

Aula 5 – Meios de transmissão de dados

Objetivos

Conhecer os principais meios de transmissão de dados utilizados nas redes de computadores.

Compreender as redes de cabeamento metálico, sem-fio e de fibra óptica.

Ter o entendimento das principais tecnologias associadas a transmissão de dados.

Compreender a utilização dos meios de transmissão no dia-a-dia das redes de computadores.

5.1 Considerações iniciais

Os meios de transmissão de dados em uma rede de computadores são responsáveis pela troca de informação (*bits*) entre os dispositivos que compõem uma rede. Em outras palavras são a parte física da rede.

Diversos equipamentos podem ser utilizados para fazer a comunicação de uma rede, alguns já foram citados em seções anteriores, como uma placa de rede, um roteador, entre outros. Nesse capítulo abordaremos três tipos de meios de transmissão bastante usuais no contexto das redes de computadores: as redes cabeadas (cabos de par trançado e fibra óptica) e as redes sem-fio (*wireless*). Cada uma delas possui suas vantagens e desvantagens (como custo, viabilidade, velocidade, preço de implantação e manutenção) que precisam ser pensadas antes de implementá-las, analisando o custo/benefício e real necessidade de cada ambiente.

5.2 Cabeamento

O meio de transmissão de dados através de cabos possui três tecnologias distintas, porém, importantes no contexto das redes de computadores que são:

5.2.1 Cabos coaxiais

Utilizados em redes de computadores antigas e ainda hoje em cabos de antenas para redes *wireless* e *cable modem*, mas que possuíam uma série de limitações como: mal contato, conectores caros, cabos pouco maleáveis e um limite de velocidade de 10 *Mbits/s*.

O cabo coaxial foi por certo tempo utilizado como cabeamento responsável pela interligação de computadores em uma rede. Um cabo coaxial é basicamente composto por quatro elementos (da parte interna para a externa): um fio de cobre (responsável por transmitir sinais elétricos), um material isolante, com o intuito de minimizar interferências eletromagnéticas produzidas pelo cobre (condutor de energia), um condutor externo de malha e uma camada plástica protetora do cabo. Estes quatro elementos combinados, formam o cabo coaxial, conforme pode ser observado na Figura 5.1 (SILVA, 2010).

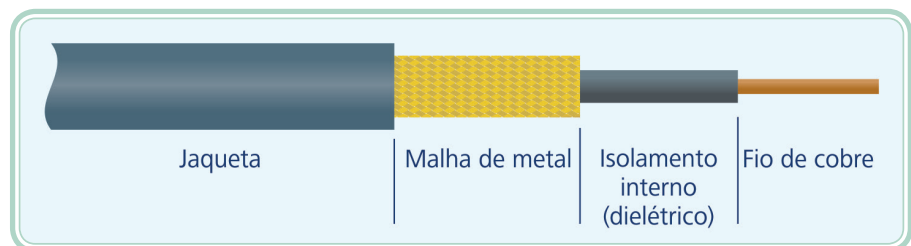


Figura 5.1: Partes do cabo coaxial

Fonte: CTISM

5.2.2 Cabos de par trançado

Os cabos de par trançado são, atualmente, os mais utilizados em uma rede local de computadores. Composto por pares de fios de cobre, trançados entre si, possuem diferentes tipos, categorias e padrões.

Existem algumas nomenclaturas que remetem ao cabo de par trançado, como por exemplo, as expressões 10Base-T ou 100Base-T, que se referem ao tipo de meio utilizado (no caso "T", como par trançado e "10" ou "100", como a taxa de transmissão em *megabits*). Outra expressão que nos remete a ideia de cabo de par trançado é a expressão "Ethernet" (protocolo de interconexão para redes locais), bastante usual, no funcionamento das redes de computadores.

Cabos de par trançado fazem uso de material condutor (cobre) para transmitir sinais elétricos. Associado a isso temos basicamente a frequência que este sinal é transmitido e a quantidade de *bits* que podem ser transferidos por segundo.

Por tratar-se de material condutor de sinais elétricos, os cabos de par trançado estão sujeitos a interferências eletromagnéticas externas de diferentes naturezas.

Uma das maiores vantagens em se utilizar cabos de par trançado para implantar uma rede de computadores é o fato de possuírem baixo custo e flexibilidade em prestar manutenção, corrigir eventuais problemas ou até mesmo expandir o número de computadores ligados a esta rede.

5.2.2.1 Categorias de cabos de par trançado

Os cabos de par trançado são divididos em categorias como uma espécie de classificação e características do mesmo (frequência, velocidade de transmissão, etc.).

As categorias dos cabos de par trançado vão de 1 a 7. Para todas estas categorias a distância máxima permitida entre um ponto e outro onde o cabo é utilizado é de 100 metros. Fatores que influenciam no comprimento máximo do cabo já foram citados anteriormente, como frequência, taxa de transferência de dados e interferência eletromagnética.

No Quadro 5.1 é possível visualizar um comparativo entre as categorias existentes, taxa de transferência possível e frequência.

Quadro 5.1: Categorias de cabos de par trançado		
Categoria do cabo	Taxa de transferência máxima	Frequência
Cat 1	Até 01 Mbps	Até 01 MHz
Cat 2	Até 04 Mbps	Até 16 MHz
Cat 3	Até 10 Mbps	Até 16 MHz
Cat 4	Até 20 Mbps	Até 20 MHz
Cat 5	Até 100 Mbps	Até 100 MHz
Cat 5e	Até 1000 Mbps	Até 125 MHz
Cat 6	Até 1000 Mbps	Até 250 MHz
Cat 6a	Até 10 Gbps	Até 500 MHz
Cat 7	Até 10 Gbps	Até 700 MHz

Fonte: Morimoto, 2007

Os cabos “Cat 1” e “Cat 2” ou categoria 1 e 2, não são mais reconhecidos pela TIA (*Telecommunications Industry Association*), associação responsável pela padronização dos cabos. Usadas em instalações telefônicas no passado, foram sendo automaticamente substituídas por padrões mais novos.

A categoria 3 foi a primeira desenvolvida objetivamente para o uso em redes de comunicações. Como características desta categoria introduziu-se a ideia de entrançamento dos pares de cabo (sendo que cada metro de cabo possuía uma quantidade diferente de tranças), se tornando assim menos suscetíveis a interferências eletromagnéticas externas.

Na categoria 4, padrão não mais reconhecido pela TIA, os cabos possuíam uma qualidade superior aos da categoria 3, porém, não tiveram uma vida útil duradoura no segmento dos cabeamentos de rede.

Os cabos existentes da categoria 5 foram substituídos pelos cabos da categoria 5e (versão aperfeiçoada do padrão, que reduz a interferência e a perda do sinal), bastante usuais em redes locais atuais, principalmente pela taxa de transmissão máxima de 1000 *Mbits*. Os cabos da categoria 5e por sua vez, estão sendo substituídos pelos cabos da categoria 6 e 6a, que podem ser utilizados em redes de 10 *Gbps*.

Na Figura 5.2, é possível observar um cabo cat 5e e um cat 6, haja vista que as informações gerais do cabo como padrão, tipo e categoria já vem rotulados no próprio cabo.

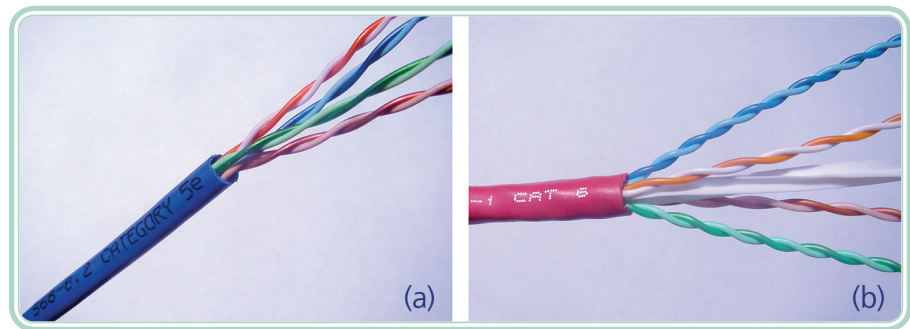


Figura 5.2: Cabos par trançado categoria 5e (a) e categoria 6 (b)

Fonte: CTISM

Os cabos da categoria 6, desenvolvidos para as redes *gigabit* Ethernet, podem ser utilizados em redes de 10 *Gbps*, porém, com uma distância máxima entre dois pontos limitada a 55 metros, diferente dos padrões 5 e 5e que possuem um alcance de 100 metros. Para minimizar este problema foram desenvolvidos cabos com alcance de até 100 metros em redes de 10 *Gbits*, a categoria 6a.

Como medida para reduzir o problema do *crosstalk* (interferência provocada entre os pares de cabo), na categoria 6a foi introduzido no interior do cabo um separador, que nada mais é do que uma espécie de cabo plástico. Apesar dessa medida reduzir o *crosstalk*, ela deixou o cabo mais grosso e menos flexível em comparação aos outros tipos de cabos. Um comparativo entre os dois pode ser visto na Figura 5.3;

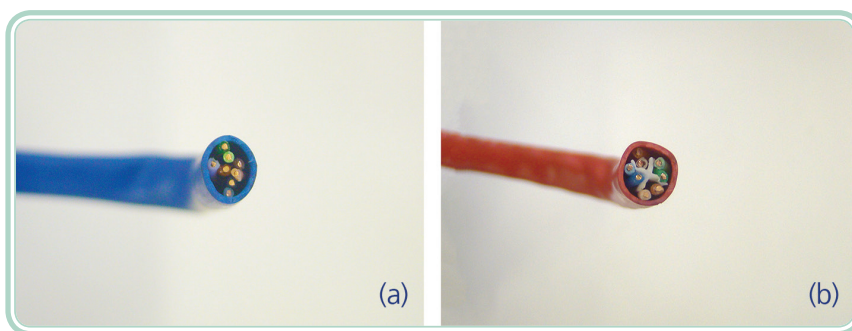


Figura 5.3: Diferenças entre cabos cat 5e (a) e cat 6a (b)

Fonte: CTISM

Os cabos da categoria 7, inicialmente pensados para o padrão de 100 *Gbits*, podem vir a ser utilizados no futuro em substituição a tecnologias anteriores.

5.2.2.2 Conectores de cabos de par trançado

Os cabos de rede geralmente são comercializados por metro. Os cabos de par trançado são compostos de 04 pares de fios, trançados entre si. Quanto aos conectores utilizados nas extremidades dos cabos, temos o conector **RJ-45** que é de longe o mais usado em cabos de par trançado. Aqui vale uma ressalva: existem diferentes tipos de conectores RJ-45 para categorias de cabo diferentes. Um conector RJ-45 para cabos cat 5 é diferente de um conector RJ-45 para cat 6. Enquanto o primeiro é disposto lado-a-lado (quanto a sua disposição dos pinos) o outro é disposto em zig-zag, como medida para diminuir a perda de sinal e o *crosstalk*. Na Figura 5.4 é possível visualizar um conector RJ-45 para cat 5 (a) e um conector RJ-45 para cat 6 (b).

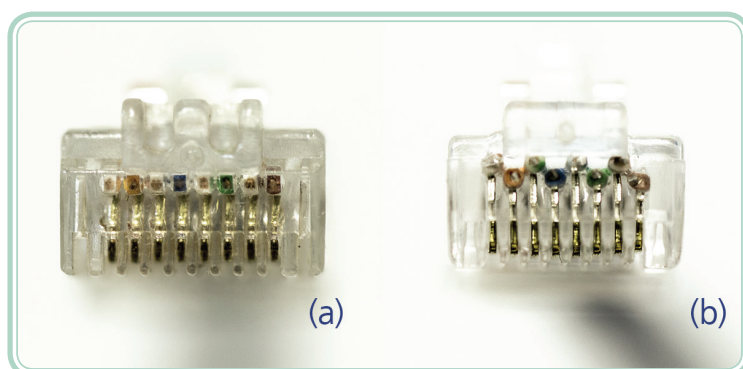


Figura 5.4: Conector RJ-45 cat 5 (a) e cat 6 (b)

Fonte: CTISM

Os conectores TERA são outro tipo de conector que podem vir a ser utilizados nas redes de par trançado em velocidades de 100 *Gbits*. Apesar de ser mais complexo que o conector RJ-45, possui a vantagem de ser blindado o que reduz a possibilidade de mal contato e problemas relacionados.

5.2.2.3 Tipos de cabos de par trançado

Conforme o ambiente onde a rede de computadores será montada, existe a necessidade da utilização de cabos de par trançado específicos para isso. Isto se explica devido os diferentes cenários que podem existir, como por exemplo, ambientes úmidos, áreas externas, ambientes próximos a geradores de energia, entre outros.

Quanto aos tipos de cabos de par trançado, existem basicamente dois: os cabos sem blindagem, conhecidos como **UTP** (*Unshield Twisted Pair*), que por sua vez são mais flexíveis e os cabos com blindagem, chamados de **STP** (*Shielded Twisted Pair*) que se subdividem em: FTP, STP e SSTP.

Os cabos **UTP** (sem blindagem), utilizam o conector RJ-45 e são os mais usuais em redes locais. Estes cabos são padronizados pela TIA/EIA, possuindo um comprimento máximo de 100 metros com uma taxa de transferência que pode mudar conforme a categoria do cabo (categorias apresentadas anteriormente). Na Figura 5.5, é possível visualizar um cabo do tipo **UTP**.

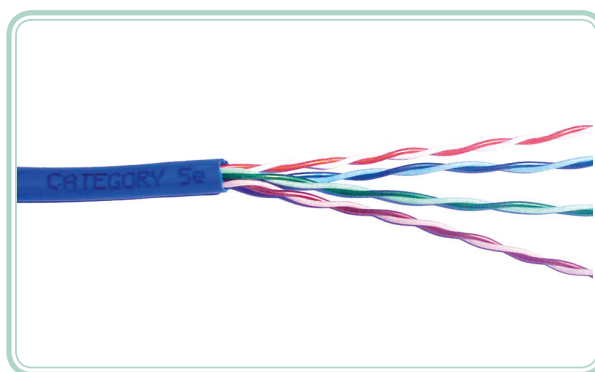


Figura 5.5: Cabo do tipo UTP – par trançado sem blindagem

Fonte: CTISM

Com relação aos cabos de par trançado com blindagem, temos o padrão FTP (*Foiled Twisted Pair*). Neste tipo de cabo, uma camada protetora (produzida de aço ou alumínio) faz uma blindagem simples envolvendo todos os pares de cabo. Este tipo de blindagem simples ajuda a minimizar o problema da interferência eletromagnética, mas não resolve interferências internas, provocadas pelos próprios pares (*crosstalk*). Na Figura 5.6 é possível visualizar um exemplo de cabo do tipo FTP.

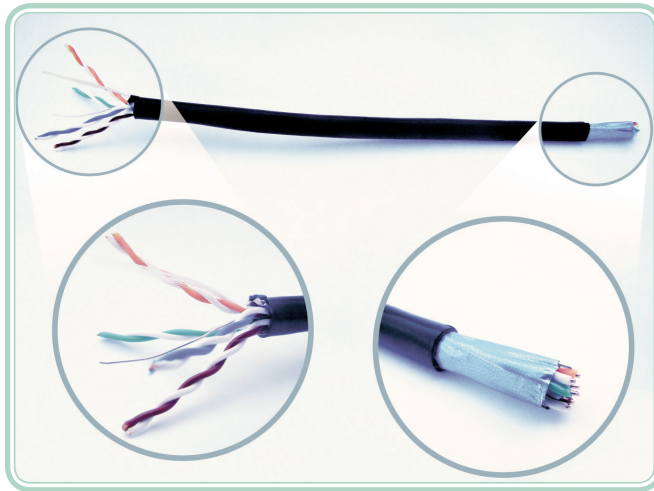


Figura 5.6: Cabo do tipo FTP – par trançado

Fonte: CTISM

Cabos do tipo **STP** (*Shielded Twisted Pair*), fazem uso de uma blindagem que reveste cada par de cabos individualmente. Dessa forma, tem-se um isolamento de cada par de cabos, através de uma cobertura de metal, o que reduz consideravelmente interferências externas e internas, permitindo ainda que o cabo seja utilizado em situações onde se faz necessário utilizar o cabo em distâncias maiores do que 100 metros.

Nos cabos do tipo **SSTP** (*Screened Shielded Twisted Pair*), existe a combinação dos dois tipos de blindagem apresentados anteriormente: o FTP mais o STP. Os cabos do tipo SSTP, são revestidos internamente com uma capa protetora entre cada um dos pares de cabo e mais uma proteção entre todos os pares existentes dentro do cabo, por isso a combinação entre os dois tipos de blindagem apresentados anteriormente. Com estas duas proteções internas, os cabos do tipo SSTP são indicados para casos extremos onde se tem grandes geradores de energia gerando interferência eletromagnética, por onde passam os cabos de rede.

Outra consideração que deve ser levada em conta na utilização de cabos com blindagem é a utilização de conectores especiais para estes cabos. Para isso, existem os conectores RJ-45 blindados. Estes conectores possuem uma proteção metálica que ajuda na blindagem da parte destrançada do cabo. Vale lembrar que as conexões são as partes vulneráveis do cabo (e geralmente as mais propícias a problemas de cabeamento), por isso a importância de manter a blindagem do início ao fim. Na Figura 5.7, é possível visualizar um exemplo de conector RJ-45 blindado (MORIMOTO, 2008a).

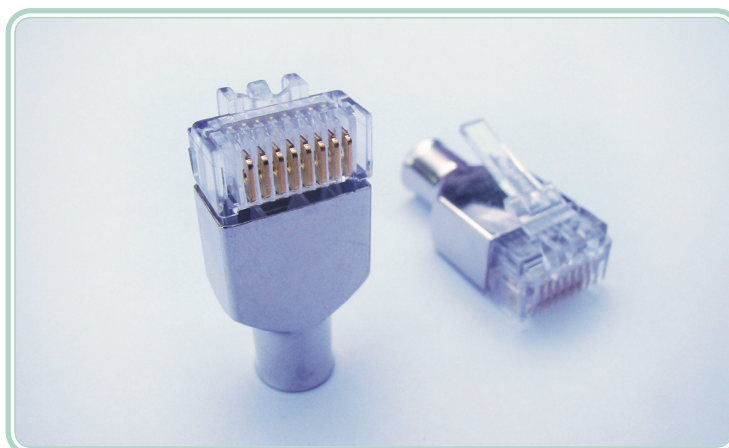


Figura 5.7: Conectores RJ-45 blindados

Fonte: CTISM

5.2.2.4 Padrões de conexão de cabo e pinagem

Conforme descrito anteriormente, um cabo de par trançado dispõe em seu interior de oito fios dispostos em pares, sendo que destes quatro pares somente dois pares são efetivamente utilizados (sendo um para transmitir e outro para receber dados). Os oito fios presentes no cabo possuem cores diferentes, como forma de simplificar a identificação dos mesmos e a crimpagem (ato de conectar o cabo ao conector RJ-45).

Para que seja mantido um padrão quanto a ordem de cores deste cabo junto ao conector, tem-se dois padrões bastante utilizados: os padrões EIA 568A e o padrão EIA 568B. O padrão EIA 568B é o mais comum e segue a ordem quanto a disposição dos fios, conforme apresentado no Quadro 5.2:

Quadro 5.2: Padrão de conexão EIA 568B	
Pino do conector RJ-45	Fio
1	Branco com Laranja
2	Laranja
3	Branco com Verde
4	Azul
5	Branco com Azul
6	Verde
7	Branco com Marrom
8	Marrom

Fonte: Morimoto, 2007

Já o padrão 568A, possui a seguinte ordem, representada no Quadro 5.3.

Quadro 5.3: Padrão de conexão EIA 568A	
Pino do conector RJ-45	Fio
1	Branco com Verde
2	Verde
3	Branco com Laranja
4	Azul
5	Branco com Azul
6	Laranja
7	Branco com Marrom
8	Marrom

Fonte: Morimoto, 2007

Os dois padrões possuem grande semelhança, o que ocorre de diferente é a troca de posições entre os cabos laranja e verde.

Ao fazer as conexões dos conectores RJ-45 aos cabos de rede (crimpagem) devemos seguir sempre um dos padrões citados acima (568A ou 568B) nas duas extremidades do cabo, isto serve para ligação de um computador a um *switch*, de um computador a um roteador, enfim, para dispositivos diferentes. **Caso exista a necessidade de ligar dispositivos diretamente, como no caso um computador ligado diretamente a outro por um único cabo de rede (chamado neste caso de cabo *crossover*), neste caso é necessário que uma das pontas do cabo seja conectada usando o padrão 568A e a outra ponta o padrão 568B.**



É importante salientar a regra a seguir:

- Dispositivos diferentes (ligação de cabo par trançado entre computador/*switch* ou computador/roteador, etc.) cabos com padrões iguais nas duas pontas (568A nas duas pontas ou 568B nas duas pontas).
- Dispositivos iguais (cabo entre computador/computador ou *switch/switch*, etc.) existe a necessidade de uma ponta de conexão ser diferente da outra (uma ponta 568A e a outra ponta 568B).

Com esta regra fica mais fácil a utilização de cada um levando em consideração a necessidade dos mesmos.

5.2.3 Cabos de fibra óptica

Os cabos de fibra óptica popularizaram-se e hoje tem um papel fundamental nas telecomunicações, principalmente em ambientes que necessitam de uma alta largura de banda como é o caso da telefonia, televisão a cabo, entre outros. A redução do preço da fibra, o alcance e quantidade de dados que

é possível trafegar nela são alguns dos motivos da aceitação e utilização das fibras ópticas em longas distâncias, bem como, gradativamente nas redes locais de computadores.

Uma fibra óptica nada mais é do que uma pequena haste de vidro, revestida por materiais protetores, que utiliza-se da refração interna total, para poder transmitir feixes de luz ao longo da fibra por grandes distâncias. Junta-se a capacidade de transmissão da fibra com o fato da perda ser mínima em grande parte dos casos.

Um cabo de fibra óptica é composto por diferentes materiais, conforme pode ser descrito a seguir, da parte interna para a externa da fibra (SILVA, 2010):

- **Núcleo** – geralmente produzido de vidro, possui em média 125 microns (um décimo de um milímetro aproximadamente), por onde passa a luz emitida e refletida por toda a fibra.
- **Casca** – geralmente de plástico serve para revestir a fibra.
- **Capa** – feita de plástico tem o objetivo de proteger tanto a casca como a fibra.
- **Fibras de resistência mecânica** – servem para preservar o cabo evitando que o mesmo seja danificado.
- **Revestimento externo** – camada de plástico externa que protege os cabos de fibra óptica internos.

Os cabos de fibra óptica variam quanto a quantidade de fios existentes em seu interior, podendo ter um ou vários, dependendo do tipo e onde será utilizado. De modo geral, os cabos utilizados para interligação em uma rede de computadores local, geralmente possui um único cabo. Já, os cabos de fibra destinados a interligação de grandes distâncias e *links* de comunicação possuem diversos fios. Um exemplo destes dois tipos de cabo pode ser visto na Figura 5.8.

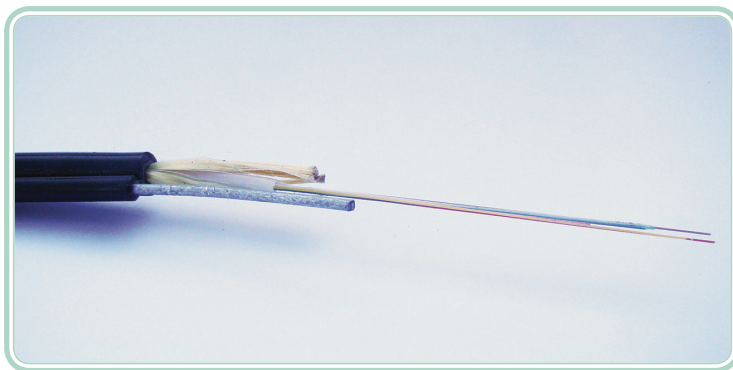


Figura 5.8: Cabo de fibra ótica

Fonte: CTISM

Existe uma série de vantagens em se utilizar cabos de fibra óptica no lugar dos cabos de par trançado citados anteriormente, algumas destas vantagens são:

- Como os cabos de fibra óptica são bastante finos, conforme tamanho mencionado anteriormente é possível incluir uma grande quantidade de fios em um cabo.
- A quantidade de transmissão de dados possível em uma fibra é muito maior do que a capacidade alcançada através de cabos de par trançado.
- Além disso, como as fibras possuem um longo alcance, necessitam de menos repetidores ou equipamentos para expansão do sinal.
- No caso de grandes distâncias a serem interligadas, acaba saindo mais barato o uso de fibras ópticas.
- Por usar refração de luz em seu núcleo a fibra é imune a interferências eletromagnéticas, podendo ser utilizada em diferentes ambientes e situações.

As fibras ópticas fazem uso de luz infravermelha para transmissão de sinais, com um comprimento de onda de 850 a 1550 nanômetros. O uso de LED's era bastante comum nos transmissores, porém, foi sendo gradativamente substituído pelos lasers devido a demanda de velocidade dos novos padrões (01 Gbps e 10 Gbps).

Quanto a classificação das fibras temos duas principais: as fibras **monomodo** e **multimodo**, que serão explicadas na seção seguinte.

5.2.3.1 Tipos de fibras ópticas

As fibras ópticas dividem-se em fibras de monomodo, também conhecidas como SMF (*Single Mode Fibre*) e as fibras de multimodo ou MMF (*Multi Mode Fibre*).

As fibras monomodo, têm as seguintes características:

- Possuem um núcleo de 08 à 10 microns de diâmetro.
- Inicialmente eram bem mais caras do que as fibras multimodo.
- A atenuação do sinal é menor do que nas fibras multimodo.
- São capazes de atingir distâncias de até 50 km sem a necessidade de retransmissores.

Já as fibras ópticas multimodo, possuem como características:

- Núcleos no tamanho de 62,5 microns de diâmetro.
- Inicialmente eram mais baratas que as fibras monomodo.
- Possuem uma atenuação do sinal luminoso maior que as fibras monomodo.
- Podem interligar pontos até 2,5 km sem necessidade de retransmissores.

A diferença entre uma fibra monomodo e uma multimodo é basicamente a forma de propagação do sinal luminoso que cada uma faz. Nas fibras monomodo, por exemplo, dado o núcleo da fibra ser menor, isso faz com que a luz trafegue na fibra mantendo uma constância do sinal, tendo desta forma um número menor de reflexões dentro da fibra, o que torna a mesma menos suscetível a perdas ou atenuação do sinal. Porém, nas fibras multimodo, acontece o inverso, ou seja, devido ao núcleo da fibra ter uma maior espessura, o sinal luminoso ricocheteia dentro da fibra em diferentes direções, fazendo com que o sinal luminoso tenha maior atenuação e maior perda durante a transmissão.

Na Figura 5.9 é possível visualizar como se dá a transmissão do sinal luminoso dentro de cada um dos tipos de fibra (monomodo e multimodo).



Para conhecer mais sobre o processo de fabricação das fibras ópticas assista o seguinte vídeo:
<http://www.youtube.com/watch?v=EK9bbIRKayA>

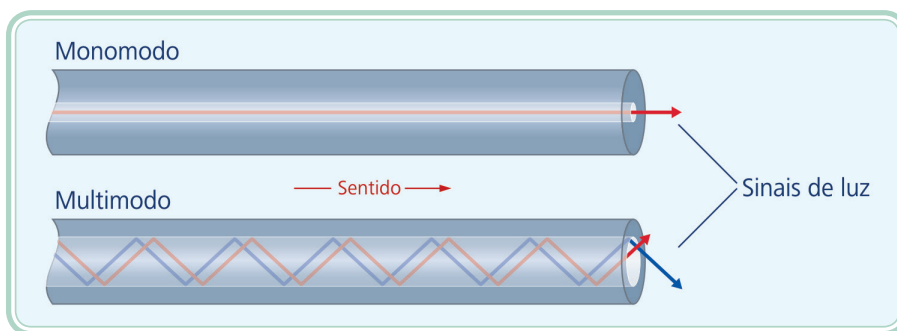


Figura 5.9: Propagação de sinal dentro da fibra óptica monomodo e multimodo

Fonte: CTISM

5.2.3.2 Conectores para fibras ópticas

Os conectores para as fibras ópticas tem um papel importante, no que diz respeito a permitir a passagem da luz, sem que ocorra um alto nível de perda, neste processo. Existem diferentes tipos de conectores que podem ser utilizados para este fim, entre os mais usuais estão os conectores: ST, SC, LC e MT-RJ.

É possível utilizar qualquer um dos conectores de fibra óptica (inclusive com um padrão diferente em cada ponta do cabo de fibra, por exemplo, um ST numa ponta e um LC na outra ponta do cabo), cada um com suas vantagens e desvantagens. O mais usual é escolher um conector baseado nos equipamentos que se pretende utilizar. A seguir, tem-se uma descrição dos principais conectores para cabos de fibra óptica:

- **Conector ST** – o conector ST, abreviação para *Straight Tip*, bastante utilizado na conexão de fibras multimodo é um dos padrões mais antigos no mercado. Usualmente utilizado na década de 90, foi sendo gradualmente substituído por conectores mais recentes.

O formato do conector ST (estilo baioneta) lembra bastante os conectores BNC utilizados em cabos coaxiais, conforme pode ser visualizado na Figura 5.10.

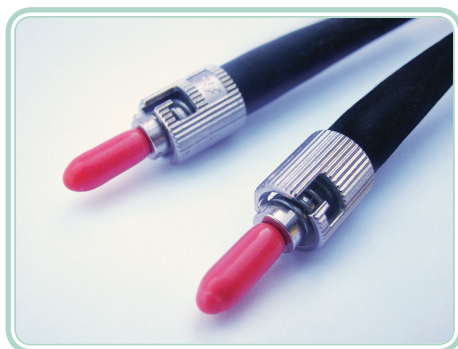


Figura 5.10: Conectores de fibra óptica do tipo ST

Fonte: CTISM

- **Conector SC** – o conector SC, bastante popular em redes *gigabit*, possui como características: facilidade, eficiência e baixa perda de sinal, apesar de perder espaço para os conectores do tipo LC. Como desvantagem o tamanho do conector, que é relativamente grande se comparado aos demais padrões de conectores existentes.

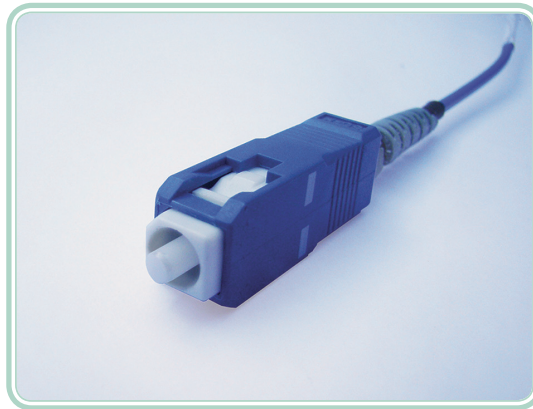


Figura 5.11: Conector de fibra óptica do tipo SC

Fonte: CTISM

- **Conector LC** – conectores do tipo LC (*Lucent Connector*) ganharam bastante popularidade e possuem como características: uso principal em fibras ópticas do tipo monomodo e também em *transceivers* no padrão *Gigabit Ethernet*, além de possuir um tamanho miniaturizado.

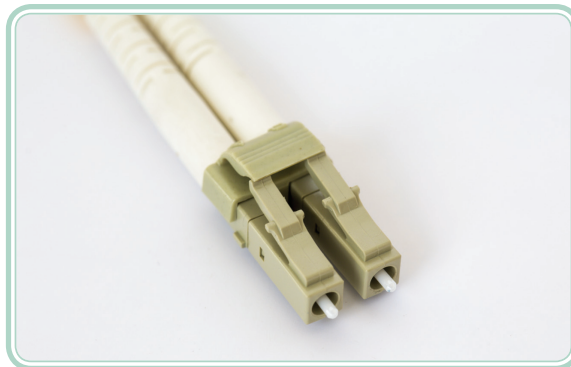


Figura 5.12: Conector de fibra óptica do tipo LC

Fonte: CTISM

- **Conector MT-RJ** – os conectores MT-RJ (*Mechanical Transfer Registered Jack*) permitem combinar duas fibras ópticas em um único conector (através de dois orifícios existentes no conector). Sua utilização é mais indicada para fibras multimodo nas quais vem substituindo gradativamente os conectores SC e ST.

5.2.3.3 Emendas de fibras ópticas

As fibras ópticas podem ser unidas não somente através de conectores, mas também através de dois métodos principais: o processo de fusão e o processo mecânico, os quais serão abordados a seguir:

- **Fusão de fibra óptica**

O processo de fusão da fibra utiliza um arco elétrico para unir (soldar) as duas fibras, formando uma conexão sólida. Apesar de sofrer pequenas atenuações devido a fusão, geralmente o resultado é satisfatório, desde que obedeça aos limites aceitáveis de perda, resultante da fusão da fibra.

Para este processo é utilizada uma máquina de fusão de fibra óptica, onde ocorre um alinhamento das fibras (ficando as mesmas frente-a-frente), aquecendo as extremidades da fibra e aplicando uma pressão para unir as partes.

Cabe uma ressalva de que uma máquina de fusão tem um preço elevado, o que faz sentido para empresas que prestam este tipo de serviço. Ainda, para o processo de fusão, são necessários outros equipamentos como alicates especiais, clivadores, desencapadores, álcool isopropílico (para limpeza das pontas da fibra), entre outros materiais necessários. A emenda por fusão apresenta um dos menores índices de perda de sinal nos processos de fusão.



- **Fusão por emenda mecânica**

O processo de fusão por emenda mecânica apresenta uma emenda de aplicação manual, ou seja, as duas extremidades do fio são unidas e coladas com uma resina especial, permitindo a passagem da luz.

Para evitar que a emenda fique exposta e frágil a novas rupturas, o cabo emendado é reforçado por uma cobertura para assegurar maior proteção ao processo de emenda mecânica (MORIMOTO, 2008b).

5.3 Redes de transmissão sem-fio

As redes de transmissão e comunicação sem-fio, também conhecidas como *wireless*, são, sem dúvida, uma grande alternativa aos meios de transmissão cabeados (par trançado e fibra óptica), pois se utilizam do ar para enviar e receber sinais de comunicação.

A-Z

transceivers ou transceptor
É um equipamento de rede de computadores, que transforma os sinais ópticos recebidos através do cabo em sinais elétricos que são enviados ao switch e vice-versa.

Este tipo de comunicação é útil em situações onde a utilização por meio de cabos se torna inviável, porém, como qualquer outra tecnologia, apresenta suas vantagens e desvantagens. Na sequência desse capítulo, abordaremos algumas tecnologias de transmissão sem-fio, como: rádio, Bluetooth, Wi-Fi, infravermelho, *laser*, entre outros.

5.3.1 Rádio

As tecnologias de transmissão via rádio utilizam-se de ondas de rádio para realizar a comunicação. Entre as vantagens deste tipo de tecnologia estão a facilidade na geração das ondas, a possibilidade de comunicação de grandes distâncias, além da flexibilidade em realizar mudanças (inserção de novos pontos de comunicação, entre outros).

Para efeitos de classificação, a transmissão via ondas de rádio pode ser feita de forma **direcional** ou **não direcional**.

Na transmissão direcional a ideia é ter uma antena (geralmente uma parabólica pequena) apontando diretamente para a outra antena (na mesma direção, de forma a ficarem alinhadas, sem obstáculos), para fazer a comunicação entre duas redes distintas, por exemplo. Como vantagem da transmissão direcional está o fato da segurança, uma vez que somente as duas redes se comunicarão, mas como está exposta ao ar livre não está livre dos problemas relacionados ao ambiente externo, como um tempo nublado, chuva, raios, etc.

Com relação a transmissão não direcional, a ideia é que seja colocada uma antena transmissora em um local alto (antena do tipo omnidirecional, que propaga o sinal em diferentes direções a partir da fonte), que propicie aos clientes (antenas que irão se comunicar com a antena servidora) captar o sinal emitido. Este tipo de transmissão por estar exposto (qualquer pessoa com um dispositivo específico poderia captar o sinal) necessita de uma **criptografia** na transmissão dos dados (SILVA, 2010).

Este tipo de comunicação tem como vantagens o fato de ser viável economicamente e eficiente no que se propõe. Fatores como alcance da rede e taxa de transferência estão diretamente relacionados a qualidade e especificações dos equipamentos utilizados na rede.

5.3.2 Bluetooth

O Bluetooth é uma tecnologia de transmissão de dados sem-fio, que permite a comunicação entre computadores, *notebooks*, *smartphones*, *mouse*, teclado,

A-Z

criptografia
É a técnica de usar algoritmos que alterem os dados de forma a impedir ou dificultar acessos indevidos aos mesmos.

impressoras, entre outros dispositivos de forma simples e com um baixo custo, bastando que estes dispositivos estejam em uma mesma área de cobertura.

A tecnologia Bluetooth (padronizada pela IEEE 802.15) possui características como: baixo consumo de energia para seu funcionamento e um padrão de comunicação sem-fio para dispositivos que façam uso desta tecnologia. Dessa forma, a comunicação entre estes dispositivos ocorre através de radiofrequência, independente da posição deste dispositivo, desde que o mesmo se encontre dentro de uma mesma área de abrangência dos demais dispositivos que queiram comunicar-se.

A área de cobertura do Bluetooth abrange três tipos de classes diferentes, conforme Quadro 5.4:

Quadro 5.4: Classes da tecnologia Bluetooth		
Classe	Potência (máxima)	Alcance (máximo)
1	100 mW	100 metros
2	2,5 mW	10 metros
3	1 mW	1 metro

Fonte: Alecrim, 2008b

É importante respeitar a distância aceitável de cada dispositivo. A comunicação entre dispositivos de diferentes classes é possível desde que se respeite o alcance máximo de cada classe.

A velocidade de transmissão em uma rede Bluetooth varia conforme a versão da tecnologia, neste caso temos:

- Versão 1.2, com taxa de transmissão de 1 Mbps (taxa máxima).
- Versão 2.0, com taxa de transmissão de 3 Mbps (taxa máxima).
- Versão 3.0, com taxa de transmissão de 24 Mbps (taxa máxima).

Quanto a frequência e operação do Bluetooth, o mesmo opera na frequência de 2,45 GHz, padrão de rádio aberta utilizável em qualquer lugar do mundo. A faixa de operação chamada ISM (*Industrial Scientific Medical*), possui variações de 2,4 à 2,5 GHz.

Quanto às classificações das redes que se formam pela comunicação de dispositivos Bluetooth, temos duas situações: as redes *piconet* e as redes *scatternet*.

Temos uma rede *piconet*, quando dois ou mais dispositivos utilizando Bluetooth se comunicam entre si. Neste caso, o dispositivo que começou a comunicação recebe o papel de *master* ou mestre da rede formada (dispositivo que controla o sincronismo e regula a transmissão dos dados), enquanto os demais dispositivos da rede são denominados *slaves* ou escravos.



Uma rede do tipo *piconet* pode ter no máximo 08 dispositivos se comunicando entre si na mesma rede, sendo um mestre e sete escravos.

Já uma rede *scatternet* é formada quando há uma *piconet* que se comunica com outras redes *piconet* dentro do limite de alcance dos dispositivos. Neste caso há um compartilhamento de dispositivos de diferentes *piconets*, sendo que o dispositivo mestre em cada rede continua o mesmo. Na Figura 5.13, é possível visualizar um exemplo de rede *piconet* e *scatternet* (ALECRIM, 2008b).

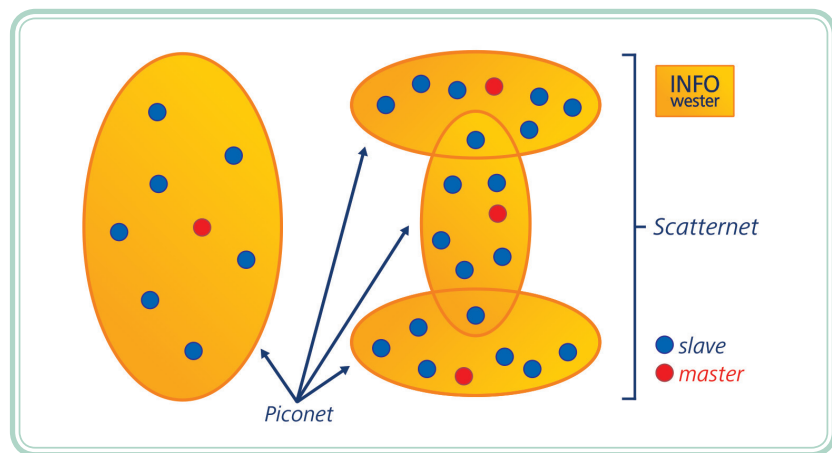


Figura 5.13: Redes Bluetooth do tipo *piconet* e *scatternet*

Fonte: CTISM

5.3.3 Wi-Fi

O termo Wi-Fi (*Wireless Fidelity*), refere-se a um padrão (IEEE 802.11) para redes sem-fio. Através da tecnologia Wi-Fi é possível realizar a interligação de dispositivos compatíveis como *notebooks*, impressoras, *tablets*, *smartphones*, entre outros. Assim como outras tecnologias sem-fio, o Wi-Fi utiliza-se da radiofrequência para transmissão de dados. Esta flexibilidade e facilidade de construir redes utilizando este padrão fez com que o Wi-Fi se tornasse popular, sendo hoje utilizado em diferentes locais como hotéis, bares, restaurantes, hospitais, aeroportos, etc.

A tecnologia Wi-Fi é baseada no padrão 802.11, conforme citado anteriormente, que estabelece regras (normas) para criação e uso das redes sem-fio.

O alcance das redes Wi-Fi variam conforme os equipamentos utilizados, mas em geral cobrem áreas de centenas de metros.

As redes Wi-Fi, são subdivididas em categorias ou padrões, como forma de organização e normatização da tecnologia, conforme descrito a seguir.

- **Padrão 802.11**

Criada originalmente em 1997, opera com frequências definidas pelo IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) de 2,4 GHz à 2,48 GHz, possuindo uma taxa de transmissão de dados de 1 Mbps à 2 Mbps.

Quanto às formas que o padrão 802.11 utiliza para transmissão do sinal de radiofrequência, tem-se: o DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*) e o FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*). O DSSS faz o uso de vários canais de envio simultâneo, enquanto o FHSS transmite a informação utilizando diferentes frequências.

- **Padrão 802.11b**

Este padrão (802.11b) é uma atualização do padrão 802.11 original. Como característica principal apresenta diferentes velocidades de transmissão, que são: 01 Mbps, 02 Mbps, 5,5 Mbps e 10 Mbps. A taxa de frequência é igual ao padrão anterior (2,4 GHz à 2,48 GHz) sendo que a distância máxima de comunicação neste padrão pode chegar a 400 metros, para ambientes abertos e 50 metros para ambientes fechados (salas, escritórios, etc.).

- **Padrão 802.11a**

Disponível em 1999, esta tecnologia possui as seguintes características:

- Taxa de transmissão de dados: 06, 09, 12, 18, 24, 36, 48 e 54 Mbps.
- Alcance máximo de 50 metros.
- Frequência de operação de 05 GHz.
- Utiliza a técnica de transmissão denominada OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), que permite a informação ser trafegada e dividida em pequenos segmentos transmitidos simultaneamente em diferentes frequências.

- **Padrão 802.11g**

Disponível desde 2002, este padrão veio a substituir o padrão 802.11b. Como características este padrão possui:

- Taxas de transmissão de até 54 Mbps.
- Frequências na faixa de 2,4 GHz.
- Técnica de transmissão OFDM.

- **Padrão 802.11n**

Sucessor do padrão 802.11g, o padrão 802.11n teve seu início a partir de 2007. Sua principal característica está no fato de conseguir transmitir utilizando várias vias de transmissão (antenas) em um padrão chamado MIMO (*Multiple-Input Multiple-Output*), propiciando com isso taxas de transmissões na faixa de 300 Mbps.

Com relação a frequência de operação, o padrão 802.11n pode operar tanto na faixa de 2,4 GHz como na faixa de 5 GHz, tornando-se compatível com padrões anteriores. Quanto a abrangência é possível chegar a 400 metros.

- **Padrão 802.11ac**

O padrão 802.11ac, sucessor do padrão 802.11g, faz parte de uma nova geração de padrões de alta velocidade das redes sem-fio. Sua principal vantagem está na velocidade da transmissão de dados entre dispositivos do mesmo padrão: de 450 Mbps à 1 Gbps. Preparada para trabalhar na frequência de 5 GHz, contará com um sistema avançado de modulação chamado MU-MIMO (*Multi User – Multiple Input Multiple Output*) (ALECRIM, 2008a).

Na Figura 5.14, é possível visualizar esta evolução de padrões, mostrando suas principais características.

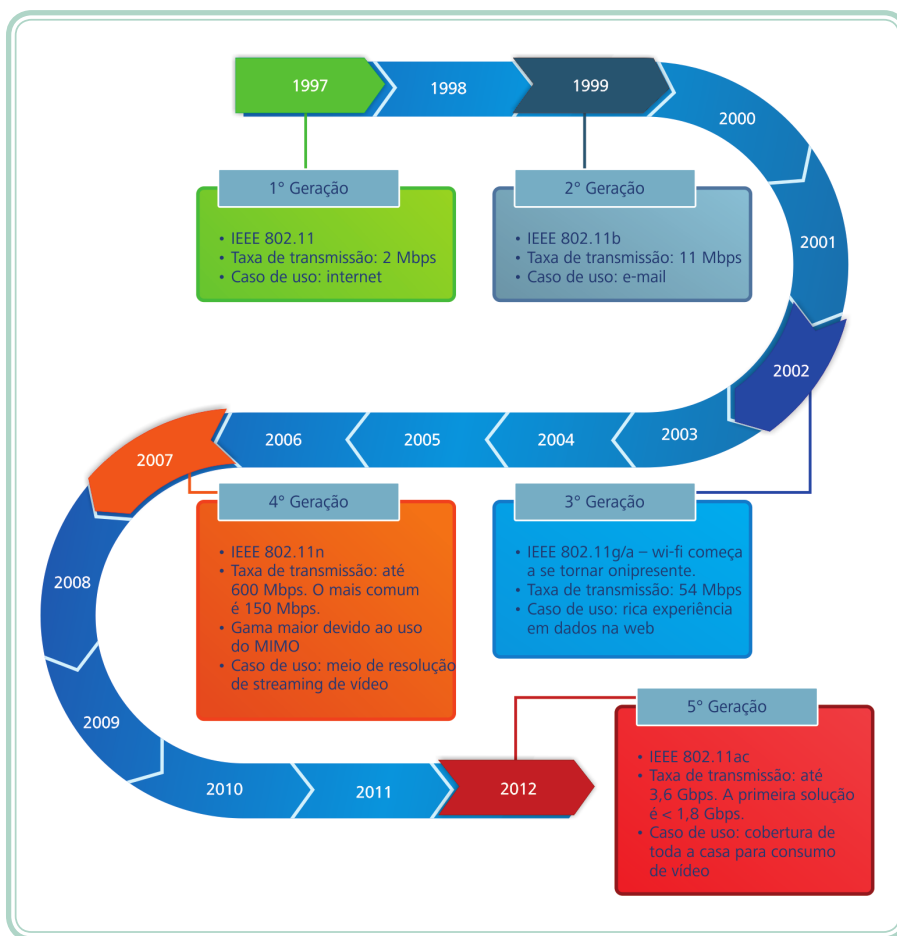


Figura 5.14: Evolução dos padrões de rede sem-fio e suas características

Fonte: CTISM, adaptado de <http://www.dltec.com.br/blog/wp-content/uploads/2012/07/evolu%C3%A7%C3%A3o-do-wifi.png>

5.3.4 Infravermelho

O infravermelho também conhecido como IrDA (*Infrared Data Association*) refere-se a associação de fabricantes criadores do padrão, utilizado comumente em *notebooks*, computadores, impressoras, telefones celulares, entre outros dispositivos.

A comunicação sem-fios, através de infravermelho, faz utilização de sinais de luz, emitidos por um LED (enviados pelo emissor) e captados por um sensor, por parte do receptor.

Esta tecnologia de comunicação tem como características:

- Interface de baixo custo para utilização.
- Capacidade limitada de transmissão (dependendo da versão).

- Capaz de cobrir pequenas distâncias.
- Necessidade de um dispositivo estar diretamente direcionado ao outro dispositivo para início da comunicação.

Quanto à forma de comunicação via infravermelho, tem-se basicamente duas:

- **Comunicação direta** – neste caso, os dispositivos que irão se comunicar devem estar direcionados diretamente um para outro em uma distância curta, para que seja possível a comunicação entre os mesmos.
- **Comunicação difusa** – não existe a necessidade dos dispositivos, a se comunicar, estarem devidamente alinhados (um apontando para o outro), porém, neste caso, a taxa de transmissão é menor e a distância de comunicação entre os dispositivos também diminui.



Importante

Dispositivos que já vem de fábrica com suporte para a utilização do infravermelho, possuem o barramento IrDA incorporado no próprio dispositivo (*notebooks*, telefones, etc.). Demais dispositivos que necessitam deste tipo de comunicação, faz-se necessário a instalação de um transmissor/receptor de infravermelho, que pode ser feita através da conexão em uma porta USB, por exemplo, ou diretamente em um conector da placa-mãe (MORIMOTO, 2005).

Resumo

Nesse capítulo, foi possível conhecer os principais meios de comunicação utilizados nas redes de computadores. Entre eles foram apresentados os cabeamentos metálicos e de fibra óptica, além dos meios de comunicação sem-fio (rádio, Bluetooth, Wi-Fi) importantes na estruturação física de uma rede de computadores.



Atividades de aprendizagem

1. Quais são os principais tipos de cabos de par trançado? Quais as diferenças entre eles e em que lugares são indicados para serem utilizados?
2. Qual a sequência de cores de fios que devo utilizar para montar um cabo, utilizando em uma das pontas o padrão EIA 568A e na outra ponta o padrão EIA 568B?

3. Quais as partes compõem um cabo de fibra óptica? Cite e descreva brevemente sobre cada uma delas.
4. Quais são os tipos de fibras ópticas e quais as diferenças entre elas?
5. Cite e explique três categorias do padrão Wi-Fi.