

**LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
FACULDADE NATALENSE PARA O DESENVOLVIMENTO
DO RIO GRANDE DO NORTE**

**ESPECIFICAÇÕES E PROCEDIMENTOS
PARA INSTALAÇÃO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO**

José Maria de Oliveira

**ESPECIFICAÇÕES E PROCEDIMENTOS
PARA INSTALAÇÃO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO**

Origem:
Alúcio Ferreira da Rocha Neto, 91.50

NATAL/RN
2007

**NATAL/RN
2007**

JOSÉ MARIA DE OLIVEIRA

**ESPECIFICAÇÕES E PROCEDIMENTOS
PARA INSTALAÇÃO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Redes de Computadores da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte como requisito obrigatório para a obtenção do título de Especialista em Redes de Computadores.

Orientador:

Aluízio Ferreira da Rocha Neto, M.Sc.

Oliveira, José Maria de

Especificações e procedimentos para instalação de cabeamento estruturado

José Maria de Oliveira. Natal: FARN, 2007.

102 f.

Orientador: Aluízio Ferreira da Rocha Neto (M.Sc.)

Monografia (Especialização em Redes de Computadores) - Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte

1. Redes de Computadores - Monografia. 2. Especialização em Redes - Monografia. 3. Cabeamento de Redes - Monografia. I. Título.

ENTRADA

NATAL/RN
2007

CND 001.7

JOSE MARIA DE OLIVEIRA

PARA INSTALAÇÃO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO
ESPECIFICAÇÕES E PROCEDIMENTOS

Monografia apresentada ao curso de
Especialização em Redes de Computadores da
Faculdade Natansen para o Desenvolvimento
do R. de C. como requisito
para a obtenção do título de
Especialista em Redes de Computadores.

RB	30.262
FARN	
BIBLIOTECA	
Nº Reg	M000729
13 / 12 / 07	

M
004.7
045e
2007
Lx. 01

NATALIAN
2007

JOSÉ MARIA DE OLIVEIRA

ESPECIFICAÇÕES E PROCEDIMENTOS
PARA INSTALAÇÃO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Redes de Computadores
da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte, aprovada
em ____ de ____ de ____ pela banca examinadora composta pelos
seguintes membros:

Catalogação na Publicação – Biblioteca da FARN
Setor de Processos Técnicos

Oliveira, José Maria de

Especificações e procedimentos para instalação de cabeamento estruturado /
José Maria de Oliveira. Natal: FARN, 2007.
102 f.

Orientador: Aluizio Ferreira da Rocha Neto (M. Sc.)

Monografia (Especialização em Redes de Computadores) – Faculdade
Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte.1. Redes de Computadores – Monografia 2. Comunicação em Rede –
Monografia. 3. Cabeamento de Redes. – Monografia. I. Título.

RN/FARN/BC

CDU 004.7

JOSÉ MARIA DE OLIVEIRA

**ESPECIFICAÇÕES E PROCEDIMENTOS
PARA INSTALAÇÃO DE CABEAMENTO ESTRUTURADO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Redes de Computadores da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte, aprovada em ____ de ____ de _____, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Aluízio Rocha, M.Sc.
Orientador

Gleydson de Azevedo Ferreira Lima, M.Sc.
Membro Examinador

AGRADECIMENTO

Agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para que eu concluísse esta especialização.

Este trabalho é dedicado à minha esposa, Érika, que em plena gravidez, demonstrou paciência e apoio constantes para que eu concluísse esta especialização; ao meu pai que também sempre me apoiou; e a minha mãe, Geralda (*in memoriam*), que tenho certeza de que estaria muito feliz, como todos nesse momento.

AGRADECIMENTO

Objeto: Agradeço a todas as pessoas, que direta ou indiretamente, contribuíram para que eu concluísse esta especialização.

Palavras-chave: Cabeamento Estruturado. Redes de Computadores. Comunicação em Rede. Alvos de Redes.

RESUMO

Objetiva descrever e exemplificar as especificidades e procedimentos necessários para instalação de cabeamento estruturado em um ambiente de rede de computadores. Para tanto, fez-se uso de uma pesquisa documental, na literatura, na Internet e em normas técnicas, que fundamentam na exemplificação do assunto para que haja uma compreensão clara e objetiva do tema. Assim apresentam-se informações que mostram como melhor cabear um ambiente de rede de pequeno ou médio porte, que trabalha com diversas máquinas interligadas de forma eficiente e seguras, provendo uma infra-estrutura que permita evolução e flexibilidade para seus serviços. Mostra que, para que tal procedimento ocorra de forma eficiente é muito importante o correto funcionamento dos recursos físicos utilizados e o uso de equipamentos adequados. O resultado desta pesquisa apresenta especificações de procedimentos e metodologias padrões que deverão ser utilizados nas instalações e no projeto de redes de cabeamento estruturado para um melhor entendimento a profissionais da área de informática e demais profissionais que tenham curiosidade em aprender um pouco mais dessa abundante área de comunicação.

Palavras-chave: Cabeamento Estruturado. Redes de Computadores. Comunicação em Rede. Ativos de Redes.

LISTA DE ABSTRACTS

Lens to describe and to exemplify the specificities and necessary procedures for cabling installation structured in an atmosphere of net of computers. For so much, it was made use of a documental research, in the literature, in the Internet and in technical norms, that base in the examples of the subject so that there is a clear and objective understanding of the theme. They come like this information that show as better cabear one adapt of net of small or medium load, that he/she works with several efficient and safe interlinked machines in way, providing an infrastructure to allow evolution and flexibility for their services. He/she shows that, for such a procedure to happen in an efficient way it is very important the correct operation of the used physical resources and the use of appropriate equipments. of procedures and methodologies patterns that should be used in the facilities and in the project of nets of structured cabling for a better understanding to professionals of the computer science area and other professionals that have curiosity in learning a more little of that abundant communication area.

Word-key: Structured Cabling. Nets of Computers. Communication in Net. Assets of Nets.

Figura 9 – Conectores e Terminador	27
Figura 10 – Cabo de rede coaxial	27
Figura 11 – Cabo com pares entrelaçados	28
Figura 12 – Cabo de par trançado	29
Figura 13 – Peça de rede para cabo de par trançado	29
Figura 14 – Cabo com categoria 5e	30
Figura 15 – Pares de fios de TD e RD	31
Figura 16 – Alicate Crimpador	32
Figura 17 – Indicações das áreas cada uma com suas funções	33
Figura 18 – Cabo desencapado	34
Figura 19 – Fios na posição certa para se colocar o conector RJ-45	34
Figura 20 – Fios encaixados no conector	35
Figura 21 – Protetores para conectores RJ-45 e cabo com os protetores	35
Figura 22 – Testador de cabos de par trançado	36
Figura 23 – Figuras do Hub	38
Figura 24 – Porta Up Link	39
Figura 25 – Hubs empilháveis	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Rede em Estrela.....	20
Figura 2 – Rede em Anel.....	20
Figura 3 – Rede em Barramento.....	21
Figura 4 – Estrutura do Cabo de Fibra Óptica.....	23
Figura 5 – Placa de Rede com Conectores para Fibra Ótica.....	24
Figura 6 – Cabo de Fibra Óptica.....	24
Figura 7 – Estrutura do Cabo Caoaxial.....	26
Figura 8 – Placa de rede para rede com Cabo Caoaxial.....	26
Figura 9 – Conectores e Terminador.....	27
Figura 10 – Cabo de rede coaxial.....	27
Figura 11 – Cabo com pares entrelaçados.....	28
Figura 12 – Cabo de par traçado.....	29
Figura 13 – Placa de rede para cabo de par traçado.....	29
Figura 14 – Cabo com categoria 5e.....	30
Figura 15 – Pares de fios de TD e RD.....	31
Figura 16 – Alicate Crimpator.....	32
Figura 17 – Indicações das áreas cada uma com suas funções.....	33
Figura 18 – Cabo desencapado.....	34
Figura 19 – Fios na posição certa para se colocar o conector RJ-45.....	34
Figura 20 – Fios encaixados no conector.....	35
Figura 21 – Protetores para conectores RJ-45 e cabo com os protetores.....	35
Figura 22 – Testador de cabos de par trançado.....	36
Figura 23 – Figuras do Hub.....	38
Figura 24 – Porta Up Link.....	39
Figura 25 – Hubds empilháveis.....	40

Figura 26 – Switch.....	41
Figura 27 – Roteador.....	43
Figura 28 – Uso de roteadores.....	44
Figura 29 – Roteador da Cisco.....	45
Figura 30 – Roteador na interligação.....	49
Figura 31 – Modem utilizada para a conexão Backup.....	50
Figura 32 – Tomadas RJ-45.....	51
Figura 33 – Patch panel com 24 e 48 portas.....	52
Figura 34 – Capa externa rompida (incorreto).....	62
Figura 35 – Cabeamento de Fibras Ópticas.....	64
Figura 36 – Cabeamento de <i>Patch Panel</i>.....	67
Figura 37 – Desenho do Enlace.....	70
Figura 38 – Desenho do Canal.....	71
Figura 39 – Áreas de instalação de tomadas de telecomunicações.....	72
Figura 40 – Tomada tripolar monofásica (3 pinos-2P+T) padrão NEMA 5P.....	84
Figura 41 – Tipo de etiquetas para identificação.....	96
Quadro 19 – Comprimentos Máximos de Segmentos de Fibra Ótica em Redes Ethernet.....	97
Quadro 19 – Comprimentos Máximos de Segmentos de Fibra Ótica em Redes Gigabit Ethernet.....	98

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Atenuação para cabos UTP.....	55
Quadro 2 – valores de paradiafonia medidos no cabo.....	56
Quadro 3 – Medição para um cabo UTP 4 pares.....	57
Quadro 4 – Método Power Sum.....	57
Quadro 5 – Diâmetro e quantidade de cabos.....	59
Quadro 6 – Capacidade de eletrocalhas	59
Quadro 7 – Cores dos Pinos.....	63
Quadro 8 – Valores dos parâmetros do cabo Multimodo 62,5/125 nm.....	65
Quadro 9 – Valores dos parâmetros do cabo Monomodo.....	65
Quadro 10 – Cabos e diâmetros.....	68
Quadro 11 – Categorias e definição.....	69
Quadro 12 – Conectores metálicos e ópticos.....	69
Quadro 13 - Técnicas de conectorização de cabos de par-trançado metálico...	70
Quadro 14 - Código de cores (Norma ANSI/TIA/EIA 606).....	77
Quadro 15 - Comprimentos Máximos de Segmentos de Fibra Ótica em Redes Ethernet.....	97
Quadro 16 - Comprimentos Máximos de Segmentos de Fibra Ótica em Redes Gibabit Ethernet.....	98
4.5 SWITCHES.....	41
4.6 DIFERENÇA ENTRE HUBS E SWITCHES.....	42
4.7 ROTADORES.....	43
4.7.1 Protocolos.....	45
4.7.2 Rotamento estático e roteamento dinâmico.....	46
4.7.3 Protocolos de roteamento.....	47
4.7.3.1 Tipos de Protocolos.....	48
4.7.3.2 Características.....	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 HISTORIA	13
1.2 ETHERNET	15
2 O MERCADO DA INFORMAÇÃO	17
2.1 EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS OPERACIONAIS	18
3 TOPOLOGIAS DAS REDES DE COMPUTADORES	20
3.1 CABEAMENTO DAS REDES	21
3.1.1 Cabos de Fibra Óptica	22
3.1.2 Cabo Coaxial	25
3.1.3 Cabo Par Trançado	28
3.1.4 Como confeccionar os Cabos	32
3.1.5 Como Testar o Cabo	36
4 ATIVOS DE REDES	38
4.1 HUBS	38
4.2 CASCATEAMENTO	39
4.3 EMPILHAMENTO	40
4.4 BRIDGES (PONTES)	40
4.5 SWITCHES	41
4.6 DIFERENÇA ENTRE HUBS E SWITCHES	42
4.7 ROTEADORES	43
4.7.1 Protocolos	45
4.7.2 Roteamento estático e roteamento dinâmico	46
4.7.3 Protocolos de roteamento	47
4.7.3.1 Tipos de Protocolos	48
4.7.3.2 Características	48

5 ESPECIFICAÇÕES E PROCEDIMENTOS.....	51
5.1 CABEAMENTO ESTRUTURADO.....	51
5.2 REPETIDORES.....	53
5.2.1 Características Elétricas.....	54
6 METODOLOGIA EXECUTIVA.....	58
6.1 LANÇAMENTO.....	58
6.2 ACOMODAÇÃO DOS CABOS.....	62
6.3 PINAGENS DE CONECTORES RJ-45 MACHO: (PRIMÁRIO).....	63
6.3.1 Cabeamento de Fibra Óptica.....	63
6.3.2 Características dos Cabos Ópticos.....	64
6.4 PREMISSAS.....	66
6.5 SUB-SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA.....	68
6.6 ÁREA DE TRABALHO.....	71
6.6.1 Salas de telecomunicações.....	72
6.6.2 Sala de equipamentos.....	72
6.6.3 Instalação de entrada.....	73
7 TESTES E CERTIFICAÇÕES.....	74
8 ADMINISTRAÇÃO DO CABEAMENTO.....	77
8.1 ATERRAMENTO E VINCULAÇÕES AO TERRA.....	78
8.2 ESPECIFICAÇÕES DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS.....	79
8.2.1 Rack.....	79
8.2.2 Switches / Roteadores.....	79
8.2.3 Patch cord.....	80
8.3 CABOS E CONECTORES.....	80
9 INFRA-ESTRUTURA.....	82
9.1 DIMENSIONAMENTO DA INSTALAÇÃO.....	82
10 METODOLOGIA EXECUTIVA.....	85

10.1 ORGANIZAÇÃO DENTRO DOS RACKS.....	85
10.2 MEMÓRIA DE CÁLCULO.....	86
10.3 CÁLCULO DA OCUPAÇÃO DE ELETRODUTOS.....	89
10.4 CÁLCULO DA SEÇÃO DOS CONDUTORES E ELETRODUTOS.....	91
11 IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE REDE.....	94
11.1 IDENTIFICAÇÃO DOS CABOS.....	94
11.2 ETIQUETAS DE IDENTIFICAÇÃO.....	95
11.3 ESTRUTURA DA DOCUMENTAÇÃO.....	96
11.4 PLANTA COM PLOTAGEM DOS PONTOS.....	99
12 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
REFERÊNCIAS.....	101

O primeiro experimento conhecido como conexão de computadores em rede foi realizado em 1965, nos Estados Unidos, por dois cientistas: Lawrence Roberts e Thomas Merrill. A experiência foi realizada por meio de uma linha telefônica discada de baixa velocidade, fazendo a conexão entre dois centros de pesquisa em Massachusetts e na Califórnia. Estava plantada ali a semente para o que hoje é a Internet – mãe de todas as redes.

O nascimento das redes de computadores está associado, não por acaso, a eventos especiais. Uma vez que boa parte dos elementos e aplicações essenciais para a comunicação entre computadores, como o protocolo TCP/IP, a tecnologia de comutação de pacotes de dados e o controle eletrônico, estão relacionados ao desenvolvimento da Arpanet, a rede que deu origem à Internet. Ela foi criada por um programa desenvolvido pela Advanced Research Projects Agency (ARPA) mais tarde rebatizada como DARPA.

A agência nasceu de uma iniciativa do departamento de defesa dos Estados Unidos, na época preocupado em não perder terreno na corrida tecnológica deflagrada pelos russos com o lançamento do satélite Sputnik, em 1957. Roberts, acadêmico do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), era um dos integrantes da DARPA e um dos pais da Arpanet, que teve seu início em 1969 conectando quatro universidades: Universidade da Califórnia (UCLA) em Los

1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho será explicitado como nasceu a idéia da Rede entre computadores, o seu principal padrão mundialmente utilizado, as topologias, os tipos de cabos, como confeccioná-los, o cabeamento estruturado, os principais equipamentos para uma rede de computadores: Repetidores, Hub, Switch, Roteadores entre muitas outras informações. Qualquer crítica ou sugestão, apoio, dicas é muito bem vinda, para o enriquecimento deste material. Para a sua composição foi realizada uma pesquisa documental no assunto que será apresentada nos tópicos subseqüentes.

1.1 HISTORIA

O primeiro experimento conhecido como conexão de computadores em rede foi realizado em 1965, nos Estados Unidos, por dois cientistas: Lawrence Roberts e Thomas Merril. A experiência foi realizada por meio de uma linha telefônica discada de baixa velocidade, fazendo a conexão entre dois centros de pesquisa em Massachusetts e na Califórnia. Estava plantada ali a semente para o que hoje é a Internet – mãe de todas as redes.

O nascimento das redes de computadores está associada, não por acaso, a corrida espacial. Uma vez que boa parte dos elementos e aplicações essenciais para a comunicação entre computadores, como o protocolo TCP/IP, a tecnologia de comutação de pacotes de dados e o correio eletrônico, estão relacionados ao desenvolvimento da Arpanet, a rede que deu origem a internet. Ela foi criada por um programa desenvolvido pela Advanced Research Projects Agency (ARPA) mais tarde rebatizada como DARPA.

A agencia nasceu de uma iniciativa do departamento de defesa dos estados unidos, na época preocupado em não perder terreno na corrida tecnológica deflagrada pelos russos com o lançamento do satélite Sputnik, em 1957. Roberts, acadêmico do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), era um dos integrantes da DARPA e um dos pais da Arpanet, que teve seu início em 1969 conectando quatro universidades: Universidade da Califórnia (UCLA) em Los

Angeles, Stanford, Santa Bárbara e Utah. A separação dos militares da Arpanet só ocorreu em 1983, com a criação da Milnet.

Alguns dos marcos importantes para a evolução das redes locais de computadores ocorreram nos anos 70. Até a década anterior os computadores eram máquinas gigantescas que processavam informações por meio da leitura de cartões ou fitas magnéticas. Não havia interação entre o usuário e a máquina. No final dos anos 60 ocorreram os primeiros avanços que resultaram nos sistemas multiusuários de tempo compartilhado. Por meio de terminais interativos, diferentes usuários revezavam-se na utilização do computador central. Neste período a *International Business Machines* (IBM) reinava praticamente sozinha nessa época.

A partir de 1970, com o desenvolvimento dos minicomputadores de 32 bits, os grandes fabricantes, como IBM, HP e Digital, já começavam a planejar soluções com o objetivo de distribuir o poder de processamento dos mainframes e assim facilitar o acesso às informações. O lançamento do VAX pela Digital, em 1977, estava calcado numa estratégia de criar uma arquitetura de rede de computadores. Com isso, a empresa esperava levar vantagem sobre a rival *Big Blue*.

Quando um Vax era iniciado, ele já começava a procurar por outras máquinas para se comunicar, um procedimento ousado numa época em que poucas pessoas tinham idéia do que era uma rede. A estratégia deu certo e o VAX alcançou grande popularidade, principalmente em aplicações científicas e de engenharia. Muitos anos depois, a Digital acabaria sendo comprada pela *Compaq*, que por sua vez, foi incorporada a HP. Mas as inovações surgidas com o VAX e seu sistema operacional, o *Virtual Memory System* (VMS), teriam grandes influências nos computadores que viriam depois.

O sistema operacional *Unix*, desenvolvido em 1969 nos laboratórios Bell, trouxe inovações que logo o tornou popular nas universidades e nos centros de pesquisa a partir de 1974. Era um sistema portátil e modular, capaz de rodar em vários computadores e evoluir junto com o hardware. Os sistemas operacionais da época eram escritos em *assembly*, linguagem específica para a plataforma de hardware. O Unix foi escrito quase totalmente em C, uma linguagem de alto nível. Isso deu a ele uma inédita flexibilidade. No começo da década, ferramentas importantes foram criadas para o Unix, como o e-mail, o Telnet, que permitia o uso de terminais remotos, e o File Transfer Protocol (FTP), que se transformou no

padrão de transferência de arquivos entre computadores em rede. Foi essa plataforma que nasceu a maior parte das tecnologias que hoje formam a Internet.

1.2 ETHERNET

Um dos principais saltos tecnológicos que permitiu a popularização das redes foi o desenvolvimento da tecnologia *Ethernet*. Para se ter uma idéia do avanço que ela representou, basta lembrar que, até então, os computadores não compartilhavam um cabo comum de conexão. Cada estação era ligada à outra numa distancia não superior a 2 metros. O pai da *Ethernet* é Robert Metcalfe, um dos gênios produzidos pelo MIT e por Harvard e fundador da 3Com.

Metcalfe era um dos pesquisadores do laboratório *Parc*, que a Xerox mantém até hoje em Palo Alto, na Califórnia. Em 1972, ele recebeu a missão de criar um sistema que permitisse a conexão das estações Xerox Alto entre si e com os servidores. A idéia era que todos os pesquisadores do *Parc* pudessem compartilhar as recém-desenvolvidas impressoras a laser.

Uma das lendas a respeito da criação da *Ethernet* é que Metcalfe e sua equipe tomaram por base um sistema desenvolvido por um casal de estudantes da universidade de Aloha, no Havaí. Utilizando um cabo coaxial, eles interligaram computadores em duas ilhas para poder conversar. O fato é que, antes de chamar-se *Ethernet*, a partir de 1973, o sistema de Metcalfe tinha o nome de *Alto Aloha Network*. Ele mudou a denominação, primeiramente para deixar claro que a *Ethernet* poderia funcionar em qualquer computador e não apenas nas estações Xerox. E também para reforçar a diferença em relação ao método de acesso Carrier Sense Multiple Access (CSMA) do sistema Aloha. A palavra ether foi uma referencia à propagação de ondas pelo espaço.

O sistema de Metcalfe acrescentou duas letras, CD (de *Collision Detection*) à sigla CSMA. Um detalhe importante, porque o recurso de detecção de colisão impede que dois dispositivos acessem o mesmo nó de forma simultânea. Assim, o sistema *Ethernet* verifica se a rede está livre para enviar a mensagem. Se não estiver a mensagem fica numa fila de espera para ser transmitida. A *ethernet*

começou com uma banda de 2Mbps que permitia conectar 100 estações em até 1 quilometro de cabo.

No início, usava-se um cabo coaxial chamado *yellow cable*, de diâmetro avantajado. A topologia era um desenho de barramento (algo parecido com um varal) no qual o computador ia sendo pendurado. O conector desse sistema foi apelidado de vampiro, porque "mordia" o cabo em pontos determinados. Dali saia um cabo serial que se ligava à placa de rede. O *yellow cable* podia ser instalado no teto ou no chão, conectado ao cabo menor.

O primeiro impulso para a difusão do padrão Ethernet ocorreu quando a Digital, a Intel e a Xerox, em 1990 formaram um consórcio (DIX) para desenvolver e disseminar o padrão que rapidamente evoluiu de 2Mbps para 10Mbps.

O sistema Ethernet foi padronizado pelas especificações do Instituto dos Engenheiros de Eletricidade e Eletrônica (IEEE), órgão que, entre outras funções, elabora normas técnicas de engenharia eletrônica. O protocolo Ethernet corresponde à especificação 802.3 do IEEE, publicada pela primeira vez em 1995. A versão Ethernet utilizava, inicialmente, dois tipos de cabos coaxiais, um mais grosso (10 Base5) e outro mais fino (10 Base2). A partir de 1990, com o aumento da velocidade para 100Mbps, passou-se a usar o cabo de par trançado (10Base-T e 100Base-T), que tem a vantagem de ser mais flexível e de baixo custo. Com o advento da fibra ótica, o padrão Ethernet já está em sua terceira geração. A Gigabit Ethernet, com velocidade de até 1Gbps (SPURGEON, 2000).

Na década de 80, com a chegada dos computadores pessoais, as redes locais começaram a ganhar impulso. O mercado corporativo demandava soluções para compartilhar os elementos mais caros de infra-estrutura de Tecnologias da Informação (TI), tais como impressoras e discos rígidos. A Novell, uma empresa fundada por mórmons em Salt Lake City, no estado americano de Utah, desenvolveu em 1983, o sistema operacional NetWare para servidores, que usava o protocolo de comunicação IPX, mais simples que o TCP/IP. O protocolo rapidamente ganhou força e chegou a dominar 70% do mercado mundial até meados de 1993. A década de 80 foi marcada pela dificuldade de comunicação entre redes locais que se tornaram e foram vistas pelo mercado como computadores de rede. As soluções proprietárias, como SNA, da IBM, DECnet, da Digital, NetWare, da Novell, e o Windows da Microsoft (TUTORIAL, 2007).

2 O MERCADO DA INFORMAÇÃO

A *Ethernet* não foi a única tecnologia de acesso para redes locais criada nessa época, mas certamente se tornou o padrão mais difundido, por sua simplicidade e eficiência, chegando a mais de 100 milhões de nós no mundo todo. As tecnologias *Token Ring*, da IBM, e a *Arcnet*, da *Datapoint*, chegaram a ter seus dias de glória (esta última ainda é largamente empregada no Japão para processos de automação industrial), mas perderam terreno para a poderosa concorrente. O primeiro impulso para difusão do padrão *Ethernet* ocorreu quando a Digital, a Intel e a Xerox, em 1980 formaram um consórcio (DIX) para desenvolver e disseminar o padrão que rapidamente evoluiu de 2Mbps para 10Mbps.

O sistema *Ethernet* foi padronizado pelas especificações do Instituto dos Engenheiros de Eletricidade e Eletrônica (IEEE), órgão que, entre outras funções, elabora normas técnicas de engenharia eletrônica. O protocolo *Ethernet* corresponde à especificação 802.3 do IEEE, publicada pela primeira vez em 1985. A conexão *Ethernet* utilizava, inicialmente, dois tipos de cabos coaxiais, um mais grosso (10 Base5) e outro mais fino (10 Base2). A partir de 1990, com o aumento da velocidade para 100Mbps, passou-se a usar o cabo de par trançado (10Base-T e 100Base-T), que tem a vantagem de ser mais flexível e de baixo custo. Com o advento da fibra ótica, o padrão *Ethernet* já está em sua terceira geração. A *Gigabit Ethernet*, com velocidade de até 1Gbps.(SPURGEON, 2000).

Na década de 80, com a chegada dos computadores pessoais, as redes locais começaram a ganhar impulso. O mercado corporativo demandava soluções para compartilhar os elementos mais caros da infra-estrutura de Tecnologias da Informação (TI), tais como impressoras e discos rígidos. A *Novell*, uma empresa fundada por mórmons em Salt Lake City, no estado americano de Utah, desenvolveu em 1983, o sistema operacional *NetWare* para servidores, que usava o protocolo de comunicação IPX, mais simples que o TCP/IP. O protocolo rapidamente ganhou força e chegou a dominar 70% do mercado mundial até meados de 1993. A década de 80 foi marcada pela dificuldade de comunicação entre redes locais que se formavam e que eram vistas pelo mercado como ilhas de computadores com soluções proprietárias, como SNA, da IBM, DECnet, da Digital, *NetWare*, da *Novell*, e *NetBIOS* da Microsoft. (TUTORIAL..., 2007).

Esse problema fez com que um casal de namorados da universidade de Stanford, Sandra Lerner e Leonard Bosack, decidissem encontrar uma solução para que as redes locais de cada departamento da universidade pudessem conversar. Diz à lenda que a preocupação do casal, que mais tarde fundaria a Cisco, era trocar e-mails. E por isso inventaram o roteador, o equipamento que permitiu a conexão de duas redes normalmente incompatíveis.

A verdade é que eles não inventaram, mas aperfeiçoaram e muito o projeto inicial de um engenheiro chamado Bill Yeager. O produto foi lançado comercialmente em 1987. A Cisco hoje vale Bilhões e o resto é História. O quebra-cabeça das redes começa a se fechar a partir do momento que a Arpanet, em 1983, passa a ser de fato a Internet, adotando definitivamente a família de protocolos TCP/IP. No ano seguinte, surge outra grande inovação o Domain Name System (DNS), mecanismo para resolver o problema de nome e endereços de servidores na rede. Com a criação da World Wide Web (www), em 1991, e o desenvolvimento do *browser* pelo fundador da Netscape, Marc Andreessen, a Internet deslanchou para se tornar a grande rede mundial de computadores.

A difusão do protocolo TCP/IP no mundo corporativo que passou a ser a linguagem universal dos computadores se deu a partir das plataformas *Unix da Sun* e da HP. Nos anos 90, as empresas já estavam empenhadas em usar a informática para melhorar o processo produtivo. O mercado começou a migrar de plataformas proprietárias para sistemas abertos. A questão não era tecnologia, mas economia. O sistema Unix tinha vários fornecedores, uma plataforma de desenvolvimento mais simples e mais versátil que os tradicionais mainframes. A pluralidade de plataformas passou a ser a regra nas empresas. Isso só foi possível porque os obstáculos à interligação de sistemas de diferentes fabricantes já haviam sido superados.

2.1 EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS OPERACIONAIS

Em 1988, Dave Cutler, líder da equipe da Digital que havia criado o VMS, o arrojado sistema operacional do VAX, foi contratado pela *Microsoft*. A empresa já havia fracassado em uma tentativa anterior de competir com a *Novell*. Seu primeiro

sistema operacional de rede, o *LAN Manager*, desenvolvido em conjunto com a IBM, não era páreo para o *NetWare*. Culter levou para lá boa parte da sua antiga equipe de programadores e também a filosofia que havia norteado a criação do VAX, de que a comunicação em rede deve ser um atributo básico do sistema operacional. Ele liderou o desenvolvimento do Windows NT, lançado em 1993. Com ele, a *Microsoft* finalmente conseguiu conquistar algum espaço nos servidores. O NT também foi base para o desenvolvimento do Windows 2000 e do Windows XP. De certa forma o XP é neto do velho VMS. (TUTORIAL..., 2007)

Se, há 40 anos, a idéia de uma rede de computadores era a de vários aparelhos conectados, hoje a rede transformou-se numa dos principais meios de interação entre pessoas, de disseminação da informação e da realização de negócios. O rádio levou 38 anos até formar um público de 50 milhões de pessoas. A TV levou 13 anos. A Internet precisou apenas quatro anos para alcançar essa marca. É um salto e tanto para toda a humanidade.

Figura 1 – Rede em Estrela
Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

Anel - Todos os computadores são conectados em um anel. É a topologia das redes Token Ring, popularizadas pela IBM nos anos 80. Hoje, esse modelo é muito utilizado em sistemas de automação industrial.

Figura 2 – Rede em Anel
Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

3 TOPOLOGIAS DAS REDES DE COMPUTADORES

Ao longo da história das redes, várias topologias foram experimentadas, com maior ou menor sucesso. Os três tipos abaixo são esquemas básicos empregados na conexão dos computadores. Os outros são variantes deles:

Estrela - Todas as conexões partem de um ponto central (concentrador), normalmente um hub ou switch. É o modelo mais utilizado atualmente.

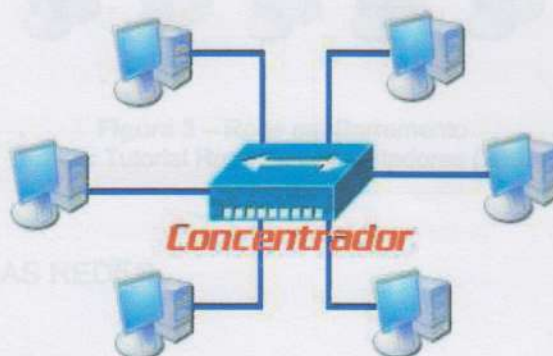


Figura 1 – Rede em Estrela
Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

Anel - Todos os computadores são conectados em um anel. É a topologia das redes Token Ring, popularizadas pela IBM nos anos 80. Hoje, esse modelo é mais utilizado em sistemas de automação industrial.



Figura 2 – Rede em Anel
Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

Barramento - Os computadores são conectados num sistema linear de cabeamento em seqüência. Esse arranjo era usado nas primeiras gerações de redes Ethernet. Está sendo lentamente abandonado.

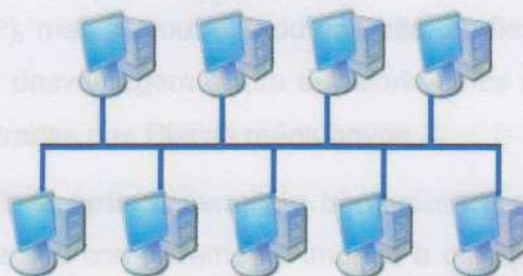


Figura 3 – Rede em Barramento
Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

3.1 CABEAMENTO DAS REDES

O projeto de cabeamento de uma rede, que faz parte do meio físico usado para interligar computadores, é um fator de extrema importância para o bom desempenho da mesma. Esse projeto envolve aspectos sobre a taxa de transmissão, largura de banda, facilidade de instalação, imunidade a ruídos, confiabilidade, custos de interface, exigências geográficas, conformidade com padrões internacionais e disponibilidades de componentes.

O sistema de cabeamento determina a estabilidade de uma rede. Pesquisas revelam que cerca de 80% dos problemas físicos ocorridos atualmente em uma rede tem origem no cabeamento, afetando de forma considerável a confiabilidade da mesma. O custo para a implantação do cabeamento corresponde a aproximadamente 6% do custo total de uma rede, no entanto, mais 70% da manutenção de uma rede é direcionada aos problemas oriundos do cabeamento. (TANENBAUM, 2003).

Existem alguns cabos específicos, dos quais destacam-se:

- a) **Os cabos de par trançado:** são os mais usados, pois tem um melhor custo benefício, ele pode ser comprado pronto em lojas de informática, ou feito sob

Aqui medida, ou ainda produzido pelo próprio usuário, e ainda são 10 vezes mais rápidos que os cabos coaxiais.

b) **Os cabos coaxiais:** permitem que os dados sejam transmitidos através de uma distância maior que a permitida pelos cabos de par trançado sem blindagem (UTP), mas por outro, lado não são tão flexíveis e são mais caros que eles. Outra desvantagem é que a maioria deles requerem o barramento ISA, não encontradas nas Placas mães novas.

c) **Os cabos de fibra óptica:** permitem transmissões de dados a velocidades muito maiores e são completamente imunes a qualquer tipo de interferência eletromagnética, porém, são muito mais caros e difíceis de instalar, demandando equipamentos mais caros e mão de obra mais especializada. Apesar da alta velocidade de transferência, as fibras ainda não são umas boas opções para pequenas redes devido ao custo.

3.1.1 Cabos de Fibra Óptica

Sem as fibras ópticas, a Internet e até o sistema telefônico que existem hoje seriam inviáveis. Com a migração das tecnologias de rede para padrões de maiores velocidades como ATM, *Gigabit Ethernet* e 10 *Gigabit Ethernet*, o uso de fibras ópticas vem ganhando força também nas redes locais. O produto começou a ser fabricado em 1978 e passou a substituir os cabos coaxiais nos Estados Unidos na segunda metade da década de 80.

Em 1988, o primeiro cabo submarino de fibras ópticas mergulhou no oceano, dando início a superestrada da informação. O físico indiano Narinder Singh Kanpany é o inventor da fibra óptica, que passou a ter aplicações práticas na década de 60 com o advento da criação de fontes de luz de estado sólido, como o raio laser e o LED, diodo emissor de luz. Sua origem, porém, data do século 19, com os primeiros estudos sobre os efeitos da luz. Existem dois tipos de fibras ópticas: As fibras multimodo e as monomodo. A escolha de um desses tipos dependera da aplicação da fibra. As fibras multimodo são mais utilizadas em aplicações de rede locais (LAN), enquanto as monomodo são mais utilizadas para aplicações de rede de longa distancia (WAN). São mais caras, mas também mais eficientes que as multimodo.

Aqui no Brasil, a utilização mais ampla da fibra óptica teve início na segunda metade dos anos 90, impulsionada pela implementação dos backbones das operadoras de redes metropolitanas. (TUTORIAL..., 2007).

Em 1966, num comunicado dirigido à *British Association for the Advancement of Science*, os pesquisadores K.C.Kao e G.A.Hockham da Inglaterra propuseram o uso de fibras de vidro, e luz, em lugar de eletricidade e condutores de cobre na transmissão de mensagens telefônicas. Ao contrário dos cabos coaxiais e de par trançado, que nada mais são do que fios de cobre que transportam sinais elétricos, a fibra óptica transmite luz e por isso é totalmente imune a qualquer tipo de interferência eletromagnética.

Além disso, como os cabos são feitos de plástico e fibra de vidro (ao invés de metal), são resistentes à corrosão. O cabo de fibra óptica é formado por um núcleo extremamente fino de vidro, ou mesmo de um tipo especial de plástico. Uma nova cobertura de fibra de vidro, bem mais grossa envolve e protege o núcleo. Em seguida temos uma camada de plástico protetora chamada de cladding, uma nova camada de isolamento e finalmente uma capa externa chamada bainha, conforme figura abaixo.

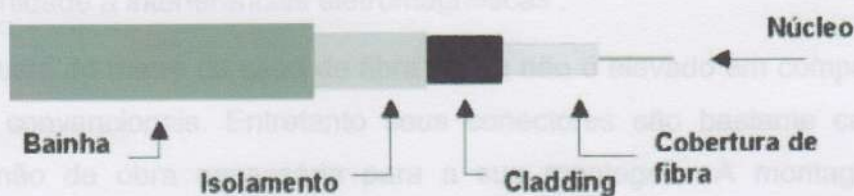


Figura 4 – Estrutura do Cabo de Fibra Óptica
Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

A transmissão de dados por fibra óptica é realizada pelo envio de um sinal de luz codificado, dentro do domínio de frequência do infravermelho a uma velocidade de 10 a 15 MHz. As fontes de transmissão de luz podem ser diodos emissores de luz (LED) ou lasers semicondutores.

O cabo óptico com transmissão de raio laser é o mais eficiente em potência devido a sua espessura reduzida. Já os cabos com diodos emissores de luz são muito baratos, além de serem mais adaptáveis à temperatura ambiente e de terem um ciclo de vida maior que o do laser. O cabo de fibra óptica pode ser utilizado tanto em ligações ponto a ponto quanto em ligações multimodo. A fibra óptica permite a

transmissão de muitos canais de informação de forma simultânea pelo mesmo cabo. Utiliza, por isso, a técnica conhecida como multiplexação onde cada sinal é transmitido numa frequência ou num intervalo de tempo diferente.



Figura 5 – Placa de Rede com Conectores para Fibra Ótica

Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

a) FDDI (Fiber Distributed Data Interface);

A fibra ótica apresenta inúmeras vantagens sobre os condutores de cobre, sendo as principais:

- a) Maior alcance;
- b) Maior velocidade;
- c) Imunidade a interferências eletromagnéticas .

O custo do metro de cabo de fibra ótica não é elevado em comparação com os cabos convencionais. Entretanto seus conectores são bastante caros, assim como a mão de obra necessária para a sua montagem. A montagem desses conectores, além de um curso de especialização, requer instrumentos especiais, como microscópios, ferramentas especiais para corte e polimento, medidores e outros aparelhos sofisticados.



Figura 6 – Cabo de Fibra Ótica

Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

Devido ao seu elevado custo, os cabos de fibras ópticas são usados apenas quando é necessário atingir grandes distâncias em redes que permitem segmentos de até 1 km, enquanto alguns tipos de cabos especiais podem conservar o sinal por até 5 km (distâncias maiores são obtidas usando repetidores). Mesmo permitindo distâncias tão grandes, os cabos de fibra óptica permitem taxas de transferências de até 155 mbps, sendo especialmente úteis em ambientes que demandam uma grande transferência de dados. Como não soltam faíscas, os cabos de fibra óptica são mais seguros em ambientes onde existe perigo de incêndio ou explosões. E para completar, o sinal transmitido através dos cabos de fibra é mais difícil de interceptar, sendo os cabos mais seguros para transmissões sigilosas.

A seguir vê-se os padrões mais comuns de redes usando fibra ótica:

- a) FDDI (Fiber Distributed Data Interface);
- a) FOIRL (Fiber- Optic InterRepeater Link);
- b) 10BaseFL;
- c) 100BaseFX;
- d) 1000BaseSX;
- e) 1000BaseLX.

3.1.2 Cabo Coaxial

O cabo coaxial foi o primeiro cabo disponível no mercado, e em alguns anos atrás era o meio de transmissão mais moderno que existia em termos de transporte de dados, existem 4 tipos diferentes de cabos coaxiais, chamados de **10Base5**, **10Base2**, **RG-59/U** e **RG-62/U**.

O cabo **10Base5** é o mais antigo, usado geralmente em redes baseadas em *mainframes*. Este cabo é muito grosso, tem quase 1 cm de diâmetro e por isso é muito caro e difícil de instalar devido à baixa flexibilidade. Outro tipo de cabo coaxial é o **RG62/U**, usado em redes *Arcnet*. Tem-se também o cabo **RG-59/U**, usado na fiação de antenas de TV. Os cabos **10Base2**, também chamados de cabos coaxiais finos, ou cabos *Thinnet*, são os cabos coaxiais usados atualmente em redes

Ethernet, e por isso, são os cabos que você receberá quando pedir por “cabos coaxiais de rede”. Seu diâmetro é de apenas 0.18 polegadas, cerca de 4.7 milímetros, o que os torna razoavelmente flexíveis.

Os cabos coaxiais são cabos constituídos de 4 camadas: um condutor interno, o fio de cobre que transmite os dados; uma camada isolante de plástico, chamada de dielétrico que envolve o cabo interno; uma malha de metal que protege as duas camadas internas e, finalmente, uma nova camada de revestimento, chamada de jaqueta.

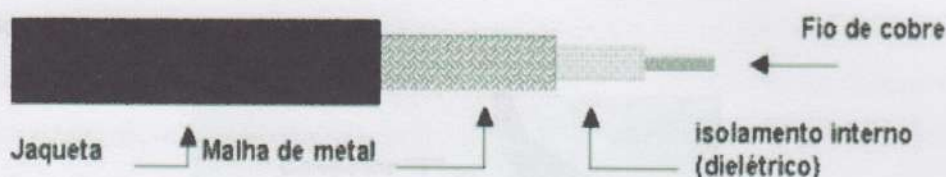


Figura 7 – Estrutura do Cabo Coaxial
Fonte: Tutoria Rede de ComputadoresI (2007)

O cabo Thin Ethernet deve formar uma linha que vai do primeiro ao último PC da rede, sem formar desvios. Não é possível, portanto formar configurações nas qual o cabo forma um “Y”, ou que usem qualquer tipo de derivação. Apenas o primeiro e o último micro do cabo devem utilizar o terminador BNC.

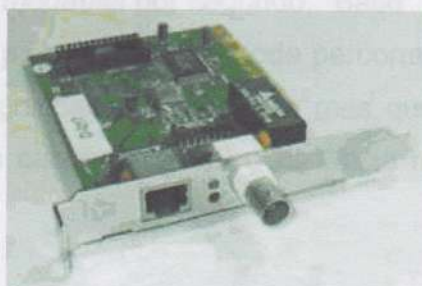


Figura 8 – Placa de rede para rede com Cabo Coaxial
Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

O Cabo **10base2** tem a vantagem de dispensar *hubs*, pois a ligação entre os micros é feita através do conector “T”, mesmo assim o cabo coaxial caiu em desuso devido às suas desvantagens:

- a) Custo elevado;
- b) Instalação mais difícil e mais fragilidade;
- c) Se o terminador for retirado do cabo, toda a rede sai do ar.

Redes formadas por cabos **Thin Ethernet** são de implementação um pouco complicada. É preciso adquirir ou construir cabos com medidas de acordo com a localização física dos PCs. Se um dos PCs for reinstalado em outro local é preciso utilizar novos cabos, de acordo com as novas distâncias entre os PCs. Pode ser preciso alterar duas ou mais seções de cabo de acordo com a nova localização dos computadores. Além disso, os cabos coaxiais são mais caros que os do tipo par trançado.



Figura 9 – Conectores e Terminador
Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

O “10” na sigla **10Base2**, significa que os cabos podem transmitir dados a uma velocidade de até 10 *megabits* por segundo, “Base” significa “banda base” e se refere à distância máxima para que o sinal pode percorrer através do cabo, no caso o “2” que teoricamente significaria 200 metros, mas que na prática é apenas um arredondamento, pois nos cabos 10Base2 a distância máxima utilizável é de 185 metros.



Figura 10 – Cabo de rede coaxial
Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

Usando cabos **10Base2**, o comprimento do cabo que liga um micro ao outro deve ser de no mínimo 50 centímetros, e o comprimento total do cabo (do primeiro ao último micro) não pode superar os 185 metros. É permitido ligar até 30 micros no mesmo cabo, pois acima disso, o grande número de colisões de pacotes irá prejudicar o desempenho da rede, chegando a ponto de praticamente impedir a comunicação entre os micros em casos extremos.

3.1.3 Cabo Par Trançado

O cabo par trançado surgiu com a necessidade de se ter cabos mais flexíveis e com maior velocidade de transmissão, ele vem substituindo os cabos coaxiais desde o início da década de 90. Hoje em dia é muito raro alguém ainda utilizar cabos coaxiais em novas instalações de rede, apesar do custo adicional decorrente da utilização de *hubs* e outros concentradores. O custo do cabo é mais baixo, e a instalação é mais simples. O nome "par trançado" é muito conveniente, pois estes cabos são constituídos justamente por 4 pares de cabos entrelaçados.

Os cabos coaxiais usam uma malha de metal que protege o cabo de dados contra interferências externas; os cabos de par trançado por sua vez, usam um tipo de proteção mais sutil: o entrelaçamento dos cabos cria um campo eletromagnético que oferece uma razoável proteção contra interferências externas.



Figura 11 – Cabo com pares entrelaçados
Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

Existem basicamente dois tipos de cabo par trançado: os cabos sem blindagem chamados de *Unshielded Twisted Pair* (UTP) e os blindados conhecidos como *Shielded Twisted Pair* (STP). A única diferença entre eles é que os cabos blindados além de contarem com a proteção do entrelaçamento dos fios, possuem uma blindagem externa (assim como os cabos coaxiais), sendo mais adequados a

ambientes com fortes fontes de interferências, como grandes motores elétricos e estações de rádio que estejam muito próximas. Outras fontes menores de interferências são as lâmpadas fluorescentes (principalmente lâmpadas cansadas que ficam piscando), cabos elétricos quando colocados lado a lado com os cabos de rede e mesmo telefones celulares muito próximos dos cabos.



Figura 12 – Cabo de par traçado

Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

Na realidade o par traçado sem blindagem possui uma ótima proteção contra ruídos, só que usando uma técnica de **cancelamento** e não através de uma blindagem. Através dessa técnica, as informações circulam repetidas em dois fios, sendo que no segundo fio a informação possui a polaridade invertida. Todo fio produz um campo eletromagnético ao seu redor quando um dado é transmitido. Se esse campo for forte o suficiente, ele irá corromper os dados que estejam circulando no fio ao lado (isto é, gera Ruído).

Em inglês esse problema é conhecido como *cross-talk*. A direção desse campo eletromagnético depende do sentido da corrente que está circulando no fio, isto é, se é positiva ou então negativa. No esquema usado pelo par traçado, como cada par transmite a mesma informação só que com a polaridade invertida, cada fio gera um campo eletromagnético de mesma intensidade, mas em sentido contrario. Com isso, o campo eletromagnético gerado por um dos fios é anulado pelo campo eletromagnético gerado pelo outro fio.



Figura 13 – Placa de rede para cabo de par traçado

Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

Além disso, como a informação é transmitida duplicada, o receptor pode facilmente verificar se ela chegou ou não corrompida. Tudo o que circula em um dos fios deve existir no outro fio com intensidade igual, só que com a polaridade invertida. Com isso, aquilo que for diferente nos dois sinais é ruído e o receptor tem como facilmente identificá-lo e eliminá-lo.

Quanto maior for o nível de interferência, menor será o desempenho da rede, menor será a distância que poderá ser usada entre os micros e mais vantajosa será a instalação de cabos blindados. Em ambientes normais, porém os cabos sem blindagem costumam funcionar bem.

Existem no total, 5 categorias de cabos de par trançado. Em todas as categorias a distância máxima permitida é de 100 metros. O que muda é a taxa máxima de transferência de dados e o nível de imunidade a interferências. Os cabos de categoria 5 que tem a grande vantagem sobre os outros 4 que é a taxa de transferência que pode chegar até 100 mbps, e são praticamente os únicos que ainda podem ser encontrados à venda, mas em caso de dúvida basta checar as inscrições no cabo, entre elas está a categoria do cabo, como na foto abaixo.



Figura 14 – Cabo com categoria 5e
Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

A utilização do cabo de par trançado tem suas vantagens e desvantagens, vejamos as principais:

Vantagens:

- a) **Preço** - Mesma com a obrigação da utilização de outros equipamentos na rede, a relação custo beneficia se torna positiva;
- b) **Flexibilidade** - Como ele é bastante flexível, ele pode ser facilmente passado por dentro de conduítes embutidos em paredes;

- c) **Facilidade** - A facilidade com que se pode adquirir os cabos, pois em qualquer loja de informática existe esse cabo para venda, ou até mesmo para o próprio usuário confeccionar os cabos;
- d) **Velocidade** - Atualmente esse cabo trabalha com uma taxa de transferência de 100 Mbps.

Desvantagens:

- a) **Comprimento** - Sua principal desvantagem é o limite de comprimento do cabo que é de aproximadamente 100 por trecho;
- b) **Interferência**. A sua baixa imunidade à interferência eletromagnética, sendo fator preocupante em ambientes industriais;

No cabo de par trançado tradicional existem quatro pares de fio. Dois deles não são utilizados, pois os outros dois pares, um é utilizado para a transmissão de dados (TD) e outro para a recepção de dados (RD). Entre os fios de números 1 e 2 (chamados de TD+ e TD-) a placa envia o sinal de transmissão de dados, e entre os fios de números 3 e 6 (chamados de RD+ e RD-) a placa recebe os dados. Nos *hubs* e *switches*, os papéis desses pinos são invertidos. A transmissão é feita pelos pinos 3 e 6, e a recepção é feita pelos pinos 1 e 2. Em outras palavras, o transmissor da placa de rede é ligado no receptor do *hub* ou *switch*, e vice-versa. (TUTORIAL..., 2007).

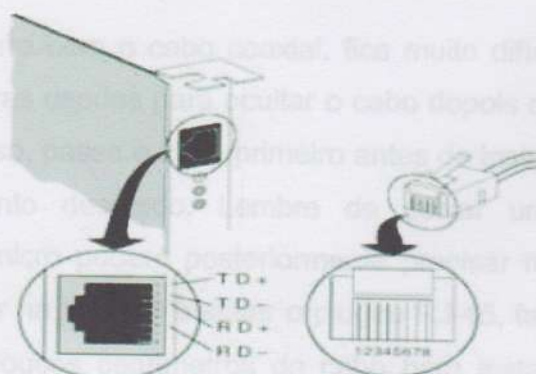


Figura 15 – Pares de fios de TD e RD
Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

OBS.: Um cuidado importante a ser tomado é que sistemas de telefonia utilizam cabos do tipo par trançado, só que este tipo de cabo não serve para redes locais.

3.1.4 Como confeccionar os Cabos

A montagem do cabo par trançado é relativamente simples. Além do cabo, você precisará de um conector RJ-45 de pressão para cada extremidade do cabo e de um alicate de pressão para conectores RJ-45, também chamado de Alicate crimpador. Tome cuidado, pois existe um modelo que é usado para conectores RJ-11, que têm 4 contatos e são usados para conexões telefônicas.



Figura 16 – Alicate Crimpador
 Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

Assim como ocorre com o cabo coaxial, fica muito difícil passar o cabo por conduítes e por estruturas usadas para ocultar o cabo depois que os plugues RJ-45 estão instalados. Por isso, passe o cabo primeiro antes de instalar os plugues. Corte o cabo no comprimento desejado. Lembre de deixar uma folga de alguns centímetros, já que o micro poderá posteriormente precisar mudar de lugar, além disso, você poderá errar na hora de instalar o plugue RJ-45, fazendo com que você precise cortar alguns poucos centímetros do cabo para instalar novamente outro plugue.

Para quem vai utilizar apenas alguns poucos cabos, vale a pena comprá-los prontos. Para quem vai precisar de muitos cabos, ou para quem vai trabalhar com

instalação e manutenção de redes, vale a pena ter os recursos necessários para construir cabos. Devem ser comprados os conectores RJ-45, algumas um rolo de cabo, um alicate para fixação do conector e um testador de cabos. Não vale a pena economizar comprando conectores e cabos baratos, comprometendo a confiabilidade.

O alicate possui duas lâminas e uma fenda para o conector. A lâmina indicada com (1) é usada para cortar o fio. A lâmina (2) serve para desencapar a extremidade do cabo, deixando os quatro pares expostos. A fenda central serve para prender o cabo no conector.

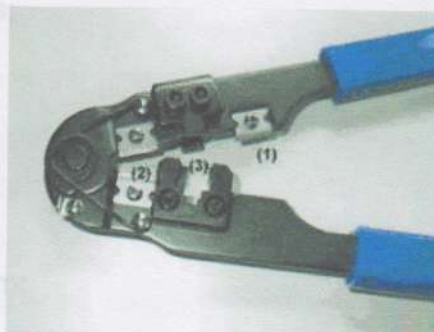


Figura 17 – Indicações das áreas cada uma com suas funções

Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

Conforme apresenta na figura 17:

- (1): Lâmina para corte do fio;
- (2): Lâmina para desencapar o fio;
- (3): Fenda para crimpar o conector.

Corte a ponta do cabo com a parte (2) do alicate do tamanho que você vai precisar, desencape (a lâmina deve cortar superficialmente a capa plástica, porém sem atingir os fios) utilizando a parte (1) do alicate aproximadamente 2 cm do cabo. Pois o que protege os cabos contra as interferências externas são justamente as tranças. À parte destrançada que entra no conector é o ponto fraco do cabo, onde ele é mais vulnerável a todo tipo de interferência. Remova somente a proteção externa do cabo, **não desencape os fios**. (TUTORIAL..., 2007).

isto ao invés de ajudar, serviria apenas para causar mau contato, deixando o encaixe com os pinos do conector “folgado”.

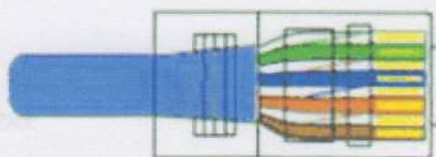


Figura 20 – Fios encaixados no conector
Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

Ao terminar de inserir os fios no conector RJ-45, basta inserir o conector na parte (3) do alicate e pressioná-lo. A função do alicate neste momento é fornecer pressão suficiente para que os pinos do conector RJ-45, que internamente possuem a forma de lâminas, esmaguem os fios do cabo, alcançando o fio de cobre e criando o contato, ao mesmo tempo, uma parte do conector irá prender com força a parte do cabo que está com a capa plástica externa. O cabo ficará definitivamente fixo no conector.

Após pressionar o alicate, remova o conector do alicate e verifique se o cabo ficou bom, por isso puxe o cabo para ver se não há nenhum fio que ficou solto ou folgado.

Uma dica que ajuda bastante é a utilização das borrachas protetoras dos conectores RJ-45, pois o uso desses traz vários benefícios com facilita a identificação do cabo com o uso de cores diferentes, mantém o conector mais limpo, aumenta a durabilidade do conector nas operações de encaixe e desencaixe, dá ao cabo um acabamento profissional.



Figura 21 – Protetores para conectores RJ-45 e cabo com os protetores
Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

Montar um cabo de rede com esses protetores é fácil. Cada protetor deve ser instalado no cabo antes do respectivo conector RJ-45. Depois que o conector é instalado, ajuste o protetor ao conector.

3.1.5 Como Testar o Cabo

Para testar o cabo é muito fácil, basta utilizar os testadores de cabos disponíveis no mercado. Normalmente esses testadores são compostos de duas unidades independentes. A vantagem disso é que o cabo pode ser testado no próprio local onde fica instalado, muitas vezes com as extremidades localizadas em recintos diferentes. Os dois componentes do testador chamam-se: testador e terminador. Uma das extremidades do cabo deve ser ligada ao testador, no qual se pressiona o botão em *ON/OFF*. O terminador deve ser levado até o local onde está a outra extremidade do cabo, e nele encaixa-se o outro conector RJ-45.



Figura 22 – Testador de cabos de par trançado
Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

Uma vez estando pressionado o botão *ON/OFF* no testador, um LED irá piscar. No terminador, quatro LEDs piscarão em seqüência, indicando que cada um dos quatro pares está corretamente ligado. Observe que este testador não é capaz de distinguir ligações erradas quando são feitas de forma idêntica nas duas extremidades. Por exemplo, se os fios azul e verde forem ligados em posições invertidas em ambas as extremidades do cabo, o terminador apresentará os LEDs piscando na seqüência normal. Cabe ao usuário ou técnico que monta o cabo, conferir se os fios em cada conector estão ligados nas posições corretas.

Para quem faz instalações de redes com frequência, é conveniente adquirir testadores de cabos, lojas especializadas em equipamentos para redes fornecem cabos, conectores, o alicate e os testadores de cabos, além de vários outros equipamentos. Mais se você quer apenas fazer um cabo para sua rede, existe um teste simples para saber se o cabo foi crimpado corretamente: basta conectar o cabo à placa de rede do micro e ao *hub*. Tanto o LED da placa quanto o do *hub* deverão acender. Naturalmente, tanto o micro quanto o *hub* deverão estar ligados.

Não se deve ficar chateado se não conseguir na primeira vez, pois a experiência mostra que para chegar à perfeição é preciso muita prática, e até lá é comum estragar muitos conectores. Para minimizar os estragos, faça a crimpagem apenas quando perceber que os oito fios chegaram até o final do conector. Não fixar o conector se perceber que alguns fios estão parcialmente encaixados. Se isso acontecer, tentar empurrar mais os fios para que encaixem até o fim. Se não conseguir, retire o cabo do conector, realinhe os oito fios e faça o encaixe novamente.



Figura 23 – Diagrama do Hub
Fonte: Tutorial Básico de Computadores (2007)

Existem vários tipos de hubs, tais como:

- a) **Passivos:** O termo "Hub" é um termo muito genérico usado para definir qualquer tipo de dispositivo concentrador. Concentradores de cabos que não possuem qualquer tipo de alimentação elétrica são chamados hubs passivos funcionando como um espelho, refletindo os sinais recebidos para todas as estações a ele conectadas. Como ele apenas distribui o sinal, sem fazer qualquer tipo de amplificação, o comprimento total dos dois trechos de cabo entre um micro e outro, passando pelo hub, não pode exceder os 100 metros permitidos pelos cabos de par trançado.
- b) **Ativos:** São hubs que regeneram os sinais que recebem de suas portas antes de enviá-los para todas as portas. Funcionando como repetidores. Na maioria das vezes, quando se fala em "hub" está se referindo a esse tipo de hub. Enquanto usando um Hub passivo o sinal pode viajar apenas 100 metros somados aos dois trechos de cabos entre as estações, usando um

4 ATIVOS DE REDES

4.1 HUBS

Os *Hubs* são dispositivos concentradores, responsáveis por centralizar a distribuição dos quadros de dados em redes fisicamente ligadas em estrelas. Funcionando assim como uma peça central, que recebe os sinais transmitidos pelas estações e os retransmite para todas as demais.



Figura 23 – Figuras do Hub

Fonte: Tutorial Rede de Computadores (2007)

Existem vários tipos de *hubs*, tais como:

- a) **Passivos:** O termo “*Hub*” é um termo muito genérico usado para definir qualquer tipo de dispositivo concentrador. Concentradores de cabos que não possuem qualquer tipo de alimentação elétrica são chamados *hubs* passivos funcionando como um espelho, refletindo os sinais recebidos para todas as estações a ele conectadas. Como ele apenas distribui o sinal, sem fazer qualquer tipo de amplificação, o comprimento total dos dois trechos de cabo entre um micro e outro, passando pelo *hub*, não pode exceder os 100 metros permitidos pelos cabos de par trançado.
- b) **Ativos:** São *hubs* que regeneram os sinais que recebem de suas portas antes de enviá-los para todas as portas. Funcionando como repetidores. Na maioria das vezes, quando fala-se somente “*hub*” está se referindo a esse tipo de *hub*. Enquanto usando um *Hub* passivo o sinal pode trafegar apenas 100 metros somados aos dois trechos de cabos entre as estações, usando um

4.2.1 *hub* ativo o sinal pode trafegar por 100 metros até o *hub*, e após ser retransmitido por ele trafegar mais 100 metros completos.

- c) **Inteligentes:** São *hubs* que permitem qualquer tipo de monitoramento. Este tipo de monitoramento, que é feito via *software* capaz de detectar e se preciso desconectar da rede estações com problemas que prejudiquem o tráfego ou mesmo derrube a rede inteira; detectar pontos de congestionamento na rede, fazendo o possível para normalizar o tráfego; detectar e impedir tentativas de invasão ou acesso não autorizado à rede entre outras funções, que variam de acordo com a fabricante e o modelo do *Hub*.
- d) **Empilháveis:** Esse tipo de *hub* permite a ampliação do seu número de portas. Esse tipo de *hub* será visto mais detalhadamente adiante.

4.2 CASCATEAMENTO

Existe a possibilidade de conectar dois ou mais *hubs* entre si. Quase todos os eles possuem uma porta chamada "*Up Link*" que se destina justamente a esta conexão. Basta ligar as portas *Up Link* de ambos os *hubs*, usando um cabo de rede normal para que os *hubs* passem a se enxergar.

Alguns *hubs* mais baratos não possuem a porta "*Up Link*", mais com um cabo *cross-over* pode-se conectar dois *hubs*. A única diferença neste caso é que ao invés de usar as portas *Up Link*, usará duas portas comuns.

Note que caso você esteja interligando *hubs* passivos, a distância total entre dois micros da rede, incluindo o trecho entre os *hubs*, não poderá ser maior que 100 metros, o que é bem pouco no caso de uma rede grande. Neste caso, seria mais recomendável usar *hubs* ativos, que amplificam o sinal.

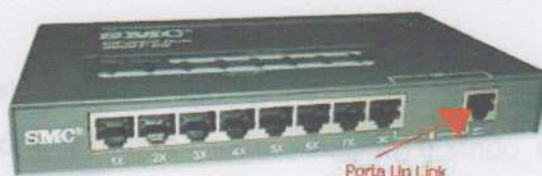


Figura 24 – Porta Up Link
Fonte: Ideal Guide.Net (2007)

4.3 EMPILHAMENTO

O recurso de conectar *hubs* usando a porta *Up Link*, ou usando cabos *cross-over*, é utilizável apenas em redes pequenas, pois qualquer sinal transmitido por um micro da rede será retransmitido para todos os outros. Quanto mais Computadores estiver na rede, maior será o tráfego e mais lenta a rede será e apesar de existirem limites para conexão entre *hubs* e repetidores, não há qualquer limite para o número de portas que um *hub* pode ter. Assim, para resolver esses problemas os fabricantes desenvolveram o *hub* empilhável.

Esse *hub* possui uma porta especial em sua parte traseira, que permite a conexão entre dois ou mais *hubs*. Essa conexão especial faz com que os *hubs* sejam considerados pela rede um só e não *hubs* separados, eliminando estes problemas. O empilhamento só funciona com *hubs* da mesma marca.

A interligação através de porta específica com o cabo de empilhamento (*stack*) tem velocidade de transmissão maior que a velocidade das portas.



Figura 25 – Hubds empilháveis
Fonte: Ideal Guide.Net (2007)

4.4 BRIDGES (PONTES)

Como já foi visto anteriormente que os repetidores transmitem todos os dados que recebe para todas as suas saídas. Assim, quando uma máquina transmite dados para outra máquina presente no mesmo segmento, todas rede recebem esses dados, mesmo aquelas que estão em outro segmento.

A ponte é um repetidor Inteligente. Ela tem a capacidade de ler e analisar os quadros de dados que estão circulando na rede. Com isso ela consegue ler os campos de endereçamentos MAC do quadro de dados. Fazendo com que a ponte não replique para outros segmentos dados que tenham como destino o mesmo segmento de origem. Outro papel que a ponte em princípio poderia ter é o de interligar redes que possuem arquiteturas diferentes.

4.5 SWITCHES

O *switch* é um *hub* que, em vez de ser um repetidor é uma ponte. Com isso, em vez dele replicar os dados recebidos para todas as suas portas, ele envia os dados somente para o micro que requisitou os dados através da análise da Camada de link de dados onde possui o endereço MAC da placa de rede do micro, dando a idéia assim de que o *switch* é um *hub* Inteligente, além do fato dos *switches* trazerem micros processadores internos, que garantem ao aparelho um poder de processamento capaz de traçar os melhores caminhos para o tráfego dos dados, evitando a colisão dos pacotes e ainda conseguindo tornar a rede mais confiável e estável.

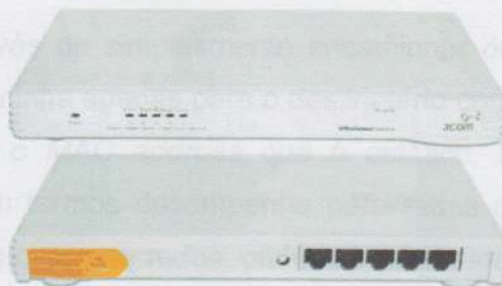


Figura 26 – Switch
Fonte: Ideal Guide.Net (2007)

De maneira geral a função do *switch* é muito parecida com a de um *bridge*, com a exceção que um *switch* tem mais portas e um melhor desempenho, já que manterá o cabeamento da rede livre. Outra vantagem é que mais de uma comunicação podem ser estabelecidas simultaneamente, desde que as

comunicações não envolvam portas de origem ou destino que já estejam sendo usadas em outras comunicações.

Existem duas arquiteturas básicas de *Switches* de rede: "*cut-through*" e "*store-and-forward*":

a) **Cut-through**: apenas examina o endereço de destino antes de reencaminhar o pacote.

b) **Store-and-forward**: aceita e analisa o pacote inteiro antes de o reencaminhar. Este método permite detectar alguns erros, evitando a sua propagação pela rede

Hoje em dia, existem diversos tipos de *Switches* híbridos que misturam ambas as arquiteturas.

4.6 DIFERENÇA ENTRE HUBS E SWITCHES

a) Um *hub* simplesmente retransmite todos os dados que chegam para todas as estações conectadas a ele, como um espelho, causando o famoso *broadcast* que causa muito conflito de pacotes e faz com que a rede fica muito lenta.

b) O *switch* ao invés de simplesmente encaminhar os pacotes para todas as estações, encaminha apenas para o destinatário correto, pois ele identifica as máquinas pelo o *MAC address* que é estático. Isto traz uma vantagem considerável em termos desempenho para redes congestionadas, além de permitir que, em casos de redes, onde são misturadas placas 10/10 e 10/100, as comunicações possam ser feitas na velocidade das placas envolvidas. Ou seja, quando duas placas 10/100 trocarem dados, a comunicação será feita a 100M bits. Quando uma das placas de 10M bits estiver envolvida, será feita a 10M bits.

4.7 ROTEADORES

Roteadores são pontes que operam na camada de Rede do modelo OSI (camada três), essa camada é produzida não pelos componentes físicos da rede (Endereço MAC das placas de rede, que são valores físicos e fixos), mais sim pelo protocolo mais usado hoje em dia, o TCP/IP, o protocolo IP é o responsável por criar o conteúdo dessa camada.

Isso Significa que os roteadores não analisam os quadros físicos que estão sendo transmitidos, mas sim os datagramas produzidos pelo protocolo que no caso é o TCP/IP, os roteadores são capazes de ler e analisar os datagramas IP contidos nos quadros transmitidos pela rede.

O papel fundamental do roteador é poder escolher um caminho para o datagrama chegar até seu destino. Em redes grandes pode haver mais de um caminho, e o roteador é o elemento responsável por tomar a decisão de qual caminho percorrer. Em outras palavras, o roteador é um dispositivo responsável por interligar redes diferentes, inclusive podendo interligar redes que possuam arquiteturas diferentes (por exemplo, conectar uma rede *Token Ring* a uma rede *Ethernet*, uma rede *Ethernet* a uma rede x-25



Figura 27 – Roteador
Fonte: Ideal Guide.Net (2007)

Na figura seguinte é mostrado um exemplo de uso de roteadores. Como você pode perceber, há dois caminhos para o micro da “rede 1” mandar dados para o micro da “rede 6”, através da “rede 2” ou através da “rede 4”.

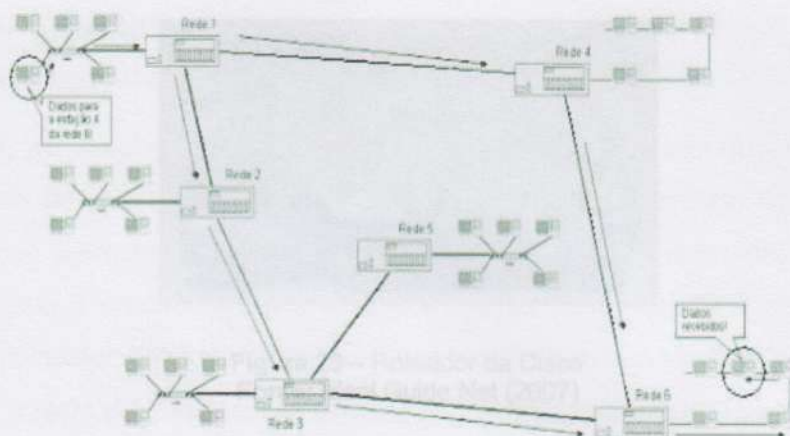


Figura 28 – Uso de roteadores

Fonte: Ideal Guide.Net (2007)

Os roteadores podem decidir qual caminho tomar através de dois critérios: o caminho mais curto (que seria através da “rede 4”) ou o caminho mais descongestionado (que não podemos determinar nesse exemplo; se o caminho do roteador da “rede 4” estiver congestionado, o caminho do roteador da “rede 2”, apesar de mais longo, pode acabar sendo mais rápido).

A grande diferença entre uma ponte e um roteador é que o endereçamento que a ponte utiliza é o endereçamento usado na camada de *Link* de Dados do modelo OSI, ou seja, o endereçamento MAC das placas de rede, que é um endereçamento físico. O roteador, por operar na camada de Rede, usa o sistema de endereçamento dessa camada, que é um endereçamento lógico. No caso do TCP/IP esse endereçamento é o endereço IP.

Em redes grandes, a Internet é o melhor exemplo, é praticamente impossível para uma ponte saber os endereços MAC de todas as placas de rede existentes na rede. Quando uma ponte não sabe um endereço MAC, ela envia o pacote de dados para todas as suas portas. Agora imagine se na Internet cada roteador enviasse para todas as suas portas dados toda vez que ele não soubesse um endereço MAC, a Internet simplesmente não funcionaria, por caso do excesso de dados.



Figura 29 – Roteador da Cisco
Fonte: Ideal Guide.Net (2007)

Devido a isso, os roteadores operam com os endereços lógicos, que trabalham em uma estrutura onde o endereço físico não é importante e a conversão do endereço lógico (Endereço IP) para o endereço físico (endereço MAC) é feita somente quando o data grama chega à rede de destino.

A vantagem do uso de endereços lógicos em redes grandes é que eles são mais fáceis de serem organizados hierarquicamente, isto é, de uma forma padronizada. Mesmo que um roteador não saiba onde esta fisicamente localizada uma máquina que possua um determinado endereço, ele envia o pacote de dados para um outro roteador que tenha probabilidade de saber onde esse pacote deve ser entregue (roteador hierarquicamente superior). Esse processo continua até o pacote atingir a rede de destino, onde o pacote atingira a máquina de destino. Outra vantagem é que no caso da troca do endereço físico de uma máquina em uma rede, a troca da placa de rede defeituosa não fará com que o endereço lógico dessa máquina seja alterado.

É importante notar, que o papel do roteador é interligar redes diferentes (redes independentes), enquanto que papel dos repetidores, *hub*, pontes e *switches* são de interligar segmentos pertencentes a uma mesma rede.

4.7.1 Protocolos

Os roteadores possuem uma tabela interna que lista as redes que eles conhecem, chamada tabela de roteamento. Essa tabela possui ainda uma entrada

informando o que fazer quando chegar um datagrama com endereço desconhecido. Essa entrada é conhecida como rota *default* ou *default gateway*.

Assim, ao receber um datagrama destinado a uma rede que ele conhece, o roteador envia esse datagrama a essa rede, através do caminho conhecido. Caso ele receba um datagrama destinado a uma rede cujo caminho ele não conhece, esse datagrama é enviado para o roteador listado como sendo o *default gateway*.

Esse roteador irá encaminhar o datagrama usando o mesmo processo. Caso ele conheça a rede de destino, ele enviará o datagrama diretamente a ela. Caso não conheça, enviará ao roteador listado como seu *default gateway*. Tal processo continua até o datagrama atingir a sua rede de destino ou o tempo de vida do datagrama ter se excedido o que indica que o datagrama se perdeu no meio do caminho.

As informações de rotas para a propagação de pacotes podem ser configuradas de forma estática pelo administrador da rede ou serem coletadas através de processos dinâmicos executando na rede, chamados protocolos de roteamento. Sendo que roteamento é o ato de passar adiante pacotes baseando-se em informações da tabela de roteamento. Protocolos de roteamento são protocolos que trocam informações utilizadas para construir estas tabelas.

É importante distinguir a diferença entre protocolos de roteamento (*routing protocols*) e protocolos roteados (*routed protocols*). Protocolo roteado é aquele que fornece informação adequada em seu endereçamento de rede para que seus pacotes sejam roteados, como o TCP/IP e o IPX. Um protocolo de roteamento possui mecanismos para o compartilhamento de informações de rotas entre os dispositivos de roteamento de uma rede, permitindo o roteamento dos pacotes de um protocolo. Um protocolo de roteamento usa um protocolo roteado para trocar informações entre dispositivos roteadores. Exemplos de protocolos de roteamento são o RIP (com implementações para TCP/IP e IPX) e o EGRP.

4.7.3 Protocolos de roteamento

4.7.2 Roteamento estático e roteamento dinâmico

Todos os protocolos de roteamento realizam as mesmas funções básicas. Eles determinam a rota preferida para cada destino e distribuem informações de rotas para os outros roteadores da rede.

A configuração de roteamento de uma rede específica nem sempre necessita de protocolos de roteamento. Existem situações onde as informações de roteamento

não sofrem alterações, por exemplo, quando só existe uma rota possível, o administrador do sistema normalmente monta uma tabela de roteamento estática manualmente. Algumas redes não têm acesso a qualquer outra rede e, portanto não necessitam de tabela de roteamento. Dessa forma, as configurações de roteamento mais comuns são:

- a) **Roteamento estático:** uma rede com um número limitado de roteadores para outras redes pode ser configurada com roteamento estático. Uma tabela de roteamento estático é construída manualmente pelo administrador do sistema, e pode ou não ser divulgada para outros dispositivos de roteamento na rede. Tabelas estáticas não se ajustam automaticamente a alterações na rede, portanto devem ser utilizadas somente onde as rotas não sofrem alterações. Algumas vantagens do roteamento estático são a segurança obtida pela não divulgação de rotas que devem permanecer escondidas; e a redução do overhead introduzido pela troca de mensagens de roteamento na rede.
- b) **Roteamento dinâmico:** redes com mais de uma rota possível para o mesmo ponto devem utilizar roteamento dinâmico. Uma tabela de roteamento dinâmico é construída a partir de informações trocadas entre protocolos de roteamento. Os protocolos são desenvolvidos para distribuir informações que ajustam rotas dinamicamente para refletir alterações nas condições da rede. Protocolos de roteamento podem resolver situações complexas de roteamento mais rápida e eficientemente que o administrador do sistema. Protocolos de roteamento são desenvolvidos para trocar para uma rota alternativa quando a rota primária se torna inoperável e para decidir qual é a rota preferida para um destino. Em redes onde existem várias alternativas de rotas para um destino devem ser utilizados protocolos de roteamento.

4.7.3 Protocolos de roteamento

Todos os protocolos de roteamento realizam as mesmas funções básicas. Eles determinam a rota preferida para cada destino e distribuem informações de roteamento entre os sistemas da rede. Como eles realizam estas funções, em

particular eles decidem qual é a melhor rota, é a principal diferença entre os protocolos de roteamento.

4.7.3.1 Tipos de Protocolos

Interior Gateway Protocol (IGP) - Estes são utilizados para realizar o roteamento dentro de um Sistema Autônomo. Existem vários protocolos IGP, vejamos alguns:

- a) RIP (Routing Information Protocol) e IGRP (Interior Gateway Routing Protocol)
- b) Enhanced IGRP
- c) OSPF (Open Shortest Path First)
- d) IS-IS (Intermediate System-to-Intermediate System)

Exterior Gateway Protocol (EGP) - Estes são utilizados para realizar o roteamento entre Sistemas Autônomos diferentes. É dividido em:

- a) EGP (*Exterior Gateway Protocol*) - protocolo tem o mesmo nome que o seu tipo.
- b) BGP (Border Gateway Protocol)

4.7.3.2 Características

Quando se fala em roteadores, pensa-se basicamente em três usos: conexão Internet, conexão de redes locais (LAN) ou conexão de longo alcance (WAN). Relembrando como foi visto anteriormente pode-se definir esse equipamento como sendo um modulo processador que interliga duas ou mais redes.

Para ficar mais claro seu uso, veja o exemplo do uso de roteadores na interligação entre duas redes: a Internet e a rede local de uma empresa, conforme figura abaixo:

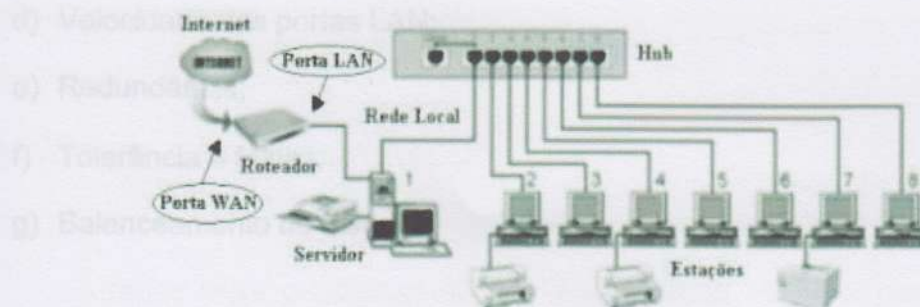


Figura 30 – Roteador na interligação

Fonte: Ideal Guide.Net (2007)

O roteador típico para esse uso deve possuir basicamente duas portas: uma porta chamada WAN e uma porta chamada LAN. A porta WAN recebe o cabo que vem do *backbone* da Internet. Normalmente essa conexão na porta WAN é feita através de um conector chamado V.35 que é um conector de 34 Pinos. A porta LAN é conectada à sua rede local. Essa porta também pode ser chamada *Eth0* ou saída *Ethernet*, já que a maioria das redes locais usa essa arquitetura. Existem outros tipos de conexões com o roteador, a ligação de duas redes locais (LAN), ligação de duas redes geograficamente separadas (WAN).

O roteador acima mostrado é apenas um exemplo ilustrativo, pois normalmente os roteadores vêm com mais de uma porta WAN e com mais de uma porta LAN, sendo que essas portas têm características de desempenho muito distintas, definidas pelo modelo e marca de cada roteador.

Cada uma das portas / interfaces do roteador deve receber um endereço lógico (no caso do TCP/IP, um número IP) que esteja em uma rede diferente do endereço colocado nas outras portas. Se você rodar um *traceroute* através de um roteador conhecido, verá que dois endereços IP aparecem para ele. Um refere-se à sua interface WAN e outro à sua interface LAN.

Na hora de se escolher um roteador ou desenhar um esquema de rede com roteadores, deve-se levar em consideração algumas características básicas encontradas nos roteadores:

- a) Número de portas WAN;
- b) Número de portas LAN;
- c) Velocidade das portas WAN;

- d) Velocidade das portas LAN;
- e) Redundância;
- f) Tolerância à falhas;
- g) Balanceamento de carga.

As redes mais populares utilizam a arquitetura Ethernet usando cabo par trançado. Alguns roteadores possuem um recurso chamado redundância de call-up. Esse recurso permite ligar o roteador a um modem através de um cabo serial e, caso o link WAN principal falhar, o modem disca para um provedor e se conecta mantendo a conexão da rede local com a Internet no ar.

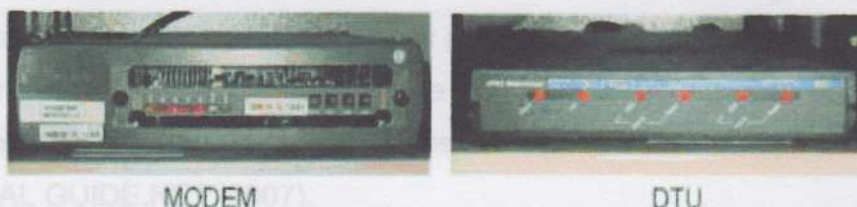


Figura 31 – Modem utilizada para a conexão Backup
Fonte: Ideal Guide.Net (2007)

Alguns roteadores trazem a solução para esse problema através de recursos de redundância e tolerância à falhas. Através desse recurso, o roteador continua operando mesmo quando ele se danifica. Para entender isso, basta imaginar um roteador que possua, na realidade, dois dentro roteadores dentro dele. Caso o primeiro falhe, o segundo entra em ação imediatamente. Isso permite que a rede não saia do ar no caso de uma falha em um roteador. (IDEAL.GUIDE.NET, 2007).

Existem ainda roteadores capazes de gerenciar duas ou mais conexões entre ele e outro roteador, permitindo dividir o tráfego entre esses links, otimizando as conexões. Essa característica, chamada balanceamento de carga, é utilizada, por exemplo, em conexões ter filiais de empresas.

Figura 32 – Tunnels 112-45
Fonte: Ideal Guide.Net (2007)

5 ESPECIFICAÇÕES E PROCEDIMENTOS

5.1 CABEAMENTO ESTRUTURADO

As redes mais populares utilizam a arquitetura *Ethernet* usando cabo par trançado sem blindagem (UTP). Nessa arquitetura, há a necessidade de um dispositivo concentrador, tipicamente um *hub* ou *switch*, para fazer a conexão entre os computadores. Em redes pequenas, o cabeamento não é um ponto que atrapalhe o dia-a-dia da empresa, já que apenas um ou dois *hubs* são necessários para interligar todos os micros. Entretanto, em redes médias e de grandes portes a quantidade de cabos e os gerenciamentos dessas conexões podem atrapalhar o dia-a-dia da empresa. A simples conexão de um novo micro na rede pode significar horas e horas de trabalho (passando cabos e tentando achar uma porta livre em um *hub*). (IDEAL GUIDE.NET, 2007).

Assim, entra em cena o Cabeamento Estruturado. A idéia básica do cabeamento estruturado fornece ao ambiente de trabalho um sistema que facilita a instalação e remoção de equipamentos, sem muita perda de tempo. Dessa forma, o sistema mais simples de cabeamento estruturado é aquele que provê tomadas RJ-45 para os micros da rede em vez de conectarem o *hub* diretamente aos micros. Podendo haver vários pontos de rede já preparados para receberem novas máquinas. Assim, ao trocar um micro de lugar ou na instalação de um novo micro, não haverá a necessidade de se fazer o cabeamento do micro até o *hub*; este cabeamento já estará feito, agilizando o dia-a-dia da empresa.

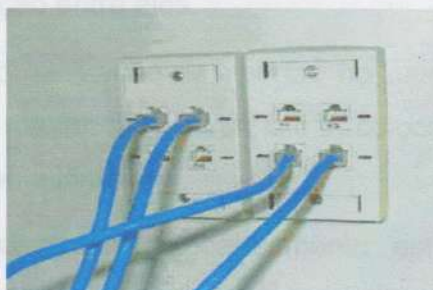


Figura 32 – Tomadas RJ-45

Fonte: Ideal Guide.Net (2007)

A idéia do cabeamento estruturado vai muito além disso. Além do uso de tomadas, o sistema de cabeamento estruturado utiliza um concentrador de cabos chamado *Patch Panel* (Painel de Conexões). Em vez de os cabos que vêm das tomadas conectarem-se diretamente ao *hub*, eles são conectados ao *patch panel*. Dessa forma, o *patch panel* funciona como um grande concentrador de tomadas.



Figura 33 – Patch panel com 24 e 48 portas

Fonte: Ideal Guide.Net (2007)

O *patch panel* é um sistema passivo, ele não possui nenhum circuito eletrônico. Trata-se somente de um painel contendo conectores. Esse painel é construído com um tamanho padrão, de forma que ele possa ser instalado em um *rack*.

O uso do *patch panel* facilita enormemente a manutenção de redes médias e grandes portas. Por exemplo, se for necessário trocar dispositivos, adicionar novos dispositivos (*hubs* e *switches*) alterar a configuração de cabos, etc., basta trocar a conexão dos dispositivos no *patch panel*, sem a necessidade de alterar os cabos que vão até os micros. Em redes grandes é comum haver mais de um local contendo *patch panel*. Assim, suas portas não conectam somente os micros da rede, mas também fazem a ligação entre eles.

Para uma melhor organização das portas no *patch panel*, este possui uma pequena área para poder rotular cada porta, isto é, colocar uma etiqueta informando onde a porta está fisicamente instalada.

Dessa forma, a essência do cabeamento estruturado é o projeto do cabeamento da rede. O cabeamento deve ser projetado sempre pensando na futura expansão da rede e na facilitação de manutenção. Deve-se lembrar sempre que, ao contrário de micros e de programas que se tornam obsoletos com certa facilidade, o

cabeamento de rede não é algo que fica obsoleto com o passar dos anos. Com isso, na maioria das vezes vale à pena investir em montar um sistema de cabeamento estruturado. (DERFLER, 1999).

5.2 REPETIDORES

O repetidor é um dispositivo responsável por ampliar o tamanho máximo do cabeamento da rede. Ele funciona como um amplificador de sinais, regenerando os sinais recebidos e transmitindo-os para outro segmento da rede.

Como o nome sugere, ele repete as informações recebidas em sua porta de entrada na sua porta de saída. Isso significa que os dados que ele mandar para um micro em um segmento, estes dados estarão disponíveis em todos os segmentos, pois o repetidor é um elemento que não analisa os quadros de dados para verificar para qual segmento o quadro é destinado. Assim ele realmente funciona como um "extensor" do cabeamento da rede. É como se todos os segmentos de rede estivessem fisicamente instalados no mesmo segmento.

Apesar de aumentar o comprimento da rede, o repetidor traz como desvantagem diminuir o desempenho da rede. Isso ocorre porque, como existirão mais máquinas na rede, as chances de o cabeamento estar livre para o envio de um dado será menor. E quando o cabeamento está livre, as chances de uma colisão serão maiores, já que se terá mais máquinas na rede. (IDEAL GUIDE.NET, 2007).

Atualmente não encontrara repetidores como equipamento independente, esse equipamento está embutido dentro de outros, especialmente do *hub*, que é, na verdade, um repetidor (mas nem todo repetidor é um *hub*), já que ele repete os dados que chegam em uma de suas portas para todas as demais portas existentes.

Quando fala-se em projeto de rede estruturada em cabeamento UTP está se falando em uma grande quantidade de informações que deverá ser conhecida pelo projetista da rede, para que se possa adequar às necessidades do cliente e às suas aplicações.

Descreve-se a seguir, as principais informações que devem ser conhecidas com relação ao meio físico na hora de se projetar e implantar uma rede em cabeamento UTP.

Conhecendo o meio físico de uma Rede UTP:

Compreende essencialmente os cabos que irão ser utilizados para cumprir esta função que, neste caso, são os cabos UTP. Dentre os cabos UTP é necessário escolher o tipo que apresente a melhor relação custo / benefício para uma determinada aplicação. Na maior parte das aplicações de um cabeamento de uma rede de dados estruturada, os cabos são utilizados para a interligação das estações de trabalho com os equipamentos concentradores da rede (*Hub's*) e, em menor escala, no cabeamento de *Backbones* também. A partir de 1991, com primeira edição da norma ANSI/TIA/EIA-568 os sistemas de cabeamento passaram a ser classificados em categorias que caracterizam a performance do meio físico e acessórios de acordo com Intervalos de frequências:

Categoria 3 - Essa categoria se aplica a sistemas de cabeamento baseado em cabos de par trançado com impedância característica de 100Ω - As características de transmissão deste sistema é especificado para frequências de até 16MHz.

Categoria 4 - Esta categoria especifica a mesma descrição acima para frequências de até 20MHz.

Categoria 5 - Esta categoria especifica a mesma descrição anterior para frequências de até 100MHz.

As categorias 1 e 2 não são reconhecidas como parte das normas EIA/TIA e não são especificadas.

5.2.1 Características Elétricas

As características elétricas estão diretamente relacionadas com o desempenho dos cabos UTP, pois, a transmissão dos sinais de dados irá depender, basicamente, dos parâmetros elétricos dos cabos. Onde os principais parâmetros são:

Impedância - Definida como sendo a soma de todas as resistências, indutâncias e capacitâncias inerentes nos cabos. A medida deste parâmetro é denominada impedância característica que é baseada em uma linha de transmissão de comprimento infinito. No caso dos cabos UTP o valor da impedância característica deve estar em torno de 100 ohms +/- 15% em uma faixa de frequências que variam de 64KHz até 100MHz.

Atenuação - Definida como sendo a diferença da potência de entrada no cabo e a potência de saída, isto é, significa a perda do sinal no interior do cabo. A atenuação é medida em decibéis (dB) e quanto menor for o valor da atenuação, melhor será a performance do cabo. A norma EIA/TIA especifica a atenuação para os cabos UTP em diferentes frequências que variam de 64KHz até 100MHz mostrados na tabela abaixo:

Frequência (MHz)	Cat 3 (dB)	Cat 4 (dB)	Cat 5 (dB)
0,064	0,9	0,8	0,8
10,0	9,7	6,9	6,5
16,0	13,1	8,9	8,2
20,0	---	10,0	9,3
100	---	---	22,0

Quadro 1 – Atenuação para cabos UTP

Fonte: Figueiredo; Silveira (1998)

OBS.: Atenuação máxima p/ 100 metros de comprimento a temperatura de 20°C.

Paradiafonia (NEXT) - Definida como sendo o parâmetro que mede o nível de interferência entre os pares de condutores de um mesmo cabo. A paradiafonia é medida em decibéis (dB), sendo que a ANSI/TIA/EIA-568 definiu valores mínimos para determinadas frequências que variam de 64 KHz até 100 MHz, isto é, os valores de paradiafonia medidos no cabo devem atender à estes valores mínimos como mostrados abaixo:

Frequência (MHz)	Cat 3 (dB)	Cat 4 (dB)	Cat 5 (dB)
0,150	53	68	74
10,0	26	41	47
16,0	23	38	44
20,0	—	36	42
100	—	—	32

Quadro 2 – valores de paradiafonia medidos no cabo

Fonte: Figueiredo; Silveira (1998)

OBS.: Paradiafonia mínima p / 100 metros de comprimento.

Attenuation to Crosstalk Ratio (ACR) - Trata-se de um parâmetro de medição (não é um teste), que estabelece uma relação ou comparação entre o valor da atenuação do cabo e a paradiafonia ou NEXT do mesmo, sendo expressa em Db. Quanto maior o valor do "headroom", melhor será a resposta do cabo para diversos valores de frequência, quanto às características elétricas que o ACR relaciona.

PAR-A-PAR e POWER SUM - São métodos de medição utilizados no levantamento dos valores relativos à PARADIAFONIA ou NEXT. No método PAR-A-PAR a medição é realizada para cada combinação de pares de um cabo. Para um cabo de 4 pares, por exemplo, existe um total de 12 combinações. Por outro lado uma metodologia de medição amplamente utilizada é o POWER SUM, onde o NEXT é determinado em função da somatória das potências. O POWER SUM é calculado como se todos os pares do cabo estivessem energizados ao mesmo tempo com exceção do par sobre teste, simulando a transmissão simultânea de todos os pares do cabo.

Exemplo:

O método Par-A-Par estabelece a medição para um cabo UTP 4 pares a seguinte comparação:

P1-P2	P2-P3	P2-P1	P3-P2
P1-P3	P2-P4	P3-P1	P4-P2
P1-P4	P3-P4	P4-P1	P4-P3

Quadro 3 – Medição para um cabo UTP 4 pares

Fonte: Dados da Pesquisa (2007)

O método Power Sum:

$P1=P2+P3+P4$
$P2=P1+P3+P4$
$P3=P1+P2+P4$
$P4=P1+P2+P3$

Quadro 4 – Método Power Sum

Fonte: Dados da Pesquisa (2007)

6 METODOLOGIA EXECUTIVA

A Instalação do cabo UTP cat 5e compreende vários procedimentos necessários para que o cabo seja instalado convenientemente e, com isto, a rede possa aproveitar ao máximo das vantagens que o cabo apresenta.

Inicialmente, para realizar-se uma instalação adequada dos cabos par trançado é imprescindível à infra-estrutura esteja preparada para proporcionar uma adequada proteção e acomodação. Portanto é extremamente importante verificar-se o estado da infra-estrutura onde será instalado o cabo, antes de se iniciar o lançamento do mesmo.

Quadro 5 – Diâmetro e quantidade de cabos
Fonte: Dados da Pesquisa (2007)

6.1 LANÇAMENTO

b) Eletrocalhas

Os cabos par trançado devem ser lançados mediante o auxílio de cabos-guia, obedecendo-se os seguintes procedimentos:

Os cabos par trançado devem ser lançados ao mesmo tempo em que são retirados das caixas *Fastbox* ou bobinas e devem ser lançados preferencialmente de uma só vez, ou seja, nos trechos onde devam ser lançados mais de um cabo em um duto, isto deverá ser feito lançando-se todos os cabos de uma só vez, respeitando-se a taxa de ocupação dos dutos que encontra-se descrito na tabela abaixo conforme Norma TIA/TIA-568

50 x 25	25
50 x 50	40
75 x 50	60
100 x 50	80

Quadro 6 – Capacidade de eletrocalhas
Fonte: Dados da Pesquisa (2007)

a) Eletroduto

Diâmetro da Tubulação (polegadas)	Quantidade de cabos par trançado 4 pares
3/4"	4
1"	7
1 1/4"	12
1 1/2"	16
2"	22
3"	50

Quadro 5 – Diâmetro e quantidade de cabos

Fonte: Dados da Pesquisa (2007)

b) Eletrocalhas

Para as eletrocalhas recomenda-se preferencialmente as do tipo lisa com tampa que evitam o acúmulo de sujeira. Não se deve instalar eletrocalhas acima de aquecedores, linhas de vapor ou incineradores.

Dimensão da eletrocalha (largura x altura em mm)	Qtde de cabos UTP ou cabo óptica duplex ^{(1) (2)}
50 x 25	25
50 x 50	40
75 x 50	60
100 x 50	80

Quadro 6 – Capacidade de eletrocalhas

Fonte: Dados da Pesquisa (2007)

NOTAS:

- 1) Cálculo baseado no diâmetro externo máximo de 6,3 mm para um cabo UTP e capacidade máxima permitida por ensaio com taxa de ocupação de 50 %.
- 2) Os cabos de fibra óptica duplex geralmente podem ser considerados com a mesma dimensão de um cabo UTP.

OBSERVAÇÃO:

Não se recomenda utilizar tubulações com diâmetro inferior à 1/2". O projeto deve prever entre 40% e 60% de ocupação dos dutos e caixas até 90% - Altura mínima de 38cm em relação ao piso. (ASSOCIAÇÃO ..., 2004).

Os cabos *Multi-Lan* devem ser lançados obedecendo-se o raio de curvatura mínimo do cabo que é de 4 vezes o diâmetro do cabo, ou seja, 21,2 mm.

Os cabos *Multi-Lan* devem ser lançados obedecendo-se a carga de tracionamento máximo que não deverá ultrapassar o valor de 11,3 Kgf, pois, tracionamentos excessivos poderão causar o alongamento dos condutores, podendo alterar suas características elétricas e construtivas originais.

Os cabos *Multi-Lan* não devem ser estrangulados, torcidos e prensados ou mesmo "pisados" com o risco de provocar alterações nas características originais do cabo.

No caso de haver grandes sobras de cabos *Multi-Lan*, os mesmos deverão ser armazenados preferencialmente em bobinas, devendo-se evitar o bobinamento manual com os braços que pode provocar torções no cabo.

Jamais reutilizar cabos *Multi-Lan* de outras instalações, pois o mesmo foi projetado para suportar somente uma instalação.

Cada lance de cabo *Multi-Lan* não deverá, em nenhuma hipótese, ultrapassar o comprimento máximo de 90 m permitido por norma.

Nunca utilizar produtos químicos como vaselina, sabão, detergentes, etc., para facilitar o lançamento dos cabos no interior de dutos, pois estes produtos podem atacar a capa de proteção dos cabos *Multi-Lan*, reduzindo a vida útil dos mesmos. O ideal é que a infra-estrutura esteja dimensionada adequadamente para

que não haja necessidade de utilizar produtos químicos ou então, provocar tracionamentos excessivos aos cabos.

Jamais lançar os cabos no interior de dutos que contenham umidade excessiva e permitir que os cabos fiquem expostos à intempéries, pois os mesmos não possuem proteção para tal.

Os cabos *Multi-Lan* não devem ser lançados em infra-estruturas que apresentem arestas vivas ou rebarbas, tais que possam provocar danos aos cabos.

Evitar que os cabos *Multi-Lan* sejam lançados próximos a fontes de calor, pois a temperatura máxima de operação permissível ao cabo é de 60°C.

Os cabos *Multi-Lan* devem ser descapados somente nos pontos de conectorização.

Jamais poderão ser feitas EMENDAS nos cabos *Multi-Lan*, com o risco de provocar um ponto de oxidação no cabo e com isto, provocar falhas na comunicação. Portanto, nos casos em que o lance não tiver um comprimento suficiente, o correto é a substituição deste por outro com comprimento adequado.

Jamais instalar os cabos *Multi-Lan* na mesma infra-estrutura com cabos de energia e/ou aterramento e em infra-estruturas metálicas que não estejam em concordância com as normas de instalações elétricas.

Quando a infra-estrutura não for composta de materiais metálicos, nunca instale os cabos *Multi-Lan* próximo às fontes de energia eletromagnética como condutores elétricos, transformadores, motores elétricos, reatores de lâmpadas fluorescentes, estabilizadores de tensão, *no-breaks*, ruídos eletromagnéticos, por exemplo, no interior de indústrias, recomenda-se que seja utilizada infra-estrutura metálica e totalmente aterrada para reduzir os riscos de interferências indesejáveis, ou então, a solução mais adequada seria a utilização de fibras ópticas que se apresentam totalmente imunes às interferências eletromagnéticas. (DERFLER, 1999).

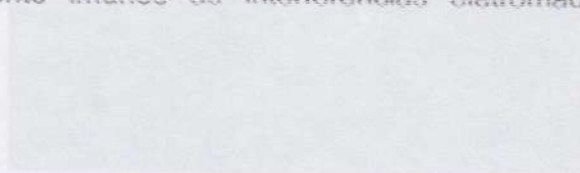


Figura 34 – Cabo sendo lançado no rack.
Fonte: Aada Technologies (2007)

6.2 ACOMODAÇÃO DOS CABOS

Após o lançamento, os cabos par trançado devem ser acomodados adequadamente de forma que os mesmos possam receber acabamentos, isto é, amarrações e conectorizações a acomodação deverá obedecer os seguintes cuidados:

Os cabos *Multi-Lan cat 5e* devem ser agrupados em forma de "chicotes" evitando-se trançamentos, estrangulamentos e nós. Posteriormente devem ser amarrados com abraçadeiras plásticas para que possam permanecer fixos sem, contudo, apertar excessivamente os cabos, recomenda-se o uso de velcro, pois oferece o menor risco de estrangulamento dos cabos.

Manter os cuidados tomados quando do lançamento, como os raios de mínimos de curvatura, torções, prensamentos e estrangulamento. Durante o lançamento do cabo não deverá ser aplicada força de tração excessiva. Para um cabo UTP categoria 5e, o máximo esforço admissível deverá ser de 110 N, o que equivale, aproximadamente, ao peso de uma massa de 10 Kg. Um esforço excessivo poderá prejudicar o desempenho do cabo conforme figura 12.

O raio de curvatura admissível de um cabo UTP categoria 5e deverá ser de, no mínimo, quatro vezes o seu diâmetro externo ou 30 mm. Para cabos ópticos, como regra geral esse valor é de 10 vezes o diâmetro do cabo ou não inferior a 30 mm. Nesses casos o manual do fabricante deve ser consultado pois existem variações significativas. As figuras 13 e 14 ilustram os procedimentos incorretos enquanto a figura 15 apresenta o procedimento correto de instalação.



Figura 34 – Capa externa rompida (incorreto)

Fonte: Aeon Technologies (2007)

6.3 PINAGENS DE CONECTORES RJ-45 MACHO: (PRIMÁRIO)

Pino	EIA/TIA 568-A	EIA/TIA 568-B
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

Quadro 7 – Cores dos Pinos
Fonte: Dados da Pesquisa (2007)

6.3.1 Cabeamento de Fibra Óptica

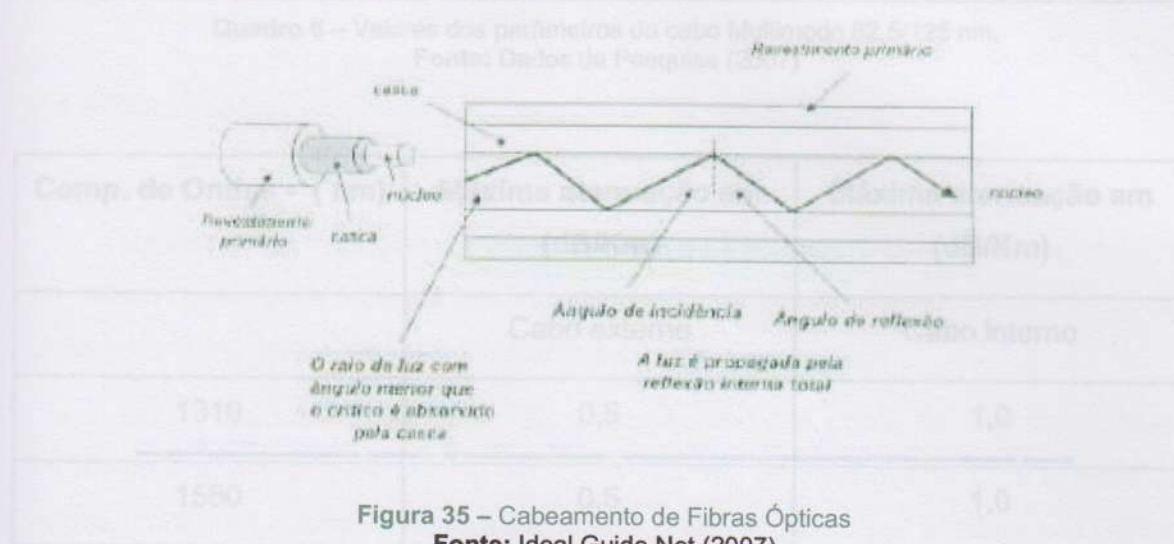
O princípio pelo qual a luz se propaga no interior de uma fibra óptica é fundamentado na reflexão total da luz, ou seja, quando um raio de luz se propaga em um meio cujo o índice de refração é n_1 (núcleo) e atinge a superfície de outro meio com índice de refração n_2 (casca) onde $n_1 > n_2$ e, desde que o ângulo de incidência (em relação a normal) seja maior ou igual ao ângulo crítico, ocorrerá ao que é denominado de reflexão total, resultando no retorno do raio de luz ao meio com índice de refração n_1 .

Baseado neste princípio, a luz é injetada em uma das extremidades da fibra óptica sob um cone de aceitação, onde este determina o ângulo pelo qual o feixe de luz deverá ser injetado para que o mesmo possa se propagar ao longo da fibra óptica.

As fibras ópticas são constituídas, basicamente, de materiais dielétricos possuindo uma estrutura cilíndrica composta de uma região central, denominada

núcleo, por onde trafega a luz e uma região periférica, denominada casca que envolve completamente o núcleo.

As dimensões variam conforme os tipos de fibras ópticas onde o núcleo pode variar de 8 nm até 200 nm e casca de 125 nm até 240 nm contudo, dentre as fibras ópticas mais utilizadas no mercado atualmente as dimensões mais utilizadas são de 9 e 62,5 nm para o núcleo e 125 nm para a casca.



As fibras ópticas de outras dimensões foram bastante utilizadas no passado, todavia, por uma questão de padronização de mercado, estas dimensões caíram em desuso.

Apesar de existirem diversos tipos de cabos e acessórios ópticos, a norma EIA/TIA 568 recomenda a utilização de determinados cabos ópticos, além de especificar os valores dos principais parâmetros que envolvem os cabos e acessórios ópticos, descritos a seguir.

6.3.2 Características dos Cabos Ópticos

Podem ser do tipo multimodo (índice gradual) e monomodo, obedecendo-se as especificações das tabelas que seguem abaixo:

Comp. de Ondas - (nm)	Máxima atenuação em (dB/Km)	Largura de banda (MHz.Km)
850	3,75	160
1300	1,50	500

Quadro 8 – Valores dos parâmetros do cabo Multimodo 62,5/125 nm.

Fonte: Dados da Pesquisa (2007)

8.4 PREMISSAS

Comp. de Ondas - (nm)	Máxima atenuação em (dB/Km)	Máxima atenuação em (dB/Km)
	Cabo externo	Cabo interno
1310	0,5	1,0
1550	0,5	1,0

Quadro 9 – Valores dos parâmetros do cabo Monomodo.

Fonte: Dados da Pesquisa (2007)

Neste trabalho observa-se que os conceitos para estabelecer as premissas necessárias para a elaboração de projetos e implantação de redes de cabeamento estruturado para prédios comerciais e tomei como base as normas relacionadas a ANSI/TIA/EIA 568-B / 569 A / 606 e 607.

A filosofia na qual está baseada este sistema pressupõe que o mesmo terá flexibilidade suficiente para que sejam instalados ou remanejados pontos dentro do ambiente sem que haja necessidade de passagem de cabos adicionais; porém em alguns casos onde o escopo não for uma rede estruturada, poderão ser necessárias readequações de cabos dentro dos ambientes corporativos.

O rack de rede corporativa deve comportar o SERVIDOR da LAN, os ROTEADORES/SWITCHES necessários e o sistema de TELEFONIA.

Uma vez que o referido *rack* deve concentrar todos os pontos que estão distribuídos no escritório e nas salas de equipamento, as manobras necessárias tanto para instalação de novos pontos quanto para substituição de outros, são realizadas facilmente através de *jumper*s com *Patch cords*.

Adicionalmente, neste ponto, também podem ser gerenciados os sistemas de Rede de acesso (WAN) e gerência de energia (*no-break*).

6.4 PREMISSAS

Baseando-se nas normas ANSI/TIA/EIA e OSI, vamos considerar-se projetos de cabeamento, uma especificação tecnológica que contemple no mínimo 10 (Dez) anos sem sofrer alterações em infra-estrutura.

Como não há uma definição da utilização de cada ponto de uma rede, deve-se assumir que todos os pontos são passíveis de trafegar dados para a rede de dados, com uma capacidade de transmissão para atingir ou ser superior a 1 Gbit/s. Assim, todo o cabeamento a ser utilizado deve ser Cat5e ou superior com terminações em conector modular de 8 vias do tipo 8P8C.

Os pontos cabeados até um *Patch* panela (painel de conexões) dentro do *rack* da rede corporativa, vinda diretamente dos pontos do escritório / sala de equipamentos, estarão concentrados nos *Patch* painelas horizontais (malha de cabeamento horizontal). Assim, qualquer manobra necessária será realizada a partir deste *Patch Panel*.

Também devem estar terminados em *Patch panel* todos os cabos de telefonia, sejam eles provenientes da rua (provenientes da facilidade de entrada - *Shaft* ou DG) ou de um PABX. Este será chamado de *Patch panel* de voz.

Os pontos de dados (ou seja, da LAN), devem ser distribuídos a partir de um *SWITCH*, instalados dentro do *rack* e fixados através de abas laterais, nos planos do bastidor padrão 19". Este *SWITCH* deve estar conectado ao *SERVIDOR* e este por sua vez a rede corporativa.

g. Testes e certificações;

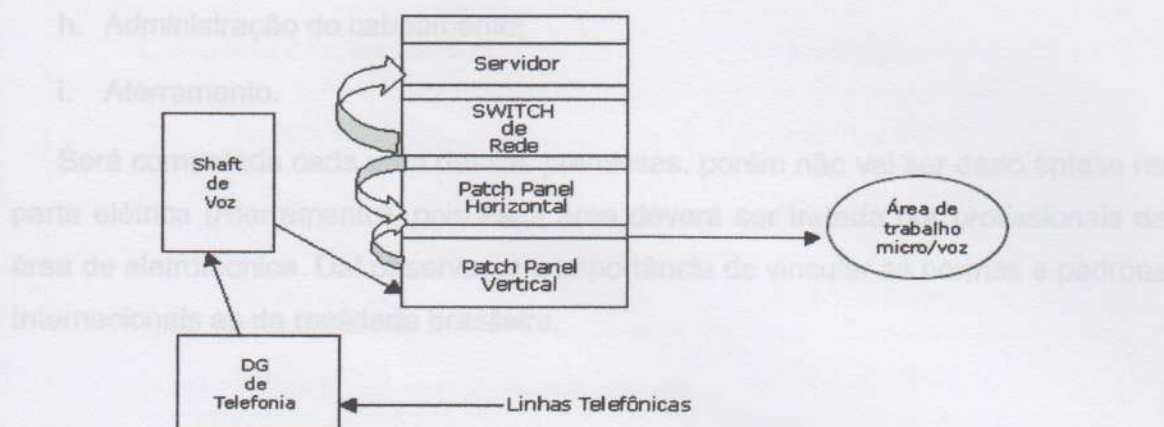


Figura 36 – Cabeamento de Patch Panel.
Fonte: Teleco.com.br (2005)

Ate para entender as Normas aplicadas em infra-estrutura de redes, teme que saber reconhecer o que é um código e o que é um padrão de fato.

Códigos: Os códigos fazem parte dos códigos de eletricidade, códigos de edifícios, códigos contra-incêndio e tantos outros códigos de segurança. O propósito dos códigos, em geral, é proteger as pessoas e propriedades de perigos e assegurar a qualidade de uma construção, porém não asseguram o funcionamento perfeito do sistema.

Padrões: O propósito de um padrão é assegurar um nível mínimo de desempenho. Padrões são estabelecidos como a base para quantificar, comparar, medir ou julgar: Capacidade, quantidade, conteúdo, extensão, valor, qualidade e etc.

As normas de para um sistema de cabeamento de redes, como ANSI/TIA/EIA 568 B / 569 A / 606 e 607, definem as seguintes premissas:

- a. Sub-sistema de distribuição secundária;
- b. Sub-sistema de distribuição primária;
- c. Área de trabalho;
- d. Salas de telecomunicações,;
- e. Salas de equipamentos;
- f. Instalação de entrada (Facilidade de entrada);
- g. Testes e certificações;

- h. Administração do cabeamento;
- i. Aterramento.

Será comentada cada uma dessas premissas, porém não vai ser dada ênfase na parte elétrica (Aterramento), pois essa área deverá ser tratada por profissionais da área de eletrotécnica. Daí observa-se a importância de vincular as normas e padrões Internacionais as da realidade brasileira.

6.5 SUB-SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA

Esse sub-sistema consiste em dois (2) elementos básicos - Os caminhos e espaços e o sub-sistema de cabeamento secundário, que é o cabeamento horizontal (também conhecido como malha horizontal), ou seja, a infra-estrutura e o cabeamento utilizado para alimentar a malha de cabos que conecta as estações de trabalho (voz e dados). Esses sub-sistema prevê:

- Pontos de telecomunicações;
- Cabos reconhecidos ;

Tipos de cabos reconhecidos	Diâmetro típico
UTP ou ScTP (FTP) 4-pares / 100 W	3.6 mm até 6.3 mm
Cabos com 2 F.O monomodo ou multimodo	2.8 mm ou 4.6 mm
STP 4-pares / 100 W	7.9 mm a 11 mm

Quadro 10 – Cabos e diâmetros
Fonte: Dados da Pesquisa (2007)

Categoria / desempenho	Definição
Categoria 3	Até 16 Mhz
Categoria 5	Até 100 Mhz
Categoria 5e	Até 100 Mhz
Categoria 6	Até 250 Mhz
Categoria 7	Até 600 Mhz
Fibras ópticas	LB mínima = 160 a 500 Mhz

Quadro 11 – Categorias e definição

Fonte: Dados da Pesquisa (2007)

- Conexões para transição de cabos;
- Blocos de conexão cruzada (ou Patch panel);
- Jumpers ou cordões de manobra (ou Patch cords);
- Conectores reconhecidos.;

Conectores metálicos	Conectores Ópticos
8P8C (RJ45)	Conector SC / ST / FC / ESCON / FDDI / ST Duplex / SC Duplex
*utilização de técnica de conectorização T-568-A e T-568-B	

Quadro 12– Conectores metálicos e ópticos

Fonte: Dados da Pesquisa (2007)

Técnicas de conectorização de cabos de par-trançado metálico			
Técnica T-568 A Pino	Cor	Técnica T-568 B Pino	Cor
1	Branco / Verde	1	Branco / Laranja
2	Verde	2	Laranja
3	Branco / Laranja	3	Branco / Verde
4	Azul	4	Azul
5	Branco / Azul	5	Branco / Azul
6	Laranja	6	Verde
7	Branco / Marrom	7	Branco / Marrom
8	Marrom	8	Marrom

Quadro 13 - Técnicas de conectorização de cabos de par-trançado metálico

Fonte: Dados da Pesquisa (2007)

A norma também prevê uma sub-divisão do sub-sistema secundário, para distinguir sub-sistemas SEM ou COM cordões ou *jumpers* de manobra (*Patch cords*) para equipamentos, chamados de Enlace e Canal.

- **Enlace**

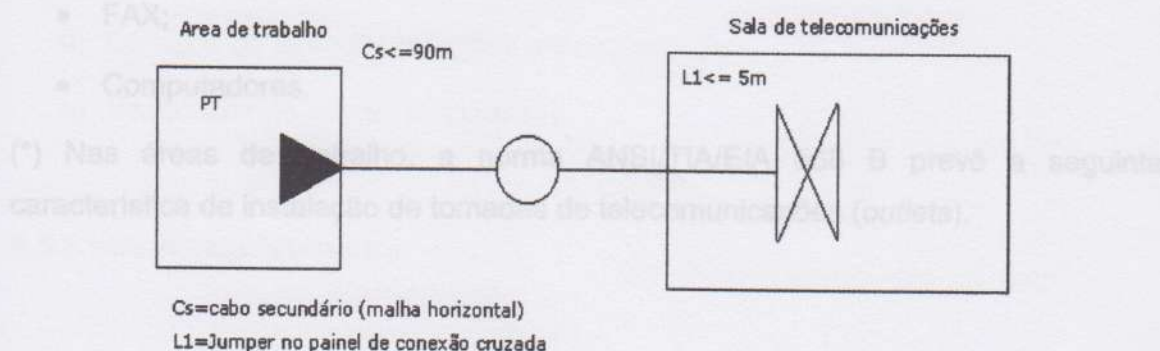


Figura 37 – Desenho do Enlace

Fonte: Teleco.com.br (2005)

• Canal

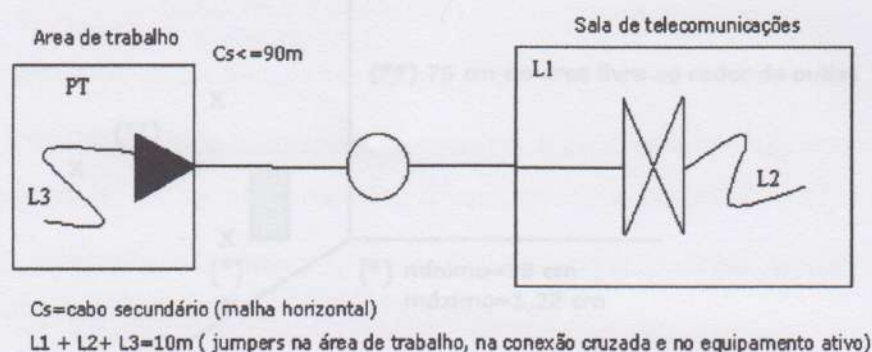


Figura 38 – Desenho do Canal

Fonte: Teleco.com.br (2005)

6.6 ÁREA DE TRABALHO

As áreas de trabalho são aqueles espaços em uma edificação onde ficam os usuários finais e que interagem com os equipamentos de TI e Telecomunicações. As áreas de trabalho contemplam:

- Telefones (STFC e VoIP);
- Modems;
- Terminais;
- Impressoras;
- FAX;
- Computadores.

(*) Nas áreas de trabalho, a norma ANSI/TIA/EIA 568 B prevê a seguinte característica de instalação de tomadas de telecomunicações (*outlets*).

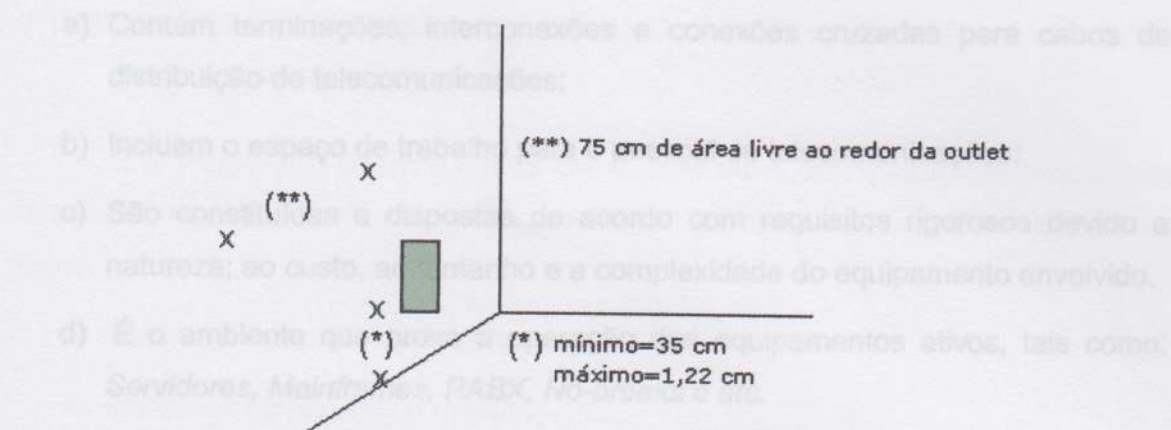


Figura 39 – Áreas de instalação de tomadas de telecomunicações

Fonte: Teleco.com.br (2005)

6.6.1 Salas de telecomunicações

As salas de telecomunicações são geralmente considerados espaços reservados para atender determinado piso de um edifício, fornecendo o ponto de conexão entre os caminhos de distribuição primários e secundários. Um projeto de uma sala de telecomunicações depende de:

- Tamanho da edificação (considerar uma (1) sala para cada 1000m² de piso útil atendido);
- Espaço de piso atendido (lembre-se - a malha horizontal não pode passar de 90m);
- Necessidade dos ocupantes;
- Serviços de telecomunicações utilizados;
- Necessidades futuras (expansão).

6.6.2 Sala de equipamentos

É uma sala que tem a finalidade de fornecer espaço e de manter um ambiente operacional adequado para grandes equipamentos de comunicação e/ou computadores. Elas devem prover:

- a) Contém terminações, interconexões e conexões cruzadas para cabos de distribuição de telecomunicações;
- b) Incluem o espaço de trabalho para o pessoal de telecomunicações;
- c) São constituídas e dispostas de acordo com requisitos rigorosos devido a natureza; ao custo, ao tamanho e a complexidade do equipamento envolvido.
- d) É o ambiente que prove a operação dos equipamentos ativos, tais como: *Servidores, Mainframes, PABX, No-breaks e etc.*

OBS.: Sugere-se o seguinte padrão de ambiente para refrigeração para salas de equipamentos:

- Temperatura = 18° a 24° C;
- Umidade relativa = 30 a 55 %;
- Dissipação de cabos = 750 até 5000 BTUs /h/gabinetes;
- Iluminação uniforme = 500 lux medido a 1m do chão.

6.6.3 Instalação de entrada

Esse ponto do subsistema deve prover:

- Acesso aos provedores de serviço de telecomunicações;
- Distribuição do backbone (Intra-edifício e inter-edifícios);
- Acesso a sistemas de automação predial;
- Acesso a sistemas de CFTV.

Sugere-se que toda distribuição e acesso a uma facilidade de entrada devem ser dual (duplicadas) para se obter redundância.

7 TESTES E CERTIFICAÇÕES

O procedimento de teste é fator crítico para assegurar a integridade completa e satisfatória de desempenho do sistema de cabeamento, um teste apropriado prove:

- Maximizar a longevidade do sistema;
- Minimizar as paradas e manutenções;
- Facilita as atualizações do sistema e reconfigurações.

Os testes requeridos para cabos de cobre são:

- **Continuidade:** Um teste de continuidade determina se os condutores individuais no cabeamento estão corretamente conectados.
- **Loop de resistência em CC:** É a resistência do cabo condutor com a extremidade oposta ao cabeamento em teste.
- **Comprimento:** Determina o comprimento elétrico do cabo, pelo método de reflexão no domínio do tempo (TDR), ou seja, calcula o tempo que um pulso leva para ir até o final e voltar (demora pela ida e volta).

$$\text{Comprimento} = \text{NVP} \times (\text{atraso pela ida e volta}) \times C / 2$$

Onde:

C = Velocidade da luz m/s

NVP = Velocidade nominal de propagação, expressada como uma fração da velocidade da luz.

- **Propagation delay / delay skew (Atraso na propagação / desvio no atraso):** É o atraso necessário para o sinal viajar pelo cabo, considera também a diferença entre o par mais rápido e o mais curto do cabo.
- **Atenuação:** É a perda na potência / energia do sinal, enquanto o sinal viaja no cabo. Para a atenuação, quanto menor a perda em dB, melhor o desempenho do cabo.

- **Perda de retorno:** É a relação da tensão refletida e a tensão incidente. E esse resultado é usado como indicador da uniformidade da impedância do cabo.
- **Near end crosstalk (NEXT):** A perda NEXT é uma medida de um acoplamento de sinal entre quaisquer dois (2) pares ao longo do comprimento de um cabo, medida na extremidade próxima.
- **Equal level far-end crosstalk (ELFEXT):** É a relação expressa em dB, de um sinal atenuado sobre um par medido na extremidade mais distante.
- **Attenuation to Crosstalk Ratio (ACR):** É a diferença calculada entre a atenuação e as medidas de crosstalk para o cabo de par trançado.
- **Testes de ruído:** Ruído externo pode contribuir para a degradação do desempenho sobre qualquer sistema de transmissão (com a exceção da F.O).

Os testes requeridos para cabos coaxiais são:

O cabeamento coaxial é usado em aplicações BROADBAND (banda larga), tais como: CFTV e CATV. O cabo coaxial é um meio de baixa impedância, 50 ou 75 W, com uma única via de transmissão e requisitam os seguintes testes:

- Loop;
- Impedância;
- Comprimento;
- Atenuação;
- Ruído.

Os testes requeridos para cabos de F.O são:

- **Atenuação:** É a perda de potência óptica medida em dB. As propriedades físicas das emendas de F.O, conectores, adaptadores e switches contribuem para a atenuação total do sistema.
- **Largura de banda óptica:** É a medida da capacidade de transporte de informação no sistema de cabeamento e é dependente da qualidade e do comprimento da fibra.

- **Teste de comprimento:** O comprimento da F.O em geral, é medido através de um *Optical Time Domain Reflectometer (OTDR)*.

Um sistema de administração efetivo em telecomunicações é TI é crucial para uma operação eficiente e manutenção da infra-estrutura e equipamentos em uma rede. Porém é um processo muito complexo, desta forma, esta pesquisa vai se ater somente ao código de cores para identificação da infra-estrutura e algumas sugestões sobre controle.

Código de cores (Norma ANSI/TIA/EIA 606)	
COR	Ambiente que identifica
Laranja	Ponto de demarcação (terminação do escritório central e facilidades da entrada)
Verde	Conexão de rede (equipamentos da rede e auxiliares)
Violeta	Equipamentos comuns (PABX, LAN, MUX entre outros...)
Branco	Backbone (Primeiro nível)
Cinza	Backbone (Segundo nível)
Azul	Cabo secundário (HC)
Marron	Backbone (Inter-edifícios)
Amarelo	Miscelâneas (Auxiliares, alarmes, segurança e etc...)
Vermelho	(Pontos reserva (também usado em sistemas telefônicos chamados KS)

Quadro 14 - Código de cores (Norma ANSI/TIA/EIA 606)
Fonte: Adaptado de Figueiredo, Silveira (1998)

8 ADMINISTRAÇÃO DO CABEAMENTO

Um sistema de administração efetivo em telecomunicações e TI é crucial para uma operação eficiente e manutenção da infra-estrutura e equipamentos em uma rede. Porém é um processo muito complexo, desta forma, esta pesquisa vai se ater somente ao código de cores para identificação da infra-estrutura e algumas sugestões sobre controle.

Código de cores (Norma ANSI/TIA/EIA 606)	
COR	Ambiente que identifica
Laranja	Ponto de demarcação (terminação do escritório central e facilidades de entrada)
Verde	Conexão de rede (equipamentos de rede e auxiliares)
Violeta	Equipamentos comuns (PABX, LAN, MUX entre outros...)
Branco	Backbone (Primeiro nível)
Cinza	Backbone (Segundo nível)
Azul	Cabo secundário (HC)
Marrom	Backbone (Inter-edifícios)
Amarelo	Miscelâneas (Auxiliares, alarmes, segurança e etc...)
Vermelho	(Pontos reserva (também usado em sistemas telefônicos chaveados (KS))

Quadro 14 - Código de cores (Norma ANSI/TIA/EIA 606)

Fonte: Adaptado de Figueiredo; Silveira (1998)

8.1 ATERRAMENTO E VINCULAÇÕES AO TERRA

8.2.1 A parte de Aterramento e vinculação ao terra deve ser realizada por profissionais capacitados tecnicamente no segmento eletrotécnico, pois qualquer distúrbio nesses tipo de instalação, além de danificar equipamentos e instalações, colocam em risco a vida dos ocupantes da instalação. A norma ANSI/TIA/EIA 607 sugere alguns segmentos que devem ser descritos em uma infra-estrutura, tais como:

- a) Terra para equipamentos de CA;
- b) Condutor de vinculação;
- c) Condutor de eletrodo de aterramento;
- d) Sistema primário de vinculação para telecomunicações;
- e) Condutor de vinculação interconectando o sistema primário de vinculação para telecomunicações;
- f) Barramento de aterramento para telecomunicações;
- g) Barramento principal de aterramento de telecomunicações.

8.2.2 Switches / Rotadores

OBS.: Não se esquecendo que todo esse aterramento de telecomunicações deve ser vinculado ao aterramento do edifício para não dar diferença de potencial.

Outro detalhe importante que deve ser lembrado no projeto é em relação às tubulações metálicas de descida de cabeamento de antenas, por exemplo, que devem ser aterradas sempre, assim como eletrocalhas em ambientes de distribuição de malha de piso.

Interconectar a rede de cabeamento estruturado aos diversos equipamentos do sistema através de Patch cords deve prover as seguintes características técnicas obrigatórias:

- Patch panel modular de 19" totalmente compatível com cabeamento UTP (Unshielded Twisted Pair)

8.2 ESPECIFICAÇÕES DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS

8.2.1 Rack

O *rack* de rede corporativa deve ser instalado, com a finalidade de concentrar os diversos equipamentos e cabos que possuem ligação entre si. Este *rack* deve ter determinadas especificações, quando utilizados em escritórios de pequeno porte.

Para escritórios de grande porte, com distribuição de pessoas e estações de trabalho em diversos andares, deve ser utilizado *rack* estrutural padrão de 19", instalados em cada andar. Nestes racks devem ser instalados os *Patch panels* e os SWITCHS/ROTEADORES, onde serão realizadas as terminações de cabos LAN vindos das estações de trabalho, cabos de pares de telefonia e cordões ópticos para conexão SERVIDOR/SWITCH.

Tais racks deverão conter organizadores horizontais, sendo um (1) para cada *Patch panel* ou equipamento ativo da rede e organizadores verticais (ARGOLAS), sendo um (1) a cada 30 cm distribuídas pelo perfilado do *rack* em ambos os lados.

8.2.2 Switches / Roteadores

O *Switch* / Roteador tem como finalidade tornar possível a comunicação entre as estações de trabalho (Micros da rede) de uma mesma rede ou de segmentos de redes diferentes.

Para cada tipo de aplicação, será definido um *Switch*/Roteador que melhor atenda as especificações daquela determinada situação.

Interconectar a rede de cabeamento estruturado aos diversos equipamentos do sistema através de *Patch cords* deve prover as seguintes características técnicas obrigatórias:

- *Patch panel* modular de 19" totalmente compatível com cabeamento UTP (*Unshielded Twisted Pair*)

- Cat5e ou Cat6 seguindo as normas ANSI/TIA/EIA 568B em todos os aspectos (características elétricas, mecânicas e outras);
- Modelo de 24 ou 48 portas, modulares de 8 vias e 8 posições (RJ45) fêmeas na parte frontal separados em conjunto com conexão traseira do tipo IDC 110;
- Deverá possibilitar, sem problemas, a operação a taxas de transmissão superiores a 1 Gbit/s.

8.2.3 Patch cord

Usados tanto para a área do TR "Telecommunication Room" (Sala de telecomunicações) como para área de trabalho "WA" - *Patch cords* são os cabos de *cross-connect* utilizados para a interligação entre os diversos equipamentos do sistema de uma rede estruturada. São utilizados para facilitar as manobras necessárias tanto na instalação de novos pontos na rede, como para substituição de pontos já existentes. E deverão seguir as seguintes especificações - *Patch cord* flexível Cat5e ou Cat6, 24 AWG 8P8C macho/macho confeccionado em fábrica e testado/certificado conforme norma ANSI/TIA/EIA 568B.

OBS.: Devem ser manufaturados, devido a características elétricas do meio, já que o método de teste é reflexão do sinal e desta forma, qualquer segmento superior a 12 m causará erro e valores de medição distorcidos.

8.3 CABOS E CONECTORES

Cabo UTP - Deverão ser empregados 04 (quatro) cabos UTP para dada Outlet/Connector, ou seja, 01 para Dados, 01 para Voz e 02 para reserva.

OBS.: Para a Rede Corporativa, os cabos da malha horizontal serão na COR AZUL e os *Patch cords*, serão BRANCOS para Dados e VERDES para Voz.

9 INFRA-ESTRUTURA

Tipos de cabos: Os cabos UTP devem ser Cat5e ou Cat6, 4 pares, 8 vias, 250 - 500 Mhz, em conformidade com a norma ANSI/TIA/EIA 568B, com resistência de 100 ohms, bitola de 24 AWG e com taxas de transmissão de até 1 Gbit/s ou superior.

Características técnicas obrigatórias:

- Conectores modulares de 8 posições do tipo 8P8C (RJ45) em ambas as extremidades;
- Condutores de cobre multifilares de 24 AWG, com características elétricas e mecânicas mínimas compatíveis com os padrões Cat5e ou Cat6 (dependendo do padrão adotado);
- Capa de PVC com marcação de comprimento indelével;
- Deverá necessariamente ser conectorizado, testado e certificado em fábrica;
- Deverá possuir capa para o conector 8P8C (RJ45) para evitar que o cabo UTP faça; curva irregular, com proteção de trava do conector (As capas devem ser removíveis e em cores variáveis);
- Possibilitar a identificação alfanumérica através de etiqueta acoplada à capa do conector 8P8C (RJ45).

OBS.: Não são admitidos *Patch cords* confeccionados em campo devido a falta de certificação do produto e seu comprimento pode variar de 1 m a 6 m dependendo da conexão que irão atender, e deverão ser utilizados de forma a garantir além da performance de funcionamento, garantir a arrumação do *rack*.

Os sinais serão encaminhados do SWITCH, através de cross-connect, para os Patch panels horizontais, respeitando a tabela de distribuição de conexões.

Telefonia

O cabo de telefonia chegará ao Shelf de telefonia do andar e será concentrado no Patch panel de Voz do rack de rede corporativa.

9 INFRA-ESTRUTURA

Deve ser prevista em *lay-out*, a distribuição física das estações de trabalho e pontos de rede, bem como o encaminhamento de eletrocalhas sob o piso elevado. Esse encaminhamento se for para F.O deverá ser esteiramento superior e se for cabo metálico, poderá ser eletrocalha, engeduto sob o piso ou esteiras inferiores.

9.1 DIMENSIONAMENTO DA INSTALAÇÃO

Devem ser considerados para efeito de dimensionamento, salvo considerações em contrário, as seguintes premissas com relação a quantidade mínima de tomadas nos vários ambientes do prédio:

- a) Instalação de 03 (três) *Outlet/Connector* por área de trabalho;
- b) Instalação de 03 (três) *Outlet/Connector* na sala de recepção;
- c) Instalação de 03 (três) *Outlet/Connector* em cada sala de reunião;
- d) Instalação de 02 (dois) *Outlet/Connector* em cada sala de transito;
- e) Instalação de 03 (três) *Outlet/Connector* em cada sala de Gerência;
- f) Instalação de 01 (um) *Outlet/Connector* por cada impressora;
- g) Instalação de 01 (um) *Outlet/Connector* por cada sala de supervisão de *no-break*

Lógica

Os sinais serão encaminhados do *SWITCH*, através de *cross-connect*, para os *Patch panels* horizontais, respeitando a tabela de distribuição de conexões.

Telefonia

O cabo de telefonia chegará ao *Shaft* de telefonia do andar e será concentrado no *Patch panel* de Voz do rack da rede corporativa.

Os sinais dos ramais de telefonia (ou linhas diretas / tronco) são encaminhados do *Patch panel* de Voz para o *Patch panel* horizontal, respeitando a tabela de distribuição de conexões.

Elétrica

Tomadas elétricas comuns para uso geral não podem ser compartilhadas com a rede elétrica para os equipamentos de informática, devido, principalmente, às interferências e oscilações geradas por aparelhos como: liquidificadores, enceradeiras, geladeiras, ar condicionados etc., que podem vir a causar danos nos estabilizadores e fontes de alimentação dos equipamentos, chegando a provocar a queima destes.

Fornecimento de energia elétrica de 110V ou 220V, com capacidade mínima de 10KVA, tendo em vista a exigência mínima de carga na rede elétrica para o funcionamento dos equipamentos a serem instalados, tais requisito, se não cumpridos, poderão acarretar a queima de componentes (estabilizadores e mesmo os próprios microcomputadores), em função de possíveis quedas e oscilações inesperadas de energia no laboratório.

Quadro de distribuição de energia elétrica exclusivo para os equipamentos de informática (independente de quaisquer outros aparelhos elétrico), visando, como já dito anteriormente, evitar interferências e oscilações na rede elétrica geradas por outros equipamentos.

Tomadas tripolares monofásicas (3 pinos-2P+T) padrão NEMA 5P, instalada ao longo das paredes, em caixas modulares externas ou embutidas. Uma para cada equipamento – microcomputadores, impressoras, *hubs* e *scanner* (se houver). Tais tomadas são exigidas em função de serem padrão para a utilização de equipamentos de informática, portanto, todos os equipamentos virão com seus respectivos conectores de força para encaixe neste padrão de tomada.

10 METODOLOGIA EXECUTIVA



Figura 40 – Tomada tripolar monofásica (3 pinos-2P+T) padrão NEMA 5P
Fonte: Tutoria Rede de ComputadoresI (2007)

Deverão ser utilizados os seguintes tipos de cabos de Telecomunicações (metálico e ótico) e Elétricos, eletrocalhas, dutos de PVC, aço-tubo e canaletas aparentes. As eletrocalhas deverão ser implantadas sem tampo, para evitar acidentes e facilitar a operação de manutenção de redes e devem ser distribuídas da seguinte forma:

- Cabos óticos: As eletrocalhas serão colocadas no teto (estacionamento superior);
- Cabos metálicos (telecomunicações): As eletrocalhas serão colocadas no piso (sob o piso elevado - quando for aplicável);
- Cabos elétricos: As eletrocalhas serão colocadas no piso (sob o piso elevado) - porém sem formar linhas paralelas com as eletrocalhas de cabos de Telecomunicações para evitar EMI.

OBS: Todas as calhas, canaletas e tubos metálicos deverão ser devidamente **ATERRADOS**.

10.1 ORGANIZAÇÃO DENTRO DOS RACKS

Dentro dos racks, sejam eles abertos ou fechados, algumas considerações se fazem necessárias, baseadas nas premissas de que se deve facilitar ou operacionalizar os eventos de manutenção, tais como:

- a) Subida dos cabos na vertical: Elétricos devem subir pelo lado **ESQUERDO** e lógico pelo lado **DIREITO** (Obedecendo a fonte de alimentação dos equipamentos) sempre que possível padronizar desta forma.

10 METODOLOGIA EXECUTIVA

A partir do *rack* corporativo, devem ser lançados os cabos UTP, que seguirão através de eletrocalhas metálicas existentes, até os locais onde estarão os pontos das estações de trabalho, salas de reunião, recepção e etc., conforme orientações do *lay-out* da área. (TELECO.COM.BR, 2007).

Deverão ser utilizados para o encaminhamento de cabos de Telecomunicações (metálico e ótico) e Elétricos, eletrocalhas, dutos de PVC, sealtube e canaletas aparentes. As eletrocalhas deverão ser implantadas sem tampo, para evitar acidentes e facilitar a operação da manutenção de redes e devem ser distribuídas da seguinte forma:

- **Cabos ópticos:** As eletrocalhas serão colocadas no teto (esteiramento superior);
- **Cabos metálicos (telecomunicações):** As eletrocalhas serão colocadas no piso (sob o piso elevado - quando for aplicável);
- **Cabos elétricos:** As eletrocalhas serão colocadas no piso (sob o piso elevado) - porém sem formar linhas paralelas com as eletrocalhas de cabos de Telecomunicações para evitar EMI.

OBS.: Todas as calhas, canaletas e tubos metálicos deverão ser devidamente ATERRADOS.

10.1 ORGANIZAÇÃO DENTRO DOS RACKS

Dentro de *racks*, sejam eles abertos ou fechados, algumas considerações se fazem necessárias, baseadas nas premissas de que se deve facilitar ou operacionalizar os eventos de manutenção, tais como:

- a) **Subida dos cabos na vertical:** Elétricas devem subir pelo lado ESQUERDO e lógico pelo lado DIREITO (Obedecendo a fonte de alimentação dos equipamentos) sempre que possível padronizar desta forma.

A subida dos cabos deve ser feita pelo GERENCIADOR de cabos em ARGOLA pelas laterais dos *racks*, com amarração a cada 15 cm com VELCRO para cabos UTP, FTP e cordões ópticos, podendo ser utilizada abraçadeiras plástica somente para amarração de cabos rígidos de energia elétrica e cabos coaxiais (quando utilizados).

- b) **Distribuição dos cabos na horizontal:** Os cabos devem ser distribuídos horizontalmente pelos equipamentos dentro de GERENCIADORES horizontais, sendo que deverá ser contemplado um (01) ORGANIZADOR de cabos para cada passivo do *rack* (*Patch panel*).

Dentro dos ORGANIZADORES horizontais poderão ser utilizadas abraçadeiras plásticas, observando sempre a curvatura dos cabos e tração imposta nas abraçadeiras para não danificar o encapamento do cabo.

- c) **Patch cords:** Sempre *Patch cords* flexíveis, manufaturados (Não é permitido o uso de *Patch cords* em cabos rígidos e feitos em campo - para cabos UTP e FTP)

Amarração dos cabos dentro das Eletrocalhas: Cabos UTP e FTP lançados na forma de chicote com no máximo 15 cabos juntos, amarrados por abraçadeiras de VELCRO com espaçamento de no máximo 30 cm por lance.

10.2 MEMÓRIA DE CÁLCULO

Eletrocalhas

Não existe um manual específico que dimensione a quantidade de cabos a serem lançados em eletrocalhas, nem mesmo a norma pertinente às instalações elétricas de baixa tensão da ABNT menciona o assunto.

Neste sentido, pratica-se um jeito "caseiro" de calcular a capacidade de cabos em eletrocalhas, conforme abaixo descrito:

- 1) Determinar via tabela do fabricante dos cabos, o diâmetro externo total dos condutores a serem lançados;

Note que se está falando do diâmetro sobre a capa plástica de isolamento.

Resposta:

- 2) De posse do diâmetro, encontre a seção ou área que cada condutor ocupará no interior da eletrocalha, utilizando a formula: $S = 3,1416 \cdot D^2/4$, onde S é a seção do condutor; 3,1416 é uma constante e D2 é o diâmetro total do condutor elevado ao quadrado;
- 3) De posse da seção do condutor, multiplique o valor obtido pelo numero total de cabos que deseja lançar;
- 4) Selecione uma eletrocalha compatível com a área total encontrada acima e que será ocupada pelos condutores.

Exemplo:

Eletrocalha é de 50x50, têm área total de 2500 mm².

Observação importante: Como as eletrocalhas são abertas, as capacidades de cabos são maiores que nos eletrodutos, portanto utilizar os seguintes critérios:

- 1) Utilizar no máximo 70% da seção – Devido às irregularidades de agrupamento, às naturais torções ao longo do lançamento, aos espaços entre as seções circulares e outros fatores determinantes das limitações físicas das eletrocalhas;

A utilização máxima pressupõe a amarração dos fios ou cabos em “chicotes” e a arrumação criteriosa e organizada no interior das eletrocalhas.

- 2) Se quiser deixar reserva utilizar 50% - Para eventuais mudanças de projetos ainda na fase de instalações ou ainda no futuro próximo;
- 3) O ideal é algo em torno de 60%.

Dimensionamento prático:

Pergunta: Qual eletrocalha comporta 120 condutores de 10mm² e 80 de 4mm², considerar cabos Pirastic Ecoflam da Pirelli?

Resposta:

1) Consultando a tabela do fabricante, constata-se que:

- Cabo 10 mm² = Diam. Externo nominal de 5,6 mm.
- Cabo 4 mm² = Diam. Externo nominal de 3,9 mm.

2) Calculo das seções:

- Cabos de 10 mm² $\Rightarrow S = 3,1416 \times 7,84 = 24,63$ mm² por cabo ou 2956 mm² se considerado o total de 12 cabos.
- Cabos de 4,0 mm² $\Rightarrow S = 3,1416 \times 3,80 = 11,94$ mm² por cabo ou 955 mm² se considerado o total de 8 cabos.

3) A área total de cabos a ser acomodada no interior da eletrocalha, será de 3911 mm².

- Tentativa 1: Calha de 50X50 mm = Área máxima de 2500 mm² – Não é possível acomodar.
- Tentativa 2: Calha de 75X50 mm = Área máxima de 3750 mm² – Não é possível acomodar.
- Tentativa 3: Calha de 100X50 mm = Área máxima de 5000 mm² – É possível acomodar, mas veja os parâmetros:

Utilização máxima da eletrocalha: 70% da área máxima da eletrocalha, ou $5000 \times 0,70 = 3500$ mm, note que por este critério não é possível acomodar e exclui os demais parâmetros.

- Tentativa 4: Calha de 150X50 mm = Área máxima de 7500 mm² - É possível acomodar , mas veja os parâmetros:

Utilização máxima da eletrocalha: 70% da área máxima da eletrocalha, ou $7500 \times 0,70 = 5250$ mm, note que por este critério é possível acomodar, mas veja os outros.

Utilização com reserva para futuro: 50% da área da eletrocalha, ou $7500 \times 0,50 = 3750$ mm² note que por este critério, apesar de ficar um pouco abaixo do desejado, também acomoda.

Utilização ideal: 60% da área máxima da eletrocalha, ou $7500 \times 0,60 = 4500$ mm² note que por este critério também acomoda todos os cabos, sendo assim eu escolheria a eletrocalha de 150X 50 mm para acomodar os 120 cabos Pirastic Ecoflam de 10 mm e 80 cabos 4mm.

Observações importantes:

- a) A altura da aba é função do projeto, uma vez que depende de parâmetros locais, por exemplo, a interferência em outros sistemas ou altura do pé direito da obra. Quando nada for indicado, inicie e apresente os cálculos em aba de 50 mm. Se o cliente solicitar calcule também em outras abas alternativas.
- b) Note que os cálculos apresentados dizem respeito única e exclusivamente à capacidade de lançamento de cabos na eletrocalha e não da suportação mecânica do peso correspondente que será aplicado ao material, ou seja, não contempla as deformações ou resistência mecânica do conjunto cabos X eletrocalhas.
- c) Os critérios de utilização (70,50 e 60%) são empíricas e oriundos da observação no campo e manifestação de clientes.

10.3 CÁLCULO DA OCUPAÇÃO DE ELETRODUTOS

A título de exemplo, vão-se considerar condutores isolados cobre/PVC, do tipo fio *Pirastic Super* de 2,5mm², cujo diâmetro externo nominal   $d = 3,40$ mm (Consultar tabela fabricante).

Adota-se no cálculo de ocupação máxima de 40% da área útil do eletroduto e considera-se eletrodutos de tamanho nominal 20 (Antigo 3/4").

O procedimento de cálculo será o seguinte:

$$N = \frac{0,40 \times 347}{8,05} = 15,2 \Rightarrow 15$$

- Cálculo da área útil do eletroduto (AE).

$$AE = \frac{\pi}{4} (de - 2e)^2 \text{ (mm}^2\text{)}$$

Sendo "de" o diâmetro externo mínimo e "e" a espessura do condutor;

- Área total do condutor (Ac)

$$Ac = \frac{\pi}{4} d^2 \text{ (mm}^2\text{)}$$

- Número máximo de condutores (N)

$$N = \frac{0,40 AE}{Ac}$$

Exemplo de aplicação:

1) Eletroduto de aço carbono, tipo pesado segundo a NBR 5597:

$$AE = \frac{\pi}{4} [(26,7 - 0,38) - 2 \times 2,65]^2 \text{ (mm}^2\text{)} = 347 \text{ mm}^2$$

$$Ac = \frac{\pi}{4} 3,40^2 \text{ (mm}^2\text{)} = 9,08 \text{ mm}^2$$

$$N = \frac{0,40 \times 347}{9,08} = 15,2 \Rightarrow 15$$

2) Eletroduto de PVC, tipo roscável, classe B segundo a NBR 6150

$$A_E = \frac{\pi}{4} [(21,1 - 0,3) - 2 \times 1,80]^2 \text{ (mm}^2\text{)} = 232 \text{ mm}^2$$

$$A_c = \frac{\pi}{4} 3,40^2 \text{ (mm}^2\text{)} = 9,08 \text{ mm}^2$$

$$N = \frac{0,40 \times 232}{9,08} = 10,2 \Rightarrow 10$$

OBS.: Consultar tabelas dos fabricantes para obter as tolerâncias e as características dos eletrodutos e condutores.

10.4 CÁLCULO DA SEÇÃO DOS CONDUTORES E ELETRODUTOS

Em um eletroduto de aço carbono série extra, de acordo com a NBR 5597 contendo 4 condutores isolados (fios/Cabos) de 4 mm² e 6 condutores isolados de 10 mm², todos PIRASTIC SUPER.

- Diâmetro externo (dE) dos condutores (Consultar catálogo Pirelle)

Logo da tabela do fabricante tem-se:

- 4 mm² $\Rightarrow$ dE = 3,9 mm

- 10 mm² $\Rightarrow$ dE = 5,6 mm

- Cálculo da área total dos condutores:

- Área ocupada pelos 10 condutores:

$$A_t = 4 \times 11,9 + 6 \times 24,5 = 195,40 \text{ mm}^2$$

- Para o condutor 4 mm², tem-se:

$$A_c = \frac{\pi \times d^2}{4} \quad (\text{mm}^2) \Rightarrow 11,90 \text{ mm}^2$$

- Diâmetro interno mínimo correspondente:

$$\Rightarrow A_c = \frac{\pi \times 3,9^2}{4} \quad (\text{mm}^2) \Rightarrow 11,90 \text{ mm}^2$$

- Para o condutor 10 mm², tem-se:

$$A_c = \frac{\pi \times d^2}{4} \quad (\text{mm}^2) \Rightarrow 24,6 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow A_c = \frac{\pi \times 5,6^2}{4} \quad (\text{mm}^2) \Rightarrow 24,6 \text{ mm}^2$$

- Área ocupada pelos 10 condutores:

$$A_t = 4 \times 11,9 + 6 \times 24,6 = 195,20 \text{ mm}^2$$

- Área útil mínima do eletroduto:

$$A_u = \frac{A_t}{0,40} \Rightarrow A_u = \frac{488 \text{ mm}^2}{0,40} = 488 \text{ mm}^2$$

- Diâmetro interno mínimo correspondente:

$$DI = \sqrt{\frac{4 A_u}{\pi}}$$

$$DI = \sqrt{\frac{4 \times 488}{\pi}} = 24,90 \text{ mm}$$

Logo entrando na tabela do fabricante de eletrodutos escolhe-se o diâmetro mais próximo que é 25 mm.

11.1 IDENTIFICAÇÃO DOS CABOS

A norma EIA/TIA-598 é baseada em três conceitos de administração de cabos.

11 IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE REDE

Como padrões de identificação para os componentes da rede de cabeamento estruturado devem ser utilizados as algumas especificações, sendo que essas identificações não podem ser feitas a mão, somente com etiquetadoras digitais e o conjunto deve oferecer boa estética/acabamento.

OBS.: Os cabos deverão ser amarrados nos *racks* com VELCRO e em hipótese nenhuma com abraçadeiras plásticas (tensores).

Identificação de *Patch panel* - A identificação das saídas de telecomunicações (*outlet/connector*) que constituem o *Patch panel* deverão ser cabo/tomada conectada em suas extremidades, de tal forma que essa numeração seja seqüencial - como: 001, 002,... , 00n e etc. até a última conexão do último *Patch panel*.

Identificação do *Patch cord* - Não é obrigatória a numeração de *Patch cords*.

Identificação de *outlet/connector* - Cada *outlet/connector* deverá ser numerada seqüencialmente, como: 001, 002,... , 00n até a última *outlet/connector*. Devem ser identificados através de etiquetas adesivas.

Identificação de cabos - Cada cabo deve possuir identificação por etiquetas plásticas, empregando pelo menos 3 dígitos, em cada uma de suas extremidades. Devendo corresponder a respectiva numeração das *outlet/connector* (tomadas de telecomunicações). Identificação de cabos - Cada cabo deve possuir identificação por etiqueta plástica, empregando pelo menos 3 dígitos, em cada uma de suas extremidades. Devendo corresponder a respectiva numeração das *outlet/connector*. (TORRES, 2001).

11.1 IDENTIFICAÇÃO DOS CABOS

A norma **EIA/TIA-606** é baseada em três conceitos de administração de cabos:

- Identificadores Únicos;
- Registros;
- Ligações.

Cada componente da infra-estrutura de telecomunicações atribui uma única etiqueta vinculando o componente ao seu registro correspondente.

Registros contêm informações ou relatórios sobre um componente específico. Todos os registros contêm as informações exigidas, as ligações exigidas, informações adicionais e outras ligações.

Ligações são consideradas conexões "lógicas" entre identificadores e registros bem como vínculos entre um registro e outro.

A codificação por cores dos campos de terminação pode simplificar a administração do sistema de cabeamento de telecomunicações. A codificação por cores é baseada nos dois níveis hierárquicos da configuração estrela do cabeamento do *backbone*.

O primeiro nível inclui o cabeamento da conexão cruzada principal ao armário de telecomunicações (TC) no mesmo edifício ou de uma conexão cruzada intermediária a um edifício remoto, como em um ambiente de campus.

O segundo nível inclui o cabeamento entre dois TCs em um edifício contendo a conexão cruzada principal ou entre uma conexão cruzada intermediária e um TC em um edifício remoto.

Todos os componentes do sistema de cabeamento precisam ser identificados e etiquetados. Há uma quantia mínima de informações a serem coletadas e registradas por cada componente com as informações exigidas e ligações a outros registros.

11.2 ETIQUETAS DE IDENTIFICAÇÃO

Usadas para identificação dos cabos e rotas de cabos, devem ser auto-adesivas para os cabos e do tipo de fixação para os feixes de cabos e/ou rotas.

- Nelas devem conter todas as informações relativas ao cabo.
- Tabela de identificação dos pontos;
- Relatório de testes e número da certificação para categoria 5e e/ou superior;
- Seleção de material (cabo, patch cord, etc.);
- Planta com plotagem;
- Diagrama de tubulação;

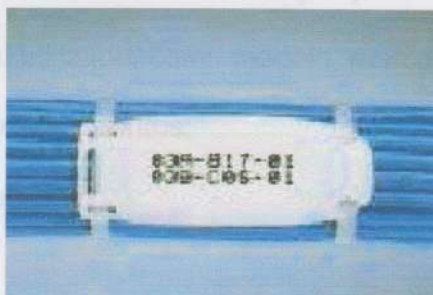


Figura 41 – Tipo de etiquetas para identificação

Fonte: Tutoria Rede de ComputadoresI (2007)

11.3 ESTRUTURA DA DOCUMENTAÇÃO

Todas as recomendações feitas até aqui são importantes para a especificação e instalação de redes. Porém, uma rede bem documentada proporciona um melhor controle sobre os pontos de rede. Conforme recomendado pela norma **EIA/TIA 606**.

O *As-built* deverá conter o diagrama do local (ou planta em CAD), com a posição dos *racks* envolvidos, sala de telecomunicações, sala de equipamentos, calhas, caminhos e todas as suas interseções.

Além da planta em mídia magnética e papel, devem ser entregues planilhas com informações detalhadas sobre a instalação:

- **Documentação de cada rack** - Informando qual equipamento está no rack e onde e como ele está conectado;
- Documentação de portas - Informando sobre o que está conectado em cada porta de um determinado equipamento (por rack);
- Documentação das eletrocalhas e outros caminhos - Informando o caminho que o cabo está percorrendo e suas interseções;
- Relatório de testes e certificações;

- Identificação (espelhamento) de DG's e *Racks* no local;
- Tabela de identificação dos pontos;
- Relatório de testes e relatório de certificação para categoria 5e e/ou superior;
- Relação de material utilizado, como modelo, marca *part number*, etc.;
- Planta com plotagem dos pontos;
- Diagrama de tubulações.

Ethernet (10 Mbps) e Fast Ethernet (100 Mbps):

Modo	Largura de Banda	Comprimento de Onda	Comprimento Máximo	
			10BaseFL	100BaseFX
Multimodo (MM) 62,5 nm	160 MHz.Km	850 nm	2 km	412 m (Half) 2 Km (Full)
	200 MHz.Km	850 nm	2 Km	412 m (Half) 2 Km (Full)
	500 MHz.Km	850 nm	2 km	412 m (Half) 2 Km (Full)
Multimodo (MM) 50 nm	400 MHz.Km	850 nm	2 Km	412 m (Half) 2 Km (Full)
	500 MHz.Km	850 nm	2 Km	412 m (Half) 2 Km (Full)
	2000 MHz.Km	850 nm	2 Km	412 m (Half) 2 Km (Full)
Monomodo (SM) 10 nm	-			

(Half)=Half Duplex e (Full) =Full Duplex

Quadro 15 - Comprimentos Máximos de Segmentos de Fibra Ótica em Redes *Ethernet*
Fonte: Dados da Pesquisa (2007)

Gigabit Ethernet (1000 Mbps):

Modo	Diâmetro do Núcleo	Largura de Banda	Comprimento Máximo	
			1000BaseSX 850 nm	1000BaseLX 1300 nm
Multimodo (MM)	62,5 nm	160 MHz.Km	220 m	-
		200 MHz.Km	275 m	-
		220 MHz.Km	300 m	-
		500 MHz.Km	-	550 m
Multimodo (MM)	50 nm	400 MHz.Km	500 m	550 m
		500 MHz.Km	550 m	550 m
		2000 MHz.Km	550 m	550 m
Monomodo (SM)	10 nm	-	-	5 Km

Quadro 16 - Comprimentos Máximos de Segmentos de Fibra Ótica em Redes *Gigabit Ethernet*
Fonte: Dados da Pesquisa (2007)

11.4 PLANTA COM PLOTAGEM DOS PONTOS

As plantas também são itens fundamentais na documentação, pois facilita a manutenção e estudos de layout. O ideal destas plantas é que elas tenham a localização, número do ponto, e ainda o percurso dos cabos.

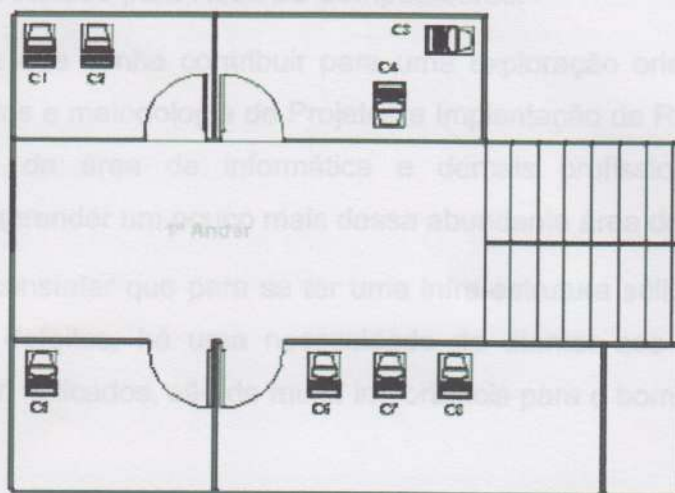


Figura 42 – Exemplo de plotagem simples

Fonte: Dados da Pesquisa (2007)

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS REFERÊNCIAS

Este trabalho pretendeu fazer uma introdução à evolução das redes, à importância do cabeamento na estruturação de uma rede, à Internet e à segurança de informações, procurando despertar também o interesse na sua utilização como fonte de informação para as pessoas que querem saber um pouco mais sobre Cabeamento estruturado para Rede de Computadores.

Espera-se que venha contribuir para uma exploração orientada e metódica dos procedimentos e metodologia de Projetos e Implantação de Rede Cabeada para os profissionais da área de informática e demais profissionais que tenham curiosidade em aprender um pouco mais dessa abundante área de comunicação.

Pôde-se constatar que para se ter uma infra-estrutura sólida e com um nível muito baixo de defeitos, há uma necessidade de atentar aos padrões, que ora simples de serem aplicados, são de muita importância para o bom funcionamento da Rede.

Observou-se que há uma necessidade de considerar que um Enlace de Rede nada mais é do que um circuito elétrico ou óptico que considerando as características dos meios de transmissão, são imunes a ruídos e distorções ou interrupções caso não estejam instalados de forma segura e se considerando fatores externos.

DERFLER, Frank J. Tudo sobre cabeamento de redes. Rio de Janeiro: Makron Books, 1995.

ESTOKE TELECOMUNICAÇÕES LTDA. Norma ANSI/TIA/EIA-567: especificações de aterramento e links dos sistemas de cabeamento estruturado. Disponível em: <http://www.estoke.com.br/downloads/567.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2007.

FIGUEIREDO, Marcos B.; SILVEIRA, André Oliveira. Sistemas de cabeção estruturada EIA/TIA 568 e ISO/IEC 11801. Boletim da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa - RNP, v.2, n.6, jul. 1995. Disponível em: www.rnp.br/revista/9506/cab-estr.html. Acesso em: 15 fev. 2007.

REFERÊNCIAS

AEON TECHNOLOGIES. **Normas de redes locais**: recomendações prática. Disponível em: <http://www.aeon.com.br/nt_recomendacoes.html>. Acesso em: 03 mar. 2007.

ALBERTO JUNIOR, O. F. **Um modelo de ferramenta de e-Procurement para a Salina Diamante Branco**. 2004. Monografia (Bacharelado em Sistema de Informação) – Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do RN, Natal, 2004.

ANSI/TIA. **EIA-568 - Commercial building telecommunications standard part 1: General Requirements**. [S.l.], 2001.

ANSI/TIA. **EIA-606 - Administration standard for the telecommunication infrastructure of commercial buildings**. [S.l.], 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5597**: Eletroduto rígido de aço-carbono e acessórios com revestimento protetor, com rosca ANSI/ASME B1.20.1. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14565**: procedimento básico para elaboração de projetos de cabeamento de telecomunicações para rede interna estruturada. Rio de Janeiro, 2000.

DERFLER, Frank J. **Tudo sobre cabeamento de redes**. Rio de Janeiro: Makron Books, 1999.

ESTOKE TELECOMUNICAÇÕES LTDA. **Norma ANSI/TIA/EIA-607**: especificações de aterramento e links dos sistemas de cabeamento estruturado. Disponível em: <<http://www.estoke.com.br/downloads/607.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2007.

FIGUEIREDO, Messias B. ; SILVEIRA, André Oliveira. Sistemas de cabeação estruturada EIA/TIA 568 e ISOC/IEC 11801. **Boletim da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa – RNP**. v.2, n.6, jul. 1998. Disponível em: <www.rnp.br/newsgen/9806/cab-estr.html>. Acesso em: 15 fev. 2007.

FURUKAWA INDUSTRIAL S.A. **Data cabling system**. Disponível em:
<<http://www.furukawa.com.br>>. Acesso em: 05 mar. 2007.

IDEAL GUIDE.NET. **Cabos**.

<<http://www.idealguide.net/site/index.php?page=readContent&artID=26>>. Acesso em: 22 fev. 2007.

INFORMATTEL. **ANSI/TIA/EIA-606**: especificações da administração e identificação dos sistemas de cabeamento estruturado. Disponível em:

<<http://www.informatel.com.br/normas/606.htm>>. Acesso em 12 fev. 2007.

RIGNEY, Steve. **Planejamento e gerenciamento de redes**. São Paulo: Érica.1999.

SPURGEON, Charles E. **Ethernet**: o guia definitivo. São Paulo: Campus, 2000.

TANENBAUM, A. S. **Redes de computadores**. 4.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

TELECO.COM.BR. **Seção tutoriais infra-estrutura**: premissas para instalação em redes corporativas. 2005. Disponível em:

<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialcabeamento/pagina_2.asp>. Acesso em: 08 mar. 2007.

TORRES, Gabriel. **Redes de computadores**. Rio de Janeiro: Books, 2001.

TUTORIAL REDE DE COMPUTADORES. **Redes de computadores**. Disponível

em: <<http://www.babooforum.com.br/idealbb/view.asp?topicID=223648>>. Acesso em: 22 fev. 2007.