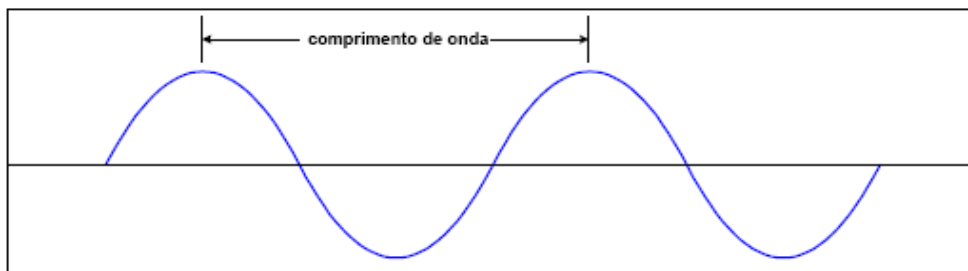


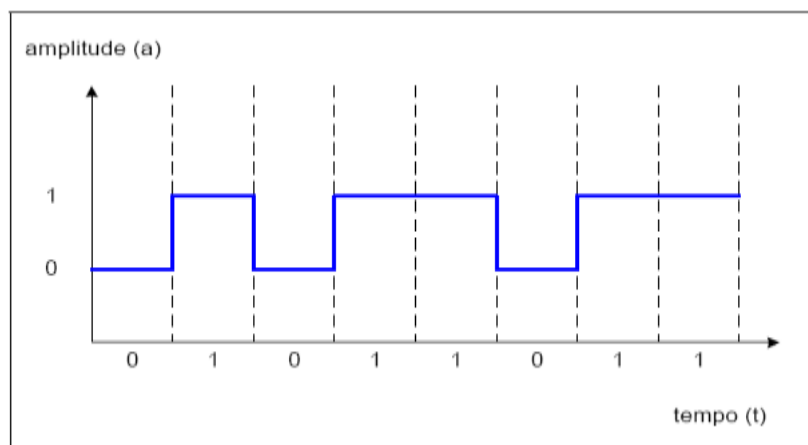
- Aula 3 -**CAMADA FÍSICA - MEIOS DE TRANSMISSÃO****1. INTRODUÇÃO**

A transmissão de sinal em uma rede de computadores é a propagação de ondas através de um meio físico (ar, fios metálicos, fibra de vidro) que podem ter suas características (amplitude, frequência, fase) alteradas no tempo para refletir a codificação da informação transmitida. Esta informação está associada, em geral, às idéias ou dados manipulados pelos agentes que as criam, manipulam e processam. Neste cenário, os sinais correspondem à materialização específica dessas informações utilizada no momento da transmissão.

Ainda, neste contexto é importante entender conceito de sinal analógico e sinal digital. O **sinal analógico** é um tipo de sinal contínuo que varia em função do tempo.

**Figura 1 - Sinal Analógico**

O **sinal digital** é uma seqüência de pulsos com amplitude fixa (em valores discretos), onde o sinal é construído através de uma seqüência de intervalos de tamanho igual a T segundos, chamados intervalos de sinalização.

**Figura 2 - Sinal Digital**

Em um intervalo de sinalização (T) um ou mais bits podem ser transmitidos (figura 3).

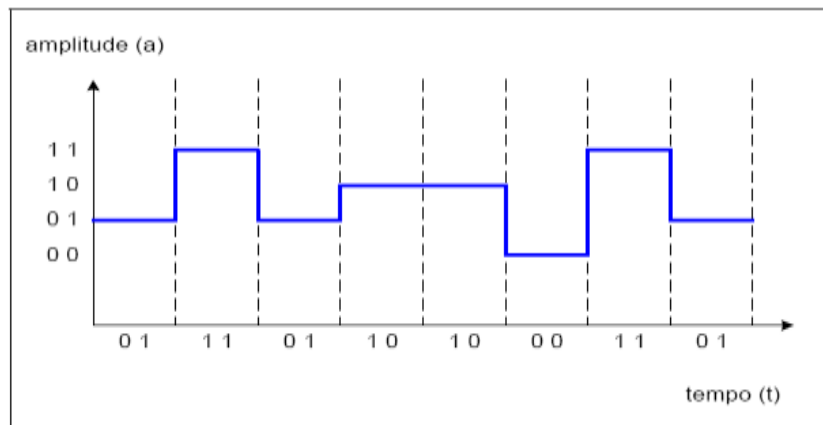


Figura 3 - Sinal Digital (dibit)

Um aspecto que pode comprometer a qualidade do sinal transmitido são os **ruídos**. Em qualquer transmissão, o sinal recebido é sempre igual ao sinal transmitido modificado por distorções impostas por meios físicos e por distorções inseridas através de interferências indesejáveis ou ruídos (maior limitação no desempenho dos sistemas de comunicação). O ruído é medido pela razão entre a potência do sinal e a potência do ruído, chamada de razão (ou relação) sinal-ruído, medido por decibéis.

O Ruído pode ser:

- **Térmico**: causado pela agitação dos elétrons nos condutores, presente em todos os dispositivos eletrônicos e meios de transmissão, sendo uniformemente distribuído em todas as frequências do espectro (ruído branco) com quantidade definida em função da temperatura.

- **Intermodular**: causado pelo compartilhamento de um mesmo meio físico (através de multiplexação de frequência) por sinais de diferentes frequências. Ocorre em geral devido a defeitos de equipamento ou na presença de sinais de potência muito alta.

- **Crosstalk**: causado pela interferência indesejável entre condutores muito próximos que induzem sinais entre si (linhas telefônicas cruzadas, cabos de pares trançados em redes Ethernet, por exemplo).

- **Impulsivo**: pulsos irregulares de grande amplitude, não contínuos e de difícil prevenção. Tem origem em várias fontes: distúrbios elétricos externos, falha de equipamento, etc. Na transmissão analógica, sendo de curta duração, não causam danos. Na transmissão digital são a maior causa de erros.

A **atenuação** também é outro fator comprometedor nas transmissões. Caracteriza-se pela queda de potência de um sinal em função da distância de transmissão e do meio físico.

De igual forma o **eco**, que é a reflexão de sinal quando há mudança da impedância (resistência à passagem de um sinal alternado) do meio de transmissão.

2. MEIOS DE TRANSMISSÃO DE SINAIS

Os meios físicos de transmissão de sinais diferem com relação à:

- banda passante;

REDES DE COMPUTADORES

Prof. Ricardo Rodrigues Barcelar

<http://www.ricardobarcelar.com.br>

- potencial para conexão ponto a ponto ou multiponto;
- limitação geográfica devido à atenuação do meio;
- imunidade a ruído;
- custo;
- disponibilidade de componentes; e
- confiabilidade.

Os meios mais comumente usados são:

- cabo de pares trançados;
- cabo coaxial; e
- fibra ótica.

Sob circunstâncias especiais, podem também serem usados:

- radiodifusão;
- infravermelho;
- enlaces de satélites; e
- enlaces de microondas.

Quando se trata de cabeamento Ethernet, este pode ser bem entendido conforme tabela abaixo:

NOME COLOQUIAL	NOME OFICIAL	ESPECIFICAÇÃO IEEE	VELOCIDADE (Mbps)	ANO DE APROVAÇÃO	MÍDIA SUPORTADA
Thick Ethernet	10Base-5	802.3	10	1983	Coaxial 50Ω (Grosso)
Thin Ethernet Cheapernet	10Base-2	802.3 ^a	10	1988	Coaxial 50Ω (Fino)
Broadband Ethernet	10Broad-36	802.3b	10	1985	Coaxial 75Ω
Fiber Optic Inter Repeater Link	FOIRL	802.3d	10	1987	Fibra Ótica Multimodo
StarLan	1Base-5	802.3e	1	1987	UTP Cat-3 2 pares 100Ω
Twisted Pair Ethernet	10Base-T	802.3i	10	1990	UTP Cat-3 2 pares 100Ω
Fiber Ethernet	10Base-FL 10Base-FB	802.3j	10	1993	Fibra Ótica monomodo ou multimodo
Cabos de 120Ω para 10Base-T		802.3t	10	1995	UTP Cat-3 2 pares 120Ω
Fast Ethernet	100Base-TX 100Base-T4 100Base-FX	802.3u	100	1995	UTP Cat-5 2 pares Cat-3 4 pares Fibra Ótica
Cabos de 150Ω para 10Base-T		802.3v	10	1995	UTP Cat-3 2 pares 100Ω

REDES DE COMPUTADORES

Prof. Ricardo Rodrigues Barcelar

<http://www.ricardobarcelar.com.br>

Fast Ethernet – Cat 3 2 pares	100Base-T2	802.3y	100	1997	UTP Cat-3 2 pares 100Ω
Gigabit Ethernet	1000Base-SX 1000Base-LX 1000Base-CX	802.3z	1000	1998	FO multimodo FO mono/multimodo "Twinax" STP 150Ω
Gigabit Ethernet para UTP Cat-5	1000Base-T	802.3ab	1000	1999	UTC Cat-5 4 pares 100Ω

2.1. Cabo Coaxial

O cabo coaxial é constituído de um condutor interno (mina) circundado por um condutor externo (malha), tendo, entre os condutores, um dielétrico plástico que os separa, terminando com uma cobertura externa de proteção.

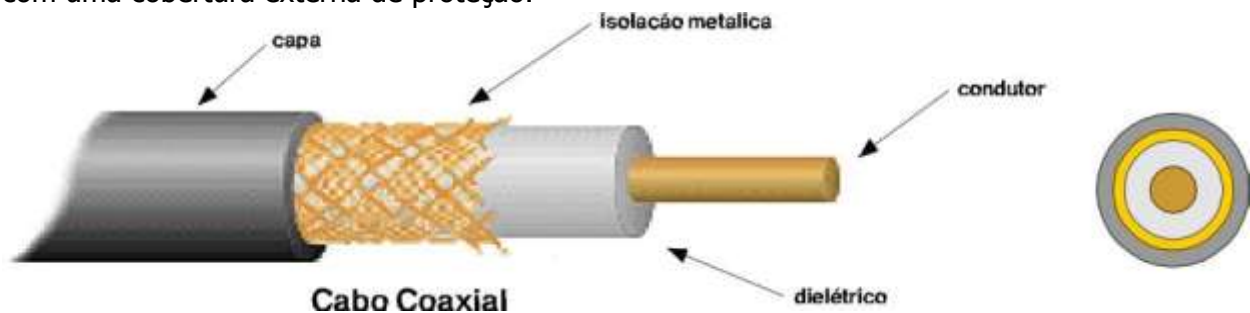


Figura 4 - Cabo Coaxial

Sua construção, que blindo o condutor interno proporciona uma boa combinação de alta largura de banda e excelente imunidade a ruído.

Este meio é muito utilizado para distribuição de TV a cabo, transmissões telefônicas de longa distância, ligação entre transceptores e antenas e também utilizado nos padrões de rede mais antigos: 10BASE5(Ethernet – Cabo Grosso) e 10BASE2(Ethernet – Cabo Fino)

2.1.1. CABO COAXIAL DE BANDA LARGA (10BASE5)

O cabo coaxial grosso, também conhecido como cabo coaxial de banda larga ou 10Base5, é utilizado para transmissão analógica. O cabo coaxial grosso possui uma blindagem geralmente de cor amarela. Seu diâmetro externo é de aproximadamente 0,4 polegadas ou 9,8 mm.

Em redes locais, o cabo é utilizado fazendo uma divisão da banda em dois canais ou caminhos:

- caminho de transmissão (*Inbound*);
- caminho de recepção (*Outbound*).

As principais características de redes locais com cabo coaxial de banda larga são:

- aplicação em redes locais com integração de serviços de dados, voz e imagens;
- redes locais de automação de escritórios com integração de serviços.

REDES DE COMPUTADORES

Prof. Ricardo Rodrigues Barcelar

<http://www.ricardobarcelar.com.br>

Uma diferença fundamental entre os cabos coaxiais de banda base e banda larga é que sistemas em banda larga necessitam de amplificadores analógicos para amplificar periodicamente o sinal. Esses amplificadores só transmitem o sinal em um sentido; assim, um computador enviando um pacote não será capaz de alcançar os computadores a montante dele, se houver um amplificador entre eles. Para contornar este problema, foram desenvolvidos dois tipos de sistemas em banda larga: com cabo duplo e com cabo único. Sistemas com cabo duplo possuem dois cabos idênticos dispostos em paralelo. Todos os computadores transmitem no cabo 1 e recebem no cabo 2.

Sistemas com cabo único é alocado bandas diferentes de frequência para comunicação, entrando e saindo por um único cabo.

Suas principais características são:

- Tamanho máximo de segmento: 500 m
- Distância mínima entre cada nó: 2,5 m
- Comprimento máximo da LAN: 2500 m (divididos em 5 segmentos de 500 m)
- Distância máxima do cabo que liga a placa de rede até o transceptor conectado ao barramento: 50 m
- Número máximo de nós por segmento: 100
- Tipo de conector da estação: AUI (DB-15)
- Trafega dados a 10 Mbps com sinalização em banda-base e codificação Manchester¹.

Cada extremidade do segmento ou barramento de cabo deve apresentar um terminador. Apenas um destes terminadores deve ser aterrado. Em geral as conexões são realizadas com conectores de pressão (*Vampire Taps*), nos quais um pino é muito cuidadosamente inserido até a metade na parte central do cabo coaxial.

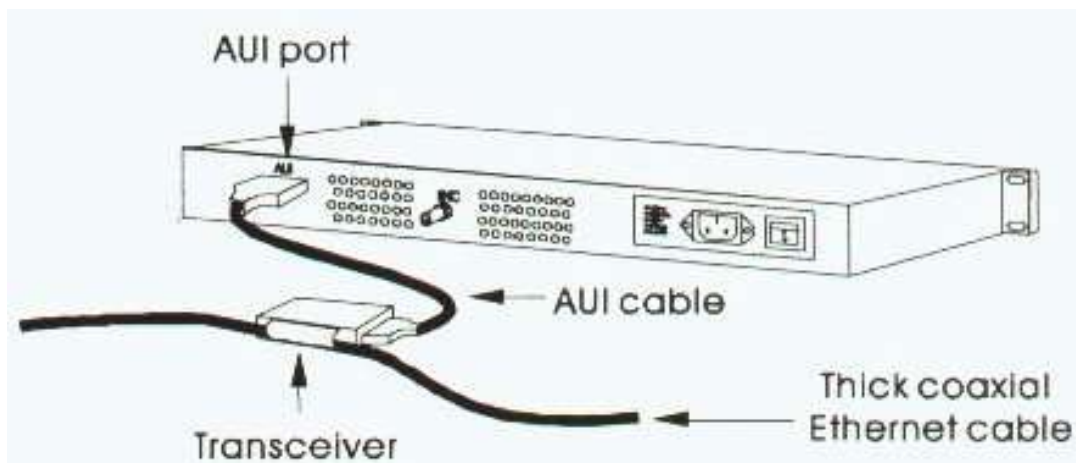


Figura 5 - Estrutura 10BASE5

¹ A **codificação Manchester** (utilizada nas redes Ethernet), consiste em dividir o período de um bit em dois intervalos iguais. Quando o bit que deve ser transmitido é "1", é gerado um pulso de voltagem alta no cabo durante o primeiro intervalo, e baixa no segundo intervalo. Quando deve ser transmitido o bit "0", o algoritmo é o inverso, ou seja, transmite-se um pulso de baixa voltagem no primeiro intervalo e de alta no segundo intervalo. Um esquema desse tipo de transmissão é mostrado na figura a seguir.

2.1.2. CABO COAXIAL DE BANDA BÁSICA (10Base2)

O cabo coaxial fino, também conhecido como cabo coaxial banda base ou 10Base2, é utilizado para transmissão digital e possui impedância característica geralmente de 50 Ohms. É o meio mais largamente empregado em redes locais.

Em uma rede local com cabo coaxial, em uma topologia barra multiponto, todas as pontas do cabo (barra) devem estar terminadas com uma impedância igual a 50 Ohms.

O cabo coaxial fino é mais maleável e, portanto, mais fácil de instalar. Em comparação com o cabo coaxial grosso, na transmissão em banda base, o cabo de 50 Ohms sofre menos reflexões devido às capacitâncias introduzidas na ligação das estações ao cabo, além de possuir uma maior imunidade a ruídos eletromagnéticos de baixa frequência.

Apesar do cabo coaxial banda base ter uma imunidade a ruídos melhor do que o par trançado, a transmissão em banda larga fornece uma imunidade a ruído melhor do que em banda base.

Este tipo de cabo é muito mais flexível que o coaxial grosso, facilitando muito a instalação da rede. Além disso, cada estação é conectada ao barramento diretamente sem a necessidade de um transceptor. Suas principais características são:

- Tamanho máximo de segmento: 185 m
- Distância mínima entre cada nó: 0,5 m
- Comprimento máximo da LAN: 925 m (divididos em 5 segmentos de 185 m)
- Número máximo de nós por segmento: 30
- Tipo de conector da estação: Tipo **T** (BNC) , ligando dois trechos de cabo e a placa. Cada trecho deve ter no mínimo 45 cm.

Cada extremidade do segmento ou barramento de cabo deve apresentar um terminador. Apenas um destes terminadores deve ser aterrado.

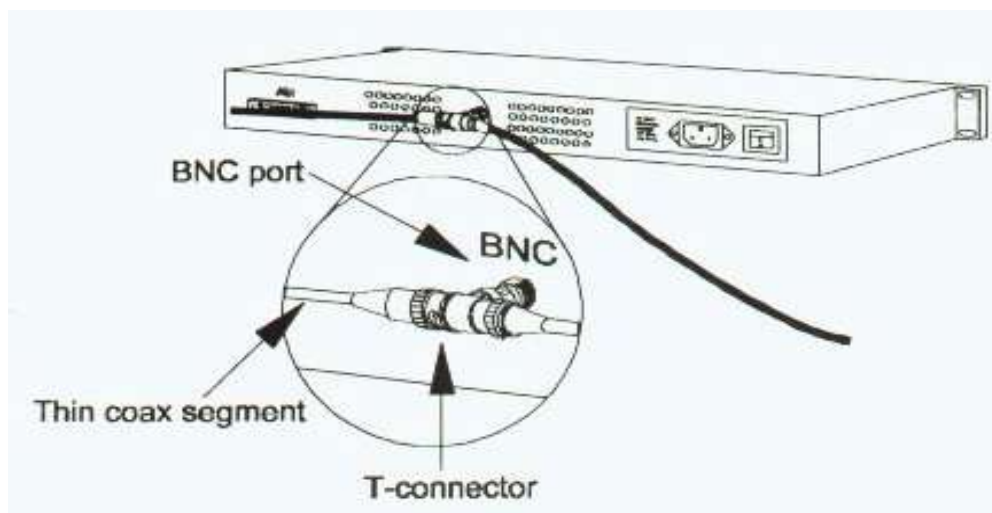


Figura 6 - Estrutura 10BASE2

2.2. Cabo Par Trançado (10 BaseT)

Os cabos de pares trançados, um, dois ou quatro pares de fios são enrolados em espiral dois a dois de forma a reduzir o ruído e manter constantes as propriedades elétricas do meio ao longo de todo o seu comprimento. O trancamento inibe a interferência entre os pares (diafonia). Suporta transmissão analógica e digital, tem largura de banda relativamente alta (10/100/1000 Mbps, dependendo da distância, técnica de transmissão e qualidade do cabo).

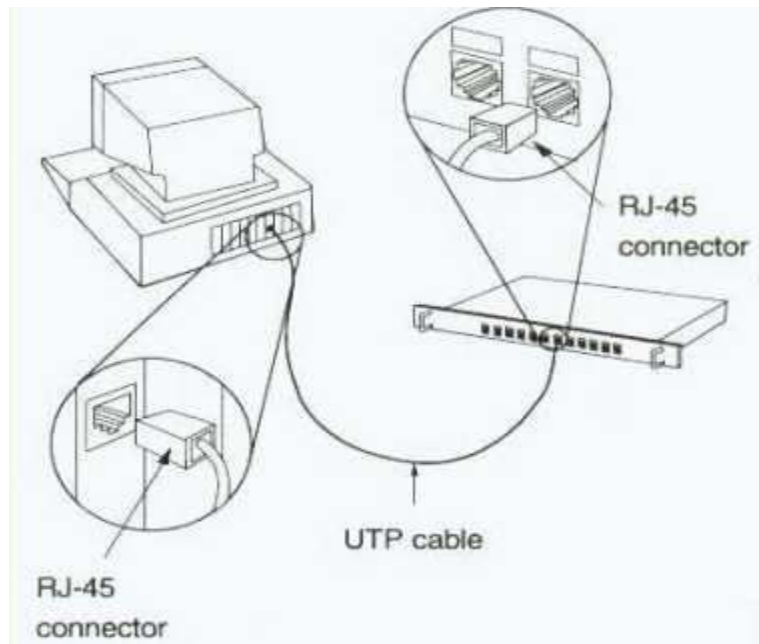


Figura 7 - Estrutura 10BASET

Os cabos de pares trançados podem ser:

- **Não blindado:** (*Unshielded Twisted Pair* - UTP): quando seus pares são envolvidos unicamente por uma cobertura plástica (são mais baratos, mas mais sujeitos às interferências). Normalmente 4 pares e bitola de 24 AWG (0,51 mm). Como não existe proteção estão sujeitos a interferências eletromagnéticas externas.

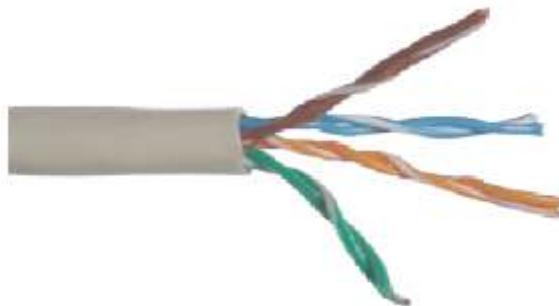


Figura 8 - Cabo UTP

- **Blindado:** (*Shielded Twisted Pair* - STP): quando seus pares são envolvidos por uma capa metálica (blindagem) e uma cobertura plástica. A malha metálica confere uma imunidade bastante boa em relação ao ruído, particularmente ao efeito *crosstalk* de fiações adjacentes.

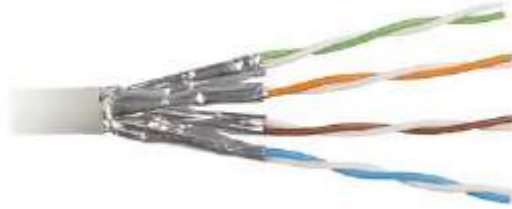


Figura 9 - Cabo STP

Hoje em dia, os cabos de pares trançados mais usados são os não blindados, nas seguintes classificações e características:

a) Categoria 3:

- Pares trançados sólidos AWG 24;
- Impedância de 100 Ohms;
- Testado a 16 MHz para atenuação e paradiáfonia;
- Padrão mínimo para 10BaseT.

b) Categoria 5:

- Pares trançados AWG 22 (rígido) ou AWG 24 (flexível);
- Impedância de 100 Ohms;
- Testado para a largura de 100 MHz;
- Pode ser usado para taxas de 100 Mbps.

c) Categoria 5e:

- É uma melhoria da Categoria 5 (*enhanced*);
- Pode ser usado em redes gigabit, 1000BaseT, com 4 pares.

d) Categoria 6:

- É compatível com a Categoria 5e;
- Melhor desempenho;
- Largura de banda de 250 MHz;
- Permite suporte a novas tecnologias como a ethernet 10 Gbps sem investimentos adicionais na infraestrutura atual.

REDES DE COMPUTADORES

Prof. Ricardo Rodrigues Barcelar

<http://www.ricardobarcelar.com.br>

	Largura de Banda mhz	Data Speed bps	
CAT 1	1	20 K	Analog Voice
CAT 2	4	1 M	Digital Voice
CAT 3	16	10 M	Ethernet
CAT 4	20	16 M	Ethernet
CAT 5	100	100 M	Fast Ethernet
CAT 5e	100	1 G (100m)	Gigabit Ethernet
CAT 6	250	2,5 G (100m)	Gigabit Ethernet
CAT 7	600	10 G (100m)	Gigabit Ethernet

Os cabos considerados nessa classificação são definidos através de padrões industriais [EIA/TIA 91] e correspondem a cabos UTP de 100 Ohms de impedância, com condutores de corpo sólido com bitola de 24 AWG, utilizados na distância máxima de 100 metros.

Os cabos de pares trançados são bastante usados hoje em dia para a interconexão de computadores em redes locais, sendo de fácil aquisição e manuseio e apresentando custos bastantes acessíveis.

De acordo com a norma, opera em uma distância máxima de 100 m em uma rede *Ethernet* ou *Fast Ethernet*. Está mais sujeito a ruídos e interferências.

As principais características do 10BASE-T são:

- Tamanho máximo do cabo que interliga o nó e o hub: 100 m
- Tamanho mínimo do cabo que interliga o nó e o hub: 0,6 m
- Número máximo de nós por segmento: 2 (um dispositivo é a porta do hub; o outro é a placa de rede)
- Tipo de conector da estação: RJ-45

O cabo par trançado proporciona uma forma barata de proteção contra interferências eletromagnéticas e de rádio frequência. Cabos par trançado são disponíveis em dois estilos. Blindado e sem Blindagem.

2.2.1. ANATOMIA DO CABO PAR TRANÇADO

A categorias dos cabos Par Trançado está relacionado à performance, capacidade e qualidade de transmissão dos sinais. Quanto maior a categoria melhor é o desempenho do cabo.

REDES DE COMPUTADORES

Prof. Ricardo Rodrigues Barcelar
<http://www.ricardobarcelar.com.br>

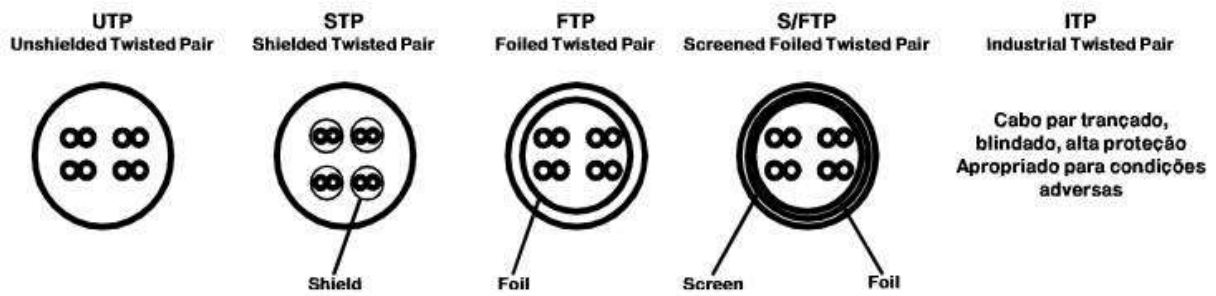


Figura 10 - Tipos de Cabo Par Trançado

Abaixo um exemplo de cabo FTP, pouco conhecido.

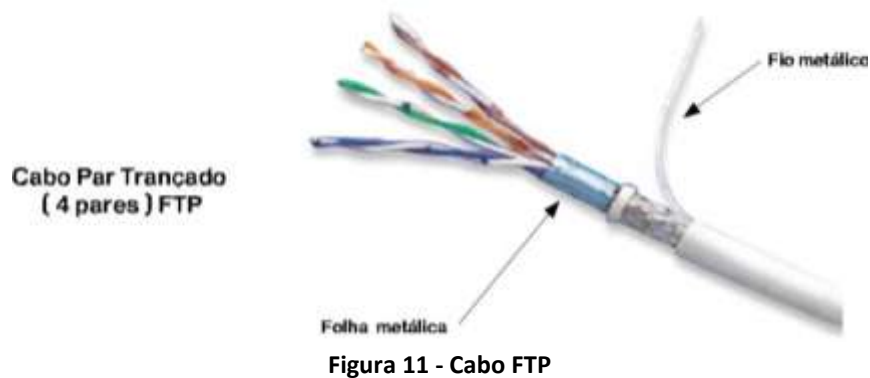


Figura 11 - Cabo FTP

2.2.2. CONECTORIZAÇÃO

O conector RJ-45 (*Registered Jack*) é o padrão utilizado para conectorização dos cabos em par trançado.

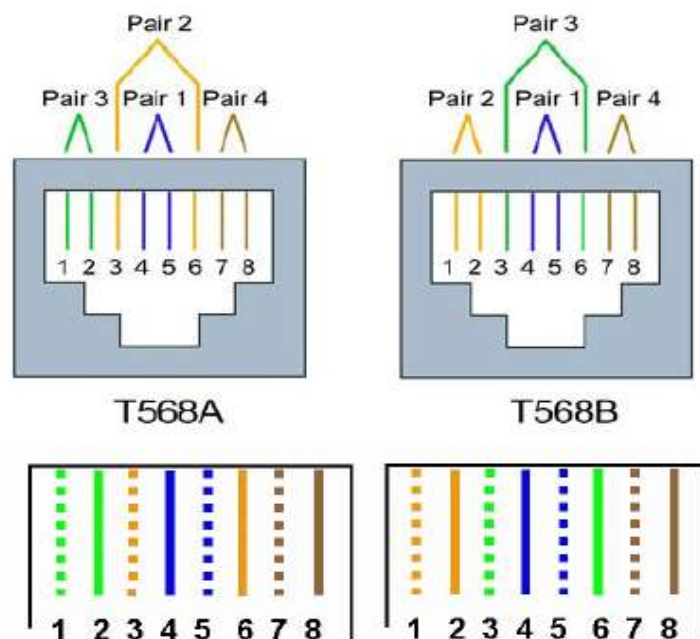


Figura 12 - Conectorização padrão T568A e T568B

2.3. Fibras Óticas (10BaseF)

A transmissão em fibra ótica é realizada pelo envio de um sinal de luz codificado, dentro de um domínio de frequência do infravermelho, 10¹² a 10¹⁴ Hz, através de um cabo ótico que consiste de um filamento de sílica ou plástico.

Um conceito de importante quando se fala em fibra ótica é do **índice de refração (IR)** de luz de um material. O índice de refração absoluto de um material é dado pela razão do IR nesse material e o IR no vácuo:

$$IR_{abs} = IR_{material} / IR_{vácuo}$$

O IR_{abs} é sempre igual ou inferior a 1, que é o índice de refração da luz do vácuo. Em termos práticos, usamos sempre a velocidade da luz no ar (que é muito próxima da velocidade da luz no vácuo) como referência (e com valor 1).

Toda vez que um feixe de luz atravessa um material e passa para outro material com índice de refração diferente, ocorre um fenômeno chamado refração.

Ao passar para um meio com índice de refração menor, o ângulo do feixe de luz com a normal aumenta em relação ao ângulo de incidência. Para um determinado ângulo de incidência, denominado ângulo crítico, os feixes de luz não são mais refratados. Para ângulos maiores que o ângulo crítico, observa-se apenas o fenômeno da reflexão total do feixe incidente.

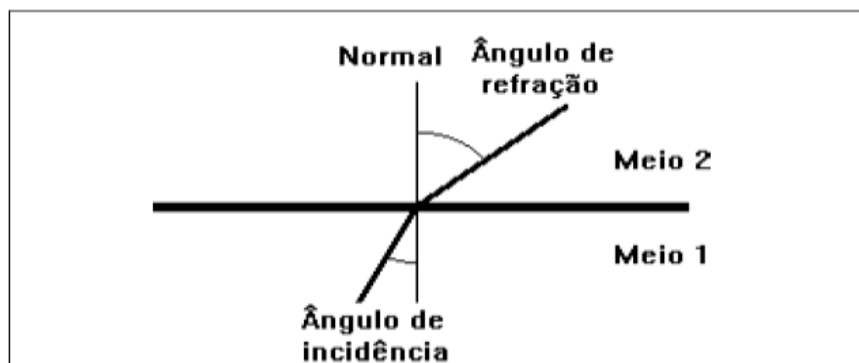


Figura 13 - Refração

O cabo ótico funciona baseado nesse princípio. Possui um filamento condutor de luz, ao redor do qual se colocam substâncias de menor índice de refração, que fazem com que os raios de luz sejam refletidos internamente, minimizando as perdas de transmissão.

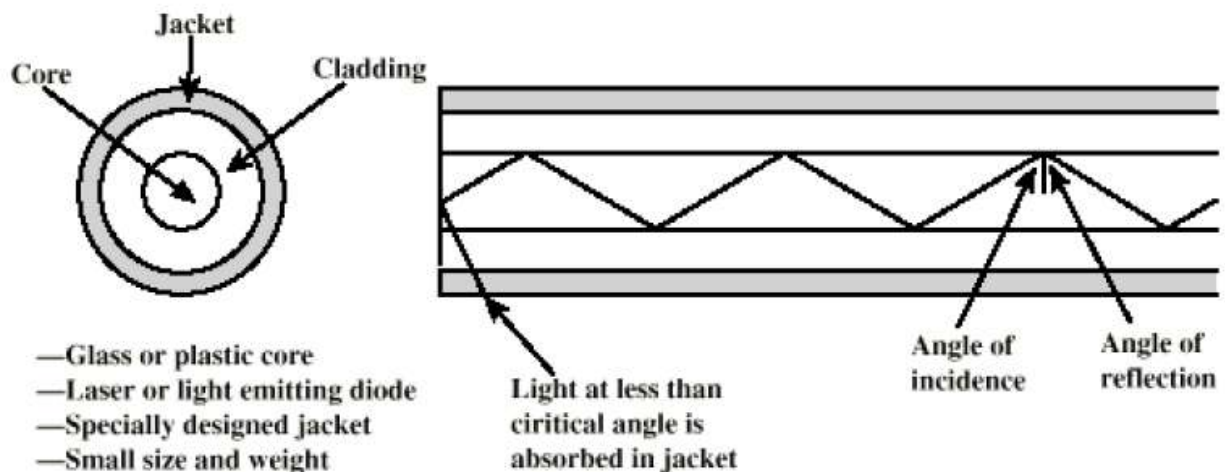


Figura 14 - Fibra Ótica

Existem três tipos de fibras óticas:

- multimodo degrau
- multimodo gradual
- monomodo

2.3.1. FIBRA ÓTICA MULTIMODO DEGRAU

É a mais simples e foi a primeira a ser produzida. Seu funcionamento é baseado no fenômeno da reflexão total interna na casca de índice de refração mais baixo.

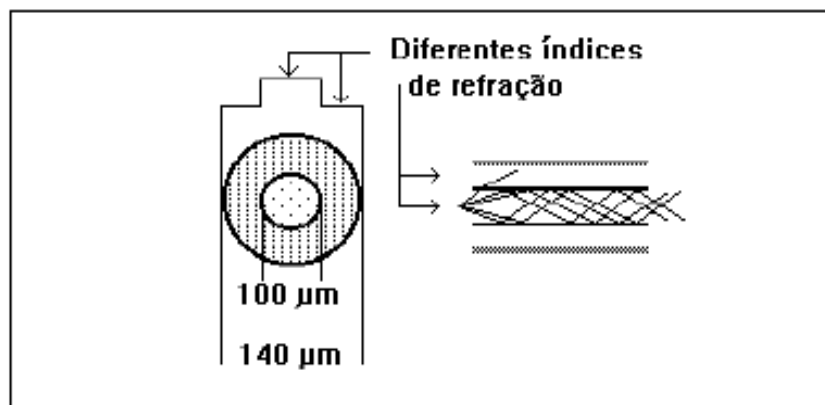


Figura 15 - Fibra Ótica Multimodo Degrau

A qualificação multimodo refere-se à possibilidade de que vários feixes em diferentes ângulos de incidência se propaguem através de diferentes caminhos pela fibra.

O termo degrau vem da existência de uma descontinuidade na mudança de índice de refração na fronteira entre o núcleo e a casca da fibra.

As fibras multimodo degrau mais comuns têm diâmetro de núcleo e casca de 100 μm e 140 μm, respectivamente (normalmente indicados separados por uma barra: 100/140). O

padrão ISO 9314/ANSI X3T9.5 (FDDI) define a possibilidade da utilização de cabos de fibra multimodo degrau 50/125, 100/140 e 85/125.

Em fibras multimodo degrau o fenômeno de dispersão modal é um dos maiores limitantes da taxa de transmissão.

A dispersão modal caracteriza-se pelo fato de que os diferentes raios de um pulso de luz se propagam por diferentes caminhos ao longo da fibra fazendo com que os momentos de chegada desses raios no destino ocorram em tempos diferentes, fazendo com que pulsos consecutivos possam gerar interferência uns nos outros.

2.3.2. FIBRA ÓTICA MULTIMODO GRADUAL

Na fibra ótica multimodo gradual, ao invés de ocorrer uma mudança brusca do índice de refração do núcleo para a casca, ocorre uma diminuição gradual de forma contínua.

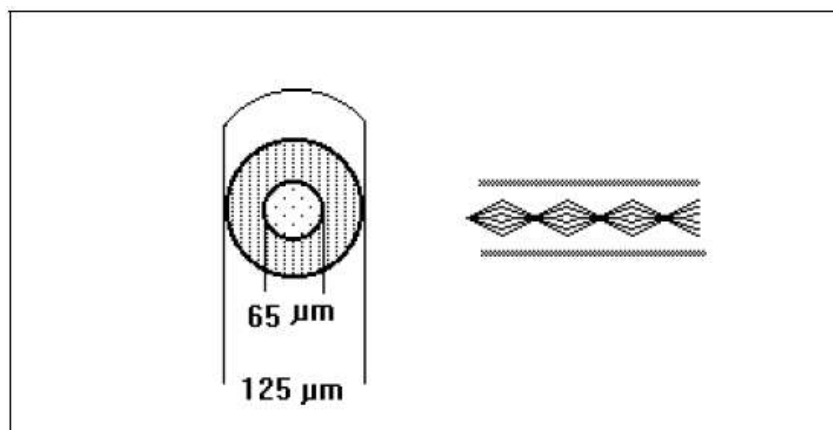


Figura 16 - Fibra Ótica Multimodo Gradual

Dependendo do ângulo de incidência, os raios sofrem uma refração que aumenta seus ângulos em relação à normal. Tal aumento dos ângulos de incidência atinge gradativamente o ângulo crítico, quando os raios são refletidos totalmente, percorrendo o caminho inverso em direção ao eixo central do núcleo, passando por sucessivas refrações que diminuem cada vez mais os ângulos em relação à normal. Ao passar pelo eixo central, os ângulos de incidência voltam a se afastar da normal e assim sucessivamente.

Como índices de refração menores significam maiores velocidades de propagação, os raios que se afastam mais do núcleo central, apesar de percorrerem distâncias maiores, adquirem maior velocidade nas partes mais externas; estes fatores (distância percorrida e velocidade de propagação) se compensam de forma que os raios apresentem os mesmos tempos de propagação, minimizando o problema de dispersão modal.

2.3.3. FIBRA ÓTICA MONOMODO

Em fibras monomodo, a idéia é produzir núcleos de diâmetro tão pequeno, que apenas um modo (feixe) seja transmitido.

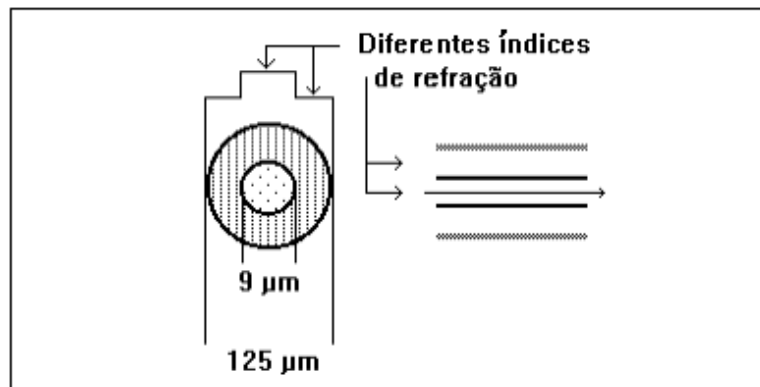


Figura 17 - Fibra Ótica Monomodo

Dessa forma é eliminado naturalmente o problema da dispersão modal, atingindo-se, conseqüentemente, maiores taxas de transmissão e maiores distâncias.

Em suma, a figura abaixo exemplifica bem o modo como os feixes são transmitidos:

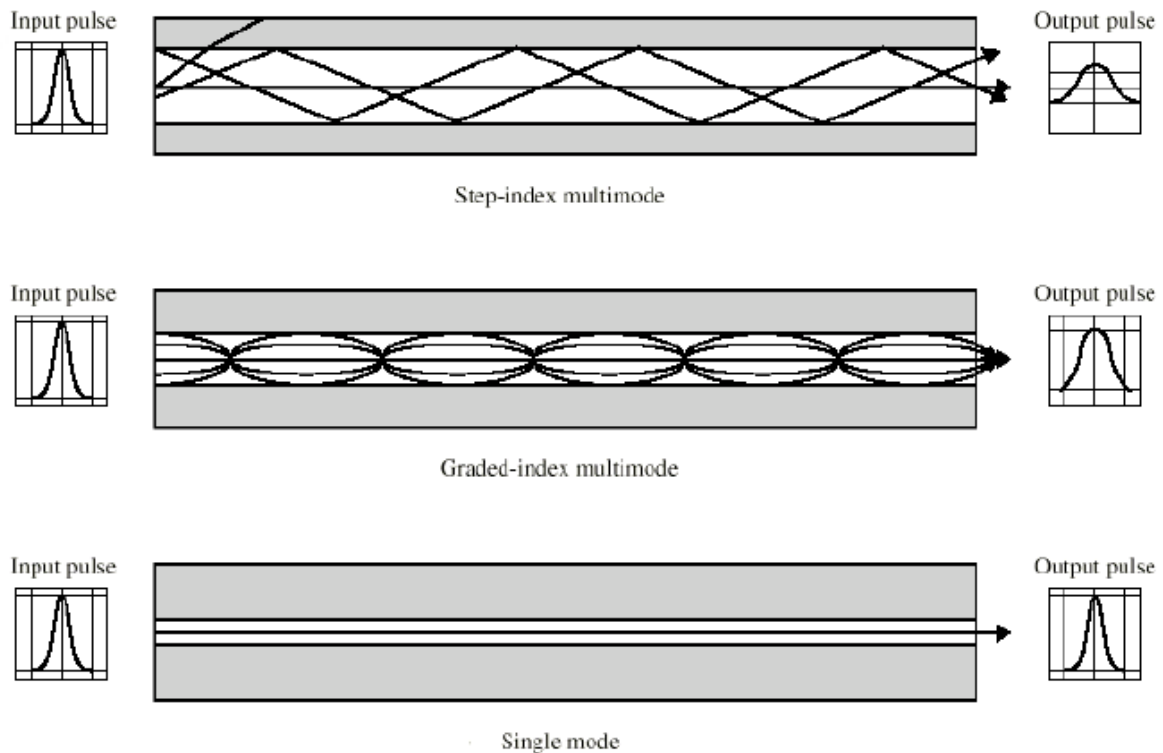


Figura 18 - Comparativo dos Tipos de Fibras Óticas

As fibras óticas têm uma série de vantagens sobre cabos metálicos (par trançado e coaxial):

- São imunes a interferências eletromagnéticas e a ruídos e, como não irradiam luz para fora do cabo, não se verifica "crosstalk";
- Permitem um isolamento completo entre o emissor e o receptor, eliminando o perigo de curtos elétricos entre ambos

REDES DE COMPUTADORES

Prof. Ricardo Rodrigues Barcelar

<http://www.ricardobarcelar.com.br>

- São mais finas e mais leves que cabos coaxiais e permitem taxas de transmissão de até 1000 Gbps (operacional; experimentalmente já se trabalha com taxas de Terabits por segundo).

Existem desvantagens também:

- Ainda são caras;
- Exigem procedimentos especiais para a emenda e aplicação de conectores (junção ou solda);
- O lançamento (aéreo ou subterrâneo) da fibra exige certos cuidados de manuseio e disposição (não se poder fazer uma curva muito acentuada com o cabo sob pena de tornar o ângulo de incidência dos feixes em relação à normal muito pequeno, provocando o escape desses feixes que não serão mais refratados).

Como visto, a especificação 10BASE-F utiliza a fibra ótica como meio de transmissão. Apesar de ser uma alternativa cara em função do custo dos conectores e terminadores, apresenta uma excelente imunidade a ruídos, o que a torna o meio ideal para interligar segmentos da rede localizados em prédios diferentes. Suas principais características são:

- Tamanho máximo de segmento: 2000 m
- Número máximo de nós na rede: 1024

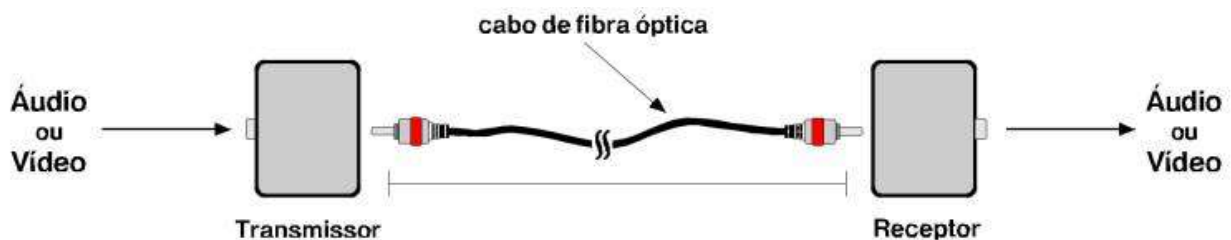


Figura 19 - Estrutura Fibra Ótica

A fibra ótica admite vários tipos de conexões:

- Quanto à Tecnologia: FC, SC, ST, SMA, BICÔNICO, E2000, etc.
- Quanto à Polimento: PC, SPC, UPC, APC.
- Quanto ao material do ferrolho: Cerâmica, AÇO, INOX

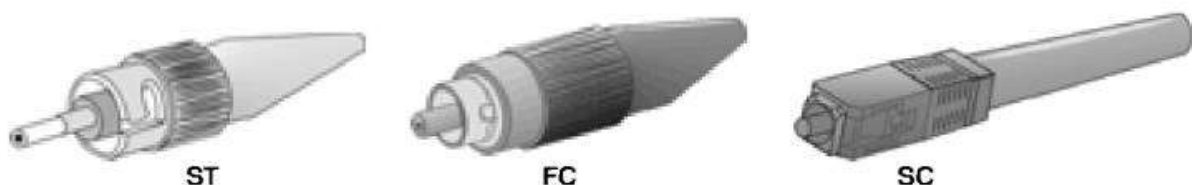


Figura 20 - Conectores para Fibra Ótica

2.3.4. QUANTO AO MATERIAL DE FIBRA ÓPTICA

Existem basicamente três tipos de cabos:

a) Sílica/Sílica: O núcleo e a casca são de vidro de sílica. Neste caso há fibras ópticas monomodo, índice degrau e gradual e fibras ópticas multimodo, índice degrau e gradual. São fibras ópticas de alta performance e tamanhos reduzidos

b) Plástico: O núcleo e a casca são de plástico (polímero). São essencialmente fibras ópticas multimodo e operam na faixa de 620 a 700 μm . Possui diâmetros maiores, menor capacidade, baixa velocidade e alcance de transmissão reduzidas.

c) Sílica/Plástica: O núcleo é de sílica e a casca de plástico. Possuem performance intermediária entre as fibras de sílica/sílica e a de plástica

2.4. Radiodifusão (*Wireless Networks*)

É adequada para ligações ponto-a-ponto e para ligações multiponto, e são uma alternativa viável onde é difícil, ou mesmo impossível, instalar cabos metálicos ou de fibra ótica (ligação de redes entre dois prédios separados por ruas de uma cidade), ou então quando a confiabilidade do meio físico é extremamente importante, como por exemplo em aplicações bélicas, onde o rompimento de cabos poderia paralisar todo um sistema de defesa.

Seu princípio de funcionamento se dá através dos elétrons que se movem, criando ondas eletromagnéticas que podem se propagar no espaço (inclusive no vácuo). Foram descritas pelo físico inglês James C. Maxwell em 1865, e produzidas e observadas pelo físico alemão Heinrich Hertz em 1887.

Características:

- O número de oscilações por segundo de uma onda eletromagnética é chamado frequência (f) e é medido em Hz (em homenagem a Hertz);
- A distância entre dois pontos máximos (ou mínimos) da onda é chamada de comprimento de onda (λ).

Conectando-se uma antena de tamanho apropriado a um circuito elétrico, as ondas eletromagnéticas podem ser propagadas eficientemente e recebidas por um receptor distante. Toda comunicação sem fio é baseada nesse princípio.

O espectro de frequências normalmente utilizado é mostrado a seguir.

REDES DE COMPUTADORES

Prof. Ricardo Rodrigues Barcelar

<http://www.ricardobarcelar.com.br>

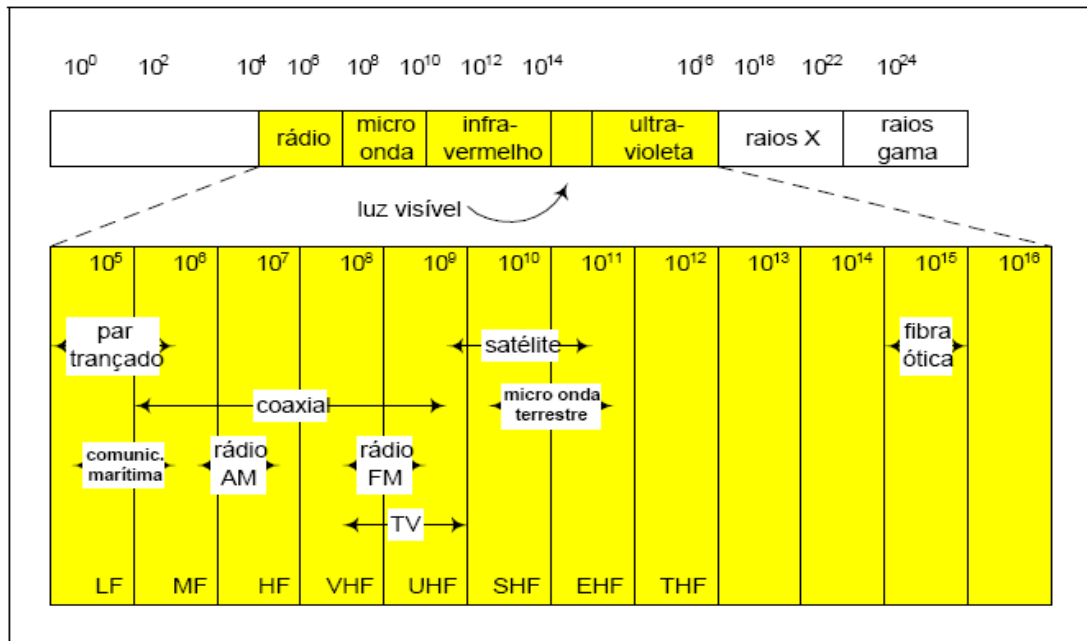


Figura 21 - Espectro de Frequências

O gerenciamento do espectro eletromagnético é normalmente realizado por organismos internacionais (ITU-R) e nacionais (Dentel - Departamento Nacional de Telecomunicações).

Dentro do espectro demonstrado acima as faixas de frequência são distribuídas da seguinte forma:

FAIXA DE FREQUÊNCIA (Hz)	DESIGNAÇÃO TÉCNICA	CARACTERÍSTICA DE PROPAGAÇÃO ÚTIL	PRINCIPAL UTILIZAÇÃO
300 a 3.000	ELF (Extremely Low Frequency)	Penetram na superfície terrestre e na água	Comunicação para submarinos e escavações de minas.
3K a 30K	VLF (Very Low Frequency)	Ótima reflexão na ionosfera e alguma penetração na superfície	Comunicação para submarinos e escavações de minas.
30K a 300K	LF (Low Frequency)	Reflexão na ionosfera até 100K. Acima de 100K, ondas de superfície	Serviços marítimos e auxílio a navegação aérea.
300K a 3.000K	MF (Medium Frequency)	Ondas de superfície com pouca atenuação	Radiodifusão local.
3M a 30M	HF (High Frequency)	Refração na ionosfera	Radiodifusão local e distante. Serviços marítimos
30M a 300M	VHF (Very High Frequency)	Pode ser focalizada por antenas convenientes	TV, sistemas comerciais e particulares de comunicação.
300M a 3.000M	UHF (Ultra High Frequency)	Direcionamento por antenas mais eficiente, tropodifusão (1 a 2 GHz)	TV, serviços de segurança pública
3G a 30G	SHF (Super High Frequency)		Comunicação pública à longa distância
30G a 300G	EHF (Extremely High Frequency)		

Na figura a seguir é possível observar a Propagação de ondas: (a) VLF, LF e MF, (b) HF e VHF

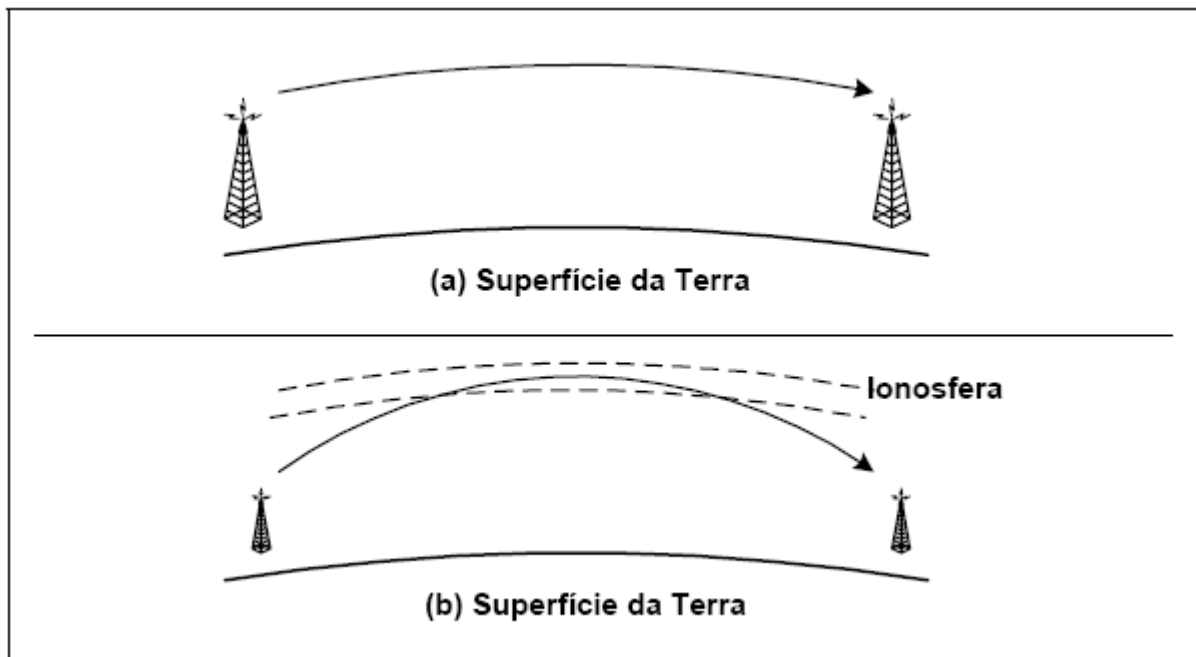


Figura 22 - Propagação das Ondas

2.5. Transmissão em Microondas

Acima de 100 MHz as ondas viajam em linha reta, sendo necessário um alinhamento perfeito entre o emissor e o receptor, portanto, fornecem relação sinal/ruído muito superior.

Até o surgimento da fibra ótica, por décadas formaram o coração do sistema de transmissão das operadoras de telecomunicação. Com propagação em linha reta o alcance é curto (devido à curvatura da Terra). Com torres de 100 metros de altura, são necessários repetidores a cada 80 Km aproximadamente.

Hoje, se trabalha com até 10 GHz, mas a partir de 8 GHz existe o problema da absorção pela água (chuva). É muito usada na comunicação de longa distância (telefonia fixa, telefonia móvel, distribuidoras de TV, satélite, etc). A faixa de 2,400 a 2,484 GHz é reservada para uso industrial/científico/médico, podendo ser usada sem autorização prévia do governo.

2.6. Ondas em Infravermelho e Ondas Milimétricas

São usadas para comunicação de curta distância (controles remotos de TC, videocassete, aparelhos de som, redes locais). São parcialmente direcionais, baratas e fácil de construir. Não atravessam objetos sólidos (não transparentes). São Boas para redes locais onde não se quer (ou pode) colocar cabeamento.

3. ÓRGÃOS DE PADRONIZAÇÃO

- **IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*):** É a maior organização profissional do mundo com um grupo de padronização que envolve padrões nas áreas de engenharia elétrica e informática. O comitê 802 do IEEE padronizou vários tipos de LANs.

REDES DE COMPUTADORES

Prof. Ricardo Rodrigues Barcelar
<http://www.ricardobarcelar.com.br>

- **ITU (*International Telecommunication Union*)**: É um órgão das Nações Unidas, dividido em três setores: de radiocomunicação, de padronização de telecomunicações e de desenvolvimento.

- **ISO (*International Standards Organizations*)**: É uma organização voluntária e independente. Seus membros são as organizações internacionais de padrões dos 89 países membros, dentre eles a ANSI, BSI e AFNOR.

- **ANSI (*American National Standards Institute*)**: É uma organização não governamental sem fins lucrativos. Seus membros são fabricantes, concessionárias de telecomunicações e de partes interessadas. Os padrões ANSI normalmente são adotados pela ISO como padrões internacionais.

- **EIA (*Electronic Industries Alliance*)**: É uma organização privada para as indústrias de produtos eletrônicos nos Estados Unidos. É credenciada pela ANSI para desenvolver padrões e especificações técnicas de componentes eletrônicos, telecomunicações e Internet.

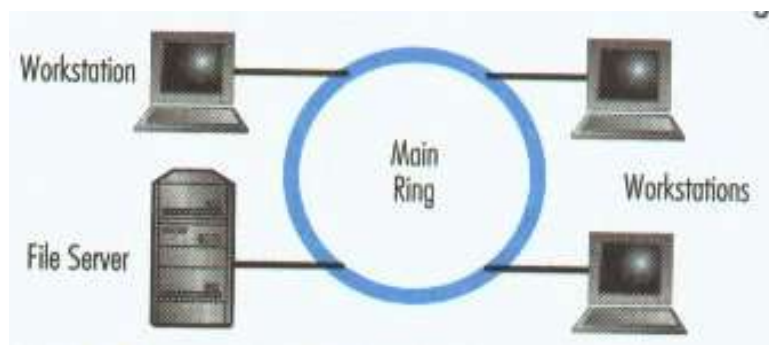
- **TIA (*Telecommunications Industries Associations*)**: É uma derivação da EIA com os objetivos de fornecer tecnologia na área de telecomunicações.

4. TOPOLOGIAS BÁSICAS

As redes de computadores podem ser estruturadas de diversas formas, de acordo, principalmente, com o tipo de cabeamento utilizado.

4.1. Anel (*Ring*)

Topologia de rede sob forma de círculo fechado, na qual cada nó da rede fica conectado ao nó seguinte. As mensagens se movem sempre na mesma direção dentro do círculo. Quando uma mensagem chega ao nó, este examina as informações de endereço da mensagem. Se corresponder ao seu endereço, a mensagem é aceita. Caso contrário, a mensagem será colocada de volta na rede para ser enviada para o próximo nó.



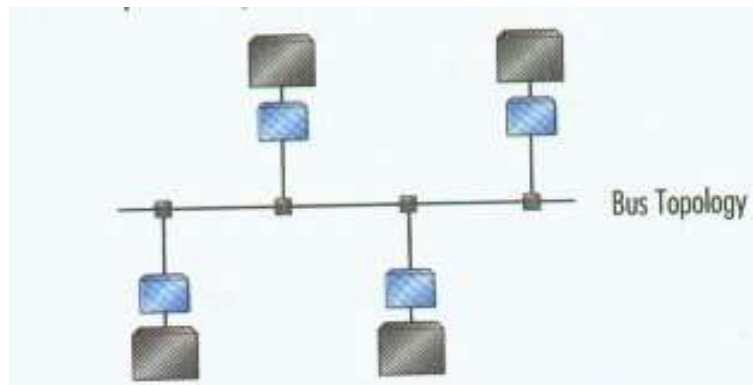
4.2. Barramento (*Bus*)

Topologia que permite a todos nós da rede receber a mesma mensagem, através do cabo da rede, ao mesmo tempo.

REDES DE COMPUTADORES

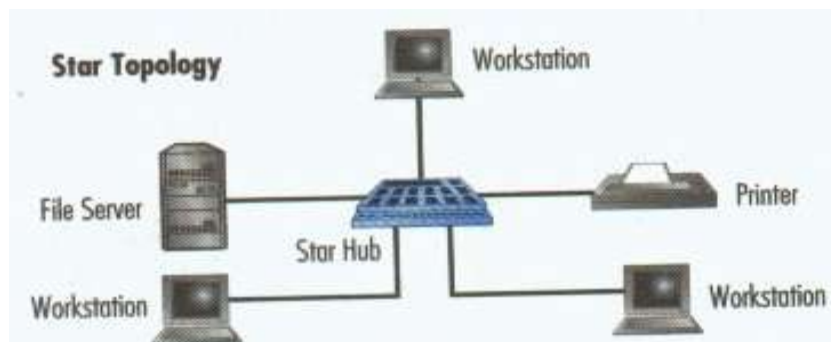
Prof. Ricardo Rodrigues Barcelar

<http://www.ricardobarcelar.com.br>



4.3. Estrela (*Star*)

No centro da estrela fica um hub ou concentrador de fiação. Os nós ou estações de trabalho são dispostos em torno do ponto central como se fossem as pontas de uma estrela. Atualmente, os hubs são equipamentos obsoletos, sendo utilizados os *Switches*.



5. Padrão Ethernet

O padrão Ethernet é um padrão que se houve falar muito quando se trata de conexão física de rede em uma LAN (*Local Area Network*). Utiliza-se um procedimento de compartilhamento de cabos denominado de CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*). Este protocolo de acesso trata das colisões de dados que podem ocorrer quando diferentes nós da rede tentam enviar dados simultaneamente.

O funcionamento desse protocolo é simples, e pode ser resumido na seqüência abaixo:

- Todas as estações estão continuamente escutando o barramento, com o objetivo de ver se alguma mensagem veio para ela;
- Caso exista a necessidade da estação executar uma transmissão, ela primeiro olha se o barramento está livre (sem transmissão de dados). Caso positivo, a estação envia a sua mensagem, caso contrário, ela espera até que o barramento fique livre;
- Se duas estações começam a transmitir praticamente no mesmo instante (ambas pensaram que o barramento estava livre), acontece uma colisão entre os quadros das duas estações e os dados tornam-se inválidos. Nesse momento (quando a estação detectou a colisão), ela para de transmitir sua mensagem e aguarda um tempo

aleatório. Quando esse tempo esgotou, ela repete o processo, vendo se o barramento está livre e assim por diante.

A Ethernet é chamada de topologia baseada em competição, pois as estações de trabalho competem pela banda passante do canal.

A Ethernet oferece as seguintes vantagens:

- Representa um meio econômico de obter transmissão de alta velocidade (10 ou 100 Mbps, também conhecido como *Fast Ethernet*).
- É uma tecnologia comprovada que suporta diversas configurações de cabeamento.
- Funciona com um grande número de aplicativos de LAN e aplicativos para a transferência micro-mainframe.
- Muito fácil de instalar.

A Ethernet apresenta também desvantagens:

- Está sujeita a uma degradação substancial da performance diante de sobrecargas.
- Seu sistema de cabeamento comum (barramento linear) pode dificultar o isolamento de problemas (este ponto fraco pode ser minimizado com o uso de um concentrador ou hub).

Originalmente foi desenvolvido pela Xerox em 1976, atualmente encontra-se padronizado através da especificação IEEE 802.3. Suporta até 1024 nós por ramo através dos mais diversos tipos de cabos: coaxial, "par-trançado" e fibra ótica.

Todas as placas de rede Ethernet possuem um endereço atribuído pelo seu fabricante. Este endereço identifica o "endereço local" do dispositivo para os outros componentes da rede, permitindo que as mensagens encontrem o seu destino correto. Conhecido como endereço MAC, também é chamado de endereço físico ou endereço de hardware.