR mostrando um ganho óptico aparente.

17.6.2.5 Degradação do sinal óptico

A Figura 17-23 mostra um link onde possivelmente existe uma quebra da fibra e a mesma está submersa em água ou gel no cabo. O sinal óptico não é refletido para o OTDR, dando a impressão de que existe uma degradação de potência óptica a partir de um certo ponto.

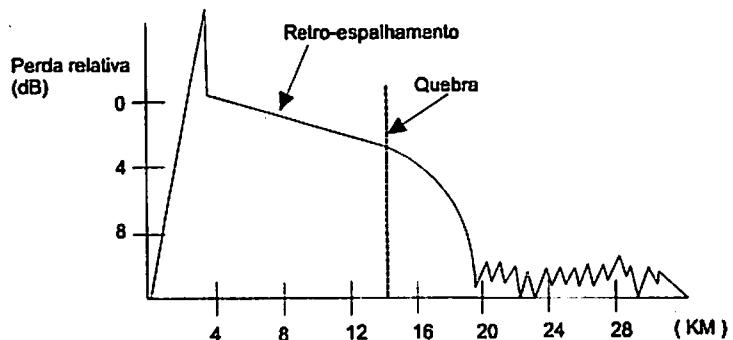


Figura 17-23: Degradação do sinal óptico.

17.6.2.6 Picos de reflexão

Os picos de reflexão, como mostrados na Figura 17-24, são causados pela reflexão do sinal óptico para o OTDR. Este efeito é muito comum e normalmente é causado por conexões e emendas mecânicas no final do link de fibra óptica.

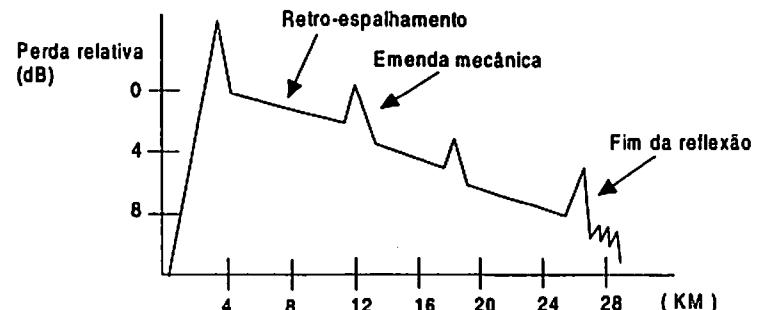


Figura 17-24: Picos de reflexão.

17.6.2.7 Atenuação

A atenuação é causada por imperfeições da fibra, fusão óptica e macrocurvaturas. São assinaturas mais difíceis de localizar, sendo necessário o aumento na resolução vertical da tela do OTDR.

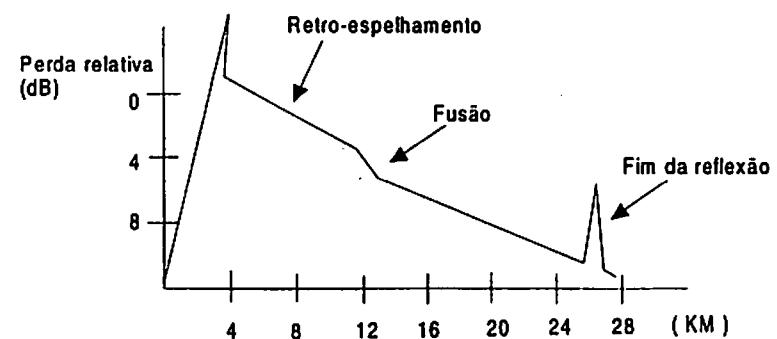


Figura 17-25: Atenuação medida por um OTDR em um link.

Capítulo dezoito

Prédios inteligentes e cabeamento

Ao final deste capítulo, você irá:

18

- Conhecer as tecnologias utilizadas no controle e gerenciamento de um prédio inteligente.
- Conhecer a norma ANSI/EIA/TIA 570.A, que trata do cabeamento residencial.

Neste capítulo você conhecerá algumas aplicações do uso das tecnologias do cabeamento estruturado em residências e em prédios inteligentes.

18.1 Prédios inteligentes

Um dos maiores benefícios da evolução rápida da tecnologia da informação é o desenvolvimento de sistemas que podem medir, avaliar e responder continuamente a mudanças. A aplicação dessas tecnologias tem permitido o controle e o projeto do ambiente físico e, particularmente, dos edifícios nos quais trabalhamos. Como resultado, estamos testemunhando o crescimento expressivo na área dos “*Edifícios Inteligentes*”, que incorporam tecnologia de informação e sistemas de comunicação, fazendo-os mais confortáveis, confiáveis, produtivos e com uma relação de custo/benefício extremamente significativa.

18.1.1 O que são os prédios inteligentes?

Prédios inteligentes são edifícios nos quais a infra-estrutura de telecomunicações é totalmente desenvolvida a fim de propiciar a seus ocupantes a otimização de todos os serviços existentes. Em um prédio inteligente, serviços como voz, dados, vídeo, segurança, controle de temperatura e ambiente interagem de forma eficiente, atendendo a todas as necessidades de seus usuários. Nesses prédios se integram softwares, hardwares e dispositivos eletrônicos implementados de maneira que todos os serviços oferecidos podem ser totalmente gerenciados de um único ponto. Um prédio inteligente é equipado com uma infra-estrutura que permite responder e se adaptar continuamente às condições internas, permitindo um uso mais eficiente de recursos e aumentando o conforto e a segurança de seus ocupantes. Ele fornece estes benefícios automatizando o controle de sistemas como aquecimento, ventilação e condicionamento de ar (ou *HVAC – Heating, Ventilation and Air Conditioning*), segurança contra fogo, administração de energia e iluminação. Em um caso de incêndio, por exemplo, o alarme comunica o sistema de segurança para destrancar as portas, o sistema de segurança comunica o sistema de HVAC para regular o fluxo de ar e impedir que o fogo se espalhe, e assim por diante.

Tipicamente, um prédio inteligente consiste de uma infra-estrutura de controle e gerenciamento com:

- Sistemas de segurança e alarme contra fogo;
- Controle de segurança para acesso ao prédio;
- Gerenciamento de energia e controle de iluminação;
- Gerenciamento de todo o ambiente, incluindo aquecimento, ventilação e ar condicionado.

A estrutura de gerenciamento de um prédio inteligente é bem semelhante a um sistema de rede convencional, com painéis de cabos, equipamentos de controle e vários computadores gerenciando tudo. O ponto central que permite a integração e comunicação de todos esses elementos é o sistema de cabeamento estruturado, que controla todos os elementos conectados através de uma sala de controle, onde softwares e hardwares ficam disponíveis para executar o gerenciamento. A Figura 18-1 ilustra um diagrama esquemático do sistema.

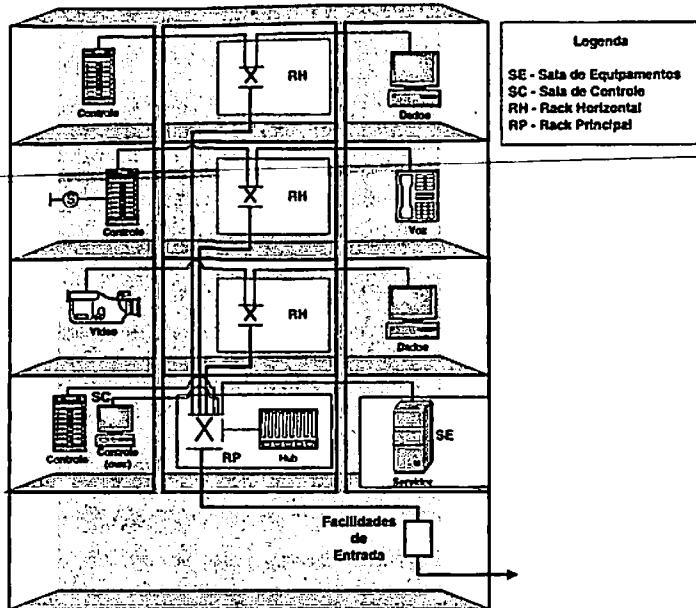


Figura 18-1: Diagrama esquemático de um prédio inteligente típico.

O conceito de edifício inteligente define que o custo de um edifício não é, simplesmente, o custo de construção: ele deve incluir também o custo de operação e manutenção de toda a estrutura do prédio. Edifícios inteligentes são uma necessidade de mercado, visto que eles contribuem enormemente com aumento de produtividade, pois permitem uma comunicação de dados rápida e eficiente, além de possuírem controle absoluto dos serviços oferecidos. Em resposta a essa demanda crescente, muitas empresas oferecem soluções de projetos e produtos para estas áreas. Podemos citar alguns projetos nacionais e internacionais para ilustrar o conceito descrito acima. No edifício *Tower of Winds*, em Yokohama, no Japão, todas as luzes são controladas por computador e mudam de acordo com a velocidade do vento, ruído exterior e iluminação natural. No Brasil, temos alguns edifícios inteligentes, como o *Hotel Ouro Minas* em Belo Horizonte e o *Hospital Incor* em São Paulo. No exemplo do hospital, todos os leitos estão conectados e são monitorados pela enfermaria, permitindo que, do seu leito, o paciente chame e converse com o médico. Os médicos podem também verificar o resultado de um exame em qualquer ponto do prédio, já que o sistema possibilita a passagem e o uso de vídeo, voz e dados pelo mesmo sistema de cabeamento. É importante observar que edifícios representam um investimento grande, de longo prazo e que o projeto e a execução dos mesmos devem ser feitos por empresas competentes e conhecedoras dessas tecnologias.

18.2 Automação residencial

A automatização de residências já é um mercado em grande expansão nos EUA e alguns dados mostram isso facilmente:

- nos últimos cinco anos dobrou o número de pessoas que trabalham em casa e a cada 11 segundos alguém está mudando a base de trabalho para suas próprias residências nos EUA;
- aproximadamente 28% da população americana trabalha total ou parcialmente em casa;
- aproximadamente 34% das pessoas que trabalham em casa têm mais de um PC;
- calcula-se que existam mais de 12 milhões de redes domésticas atualmente.

O Brasil é um mercado que tem muito a crescer. Evidentemente, nossos números são muito mais modestos: somente 6% das residências possuem TV a cabo e 7% das casas tem computadores. Mas existe uma demanda reprimida que crescerá muito nos próximos anos e alguns dados são animadores, como a estimativa de que cerca de 600 mil casas terão serviços de banda larga e aproximadamente 2 milhões de casas terão esses serviços até o final de 2004.

18.2.1 Para que é necessário um sistema de cabeamento residencial?

No Brasil, uma grande parcela da população tem acesso à telefonia, TV a cabo, Internet, segurança e serviços residenciais dessa natureza. A melhor maneira de disponibilizar todos esses sistemas e serviços de forma organizada e centralizada é usar cabeamento estruturado aplicado à realidade das residências. Para solucionar esses desafios, a ANSI/EIA/TIA disponibilizou a norma ANSI/EIA/TIA 570 que trata de sistemas de automação residencial e iluminação. Esta norma foi lançada em 1991 e teve sua primeira revisão em 1999, passando a ser chamada ANSI/EIA/TIA 570A. Nessa revisão, foi retirada a parte referente à iluminação e introduzidos os conceitos aplicados à TSB 95 referentes aos parâmetros de teste.

18.2.2 Norma ANSI/EIA/TIA 570A

Esta norma foi revisada em 1999 para padronizar os requerimentos de cabeamento estruturado residencial. Essa revisão aumenta os requisitos necessários para construção de ambientes residenciais que se encaixem nos padrões exigidos por essas novas tecnologias. Atualmente, ainda utilizamos padrões de construção dos anos 50, que consideram somente o uso de sistemas de voz. A norma ANSI/EIA/TIA 570A pode ser aplicada tanto em ambientes pequenos como residências, até em ambientes bem grandes, como condomínios. O cabeamento residencial é semelhante ao utilizado nos sistemas comerciais.

18.2.3 Sistema de cabeamento residencial

A Figura 18-2 demonstra o diagrama esquemático da norma ANSI/EIA/TIA 570A.

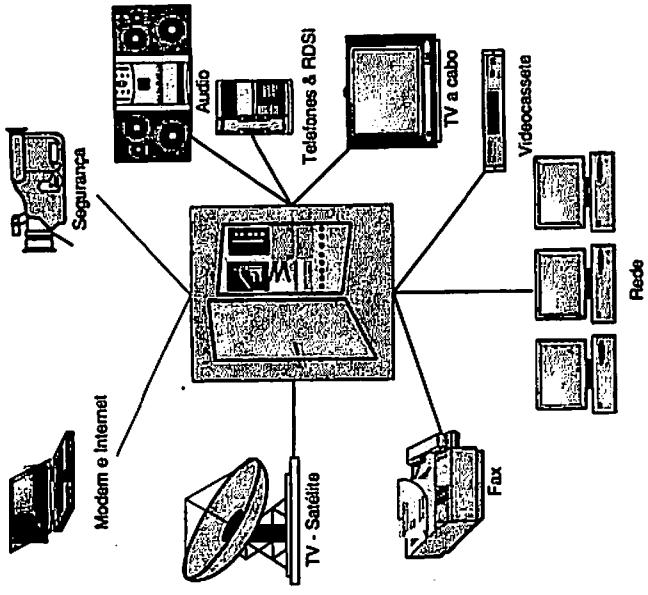


Figura 18-3: Painel de distribuição típico utilizado em um sistema de cabeamento residencial.

As especificações de desempenho dos cabos e dispositivos de hardware como blocos de conexão, tomadas e patch panels, são compatíveis com a norma ANSI/EIA/TIA 568B. Nos sistemas residenciais, os serviços disponíveis são divididos em níveis ou graus de exigência:

- Grau 1
Este é o nível de menor exigência e foi definido para aceitar serviços de telefonia, televisão e dados, podendo utilizar cabos UTP categoria 3. No entanto, o melhor é a utilização de cabos categoria 5e, categoria 6 ou cabos coaxiais tipo RG6 de 75 Ohms com conectores específicos para cada cabo. A Figura 18-4 ilustra uma tomada compatível com o grau 1.

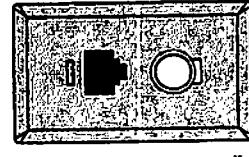


Figura 18-4: Exemplo de uma tomada de grau 1. Esta tomada possibilita conectar um telefone, um PC ou uma TV.

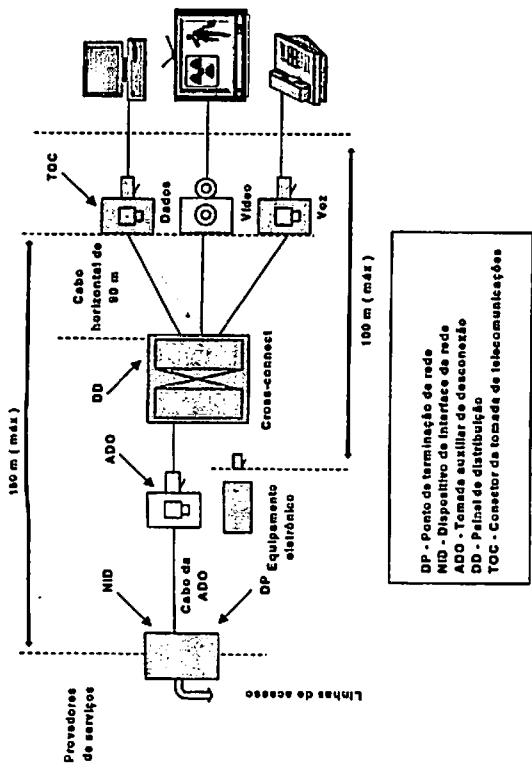


Figura 18-2: Diagrama funcional da norma ANSI/EIA/TIA 570A.

Terminologia da norma ANSI/EIA/TIA 570A:

- Network Interface Device – NID
- Ponto de demarcação da concessionária de telefonia local. A NID é uma caixa não metálica que fica do lado de dentro da casa;
- Auxiliary Disconnect Outlet – ADO
- É um caixa de passagem com possibilidade de desconexão dos sistemas vindos do DD (*Distribution Device*). Atua como uma tomada auxiliar de desconexão;
- Distribution Device – DD
- É um cross-connect localizado dentro de cada casa e é o ponto central de distribuição de todos os serviços. Todas as tomadas da casa saem deste ponto;
- Outlet Cable – OC
- É o caminho de transmissão entre o dispositivo de distribuição e as tomadas nos pontos de distribuição, como quartos, salas, etc.;
- Residential Gateway – RG
- É um dispositivo ativo que possibilita a comunicação entre a rede e a residência e entre a residência e o provedor de serviços, como a concessionária de telefonia. O RG poderia ser um dispositivo para conexão ao serviço ISDN, TV digital ou mesmo um servidor proxy ou roteador.

- Grav 2

O nível de grau 2 oferece um sistema de cabeamento compatível com os requisitos do grau 1, além de serviços adicionais de multimídia, podendo utilizar duas tomadas RJ45 com cabos UTP categoria 5 e duas tomadas para cabos coaxiais de 75 Ohms ou uma tomada para fibra óptica. A Figura 18-5 ilustra uma tomada típica de grau 2.

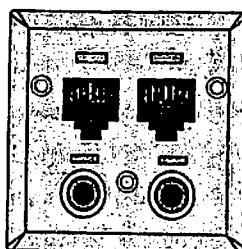


Figura 18-5: Exemplo de uma tomada de grau 2.

O grau do sistema é estabelecido baseado nos serviços que a residência possui no momento e nas expectativas futuras, como nos sistemas comerciais.

- Localização das tomadas de serviços

Um mínimo de uma tomada deve ser planejada para cada um dos seguintes locais ou de acordo com a necessidade do projeto: banheiro, cozinha, sala de estar, quartos, etc. Lembre-se de sempre especificar todos os componentes visando atender necessidades atuais e futuras.

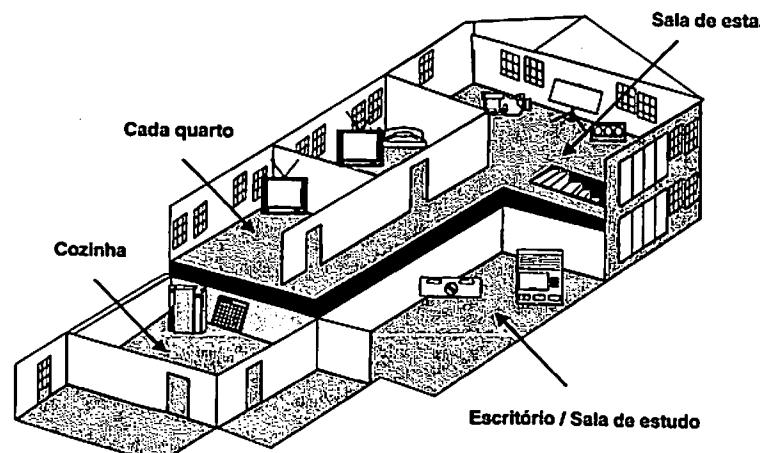


Figura 18-6: Localização de tomadas de cabeamento residencial.

Capítulo dezenove

Dispositivos de redes locais

Ao final deste capítulo, você saberá:

19

- O que são repetidores e hubs e como utilizar as regras de repetição em redes de 10, 100 e 1000Mbps.
- O que são bridges, como elas operam e como são utilizadas para segmentar redes locais.
- O que são switches, como eles operam e onde empregá-los.
- Como trabalham as VLANs.
- O que são roteadores e como eles trabalham.

A principal função deste capítulo é mostrar como funcionam, como são utilizados em um projeto e quais as características mais importantes dos dispositivos de redes locais mais utilizados, como os hubs, bridges, switches e roteadores.

19.1 Equipamentos utilizados em redes locais

A área de redes é constantemente acrescida de tecnologias e dispositivos que para os profissionais de cabeamento estruturado pode parecer um assunto novo e complicado. O que é um roteador? Como ele funciona? Como, quando e por que usar um *switch*? Quais dispositivos usar neste ou naquele projeto? Essas são algumas das perguntas bastante freqüentes que evidenciam a necessidade de conhecer bem esses dispositivos, saber como eles funcionam e como são empregados nas redes. Esse conhecimento pode fazer a diferença na elaboração de um bom projeto de cabeamento.

Qualquer ambiente de comunicação tem limitações definidas por características próprias de sua tecnologia: distância, número de dispositivos permitidos em um segmento de rede, tráfego, excesso de tráfego e conexão com dispositivos em ambientes remotos são alguns exemplos desses limites. Os equipamentos ativos utilizados nas redes permitem superar essas limitações, possibilitando transportar sinais, e, por conseguinte, dados, para qualquer parte uma rede, seja ela LAN, MAN ou WAN. De um modo geral, os equipamentos de rede podem ser divididos em relação à função que eles realizam como:

- repetidores: usados para estenderem o limite de distância de um segmento de rede;
- hubs: usados para compartilharem o meio físico com vários outros dispositivos;
- bridges/switches: utilizados para segmentarem ou garantirem um certo nível de tráfego;
- roteadores: utilizados para conectar dispositivos em ambientes remotos.

19.2 Repetidores

Como vimos em capítulos anteriores, todos os meios físicos têm limitações referentes a distância. Repetidores são dispositivos que aumentam a distância atingida entre dois pontos de uma rede mantendo a integridade das informações. Os repetidores atuam na camada física do modelo OSI e interconectam redes com meios físicos idênticos, não fazendo nenhuma distinção entre os protocolos utilizados nas camadas superiores. Eles simplesmente repetem todo o tráfego da rede, incluindo ruídos, colisões e qualquer outro tipo de informação inserida nesse tráfego. Para realizar essa tarefa, o repetidor acrescenta um *delay* (atraso de tempo), e por isso, existem regras específicas de cada tecnologia para utilizá-los, como veremos ainda neste capítulo. Os repetidores são usados em sistemas como Ethernet e Arcnet¹.

¹ ARCNET é uma tecnologia criada pela DataPoint Corp. que fez muito sucesso na década de 80. Essa tecnologia utilizava um método de acesso semelhante ao *Token Passing* em cabos coaxiais de 93 Ohms. Apesar de ter uma boa fatia de mercado na época, ela não sobreviveu e hoje é citada apenas como

A Figura 19-1 ilustra o uso típico de um repetidor.

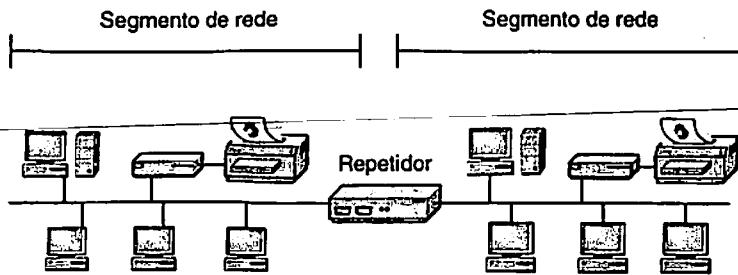


Figura 19-1: Utilização típica de um repetidor: aumentar o limite físico de um segmento de cabo.

19.3 Hubs

Hubs são repetidores multiportas e, assim como os repetidores puros², operam na camada física do modelo OSI. Os hubs não possuem nenhum mecanismo de acesso ao meio (MAC), somente interfaces para o meio físico (PHY), conforme Figura 19-2.

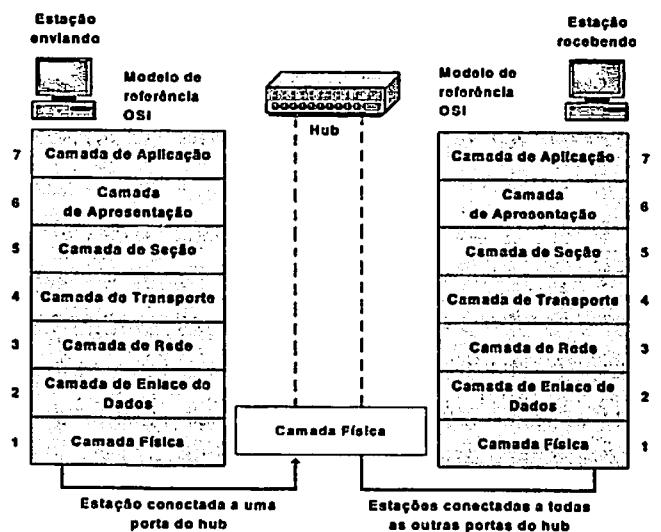


Figura 19-2: Os repetidores utilizam a camada física do modelo OSI.

O princípio de funcionamento do hub é repetir indiscriminadamente todo o tráfego recebido em uma determinada porta para todas as suas outras portas, possibilitando compartilhar o tráfego gerado por uma estação com todas as outras estações conectadas a ele, conforme a Figura 19-3.

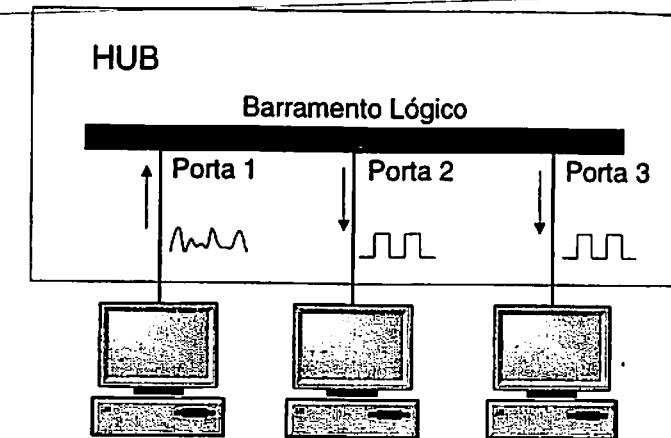


Figura 19-3: O hub é um repetidor. Ele cria um barramento interno que é compartilhado por todas as máquinas conectadas em suas portas. A porta 1 recebe um sinal degradado, o reconstrói e o retransmite para todas as outras portas do hub.

19.3.1 Tipos de Hubs

Existem hubs ativos e passivos. Hubs ativos têm a função de repetidor: eles regeneram e retransmitem todos os sinais recebidos. Existem modelos disponíveis para 10 e 100Mbps com números de portas que variam de acordo com o fabricante. Todos os hubs disponíveis hoje no mercado são ativos. Os hubs passivos não executavam funções, como regeneração e retransmissão de sinais, serviam apenas de junção entre dois segmentos de rede e eram muito utilizados em redes Arcnet. A Figura 19-4 mostra um hub passivo.

² Repetidores puros possuem duas portas onde são conectados os dispositivos que precisam ser expandidos. Esse tipo de repetidor não é mais utilizado.

Independentemente do tráfego e da distância, todas as estações de um mesmo segmento de rede precisam detectar colisões ocorridas em qualquer ponto do cabo, mesmo aquelas ocorridas com os frames de tamanho mínimo. O tempo mínimo de transmissão de um frame (TMT) pode ser calculado a partir da transmissão do menor frame (64 bytes ou 512 bits). Para uma rede de 10Mbps, o resultado é:

$$TMT = \text{tamanho do menor frame} \cdot \text{bit-time}^4$$

$$TMT = 512\text{bits} \cdot \frac{1}{10\text{MHz}}$$

$$TMT = 51,2\mu\text{s}$$

Para calcularmos o diâmetro máximo de uma rede Ethernet (ou o tamanho do segmento de rede que qualquer estação dentro desse segmento pode captar até o menor frame), temos que efetuar alguns cálculos. O tempo mínimo de transmissão (TMT) de um frame é medido de acordo com a equação acima e seu resultado deve ser dividido por 2, ou seja, o valor que vamos utilizar para efetuarmos o cálculo é o tempo que o sinal viaja da estação que iniciou a transmissão do sinal até o ponto no qual a estação mais longe consegue entender que houve uma transmissão (tempo de ida e volta). No exemplo da rede Ethernet de 10Mbps, o resultado é 25,6ms ($51,2\mu\text{s}/2$). De posse desse resultado, temos que dividir esse tempo mínimo de transmissão do frame pelo delay do cabo. Cabos de cobre e fibra óptica têm um delay entre 0,5 e 0,6ms para um link de 100m.

$$\text{Diâmetro da rede} = \frac{25,6\text{ms}}{0,6\text{ms}} \approx 4.000\text{m}$$

Neste cálculo não estão sendo considerados os delays causados pelos repetidores e estações. Muitos fabricantes já incluem esses parâmetros nas especificações de seus produtos, de maneira que dá para calcular o diâmetro exato de uma rede. O problema é que esse é um processo muito trabalhoso. Para simplificá-lo, o IEEE implantou uma regra para definir o diâmetro total de uma rede Ethernet de 10Mbps:

- delay (latência) introduzido por cada repetidor ou hub para receber um sinal degradado, regenerá-lo e repeti-lo para as outras portas.

Esses dispositivos podem ser conectados. Existem duas situações críticas na transmissão de sinais de uma rede Ethernet:

- a detecção de colisão e
- a transmissão do menor frame (64 bytes ou 512 bits).

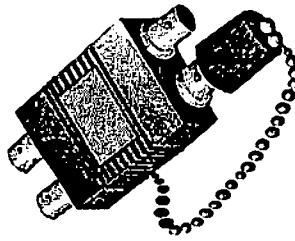


Figura 19-4: Exemplo de um hub passivo utilizado em redes ARCNET. Esses hubs apenas conectavam dois segmentos de redes e não são mais utilizados.

Um outro item importante em relação aos hubs é a possibilidade de eles aceitarem ou não algum grau de gerenciamento. Um hub gerenciável possui um agente SNMP que possibilita o controle e monitoramento por algum suite de gerenciamento, como HP Open View, Transcender, etc. Os hubs mais simples não possuem essa característica.

19.3.2 Regras de replicação para Ethernet

Um segmento de rede pode ser considerado como um grupo de dispositivos que estão conectados nas portas de um mesmo hub. Múltiplos segmentos podem ser conectados através de um ou mais repetidores ou hubs, aumentando o diâmetro físico atendido pela rede e possibilitando a propagação de todo o tráfego presente em um segmento para os demais. Todos os segmentos conectados através de repetidores ou hubs estão no mesmo barramento lógico ou no mesmo domínio de colisão³. Para entendermos quantos segmentos podem ser criados em uma rede, precisamos primeiramente conhecer dois parâmetros e quais impactos eles causam em uma rede:

- o tempo que os sinais elétricos viajam no cabo e o
- delay (latência) introduzido por cada repetidor ou hub para receber um sinal degradado, regenerá-lo e repeti-lo para as outras portas.

Esses dois itens são fundamentais em uma rede Ethernet e definem como esses dispositivos podem ser conectados. Existem duas situações críticas na transmissão de sinais de uma rede Ethernet:

- a detecção de colisão e
- a transmissão do menor frame (64 bytes ou 512 bits).

³ Em um domínio de colisão, todos os dispositivos disputam o mesmo meio físico, ficando sujeitos ao mesmo tráfego. A colisão gerada por um dispositivo deve ser sentida por todos os outros.

Para redes de 100 e 1000Mbps, a situação do diâmetro total da rede ainda é mais restrita, visto que o *bit-time* é 10 ou 100^5 vezes menor. Podemos calcular o diâmetro máximo de uma rede Ethernet em função do *bit-time* para o menor frame transmitido:

$$\text{Diâmetro de uma rede Ethernet} = K \cdot \frac{\text{Tamanho do menor frame}}{\text{bit-time}}$$

K = fator de escala da rede Ethernet. Pode ser 10, 100 ou 1000Mbps.

Se o diâmetro total de uma rede Ethernet de 10Mbps é de 2500m, como vimos acima, e para velocidades maiores esse valor é escalável por um fator de 10, podemos tirar algumas conclusões:

- Para redes de 100Mbps, o diâmetro total é de 250m. No entanto, o IEEE definiu o diâmetro máximo para redes de 100Mbps em **205m**.
- De acordo com os cálculos necessários, o diâmetro total para redes Gigabit Ethernet ficaria em 25m, o que seria inviável para uma tecnologia do porte do Gigabit Ethernet. Por essa razão, o IEEE aumentou o tamanho do menor frame para 512 bytes e, dessa maneira, definiu o diâmetro máximo para Gigabit Ethernet em torno de 200m.

Calculando o seu próprio diâmetro de rede

Para calcularmos detalhadamente o diâmetro máximo de uma rede Ethernet, podemos utilizar a equação mostrada abaixo, juntamente com a Tabela 19-1, que contém as características de delay inerentes a cada componente utilizado na rede.

$\lceil (delay\ total\ dos\ hubs + (delay\ total\ dos\ cabos) + delay\ total\ das\ placas\ de\ rede) \rceil * 2$ tem que ser < delay de atraso máximo.

⁵ O *bit-time* para as redes de 1000Mbps é calculado para o frame de 512 bytes e não frames de 512 bits utilizados nas redes de 10Mbps. Dessa forma, o *bit-time* para 1000Mbps não é 100 vezes menor do que para 10Mbps.

| Componente | Máximo Delay em μs |
|---|-------------------------------|
| 2 placas Fast Ethernet ou qualquer porta de um Switch | 0,5 |
| 100m de cabo UTP | 0,556 |
| 1m de cabo UTP | 0,00556 |
| 100m de fibra óptica | 0,5 |
| 1m fibra óptica | 0,005 |
| Repetidor Fast Ethernet ClasseI | 0,7 |
| Repetidor Fast Ethernet ClasseII | 0,46 |
| 2 placas Gigabit | 0,864 |
| Repetidor Gigabit | 0,488 |

Tabela 19-1: Características de delay de alguns dos principais dispositivos de rede utilizados em redes locais.

A Figura 19-5 ilustra os diferentes delays para cálculo detalhado do diâmetro máximo de uma rede Ethernet.

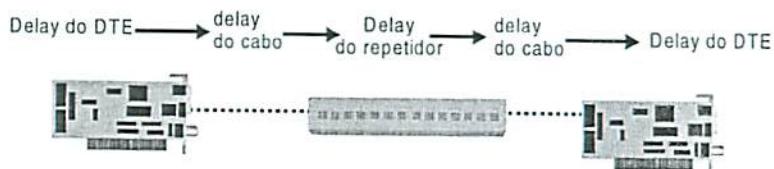


Figura 19-5: Figura de um circuito composto por placa de rede e hub.

Algumas observações devem ser seguidas quando você for implementar seu próprio diâmetro de rede:

- colocar uma margem de segurança de 5 *bit-times* em todo cálculo que você fizer;
- pode-se utilizar mais de dois repetidores se você estiver trabalhando com cabos menores de 100m;
- se for necessária a utilização de muitos hubs, prefira usar empilhamento de hubs;
- Se você precisar de muitos lances de repetição, opte por usar *switches*.

A partir de agora podemos definir as principais regras de repetição para redes de 10, 100 e 1000Mbps.

19.3.2.1 Regra de repetição para uma rede Ethernet de 10Mbps

A regra de repetição para redes de 10Mbps é a chamada **5-4-3-2-1**, que significa:

- 5 segmentos são permitidos:
 - em redes 10Base 5 podemos ter 5 segmentos de 500m;
 - em redes 10Base 2 podemos ter 5 segmentos de 185m;
 - em redes 10Base T podemos ter 5 segmentos de 100m, independente da quantidade de portas que cada repetidor ou hub possui.
- 4 repetidores podem ser colocados entre esses 5 segmentos;
- 3 desses segmentos podem conter estações;
- 2 segmentos não contêm nenhuma estação, podendo possuir somente dois repetidores que fazem a conexão entre os segmentos, chamados de *inter-repeater links*;
- Todos esses cinco segmentos juntos fazem um grande domínio de colisão com, no máximo, 1024 estações com diâmetro total que pode chegar até 2500m.

Esta regra é genérica e só se aplica em redes de 10Mbps, podendo ser utilizada na grande maioria dos projetos. Muitos fabricantes têm produtos que podem ultrapassar esses limites, mas isso tem que ser observado caso a caso.

Considerações para repetição em redes 10Base T

Na implementação de redes 10Base T, algumas situações podem requerer um aumento no número de portas de um hub. Para aumentarmos esse número de portas, podemos fazer dois tipos de arranjo:

- *cascadeamento* e
- *empilhamento de hubs*.

1) Cascadeamento de hubs

O processo de cascadeamento de hubs consiste em conectar uma porta qualquer de um hub a uma outra porta qualquer de outro hub através de um cabo *cross-over*⁶. Atualmente, quase não é mais necessário a utilização de cabos *cross-over* para fazer cascadeamento de hubs, porque os hubs mais novos já vêm com portas específicas e interruptores que fazem uma operação de inversão, utilizando, dessa maneira, cabos normais.

O cascadeamento faz com que um hub seja utilizado como extensão de outro, aumentando o número de portas disponíveis, mas aumentando também o delay. Todos os hubs do mesmo cascadeamento possuem o mesmo tráfego. A regra de repetição aplicada ao cascadeamento de hubs⁷ é a 5-4-3-2-1, já explicada anteriormente.

⁶ *Cross-over* é uma configuração de cabo que possibilita conectar dois computadores sem hubs ou cascadear dois hubs. O cabo *cross-over* é invertido e sua configuração pode ser vista no Apêndice C.

⁷ No processo de cascadeamento de hubs, é muito comum utilizarmos a regra 5-4-3 que não considera os dois repetidores de *interlink*, nem especifica que todos os hubs juntos formam um domínio de colisão de 500m com, no máximo, 1024 estações.

2) Empilhamento de hubs

Quando utilizamos o arranjo de cascamenteamento, o número de hubs é limitado à regra de repetição, cada hub acrescenta um delay (em uma rede Ethernet de 10Mbps, o número máximo de *delays* não pode exceder 51,2ms) e todo o tráfego gerado no cascamenteamento é propagado em todos os segmentos a que os hubs estão conectados. Esses são apenas alguns dos problemas relacionados ao arranjo de cascamenteamento. Para resolver, ou pelo menos amenizar esses problemas, o conceito de cascamenteamento é substituído pelo de *empilhamento de hubs*. Nesse arranjo, o empilhamento é realizado através de portas especiais de alta velocidade, chamadas *backplane*, como pode ser visto na Figura 19-6. A diferença básica desse tipo de arranjo para o cascamenteamento é que todo o tráfego do empilhamento é dirigido para as portas do *backplane*, não interferindo, portanto, no tráfego normal da rede. O empilhamento de hubs é muito utilizado em configurações de redes grandes, pois eles conseguem conectar um número muito grande de estações sem esbarrar nos limites rígidos das regras de repetição, já que cada pilha de hubs é vista como um único hub.

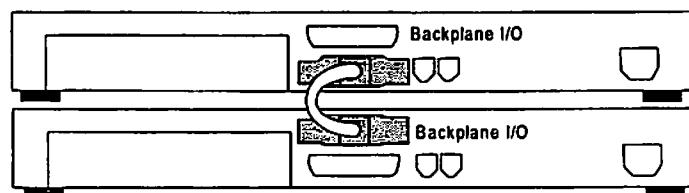


Figura 19-6: Exemplo de hubs empilháveis.

19.3.2.2 Regra de repetição para uma rede Ethernet de 100Mbps

A regra de repetição para redes de 100Mbps tem várias alterações em relação às regras de repetição para redes de 10Mbps. A mudança mais significativa é a que diz respeito ao número de segmentos, repetidores e estações conectadas. A regra de repetição aplicada a redes de 100Mbps é a 3-2, ou seja, para três segmentos de rede, podemos utilizar apenas dois repetidores com um cabo de *interlink* de 5m. Para aplicarmos bem essa regra de repetição, devemos inicialmente conhecer o padrão do IEEE 802.3u, que especifica que o diâmetro máximo de uma rede depende:

- do tipo de cabo utilizado: cabos de fibra óptica têm um delay de 0,5μs e cabos UTP possuem um delay de 0,56μs para um link de 100m;
- do tipo de repetidor usado: para redes de 100Mbps foram especificados dois tipos de repetidores, chamados de *Classe I* (com delay em torno de 0,7μs) e *Classe II* (com delay de 0,46μs). Obs: a maioria dos dispositivos disponíveis no mercado atualmente são do tipo *Classe II*.

Dessa forma, o IEEE definiu as seguintes regras para redes de 100Mbps:

- o cabo de *interlink* entre os repetidores tem que ser de, no máximo, 5m para conexão de 2 segmentos de redes de 100m;
- o comprimento máximo de uma rede com dois *links* de fibra óptica e um cabo de *interlink* deve ser de 228m.

Em qualquer um dos casos acima descritos, o tipo de cabo deve ser o mesmo, ou seja, ou você usa tudo fibra óptica ou tudo UTP. O IEEE, no entanto, fornece algumas diretrizes para mesclar o uso de cabos UTP e fibras ópticas e isso pode ser observado na Figura 19-7 e na Tabela 19-2.

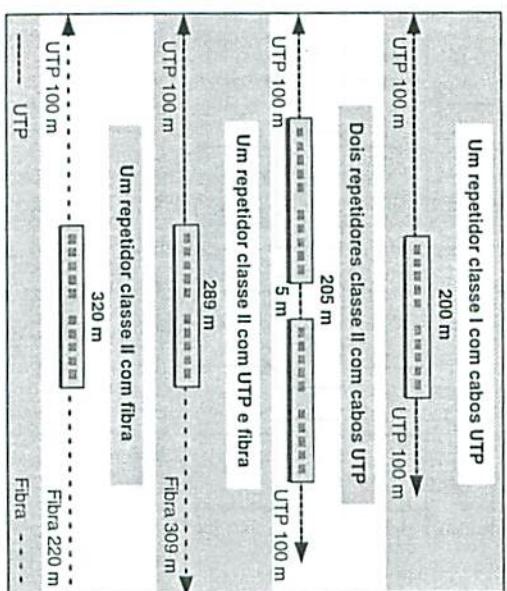


Figura 19-7: Configurações físicas do diâmetro da rede para 100BASE-T.

O diâmetro de uma rede 100BASE-T pode variar de 205 a 320m, dependendo do cabeamento e do número de repetidores usados.

| | Diâmetro da rede para uso de repetidores | |
|--|--|-------------|
| Coneção | UTP | UTP + Fibra |
| 1 Repetidor Classe I | 200m | 201m |
| 2 repetidores Classe II | 205m | 216m |
| Coneção Ponto a Ponto | | |
| Repetidor/ Repetidor ouSwitch/Switch half-duplex | 100m | - |
| Repetidor/Repetidor ou Switch/Switch full-duplex | 100m | 200m |

Tabela 19-2: Diâmetro da rede para uso de repetidores.

19.3.2.3 Regras de repetição para 1000Base-T

O grupo de estudo que definiu o Gigabit Ethernet se deparou com um problema quanto ao diâmetro máximo permitido para essa tecnologia. Se fosse seguida a lógica da regra de repetição para as redes de 10 e 100Mbps, o diâmetro total para o Gigabit Ethernet seria de 25m, o que a tornaria uma tecnologia inviável. O que o grupo fez foi aumentar o tamanho do menor frame (que era de 512 bits) para 512 bytes. Isso possibilitou o aumento de diâmetro da rede Gigabit Ethernet para 200 ou 220m, dependendo do cabo utilizado. Dessa forma, a regra de repetição para redes Gigabit Ethernet é simples: 2-1, ou seja, é permitido 2 *links* de cabos UTP ou fibra óptica para segmentos de 100m e apenas 1 repetidor. A Tabela 19-3 mostra um resumo dessas características.

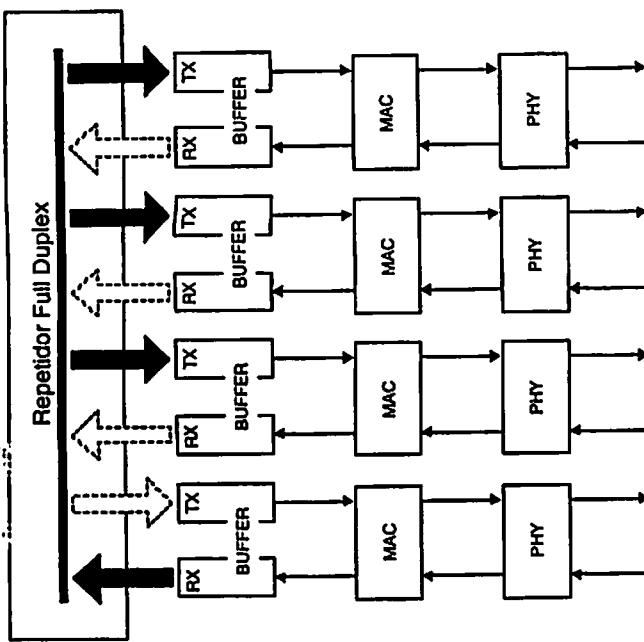


Figura 19-19: O novo repetidor para Gigabit Ethernet é full-duplex e envia e reúba pacotes em todas as portas que possuem um pequeno buffer para recepção de pacotes.

Até a data de término deste trabalho, ainda não existia nenhum repetidor Gigabit Ethernet, pois o preço desse dispositivo é bem próximo ao dos switches, que têm um valor de mercado bem maior.

19.4 Bridges

As bridges funcionam basicamente como dispositivos que selecionam e separam o tráfego de uma rede para outra. Além de regenerarem o sinal, elas podem realizar filtragem de pacotes baseada na informação do endereço físico (MAC). As bridges ficam localizadas entre os segmentos de duas redes, escutando o tráfego de ambos os lados. Quando uma bridge recebe uma transmissão endereçada a um dispositivo localizado em outro segmento de rede, ela simplesmente repete a transmissão para o segmento endereçado. Diferente dos repetidores e hubs, as bridges trabalham na camada de enlace de dados do modelo OSI, pois elas precisam ler o endereço físico de cada frame para determinar em qual porta o dispositivo de destino reside, conforme você pode observar na Figura 19-9.

| Tipo de Cabo | Diametro máximo |
|---|-----------------|
| Ponto a ponto half-duplex | |
| 1000BaseCX – Repetidor/repetidor ou Switch/Switch | 25m |
| 1000BaseT – Repetidor/Repetidor ou Switch/Switch | 100m |
| 1000BaseSX ou LX – Repetidor/Repetidor ou Switch/Switch | 316m |
| Um segmento de repetidor | |
| 1000BaseCX: | 50m |
| 1000BaseT | 200m |
| 1000BaseSX ou LX | 220m |

Tabela 19-3: Características do Gigabit Ethernet.

Repetidor Gigabit Ethernet

Um novo dispositivo chamado **Full-duplex Repeater ou Buffered Distributor** é usado atualmente em redes Gigabit Ethernet. Esse dispositivo combina as características de um repetidor e de um switch:

- assim como um repetidor, ele propaga o tráfego para todas as portas, exceto a porta que originou o pacote. (O switch propaga somente para uma porta específica);
- todas as portas operam na mesma velocidade de 1Gbps. (O switch pode ter portas com velocidades diferentes);
- ele tem um pequeno buffer para pacotes, mas as funções de MAC, como verificação de endereço e despacho de pacotes para portas específicas (realizadas pelo switch), são feitas de maneira ainda bem rudimentar;
- assim como no switch, ele tem controle de fluxo, utilizando o IEEE802.3x.

A figura 19-8 mostra o diagrama de blocos de um repetidor para Gigabit Ethernet.

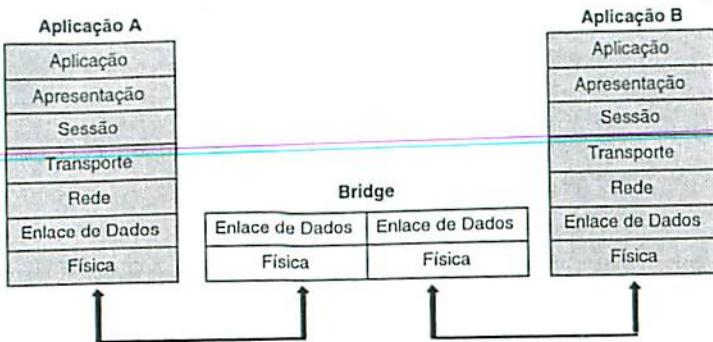


Figura 19-9: As bridges trabalham na camada 2 do modelo OSI.

19.4.1 Bridges como ferramenta de segmentação de redes

Uma boa estratégia para gerenciar eficientemente o crescimento de uma rede é segmentá-la. É sabido que o tráfego presente influencia diretamente no desempenho de uma rede como um todo, e as bridges podem ser usadas para gerenciar de forma mais efetiva esse tráfego indesejado. A Figura 19-10 mostra a relação de uma rede utilizando repetidores ou hubs *versus* o uso de bridges. Nota-se que à medida que o número de nós aumenta, o *throughput* de cada máquina diminui, e essa situação se complica na proporção em que mais repetidores são acrescentados na rede. Com o uso de bridges, o número de nós pode aumentar mantendo-se o mesmo *throughput* da rede.

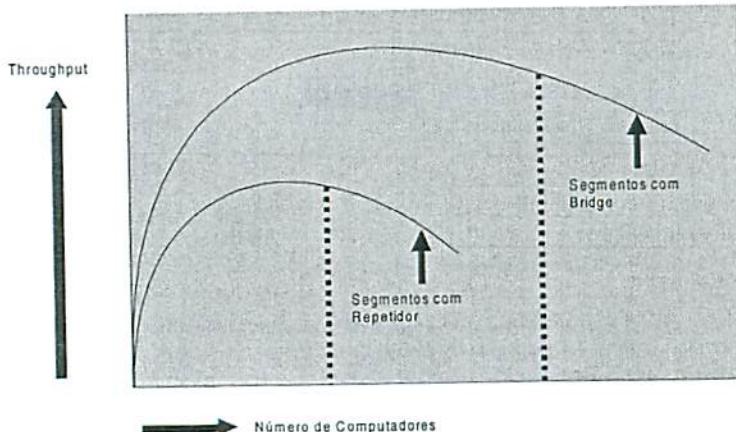


Figura 19-10: Comparação de uma rede usando bridge e repetidor. Em uma rede Ethernet pode-se usar a relação 80/20, ou seja, 80% do tráfego local e 20% do tráfego passando pela bridge.

Existe uma regra, chamada 80/20, que pode ser utilizada em aplicações com bridges. Por essa regra, 80% do tráfego em uma rede deve ser local e os outros 20% devem passar pelo *backbone*. Em ambientes onde o uso de Internet, intranets e multimídia é intenso, essa relação passa a ser 20/80, ou seja, 20% do tráfego local e 80% passando pela bridge ou switch.

19.4.2 Serviços realizados pelas Bridges

De um modo geral, as bridges realizam 3 funções básicas:

- **Frame Forwarding** (encaminhamento de frames)

As bridges recebem pacotes de um segmento e os encaminham para outros.

- **Loop Resolution** (Resolução de loop)

Em redes grandes com *links* redundantes, pode ocorrer situações em que pacotes trafeguem de uma bridge a outra continuamente em um *loop*. Alguns tipos de bridges têm a capacidade de identificar e corrigir esse problema, removendo esses pacotes.

- **Learning** (Aprendizagem)

A bridge tem capacidade de aprender e montar tabelas contendo os endereços físicos de todos os dispositivos que em suas portas estejam conectados. Alguns tipos de bridges, como as *Transparent Bridges*, podem também aprender a topologia da rede examinando o fluxo de pacotes.

19.4.3 Tipos de Bridges

Existem seis tipos básicos de bridges:

- internas;
- externas;
- locais;
- remotas;
- *encapsulating bridges* e
- *source routing bridges*.

Esses seis tipos podem ser agrupados em:

- **Bridges internas e externas**

Um servidor Novell, Windows NT 4.0 ou 2000 e duas ou mais placas de rede constituem uma bridge interna. As funções de *bridging* são realizadas pelo Sistema Operacional. Apesar de muito utilizadas, as bridges internas são lentas e são normalmente utilizadas em pequenas redes. As bridges externas são caracterizadas por dispositivos com hardware e software dedicados a essa função e, por isso, são mais eficientes, sendo indicadas para uso em redes grandes.

- Bridges locais e remotas
- As bridges podem também ser locais ou remotas. Bridges locais conectam LANs dentro do mesmo prédio ou área. Bridges remotas podem conectar LANs localizadas em locais separados por *links* analógicos ou digitais.

- Encapsulating bridges

Este tipo de bridge pode encapsular um pacote que será despachado para uma rede que possui um protocolo diferente. Um tipo de encapsulating bridge que trabalha em redes Ethernet é a *Transparent Bridge*.

- Source routing bridges

Projetada para redes *TOKEN Ring*, este tipo de bridge não necessita manter tabelas de roteamento, tomando decisões de despachar o frame baseado nas informações trazidas pelo próprio frame.

Spanning Tree

O IEEE definiu um padrão para as bridges transparentes (*Transparent or Learning Bridges*) chamado IEEE 802.3d. Isso porque essas bridges possuem a capacidade de “aprender” (via software) a topologia de uma rede, de maneira que, após um frame ser transmitido em um determinado segmento, a bridge determina se esse frame será ou não despachado para o segmento onde o dispositivo de destino está. Quando várias bridges são conectadas em uma rede com a função de segmentação de tráfego, pode ocorrer de algumas portas terem caminhos diferentes para se chegar a um mesmo endereço de destino, gerando redundância nas tabelas internas e acarretando *loops* de caminhos, que não permitirão que o pacote alcance seu destino. O algoritmo STP⁸ (*Spanning Tree Algorithm*), que está inserido no padrão IEEE 802.3d, otimiza as tabelas internas das bridges de forma a evitar que esses *loops* sejam gerados.

19.4.4 Funcionamento de uma Bridge

Para entendermos melhor como as bridges trabalham, vamos observar a sequência de figuras mostradas a seguir: de acordo com a Figura 19-11, uma *transparent bridge* B1 com três portas é utilizada para segmentar uma rede em segmentos chamados S1, S2 e S3. Quando a bridge é inicializada, suas tabelas internas estão vazias. No momento em que a estação A no segmento S1 transmite um frame para a estação B no segmento S2, a bridge copiará o endereço MAC da estação A para sua tabela porque este dispositivo está no mesmo segmento que gerou o frame. Como a bridge ainda não sabe onde está a estação D de destino, ela transmite o frame para todas as portas ativas.

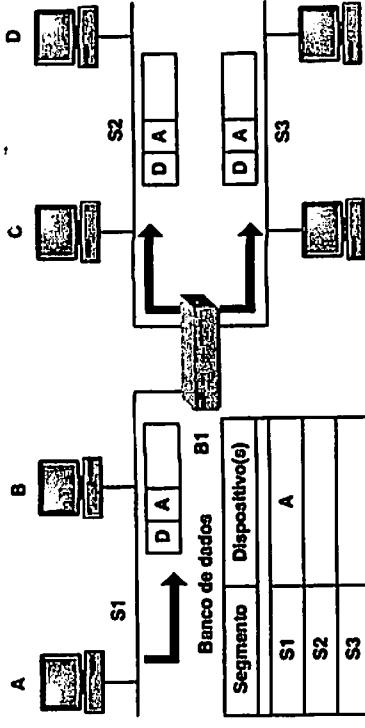


Figura 19-11: A bridge aprende a localização do dispositivo A e o armazena em sua tabela. Como ela não conhece onde o dispositivo D está, um flooding (broadcast) é gerado em todas as portas, exceto na porta que iniciou o processo.

A estação D, para responder à estação A, constrói um frame contendo o endereço MAC da estação A, despachando-o para o segmento S2. A bridge B1 lê então esse frame, identificando que a estação D está conectada diretamente ao segmento S2 e escreve esta informação em sua tabela, conforme a Figura 19-12.

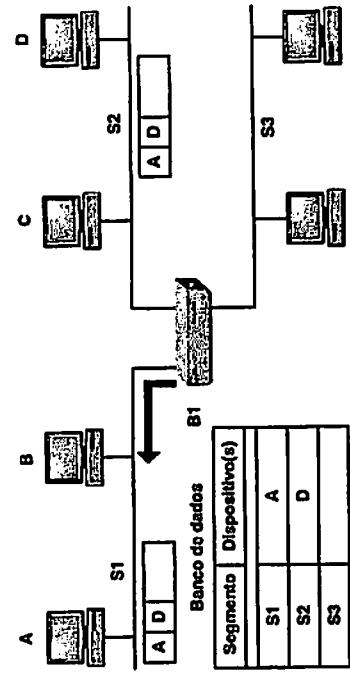


Figura 19-12: Após receber o broadcast na estação B, a estação D responde, criando um frame contendo o endereço MAC destino da estação A.

Como a bridge tinha identificado previamente que a estação A está no segmento S1, ela despachará o pacote somente para este segmento, não utilizando mais as outras portas da bridge. Suponhamos agora que a estação C no segmento S2 envie um frame para a estação D no mesmo segmento. A bridge lê o frame e verifica se os endereços MAC da estação C e D contidos nesse frame estão armazenados em sua tabela. Como o endereço da estação C ainda não existe para essa bridge, ela o copia para

⁸ Esse algoritmo foi inventado por Radia Perlman, da Digital Corp.

sua tabela, conforme a Figura 19-13. Como endereço da estação D já existe na tabela interna dessa bridge e as duas estações estão no mesmo segmento, a bridge filtra esse frame (o descarta), já que não é necessário nenhum processamento para que o frame encontre seu destino.

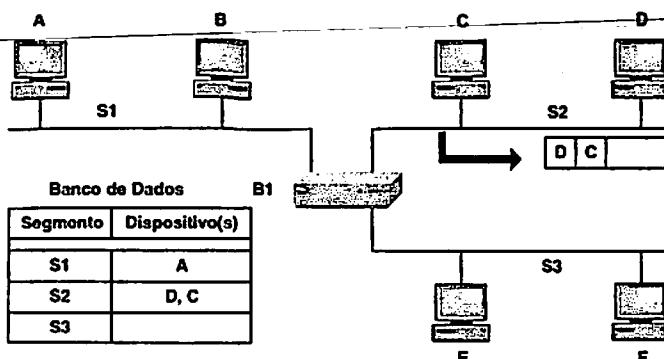


Figura 19-13: As estações C e D estão no mesmo segmento fazendo com que a bridge apenas filtre este frame.

19.5 Switches

Os switches são os componentes mais importantes de um ambiente de rede atualmente. Além de efetuarem segmentação (função já realizada pelas bridges), eles podem garantir uma certa banda para cada porta. Um switch lê o endereço físico de cada frame, repetindo-o somente para o computador ou computadores para os quais o frame foi endereçado.

19.5.1 Operação básica de um switch

Os switches nasceram originalmente das bridges, o que quer dizer que eles também trabalham na camada 2 do modelo OSI, utilizando freqüentemente o protocolo *Spanning Tree* (criado especialmente para as bridges e que tem como função evitar redundância de caminhos).

Na década de 80, as empresas começaram a vender bridges de duas portas para segmentar redes grandes. Com a queda nos custos dos componentes eletrônicos, foi possível construir bridges com mais portas, dando origem aos dispositivos chamados de *Switching Hubs*⁹. Um switch recebe um pacote em uma porta, armazena-o temporariamente, e então o envia para a porta de destino, referenciada pelo endereço MAC contido no frame.

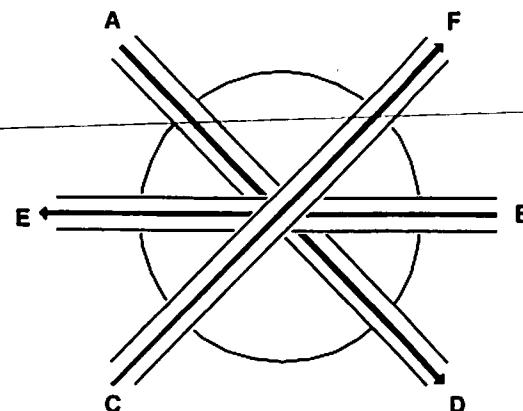


Figura 19-14: Múltiplos streams de dados podem passar através de um switch sem um afetar o outro.

Um switch pode receber múltiplos streams de dados, de maneira que um stream não afeta outros. O conceito mais importante que precisa ser entendido sobre switches é que *eles garantem uma determinada banda para cada porta*. Isso significa, por exemplo, que se você conectar um hub na saída de um switch, todos os computadores ligados a esse hub compartilharão a velocidade determinada para esse hub. A grande vantagem do switch é garantir banda suficiente para determinado segmento de rede, independente do número de computadores existentes e das requisições que cada dispositivo exige. A Figura 19-15 ilustra melhor esta situação. Temos um switch com uplink de 100Mbps onde conectamos dois servidores. Hubs estão conectados nas portas do switch. Temos, dessa maneira, 10Mbps garantidos que serão divididos pelo número de computadores, ou seja:

$$\frac{10 \text{ Mbps}}{4 \text{ (nº de comp.)}} = 2,5 \text{ Mbps garantidos para cada computador}$$

⁹ Como regra geral, toda bridge com duas portas é chamada de switch e toda bridge com mais de duas portas é chamada de switching hub.

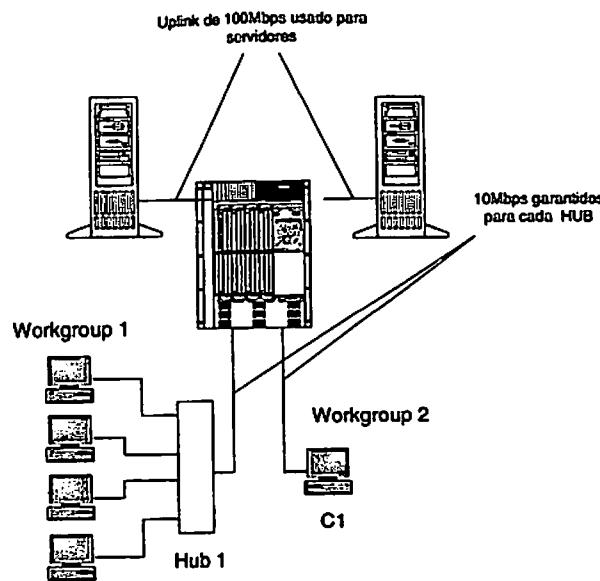


Figura 19-15: Usar um *switch* para criar workgroups com servidores garante um certo nível de tráfego para cada computador no segmento de rede. No segmento onde está o hub 1, a velocidade garantida de cada computador é 2,5Mbps, enquanto no segmento 2 o computador C1 trabalhará com velocidades de 10Mbps.

19.5.2 Características técnicas dos *switches*

Não há uma definição clara dos tipos de *switches* utilizados porque esse entendimento depende muito da visão dos fabricantes e cada um tem sua própria classificação. Mas, se observarmos a 3Com, a Cisco e a Nortel, os principais fabricantes do mercado, veremos que, de um modo geral, podemos utilizar os seguintes parâmetros para classificar esses dispositivos:

- velocidade do barramento interno (*backplane*),
- velocidade e tipo das portas,
- tamanho do buffer interno para pacotes,
- mecanismos de *forwarding* e
- uso de VLAN.

19.5.2.1 Velocidade do *backplane*

O *backplane* é o barramento interno de um *switch*. Um dos parâmetros mais importantes para escolha de um *switch* é o throughput teórico agregado, definido pela capacidade do *backplane* de um *switch* de manter todas as portas trabalhando na velocidade máxima (*full-wire speed*). O *backplane* do *switch* tem que ter condições suficientes para dar vazão a todo tráfego gerado e requisitado pelas estações. Pela equação abaixo:

$$V_{\text{backplane}} = \frac{\text{Número de portas} \times \text{Velocidade da porta}}{2}$$

Onde $V_{\text{backplane}}$ é a velocidade em Mbps do *backplane* interno do *switch*. O motivo da fórmula estar dividida por 2 é porque estamos considerando operação *full-duplex*. Por exemplo, um *switch* com 10 portas de 100Mbps e 2 portas de 1000Mbps deve possuir um *backplane* com capacidade de 1,5Gbps para garantir velocidade máxima em todas as portas (*full-wire speed*). Em função da velocidade do *backplane*, da quantidade e velocidade das portas, os *switches* podem ser do tipo *blocking* ou *non-blocking*:

- *Blocking*: quando um *switch* não consegue manter o total de tráfego em todas as portas (*full wire speed*).
- *Non-blocking*: quando o *backplane* tem plenas condições de manter o *full-wire speed*.

19.5.2.2 Velocidade e tipo das portas

Embora *switches* com interfaces *FDDI* e *Token Ring* ainda sejam vendidos, a maioria deles utiliza portas Ethernet de 10Mbps a 1000Mbps. Equipamentos que possuem portas de 10/100Mbps permitem a migração de uma rede 10Mbps para velocidades maiores sem alteração de hubs, cabeamento e placas de rede.

19.5.2.3 Tamanho do buffer interno para pacotes

Um *switch* possui tipicamente dois tipos de memória: uma memória chamada *Source Address Table* – SAT, que é a memória onde os endereços MAC são armazenados, e outra memória chamada *Frame Buffer Memory* – FBM, onde ficam os frames. Ambas são importantíssimas para o desempenho de um *switch*. Se a SAT for muito pequena e o *switch* estiver em uma rede com um número grande de máquinas, pode ocorrer um *overflow*, gerando perda de endereços de destino e obrigando o *switch* a gerar tráfego em todas as portas com o objetivo de descobrir novamente esses endereços, o que aumenta significativamente o tráfego na rede inteira. A FBM é a memória mais importante, pois em *switches* com portas *dual-speed*, uma quantidade muito grande desse tipo de memória é necessária, já que pode-se receber um pacote com determinada velocidade em uma porta e ter que despachá-lo em outra porta com velocidade diferente.

19.5.2.4 Link Aggregation

O IEEE desenvolveu um padrão chamado IEEE 802.3ad que possibilita a conexão entre dois *switches* através de links paralelos ou de backup. Se uma porta cair por qualquer motivo, o link de backup será ativado em fração de segundos.

19.5.2.5 Mecanismos de *forwarding*

Existem três mecanismos para processamento de pacotes em um *switch*:

- *Store-and Forward*: utilizado por todos os *switches*. Nesse tipo de mecanismo, todos os frames são armazenados antes de serem despachados.

O delay depende do tamanho do pacote. Pode ser um mecanismo problemático se houver muitos switches em cascata.

- **Cut-Through:** os frames são despachados depois que o endereço de destino é lido, o que resulta em um baixo delay.
- **Modified Cut-through:** é o melhor dos três mecanismos. Ele recebe os primeiros 64 bytes de um pacote e, se eles estiverem íntegros, serão então processados.

O tipo de mecanismo de *forwarding* utilizado dependerá do ambiente de rede disponível. Se houver necessidade de mais velocidade e menos delay, a melhor escolha pode ser o *Cut-Through*. Se a necessidade for eficiência (pacotes sem erros) e estabilidade, então a melhor opção é o mecanismo *Store-and-forward*. A Figura 19-16 mostra os três tipos de mecanismos utilizados. O ponto de onde o frame é despachado é mostrado em cada mecanismo.

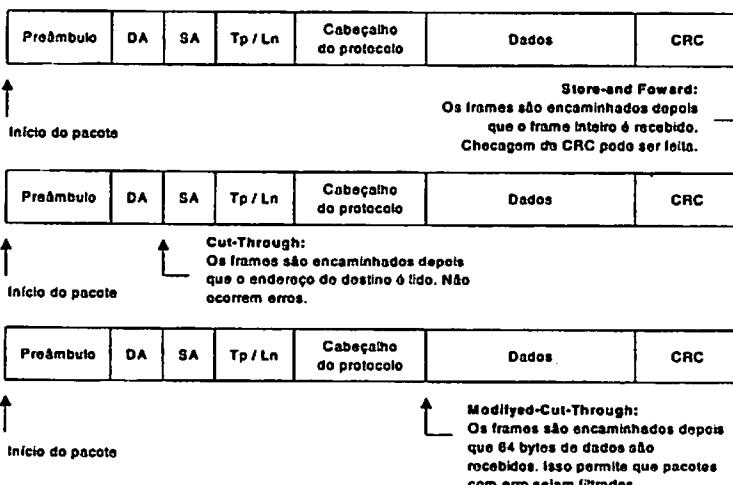


Figura 19-16: Modos de encaminhamento dos pacotes de um switch.

19.5.3 Tipos de Switches

Em função dos parâmetros anteriores, podemos dividir os switches nas seguintes categorias lógicas:

- **Core Switches,**
- **Workgroup ou Edges Switches e**
- **Desktop Switches.**

19.5.3.1 Core Switches

Esses switches, conhecidos também como *Backbone* ou *Campus Switches*, são escolhidos para implementações de redes grandes. Normalmente são switches *non-blocking*, possibilitando o processamento de um grande volume de pacotes por segundo e garantindo *full-wire speed full-duplex* para todos os segmentos de

redes que irá servir. Possuem também número grande de VLANs, buffer grande para pacotes e características, como agregação de tráfego, qualidade de serviço (QoS) e fonte redundante. Normalmente são utilizados em configuração de *backbone* do tipo colapsado, possuindo portas de alta velocidade, como o GigabitEthernet, conforme Figura 19-17.

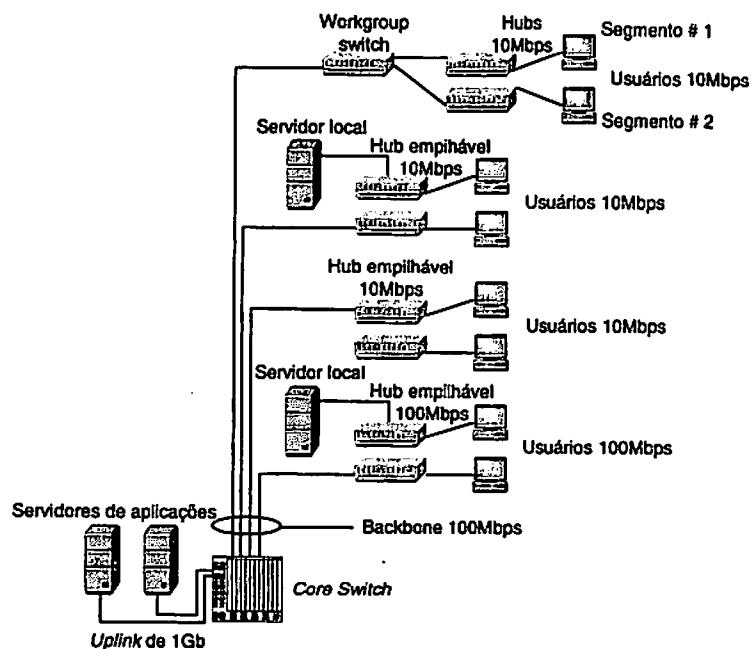


Figura 19-17: Um Core Switch em uma rede com configuração collapsed backbone.

19.5.3.2 Workgroup ou Edge Switches

Os *Edge Switches* (ou *workgroup*) são utilizados nas pontas da rede, segmentando e garantindo tráfego para vários computadores de um departamento ou grupo de trabalho. Normalmente são *switches blocking*, possuindo um buffer pequeno para pacotes, com portas de 10/100Mbps que podem ou não ser *full-duplex*. Eles estão sempre conectados nos *cores switches* em configurações típicas. Normalmente têm possibilidade de construir poucas VLANs.

19.5.3.3 Desktop Switches

Esses switches são usados para segmentarem a rede disponibilizando para cada um desses segmentos uma conexão dedicada de 10 ou 100Mbps. São utilizados em redes pequenas e seu uso hoje está muito limitado, pois não possuem VLANs e nenhuma característica de QoS ou agregação de tráfego. Na Figura 19-18 podemos ver a aplicação do uso de um *desktop switch*.

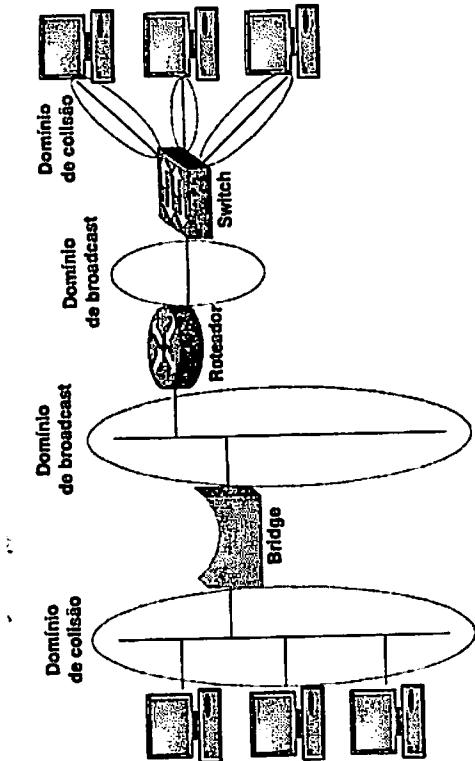


Figura 19-19: Como os bridges, switches e roteadores são utilizados para criar domínio de collisoão广播。bridges e switches barram collisões, enquanto os roteadores barram broadcasts.

1955 VIANS

As VLANs (Virtual LANs) são redes virtuais criadas por um ou mais switches e utilizadas para dividir ou segmentar redes em vários domínios de broadcast. As VLANs segmentam a rede logicamente criando domínios de colisão distintos, ou seja, independentes da localização física dos computadores. As VLANs necessitam de roteadores que permitam que uma VLAN se comunique com outra. Elas possibilitam ainda o agrupamento de recursos na rede através de necessidades semelhantes. Como a VLAN é uma operação lógica, pode-se segmentar uma rede sem necessidade de se mover um único cabo, otimizando-a de acordo com os interesses de administradores e usuários, aplicações e protocolos. A Figura 19-20 ilustra como podemos segmentar uma rede, através de VLAN, criando domínios de broadcast diferentes.

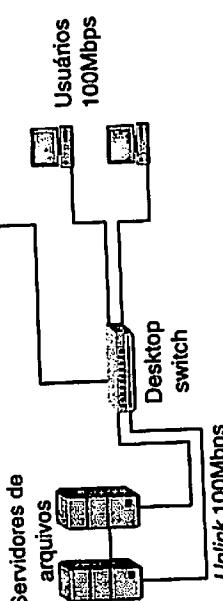


Figura 18-10: Utilização de um desktop switch.

1105 - Considerações de funcionamento de Bridges e Switches

As funções básicas de uma bridge e de um switch são parecidas, já que, de um modo geral, os dois dispositivos encaminham frames baseados nos endereços de destino de suas tabelas internas. No entanto, se observarmos mais detalhadamente, verificaremos que existem diferenças entre os modos como eles trabalham. O funcionamento desses dispositivos é baseado na construção de uma tabela (ver Tabela 19-4), contendo todos os endereços MAC de todos os dispositivos conectados às portas dos mesmos. Quando um novo frame chega, o endereço MAC de destino dos dispositivos é verificado e o frame é enviado somente para a porta na qual ele foi destinado. Nas switches, as decisões de filtragem são feitas com a utilização de um chip ASICs (Application specific integrated circuit), que realizadas por software.

Specific Integrated Circuits). Em uma bridge, essas operações são realizadas dentro de switches.

Por essa razão, as bridges são muito mais lentas do que os switches. Cada porta de uma bridge e também de um switch cria um segmento único (chamado *Domínio de Colisão*) no qual os frames enviados para qualquer dispositivo do mesmo segmento podem colidir com frames nesse mesmo segmento ou com estações conectadas em um mesmo hub. Nesse esquema, enquanto as colisões são barradas, os pacotes de broadcast e multicast são propagados em todas as portas, criando o que chamamos de *Domínio de Broadcast*. Essa é uma característica muito importante, já que vários sistemas operacionais geram pacotes de broadcast para propagarem seus serviços. Os roteadores são usados para criar diferentes domínios de broadcast. A Figura 19-19 ilustra como as bridges e os switches podem ser utilizados para criarem domínios de colisão e de broadcast em redes.

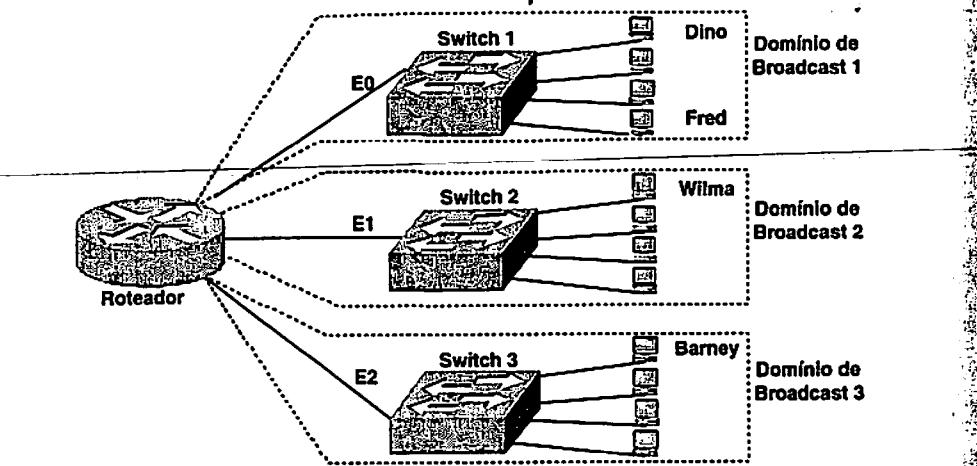


Figura 19-20: Criação de três domínios de broadcast utilizando switches individuais. Não existe nenhuma VLAN em nenhum switch.

Na Figura 19-20, a configuração mostrada é de três domínios de broadcast com o uso de três switches; já na Figura 19-21, temos três domínios de broadcast em um único switch com a criação de três VLANs.

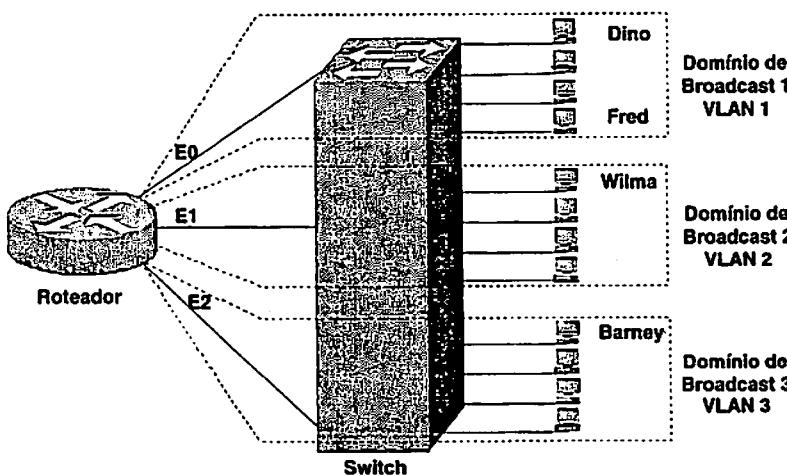


Figura 19-21: De acordo com a figura acima, podemos observar que existem três domínios de broadcast com a criação de três VLANs.

Alguns exemplos podem ilustrar bem a utilização de VLANs em redes de computadores:

- Criação de grupos departamentais

Pode-se criar uma VLAN envolvendo algumas ou todas as máquinas de um determinado departamento, por exemplo. Isso pode ser estendido para os demais departamentos de uma empresa.

- Criação de grupos hierárquicos

Pode-se criar uma VLAN para a diretoria, outra para gerentes e assim sucessivamente.

- Criação de grupos hierárquicos

Pode-se criar VLANs que atendam às necessidades de usuários que utilizam determinadas aplicações, como multimídia e CAD.

19.5.5.1 Vantagens do uso de VLANs

Facilidade de configuração, maior largura de banda, segmentação em função dos recursos e desempenho são apenas algumas das vantagens da utilização de VLANs em redes locais.

19.5.5.1.1 Facilidade de configuração

Como a VLAN é basicamente uma operação lógica, ela pode ser facilmente criada através da interface de configuração do switch, ou seja, não é necessário a inclusão de nenhum equipamento extra para realizar operações, como adição e remoção de membros de uma VLAN, bastando configurá-los através de uma console, como um PC conectado à porta serial do switch ou através de rede utilizando telnet.

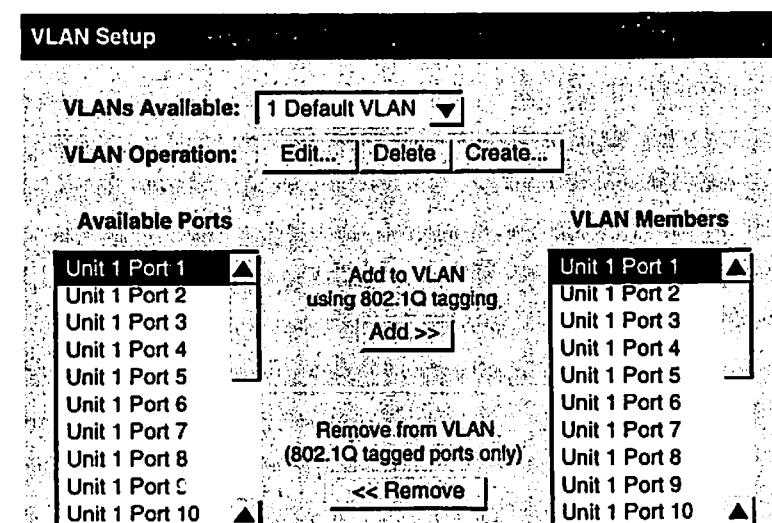


Figura 19-22: Interface de configuração de um switch. Para criar uma VLAN, basta escolher as portas e os membros que pertencerão a cada VLAN. Na figura acima, as portas 1 até 10 pertencem à VLAN UNIT 1.

19.5.5.1.2 Mais largura de banda

As VLANs isolam os *broadcasts* criando vários domínios de colisão, aumentando, dessa maneira, a largura de banda real da rede.

19.5.5.1.3 Segmentação da rede em função dos recursos

Uma otimização do uso de recursos pode ser atingida com a criação de VLANs segmentadas, logicamente para satisfazerem às necessidades de grupos de usuários.

19.5.5.1.4 Desempenho

Essa é, talvez, a melhor das vantagens na criação de VLANs em redes locais, pois como os domínios de colisão e de broadcast estão controlados, existe uma economia real de banda, melhorando quantitativa e consideravelmente o tráfego na rede.

19.5.6 Switch camada 2 e camada 3

Os switches são classificados em função da camada em que eles trabalham e, por essa razão, possuem funções e características que os diferem entre si. Os switches camada 2 operam de maneira a possibilitarem a criação de VLANs e garantirem um certo nível de tráfego nos segmentos de redes criados em suas portas. Já os switches camada 3 são roteadores que realizam, através de portas Ethernet, operações de roteamento entre VLANs. Eles podem atuar também como roteadores comuns que utilizam informações de protocolos camada 3, como o IP ou o IPX. É importante salientar que switches camada 2 possuem VLAN e garantia de tráfego por porta. Suas decisões para o processamento de pacotes são tomadas baseadas no endereço MAC, enquanto switches camada 3 são roteadores que verificam informações baseadas nos protocolos de camada 3. A Tabela 19-5 ilustra as principais características dos switches camada 2, camada 3 e dos roteadores comuns.

| Característica | Bridging | Switching | Roteamento |
|---|----------|-----------|------------|
| Permite maiores distâncias de cabos? | sim | sim | sim |
| Diminui colisões, assumindo igual carga de tráfego? | sim | sim | sim |
| Diminui o impacto de broadcast? | não | não | sim |
| Diminui o impacto de multicast? | não | sim | sim |
| Aumenta o uso da largura de banda? | sim | sim | sim |
| Permite filtros na camada 2? | sim | sim | sim |
| Permite filtros na camada 3? | não | não | sim |

Tabela 19-4: Comparação dos serviços realizados pelos bridges, switches e roteadores.

19.6 Roteadores

Até agora falamos de dispositivos que operam somente na rede local (ou camada 2 do modelo OSI). Os mecanismos que compõem os equipamentos que trabalham nessa camada conseguem encontrar somente dispositivos que estejam na rede local. Se um computador precisar comunicar-se com outro que esteja em uma outra rede, a camada 2 não tem como resolver essa situação e é nesse ponto que entram os roteadores. Um roteador trabalha na camada 3 do modelo OSI, ou seja, ele trabalha com endereço lógico ou endereço que depende das características do protocolo.

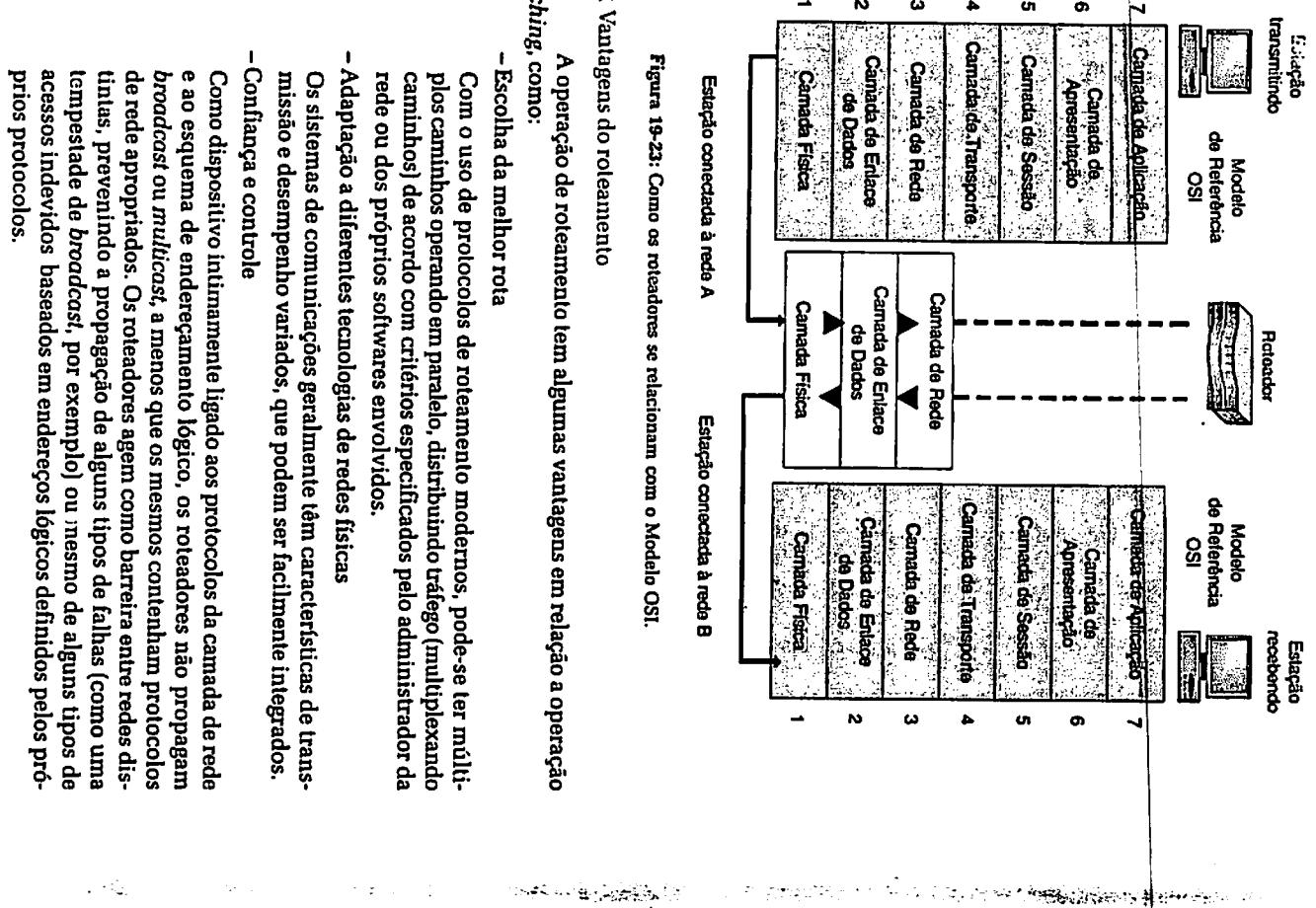
19.6.1 Roleamento

É o mecanismo através do qual dois roteadores (ou mesmo um computador) encontram o melhor caminho para o encaminhamento de pacotes através de uma ou mais redes. O processo de roteamento envolve:

- determinar que caminhos estão disponíveis;
- selecionar o "melhor" caminho para uma finalidade particular;
- usar o caminho para encontrar outros sistemas;
- ajustar o formato dos dados (datagramas) às tecnologias de transporte disponíveis, como o MTU¹⁰, por exemplo.

O roteamento de pacotes através de redes é possível graças aos protocolos que possibilitam a operação de roteamento, como o IP, o IPX, o Appletalk e também através dos protocolos que efetuam o processo de roteamento em si, como o RIP, OSPF, BGP4, etc. Na arquitetura TCP/IP, o roteamento é baseado no endereçamento IP, mais precisamente na parte de identificação de rede de um endereço IP. Toda a tarefa de roteamento é desenvolvida na camada 3 do modelo de referência OSI, como na figura 19-23.

10 Maximum Transfer Unit – MTU é a unidade de transferência máxima que a camada 2 suporta. A maioria dos serviços de camada 2 possibilita MTU de 1500 bytes.



- Reportam erros
- Roteadores usam o protocolo ICMP (*Internet Control Message Protocol*) para relatar/tratar condições de erro.

19.6.2 Mecanismos de entrega de dados

Para que os pacotes de informações sejam despachados para seus destinos, os roteadores empregam vários mecanismos de entrega, como veremos agora:

19.6.2.1 Entrega direta

Realizada quando a máquina de destino encontra-se na mesma rede física da máquina de origem. Nesse caso, faz-se o mapeamento do endereço lógico (IP) para o endereço físico (Ethernet, Token Ring, ATM), seguido da entrega dos dados.

19.6.2.2 Entrega indireta

Realizada quando a máquina destino não se encontra na mesma rede física da máquina de origem. Nesse caso, os dados são enviados para o roteador (*gateway*) mais próximo, e assim sucessivamente, até chearem à máquina de destino.

19.6.3 Tabelas de roteamento

Cada roteador (ou computador¹¹) individualmente em uma rede precisa dispor de informações sobre a(s) rede(s) a(s) qual(is) está conectado. Tais informações permitem ao roteador (ou computador) fazer a entrega dos dados. Esse conjunto de informações armazenadas é chamado *Tabela de Roteamento*. A tabela de roteamento deve guardar informações sobre quais conexões estão disponíveis, indicações de desempenho, custo do uso de determinada conexão, etc. Antes de enviar um datagrama, o roteador (ou computador) precisa consultar sua tabela de roteamento para decidir qual o melhor caminho e, obtida a resposta, fazer a entrega do mesmo de forma direta (destino em rede diretamente conectada) ou através de roteador (destino em rede não diretamente conectada). Na Figura 19-24 podemos verificar como a tabela de roteamento mantém as informações sobre rotas.

19.6.6.1 Vantagens do roteamento

A operação de roteamento tem algumas vantagens em relação a operação de switching, como:

- Escolha da melhor rota
- Com o uso de protocolos de roteamento modernos, pode-se ter múltiplos caminhos operando em paralelo, distribuindo tráfego (multiplexando caminhos) de acordo com critérios especificados pelo administrador da rede ou dos próprios softwares envolvidos.
- Adaptação a diferentes tecnologias de redes físicas
- Os sistemas de comunicações geralmente têm características de transmissão e desempenho variados, que podem ser facilmente integrados.
- Confiança e controle
- Como dispositivo intimamente ligado aos protocolos da camada de rede e ao esquema de endereçamento lógico, os roteadores não propagam broadcast ou multicast, a menos que os mesmos contenham protocolos de rede apropriados. Os roteadores agem como barreira entre redes distintas, prevenindo a propagação de alguns tipos de falhas (como uma tempestade de broadcast, por exemplo) ou mesmo de alguns tipos de acessos indevidos baseados em endereços lógicos definidos pelos próprios protocolos.

¹¹ Até mesmo um computador com uma única placa de rede deve tomar decisões sobre como encaminhar seus pacotes e, portanto, também possui tabela de roteamento.

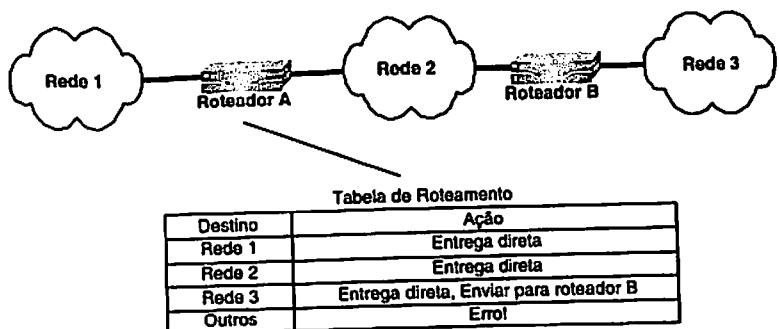


Figura 19-24: Tabela de roteamento contendo informações sobre rede de destino e qual ação a ser executada.

19.6.3.1 Entradas na tabela de roteamento

As entradas da tabela de roteamento fornecem informações sobre o roteamento em redes lógicas. Cada entrada tem, basicamente, a forma:

C:> Route print

Rotas Ativas:

| Endereço de rede | Máscara | End. gateway | Interface | Custo |
|------------------|-----------------|---------------|---------------|-------|
| 127.0.0.0 | 255.0.0.0 | 127.0.0.1 | 127.0.0.1 | 1 |
| 192.168.1.0 | 255.255.255.0 | 192.168.1.200 | 192.168.1.200 | 1 |
| 192.168.1.200 | 255.255.255.255 | | 127.0.0.1 | 1 |
| 192.168.1.255 | 255.255.255.255 | 192.168.1.200 | 192.168.1.200 | 1 |
| 224.0.0.0 | 255.255.255.255 | 192.168.1.200 | 192.168.1.200 | 1 |
| 255.255.255.255 | 255.255.255.255 | 192.168.1.200 | 0.0.0.0 | 1 |

Figura 19-25: Tabela de roteamento em uma máquina Win2000 com serviços de roteamento ligado.

Cada entrada especifica uma rede de destino, a máscara de rede usada e o próximo roteador a ser usado para se chegar à rede de destino. Para redes que estão diretamente conectadas, o endereço IP do roteador de destino é o endereço da interface de conexão à rede. Algumas entradas podem, ocasionalmente, especificar o endereço IP de um dispositivo de destino. É comum a existência de uma entrada "default" para a rede de destino, cujo roteador indicado deve receber o datagrama que contém o endereço destino que não pertence a nenhuma das redes de destino registradas na tabela (essa entrada geralmente é indicada como rede destino 0.0.0.0 e com máscara de sub-rede 0.0.0.0).

19.6.3.2 Inicialização e manutenção de tabelas de roteamento

As tabelas de roteamento são inicializadas a partir de arquivos de configuração ou manualmente pelo administrador da rede. Em alguns casos, manter manualmente tabelas de roteamento pode ser extremamente trabalhoso, além de ser bastante suscetível a erros. Em redes de grande porte são usados roteamentos dinâmicos. O roteamento dinâmico permite a manutenção automática das tabelas de roteamento. Ele é viabilizado através do uso de protocolos de roteamento dinâmico que se responsabilizam por propagar e manter as tabelas de roteamento entre um conjunto de roteadores. Os protocolos de roteamento dinâmico podem ser classificados de acordo com parâmetros, como número de caminhos da tabela de rotas, forma de propagação de rotas entre roteadores, estrutura de organização dos roteadores de uma rede, etc. Veremos agora como é essa classificação:

19.6.3.2.1 Número de caminhos da tabela de rotas

De acordo com o número de caminhos da tabela de rotas, elas podem ser:

- **caminho único:** apenas uma entrada na tabela de rotas para uma rede determinada;
- **múltiplos caminhos:** diversas entradas na tabela de rotas para uma rede determinada;

19.6.3.2.2 Forma de propagação de rotas

De acordo com a forma de propagação de rotas entre os roteadores, elas podem ser:

- **Vetor-distância (*Distance Vector*)**
Os roteadores enviam, de tempos em tempos, uma cópia de sua tabela de rotas para os roteadores vizinhos (diretamente conectados); cada entrada armazena uma métrica de distância ou *hop-count*. Esse algoritmo requer pouca CPU, o que implica em menor tempo de processamento, mas tem convergência lenta, causando mais uso da banda passante;
- **Estado do Link (*Link State*)**

Os roteadores propagam informações sobre o estado de seus enlaces para todos os outros roteadores. Essa forma de propagação utiliza como métrica as condições do link ou o *tick-count*. Esse algoritmo requer mais CPU, o que implica em mais tempo de processamento, mas tem convergência mais rápida, implicando em menos uso da banda passante.

19.6.4 Algoritmos de roteamento

Os algoritmos de roteamento servem, basicamente, para verificar se os pacotes despachados devem ficar na rede local ou devem ser encaminhados para o roteador da rede.

19.6.5 Características de mercado dos roteadores

O mercado consumidor de roteadores, atualmente, pode ser dividido da seguinte maneira:

- Pequenos escritórios, com mais de 20 usuários, ambiente estático, acesso à internet e e-mail, que procuram pelo menor preço.
- Escritórios de porte médio, com mais de 100 usuários, com aplicações cliente/servidor, acesso a Internet e intranet, com um ambiente com pouco crescimento ou mudanças que também procuram uma solução de baixo custo.
- Grandes empresas, com mais de 250 usuários, com aplicações cliente/servidor, intranet, Internet e extranet, com alto poder de crescimento e mudanças, que procuram soluções de ciclo de vida dos equipamentos mais baixos e procurando por tecnologias que lhe dêem vantagens competitivas.

Todos esses consumidores desejam também que os roteadores atendam a requisitos básicos de interoperabilidade de redes: confiabilidade, escalabilidade, segurança, flexibilidade, custo e gerenciabilidade.

19.6.6 Tipos de roteadores

Os roteadores podem ser divididos em: roteadores de pequeno, médio e grande porte. Cada tipo de roteador atende a um determinado nicho e suas características dependem de em qual mercado ele vai atuar. Nós abordaremos somente os roteadores de pequeno e médio porte da *Cisco*, por este ser um dos fabricantes mais conhecidos e respeitados do mercado.

19.6.6.1 Cisco Série 800

Primeiro nível de roteadores *Cisco*, a série 800 é voltada para o mercado de pequenas empresas e poucos serviços. São roteadores que trabalham com velocidades de até 512 Kbps e não oferecem *dial backup*. São muito utilizados no mercado brasileiro, onde as velocidades nos links normalmente não excedem 512 Kbps.

19.6.6.2 Cisco Série 1600

Os roteadores *Cisco* da série 1600 são aqueles que suportam até 2Mbps em suas portas WAN. São roteadores mais potentes, voltados para um mercado mais exigente. São mais caros do que a série 800, mas oferecem recursos de administração mais poderosos e avançados. O modelo 1605-R, por exemplo, por possuir duas portas Ethernet, é muito útil quando queremos criar duas sub-redes: uma interna, e outra de endereços válidos para Internet. Nesse roteador, é possível ainda implementar *dial backup* usando ISDN ou um módulo WAN adicional (síncrono ou assíncrono).

19.6.6.3 Cisco Série 1700

Os roteadores *Cisco* da série 1700 são voltados para aplicações específicas. Cada modelo dessa família é desenvolvido para atender a propósitos distintos. O modelo *Cisco* 1720, por exemplo, suporta aplicação de dados, incluindo VPNs e acesso a serviços de banda larga. Como ele possui um módulo de processamento de

criptografia, esse roteador é capaz de trabalhar com o 3DES (algoritmo criptográfico) a velocidades de 2Mbps. Ele suporta também uma gama de serviços WAN, como linhas dedicadas (PPP e HDLC), Frame Relay, ADSL, ISDN BRI, X-25, etc. Já o modelo *Cisco* 1750 é um roteador excepcional para se trabalhar com linhas de voz, podendo usar interfaces E&M, FXS, FXO e ISDN.

19.6.6.4 Cisco Série 2600

A série *Cisco* 2600 surgiu para substituir a linha 2500. A grande vantagem dessa série é ela ser modular e poder fazer quaisquer das configurações do modelo 2500 em um único chassis. Seus pontos fortes são o suporte a voz, modularidade e flexibilidade para aplicações, como segurança, voz sobre IP e VPNs.

19.6.6.5 Cisco Série 3600

Uma das séries mais utilizadas no mercado de roteadores. Os modelos 3620, 3640 e 3660 são os mais versáteis e flexíveis da *Cisco*. Entre suas características principais estão Wan de densidade média com conectividade discada, conexões ATM de baixa densidade, modems sobre linhas PRI de média densidade, etc.

Capítulo vinte

Projeto, implantação e prática de um sistema de cabeamento estruturado

Ao final deste capítulo, você saberá:

20

- O que é um projeto.
- Os principais pontos de um projeto de cabeamento estruturado.
- O escopo do trabalho de um projeto de cabeamento estruturado.
- Softwares aplicativos que ajudam a desenvolver um bom projeto de cabeamento estruturado.
- Dicas para a elaboração de um bom projeto de cabeamento estruturado.
- Como construir um "as built".

Neste capítulo aprenderemos como desenvolver um projeto de um sistema de cabeamento estruturado envolvendo telefonia e comunicação de dados. Aprenderemos os conceitos básicos relativos à conceituação de um projeto, passos para execução, etapas principais e a confecção do "*as built*", documento final englobando plantas, mapas de conexão, *timeline* do projeto e os mapas contendo os pontos certificados de todo o ambiente.

20.1 Características básicas do gerenciamento de projetos

Os profissionais que trabalham nas áreas de cabeamento, rede e telecomunicações estão cada vez mais conscientes de que projetar sistemas antes de implementá-los é uma tarefa importantíssima e pode fazer a diferença no processo de execução de um trabalho bem sucedido. Seja a instalação de um pequeno sistema de redes contendo poucas máquinas e pontos de cabeamento ou complexas instalações contendo milhares de máquinas, a adoção de um projeto minucioso e detalhado de todas as suas etapas facilita o trabalho necessário para realização da tarefa desejada. Mas o que é um projeto? Um projeto é uma seqüência bem definida de eventos, com um início e um fim, que se destina a atingir um objetivo claro, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros estabelecidos, como tempo, custo, recursos e qualidade. Realizar um projeto é uma tarefa diferente daquelas tarefas que você faz todos os dias, porque o objetivo de um projeto é um evento efetivo e não rotineiro. Quanto mais complexo o projeto, mais planejamento é necessário.

20.2 Definindo os objetivos de um projeto

O objetivo de um projeto é a execução total do mesmo e, para que esse objetivo seja alcançado, ele deve ser criteriosamente detalhado. Dedicar algumas horas à tarefa de detalhar um projeto economizará tempo e dinheiro em etapas posteriores.

20.3 O projeto de um sistema de cabeamento estruturado

Antes de qualquer cabo ser instalado em um local, é altamente recomendado que se faça um planejamento minucioso do que deve ser realizado. Um bom projeto de Cabeamento estruturado deve ter:

- noção clara de investimento;
- visualização de conjunto;
- dimensão exata das necessidades;
- atendimento aos padrões;
- investimento adequado.

Nos sistemas de cabeamento estruturado, quatro itens são extremamente importantes:

- qualidade dos materiais utilizados;
- qualidade da mão-de-obra;
- projeto;
- certificação.

Se esses quatro itens forem executados rigorosamente, você não terá problemas com o seu projeto.

20.4 Passos para planejamento, execução e finalização de um projeto de cabeamento estruturado

20.4.1 Levantar o que o cliente deseja

Esta é a primeira etapa. Fazer uma entrevista com o cliente levantando suas necessidades e tentando captar qual o objetivo do projeto, suas considerações, etc.

20.4.2 Levantamento físico detalhado da infra-estrutura do cliente

Nessa etapa, você deve fazer um levantamento físico minucioso da infra-estrutura do cliente, levando em consideração paredes, colunas, *shafts*, poços de elevadores, canaletas, etc. Você também deve fazer uma verificação detalhada de todos os pontos no local, levando em consideração as interferências da infra-estrutura existente e necessária para as ligações estabelecidas. Lembre-se: Nunca julgue pelo exterior do prédio.

20.4.3 O que o cliente pode ter

Depois que as etapas anteriores forem executadas, informe ao cliente como o seu ambiente realmente está, fazendo ponderações e sugestões entre o que ele quer e o que realmente pode ter.

20.4.4 Projeto lógico

É a definição das ligações/conexões de todos os equipamentos (computadores, fax, telefones, pontos de alarmes, etc.) dentro do prédio. Se não existir o projeto lógico, não há o projeto físico. Alguns pontos são importantes em relação a um projeto de cabeamento estruturado:

- projeto "Politicamente Correto":

É importante pensar em várias formas de acesso aos pontos de conexão;
- uso da norma:

A norma brasileira de cabeamento estruturado é a principal referência que utilizamos para implementar um projeto de cabeamento estruturado.

20.4.5 Escolha da tecnologia utilizada

Como existem muitas opções, é sempre recomendável deixar claro para o cliente quais opções de fabricantes e tecnologias podem ser utilizadas no projeto.

20.4.6 Levantamento do material

Um relatório de material, contendo preços, quantidades, fornecedores, etc., deve ser utilizado. Esse relatório pode ser feito em qualquer software de planilha existente no mercado.

20.4.7 Projeto físico

Esta é a etapa que colocará em xeque tudo que foi feito anteriormente. É a execução real do projeto, onde se mesclam planejamento, técnica e experiência.

20.4.8 Certificação de todo o sistema instalado

Através de dispositivos, como scanners, power meters, OTDRs, etc., são realizados os testes e as certificações dos links construídos.

20.4.9 Ativação da rede

Este é o momento mais esperado. Tudo que foi planejado, executado e testado estará sendo avaliado. Nesta etapa, todos os dispositivos da rede estarão sendo utilizados, possibilitando uma certificação real de toda a qualidade do serviço (projeto, planejamento, execução e testes).

20.4.10 Documentação

Por documentação entende-se o conjunto de informações que compõem um projeto, como apresentação da empresa que está realizando o projeto, descrição do mesmo, relatórios de testes, plantas, diagrama unifilar, planilhas de materiais, timeline e termo de garantia. Todo esse material compõe o chamado "*As Built*".

20.5 Dicas para um trabalho perfeito

Existem alguns "macetes" que você pode usar para realizar um projeto de cabeamento estruturado bem sucedido:

- lembre-se: quando lhe perguntarem "Qual a capacidade que uma rede de cabeamento estruturado necessita?", não hesite em responder: "Mais do que você possa imaginar!";
- fique em conformidade com os padrões de cabeamento estabelecidos e publicados;
- adote o sistema de cabeamento estruturado;
- use a terminologia correta para conectores UTP;
- reconheça a importância da documentação em termos de economia de tempo e dinheiro;
- preste muita atenção em segurança física;
- obtenha fontes de informações confiáveis em cabeamento, diga não a "magos" ou "gênios";
- analise cuidadosamente a topologia de rede a ser adotada em seu ambiente;
- expresse taxas de desempenho do seu cabo em Hz;
- tenha claro conhecimento do que realmente significa determinado certificado mencionado pelo instalador;
- inspecione cuidadosamente a instalação física do cabeamento;
- prepare com cuidado o seu cabeamento para a conectação (observe como é efetuado o preparo na terminação dos cabos);

- baseie-se na norma ANSI-J-STD-607-A para assegurar-se de um aterramento correto;
- assegure-se de que a instalação esteja sendo feita com as ferramentas apropriadas;
- evite RFI durante os testes do cabeamento;
- confirme com o fabricante a NVP do cabo utilizado;
- certifique seu cabeamento com equipamentos de testes de campo fabricados para mensurar, no mínimo, requisitos de cabos categoria 5e;
- equilibre a não-compatibilidade entre testes de velocidade e teste de integridade dos dados (*cable scanners* e analisadores de protocolos);
- assegure o mais íntegro resultado do teste de cabo possível;
- identifique seus cabos;
- exija garantia no seu sistema instalado.

20.6 Projetando um sistema real de cabeamento estruturado para a empresa Real Alimentos Ltda.

A partir de agora, vamos implementar um projeto de cabeamento estruturado para uma empresa fictícia. A empresa chama-se Real Alimentos Ltda., é especializada em vendas de produtos alimentícios e está localizada na cidade de São Paulo – SP. A empresa Real Alimentos está em fase de mudança de sede para novas instalações na cidade de Limeira – SP, processo que deve ser concluído em oito semanas.

20.6.1 Ambiente atual da empresa

A Real Alimentos possui um sistema relativamente moderno de PABX que deve ser reaproveitado no novo prédio, além de uma pequena rede baseada em cabos coaxiais e UTP, com 40 computadores para a área de vendas e um sistema de terminais burros que roda em um computador Pentium com UNIX. Esse computador é usado pelas áreas de administração, serviços, contas a pagar e receber, controle de estoque e pessoal.

20.6.2 Ambiente futuro da empresa

As novas instalações serão compostas por um prédio para a área administrativa e um galpão, onde ficarão a recepção, o estoque, o despacho de mercadorias em caminhões e a equipe de vendas. As edificações serão separadas por um pátio interno e distam cerca de 1500m entre ambas. Para diminuir custos adicionais, a diretoria determinou que todos os ambientes tecnológicos existentes na empresa fossem aproveitados nas novas instalações, e, para aumentar a competitividade, planeja uma estrutura ágil e eficiente, com flexibilidade de, por exemplo, preparar toda a infra-estrutura (computadores, telefones, mesas, etc.) para alocar uma equipe de vendas trabalhando, em, no máximo, 24h. Serão 250 pontos de rede para voz e dados.

Para isso, a Real Alimentos planeja utilizar um sistema de cabeamento flexível, que permita que quaisquer dos pontos de rede disponibilizados possam ser configurados para dados ou telefonia. Os terminais burros ainda serão usados em alguns pontos da área administrativa, como estoque, recepção e despacho de mercadori-

as, embora na grande maioria sejam usadas redes de 10 e 100Mbps. O departamento de informática da empresa estudou tecnologias de integração de dados, voz e imagens e deseja que o cabeamento a ser implantado suporte aplicações de video-conferência e multimídia, e, para isso, precisa de um *backbone* que possibilite tráfego em Gigabit Ethernet para uso em médio prazo. A empresa obteve recentemente o certificado ISO 9001 após um longo processo de implantação da qualidade total e considera de vital importância a aplicação de normas e procedimentos cabíveis para manter sua certificação.

20.7 O Projeto/solução

De posse de todas essas informações, já temos condições de planejar, configurar e implementar um sistema de cabeamento estruturado que atenda a todas as expectativas da empresa Real Alimentos Ltda.

20.7.1 Tecnologia utilizada

Para implementar o projeto de cabeamento estruturado na empresa Real Alimentos Ltda. (cabeamento estruturado), escolhemos o sistema *Ortronics*, que é um sistema de cabeamento balizado na norma ANSI/EIA/TIA/ 568B para voz, dados, imagens e outras tecnologias da informação.

20.7.2 Benefícios e conceitos

Dentro do contexto considerado, o cabeamento estruturado apresenta as seguintes vantagens:

– Flexibilidade

As reconfigurações topológicas de redes e expansões de serviços são rápidas, econômicas e sem modificação estrutural do cabeamento;

– Desempenho

Instalação de cabos categoria 5e proporcionam desempenho de até 100MHz;

– Confiabilidade

São realizados uma seqüência de testes físicos e de desempenho, a fim de garantir a performance e a perenidade do sistema.

A arquitetura definida para a empresa Real Alimentos Ltda. foi a Estrela Hierárquica, que atende a demanda prevista e incorpora:

– Cabeamento Horizontal: interligação do concentrador aos pontos;

– Armário de Telecomunicação: armários para fixação dos hubs/*patch panels*;

– Área de Trabalho: pontos para conexão dos computadores.

Definição do esquema típico de distribuição horizontal

Todas as tomadas são padrão RJ45 categoria 5e, distribuídas em caixas de sobrepor ou em conexões diretas nos blocos concentradores das colunas nos 4 quadrantes da empresa. Todos os pontos seguem para os concentradores distribuídos nos pavimentos (dois contrapostos). Em um dos concentradores estão disponibilizados os equipamentos de informática e os blocos com a distribuição dos ramais provenientes da central (PABX).

20.7.3 Distribuição horizontal

Dentro da filosofia do cabeamento estruturado, são utilizados *patch panels* para dados e blocos 110 para a telefonia nos dois racks. Todas as tomadas são padrão RJ45 categoria 5e Giga Channel Ortronics, distribuídas em caixas de sobrepor nos blocos concentradores das colunas nos quatro quadrantes do respectivo pavimento. Todos os pontos seguem para os racks onde estão distribuídos em *patch panels* Giga Channel Ortronics.

Esquema de distribuição horizontal

20.7.4 Componentes do sistema

20.7.4.1 Distribuição principal (*Backbone* e conexões telefônicas)

Utilizamos cabos telefônicos tipo CI 50x30 do DG ao bloco 110 dentro do rack principal para uso de telefonia. Isso disponibiliza a distribuição dos troncos para o PABX ou linhas diretas para fax, por exemplo. Temos também um bloco conectado a um cabo CI de 30 pares, que disponibilizam troncos ao PABX e retornam os ramais até o rack via um cabo CI de 50 pares. Para interligação entre os prédios (*backbone*), temos um cabo UTP categoria 5e Alcatel com 25 pares e quatro cabos LanMark 1000 nível 6 com quatro pares. Esses cabos podem ser intercambiados para telefonia ou dados conforme a necessidade do cliente, fornecendo assim, um *backbone* muito eficiente, com cabeamento de reserva tanto para telefonia quanto para dados. O Cabeamento Horizontal é atendido por cabos LanMark 1000.

20.7.4.2 Patch cables

As conexões são feitas utilizando *patch cords* RJ45-RJ45 para dados (Ortronics giga) e *patch cords* BL110-RJ45 para telefonia.

20.7.4.3 Distribuidor

O distribuidor é composto de módulos de ligação de conexão rápida, tipo *patch panel* modular, com tomadas RJ45 Giga channel (Ortronics) fixadas diretamente em racks 19". Ele recebe os cabos dos concentradores distribuídos no pavimento atendido pelo rack, possibilitando, assim, a conexão dos cordões de ligação com os equipamentos de informática e blocos de telefonia, utilizando o guia de cabos como auxílio. Dos *patch panels* no rack saem 36 cabos de quatro pares, categoria 6, Nexans Lanmark 1000, que serão ligados aos quatro concentradores (36 portas) distribuídos pelas áreas, sendo um em cada quadrante e utilizando a tecnologia de blocos 110 (Ortronics giga). É

dos concentradores que saem os cabos para as tomadas individuais distribuídas pelas áreas. São nessas tomadas que são ligados os telefones ou computadores, conforme a necessidade de cada usuário. A Sala de Telecomunicações é aquela onde está localizado o rack da administração e onde estão também os principais equipamentos de rede e de telefonia.

20.7.4.4 Postos de trabalho

Cada ponto de rede é formado por duas tomadas RJ45 fêmeas categoria 6, fixadas em caixas de sobrepor (Ortronics) ou fixadas diretamente sobre as canaletas.

20.7.4.5 Patch panels de portas RJ45

A distribuição horizontal é composta por cabos que terão tomadas RJ45 em uma extremidade e cinco painéis de interligação na outra extremidade (*patch panels*).

20.7.4.6 Ferramentas e instrumentação de testes

Para garantir os padrões estabelecidos na concepção do projeto, diversos testes para aceitação das instalações serão realizados. A seguir, descreveremos as diversas ferramentas e alguns acessórios de acabamento envolvidos nas atividades de garantia da qualidade especificados, sendo eles:

- SGT Test;
- Cable Scanner;
- Punch Down;
- Crimp Tool;
- Etiquetadora;
- Mod Tap Tester;
- Cintas plásticas;
- Anilhas de identificação;
- Guias de cabos.

A entrega final do sistema de cabeamento estruturado é precedida pela execução de testes de campo, conforme descrito a seguir. Serão realizados os seguintes testes em todos os lances de cabos UTP:

- inspeção visual;
- teste físico em 100% dos cabos;
- teste de performance em 100% dos cabos horizontais categoria 5e.

| O teste de desempenho verifica as seguintes grandezas | |
|---|--|
| Grandeza | Descrição |
| NPV | Velocidade Nominal de Propagação: é o quanto rápido um sinal viaja pelo cabo comparado à velocidade da luz (entre 60 e 90%). |
| Wire Map | É uma representação gráfica de um cabo, mostrando aberturas, curtos-circuitos e falta de fio. |
| Next (Near End Crosstalk) | É a interferência medida em um fio vizinho no qual o sinal está sendo enviado. |
| Atenuação | É a perda de força de um sinal transmitido na viagem ao longo do cabo. |
| Comprimento | É a distância da impedância compatível (curto-circuito aberto ou curto-circuito de alta resistência). |
| ACR (Attenuation to Crosstalk Ratio) | É uma razão entre o NEXT e a atenuação. |
| Impedância | É a medida da oposição ao fluxo de corrente em um cabo. |
| Loop Resistance | É a propriedade de um condutor que resiste ou se opõe ao fluxo de corrente em um circuito eletrônico. |
| Capacitância | É a junção do campo elétrico de energia que pode ser guardado entre dois condutores numa dada voltagem. |
| Testes adicionais | Para cabos categoria 5e. |

Tabela 20-1: Testes realizados no sistema de cabeamento da empresa Real Alimentos Ltda.

20.7.5 Operação

Embora extremamente raro, podem ocorrer níveis de radiofreqüência excessivos no ambiente da empresa. Suas consequências devem ser evitadas pela aplicação de sistemas de blindagem adequados nos prédios. Para efeito desta instalação, admite-se que os níveis de radiofreqüência local sejam inferiores a 2V/m (para freqüências de 10KHz a 30MHz) e a 5V/m (para freqüências de 30MHz a 1GHz). Níveis superiores a esses mencionados podem resultar em perturbações nocivas ao funcionamento do sistema. A ligação dos equipamentos aos postos de trabalho é feita com o uso de plugs adequados a fim de evitar qualquer acesso aos cabos e conexões de cabeamento estruturado. O gerenciamento do sistema deve ser reservado aos técnicos treinados e com conhecimentos comprovados. Nenhuma ligação deve ser modificada ou qualquer componente substituído por pessoal não habilitado.

20.8 Termo de garantia e assistência

Pelos prazos definidos no projeto, garantimos, a partir da assinatura do termo de conclusão, os produtos e a solução estabelecida no projeto executivo de nossa autoria. Os produtos são garantidos contra defeitos de fabricação e qualidade por 25(vinte e cinco) anos conforme a certificação da Nexans. A garantia tornar-se-á nula caso:

- o ambiente instalado não tiver sido assistido por técnicos credenciados;
- ocorram acidentes oriundos das instalações elétricas/prediais e alimentações inadequadas, ressaltando-se os provenientes da falta de proteção elétrica automática contra quedas ou variação de tensão.

20.9 Direitos autorais e intelectuais

Os nomes, marcas e as cessões de direito de uso de softwares referidas neste projeto são de propriedade de seus respectivos proprietários, sendo regidas pelas Leis Brasileiras correspondentes. É considerada confidencial e, portanto, de caráter sigiloso, toda e qualquer informação fornecida pelo cliente para a *instaladora*, visando caracterizar a solução proposta neste documento, bem como outras possíveis informações consideradas confidenciais pelo cliente, não sendo sua divulgação autorizada a qualquer tempo ou sob qualquer pretexto.

20.10 Planejamento do link óptico da empresa Real Alimentos S.A

Para fazer a conexão entre o galpão e a área administrativa da empresa Real Alimentos S.A, é necessário implantar um *link* óptico. Este tipo de *link* é muito usado em uso externo, onde a natureza agressiva, o alto nível de interferências e grandes distâncias podem inviabilizar a comunicação entre computadores de uma rede.

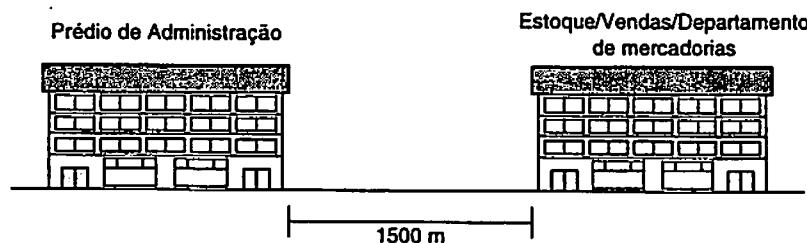


Figura 20-1: Link óptico típico utilizado para conexão entre dois prédios.

Como já vimos no capítulo 14, um sinal luminoso, ao se propagar ao longo de uma fibra ótica, sofre atenuação devido a uma série de fatores, que vão desde fatores externos, como a temperatura, passam por problemas de perdas por absorção, até fatores intrínsecos à própria fibra, como imperfeições em seu processo de fabricação. A atenuação pode fazer com que a potência luminosa, depois de percorrer o *link*, seja inferior à potência injetada, não conseguindo excitar o receptor e causando falhas no processo de comunicação. O grande problema para se definir um *link* óptico é a quantidade de atenuação permitida para o *link* em questão, que deve ser considerada

em função da potência e da sensibilidade média do transmissor e o receptor (sempre medido em dBm¹). Para realizar esses cálculos, devemos ter informações sobre o traje-to, os cabos utilizados, os conectores, os tipos de emendas ópticas empregadas no link e qual a exigência em MHz dos serviços que utilizarão este link. Estes procedimentos são extremamente importantes, pois se as especificações do link estiverem abaixo da exigência dos serviços utilizados, ele simplesmente não irá funcionar. Podemos, então, definir que a atenuação máxima permitida para que um link óptico trabalhe pode ser definida pela equação:

$$\text{Atenuação total do link} = \text{Potência injetada no link} - \text{atenuação máxima do link}$$

Com o resultado obtido, devemos compará-lo com a margem de segurança permitida para o link:

Atenuação total do link < Margem de segurança do link

Devemos utilizar os seguintes critérios para o cálculo de um link óptico:

- calcular a atenuação máxima do link;
- calcular a atenuação injetada no link em função dos dispositivos utilizados;
- comparar o resultado obtido no item anterior com a margem de segurança do link e
- efetuar a medição real para comprovar os resultados.

20.10.1 Cálculo da atenuação máxima do link

Podemos dividir a atenuação máxima no link num conjunto de três atrações individuais, que são:

- atenuação no cabo,
- atenuação nos conectores e
- atenuação nas emendas.

De acordo com a norma ANSI/EIA/TIA 568 B, podemos obter os valores relativos a perdas e capacidade de transmissão de acordo com a Tabela 20-2 e os Gráficos 20-1 e 20-2.

| Tipos de fibra | Comprimento de cada (nm) | Coeficiente de atenuação (dB/Km) | Capacidade mínima MHz.Km |
|--|--------------------------|----------------------------------|---|
| Multimodo 62.5/125µm uso interno e externo | 850 1300 | 3,5 1,5 | 160 500 |
| Monomodo 10/125µm uso backbone interno | 1310 1550 | 1,0 | A capacidade em MHz das fibras monomodo é teoricamente infinita * |
| Monomodo 10/125µm uso backbone externo | 1310 1550 | 0,5 | |

Tabela 20-2: Características de atenuação, banda passante e comprimento de onda para fibras multimodo e monomodo.

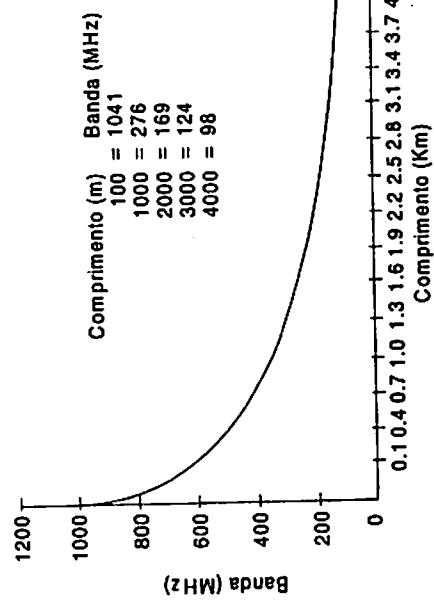


Gráfico 20-1: Banda passante X comprimento para fibras multimodo.

1. A definição de dBm é vista no apêndice B.

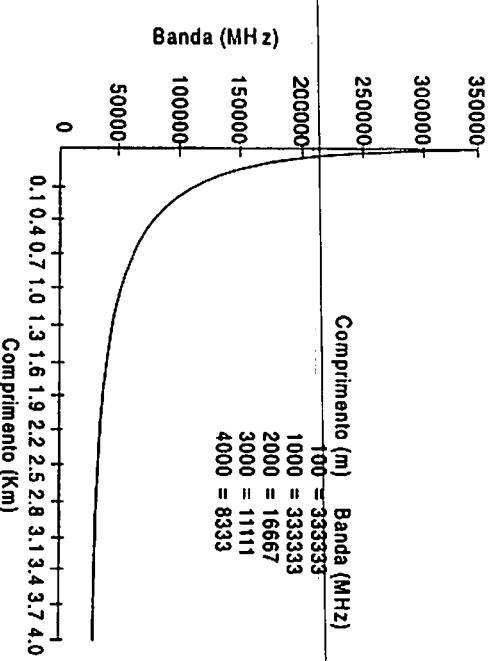


Gráfico 20-2: Banda passante X comprimento para fibras monomodo.

20.10.1.1 A atenuação no cabo
Esta atenuação pode ser obtida com a fórmula abaixo e os seus valores podem ser retirados da Tabela 20-2:

$\text{Atenuação máxima no cabo(dB0)} = \text{coeficiente de atenuação(dB/Km)} \times \text{comprimento do cabo(Km)}$

A norma considera a temperatura típica de 23 graus centígrados mais ou menos 5%.

20.10.1.2 Atenuação nos conectores

Deve-se considerar a atenuação em cada par de conectores do link. Para isto, pode-se utilizar a Tabela 20-3:

Tabela 20-3: Dados referentes a perdas em dB dos vários tipos de conectores empregados em um link óptico.

| Tipos de conectores | Multimodo 62,5/125µm | Monomodo | | |
|---------------------|----------------------|----------|--------|-----------|
| Tipico | Máximo | Tipico | Máximo | |
| ST | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,8 |
| FDDI | 0,3 | 0,7 | 0,3 | 0,8 |
| SMA 906 | 0,8 | 1,8 | (N/A) | |
| SMA 905 | 0,9 | 1,5 | | |
| Biconico | 0,7 | 1,4 | 0,7 | Descrição |
| Mini BNC | 0,5 | 1,0 | | (N/A) |
| D4 PC | | | 0,3 | 0,8 |
| FC PC | | | 0,3 | 0,8 |
| SC PC | 0,3 | 0,5 | 0,3 | 0,5 |

De acordo com a equação abaixo, podemos obter as perdas nos pares de conectores:
 $\text{Atenuação em cada conector} = \text{número de conectores} \times \text{perdas em cada conector}$

20.10.1.3 Atenuação nas emendas ópticas

Dependendo do tipo de emenda óptica utilizada (fusão ou emenda mecânica), deve-se calcular quantas emendas serão utilizadas e quais os tipos empregadas no link. A Tabela 20-4 define as perdas para emendas ópticas.

| Tipos de emendas | Valores de perda nas emendas (dB) | | | |
|------------------|-----------------------------------|----------|--------|--------|
| | Multimodo | Monomodo | Máximo | Máximo |
| Fusão | 0,15 | 0,3 | 0,15 | 0,3 |
| Mecânica | 0,15 | 0,3 | 0,2 | 0,3 |

Tabela 20-4: Perdas em dB para emendas ópticas mecânicas e por fusão.

Com os dados retirados da Tabela 20-4 e utilizando a equação abaixo, podemos obter os valores das perdas nas emendas ópticas.

Atenuação nas Emendas = número de emendas X perdas da emenda

Dessa forma, verificando os três itens acima considerados, podemos calcular qual é a perda máxima no link:

Perda máxima no link = perdas no cabo + perdas nos conectores + perdas nas emendas

20.10.2 Cálculo da potência injetada no link

Para calcular esse item, devemos primeiramente conhecer os dados referentes aos dispositivos ópticos envolvidos, como sensibilidade do transmissor e receptor, comprimento de onda utilizado, largura de banda exigida pela aplicação e potência de transmissão óptica. Todas essas medidas são em dBm. De posse desses dados, podemos então calcular qual é a potência injetada no link. Pode-se utilizar o cálculo simplificado das perdas ópticas neste ponto, como descrito abaixo.

20.10.2.1 Cálculo simplificado de perdas para dois patch panels projetado. Um método interessante é assumir que:

- cada conexão fibra/fibra insere uma perda máxima de 0,75dB;
- a atenuação da fibra é proporcional a seu comprimento;
- a fibra usada (multimodo 62,5/125 μ m) tem uma perda especificada de 3,5dB/km.

Perda da fibra: distância X atenuação = xdB;

Patch panel 1: uma conexão = 0,75dB;

Patch panel 2: uma conexão = 0,75dB.

Verificar que as perdas não podem estar superiores a 8dB, conforme a norma ANSI/EIA/TIA 568B.

20.10.3 Comparação dos resultados com a margem de segurança do link

A margem de segurança representa a máxima degradação, que pode ser introduzida no link levando-se em conta as degradações dos desempenhos dos componentes que compõem este link (emendas ópticas realizadas quando o link foi instalado, bem como as emendas adicionais que poderão ser realizadas caso ocorra algum problema no link, como quebra de fibras, desalinhamento, desgaste de conectores, degradação de potência do led ou laser, etc.). A prática internacional recomenda reservar 8dB como margem de segurança.

20.10.4 Medição real para comprovação dos resultados

Após todos esses cálculos, podemos construir o link óptico propriamente dito, para, entre outras coisas, permitir uma medição em condições reais. Para esta medição, utilizaremos um conjunto *Medidor de Potência Óptica (Optical Power Meter)* e uma *Fonte Emissora de Luz (Optical Light Source)*. As medições podem ser realizadas executando-se os procedimentos abaixo descritos:

- 1) ligar o *Power Meter* e selecionar o comprimento de onda correto (850 nm/1310nm/1550nm);
- 2) ligar a fonte de luz e aguardar de 1 a 2 minutos para que se estabilize;
- 3) conectar uma ponta de um dos cordões (cordão de emissão) na Fonte de Luz e a outra ponta do cordão (cordão de recepção) no *Power Meter*.

- 4) alinhar as pontas que não foram utilizadas de cada cordão, utilizando-se um acoplador, conforme ilustrado na Figura 20-2;

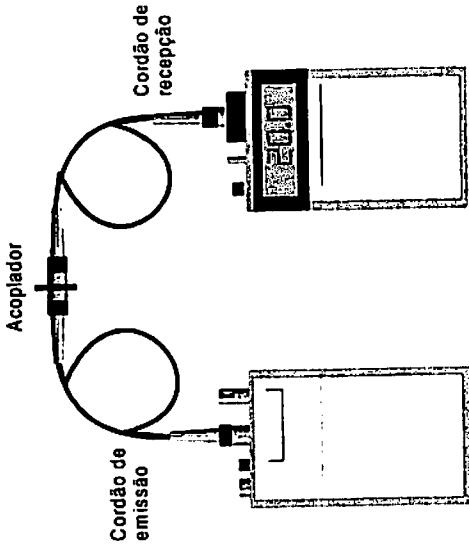


Figura 20-2: Processo de calibração do conjunto de fonte de luz e power meter.

- 5) O valor a ser obtido no "display" do *Power Meter* deve estar entre -19,5 e -1,5dBm quando está sendo testada fibra multimodo e entre -40,0 e -42,0dBm quando está sendo testada fibra monomodo;

- 6) Desconectar as pontas de cada cordão que estão alinhadas no acoplador;

- 7) Conectar estas pontas dos cordões de emissão e recepção a cada terminação do lance de fibra a ser testada, acrescentando-se um acoplador conforme ilustrado na Figura 20-3;

Acoplador

Link óptico
que será testado

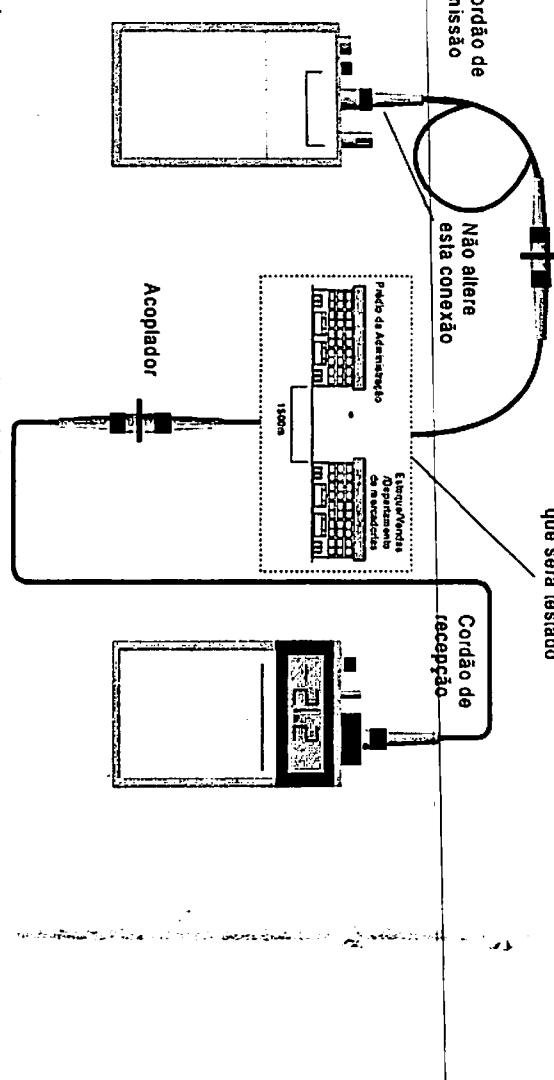
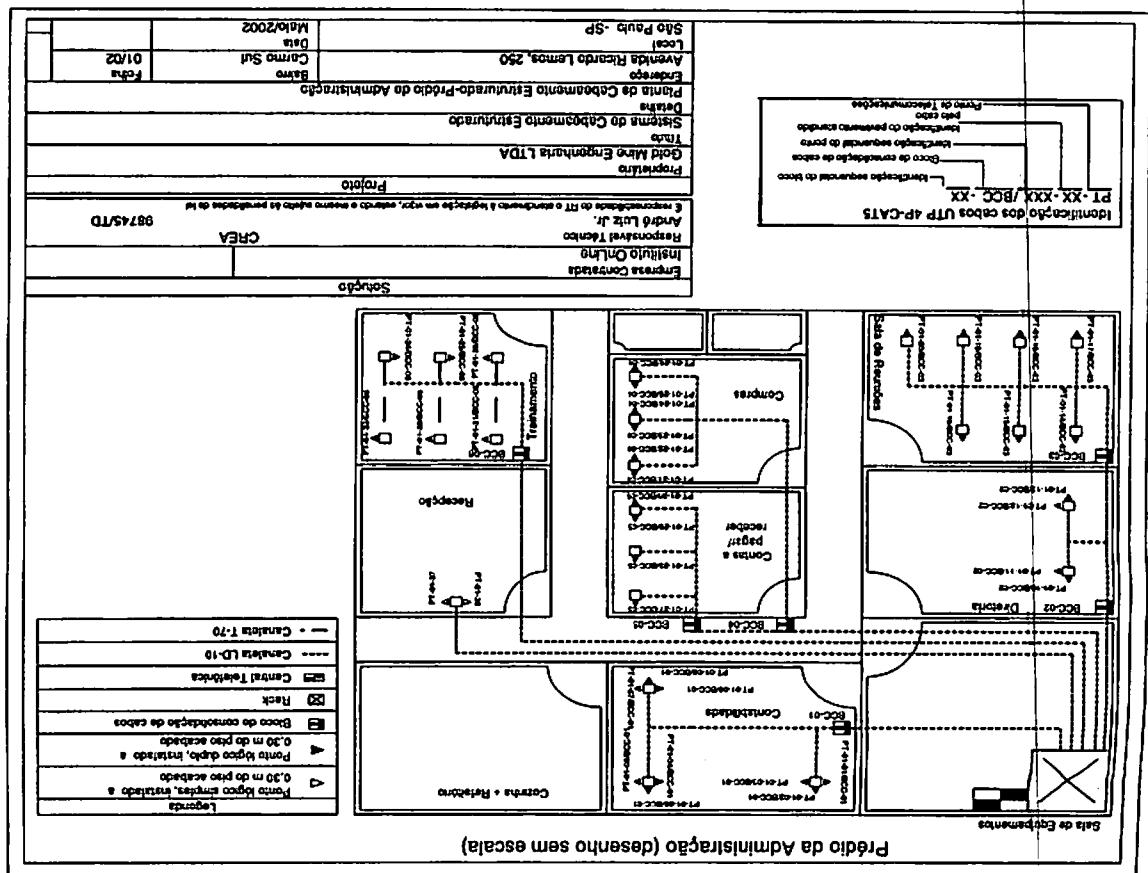


Figura 20-3: Processo de medição do link óptico após calibração.

8) A diferença obtida entre a primeira e a segunda medição será a perda (atenuação) dada em dB neste lance de fibra.

20.11 Planta contendo detalhes da implementação do sistema de cabeamento da empresa Real Alimentos Ltda.



Apêndice A - Glossário

A

Acesso

É a forma de interligação do equipamento de um usuário a outro equipamento ou a alguma rede. Temos dois tipos de acesso: dedicado (interligação permanente) e comutado (interligação feita por ocasião de uma comunicação).

Administração

Método de etiquetagem, identificação e documentação para administrar as habituais necessidades de mover, ampliar e mudar a infra-estrutura de telecomunicações.

Alimentação

É a disponibilidade de energia elétrica para funcionamento de um equipamento. Temos alimentação DC (corrente contínua, fornecida por baterias) e alimentação AC (corrente alternada, fornecida pela concessionária de energia elétrica).

Amplificador

Círcuito eletrônico utilizado para aumentar a intensidade de um sinal elétrico quando aplicado em sua entrada.

American National Standard Institute – ANSI

Fundada em 1918, é uma organização voluntária composta por mais de 1.300 membros que criam padrões para uma vasta gama de áreas técnicas, desde especificações elétricas até protocolos de comunicação.

Assíncrono

Método de transmissão no qual os intervalos de tempo entre os caracteres não precisam ser iguais. Bits de início e fim são acrescentados para coordenar a transferência de caracteres.

Atenuação

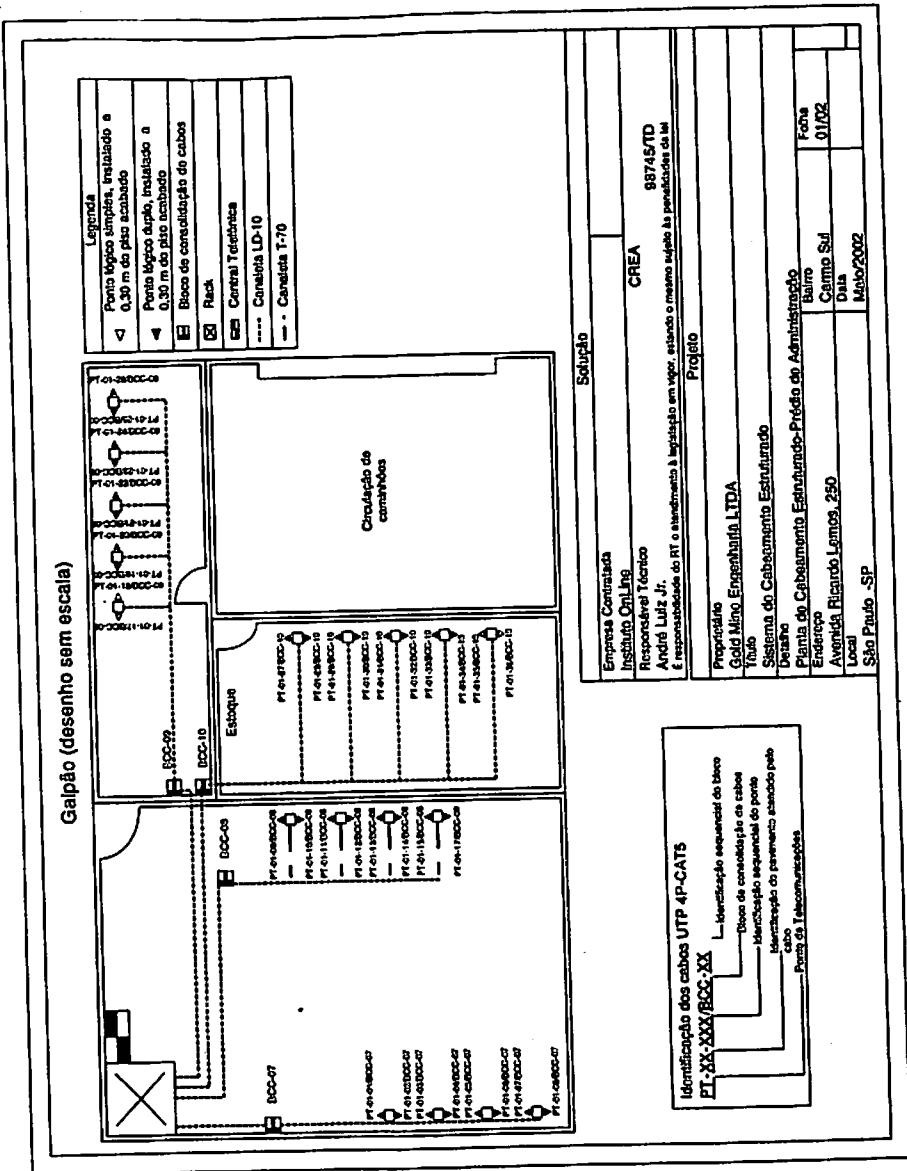
Perda progressiva de potência de um sinal transmitido através de um cabo.

Atenuador

Dispositivo que é usado para diminuir intencionalmente a intensidade do sinal, ou atenuá-lo. Na tecnologia de fibra óptica, um dispositivo que reduz a intensidade da luz que o atravessa.

Asynchronous Transfer Mode – ATM

Tecnologia de rede baseada na transferência assíncrona de dados através de células ou pacotes de tamanho fixo. Suporta taxas de transferência de 25 a 622Mbit/s.



Attachment Unit Interface – AUI

Conector D de 15 pinos da placa adaptadora de rede que liga cabos a transceptores de fibra óptica, coaxiais ou 10Base T.

AWG

Especificação de diâmetro de um fio. Quanto menor o número AWG, maior o diâmetro e menor a impedância.

B

Backbone

Barramento ou tronco principal que conecta nós em uma rede.

BALanced UNbalanced – BALUN

Dispositivo para compatibilização de impedância, que conecta uma linha balanceada (como uma linha de pares trançados) com uma linha não-balanceada (como um cabo coaxial).

Banda Base

Forma de comunicação digital em que o sinal ocupa praticamente toda a banda do meio de comunicação.

Banda Larga

Forma de comunicação em que pode-se transmitir vários sinais utilizando o mesmo meio. A TV a cabo é um exemplo de comunicação em banda larga.

Banda Passante

Parte do espectro de freqüências em que ocorre uma transmissão. É também denominado largura de faixa.

Barramento

É o caminho por onde passam as informações, ou seja, é o canal de comunicação entre o processador, as unidades de memória e os equipamentos periféricos. O tamanho de um barramento pode variar de 8 a 64 bits, dependendo do tipo de microprocessador usado. Existem *slots* no barramento, que são fendas para instalação de placas de expansão. Essas placas têm que ser compatíveis com o barramento.

Baud

Número de vezes em que a sinalização se altera na linha.

Bell Standard Practices – BSP

Conjunto de procedimentos criado antes da divisão da Bell Systems. Os procedimentos BSP especificam detalhadamente como os instaladores devem cortar, dobrar e conectar todos os fios e como segurar cada pedaço de cabo.

Bit Error Ratio – BER

Medida da qualidade da transmissão, que indica o número de bits transmitidos incorretamente em uma dada seqüência comparada com o número de bits transmitidos em um dado período de tempo.

Bit

Acrônimo de *Binary Digit*, é a menor unidade de informação num sistema binário, podendo assumir os valores 0 e 1.

Bitola

Espessura ou diâmetro de um fio. Também medido em AWG.

Bloco de conexão

Um ponto de terminação para cabos de par trançado.

BPS

Unidade correspondente à velocidade de transmissão serial medida em bits por segundo.

Byte

Grupo de 8 bits. Conjunto de bits codificado representando um caractere.

Bounding

A junção permanente das partes metálicas formando um condutor elétrico que garante a continuidade elétrica e a capacidade de condução.

Bridge

Dispositivo ativo que tem como função segmentar redes. Trabalha na camada 2 do modelo OSI.

Bridge tap

Múltiplos aspectos do mesmo par do cabo nos diversos pontos de distribuição.

Broadcast

Transmissão simultânea da mesma mensagem para múltiplos (todos) receptores conectados em uma rede.

C

Cabeamento Horizontal

Parte do sistema de cabeamento que se estende desde a Área de Trabalho (saída de telecomunicações) até o Armário de Telecomunicações.

Cabo

Reunião de um ou mais condutores ou fibras ópticas, dentro de uma capa plástica construída tão somente para permitir condutores isolados ou em grupos.

Cabo Coaxial

Um tipo de meio físico de rede. O cabo coaxial contém um condutor interno de cobre cercado por um isolamento plástico e por uma blindagem em malha de cobre ou liga metálica.

Cabo de Estação

O cabo que conecta o nó da rede à tomada da parede, também conhecido como *jumper cord*.

Caixa de LPCD's

Dispositivo para comutação e testes em linhas de comunicação de dados.

Camada de link de dados

A segunda camada do modelo OSI. Os protocolos que operam nessa camada gerenciam o fluxo de dados que sai de um dispositivo da rede e atuam em um conjunto com a estação receptora para assegurar que os dados cheguem em segurança.

Canal

Caminho ou *link* de transmissão ponto-a-ponto.

Capacitor

Componente eletrônico formado por um conjunto de dois ou mais condutores elétricos separados entre si por isolantes.

Capacitância

Propriedade que têm alguns sistemas de armazenar energia elétrica.

Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection – CSMA/CD

Um esquema de compartilhamento de meios físicos no qual as estações “escutam” o que está ocorrendo no meio de transmissão da rede; se o cabo não estiver sendo usado, qualquer estação poderá transmitir sua mensagem. O CSMA costuma ser combinado com um método de detecção de colisões, daí falarmos em CSMA/CD.

Categoria 3

Cabo de par trançado usado para sinalização telefônica e protocolo de redes locais com sinalização a base de 16MHz.

Categoria 4

Cabo de par trançado, usado para protocolo de redes locais com sinalização de dados abaixo de 20MHz.

Categoria 5

Corresponde a mais alta qualidade de cabos de par trançado para suportar redes locais de alta velocidade com sinalização de dados de até 100MHz em largura de banda.

Categoria 6

Cabos UTP com banda de 350MHz.

Categoria 7

Cabos UTP com banda de 700MHz. Até o momento, este cabo está em estudo na Europa e ainda não existe nenhum grupo de estudo na EIA/TIA.

Central Office - CO

Central Telefônica. Localização central de uma rede pública de telecomunicações tradicionais em que as linhas telefônicas são terminadas e que contém o equipamento de comutação.

Círculo de quatro fios

Um esquema de transmissão em que dois circuitos *half-duplex* (dois fios cada) são combinados de modo a formar um circuito *full-duplex*.

Círculo Virtual

Caminho lógico existente entre dois terminais de usuários de uma rede comutada por pacotes, que permite a troca de dados entre eles sem que exista nenhuma conexão física fíme a fime.

Community Access Television ou Cable Television – CATV

Sistema de comunicação que simultaneamente distribui vários canais de televisão diferentes para diferentes usuários através de uma rede de cabos coaxiais ou uma rede HFC.

Comité Consultatif Internationale de Téléphonique et Télégraphique – CCITT

Organização internacional responsável pelo desenvolvimento de padrões de comunicação.

Copper Distributed Data Interface – CDDI

Especificação desenvolvida pela Crescendo Communications que utiliza técnicas FDDI em fios de pares trançados sem blindagem.

Clock

Ritmo de funcionamento dos equipamentos ou cadência de transmissão de dados.

Cloreto de Polivinila – PVC

Usado como material isolante entre o núcleo sólido e a malha externa de cabos coaxiais.

Common Management Information Protocol – CMIP

Estrutura baseada no padrão OSI, usada para a formatação de mensagens e transmissão de informações entre programas coletores de dados e dispositivos geradores de relatórios. Esse protocolo foi desenvolvido pela International Standards Organization e recebeu o código ISO 9596.

Condutor

Qualquer material que seja capaz de transportar corrente elétrica.

Conektor BNC

Um pequeno conector coaxial com uma peça de encaixe giratória. BNC é a abreviatura de *Bayone-Neil-Concelman*.

Conektor DIX

O conector usado no soquete AUI e no cabo transceptor.

Conektor em T

Conektor coaxial com a forma da letra T que interliga dois cabos Ethernet finos e oferece ainda uma "perna" extra para conectar uma placa de interface de rede.

Conektor IBM do tipo 1

Conektor usado com cabos de pares trançados blindados em uma rede Token Ring.

Conektor MIC

O conector adotado pelo ANSI como parte da arquitetura FDDI. O conector MIC contém duas fibras e seu design impede que seja conectado da forma errada.

Conektor N

Um conector de grande diâmetro usado com cabos Ethernet grossos.

Conektor SC

Abreviatura de *Style Conektor*. Esse conector é freqüentemente usado em emendas de cabos ópticos.

Conektor SMA

Um tipo de conector de fibra óptica muito usado em instalações telefônicas antes do lançamento do conector ST. Ainda é muito popular. Em geral, é a abreviatura de *Sub-Miniature Assembly*.

Conektor ST

Um conector de fibra óptica desenvolvido e registrado pela AT&T. É o tipo de conector mais comumente usado em redes locais de fibra óptica. Em geral, a abreviatura significa *Straight Tip*.

Conektor SC

Conektor óptico adotado como padrão pela norma ANSI/EIA/TIA 568A.

Código

Conjunto de bits utilizados para especificar todos os caracteres.

Corrente alternada – AC

Um sinal ou corrente elétrica que inverte a direção periodicamente. A AC é a forma de energia elétrica encontrada em prédios residenciais e comerciais.

Corrente contínua – DC

Uma corrente elétrica que trafega em apenas uma direção. A DC é mais comumente usada em circuitos eletrônicos.

CPD

Centro de Processamento de Dados.

CPU

Unidade de Processamento Central responsável pelo controle e execução das funções básicas do computador.

Cross-over

Cabo digital utilizado para interligar dois equipamentos com as mesmas características: modem/modem, terminal/terminal.

Cross connect

Facilidade que permite a transmissão dos elementos dos cabos e suas interconexões e/ou conexões cruzadas através de *patch cords* ou *patch jumpers*.

Cross connection

Esquema de conexão entre o cabeamento, os subsistemas e os equipamentos usando *patch cords* ou *patch jumpers*.

D

Data Encryption Standard – DES

Método popular de encriptação de chave simétrica (56 bits) desenvolvido em 1975 e padronizado pelo ANSI em 1981 - padrão ANSI X.3.92

Data Link Control – DLC

O nível 2 do modelo de referência OSI. O endereço DLC identifica univocamente um dispositivo conectado à rede. Em redes Ethernet também é conhecido como endereço MAC.

Decibel – DB

Unidade de medida relativa entre duas potências.

Default

Aquilo que é padrão ou comum num sistema ou equipamento.

Delay

Retardo (atraso) de um sinal elétrico em relação a alguma referência.

Derivador

Um conector que fica acoplado a um cabo sem bloquear a passagem de sinais pelo cabo.

Diafonia

Interferência indesejável entre circuitos, linhas ou canais multiplex. O vazamento de um sinal de um canal para outro. Nas comunicações de dados, a diafonia é muito problemática. Em geral, o ajuste cuidadoso dos circuitos elimina a diafonia.

Difusão

Nas rede locais, enviar uma mensagem a todas as estações indiscriminadamente ou a todas as estações pertencentes a uma mesma classe.

Distribuidor interno

Ponto de distribuição interna e de manobra, que concentra as conexões de cabos internos, permitindo a distribuição e o gerenciamento da rede.

Distorção

Deformação indesejável do sinal em um meio de comunicação. Qualquer modificação de um sinal transmitido. A distorção pode ser provocada por diafonia, retardo, atenuação e outros fatores.

Dispersão de espectro

Método de transmissão de rádio que distribui o sinal em uma grande largura de banda, normalmente com 1 megahertz ou mais. Os sinais de dispersão de espectro são muito menos suscetíveis à interferência de ruídos de pulsos e de outros sinais de rádio. Muito usado em sistemas de rede local sem fio para curta distância.

Dispositivo de conexão cruzada

Dispositivo que funciona como terminal de um cabo ou de um grupo de cabos e que permite a interconexão com outros cabos.

Distribuidor Geral - DG

Local onde são conectadas todas as facilidades de comunicação (linhas) que chegam a um prédio.

Discrete Multi-tone Modulation - DMT

Esquema de modulação que divide discretamente as freqüências disponíveis em 256 subcanais para evitar as perdas dos sinais de alta freqüência causadas por ruído nos fios de cobre. Padronizado pela ANSI T1E1.4.

E

E1

Similar ao T1 norte-americano, é o formato europeu para transmissão digital. Transmite sinais a 2.048 Mbit/s (32 canais de 64 kbit/s).

E3

Similar ao T3 norte-americano, é o formato europeu para transmissão digital. Transmite sinais a 34,368 Mbit/s.

Electronic Industries Association/Telecommunication Industries Association - EIA/TIA

Organização que se dedica a estabelecer normas e que, entre outras numerosas atividades, se especializa nas características elétricas e funcionais do equipamento de interface. A EIA/TIA estabelece normas relacionadas às interfaces para assegurar-se de que haja compatibilidade entre os equipamentos de comunicação de dados e terminais.

EIA/TIA 568

Padrão EIA/TIA para fios de telecomunicação usados em prédios comerciais. Esse padrão descreve um conjunto de classificações de desempenho de parâmetros de instalação de rede.

EIA/TIA 568A

Norma intitulada *Commercial Building Telecommunication Cabling Standard*, classificando cabos em categorias 3, 4 e 5.

EIA/TIA 569

Padrão de fios de telecomunicação usado em áreas comuns e em vias de acesso de prédios comerciais.

EIA/TIA 570

O padrão de fiação para telecomunicações residenciais e comerciais de pequeno porte.

EIA/TIA 606

Padrão de administração para a infra-estrutura de telecomunicação de prédios comerciais. A EIA/TIA descreve o método para numerar e identificar cabos, vias de acesso e áreas comuns.

EIA RS-232

Um padrão elétrico para interconexão de equipamentos, estabelecido pela Electrical Industries Association.

Embratel

Empresa Brasileira de Telecomunicações S.A., de âmbito federal, atuando na área de telecomunicação, entre as quais se destacam os serviços de telefonia interurbana e internacional, telex, transmissão de dados e sinais de rádio e televisão.

Enlace

É a ligação entre dois pontos para a comunicação de dados.

Equalizador

Dispositivo eletrônico capaz de compensar as deformações de um sinal, reforçando a intensidade de algumas freqüências e diminuindo a de outras, a fim de produzir uma resposta de freqüência plana.

Ethernet

Protocolo de rede local desenvolvido pela Xerox Corp. em cooperação com a DEC e Intel em 1976. Utiliza uma topologia em barramento ou estrela e suporta taxas de transferência de 10 e 100 Mbit/s. Serviu de base para o padrão IEEE 802.3.

Ethernet fino

Um sistema de cabeamento que utiliza cabos coaxiais flexíveis para conectar cada nó ao próximo nó da linha.

Ethernet grosso

Um sistema de cabeamento que utiliza cabos relativamente rígidos, de diâmetro grande, para conectar os transceptores.

F

Falha

Interrupção física ou lógica em um *link* de comunicação.

FEXT (*Far End Cross-Talk*)

Interferência entre dois sinais que ocorre na ponta da linha mais distante do comutador telefônico.

Fiação horizontal

O cabo que liga cada tomada a seu gabinete de fiação associado.

Fiação vertical

O cabo que forma a unidade central entre os gabinetes de fiação e o principal ponto de conexão cruzada do prédio.

Fiber Distributed Data Interface – FDDI

Especificação para redes de fibra óptica que operam a 100 megabits por segundo. A FDDI usa hubs de fiação, que são especialmente indicados para as funções de monitoração e controle da rede.

Fibra óptica

Método de transmissão de dados que utiliza pulsos de luz enviados através de cabos de fibra de vidro.

Fibra monomodal

Fibra óptica com um núcleo muito pequeno, permitindo a penetração e a entrada de apenas uma modalidade de feixes luminosos. As fibras monomodais são a melhor opção para grandes distâncias, que exigem velocidades mais altas de transmissão.

Fibra multimodal

Fibra óptica grande o suficiente para transportar várias modalidades de feixes luminosos. É o tipo de fibra mais usada em redes locais.

File Transfer Protocol – FTP

Protocolo usado para a transferência de arquivos.

Fio de par trançado

Cabo composto por dois fios que proporcionam uma maior largura de banda.

Fonte de Alimentação Permanente – UPS

Um dispositivo de reserva que proporciona uma fonte de alimentação permanente caso haja falha no fornecimento de energia elétrica. Os UPS ou *no-breaks* devem ser instalados em todos os servidores de arquivos e hubs de fiação.

Frame

Estrutura de transmissão utilizada pelos protocolos orientados a bit composta normalmente dos campos de endereço, controle, informação e controle de erros.

Frame Relay

Protocolo de comutação de pacotes com tamanho variável para a conexão de dispositivos em uma WAN. Suporta taxas de transferência T1 e T3.

Framing

Separação do fluxo de dados em quadros (frames).

Freqüência

Número de oscilações por segundo de um sinal elétrico repetitivo, medida em hertz (Hz).

Frequency Division Multiplexing – FDM

Técnica de multiplexação que usa diferentes freqüências para combinar múltiplos fluxos de dados para a transmissão em um meio.

Full-duplex

Modo de transmissão em que os sinais elétricos são enviados, simultaneamente, nos dois sentidos da transmissão.

G

Gateway

Funções de interfaceamento entre duas redes distintas ou equipamentos.

H

Hardware

Componentes elétricos/eletromagnéticos de um computador, impressora, terminal, etc. Parte física dos sistemas de computação.

Half-duplex

Modo de transmissão em que os sinais elétricos são enviados, alternadamente, nos dois sentidos da transmissão.

Hertz -Hz

Unidade de freqüência de ciclos elétricos por segundo.

Host

É o computador central (principal) de uma rede de teleprocessamento.

Hub

Ponto de conexão comum para dispositivos da rede, usado para interconectar segmentos de uma rede local. Os pacotes que chegam em uma porta são replicados nas outras portas (broadcast). Alguns modelos, chamados gerenciáveis ou inteligentes, permitem a monitoração do tráfego e a configuração das portas. Um terceiro tipo, chamado switching hub também realiza funções de roteamento.

Hub ativo

Em uma ARCnet, um hub de fiação que amplifica as transmissões da rede em grandes distâncias.

Hub de fiação

Em geral, um gabinete de fiação que contém os módulos de conexão de diversos tipos de cabo. O hub contém circuitos eletrônicos que reprogramam e repetem os sinais do cabo. O hub também pode conter um microprocessador que monitora e informa a atividade da rede.

Hub passivo

Um hub de fiação que não amplifica as transmissões da rede, mas apenas divide as transmissões entre vários nós. (Ver também Hub ativo).

I

IEEE 802.3

Um padrão do IEEE que descreve redes com recursos CSMA/CD. Contém muitos sub-elementos, inclusive o 10Base T.

IEEE 802.5

Um padrão do IEEE que descreve uma rede local que opera a uma velocidade de sinalização de 4 ou 16 megabits por segundo, utiliza a técnica de passagem de fichas para controle de acesso aos meios físicos e tem uma topologia física de anel. É utilizada pelos sistemas Token Ring da IBM (Ver também Token Ring).

Impedância

Quociente entre a amplitude de uma tensão alternada e a amplitude da corrente que ela provoca em um circuito elétrico.

Indutor

Componente elétrico que tem a função de provocar uma indução eletromagnética num circuito elétrico.

Indutância distribuída

Propriedade elétrica da indutância produzida dentro de um cabo. Armazena uma carga de corrente elétrica alternada enquanto libera uma carga de corrente contínua. Tem o efeito de reduzir a alta freqüência dos sinais transmitidos.

Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE

Fundado em 1884, é uma organização composta por engenheiros, cientistas e estudantes. Desenvolve padrões para a indústria eletrônica e de computadores.

Instalação de entrada

Ponto de interconexão entre o ponto de demarcação da rede e o cabeamento central do recinto dentro dos edifícios. A instalação de entrada inclui proteção contra sobrevoltagem e componentes de conexão para a transmissão entre os cabos externos e internos.

Interface

Ponto de interligação entre dois computadores ou sistemas.

Interferência eletromagnética/interferência de freqüência de rádio – (EMI/RFI)

Fontes externas que podem causar interferência no seu cabo de rede. Dentre as fontes de EMI/RFI estão os transmissores de rádio, os relés e os comutadores elétricos, os termostatos e as luzes fluorescentes.

Interconexão horizontal

A instalação no Armário de Telecomunicação ou na Sala de Equipamentos ao cabeamento de distribuição horizontal.

Interconexão intermediária

Um ponto de conexão dentro do cabeamento central.

Internet Protocol – IP

Estabelece o formato dos pacotes (datagramas) e o esquema de endereçamento. Normalmente é combinado com o protocolo TCP. A versão IPv4 é a mais usada atualmente e, num futuro próximo, deverá estar mais difundida a versão IPv6.

Integrated Services Digital Network – ISDN

Padrão de comunicação para a transmissão de voz, vídeo e dados sobre as linhas telefônicas com velocidades de até 128 kbit/s.

International Standards Organization – ISO

Uma organização que desenvolveu o modelo OSI (Open Systems Interconnection) de sete camadas.

International Telecommunication Union – ITU

Fundada em 1865, tornou-se uma agência das Nações Unidas em 1947. Responsável pela adoção de tratados, regulamentações e padrões internacionais a respeito de telecomunicações. A partir de 1992 assumiu também as funções do CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique).

J

Jumper

Condutor utilizado para conectar um equipamento e o cabo num distribuidor. Também um pequeno comprimento de condutor para rotear um circuito através da conexão cruzada entre dois pontos terminais.

K

Kevlar

Uma fibra que é usada para proporcionar resistência a impactos a cabos de fibra óptica. Kevlar é uma marca registrada da DuPont Company.

KTS

Sistema de telefones de teclas. É um sistema em que os telefones têm múltiplas teclas que permitem ao usuário selecionar diretamente as linhas telefônicas da sede central.

L

Largura de banda

Faixa de frequência que um circuito é capaz de transportar. Em geral, os circuitos analógicos têm uma largura de banda equivalente à da voz humana (aproximadamente 3KHz). As ondas quadradas de sinal digital exigem uma largura de banda maior. Quanto maior a taxa de transmissão, maior deverá ser a largura de banda.

Led

Pequeno componente luminoso que indica uma determinada condição de operação em um equipamento.

Light Amplification Stimulated Emission of Radiation – Laser

Feixe de luz acromático de grande intensidade luminosa.

Link

Caminho de transmissão entre dois pontos, não incluindo o equipamento terminal, os cabos da área de trabalho e os cabos dos equipamentos.

Local Area Network – LAN

Rede de computadores que cobre uma área relativamente pequena.

LPCD

Linha Privativa para Comunicação de Dados, permanentemente disponível ao usuário, não-comutada nas centrais de comutação.

M

Management Information Base – MIB

Um banco de dados que contém informações sobre a operação e o desempenho de um determinado equipamento, programa ou função. Um processador armazena dados no formato MIB até ser consultado. O MIB é um elemento fundamental de um sistema de gerenciamento SNMP.

Main Distribution Frame – MDF

Também chamado de ponto de conexão cruzada. É um ponto de fiação usado principalmente para distribuir circuitos vindos da parte externa do prédio.

Mbps

Megabits = um milhão de bits por segundo.

Media-Specific Access Control – MAC

Protocolo para o controle de acesso à camada de enlace.

Media Attachment Unit – MAU

Unidade de conexão de meios físicos. Um transceptor conectado à porta AUI de uma placa adaptadora Ethernet que propicia conexões elétricas e mecânicas para cabos de fibra óptica, pares trançados e outros meios.

Meios físicos

O cabeamento e a fiação que transporta os sinais da rede. Exemplos típicos são os cabos coaxiais, os cabos de fibra óptica e os pares trançados.

MHz

Megahertz = um milhão de ciclos por segundo.

Modem

Equipamento que converte os sinais de dados oriundos do terminal/computador em sinais apropriados para transmissão em meios de comunicação e, no outro extremo, desconverte-os, obtendo os sinais originais. Existem dois tipos de modems: analógicos (realizam modulação/demodulação) e digitais (realizam codificação/decodificação).

Modelo de referência OSI – Open Systems Interconnection

Um modelo para redes desenvolvido pela International Standards Organization que divide suas funções em sete camadas. Cada camada se baseia nos serviços oferecidos pelas camadas anteriores.

Multicast

Transmissão simultânea da mesma mensagem para múltiplos receptores. Diferente de broadcast, onde a mensagem é recebida por todos conectados à rede, em multicast somente um grupo selecionado recebe a mensagem.

N

Next

Near and cross talk ou paradiafonia. É o acoplamento eletromagnético de um sinal gerado pelo par transmissor no par receptor. A maioria dos acoplamentos ocorre no transmissor e diminuem em intensidade à medida que o sinal viaja através do cabo. Tipo de cross-talk no qual a interferência viaja na direção contrária do sinal transmitido.

Network Management System – NMS

Sistema de gerenciamento de rede que implementa funções do nível de rede e usa um protocolo como SNMP.

Network Termination Unit – NTU

Equipamento instalado nas dependências do usuário que faz a terminação de um ponto de acesso à rede.

NVP

Nominal Velocity of Propagation. Velocidade na transmissão de dados em um cabo em relação à velocidade da luz no vácuo.

O

Octeto

Unidade de medida do sistema binário de notação correspondente a 8 bits.

Ohm

Unidade de resistência, mas pode também ser usado para expressar impedância.

Optical Carrier – OC

Usada para especificar a velocidade de redes de fibra óptica conforme a padronização SONET. OC-1: 51,84 Mbit/s; OC-3: 155,52 Mbit/s.

Oscilador

Componente eletrônico que produz oscilações que servirão de cadência (ritmo) para os demais componentes de um circuito elétrico.

P

PABX

Equipamento originalmente utilizado como um meio de comutação de chamadas telefônicas situadas num ambiente de concentração de usuários, gerando tráfego deste ambiente para linhas externas. Pode também ser usado para transmissão de dados em baixa velocidade em complemento à voz.

Painel de derivação

Um painel de um gabinete contendo tomadas que funcionam como terminais para cabos. Os cabos com jumpers estabelecem as conexões entre as tomadas. Um painel de ligação facilita a troca das conexões dos cabos da rede.

Par trançado blindado – STP

Cabo de par trançado com uma blindagem que impede a entrada de transferência externa. Contém cabos individualmente trançados e blindados para impedir a ocorrência de diafonia.

Par trançado sem blindagem – UTP

Um cabo de pares trançados que não tem qualquer tipo de blindagem.

Paradiafonia – NEXT

Uma interferência medida em um fio adjacente àquele através do qual o sinal está sendo enviado.

Patch cord

Cabo flexível de comprimento variável terminado em ambas as extremidades com plugs, usado para interconexão de circuitos em painéis ou réguas de manobra.

Patch Panel

Régua de terminação e distribuição dos cabos, incorporando a função de painel de manobras sendo normalmente montado em racks.

Pacote

Conjunto de octetos de informação de tamanho máximo determinado, que é comutado através de uma rede de pacotes como uma unidade integral. Cada mensagem do usuário é constituída de um ou mais pacotes.

Peripheral Component Interconnect – PCI

Padrão de barramento desenvolvido pela Intel Corp. Consiste de um barramento de 64 ou 32 bits com freqüências de relógio de 33 ou 66 MHz e que pode conectar até 10 placas de expansão. Substituiu o barramento ISA (Industry Standard Architecture).

Perda por retorno

Distorção do sinal como resultado dos reflexos pela descontinuidade de impedância de um elemento de transmissão a outro em várias freqüências.

Pico de voltagem

Um impulso elétrico que dura de 0,5 a 110 microsegundos. Tem uma amplitude superior a 100 por cento de pico na linha de voltagem.

Potência

É a energia de um sinal elétrico (medida em Watts) sendo igual ao produto da tensão (medida em Volts) pela corrente (medida em Ampères).

Private Branch Exchange – PBX

Rede telefônica privada interna a uma empresa. Os usuários compartilham um certo número de linhas externas para atender aos ramais internos da empresa. Uma variação da central PBX - que fica localizada fisicamente no prédio do usuário - é a chamada "centrex", que fica localizada na própria companhia telefônica e oferece discagem direta a ramal.

Protocolo

Regras de procedimentos e formatos convencionados que, mediante sinais de controle, permitem o estabelecimento de comunicação e a recuperação de erros.

Punch down

Método de conexão dos fios a um terminal de cabeamento, em que a conexão é feita pressionando o fio contra a ranhura do terminal com o uso de uma ferramenta especial.

Q

Quality of Service – QoS

Especifica um nível de serviço com *throughput*, perdas de células e atrasos determinados. Uma das maiores vantagens de ATM sobre outras tecnologias, como Frame Relay e Fast Ethernet.

Queda de voltagem

Uma redução inferior a 80% na voltagem normal da linha.

R

RAM

Memória de acesso aleatório que permite a leitura e escrita em suas células. Seu conteúdo é apagado quando há falta de energia.

Radio Frequency – RF

Radiofreqüência.

Rede

Nome genérico que designa a Rede Local, Rede Interurbana, Rede Internacional ou Rede Móvel de uma Entidade.

Rede local

Rede de comunicação que permite a ligação de uma variedade de equipamentos dentro de uma pequena área geográfica.

Registered Jack11 – RJ-11

Conector de 4 ou 6 fios usado para a conexão de equipamentos telefônicos nos Estados Unidos e alguns periféricos de rede.

Registered Jack45 – RJ-45

Conector de 8 fios usado para a conexão de periféricos de rede.

RS 232C

É a interface entre um modem e o equipamento terminal de dados a ele ligado.

Repetidor

Um dispositivo que amplifica e regenera os sinais de modo que possam percorrer distâncias maiores através do cabo.

Revestimento – cladding

O material (em geral fibra de vidro) que envolve o núcleo da fibra óptica. A luz é repelida pela interface existente entre o revestimento e a fibra e retorna à fibra.

RG-58

Um conector de cabo coaxial com uma impedância de 50 ohms que é usado com cabos Ethernet finos.

RG-62

Um conector de cabo coaxial com uma impedância de 39 ohms que é usado com cabos ARCnet.

Ruído

Sinais elétricos indesejáveis presentes nos meios de transmissão e que, eventualmente, podem causar erros de transmissão.

S

Screened Twisted-Pair – STCP

Cabo de pares trançados com uma blindagem em malha externa para reduzir interferências eletro-magnéticas.

Segmento

Unidade de tarifação correspondente a 64 octetos considerados dentro de uma mesma mensagem ou seqüência completa de pacotes.

Segmento de tronco

Em redes Ethernet, um trecho de cabo com um terminal em cada extremidade.

Shield

Blindagem ou capa de metal, usualmente de cobre, alumínio ou outro metal condutor, localizada em volta ou entre circuitos elétricos ou cabos ou seus componentes, para conter qualquer radiação indesejada, ou manter isolada qualquer interferência indesejada.

Shilded Distributed Data Interface – SDDI

Uma especificação promovida pela IBM e outros fornecedores para executar protocolos FDDI através de cabos de pares trançados blindados.

Simple Network Management Procotocol – SNMP

Uma estrutura para a formatação de mensagens e a transmissão de informações entre dispositivos capazes de gerar relatórios e programas aplicativos. Desenvolvido em conjunto pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, pelas empresas de informática e pela comunidade acadêmica como parte do protocolo TCP/IP.

Sinalização de banda larga

Refere-se a uma rede que transporta informações através de ondas portadoras, em vez de esquemas diretos, como pulsos, resultando em uma maior capacidade de transmissão e, ao mesmo tempo, em uma maior complexidade.

Sincronização

Ato ou feito de manter um equipamento em entrosamento (mesmo ritmo) com outro.

Software

Conjunto de programas de aplicação ou de controle de um equipamento terminal de dados.

Synchronous Digital Hierarchy – SDH

Padrão internacional para transmissões de dados síncronas sobre cabos de fibra óptica. O equivalente norte-americano é o SONET. Define uma taxa de transmissão padrão de 51,84 Mbit/s, chamado STS-1 - equivalente à OC-1 - e seus múltiplos.

Synchronous Optical Network – SONET

Padrão para conexão de sistemas através de fibra óptica. Proposta pela Bellcore em meados da década de 80 e atualmente padronizado pela ANSI. Define uma hierarquia de taxas de transferência que variam de 51,84 Mbit/s até 2,488 Gbit/s. O equivalente europeu da SONET, padronizada pelo ITU, é a SDH.

Systemax

A especificação da AT&T para instalar e planejar cabos de rede.

Surto de voltagem

Um aumento acima de 110 por cento da voltagem original.

T

T1

Conexão telefônica dedicada para transmissão digital a 1,544 Mbit/s. Consiste de 24 canais individuais de 64 kbit/s. Também chamada de DS1, é equivalente à E1 da hierarquia digital européia.

T3

Conexão telefônica dedicada para transmissão digital a 44,736 Mbit/s. Consiste de 672 canais individuais de 64 kbit/s. Também chamada de DS3, é equivalente à E3 da hierarquia digital européia.

Terra

Um ponto de contato eletricamente neutro.

Throughput

Taxa de dados úteis realmente entregues ao ETD destinatário ou a capacidade do circuito virtual tratar dados numa rede de pacotes.

Time Division Multiplexing – TDM

Tipo de multiplexação que combina fluxos de dados pela designação de diferentes janelas temporais (*time slots*) para cada um.

Time Division Multiple Access – TDMA

Acesso múltiplo por divisão de tempo. Técnica de transmissão digital utilizada em sistemas de radiocomunicações. Em um sistema telefônico móvel celular com padrão TDMA vários móveis se revezam, no tempo, na transmissão/recepção sob a mesma freqüência compartilhada.

Time-Domain Reflectometry – TDR

Um método para envio de pulsos elétricos através de um fio ou cabo com a finalidade de cronometrar sua reflexão na outra extremidade. A maioria dos scanners de cabo utiliza o TDR para determinar o tamanho do cabo.

Time out

Tempo máximo determinado para espera de ocorrência de uma operação.

Token-ring

Um esquema de filação e protocolo de acesso no qual as estações trocam pacotes em uma configuração lógica em forma de anel. Essa arquitetura, lançada pela IBM, é descrita nos padrões IEEE 802.5.

Topologia

O mapa de rede. A topologia física descreve de que maneira os fios ou cabos são dispostos, e a topologia lógica ou elétrica descreve como ocorre o fluxo das mensagens.

Topologia de barramento linear

Uma topologia em que os nós são linearmente conectados ao cabo.

Topologia em estrela

Um método de conexão de redes que interliga todos os *links* a um nó central ou hub de fiação.

Transmission Control Protocol/Internet Protocol – TCP/IP

Conjunto de protocolos de comunicação usado para conectar computadores na Internet, constituindo o padrão de fato para a transmissão de dados sobre redes.

Transceptor

Em redes, um dispositivo que conecta um tipo específico de cabo, coaxial ou de fibra óptica, por exemplo, a uma placa adaptadora de rede através de um conector AUI. O mesmo que conversor de mídia.

Transmitter-Receiver – Transceiver

Dispositivo que recebe e transmite dados digitais ou analógicos.

U

Underwriters Laboratories – UL

Uma organização fundada pela *National Board of Fire Underwriters*, que especifica padrões de segurança.

Unicast

Transmissão de uma mensagem para um único receptor (endereço), em contrapartida com os conceitos de broadcast e multicast.

Universal Serial Bus – USB

Padrão de barramento e interface desenvolvido conjuntamente pela Compaq, DEC, IBM, Intel, Microsoft, NEC and Northern Telecom. Trabalha com taxas de transferência de 12 Mbit/s e uma única porta USB pode conectar até 127 periféricos. Suporta plug-and-play e trocas de componentes com o sistema em funcionamento (hot plugging).

V

V.35

Padrão ITU para troca de dados síncronos em altas velocidades. Nos Estados Unidos, é a interface padrão usada pela maioria dos roteadores.

Video-on-Demand – VoD

Expressão que abrange um amplo conjunto de tecnologias e companhias cujo objetivo comum é permitir que os usuários selezionem um programa de TV ou filme em um servidor de vídeo e assistam-no através de um televisor ou monitor de computador.

Volt

Uma unidade de medida de energia elétrica.

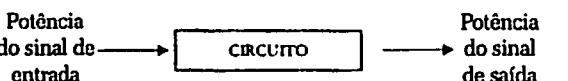
Apêndice B - Unidades de medida

O objetivo deste apêndice é subsidiar tecnicamente os assuntos abordados neste livro. Em telecomunicações, utilizamos escalas logarítmicas para medir relações entre potências de sinais elétricos em virtude das grandes variações existentes entre os mesmos. Por exemplo, uma variação de 1 para 10.000 corresponde, em logaritmos decimais, a 0 para 4. Os medidores logarítmicos têm como vantagens leituras e calibração mais fáceis e escalas mais espaçadas.

Um circuito elétrico qualquer pode apresentar uma atenuação ou ganho de sinal. A atenuação significa que a potência do sinal de entrada é maior que a do sinal de saída, e ganho significa que a potência do sinal de entrada é menor que a do sinal de saída.

1. Decibel (dB)

A relação logarítmica entre as potências de um sinal de entrada e saída num circuito é definida como BELL (B), por exemplo:



Na prática, utiliza-se a sub-unidade decibel (dB).

$$\text{Amplificação} = \log \frac{\text{Potência de saída}}{\text{Potência de entrada}}$$

A amplificação positiva significa ganho e negativa significa atenuação, ou seja:

$$\text{Amplificação} = 10_{\log} \frac{\text{Pot. de saída}}{\text{Pot. de entrada}}$$

$$\text{Ganho} = 10_{\log} \frac{\text{Potência de saída}}{\text{Potência de entrada}} \text{ (dB)}$$

Exemplos:

- 1.1 Numa linha é injetado um sinal de 100mW e é medido na outra ponta 25mW. Qual a atenuação da linha?

$$\text{Atenuação} = 10 \log \frac{\text{Potência de Entrada}}{\text{Potência de Saída}} = 10 \log \frac{100}{25} = 6,02 \text{ dB}$$

1.2 Num circuito amplificador o sinal de entrada é de 30mW e o de saída é de 4W. Qual o ganho deste amplificador?

$$\text{Ganho} = 10 \log \frac{\text{Potência de Entrada}}{\text{Potência de Saída}} = 10 \log \frac{4000}{30} = 21,25 \text{ dB}$$

Observações:

- ambas as potências (entrada e saída) devem estar na mesma unidade de medida.
- "dB" exprime a comparação entre duas potências (valor relativo), não significando valor absoluto de grandeza.
- cada aumento de 3dB equivale a aumentar 2 vezes a potência, ou seja,
 $10 \log (2P/P) = 10 \log 2 = 3\text{dB}$.

2.dBm

Expressa a amplificação (ou atenuação) de um sinal em relação à potência de 1mW, ou seja, indica quantos decibéis o sinal está acima ou abaixo de 1mW. O dBm é um valor absoluto de potência.

$$\text{Amplificação} = 10 \log \frac{\text{Potência (mW)}}{1 \text{ (mW)}}$$

Exemplos:

2.1 Transforme 9mW em dBm:

$$\text{Potência} = 10 \log \frac{9\text{mW}}{1\text{mW}} = 9,54 \text{ dBm}$$

2.2 Transforme 22 microwatts em dBm:

$$\text{Potência} = 10 \log \frac{0,022\text{mw}}{1\text{mw}} = -16,57 \text{ dBm}$$

Os níveis absolutos em dBm nunca podem ser somados ou subtraídos. O valor de potência em dBm só pode ser somado ou subtraído à dB.

Exemplos:

2.3 Calcule 44 dBm - 6 dBm;

É necessário transformar dBm em mW:

$$44 \text{ dBm} = 10^{4,4} = 25118 \text{ mW}$$

$$6 \text{ dBm} = 10^{0,6} = 3,98 \text{ mW} \text{ logo,}$$

$$44 \text{ dBm} - 6 \text{ dBm} =$$

$$25118 - 3,98 = 25114,02 \text{ mW} =>$$

$$10 \log \frac{25114,02 \text{ mW}}{1 \text{ mW}} = 43,99 \text{ dBm.}$$

2.4 Calcule -32 dBm + 9 dB: neste caso, basta realizar a operação:

$$-32 \text{ dBm} + 9 \text{ dBm} = -23 \text{ dBm}$$

3.dBu

É uma medida absoluta, que indica quantos dB uma determinada tensão está abaixo ou acima de 0,775 volts, dada pela fórmula:

$$U = 20 \log \frac{\text{Tensão(em volts)}}{0,775 \text{ (volts)}} \text{ (dBu)}$$

O valor da potência em dBm pode ser calculado através da fórmula:

$$\text{Potência} = 20 \log \frac{\text{Tensão(em volts)}}{0,775 \text{ (volts)}} + 10 \log \frac{600 \text{ [ohms]}}{U \text{ (dBu)}} + K \text{ (dB)}$$

Ou seja:

$$\text{Potência (dBm)} = U \text{ (dBu)} + K \text{ (dB)}$$

O K(dB) é um fator de correção quando a impedância característica no ponto de teste for diferente de 600 Ohms. Para impedâncias mais comuns, os valores de K são apresentados na Tabela 3.1:

| Impedância do ponto de teste (ohms) | 600 | 300 | 150 | 75 | 60 |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|----|----|
| K (dB) | 0 | 3 | 6 | 9 | 10 |

Tabela 3.1: Fator K(dB)

A maioria dos medidores de nível de potência já fornece o valor da potência do sinal em dBm, bastando selecionar no medidor a impedância do ponto a ser testado, cujo valor já é previamente conhecido. Quando o medidor só fornece o valor em dBu, temos de utilizar as fórmulas anteriores. Por exemplo, é medido, num determinado ponto, o valor de 2 dBu, sendo a impedância deste ponto igual a 150 ohms. Logo, a potência neste ponto de dBm é igual a:

$$P(\text{dBm}) = U(\text{dBu}) + K(\text{dB})$$

$$P(\text{dBm}) = 2 + 6 = 8 \text{ dBm}$$

Observa-se que, quando a impedância característica no ponto de teste for 600 ohms, a potência em dBm será a própria leitura dBu, pois K(dB) para 600 ohms é zero.

4.dBr

É o nível de potência relativo, no qual a potência de referência pode ser diferente de 1mW. O "dBr" é utilizado para expressar o ganho ou atenuação total que existe entre pontos arbitrários e um ponto de referência fixo num sistema de transmissão.

Exemplo:



5.dBmO

Indica o nível de um sinal qualquer (freqüência de piloto, freqüência de sinalização, ruído, etc.) em relação ao nível de informação. A finalidade é permitir a indicação do nível de um sinal em qualquer ponto do sistema. O valor de dBmO é constante em qualquer ponto do sistema, sendo dado pela fórmula:

* Impedância do ponto de teste (ohms).

$$X(\text{dBmO}) = \text{Nível (dBm)} - \text{Nível (dBr)} = \text{Constante}$$

Exemplo:

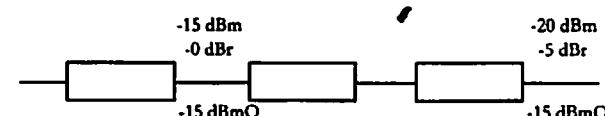
5.1 Num ponto de -5 dBr, um sinal de nível -20 dBm possui qual nível dBmO?

$$X(\text{dBmO}) = -20 - (-5) = -15 \text{ dBmO}$$

5.2 No ponto de 0 dBr, qual o nível dBmO e dBm deste mesmo sinal?

O nível dBmO é constante, ou seja, -15 dBmO, logo, o nível dBm é igual a -15 dBm.

O desenho a seguir ilustra o exemplo:

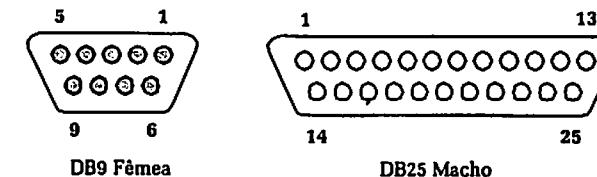


Observa-se que não interessa saber quais os circuitos (amplificadores ou atenuadores) existem entre os dois pontos, pois o dBmO é sempre constante. Existem ainda, outras unidades de medidas, como por exemplo, Neper (N), dBm psofometricamente ponderado (dBmp), pw psofometricamente ponderado (dpwp), etc. Não faremos nenhum comentário sobre estas medidas por não serem utilizadas em comunicação de dados.

Apêndice C – Configuração de cabos

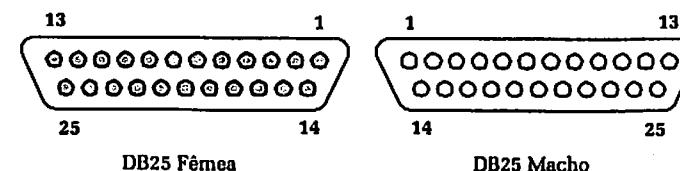
Este apêndice mostra alguns cabos utilizados em cabeamento estruturado, bem como as configurações dos mesmos.

1. Cabo Modem (9-25)



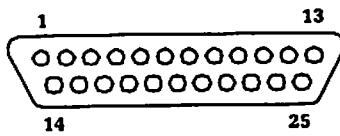
| | DB9 | DB25 | Dir |
|---------------------------|-----|------|-----|
| Shield | | 1 | — |
| Transmit Data (Tx) | 3 | 2 | → |
| Receive Data (Rx) | 2 | 3 | ← |
| Request to Send (RTS) | 7 | 4 | → |
| Clear to Send (CTS) | 8 | 5 | ← |
| Data Set Ready (DSR) | 6 | 6 | ← |
| Terra | 5 | 7 | — |
| Carrier Detect (CD) | 1 | 8 | ← |
| Data Terminal Ready (DTR) | 4 | 20 | → |
| Ring Indicator (RI) | 9 | 22 | ← |

2. Cabo Modem (25-25)

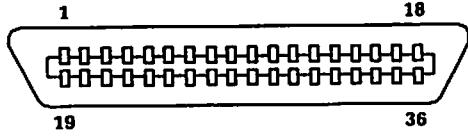


| | DB25 Fêmea | DB25 Macho | Dir |
|---------------------------|---------------|---------------|-----|
| Terra de Proteção | 1 | 1 | — |
| Transmit Data (Tx) | 2 | 2 | → |
| Receive Data (Rx) | 3 | 3 | ← |
| Request to Send (RTS) | 4 | 4 | → |
| Clear to Send (CTS) | 5 | 5 | ← |
| Data Set Ready (DSR) | 6 | 6 | ← |
| Terra | 7 | 7 | — |
| Carrier Detect (CD) | 8 | 8 | ← |
| Data Terminal Ready (DTR) | 20 | 20 | → |
| Ring Indicator (RI) | 22 | 22 | ← |

3. Cabo de impressora



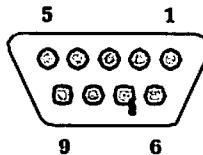
DB25 Macho



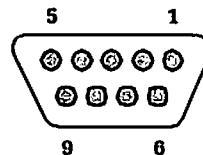
Centronics

| | | |
|---------------|--------|-----------|
| Autofeed | 14 | 14 |
| Error | 15 | 32 |
| Reset | 16 | 31 |
| Select | 17 | 36 |
| Signal Ground | 18 | 33 |
| Signal Ground | 19 | 19,20 |
| Signal Ground | 20 | 21,22 |
| Signal Ground | 21 | 23,24 |
| Signal Ground | 22 | 25,26 |
| Signal Ground | 23 | 27 |
| Signal Ground | 24 | 28,29 |
| Signal Ground | 25 | 30,16 |
| Shield | Shield | Shield+17 |

4. Cabo Nullmodem (9-9)



DB9 Fêmea

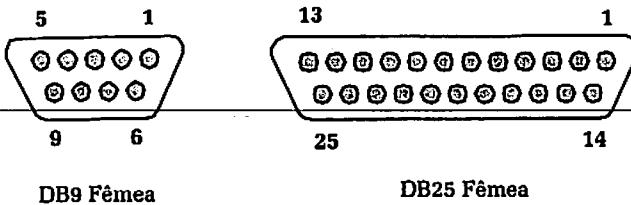


DB9 Fêmea

| | DB25 Macho | Centronic |
|-------------|---------------|-----------|
| Strobe | 1 | 1 |
| Data Bit 0 | 2 | 2 |
| Data Bit 1 | 3 | 3 |
| Data Bit 2 | 4 | 4 |
| Data Bit 3 | 5 | 5 |
| Data Bit 4 | 6 | 6 |
| Data Bit 5 | 7 | 7 |
| Data Bit 6 | 8 | 8 |
| Data Bit 7 | 9 | 9 |
| Acknowledge | 10 | 10 |
| Busy | 11 | 11 |
| Paper Out | 12 | 12 |
| Select | 13 | 13 |

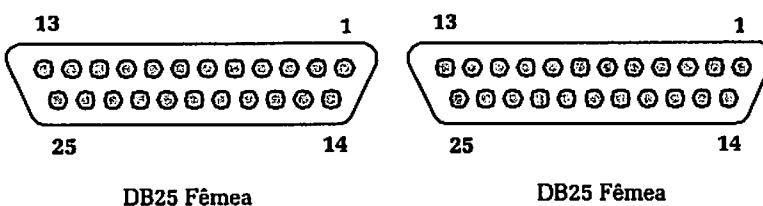
| | DB9 Fêmea | DB9 Fêmea | |
|---------------------------------|--------------|--------------|---------------------------------|
| Receive Data | 2 | 3 | Transmit Data |
| Transmit Data | 3 | 2 | Receive Data |
| Data Terminal Ready | 4 | 6-1 | Data Set Ready + Carrier Detect |
| Terra | 5 | 5 | Terra |
| Data Set Ready + Carrier Detect | 6-1 | 4 | Data Terminal Ready |
| Request to Send | 7 | 8 | Clear to Send |
| Clear to Send | 8 | 7 | Request to Send |

5. Cabo Nullmodem (9-25)



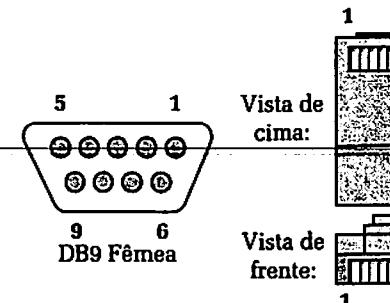
| | DB9 | DB25 | |
|---------------------------------|------------|-------------|---------------------------------|
| Receive Data | 2 | 2 | Transmit Data |
| Transmit Data | 3 | 3 | Receive Data |
| Data Terminal Ready | 4 | 6-8 | Data Set Ready + Carrier Detect |
| Terra | 5 | 7 | Terra |
| Data Set Ready + Carrier Detect | 6-1 | 20 | Data Terminal Ready |
| Request to Send | 7 | 5 | Clear to Send |
| Clear to Send | 8 | 4 | Request to Send |

6. Cabo Nullmodem (25-25)



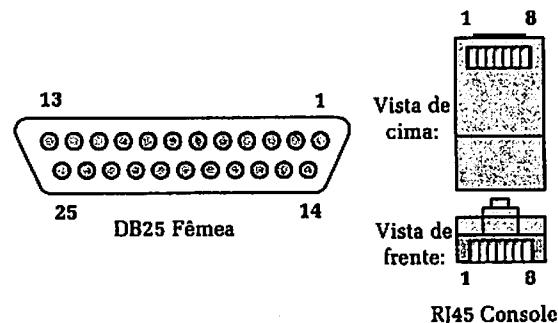
| | DB25 | DB25 | |
|---------------------------------|-------------|-------------|---------------------------------|
| Receive Data | 3 | 2 | Transmit Data |
| Transmit Data | 2 | 3 | Receive Data |
| Data Terminal Ready | 20 | 6-8 | Data Set Ready + Carrier Detect |
| Terra | 7 | 7 | Terra |
| Data Set Ready + Carrier Detect | 6-8 | 20 | Data Terminal Ready |
| Request to Send | 4 | 5 | Clear to Send |
| Clear to Send | 5 | 4 | Request to Send |

7. Cabo Cisco Console (9)



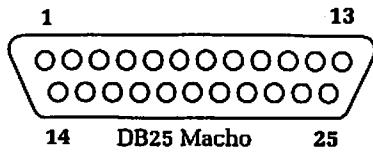
| | DB9 | RJ45 | Dir |
|----------------------------|------------|-------------|------------|
| Receive Data | 2 | 3 | ← |
| Transmit Data | 3 | 6 | → |
| Data Terminal Ready | 4 | 7 | → |
| Ground | 5 | | — |
| Data Set Ready | 6 | 2 | ← |
| Request to Send | 7 | 8 | → |
| Clear to Send | 8 | 1 | ← |

8. Cabo Cisco Console (25)



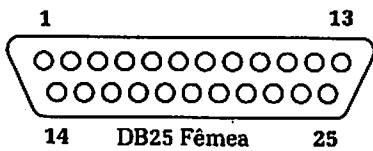
| | DB25 | RJ45 | Dir |
|---------------------|-------------|-------------|------------|
| Shield Ground | 1 | | — |
| Transmit Data | 2 | 6 | → |
| Receive Data | 3 | 3 | ← |
| Request to Send | 4 | 8 | → |
| Clear to Send | 5 | 1 | ← |
| Data Set Ready | 6 | 2 | ← |
| Data Terminal Ready | 20 | 7 | → |

9. Loopback paralelo (Norton)



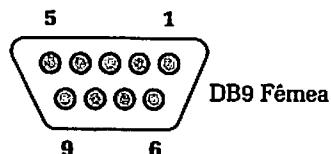
| Nome | Pino | Pino | Nome |
|------------|------|------|-------------|
| Data Bit 0 | 2 | 15 | Error |
| Data Bit 1 | 3 | 13 | Select |
| Data Bit 2 | 4 | 12 | Paper Out |
| Data Bit 3 | 5 | 10 | Acknowledge |
| Data Bit 4 | 6 | 11 | Busy |

10. Loopback paralelo (CheckIt)



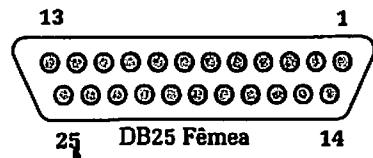
| Nome | Pino | Pino | Nome |
|-------------|------|------|--------------|
| Busy | 11 | 17 | Select Input |
| Acknowledge | 10 | 16 | Initialize |
| Paper end | 12 | 14 | Auto Feed |
| Select | 13 | 1 | Strobe |
| Data Bit 0 | 2 | 15 | Error |

11. Loopback serial (9 Norton)



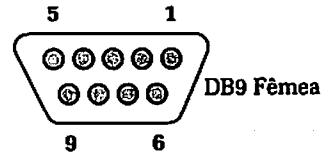
| Nome | Pino | Pino | Pino | Pino |
|-------------|------|------|------|------|
| Jumpering 1 | 2 | 3 | | |
| Jumpering 2 | 7 | 8 | | |
| Jumpering 3 | 1 | 4 | 6 | 9 |

12. Loopback serial (25 Norton)



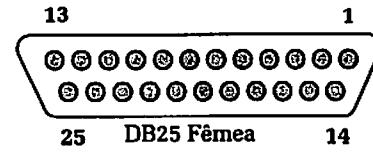
| Nome | Pino | Pino | Pino | Pino |
|-------------|------|------|------|------|
| Jumpering 1 | 2 | 3 | | |
| Jumpering 2 | 4 | 5 | | |
| Jumpering 3 | 6 | 8 | 20 | 22 |

13. Loopback serial (9 CheckIt)



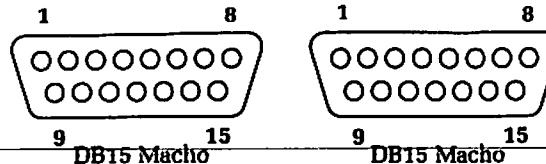
| Nome | Pino | Pino | Nome |
|------|------|------|------|
| CD | 1 | 6 | DSR |
| CD | 1 | 9 | RI |
| RXT | 2 | 3 | TXD |
| DTR | 4 | 6 | DSR |
| RTS | 7 | 8 | CTS |

14. Loopback serial (25 CheckIt)



| Nome | Pino | Pino | Pino | Pino |
|-------------|------|------|------|------|
| Jumpering 1 | 2 | 3 | | |
| Jumpering 2 | 4 | 5 | | |
| Jumpering 3 | 6 | 8 | 20 | 22 |

15. Ethernet AUI para AUI

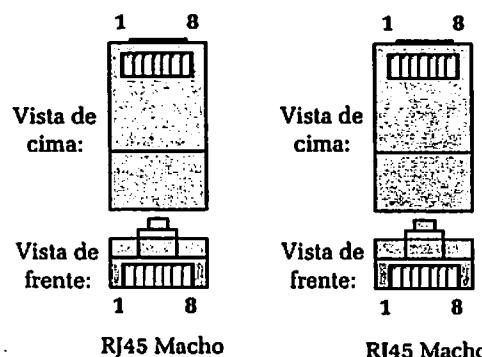


| Nome | DB15 | DB15 | Nome |
|-------|------|------|-------|
| TxD A | 3 | 5 | RxD A |
| RxD A | 5 | 3 | TxD A |
| TxD B | 10 | 12 | RxD B |
| RxD B | 12 | 10 | TxD B |

Configurar também os seguintes jumpers:

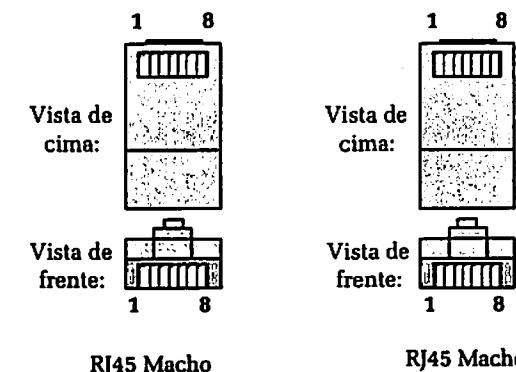
| Nome | Pino |
|--------------------|------|
| Vc | 6 |
| Collision Detect B | 9 |

16. Cabo Ethernet 10/100BASE-T Cross-over



| Nome | NIC 1 | NIC 2 | Nome |
|------|-------|-------|------|
| TX+ | 1 | 3 | RX+ |
| TX- | 2 | 6 | RX- |
| RX+ | 3 | 1 | TX+ |
| RX- | 6 | 2 | TX- |

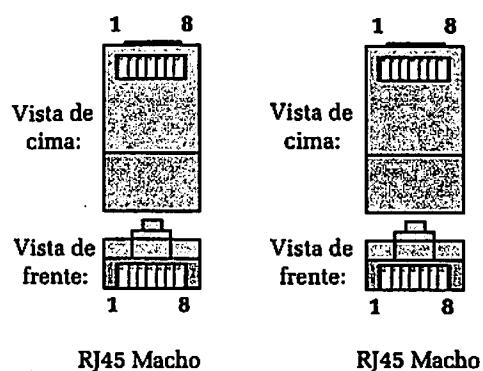
17. Cabo Ethernet 10/100BASE-T Straight Thru



| Nome | Pino | Cor do Cabo | Pino | Nome |
|------|------|----------------|------|------|
| TX+ | 1 | Branco/Laranja | 1 | TX+ |
| TX- | 2 | Laranja | 2 | TX- |
| RX+ | 3 | Branco/Verde | 3 | RX+ |
| | 4 | Azul | 4 | |
| | 5 | Branco/Azul | 5 | |
| RX- | 6 | Verde | 6 | RX- |
| | 7 | Branco/Marrom | 7 | |
| | 8 | Marrom | 8 | |

| Par | Pinos | Cor Comum |
|-----|-------|-----------|
| 1 | 4&5 | Azul |
| 2 | 1&2 | Laranja |
| 3 | 3&6 | Verde |
| 4 | 7&8 | Marrom |

18. Cabo Ethernet 10/100BASE-T4 Cross-over



| Nome | Pino | Pino | Nome |
|--------|------|------|--------|
| TX_D1+ | 1 | 3 | RX_D2+ |
| TX_D1- | 2 | 6 | RX_D2- |
| RX_D2+ | 3 | 1 | TX_D1+ |
| RX_D2- | 4 | 2 | TX_D1- |
| BI_D3+ | 5 | 8 | BI_D4+ |
| BI_D3- | 6 | 8 | BI_D4- |
| BI_D4+ | 7 | 4 | BI_D3+ |
| BI_D4- | 8 | 5 | BI_D3- |

Apêndice D – ANSI/EIA/TIA 568B.1 (ANEXO A)

1. EIA/TIA TSB-72 Cabeamento óptico centralizado

Essa arquitetura de implementação de cabeamento pode reduzir significativamente o custo de escalabilidade, expansão e gerenciamento de uma rede local, pois implementa em uma edificação uma estrutura em que os componentes ativos são centralizados, em oposição à técnica de transmissão distribuída. Esta norma (*Centralized Optical Fiber Cabling Guidelines*) não substitui o modelo estruturado EIA/TIA 568B, mas serve como complemento, principalmente em relação a aplicações de transmissão de dados.

Essa prática utiliza cabos de fibra óptica multimodo 62,5/125 micrômetros, na distância máxima de 300 metros, desde a Sala de Equipamentos até a Área de Trabalho. Atendendo a esse limite, esse sistema de cabeamento estará preparado para suportar serviços multi-gigabit. Para isso, duas alternativas de implantação são permitidas, conforme ilustra a Figura D-2:

- utilização conjunta de cabeamento tronco e horizontal;
- utilização de cabos individuais.

No primeiro caso, o cabeamento tronco deverá ser dimensionado com um número de fibras suficiente para atender às presentes e futuras aplicações da capacidade máxima de pontos prevista nas Áreas de Trabalho. Como base de cálculo, duas fibras são necessárias para cada aplicação nesses locais. Os cabos do cabeamento tronco são terminados em painéis de conexão nas Salas de Telecomunicações e diretamente interligados aos cabos horizontais por cabos de manobra. Os cabos horizontais devem atender à restrição de distância inferior a 90 metros.

Na segunda opção, os cabos individuais que atendem às Áreas de Trabalho são conduzidos até o ponto central da edificação (Sala de Equipamentos), passando pela(s) Sala(s) de Telecomunicações. O comprimento dos cabos no trajeto Sala de Telecomunicações/Área de Trabalho deve ser inferior a 90 metros. No Armário deve ser prevista e mantida sobre nesses cabos individuais que permita, a qualquer momento, a inclusão dos mesmos em painéis de conexão (terminação dos cabos). Assim, deverá ser executado um exame criterioso na estruturação dos armários, de forma a existir um crescimento organizado e modular.

Os cabos ópticos utilizados devem ser obrigatoriamente do tipo *tight buffer* e devem atender aos requisitos de segurança. Em ambas as opções, o cabeamento deverá permitir identificação de polaridade, conforme orientação A-B no ponto de telecomunicações na Área de Trabalho e B-A no painel de conexão na área de comutação.

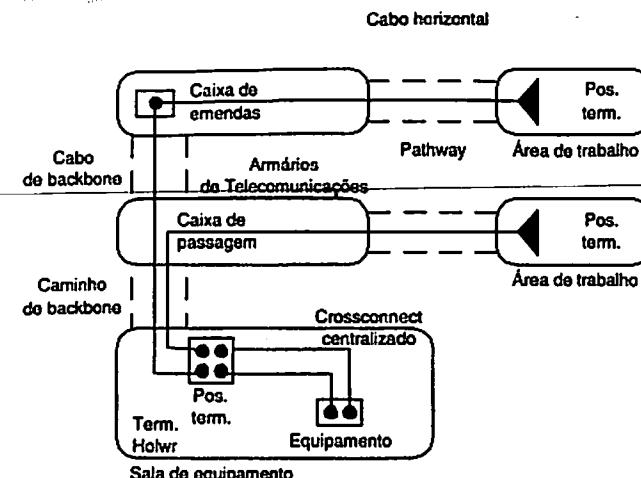


Figura D-2: Dois modelos de cabeamento óptico centralizado.

2. Considerações sobre projetos utilizando cabos ópticos

Para o perfeito funcionamento de um sistema de transmissão de sinais ópticos, dois parâmetros são importantes no projeto:

- margem de desempenho do sistema e
- faixa dinâmica do receptor.

Esses dois cálculos devem ser efetuados para que possamos nos certificar de que o segmento óptico projetado atenderá às exigências de potência média do transmissor e da sensibilidade do receptor, mantendo a taxa de erros dentro de valores admissíveis. Para efetuarmos esses cálculos, devemos possuir os seguintes parâmetros dos componentes do sistema:

- atenuação do cabo óptico (dB/Km) no comprimento de onda de operação;
- atenuação máxima dos conectores;
- atenuação máxima de emenda (mecânica ou fusão);
- potência média de transmissão (*transmitter average power*) para o tipo de fibra;
- sensibilidade do receptor (*receiver sensitivity*) para o tipo de fibra;
- potência máxima de recepção (*max receive power*).

Apêndice E - Bibliografia

Livros:

STALLINGS, Willian, Data&Computer Communications Sixth Edition, Prentice Hall, 1995.

ZEMANSKY, Sears., Física Vol. 2 – Calor, ondas, ótica, ed LTC, 1978.

FERREIRA, W., ARAÚJO, J.F.M., MOURA, J. A. B. e SAUVE, J.P., Redes locais de computadores: Protocolos de alto nível e avaliação de desempenho, ed. McGraw Hill, 1986.

KINDERMANN, G. e CAMPAGNOLO, J.M., Aterramento Elétrico, ed. Porto Alegre, 1995.

SPURGEON, C.E., Practical Networking with Ethernet, ed. Coriolis Group, 1997.

FOROUZAN, B., Introduction to Data Communications and Networking, ed. McGraw Hill, 2001.

TRULOVE, J., Lan Wiring, ed. McGraw Hill.

CHAPPELL, Laura A., Introduction to Network Analisys.

BEYER, R. e RILEY, S., Switched, Fast and Gigabit Ethernet – Third Edition, ed. New Riders, 1999.

SYSTEMS, C., High-performance solutions for desktop connectivity.

GIOZZA, W.F., CONFORTI, E. e WALDMAN, H., Fibras ópticas: Tecnologias e projetos de sistemas, ed. Makron Books/McGraw Hill, 1990.

ALENCAR, M.S., Telefonia Digital, ed. Érica, 2002.

NETO, Vicente S., SILVA, Adelson P. e JUNIOR, Marcos Boscato., Redes de Alta Velocidade: Cabeamento Estruturado, ed. Érica, 2000.

SOARES, L.F.G., LEMOS, G. e COLCHER, S., Rede de Computadores: Das LANs, MANs e WANs às redes ATM, ed. Campus, 1995.

HECHT, J., Entendendo Fibras Ópticas, ed. Berkeley Brasil, 1993.

SILVEIRA, José Luis, Comunicação de Dados e Sistemas de Teleprocessamento, ed. Makron/McGraw Hill, 1991.

LU, C., The Race for Bandwidth: Understanding Data Transmission.

CHAPPELL, Laura A. e HAKES, D.E., Guide to Netware Lan Analysis, ed. Network Press, 1994.

TANENBAUM, A.S., Computer Networks, ed. Prentice Hall, 1996.

MEDOE, Pedro Alexandre, Curso básico de telefonia, ed. Saber, 2001.

FREEMAN, R.L., Fundamentals of Telecommunications, Wiley, 1994.

Normas:

ANSI/EIA/TIA 568 – Norma para cabeamento em edifícios comerciais

ANSI/EIA/TIA TSB 36 – Boletim de especificações técnicas para cabos UTP

ANSI/EIA/TIA TSB 53 – Boletim de especificações técnicas para hardware de conexão em cabos STP

ANSI/TIA/EIA TSB 40A – Boletim de especificações técnicas para hardware de conexão para cabos UTP

ANSI/EIA/TIA 568B – Primeira revisão da norma para cabeamento em edifícios comerciais

ANSI/EIA/TIA 569-A – Normas para edificações dos caminhos e espaços de telecomunicações em edifícios comerciais

ANSI/EIA/TIA 606-A – Norma para administração da infra-estrutura de telecomunicações em edifícios comerciais

ANSI/EIA/TIA TSB 67 – Especificações técnicas para teste em campo do desempenho do link de transmissão de cabos UTP

ANSI-J-STD-607-A – Especificações técnicas de aterramento elétrico para ambientes de telecomunicações

ANSI/EIA/TIA TSB 72 – Guia para gerenciamento centralizado de dispositivos de fibra óptica

ANSI/EIA/TIA 526-14 – Especificações técnicas para medidas em fibras ópticas multimodo

ANSI/EIA/TIA 526 14 – Especificações técnicas para medidas em fibras ópticas monomodo

ANSI/EIA/TIA TSB 95 – Especificação adicional para performance de cabos cat 5 100 ohms de 4 pares

ANSI/EIA/TIA TSB 75 – Práticas adicionais para sistemas de cabeamento horizontal por zonas

ANSI/EIA/TIA 568-A1 – Primeiro adendo à norma 568A

ANSI/EIA/TIA 568-A2 – Segundo adendo à norma 568A

ANSI/EIA/TIA 568-A3 – Terceiro adendo à norma 568A

ANSI/EIA/TIA 568-A4 – Quarto adendo à norma 568A

ANSI/EIA/TIA 568-A5 – Especificações de desempenho de transmissão para cabos de 4 pares, 100 Ohms categoria 5e

ABNT NBR 14565 – Procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicação para rede interna estruturada

ISO/IEC 11801 – Sistemas de cabeamento genérico para telecomunicações

ANSI/EIA/TIA 568 B.1 – Segunda revisão da norma para cabeamento em prédios comerciais

ANSI/EIA/TIA 568 B.2 – Componentes para cabeamento par trançado balanceado

ANSI/EIA/TIA 568 B.3 – Componentes para cabeamento de fibra óptica

ANSI/EIA/TIA 568 B.1.1 – Primeiro adendo à norma 568 B.1

ANSI/EIA/TIA 568 B.1.2 – Segundo adendo à norma 568 B.1

ANSI/EIA/TIA 568 B.1.3 – Terceiro adendo à norma 568 B.1

ANSI/EIA/TIA 568 B.1.4 – Quarto adendo à norma 568 B.1

ANSI/EIA/TIA 568 B.2.1 – Primeiro adendo à norma 568 B.2

ANSI/EIA/TIA 568 B.2.2 – Segundo adendo à norma 568 B.2

ANSI/EIA/TIA 568 B.2.3 – Terceiro adendo à norma 568 B.2

ANSI/EIA/TIA 568 B.2.4 – Quarto adendo à norma 568 B.2

ANSI/EIA/TIA 568 B.2.5 – Quinto adendo à norma 568 B.2

ANSI/EIA/TIA 568 B.3.1 – Primeiro adendo à norma 568 B.3

NBR5410: Instalações elétricas de baixa tensão - Comentada - para windows, instalação por CD-ROM, versão 1998. Apresenta a norma com comentário em hipertexto.

NBR14565: Procedimentos básicos para a elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para rede estruturada.

IEEE 802: Tutorial Developments in copper Cabling: disponível em <http://grouper.ieee.org/groups/802/3/tutorial/july98/index.html>.

IEEE Standard 8202.X.

Catálogos:

Balck Box – 2000.

Panduite – Communication Products.

Krone – Redes Locais estruturadas – KroneNet Plus.

AMP – Redes Estruturadas.

3COM – Superstack Switch.

Revistas e publicações:

RTI – Redes, Telecom. e Instalações.

World Telecom.

Computer Telephone – <http://www.cti.com>

Cabling News – Policom – <http://www.policom.com.br>

Packet – Cisco Systems – <http://www.cisco.com>

PC Magazine – <http://www.pcnavg.com>

Windows2000 Magazine – <http://www.win2000mag.com>

Network Magazine – <http://www.netwokmagazine.com>.

Lan Times Brasil.

Data Communications.

Cabling Instalation&maintenance - <http://cim.pennnet.com/home.cfm>

Organizações:

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – <http://www.abnt.org.br>/

Órgão responsável pela normalização técnica no país, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro.

BICSI – Building Industry Consulting Service International – <http://www.bicsi.org>/

A BICSI é uma associação profissional de telecomunicações que proporciona alta qualidade em educação técnica nos seus diversos manuais, conferências e treinamentos. Seus programas de certificação profissional, tais como o RCDD, o técnico em instalação de Cabling e outros, têm reconhecimento internacional. A sua afiliação junto a BICSI traz benefícios valiosos para você e sua empresa.

ISO – International Standard Association – <http://www.iso.org>

IEC – International Eletrotechnical Commission – <http://www.iec.org>

CSA – Canadian Standard Association – www.csa.org

IEEE – Institute of Electrical and Electronic Engineer – <http://www.ieee.org>

AURESIDE – Assoc. Brasileira de Automação Residencial - <http://www.aureside.org.br/>

EIA – Electronis Industries Alliance – <http://www.eia.org/>

TIA – Telecommunication Industrie Association – <http://www.tiaonline.org/>

Fóruns:

ATM Fórum.

Frame Relay Fórum.

Gigabit Ethernet Fórum.

Sites com amplo material disponível sobre redes e cabeamento estruturado:

<http://www.siemon.com/>

<http://www.faqs.org/faqs/LANs/cabling-faq/>

<http://www.cabling-design.com/>

<http://www.cablingbusiness.com/>

<http://www.cablingsystems.com/>

<http://www.cablingstandards.com/>

<http://www.scope.com/>

<http://www.idealindustries.com/>

<http://www.cablingdirectory.com/>

<http://www.iec.org/online/tutorials/scs>

<http://www.policom.com.br>

<http://www.deltatronic.com.br>

<http://www.cabletesting.com/>

<http://www.wireville.com/>

<http://www.wiring.com/>

Documentos Bicsi:

Residential Network Cabling Manual.

TDM - Telecommunications Distribution Methods Manual, 9th edition.

Introduction to Commercial Voice/Data Cabling Systems.

Network Design Reference Manual 4th edition.

Telecommunications Cabling Installation Manual (TCIM). 3rd edition.



Panamericana do Brasil
Informações Técnicas e Serviços
Uma empresa do Grupo PTG

FORMULÁRIO PARA SOLICITAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS

Ao portador deste é concedido um **desconto de 10%** para a aquisição de normas técnicas **internacionais** junto a PANAMERICANA DO BRASIL INFORMAÇÕES TÉCNICAS E SERVIÇOS.

Para solicitar uma cotação, por favor, preencha o formulário abaixo e envie um e-mail ou fax para:

PANAMERICANA DO BRASIL INFORMAÇÕES TÉCNICAS E SERVIÇOS

Tel: 11 3057-0456

Fax: 11 3057-0445

E-mail: vendas@ptglatina.com

| | | | |
|--|-------------|----------------|----------------|
| Empresa: | | | |
| Contato: | | | |
| Endereço: | Rua: | Bairro: | |
| | CEP: | Cidade: | Estado: |
| Telefone: | | | |
| Fax: | | | |
| E-mail: | | | |
| Números das Normas Internacionais | | | |
| | | | |
| | | | |



Livro: **Projetos de Redes Locais com Cabeamento Estruturado**
Autor: **Paulo Eustáquio Coelho**

Projetos de Redes Locais
com Cabeamento

Estruturado é um livro que
aborda, de maneira simples
e direta, conceitos de Redes

Ethernet, Bridges, e-
Switches; teoria e aplicação
de fibras ópticas; conceitos
de instalação e aterramento

eletécnicos; prédios

inteligentes e cabeamento

residencial; além das
normas brasileiras e

internacionais de
cabeamento estruturado. E

descrito a novíssima revisão
da norma 568-B para

cabeamento em edifícios
comerciais, de maio de

2003; a norma para
administração da infra-

estrutura de
telecomunicações em

edifícios comerciais, a

ANSI/TIA/EIA-606A, de maio

de 2002; e a norma para
aterramento TIA/EIA-STD-

607-A de outubro de 2002.

Também tratada norma
brasileira para projetos de
cabeamento em
telecomunicações à BNT
NBR 14565.

É um livro perfeito para
todos aqueles que desejam
obter um guia para seu
conhecimento sobre redes
e cabeamento.

Este livro não pode sair da biblioteca!

Edição Gráfica:
Lithera Maciel
Editora Gráfica Ltda.
Av. Presidente Vargas, 100 - Centro
CEP 20030-002 - Rio de Janeiro - RJ
Fone: (21) 3391-0444
E-mail: lithera@lithera.com.br - www.lithera.com.br

INSTITUTO
ONLINE