

# 1

## Conceitos básicos de redes

### objetivos

Apresentar os conhecimentos básicos para entender como as redes de computadores interagem, e como podem ser organizadas e interligadas para serem aproveitadas para prover os mais variados serviços.

Introdução a redes de computadores, conceitos básicos e terminologia; interconexão de redes, equipamentos que a possibilitam, categorias e topologias de redes mais usuais e meios de comunicação utilizados na maioria das redes.

### conceitos

### Redes de computadores

Uma rede de computador é uma interconexão de estações de trabalho, periféricos, terminais e outros dispositivos. Características de uma rede:

- Dois ou mais computadores interligados.
- Meio físico de comunicação (hardware e software).
- Aplicativos para transferência de informação.

Existem diversas definições para uma rede de computadores. Segundo William Stallings, “quando dois ou mais computadores estão interconectados via uma rede de comunicação, o conjunto das estações de computadores é chamado de rede de computadores”.

Já a organização internacional de padronização ISO define uma rede de computadores na norma ISO/IEC 7498-1: “Um conjunto de um ou mais computadores, o software associado, periféricos, terminais, operadores humanos, processos físicos, meios de transferência de informação, entre outros componentes, formando um conjunto autônomo capaz de executar o processamento e a transferência de informações”.

Todas as definições têm algumas características em comum, a saber:

- Dois ou mais computadores interligados;
- Meio físico de comunicação (com fio, sem fio, metálico, fibra etc);
- Vários tipos de equipamentos (estações de usuários, servidores, concentradores etc);
- Software para comunicação entre os equipamentos (protocolos);
- Software de aplicação, para transferência de informação.



De maneira geral, podemos dizer que os componentes de uma rede são:

- Estações de trabalho de usuários, que podem ser de vários tipos: desktops, laptops, dispositivos móveis em geral: celulares, tablets etc;
- Meios de comunicação de qualquer tipo para interconexão dos equipamentos de rede;
- Equipamentos de rede que compõem a infraestrutura da rede: hubs, switches, roteadores, etc.

É importante ressaltar que a rede não é um fim em si mesmo, isto é, ninguém monta uma rede simplesmente para interligar equipamentos fisicamente, sem que haja algum tipo de transferência de informação. A motivação básica para a criação de redes é a transferência de informações entre os equipamentos que a compõem.

A transferência de informações pode ser feita de várias maneiras, dependendo das necessidades dos usuários, das aplicações desenvolvidas, dos protocolos de redes e da infraestrutura física propriamente dita da rede.

! Em resumo, podemos conceituar uma rede como uma interconexão de estações de trabalho, periféricos, terminais e outros dispositivos.

### Para que servem as redes?

As redes fazem parte do nosso dia a dia, permitindo o acesso a partir de nossos celulares, tablets e notebooks, seja ela a rede da nossa organização ou os serviços da internet. Cabe à organização prover a infraestrutura de rede de acesso sobre a qual são disponibilizados os serviços e aplicações corporativas.

As redes servem para:

- Permitir aos usuários acesso remoto a serviços e aplicações como: correio eletrônico, internet banking e comércio eletrônico, para citar os mais comuns.
- Permitir a comunicação entre os usuários, como os serviços de voz sobre IP e videoconferência, entre tantos outros.
- Compartilhar recursos especializados como impressoras, disco e processamento (exemplo: grids computacionais).

### Tipos de redes

Mesmo com essas semelhanças, as redes podem ser divididas em duas categorias mais amplas:

- Redes par-a-par.
- Redes cliente-servidor.



**Figura 1.1**  
Redes par-a-par e cliente-servidor.

A distinção entre as redes par-a-par (peer-to-peer) e as redes cliente-servidor é importante, pois cada uma possui capacidades diferentes. O tipo de rede a ser implementada depende de características que incluem as relacionadas a seguir.

## Redes par-a-par

- ▣ Cada computador funciona como cliente e servidor.
- ▣ Redes relativamente simples.
- ▣ Nível de suporte administrativo disponível.
- ▣ Sem hierarquia.
- ▣ Sem servidores dedicados.
- ▣ Todos os computadores podem ser cliente e servidor.
- ▣ Construídas com os serviços do sistema operacional.
- ▣ Mais simples e baratas do que as redes cliente-servidor.
- ▣ Também chamadas de grupos de trabalho.
- ▣ Tipicamente têm menos de 10 computadores.
- ▣ Todos os usuários estão localizados na mesma área geral.
- ▣ A segurança não é uma questão importante.
- ▣ A empresa e a rede terão um crescimento limitado em um futuro previsível.



Em uma rede par-a-par, não existem servidores dedicados ou hierarquia entre os computadores. Todos os computadores são iguais e, portanto, chamados pares. Normalmente, cada computador funciona tanto como cliente quanto como servidor, e nenhum deles é designado para ser um servidor para toda a rede. O usuário de qualquer computador determina os dados de seu computador que são compartilhados na rede.

As redes par-a-par são relativamente simples. Uma vez que cada computador funciona como cliente e servidor, não há necessidade de um servidor central complexo ou de outros componentes para uma rede de grande capacidade. As redes par-a-par podem ser mais baratas do que as redes cliente-servidor.

### Grupo de trabalho

Pelo termo subentende-se um pequeno grupo de pessoas. Uma rede par-a-par, tipicamente, tem pouco menos de 10 computadores.

As redes par-a-par também são chamadas de **grupos de trabalho**.

Em uma rede par-a-par, o software de comunicação de rede não requer o mesmo nível de desempenho e segurança de um software de comunicação de rede projetado para servidores dedicados. Os servidores dedicados funcionam apenas como servidores e não são utilizados como um cliente ou uma estação de trabalho. Eles serão discutidos com mais detalhes posteriormente.

Em sistemas operacionais como Microsoft Windows, desde a versão 2000, bem como nos sistemas Unix/Linux, as redes par-a-par são construídas dentro do sistema operacional, sem a exigência de nenhum outro software para configurar uma rede deste tipo. Em um ambiente par-a-par típico, várias questões de rede possuem soluções de implementação padronizadas, que incluem:

- ▣ Computadores localizados nas mesas dos usuários;
- ▣ Usuários que atuam como seus próprios administradores e planejam sua própria segurança;
- ▣ Utilização de um sistema simples de cabeamento de fácil visualização, que conecta computador a computador na rede.



As redes par-a-par são uma boa escolha para ambientes com as seguintes características:

- Menos de 10 usuários;
- Todos os usuários estão localizados na mesma área geral;
- A segurança não é uma questão importante;
- A empresa e a rede terão um crescimento limitado em um futuro previsível.

### Requisitos do computador para rede par-a-par

Em um ambiente par-a-par, cada computador deve:

- Utilizar uma porcentagem significativa de seus recursos para suportar o usuário local (o usuário no computador).
- Utilizar recursos adicionais para suportar cada usuário remoto (o usuário que está acessando o computador via a rede) que estiver acessando seus recursos.



Em uma rede par-a-par, cada usuário administra seu próprio computador, uma vez que não existe servidor de rede e, portanto, também não há necessidade de administração centralizada, nem da figura do administrador de rede. Assim, cada usuário configura os recursos de seu computador que estarão disponíveis para os demais usuários da rede: discos, pastas, impressoras, entre outros, definindo se o acesso vai ser livre para todos ou mediante senha, e assim por diante. Então, parte dos recursos de seu computador será usada pelos demais membros da rede, e parte usada pelo próprio usuário. Essa proporção de utilização de recursos fica a critério de cada usuário. Usuários mais “conservadores” poderão liberar pouco ou nenhum recurso para a rede, enquanto usuários mais “liberais” poderão liberar mais recursos para a rede.

### Redes cliente-servidor

- Servidores dedicados.
- Estações clientes não oferecem serviços à rede.
- Usadas em ambientes com mais de 10 usuários.

Podem ser necessários vários servidores:

- Servidores de Arquivo e Impressão.
- Servidores de Aplicações.
- Servidores de Correio.
- Servidores de Fax.
- Servidores de Comunicação.



Em um ambiente com mais de 10 usuários, uma rede par-a-par, com os computadores operando como servidores e clientes, provavelmente não será adequada. Portanto, a maior parte das redes possui servidores dedicados. Um servidor dedicado é aquele que funciona apenas como servidor e não é utilizado como cliente ou estação de trabalho.

Os servidores são “dedicados” porque são otimizados para processar rapidamente as requisições dos clientes da rede e para garantir a segurança dos arquivos e pastas. As redes baseadas em servidor tornaram-se o modelo padrão para a comunicação de rede e serão utilizadas como exemplos básicos.

Conforme aumentam o tamanho e o tráfego das redes, mais de um servidor é necessário na rede. Como a diversidade de tarefas que os servidores devem desempenhar é variada

e complexa, a distribuição de tarefas entre vários servidores garante que cada tarefa seja desempenhada da maneira mais eficiente possível. Os servidores de grandes redes se tornaram especializados para acomodar as necessidades crescentes dos usuários.

Em uma rede típica baseada em servidor, os diferentes tipos de servidores incluem os que serão analisados a seguir.

### Servidores de arquivo e impressão

Os servidores de arquivo e impressão gerenciam o acesso do usuário e a utilização dos recursos de arquivos e impressora. Por exemplo, se você estivesse executando um aplicativo de processamento de texto, o aplicativo seria executado no seu computador e o documento seria armazenado no servidor de arquivos e impressão, mas transferido e carregado na memória de seu computador para que você possa utilizá-lo localmente.

### Servidores de aplicações

Os servidores de aplicações executam as funções de servidor, disponibilizando dados para os clientes. Por exemplo, os servidores armazenam enorme quantidade de dados que estão estruturados para facilitar sua recuperação.

Servidores de aplicações são diferentes de um servidor de arquivo e impressão, em que os dados ou o arquivo são carregados para o computador que fez a requisição. Com um servidor de aplicação, o banco de dados fica no servidor e apenas os resultados requeridos são carregados no computador que fez a requisição.

Uma aplicação cliente executada localmente tem acesso aos dados no servidor de aplicação. Em vez de todo o banco de dados ser carregado do servidor para o seu computador local, apenas os resultados da sua consulta são carregados nele.

### Servidores de correio

Os servidores de correio gerenciam mensagens eletrônicas entre os usuários da rede.

### Servidores de fax

Os servidores de fax gerenciam o tráfego de fax para dentro e para fora da rede, compartilhando uma ou mais placas de fax modem.

### Servidores de comunicação

Os servidores de comunicação manipulam o fluxo de dados (por exemplo, arquivos, mensagens, programas, etc.) entre a própria rede do servidor e outras redes, computadores mainframe ou usuários remotos, através da utilização de modems e linhas telefônicas para discar para o servidor.

### Vantagens da rede cliente-servidor

- Compartilhamento de recursos.
- Compartilhamento de dados.
- Redundância.
- Escalabilidade.
- Computador cliente mais simples.



Vantagens da rede cliente-servidor:

- **Compartilhamento de recursos** – um servidor é projetado para fornecer acesso a muitos arquivos e impressoras, ao mesmo tempo em que mantém o desempenho e a segurança para o usuário.
- **Compartilhamento de dados** – o compartilhamento de dados baseado em servidor pode ser administrado e controlado de forma centralizada. Em geral, os recursos são centralizados e mais fáceis de localizar e suportar do que os recursos distribuídos em diversos computadores.
- **Redundância** – através de sistemas de redundância, os dados em qualquer servidor podem ser duplicados e mantidos on-line para que, mesmo se algo acontecer aos dados na área de armazenamento de dados principal, uma cópia de backup dos dados possa ser usada para recuperá-los.
- **Escalabilidade** – uma rede baseada em servidor pode dar suporte a milhares de usuários, pois os utilitários de monitoração e gerenciamento de rede possibilitam a operação da rede para um grande número de usuários. Este tipo de rede jamais poderia ser gerenciada como uma rede par-a-par.
- **Computador cliente mais simples** – o hardware do computador cliente pode ser limitado às necessidades do usuário, pois os clientes não precisam de RAM adicional e armazenamento em disco para fornecer serviços do servidor.

## Tipos de conexões

- Conexão ponto-a-ponto.
- Conexão multiponto.



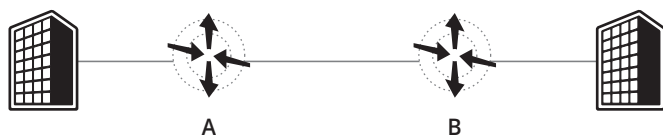
Existem dois tipos básicos de conexão entre redes: ponto-a-ponto e multiponto; da combinação destas duas surgem as demais topologias que serão aqui abordadas.

### Conexão ponto-a-ponto

- Conexão entre dois pontos.
- Enlace dedicado.
- Sem escalabilidade.



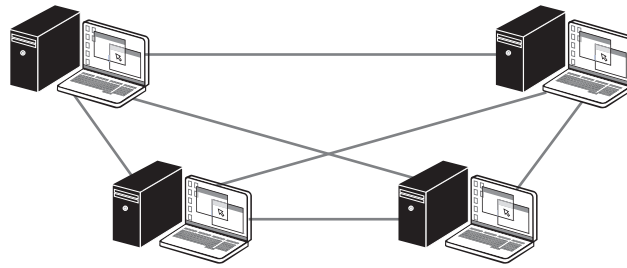
Este é o tipo mais simples de ligação entre redes, em que os equipamentos são conectados entre si por uma única linha de comunicação. Quando algum deles tiver algo a transmitir, a linha estará disponível.



**Figura 1.2**  
Exemplo de conexão ponto-a-ponto.

Esse tipo de conexão não é adequado para maior quantidade de equipamentos, como podemos ver na próxima figura, que reproduz as conexões ponto-a-ponto para 4 equipamentos.

**Figura 1.3**  
Exemplo de múltiplas conexões ponto-a-ponto.



Observe que são necessárias 6 linhas para interligar todos os equipamentos entre si.

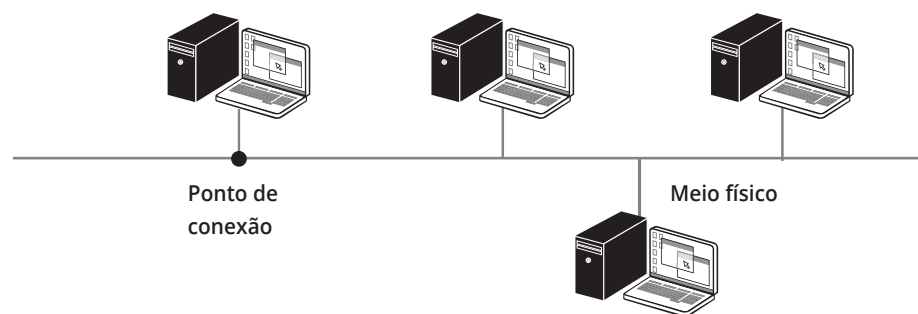
❗ O cálculo para “n” estações é feito através da fórmula: número de conexões =  $n(n-1)/2$ .

No nosso exemplo, o número de conexões =  $4(4-1)/2 = 6$ . Imagine agora o caso de uma centena ou mais de equipamentos interligados dessa forma; é o mesmo problema que os projetistas de redes telefônicas tiveram que resolver. Essa solução não tem escalabilidade. A solução adotada pelos projetistas de redes telefônicas foi uma das topologias clássicas que serão abordadas adiante neste curso. Antes disso, vamos apresentar outro tipo de conexão que não apresenta problemas de escalabilidade.

### Conexão multiponto

- Muitos pontos ligados ao mesmo meio físico.
- Mensagens propagadas por difusão.
- Escalabilidade.

Este tipo de conexão permite que todas as estações se comuniquem entre si diretamente, e não apresenta os problemas de escalabilidade da conexão ponto-a-ponto. Existe apenas um único meio de comunicação interligando todas as estações, através de muitos pontos de conexão, um para cada estação; daí o nome de multiponto. A principal característica de conexões multiponto é permitir a conexão de uma grande quantidade de estações.



**Figura 1.4**  
Conexão multiponto.

As topologias clássicas e suas derivadas são tipos especiais de redes que usam as características dos dois tipos básicos (ponto-a-ponto e multiponto).

### Topologias de redes

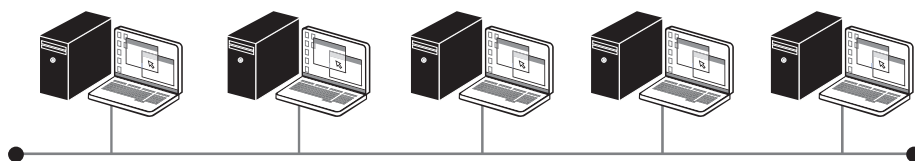
- Barramento.
- Anel.
- Estrela.

A topologia é a forma de ligação dos equipamentos em uma rede. A topologia se refere ao nível físico e ao meio de conexão entre os dispositivos, sendo dependente do projeto de suas funções, da confiabilidade e do seu custo de manutenção. Ao se planejar uma rede, muitos fatores devem ser considerados. Um dos fatores mais importantes é o tipo de participação dos nós. Um nó pode ser fornecedor ou usuário de recursos, ou uma mescla de ambos os tipos.

## Topologia Barramento

- Conexões multiponto.
- Mensagens propagadas por difusão.
- Controle de acesso ao meio centralizado ou descentralizado.
- Escalabilidade.
- Limitada fisicamente pelo tamanho do barramento.
- Boa tolerância a falhas.

Neste tipo de topologia todos os nós (estações) se ligam ao mesmo meio de transmissão. A barra é geralmente compartilhada em tempo e frequência, permitindo a transmissão de informações. O tráfego das informações é bidirecional e cada nó conectado à barra pode escutar todas as informações transmitidas. Esta característica facilita as aplicações que requerem a propagação das mensagens por difusão.



**Figura 1.5**  
Topologia  
Barramento.

Observe que essa topologia é uma simples aplicação do tipo básico multiponto, normalmente usada com cabeamento coaxial, que requer o uso de terminadores nas extremidades do barramento para casar a impedância e evitar a reflexão do sinal elétrico. O barramento pode ser um simples segmento de rede interligando as estações dos usuários ou um **backbone** que interliga diversos segmentos de rede.

Existe uma variedade de mecanismos para o controle de acesso ao barramento, que podem ser centralizados ou descentralizados. A técnica adotada para acesso à rede é a multiplexação no tempo. No controle centralizado, o direito de acesso é determinado por uma estação especial da rede. Em um ambiente de controle descentralizado, a responsabilidade de acesso é distribuída entre todos os nós.

Nas topologias em barramento, as falhas nas estações não causam a parada total do sistema, que no entanto pode ser causada por falhas no barramento. O desempenho de um sistema em barramento é determinado pelo meio de transmissão, número de nós conectados, controle de acesso e tipo de tráfego, entre outros fatores. O tempo de resposta pode ser altamente dependente do protocolo de acesso utilizado.

### **Backbone**

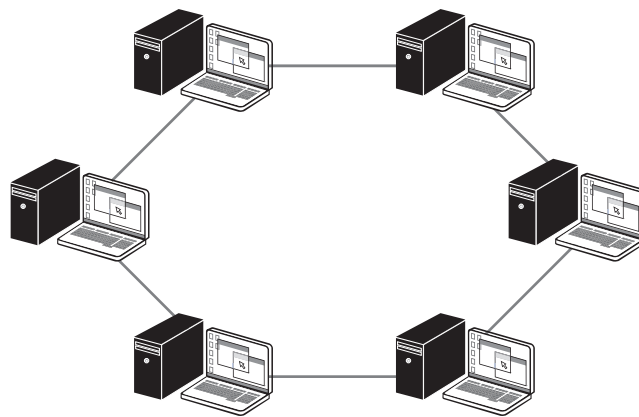
A interconexão central de uma rede pode ser entendida como uma espinha dorsal de conexões que interliga pontos distribuídos da rede, formando uma grande via de tráfego de informações.



## Topologia Anel

- Conexões ponto-a-ponto.
- Mensagens propagadas de uma estação para outra.
- Controle de acesso ao meio determinístico.
- Pouca tolerância a falhas.

Uma rede em anel consiste de estações conectadas através de um caminho fechado. Nesta configuração, redes em anel são capazes de transmitir e receber dados em qualquer direção, mas as configurações mais usuais são unidirecionais, de forma a tornar menos sofisticados os protocolos de comunicação que asseguram a entrega da mensagem ao destino corretamente e em sequência. Observe que esta topologia nada mais é do que uma sucessão de conexões ponto-a-ponto entre as estações, de maneira a formar um anel.



**Figura 1.6**  
Topologia Anel.

Quando uma mensagem é enviada por um nó, ela entra no anel e circula até ser retirada pelo nó destino, ou então até voltar ao nó fonte, dependendo do protocolo empregado. O último procedimento é mais desejável porque permite o envio simultâneo de um pacote para múltiplas estações. Outra vantagem é permitir que determinadas estações possam receber pacotes enviados por qualquer outra estação da rede, independentemente de qual seja o nó destino.

Os maiores problemas desta topologia são relativos à sua baixa tolerância a falhas. Qualquer controle de acesso empregado pode ser perdido por problemas de falha, podendo ser difícil determinar com certeza se este controle foi perdido ou decidir o nó que deve recriá-lo. Erros de transmissão e processamento podem fazer com que uma mensagem continue eternamente a circular no anel. A utilização de uma estação de monitoramento contorna estes problemas. Outras funções desta estação seriam: iniciar o anel, enviar pacotes de teste e diagnóstico e outras tarefas de manutenção. A estação monitora pode ser dedicada ou outra qualquer que assuma essas funções em algum momento.

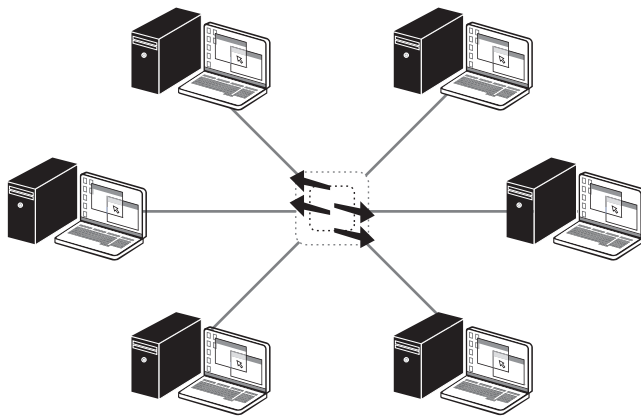
Esta configuração requer que cada nó seja capaz de remover seletivamente mensagens da rede ou passá-las adiante para o próximo nó. Nas redes unidirecionais, se uma linha entre dois nós cair, todo o sistema sairá do ar até que o problema seja resolvido. Se a rede for bidirecional, nenhum nó ficará inacessível, já que poderá ser atingido pelo outro lado.

## Topologia Estrela

- Conexões ponto-a-ponto.
- Mensagens propagadas através do nó central.
- Controle de acesso ao meio centralizado ou descentralizado.
- Boa tolerância a falhas.
- O nó central é chamado de “barramento colapsado”.

Neste tipo de rede, todos os usuários comunicam-se com um nó central, por onde são transmitidas todas as mensagens. Através do nó central, os usuários podem transmitir mensagens entre si. O nó central funciona como um comutador de mensagens para transmissão dos dados entre eles.

Observe que essa topologia é também uma combinação de conexões ponto-a-ponto, só que todas as conexões convergem para o nó central.



**Figura 1.7**  
Topologia Estrela.

O arranjo em estrela é a melhor escolha se o padrão de comunicação da rede for de um conjunto de estações secundárias que se comunicam com o nó central. As situações onde isto é mais comum são aquelas em que o nó central está restrito às funções de comutação de mensagens.

O nó central pode realizar outras funções além da comutação e processamento das mensagens. Por exemplo, pode compatibilizar a velocidade de comunicação entre o transmissor e o receptor. Se os dispositivos fonte e destino utilizarem diferentes protocolos, o nó central pode atuar como um conversor, permitindo a comunicação entre duas redes de fabricantes diferentes.

No caso de ocorrer falha em uma estação ou no elo de ligação com o nó central, apenas esta estação ficará fora de operação. Entretanto, se uma falha ocorrer no nó central, todo o sistema poderá ficar fora do ar. A solução deste problema seria a redundância do nó central, mas isto acarretaria um aumento considerável dos custos.

A expansão de uma rede deste tipo só pode ser feita até certo limite, imposto pelo nó central: em termos de capacidade de comutação, número de circuitos concorrentes que podem ser gerenciados e número de nós que podem ser servidos. O desempenho de uma rede em estrela depende da quantidade de tempo requerido pelo nó central para processar e encaminhar mensagens, e da carga de tráfego de mensagens, ou seja, o desempenho é limitado pela capacidade de processamento do nó central. A maioria dos sistemas de computação com funções de comunicação possui um software que implementa esta configuração que facilita o controle da rede.

## Comparação entre topologias

O quadro seguinte resume os pontos positivos e negativos de cada topologia descrita até aqui.

Tipos de topologia	Pontos positivos	Pontos negativos
Topologia Estrela	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Mais tolerante a falhas.</li><li>■ Facilidade para instalar usuários.</li><li>■ Monitoramento centralizado.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Custo de instalação maior porque usa mais cabos.</li></ul>
Topologia Anel (Token Ring)	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Razoavelmente fácil de instalar.</li><li>■ Requer menos cabos.</li><li>■ Desempenho uniforme.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Se uma estação para, todas param.</li><li>■ Os problemas são difíceis de isolar.</li></ul>
Topologia Barramento	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Simples e fácil de instalar.</li><li>■ Requer menos cabos.</li><li>■ Fácil de entender.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ A rede fica mais lenta em períodos de uso intenso.</li><li>■ Os problemas são difíceis de isolar.</li></ul>

**Figura 1.8**  
Comparação entre topologias de rede.

## Redes LAN, MAN e WAN

Uma rede de comunicação pode ser classificada segundo um ou mais critérios. Podemos classificar as redes de acordo com:

**Topologia híbrida**  
Combinação de duas ou mais topologias de qualquer tipo.

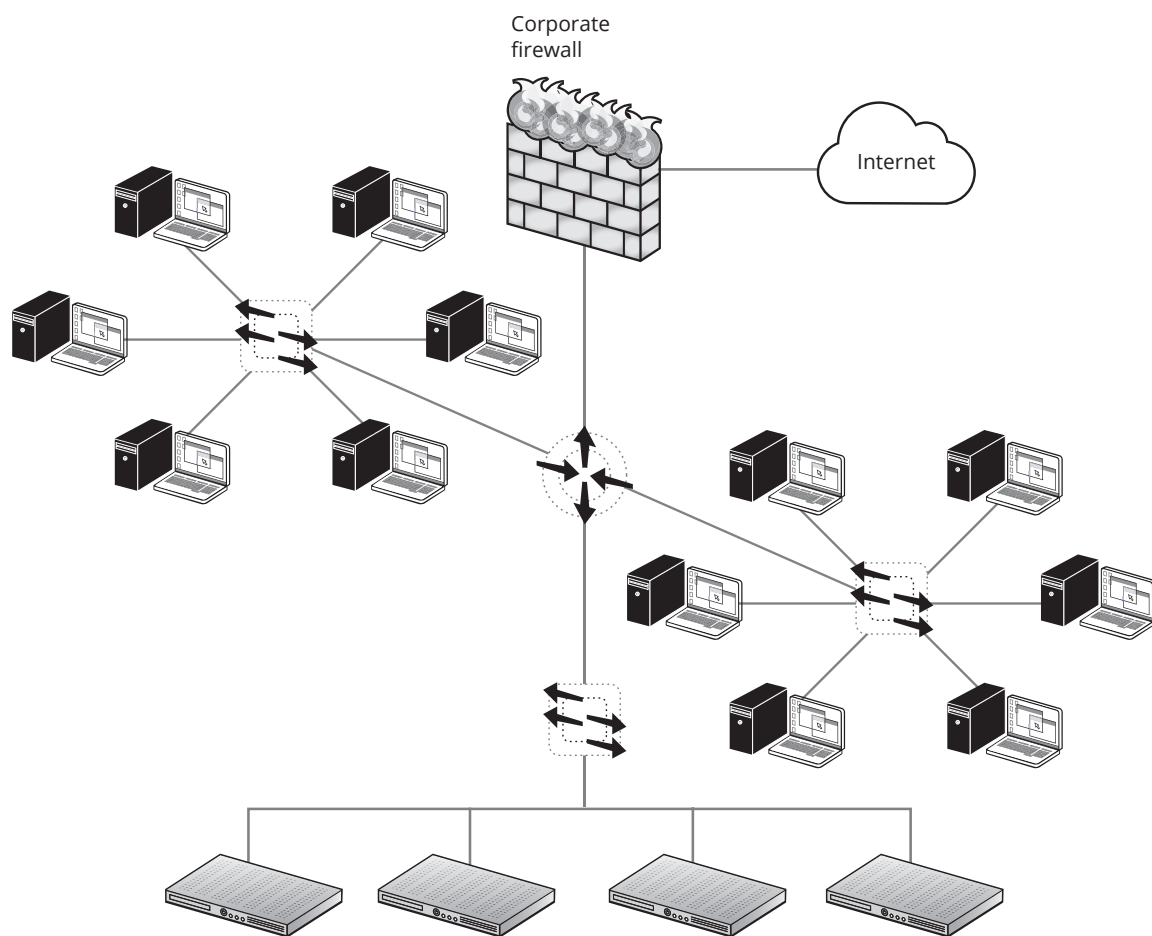
- Topologia (barramento, anel, estrela, **híbrida**).
- Meio físico (cobre, fibra óptica, micro-ondas, infravermelho).
- Tecnologia de suporte (comutação de pacotes, comutação de circuitos, assíncronas, plesiócronicas, síncronas etc).
- Segundo o ambiente ao qual se destinam (redes de escritório, redes industriais, redes militares, redes de sensores etc).

No entanto, a classificação mais comum baseia-se na área geográfica ou organizacional e aí entram os termos que normalmente ouvimos: LAN, MAN, WAN, PAN etc. Vamos apresentar as definições mais comuns.

### LAN

- Cabeamento em distâncias de até 10 km.
- Alta taxa de transmissão (Mbps, Gbps).
- Baixa taxa de erros.
- Baixo custo de cabeamento.
- Propriedade privada.
- Topologia básica (barramento, anel, estrela).

Redes LAN (Local Area Networks) também são designadas como redes locais. Tipo de rede mais comum, uma vez que permite interligar computadores, servidores e outros equipamentos de rede em uma área geográfica limitada, como uma sala de aula, residência, escritório etc.



**Figura 1.9**  
Redes LAN.

Características:

- Cabeamento em distâncias de até 10 km, dependendo do tipo de cabo usado (par metálico, fibra óptica, sem fio etc);
- Alta taxa de transmissão (Mbps, Gbps), em função das curtas distâncias e do tipo de cabeamento que permite taxas elevadas de transmissão;
- Baixa taxa de erros, uma consequência das curtas distâncias e da qualidade do cabeamento;
- Baixo custo de cabeamento, em função das distâncias envolvidas, uma vez que o custo do cabeamento é diretamente proporcional à distância;
- Propriedade privada, devido à facilidade de cabear pequenas distâncias, usualmente dentro das instalações de uma empresa ou de uma residência;
- Topologia básica (barramento, anel ou estrela).

## MAN

- Cabeamento em distâncias de até 100 km.
- Alta taxa de transmissão (Mbps, Gbps).
- Baixa taxa de erros.
- Custo de cabeamento médio.
- Propriedade privada ou pública.
- Topologia em anel.



Redes MAN (Metropolitan Area Networks) são redes de comunicação que cobrem uma área do tamanho de uma cidade ou bairro. Permitem a interligação de redes e equipamentos numa área metropolitana, como em locais situados em diversos pontos de uma cidade.

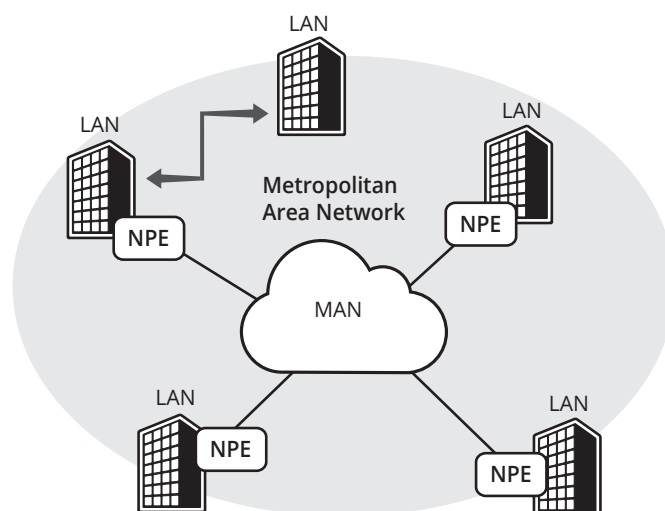


Figura 1.10  
Redes MAN.

Características:

- ▣ Cabeamento em distâncias de até 100 km, para cobrir um bairro, uma cidade pequena ou um campus universitário;
- ▣ Alta velocidade de transmissão (Mbps, Gbps), como no caso das LANs;
- ▣ Baixa taxa de erros, como também ocorre com as LANs;
- ▣ Custo de cabeamento médio, uma vez que as distâncias envolvidas são maiores do que numa rede local;
- ▣ Propriedade privada ou pública, dependendo de quem construiu a rede; numa rede local sempre é a própria empresa, mas em uma rede MAN pode ser um serviço oferecido por terceiros, em função dos custos de infraestrutura;
- ▣ Topologia em anel, mais econômica para as distâncias metropolitanas.

As redes MANs atuais estão usando a tecnologia Ethernet de LANs, porque as fibras ópticas permitem alcançar distâncias maiores com alta taxa de transmissão (dezenas de Gbps) a um custo inferior ao das redes WANs nas mesmas condições. Essas redes são chamadas redes Metro Ethernet.

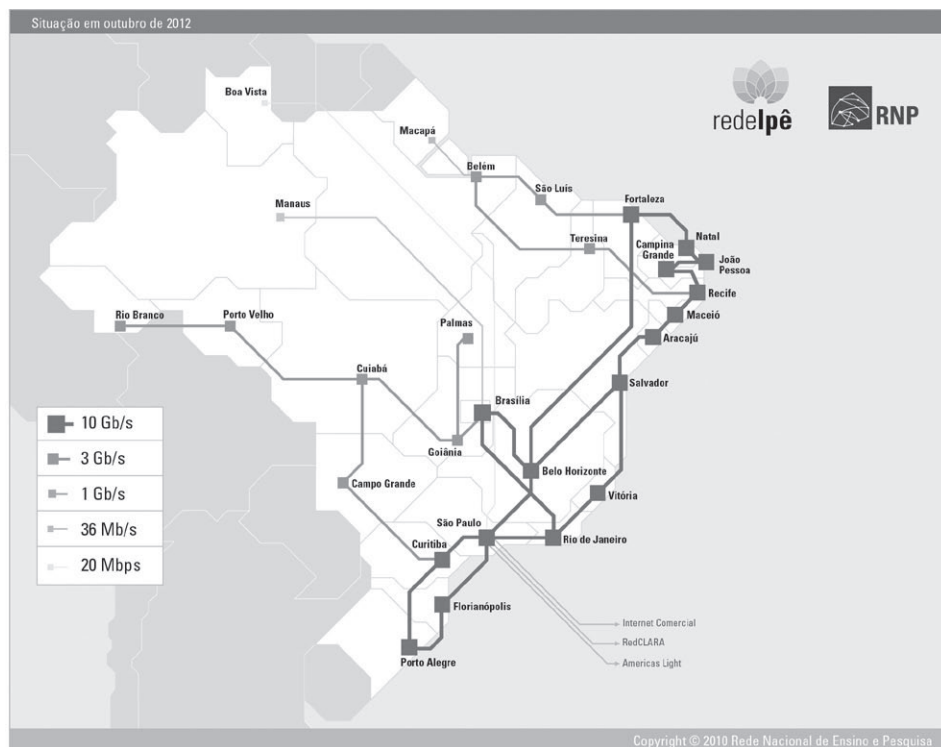
Graças à facilidade de instalação de fibras ópticas e ao seu baixo custo, as redes estão alcançando distâncias cada vez maiores, fazendo com que a simples classificação em função da distância fique rapidamente ultrapassada. Para diferenciar as redes entre si, a tecnologia utilizada é mais importante do que a distância entre os enlaces.

## WAN

- ▣ Cabeamento de longas distâncias (sem limite).
- ▣ Baixa a alta taxa de transmissão (Kbps, Mbps, Gbps).
- ▣ Taxa de erros maior do que nas LANs.
- ▣ Alto custo de cabeamento.
- ▣ Propriedade pública.



Redes WAN (Wide Area Networks) permitem a interligação de redes locais, metropolitanas e equipamentos de rede, em uma grande área geográfica, como um país ou continente.



**Figura 1.11**  
Redes WAN.

Características:

- Cabeamento de longas distâncias (sem limite), devido à maior abrangência geográfica;
- Taxa de transmissão pode ser de baixa a alta (Kbps, Mbps, Gbps), em função dos diferentes tipos de meios físicos adotados e das distâncias envolvidas;
- Taxa de erros superior a das LANs, em função do tipo de meio físico adotado e das distâncias envolvidas;
- Alto custo de cabeamento, por causa da abrangência geográfica;
- Propriedade pública, devido ao alto custo dos investimentos em infraestrutura.



Consulte a versão atual do mapa em <http://www.rnp.br/backbone/>

As redes WAN projetadas para o serviço de dados têm velocidades muito altas, da ordem de Gigabits por segundo (Gbps), graças às facilidades de instalação de fibras ópticas e à redução do custo dos equipamentos de grande capacidade de transmissão. Tais redes se justificam pela velocidade de transferência de dados e pela possibilidade de compartilhamento dos enlaces de alta velocidade entre muitos usuários.

Desta forma, é possível encontrar WANs com velocidades muito altas (da ordem de dezenas de Gbps), superando as velocidades usuais de LANs (Mbps, Gbps). Normalmente essas WANs de velocidade muito alta são usadas nos backbones das operadoras de telecomunicações que prestam serviços de dados para o público em geral, normalmente usando a arquitetura TCP/IP.

## Meios de comunicação

Cabo metálico:

- Cabo coaxial.
- Cabo par trançado.

Cabo fibra óptica:

- Cabeamento estruturado.
- Redes sem fio.

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 de uma rede. 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 disponibilidade de componentes.

### Cabo metálico

Cabo coaxial:

- Cabo fino 10Base2 com conector BNC.
- Cabo grosso 10Base5.
- Obsoleto – substituído pelo par trançado e fibra óptica.

Cabo par trançado:

- Quatro pares trançados dois a dois.
- Conector RJ-45 (8 fios).
- Velocidades de 10 Mbps até 10 Gbps.
- Facilidade de manutenção.

Nessa categoria encontram-se atualmente dois tipos de cabos: coaxial e par trançado, sendo que o coaxial está praticamente fora de uso para redes locais, mas ainda é muito utilizado nas instalações de TV a cabo.

### Cabo coaxial

- Velocidade de 10 Mbps.
- Distância máxima do segmento: 185m ou 500m.
- Obsoleto, devido à dificuldade de manutenção.

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), embora sejam mais caros e menos flexíveis que estes. O cabo coaxial foi o primeiro cabo disponível no mercado. Até alguns anos atrás era o meio de transmissão mais moderno que existia em termos de transporte de dados. Em redes locais são usados dois tipos de cabos coaxiais: 10Base5 e 10Base2.

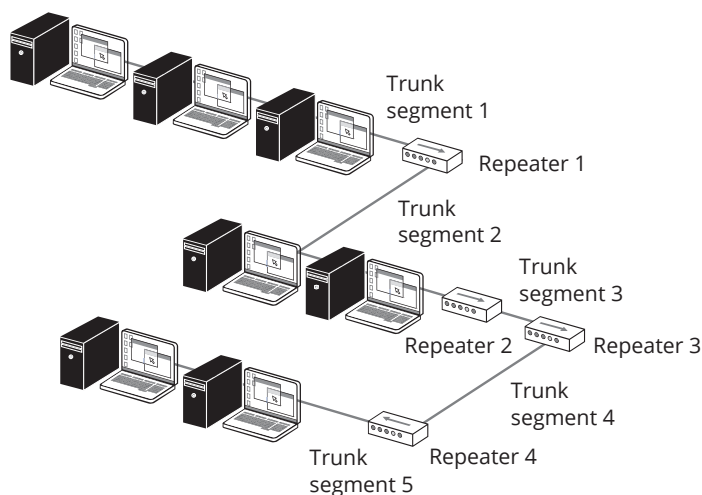
Os cabos 10Base2, também chamados de cabos coaxiais finos (ou cabos Thinnet) são os cabos coaxiais usados em redes Ethernet para a conexão de estações dos usuários. Seu diâmetro é de apenas 0.18 polegadas, cerca de 4.7 milímetros, o que os torna razoavelmente flexíveis.

Segundo a norma IEEE802.3 de redes Ethernet, o comprimento máximo do cabo coaxial fino

é de 185m e as estações a ele conectadas constituem um “segmento Ethernet”. Podem ser necessários vários segmentos para conectar todas as estações de uma rede local, dependendo da quantidade de estações e das distâncias envolvidas.

Os cabos 10Base5, também chamados de cabos coaxiais grossos (ou cabos Thicknet), possuem cerca de 0,4 polegadas ou quase 1 centímetro de diâmetro, e por isso são caros e difíceis de instalar, devido à baixa flexibilidade. Também podem ser usados vários segmentos para conectar todas as estações de uma rede local, dependendo da quantidade de estações e das distâncias envolvidas. É possível conectar segmentos 10Base2 e 10Base5, desde que atendendo à regra 5-4-3, alcançando distâncias entre 925m e 2500m.

A regra 5-4-3 diz que uma rede Ethernet com cabo coaxial fino pode conter 5 segmentos unidos por 4 repetidores, mas somente 3 desses segmentos podem ser povoados por estações. Os outros dois segmentos restantes são usados como ligações entre repetidores. Repetidores podem ser usados para interligar segmentos Ethernet e estender a rede para um comprimento total de 925 metros até 2500 metros. A Figura 1.12 exemplifica essa regra.



**Figura 1.12**  
Regra 5-4-3.

Os cabos coaxiais são 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 conduz o aterramento elétrico;
- Uma nova camada de revestimento, chamada de jaqueta, conforme mostra a figura a seguir.

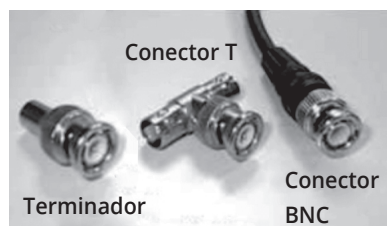


**Figura 1.13**  
Estrutura do cabo coaxial.

Para conectar as estações dos usuários ao cabo coaxial fino são usados conectores do tipo BNC, mostrados na figura a seguir. O “T” BNC é usado para conectar as estações ao cabo coaxial. O terminador é usado nas duas pontas do segmento do cabo coaxial para casamento de impedância e para eliminar a reflexão do sinal elétrico.



**Figura 1.14**  
Conectores "T" BNC.



O número 10 na sigla 10Base2 significa que os cabos podem transmitir dados a uma velocidade de 10 Mbps; "Base" significa "banda base" e se refere ao tipo de transmissão digital com uma única frequência portadora, na qual somente uma estação transmite de cada vez, e o número 2, que teoricamente significaria 200 metros, na prática é apenas um arredondamento, pois nos cabos 10Base2 a distância máxima utilizável é de 185 metros. O mesmo vale para o cabo 10Base5, com a diferença de que a distância máxima é de 500 metros.

### Cabo par trançado

- Velocidade de 10 Mbps/10 Gbps.
- Topologia física estrela.
- Topologia lógica barramento.
- Exige concentrador.
- Facilidade de manutenção.



Os cabos par trançado são os mais usados, pois têm um melhor custo benefício. Podem ser comprados em lojas de informática, feitos sob medida ou ainda produzidos pelo próprio usuário, e ainda têm velocidade 10 vezes maior do que os cabos coaxiais, no mínimo.

O cabo par trançado surgiu da 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 rara a utilização de cabos coaxiais em novas instalações de rede, apesar do custo adicional decorrente da utilização de hubs ou switches. O custo do cabo é mais baixo e a instalação é mais simples.

O nome "par trançado" não é exatamente a tradução do termo original (que seria "par torcido", do inglês "twisted pair"). 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. Estes cabos são constituídos justamente por 4 pares de cabos torcidos par-a-par, conforme mostra a figura a seguir.

**Figura 1.15**  
Cabo par trançado.



As chamadas "categorias" em sistemas de cabeamento em par trançado seguem padrões determinados e normatizados pela ANSI/EIA (American National Standards Institute/ Electronic Industries Alliance), que define diversas categorias (tipos de cabo, velocidades, junções, conectores etc) e seus usos. A tabela a seguir resume as categorias de cabos do tipo par trançado mais usadas e suas características.

Categoria	Taxa máxima de transmissão	Aplicação usual
CAT 1	Até 1 Mbps (1 MHz)	Voz Analógico (POTS) ISDN (Integrated Services Digital Network) Basic Rate Interface Fiação tipo fio de telefone
CAT 2	4 Mbps	Utilizado em sistemas de cabeamento IBM Token Ring
CAT 3	10 / 16 Mbps	Voz e dados em rede 10BASE-T Ethernet
CAT 4	16 / 20 Mbps	Usado em redes Token Ring de 16 Mbps
CAT 5	100 Mbps 1 Gbps (4 pares)	100 Mbps TPDDI 155 Mbps ATM Não é mais utilizado, substituído pelo CAT 5E
CAT 5E	1 Gbps (10 Gbps – protótipo)	100 Mbps TPDDI 155 Mbps ATM Gigabit Ethernet
CAT 6	Até 400 MHz	Aplicações de banda larga “super-rápidas”
CAT 6A	Até 625 MHz (testado em campo até 500 MHz)	Suporta completamente 10 Gigabit Ethernet (10GBASE-T)
CAT 7	600-700 MHz 1.2 GHz em pares com conector Siemon	Vídeo em Full-motion Telerradiologia Redes especializadas de governo Redes especializadas de manufatura Redes especializadas de ensino Sistema blindado

Observações sobre a tabela:

- As categorias 3 e 5 ainda são grande maioria das instalações existentes.
- Com a queda nos preços de equipamentos que suportam Gigabit Ethernet, os padrões CAT6 e CAT6A têm sido os preferidos para novas instalações, pois já oferecem suporte aos padrões Gigabit e 10 Gigabit Ethernet.

A utilização do cabo par trançado tem suas vantagens e desvantagens. Veremos em seguida as principais.

### Vantagens

- Preço** – mesmo com a obrigação da utilização de outros equipamentos na rede, a relação custo benefício é melhor.
- Flexibilidade** – como é bastante flexível, ele pode ser facilmente passado por dentro de conduítes embutidos em paredes.
- Facilidade de manutenção** – cada estação é conectada ao concentrador com seu próprio cabo, de forma independente das demais estações.
- Velocidade** – atualmente esse cabo trabalha com taxas de transferência de 10 Mbps (categoria 3), 100 Mbps (categorias 5 e 5E), 1 Gbps (categorias 5 e 6) e de 10 Gbps (categorias 6 e 6A).

### Desvantagens

- Comprimento** – sua principal desvantagem é o limite de comprimento do cabo, de aproximadamente 100m entre a estação e o concentrador.
- Interferência** – baixa imunidade à interferência eletromagnética, fator preocupante em ambientes industriais.

**Figura 1.16**

Categorias de cabos par trançado.

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. Assim como ocorre com o cabo coaxial, fica difícil passar o cabo por conduítes e por estruturas usadas para ocultar o cabo, depois que os conectores RJ-45 estão instalados. Por isso, o cabo deve ser passado antes da instalação dos conectores, sendo cortado no comprimento desejado.

Lembre-se 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 conector RJ-45, fazendo com que seja preciso cortar alguns poucos centímetros do cabo para instalar novamente outro conector.

Para a utilização de alguns poucos cabos, vale a pena comprá-los prontos. Já para quem vai precisar de muitos cabos, ou para quem vai trabalhar com instalação e manutenção de redes, é mais vantajoso ter os recursos necessários para construir os cabos. Devem ser comprados os conectores RJ-45, rolos de cabo, um alicate para fixação do conector e um testador de cabos.

Vale a pena destacar que a montagem manual de uma rede de par trançado é viável em ambiente de uma LAN pequena ou rede doméstica. Em redes corporativas, é necessário utilizar ferramentas e equipamentos especiais de infraestrutura física, como será visto adiante quando tratarmos de cabeamento estruturado.

## Cabo fibra óptica

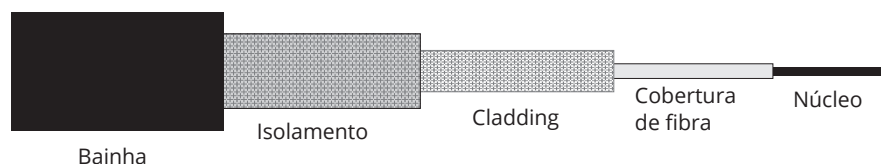
- Velocidade 1 Gbps/10 Gbps/ 40 Gbps/100 Gbps.
- Conexões ponto-a-ponto.
- Redes LAN e MAN Ethernet.
- Imune a ruído eletromagnético.



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 há uma camada de plástico protetora chamada de *cladding*, uma nova camada de isolamento e finalmente uma capa externa chamada bainha, conforme mostra a figura a seguir.

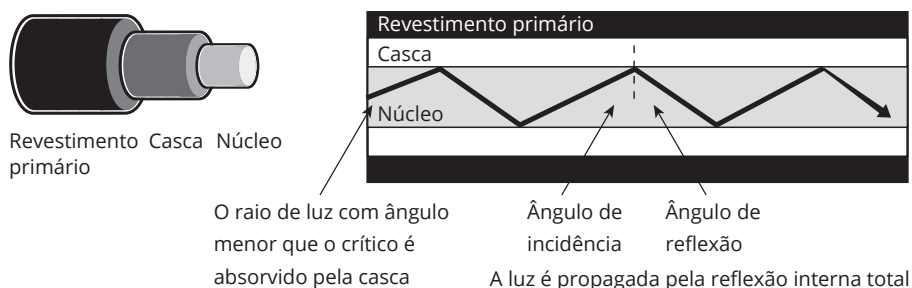
**Figura 1.17**  
Estrutura do cabo de fibra óptica.



A transmissão de dados por fibra óptica é realizada pelo envio de um sinal de luz codificado, dentro do domínio de frequência do espectro visível. 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 à sua espessura reduzida. Já os cabos com diodos emissores de luz são muito baratos, além de mais adaptáveis à temperatura ambiente e de terem um ciclo de vida maior que o do laser. O princípio de propagação da luz em fibras ópticas está demonstrado na figura a seguir.

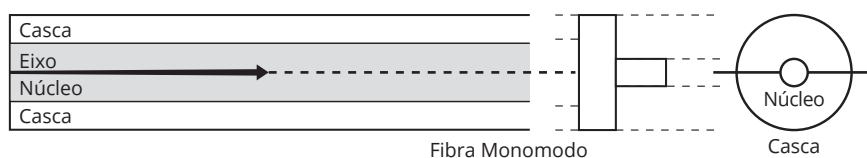


## O Princípio de Propagação em Fibras Ópticas



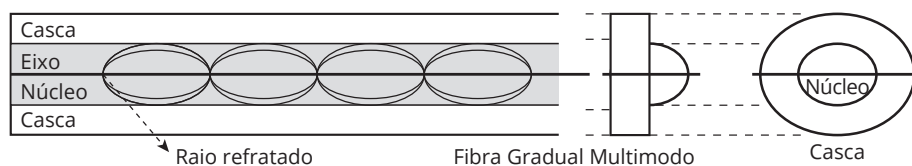
**Figura 1.18**  
Princípio de propagação da luz em fibras ópticas.

Existem dois tipos de fibra óptica: monomodo e multimodo. A primeira é usada principalmente em telecomunicações, devido às grandes distâncias que consegue alcançar. A segunda é usada em redes locais sem requisitos severos de distância, e são mais baratas do que as monomodo. A diferença entre elas está no modo de propagação da luz, conforme mostrado nas figuras a seguir.



**Figura 1.19**  
Fibra óptica monomodo.

Núcleo - entre 8 à 9 microns  
Casca - 125 microns

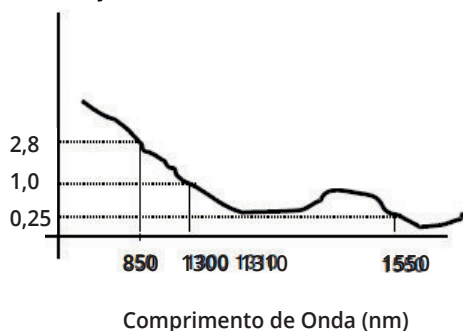


**Figura 1.20**  
Fibra óptica multimodo

Núcleo - 50 ou 62,5 microns  
Casca - 125 microns

Apesar de alcançar distâncias muito maiores do que os cabos metálicos, a fibra óptica também sofre do fenômeno de atenuação do sinal luminoso, por causa da absorção de luz pela casca e imperfeições do material (sílica). Algumas frequências de luz sofrem mais atenuação do que outras. A figura a seguir mostra os comprimentos de onda mais usados e as atenuações máximas permitidas pela recomendação.

### Atenuação dB/Km



Atenuação 850nm - 3,5 dB/Km  
Atenuação 1310nm - 1,0 dB/Km  
Atenuação 1550nm - 1,0 dB/Km

Dados: 850 - 1300nm  
Telefonia e CATV: 1310 e 1550nm

Multimodo: 850 e 1300nm  
Monomodo: 1310 / 1550nm

**Figura 1.21**  
Comprimentos de onda mais usados em fibras ópticas.

A fibra óptica tem inúmeras vantagens sobre os condutores de cobre, sendo as principais:

- Maior alcance;
- Maior velocidade;
- Imunidade a interferências eletromagnéticas.

O custo do metro de cabo de fibra óptica 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 requer, além de um curso especializado, o uso de instrumentos como microscópios, ferramentas especiais para corte e polimento, máquinas de fusão de fibra, medidores e outros aparelhos sofisticados.

A Figura 1.22 mostra os principais padrões de fibra óptica. Os termos OS1 e OS2 são classificações de fibras ópticas monomodo, onde OS2 tem menor atenuação. Existem outros tipos de fibras especificadas no documento “Understanding OM1,OM2,OM3, OS1,OS2 Fiber.pdf”.

**Figura 1.22**  
Padrões de  
fibra óptica.

Padrão	Taxa	Comprimento de onda	OS1	OS2
100BASE-SX	100Mb/s	850nm		
100BASE-FX	100Mb/s	1310nm		
100BASE-BX	100Mb/s	1310/1550nm	10-40Km	10-40Km
100BASE-LX10	100Mb/s	1310nm	10Km	10Km
1000BASE-SX	1Gb/s	850nm		
1000BASE-LX	1Gb/s	1310nm	5Km	5Km
1000BASE-LX10	1Gb/s	850nm	10Km	10Km
1000BASE-BX10	1Gb/s	1310/1490nm	10Km	10Km
1000BASE-ZX	1Gb/s	1550nm	70Km	70Km
10GBASE-SR/SW	10Gb/s	850nm		
10GBASE-LR/LW	10Gb/s	1310nm	4,2Km	10Km
10GBASE-LRM	10Gb/s	1310nm		
10GBASE-LX4	10Gb/s	1310nm	4,2Km	10Km
10GBASE-ER/EW	10Gb/s	1550nm	8,9Km	22,25Km
10GBASE-ZR/ZW	10Gb/s	1550nm		80Km
40GBASE-SR4	40Gb/s	850nm		
40GBASE-LR4	40Gb/s	1310nm	4.7Km	10Km
100GBASE-SR10	100Gb/s	850nm		
100GBASE-LR4	100Gb/s	1295/1310nm	8.3Km	10Km
100GBASE-LR10	100Gb/s	1310nm	8.3Km	10Km
100GBASE-ER4	100Gb/s	1295/1310nm	16Km	40Km

## Cabeamento estruturado

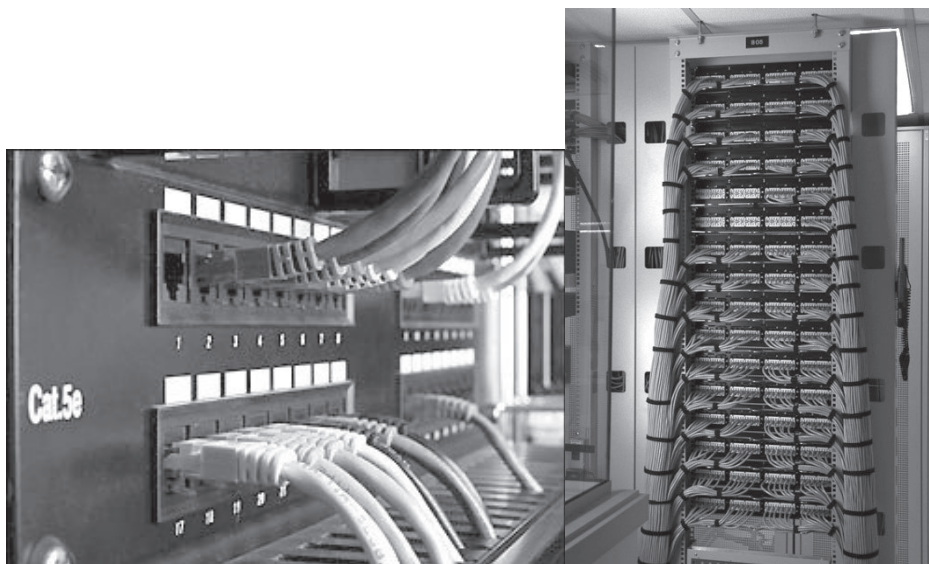
- Norma ANSI/TIA/EIA-568-B.
- Norma NBR 14565 ABNT 2001.
- Cabeamento do prédio inteiro.
- Patch panel.

Montar uma rede doméstica é bem diferente de montar uma rede local de 100 pontos em uma empresa de médio porte. Não apenas porque o trabalho é mais complexo, mas também porque existem normas mais estritas a cumprir.

O padrão para instalação de redes locais em prédios é o ANSI/TIA/EIA-568-B, que especifica normas para a instalação do cabeamento, topologia da rede e outros quesitos, chamados genericamente de cabeamento estruturado. No Brasil, temos a norma NBR 14565, publicada pela ABNT em 2001.

A ideia central do cabeamento estruturado é cabear todo o prédio de forma a colocar pontos de rede em todos os locais onde eles possam ser necessários. Todos os cabos vão para um ponto central, onde ficam os switches e outros equipamentos de rede. Os pontos não precisam ficar necessariamente ativados, mas a instalação fica pronta para quando precisar ser usada. A longo prazo, sai mais barato instalar todo o cabeamento de uma vez, de preferência antes do local ser ocupado, do que fazer modificações a cada vez que for preciso adicionar um novo ponto de rede.

Além dos switches, um equipamento muito usado para a concentração dos cabos é o painel de conexão (patch panel), um intermediário entre as tomadas de parede e outros pontos de conexão e os switches da rede. Os cabos vindos dos pontos individuais são numerados e instalados em portas correspondentes do patch panel e as portas utilizadas são então ligadas aos switches. Veja o detalhe do patch panel na figura a seguir.



**Figura 1.23**  
Patch panel.

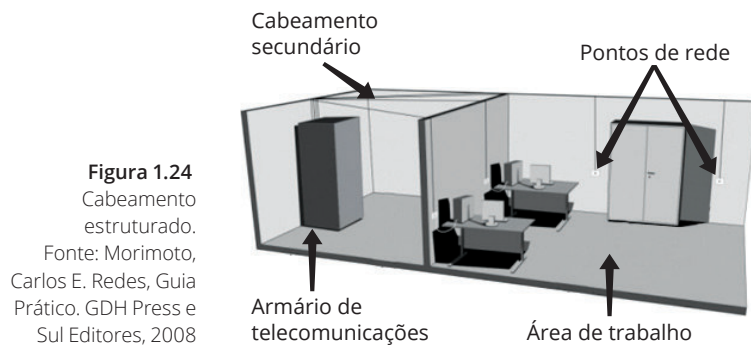
Além de melhorarem a organização dos cabos, os patch panels permitem o uso de um número muito maior de pontos de rede do que de portas nos switches. A ideia é que todo o escritório ou andar do prédio seja cabeadado, com todas as tomadas ligadas ao patch panel.

No caso de um escritório novo, provavelmente poucas tomadas serão usadas no início, permitindo o uso de um único switch. Conforme mais tomadas sejam usadas, são adicionados novos switches e outros componentes de rede, conforme a necessidade. Outra vantagem é que com os cabos concentrados no patch panel, tarefas como desativar um ponto ou ligá-lo a outro segmento da rede (ligando-o a outro switch ou roteador) ficam muito mais simples.

Os patch panels são apenas suportes, sem componentes eletrônicos. Por isso são relativamente baratos, normalmente instalados em bastidores (racks), junto com os switches e outros equipamentos. Os switches são ligados às portas do patch panel através de cabos de rede curtos, chamados de cabos de conexão (patch cords).

### Cabeamento horizontal

Temos em seguida a rede secundária, que na norma internacional é chamada de cabeamento horizontal (horizontal cabling), sendo composta pelos cabos que ligam o armário de telecomunicações às tomadas onde são conectados os computadores da rede. Estes são os cabos permanentes, instalados como parte do cabeamento inicial e usados ainda por muito tempo. Veja a figura a seguir.



Como é possível notar, este sistema prevê o uso de três segmentos de cabo:

- O patch cord ligando o switch ao patch panel;
- O cabo da rede secundária, ligando o patch panel à tomada na área de trabalho;
- O cabo entre a tomada e o computador.

### Cabeamento vertical

O cabeamento vertical (ou backbone) provê a ligação dos armários de telecomunicações com a sala central de equipamentos, sendo constituído dos meios de transmissão, seus conectores e terminações. Para este subsistema é recomendado utilizar:

- Fibra óptica multimodo de 62.5/125 microns;
- Par trançado UTP de 100 Ohms;
- Par trançado STP de 150 Ohms.

Para outras aplicações são indicados os cabos:

- Fibra óptica multimodo tipo 50/125 ou 100/140 microns;
- Fibra óptica monomodo;
- Par trançado STP de 100 Ohms.



## Redes sem fio

Rede sem fio é um conjunto de equipamentos de rede conectados por ondas eletromagnéticas. O meio de comunicação é o ar, ao invés de fios. Uma rede sem fio dispensa cabeamento, tomadas, conectores, dutos, calhas etc. Também conhecida por WLAN (ou Wireless LAN).

A motivação para o uso de rede sem fio pode ser:

- **Mobilidade** – WLANs permitem aos usuários o acesso à informação de qualquer lugar da organização, sem necessidade de procurar um ponto de rede para se conectar, aumentando a flexibilidade e a produtividade.
- **Confiabilidade** – menos fios e conectores significam menos pontos de falha e, portanto, menos problemas para usuários e gerentes de rede.
- **Facilidade de instalação** – WLANs não precisam de caras e demoradas instalações de cabeamento, especialmente em áreas que não tenham sido construídas com a previsão de cabeamento estruturado; dispensam fios pendurados no forro ou nas paredes ou, ainda pior, espalhados pelo chão.
- **Custo** – o custo da instalação de uma WLAN pode ser menor do que o de uma solução cabeada, principalmente em ambientes que sofrem frequentes mudanças de layout.
- **Escalabilidade** – sistemas WLAN são facilmente configurados e remanejados para suportar uma variedade de ambientes de rede, tanto de pequenas como de grandes empresas.



### Componentes da WLAN

- Estações de trabalho e dispositivos sem fio.
- Pontos de acesso.



A Figura 1.21 representa uma rede sem fio típica, onde o roteador sem fio é o ponto central de conexão dos equipamentos que usam a interface de rede sem fio (wireless NIC). Esse roteador é chamado de Ponto de Acesso (Access Point). Os computadores e notebooks na figura representam as estações de trabalho dos usuários que requerem mobilidade e, portanto, não devem ser conectados a pontos fixos de rede, como ocorre com os desktops.

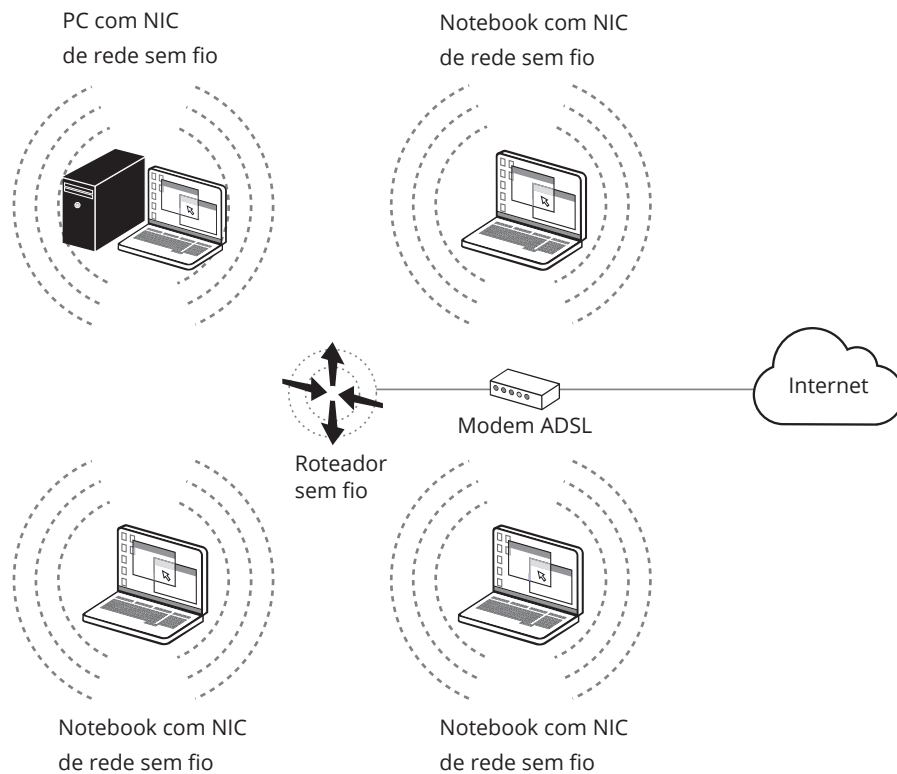


## WLAN de pequeno porte

- Rede sem cabeamento.
- Encontrada em casas e pequenas empresas.



Em instalações pequenas, podemos encontrar backbones WLAN sem rede cabeada, como na Figura 1.25.



**Figura 1.25**  
Backbone WLAN.

Esse tipo de instalação não é usual, principalmente no ambiente corporativo. Os usuários se conectam através de um ponto de acesso (access point), que atua como um switch ou roteador. Cada ponto de acesso pode conectar vários usuários, teoricamente não havendo limite de conexões. Na prática, o limite é a largura de banda disponível para os usuários.



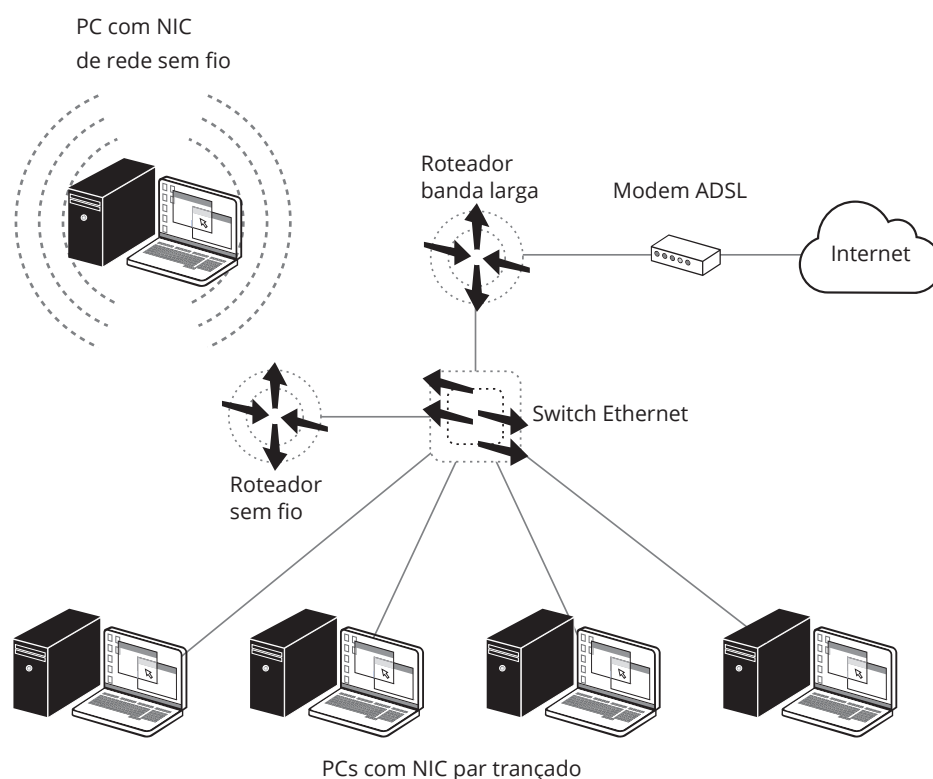
## WLAN corporativa

Integrada à rede cabeada da empresa.



A placa de rede sem fio é tratada pelo sistema operacional (Windows, Linux ou outro) como se fosse uma placa de rede Ethernet comum, simplificando assim a instalação e configuração.

É mais comum a ocorrência de um misto de rede cabeada e WLAN, conforme mostrado na Figura 1.26.



**Figura 1.26**  
Rede integrada LAN e WLAN.

O backbone da rede não exige mobilidade e pode ser cabeado, mesmo porque as exigências de velocidade e capacidade podem exceder as especificações de uma WLAN.

Os usuários, que exigem mobilidade, podem ser conectados via WLAN, integrando assim o melhor dos dois mundos. O ponto de acesso permite conexão à rede cabeada como se fosse um switch ou roteador.

## Padrões WLAN IEEE 802.11

- 802.11b.
- 802.11g.
- 802.11a.
- 802.11n.



Todos os padrões mostrados operam com técnicas de transmissão específicas como, por exemplo, Direct Sequence Spread Spectrum – DSSS (Espalhamento Espectral por Sequência Direta), técnica desenvolvida para fins militares, com o objetivo de confundir a detecção de sinal por terceiros. O sinal resultante se assemelha a um ruído radioelétrico. A frequência de 2.4 GHz, embora tenha maior alcance do que a de 5.8 GHz, está mais sujeita a interferências de outros dispositivos como telefones sem fio, fornos de micro-ondas e controles remotos diversos.

Devido à compatibilidade entre os padrões 802.11b e 802.11g, é comum encontrar notebooks e placas de rede sem fio que suportam os dois padrões. O padrão 802.11n é relativamente mais recente e os equipamentos que o suportam são mais caros e difíceis de encontrar.

Padrão IEEE	Frequência de operação	Técnica de modulação	Velocidade
802.11b 802.11g	2400-2483,5 MHz	DSSS DSSS, OFDM	11 Mbps 54 Mbps
802.11a	5150-5350 MHz 5470-5725 MHz 5725-5850 MHz	OFDM	54 Mbps
802.11n	2400-2483,5 MHz 5150-5350 MHz 5470-5725 MHz 5725-5850 MHz	MIMO-OFDM	600 Mbps

Figura 1.27  
Padrões WLAN  
IEEE 802.11.

Nos padrões 802.11b e 802.11g, as frequências das portadoras variam de 2,401 a 2,473 GHz e são divididas em 11 canais sobrepostos, sendo ortogonais apenas os canais 1, 6 e 11, cada um com largura de banda de 22 MHz e banda de guarda (espaço entre os canais) de 3 MHz. A figura seguinte mostra essa distribuição de frequências pelos diversos canais. No caso de mais de um equipamento operando no mesmo local, é recomendável que cada equipamento utilize um canal ortogonal diferente dos demais, tanto quanto possível. Desta forma a interferência entre eles será mínima.

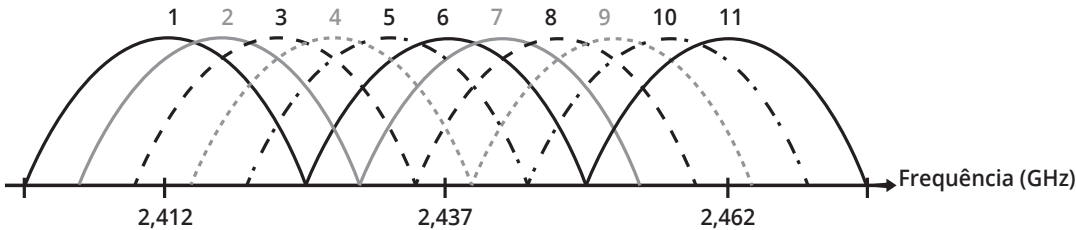


Figura 1.28  
Canais de transmissão WLAN.

### Equipamentos de rede

- Placas de rede.
- Concentradores.
- Switches.
- Roteadores.

Os equipamentos de rede são específicos para operar em rede, não fazendo parte do hardware padrão das estações de trabalho, em geral. Mesmo as interfaces de rede, que já vêm normalmente embutidas nos computadores IBM-PC e notebooks, são consideradas como periféricos opcionais pelo sistema operacional. Se não estiverem presentes, nenhuma funcionalidade da estação de trabalho será comprometida, exceto, é claro, o acesso à rede.

A função principal desses equipamentos de redes é permitir o acesso à rede e o suporte da infraestrutura necessária para o bom funcionamento da rede.



## Placas de rede

As **interfaces** de rede são fisicamente materializadas através das placas de rede, também conhecidas como NIC (Network Interface Card – Cartão de Interface de Rede). A placa de rede é o hardware que permite aos computadores conversarem entre si através da rede. Sua função é controlar todo o envio e recebimento de dados através da rede. Além da arquitetura usada, as placas de rede à venda no mercado diferenciam-se também pela taxa de transmissão, cabos de rede suportados e barramento utilizado.

### Interface

Dispositivo físico ou lógico que faz a adaptação entre dois sistemas.

Cada arquitetura de rede exige um tipo específico de placa de rede; você jamais poderá usar uma placa de rede Token Ring em uma rede Ethernet, pois ela simplesmente não conseguirá comunicar-se com as demais. As placas de rede mais usadas são as placas Ethernet. Elas adotam um esquema de endereçamento específico para identificar os computadores na rede local Ethernet, chamado de endereço MAC (MAC Address).

- Cada placa Ethernet tem um único endereço MAC.
- Endereços MAC proveem uma forma dos computadores se identificarem, fornecendo um nome único e permanente.

Os 3 primeiros octetos identificam o fabricante (OUI) e os 3 últimos a placa de rede propriamente dita. O fabricante assume o compromisso de não repetir endereços.

## Endereços MAC

Gravados na memória ROM da placa de rede, identificam origem e destino do quadro Ethernet. Têm 48 bits expressos em hexadecimal:

- 24 bits – OUI.
- 24 bits – número serial.

Endereços MAC são chamados às vezes de Burned-in Addresses (BIAs), porque são “queimados” na memória ROM da placa de rede e copiados na RAM quando a NIC inicializa. Possuem 48 bits em comprimento, expressos como 12 dígitos em hexadecimal; os primeiros 6 dígitos hexadecimais são administrados pelo IEEE e identificam o fabricante, sendo chamados de Organizational Unique Identifier (OUI); os 6 dígitos hexadecimais restantes traduzem o número serial da placa de rede.

O protocolo Ethernet usa endereço MAC para identificar origem e destino do quadro Ethernet. Quando um computador envia um quadro Ethernet, ele inclui o endereço MAC na sua placa de rede (NIC) como o endereço MAC de origem.

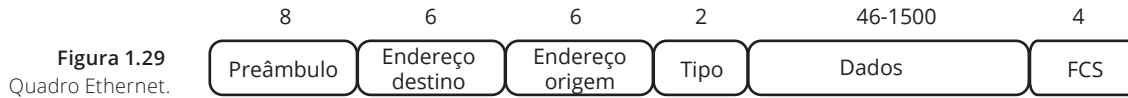
Analogia: como se, ao enviar uma carta, usássemos apenas um nome, ao invés de um endereço estruturado com CEP.

Desvantagens dos endereços MAC:

- Não identificam a rede, apenas o equipamento.
- Não são estruturados hierarquicamente e são considerados “flat address space”.
- Devido a essa característica, não são roteáveis de uma rede para outra.

## Quadro Ethernet

A figura a seguir mostra os campos do quadro Ethernet, destacando os campos de endereço.



Descrição dos campos:

- **Preâmbulo** – sequência de 8 octetos com a finalidade específica de sincronizar os relógios (clock) do receptor com o do transmissor; os primeiros 7 octetos têm o mesmo conteúdo (em binário): 10101010 e o oitavo octeto (Start Field Delimiter) tem o seguinte conteúdo (em binário): 10101011;
- **Endereço destino** – endereço MAC da estação de destino do quadro; quando o quadro se destina a todas as estações da rede local (broadcast) o endereço é (em hexadecimal): ff:ff:ff:ff:ff:ff;
- **Endereço origem** – endereço MAC da estação que enviou o quadro;
- **Tipo** – indica o protocolo de camada de rede que está sendo encapsulado no quadro; os valores mais comuns nesse campo são (em hexadecimal): 0x8000 (protocolo IP – Internet Protocol) e 0x0806 (protocolo ARP – Address Resolution Protocol);
- **Dados** – campo que contém os dados recebidos da camada de rede, como por exemplo um datagrama IP; o tamanho mínimo desse campo é de 46 octetos e o máximo de 1500 octetos;
- **Frame Check Sequence (FCS)** – campo de verificação de erros; se algum bit do quadro estiver corrompido, este campo indicará que o quadro está errado, mas não indicará o erro. Portanto, o quadro será descartado na impossibilidade de corrigi-lo.

### Exercício de fixação 1

#### Identificando as informações da interface de rede

No prompt de comando do Windows, utilize o comando `ipconfig /all` e identifique as informações da interface de rede do desktop da sala de aula.

Descrição do adaptador físico: \_\_\_\_\_

Endereço físico: \_\_\_\_\_

Endereço IP: \_\_\_\_\_

Máscara de rede: \_\_\_\_\_

Gateway padrão: \_\_\_\_\_

Faça a mesma consulta ao Linux da máquina virtual CORE disponibilizado no desktop. Para isto utilize o comando `ifconfig`.

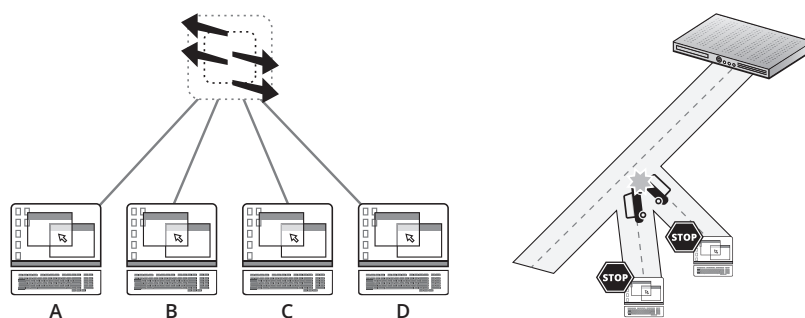


Caso possua outro dispositivo com tecnologia wireless, como celular ou tablet, procure identificar estas informações no seu aparelho.

## Concentradores

- Todos os dispositivos conectados ao concentrador estão no mesmo domínio de colisão.
- Dispositivos compartilham banda sob demanda.

Concentradores (hubs) são pontos de conexão para dispositivos em uma rede, que contêm múltiplas portas e são usados para conectar segmentos de uma LAN. Quando um pacote chega a uma porta, este é copiado para as outras portas; assim, todos os segmentos podem “ver” todos os pacotes. Um hub passivo simplesmente serve de conduto para os dados, habilitando-o a ir de um dispositivo (ou segmento) para outro.



**Figura 1.30**  
Analogia para  
o funcionamento  
de um hub.

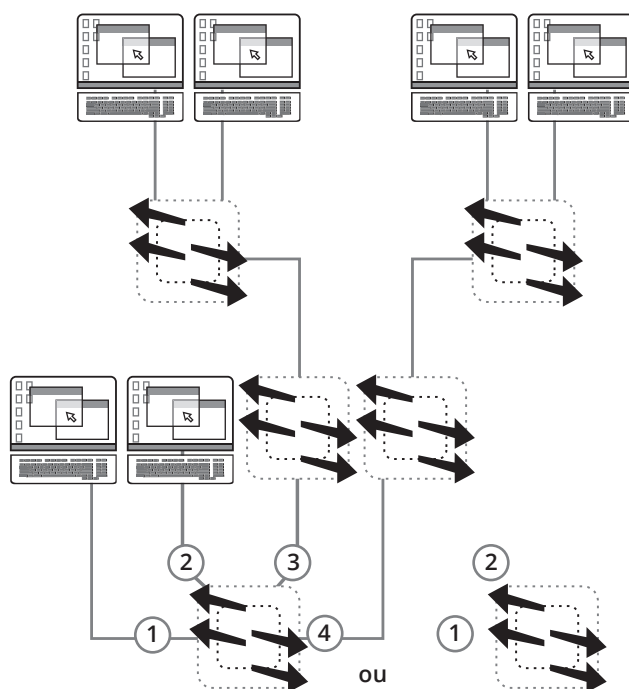
Todos os dispositivos conectados em um concentrador estão no mesmo domínio de colisão; o domínio de colisão é definido como um conjunto de equipamentos, em que apenas um pode transmitir de cada vez. Os equipamentos conectados a um hub, independente da quantidade de portas, estão todos no mesmo domínio de colisão. A banda disponível é dividida pelos dispositivos conectados. Enquanto A fala com B, C não pode falar com D: um único domínio de colisão. Por esse motivo, equipamentos do tipo hub não são recomendados nos dias de hoje.

A Figura 1.25 compara concentradores (hubs) com uma autoestrada de uma única faixa de rolamento e com múltiplos pontos de acesso (entradas e saídas). Quanto mais pontos de entrada na autoestrada, maior a probabilidade de ocorrer uma colisão. Analogamente, quanto maior for o número de estações terminais (hosts) conectadas em um concentrador (hub) tentando acessar o meio físico, maior será a probabilidade de ocorrerem colisões.

## Switches

- Cada segmento de rede tem seu próprio domínio de colisão.
- Cada porta do switch é um domínio de colisão.
- O switch é capaz de ler os endereços MAC de origem e destino.

Para reduzir o número de colisões, um switch pode ser “dividido” em vários segmentos, cada um definindo um domínio de colisão distinto. Um switch de 24 portas possui 24 domínios de colisão.

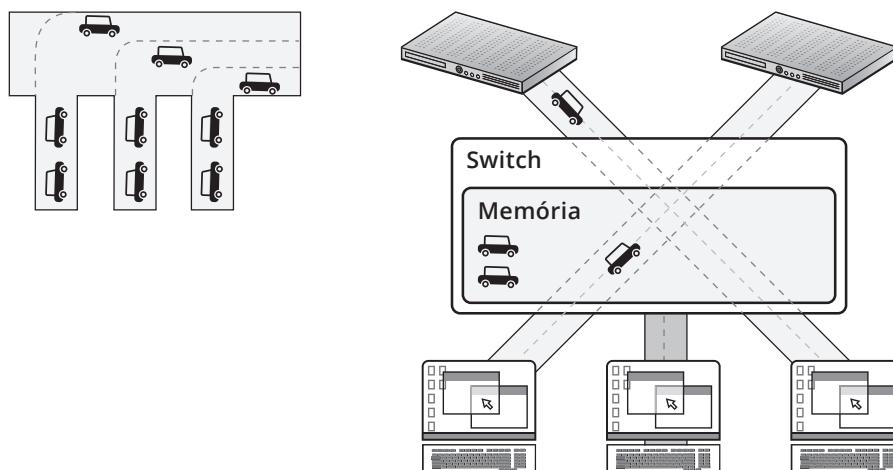


**Figura 1.31**  
Esquema de  
operação de switch.

### Funcionamento do switch

A grande vantagem do switch, em relação ao hub, decorre do fato do switch ser capaz de ler os endereços MAC de origem e destino no quadro Ethernet, enquanto o hub não lê os endereços MAC, apenas repete os quadros que entram por uma porta para todas as demais.

Switch Ethernet é o equipamento que realiza a função de comutação de quadros na camada de enlace. Em redes Ethernet, os quadros da LAN são transferidos através da rede, com base nos endereços de origem e destino contidos no cabeçalho MAC do quadro. Essencialmente, é a mesma coisa que bridging, mas sempre empregando hardware dedicado para realizar a comutação (switching).



**Figura 1.32**  
Analogia do  
funcionamento  
de switches.

A Figura 1.32 compara um switch a uma autoestrada. Compare com a figura do concentrador (hub), observando as diferenças e semelhanças. Note que a estrada tem várias faixas de rolamento, uma para cada domínio de colisão.

## Roteadores

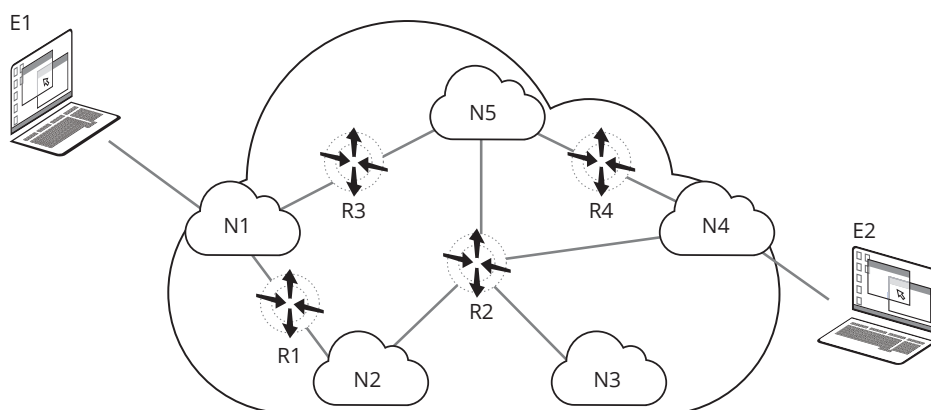
Roteadores são dispositivos de rede mais tradicionais, como de backbone das intranets e da internet. Eles tomam decisões baseadas nos endereços de rede. Atualmente é comum que switches desempenhem funções de roteador. Principais funções:

- Seleção dos melhores caminhos de saída para os pacotes de entrada.
- Roteamento destes pacotes para a interface de saída apropriada.

Roteador é o dispositivo responsável pelo encaminhamento de pacotes de comunicação em uma rede ou entre redes. Tipicamente, uma instituição, ao se conectar à internet, deverá adquirir um roteador para conectar sua rede local (LAN) ao ponto de presença mais próximo.

Roteadores escolhem os melhores caminhos através da construção de tabelas de roteamento e da troca de informações de rede com outros roteadores da rede. Esta troca, que pode ser realizada de várias formas e com diferentes algoritmos, caracteriza os protocolos de roteamento. Exemplos de protocolos de roteamento: RIPv1, RIPv2, OSPF, EIGRP, BGP, IS-IS.

Um exemplo simples de roteador é o roteador sem fio usado em instalações de pequeno porte, também conhecido como roteador doméstico, que tem uma porta WAN (que se conecta à internet através de um provedor) e uma porta LAN para conectar a rede local do usuário. Essa rede local do usuário pode ser sem fio, através de adaptadores de redes sem fio (NIC ou adaptadores USB) ou com fio, conectada através do switch embutido no próprio roteador (usualmente com 4 portas LAN).



**Figura 1.33**  
Escolha do melhor caminho pelo roteador.

É possível configurar manualmente (estaticamente) tabelas de roteamento, mas em geral elas são mantidas e atualizadas dinamicamente pelos protocolos de roteamento, que trocam informações sobre a topologia de rede com outros roteadores vizinhos. O estudo avançado de protocolos de roteamento não faz parte do programa deste curso.

Roteadores mantêm tabelas de roteamento construídas a partir da troca de informações entre roteadores vizinhos. Antes de qualquer roteamento, o administrador deve configurar o roteador para adquirir, estática ou dinamicamente, informações que popularão sua tabela de roteamento.



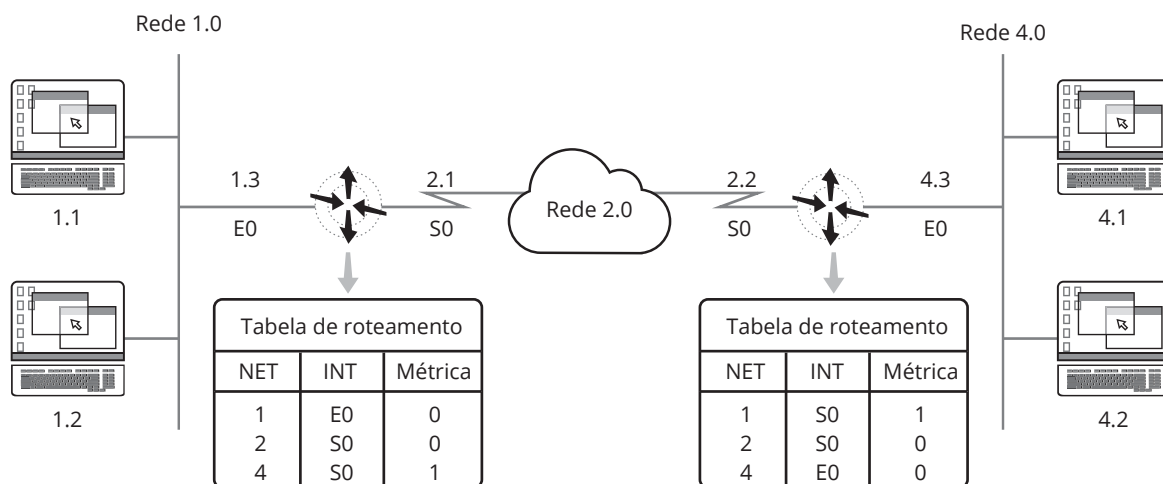
Funções dos roteadores:

- Determinação do melhor caminho;
- Endereçamento lógico;
- Conexão com serviços WAN.

Um tipo comum de roteador é o ponto de acesso sem fio.

### Tabelas de roteamento

- Endereçamento lógico permite hierarquização das redes.
- Requer configuração: não é “plug and play”.
- Usa informação configurada para identificar os melhores caminhos.



**Figura 1.34**  
Tabelas de roteamento.

As tabelas de roteamento da figura anterior mostram o caminho para chegar às redes. Cada interface do roteador fica numa rede diferente. As interfaces conectadas às LANs são chamadas E0, E1 ..., enquanto as conectadas às WANs são chamadas S0, S1 etc. A métrica fornece uma ideia da distância até a rede, isto é, da quantidade de roteadores no caminho até o destino. Essa métrica é chamada de “Vetor Distância” e mede a quantidade de saltos (hops) até o destino final.

Veremos mais adiante que o endereçamento lógico em redes TCP/IP usa o endereço IP no formato de notação decimal pontuada como, por exemplo, 200.130.26.201, onde cada número representa um octeto, totalizando 4 octetos ou 32 bits. O esquema de endereçamento IP adota uma abordagem hierárquica que identifica a rede e a estação dentro da rede, utilizando a máscara de rede para separar a identificação da rede da identificação da estação. A máscara de rede também adota o formato de notação decimal pontuada, tendo bits 1 no identificar de rede e bits 0 no identificador de estação. Por exemplo, a máscara 255.255.255.0 indica que o identificador de rede possui 24 bits e o identificador de estação possui 8 bits. Veremos também que o roteador que encaminha pacotes para outras redes é denominado gateway padrão, sendo também identificado com um endereço IP.