

## *Visão Geral*

### **Objetivos**

A Parte 1 provê uma idéia geral do que veremos no restante do livro. Serão discutidos quatro conceitos principais: comunicações de dados, redes, protocolos e padrões, bem como modelos de redes.

As redes existem de forma que dados possam ser enviados de um lugar a outro — o conceito básico de *comunicação de dados*. Para compreender completamente esse assunto, precisamos conhecer os componentes da comunicação de dados, como diferentes tipos de dados podem ser representados e como criar um fluxo de dados.

A comunicação de dados entre sistemas remotos pode ser atingida por meio de um processo denominado *rede*, envolvendo a conexão de computadores, mídia e dispositivos de rede. As redes são divididas em duas categorias principais: redes locais (LANs) e redes remotas (WANs). Esses dois tipos têm diferentes características e diferentes funcionalidades. A Internet, o foco principal do livro, é um conjunto de redes LANs e WANs interconectadas por dispositivos de ligação entre elas.

*Protocolos e padrões* são vitais para a implementação das comunicações de dados e das redes. Os protocolos se referem às regras; um padrão é um protocolo que tem sido amplamente adotado por fornecedores e fabricantes.

Os *modelos de redes* servem para organizar, unificar e controlar os componentes de hardware e software das comunicações de dados e das redes. Embora o termo “modelo de rede” sugira uma relação exclusiva com a rede, o modelo também engloba as comunicações de dados.

### **Capítulos**

A primeira parte consiste de dois capítulos: Capítulos 1 e 2.

#### *Capítulo 1*

No Capítulo 1, introduziremos os conceitos de comunicações de dados e de redes. Discutiremos os componentes das comunicações de dados, representação de dados e o fluxo de dados. Em seguida, partiremos para a estrutura das redes que transportam dados. Abordaremos as topologias de redes, as categorias das redes e o conceito geral que está por trás da Internet. A seção sobre protocolos e padrões fornece uma rápida visão das organizações que estabelecem padrões em comunicações de dados e redes.

## *Capítulo 2*

Os dois modelos de redes predominantes são o Open Systems Interconnection (OSI) e o modelo Internet (TCP/IP). O primeiro é um modelo teórico; o segundo é o modelo atual utilizado nas comunicações de dados. No Capítulo 2, discutiremos, em primeiro lugar, o modelo OSI para obtermos uma base teórica geral. Em seguida, nos concentraremos no modelo Internet que é a base para o restante deste livro.

## *Introdução*

As comunicações de dados e as redes estão mudando a maneira pela qual fazemos negócios e o modo como vivemos. As decisões no mundo dos negócios têm de ser tomadas de forma cada vez mais rápida e aqueles que o fazem precisam obter acesso imediato a informações precisas. Por que esperar uma semana pela chegada de um relatório da Alemanha pelo correio quando ele poderia ser transmitido de forma quase instantânea por meio das redes de computadores? Hoje em dia, as empresas dependem de redes de computadores e das ligações entre as redes. Antes, porém de perguntarmos com que rapidez conseguimos nos conectar, precisamos saber como as redes operam, que tipos de tecnologias estão disponíveis e qual arquitetura atende melhor a determinado tipo de conjunto de necessidades.

O desenvolvimento do computador pessoal possibilitou grandes mudanças nas empresas, nas indústrias, nas ciências e na educação. Uma revolução semelhante está ocorrendo nas comunicações de dados e nas redes. Avanços tecnológicos estão tornando possível que links de comunicação transportem um número cada vez maior de sinais e de forma mais rápida. Como consequência, os serviços estão evoluindo e possibilitando o uso dessa capacidade expandida. Por exemplo, serviços de telefonia estabelecidos por teleconferência, espera de chamadas, correio de voz e identificação de chamadas foram estendidos.

As pesquisas em comunicações de dados e redes resultaram em novas tecnologias. Um dos objetivos é estar apto a trocar dados como texto, áudio e vídeo de todas as partes do planeta. Queremos acessar a Internet para fazer *download* e *upload* de informações de forma rápida e precisa e a qualquer momento.

O presente capítulo trata de quatro questões: comunicações de dados, redes, a Internet e, finalmente, protocolos e padrões. Em primeiro lugar, apresentamos uma definição ampla de comunicações de dados. Em seguida, definimos redes como uma auto-estrada na qual os dados podem trafegar. A Internet é abordada como um bom exemplo de uma ligação entre redes (isto é, uma rede de redes). Finalmente, discutimos diferentes tipos de protocolos, a diferença entre protocolos e padrões e as organizações que estabelecem esses padrões.

---

### 1.1 COMUNICAÇÃO DE DADOS

Quando nos comunicamos, estamos compartilhando informações. Esse compartilhamento pode ser local ou remoto. Entre indivíduos, a comunicação local se dá normalmente frente a frente, ao passo que a comunicação remota ocorre a distância. O termo *telecomunicação* abrange telefonia, telegrafia e televisão e comunicação a distância (*tele*, em grego, quer dizer “distante”).

A palavra **dados** se refere a informações apresentadas em qualquer forma que seja acordada entre as partes que criam e usam os dados.

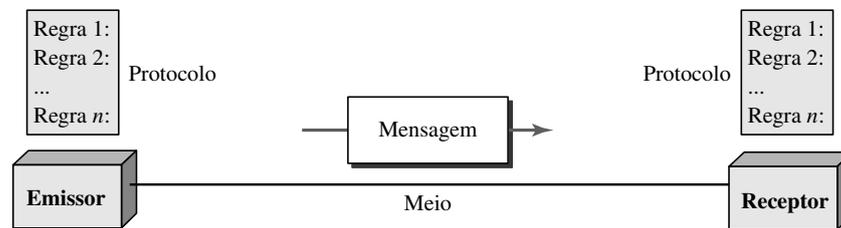
**Comunicação de dados** são as trocas de dados entre dois dispositivos por intermédio de algum tipo de meio de transmissão, como um cabo condutor formado por fios. Para que as comunicações de dados ocorram, os dispositivos de comunicação devem fazer parte de um sistema de comunicações, composto por uma combinação de hardware (equipamentos físicos) e software (programas). A eficácia de um sistema de comunicações de dados depende de quatro características fundamentais: entrega, precisão, sincronização e *jitter*.

1. **Entrega.** O sistema deve entregar dados no destino correto. Os dados têm de ser recebidos pelo dispositivo ou usuário pretendido e apenas por esse dispositivo ou usuário.
2. **Precisão.** O sistema deve entregar os dados de forma precisa. Dados que foram alterados na transmissão e deixados sem correção são inúteis.
3. **Sincronização.** O sistema deve entregar dados no momento certo. Dados entregues com atraso são inúteis. No caso de vídeo e áudio, a entrega em tempo significa fornecer os dados à medida que eles são produzidos e sem atrasos consideráveis. Esse tipo de entrega é denominado transmissão em *tempo real*.
4. **Jitter.** *Jitter* refere-se à variação no tempo de chegada dos pacotes. É o atraso desigual na entrega de pacotes de áudio e vídeo. Suponhamos, por exemplo, que pacotes de vídeo sejam enviados a cada 30 min. Se alguns desses pacotes chegarem com um atraso de 30 min e outros com um atraso de 40 min, o resultado será uma qualidade de vídeo irregular.

## Componentes

Um sistema de comunicação de dados é formado por cinco componentes (ver Figura 1.1).

**Figura 1.1** Os cinco componentes da comunicação de dados



1. **Mensagem.** As **mensagens** são as informações (dados) a serem transmitidas. Entre as formas populares de informação, temos: texto, números, figuras, áudio e vídeo.
2. **Emissor.** O **emissor** é o dispositivo que envia a mensagem de dados. Pode ser um computador, estação de trabalho, aparelho telefônico, televisão e assim por diante.
3. **Receptor.** O **receptor** é o dispositivo que recebe a mensagem. Pode ser um computador, estação de trabalho, aparelho telefônico, televisão e assim por diante.
4. **Meio de transmissão.** O **meio de transmissão** é o caminho físico pelo qual uma mensagem trafega do emissor ao receptor. Alguns exemplos de meio de transmissão são os seguintes: cabo de par trançado, cabo coaxial, cabo de fibra óptica e ondas de rádio.
5. **Protocolo.** O **protocolo** é um conjunto de regras que controla a comunicação de dados. Representa um acordo entre os dispositivos de comunicação. Sem um protocolo, dois

dispositivos podem estar conectados, mas, sem se comunicar. De modo semelhante, uma pessoa que fala francês não consegue entender outra que fala apenas o idioma japonês.

## Representação de Dados

As informações de hoje são transmitidas por diversas formas, tais como por texto, números, imagens, áudio e vídeo.

### *Texto*

Em comunicação de dados, o texto é representado como um padrão de bits, uma seqüência de bits (0s ou 1s). Os diferentes conjuntos de padrões de bits foram elaborados para representar símbolos de texto. Cada conjunto é chamado **código** e o processo de representação de símbolos é denominado codificação. Hoje em dia, o sistema de codificação predominante é denominado **Unicode**, que usa 32 bits para representar um símbolo ou caractere usado em qualquer linguagem do mundo. O **American Standard Code for Information Interchange (ASCII)**, desenvolvido algumas décadas atrás nos Estados Unidos, agora constitui os 127 primeiros caracteres do Unicode e é também conhecido como **Basic Latin**. O Apêndice A inclui partes do Unicode.

### *Números*

Os números também são representados por padrões de bits. Entretanto, um código como o ASCII não é usado para representar números; o número é convertido diretamente em binário para simplificar as operações matemáticas. O Apêndice B apresenta vários tipos de sistemas de numeração diferentes.

### *Imagens*

As **imagens** também são representadas por padrões de bits. Em sua forma mais simples, uma imagem é composta por uma matriz de pixels (*picture elements*), em que cada pixel é um pequeno ponto. O tamanho do pixel depende de sua *resolução*. Por exemplo, uma imagem pode ser dividida em 1.000 ou 10.000 pixels. No segundo caso, há uma representação melhor da imagem (melhor resolução); contudo, é necessário mais memória para armazená-la.

Após uma imagem ser dividida em pixels, é atribuído a cada um deles um padrão de bits. O tamanho e o valor do padrão dependem da imagem. Para uma imagem formada apenas por pontos em preto-e-branco (por exemplo, um tabuleiro de xadrez), um padrão de 1 bit é suficiente para representar um pixel.

Se uma imagem não for composta por pixels em preto-e-branco puros, podemos aumentar o tamanho do padrão de bits para incluir uma escala de tons de cinza. Por exemplo, para mostrar quatro níveis de tons de cinza, podemos usar padrões de 2 bits. Um pixel preto pode ser representado por 00, um pixel cinza-escuro por 01, um pixel cinza-claro por 10 e um pixel branco por 11.

Existem vários métodos para a representação de imagens coloridas. Um dos métodos é denominado **RGB**, assim chamado porque cada cor é formada por uma combinação de três cores primárias: vermelha, verde e azul (*Red, Green e Blue*, em inglês). A intensidade de cada cor é medida e um padrão de bits é atribuído a ela. Outro método é conhecido por **YCM**, no qual uma cor é composta por uma combinação de três outras cores primárias: amarela, ciano e magenta (*Yellow, Cyan e Magenta*, em inglês).

### *Áudio*

**Áudio** se refere ao registro ou transmissão (difusão) de som ou música. O áudio é, por natureza, diferente de texto, números ou imagens. Ele é contínuo, não discreto. Mesmo quando usamos

um microfone para transformar a voz ou a música em um sinal elétrico, criamos um sinal contínuo. Nos Capítulos 4 e 5, aprenderemos como transformar som ou música em um sinal digital ou analógico.

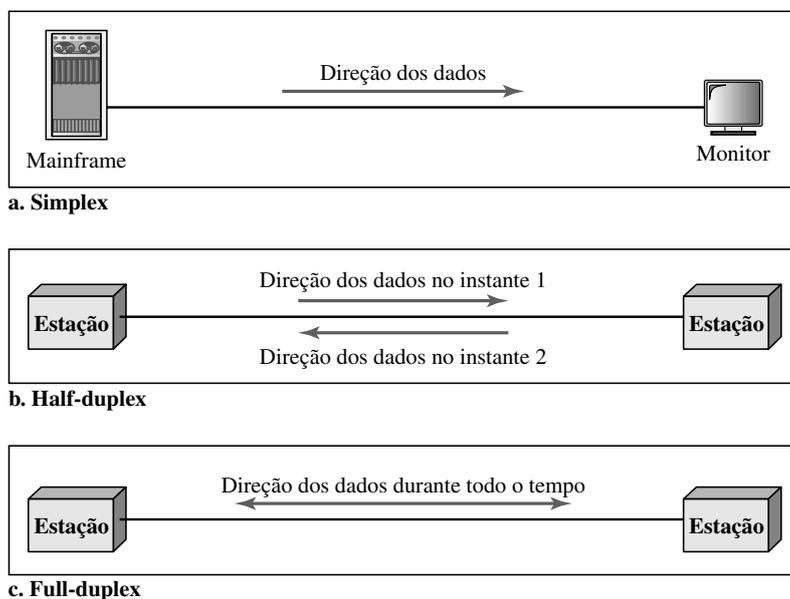
### *Vídeo*

**Vídeo** se refere ao registro ou à transmissão (difusão) de uma imagem ou filme. O vídeo pode ser produzido tanto como uma entidade contínua (por exemplo, por uma câmera de TV) quanto pode ser uma combinação de imagens, cada uma delas uma entidade discreta, dispostas para transmitir a idéia de movimento. Enfatizando, podemos transformar vídeo em um sinal digital ou analógico, como será visto nos Capítulos 4 e 5.

### **Fluxo de Dados**

A comunicação entre dois dispositivos pode ser simplex, half-duplex ou full-duplex, conforme mostrado na Figura 1.2.

**Figura 1.2** *Fluxo de dados (simplex, half-duplex e full-duplex)*



### *Simplex*

No **modo simplex**, a comunicação é unidirecional, como em uma via de mão única. Apenas um dos dois dispositivos em um link pode transmitir; o outro pode apenas receber (ver Figura 1.2a).

Teclados e monitores tradicionais são exemplos de dispositivos simplex. O teclado só é capaz de introduzir informações; o monitor pode somente mostrar as saídas. O modo simplex pode usar toda a capacidade do canal para enviar dados em uma única direção.

### *Half-Duplex*

No **modo half-duplex**, cada estação pode transmitir, assim como receber, mas não ao mesmo tempo. Quando um dispositivo está transmitindo, o outro pode apenas receber e vice-versa (ver Figura 1.2b).

O modo half-duplex é como uma estrada de pista única com tráfego permitido em ambas as direções. Quando carros estão trafegando em uma direção, os veículos que vêm no outro sentido têm de esperar. Em uma transmissão half-duplex, toda a capacidade de um canal é capturada por um dos dois dispositivos que está transmitindo no momento. *Walkie-talkies* e rádios CB (faixa do cidadão) são exemplos de sistemas half-duplex.

O modo half-duplex é usado nos casos em que não existem necessidades de comunicação em ambas as direções e ao mesmo tempo; toda a capacidade do canal pode ser utilizada em uma direção.

### *Full-Duplex*

No **modo full-duplex** (também chamado **duplex**), ambas as estações podem transmitir e receber simultaneamente (ver Figura 1.2c).

O modo full-duplex é como uma via de mão dupla com tráfego fluindo em ambas as direções ao mesmo tempo. No modo full-duplex, sinais indo em uma direção compartilham a capacidade do link com sinais indo na outra direção. Esse compartilhamento pode ocorrer de duas maneiras: 1) O link contém dois caminhos de transmissão separados fisicamente, um para a transmissão e outro para recepção; 2) a capacidade do canal é dividida entre os sinais que trafegam em ambas as direções.

Um exemplo comum de comunicação full-duplex é a rede telefônica. Quando duas pessoas estão se comunicando através de uma linha telefônica, estas podem conversar e ouvir ao mesmo tempo.

O modo full-duplex é usado quando é necessária a comunicação em ambas as direções durante o tempo todo. Entretanto, a capacidade total do canal tem de ser dividida entre as duas direções.

## 1.2 REDES

Uma **rede** é um conjunto de dispositivos (normalmente conhecido como *nós*) conectados por links de comunicação. Um nó pode ser um computador, uma impressora ou outro dispositivo de envio e/ou recepção de dados, que estejam conectados a outros nós da rede.

### **Processamento Distribuído**

A maioria das redes utiliza **processamento distribuído**, no qual uma tarefa é dividida entre vários computadores. Em vez de uma única máquina grande ser responsável por todos os aspectos de um processo, computadores distintos (geralmente um computador pessoal ou estação de trabalho) processam um subconjunto de processos.

### **Critérios de Redes**

Uma rede deve ser capaz de atender a certo número de critérios. Os mais importantes são: desempenho, confiabilidade e segurança.

### *Desempenho*

O **desempenho** pode ser medido de várias formas, inclusive pelo tempo de trânsito. Tempo de trânsito é a quantidade de tempo necessária para uma mensagem trafegar de um dispositivo a outro. O tempo de resposta é o tempo decorrido entre uma solicitação e sua resposta. O desempenho

de uma rede depende de uma série de fatores, inclusive o número de usuários, os tipos de meios de transmissão, as capacidades do hardware conectado e a eficiência do software.

O desempenho é normalmente avaliado por duas métricas de rede: **capacidade de vazão** (*throughput*) e **atraso** (*delay*). Em geral, precisamos de mais capacidade de vazão e menos atraso. Entretanto, esses dois critérios são contraditórios. Se tentarmos enviar mais dados para a rede, podemos aumentar o *throughput*, mas aumentamos o *delay* em razão do congestionamento de tráfego na rede.

### *Confiabilidade*

Além da precisão na entrega, a **confiabilidade** das redes é medida pela frequência de falhas, pelo tempo que um link leva para se recuperar de uma falha e pela robustez da rede em caso de uma catástrofe.

### *Segurança*

Entre as principais questões de **segurança** de rede, temos: proteção ao acesso não autorizado de dados, proteção dos dados contra danos e o desenvolvimento e a implementação de políticas e procedimentos para a recuperação de violações e perdas de dados.

## **Estruturas Físicas**

Antes de discutirmos as redes, precisamos definir alguns de seus atributos.

### *Tipo de Conexão*

Rede são dois ou mais dispositivos conectados através de links. Um link é um caminho de comunicação que transfere dados de um dispositivo a outro. Para fins de visualização, é mais simples imaginar qualquer link como uma reta entre dois pontos. Para ocorrer a comunicação, dois dispositivos devem ser conectados de alguma maneira ao mesmo link ao mesmo tempo. Há dois tipos possíveis de conexões: ponto a ponto e multiponto.

**Ponto a Ponto** Uma **conexão ponto a ponto** fornece um link dedicado entre dois dispositivos. Toda a capacidade do link é reservada para a transmissão entre os dois dispositivos. A maioria das conexões ponto a ponto usa um pedaço real de fio ou de cabo para conectar as duas extremidades. Outras opções, porém, como links via satélite ou microondas, também são possíveis (ver Figura 1.3a). Quando mudamos os canais de televisão por controle remoto infravermelho estamos estabelecendo uma conexão ponto a ponto entre o controle remoto e o sistema de controle da TV.

**Multiponto** Uma **conexão multiponto** (também chamada **multidrop**) é uma conexão na qual mais de dois dispositivos compartilham um único link (ver Figura 1.3b).

Em um ambiente multiponto, a capacidade do canal é compartilhada, seja de forma espacial, seja de forma temporal. Se diversos dispositivos puderem usar o link simultaneamente, ele é chamado conexão *compartilhada espacialmente*. Se os usuários tiverem de se revezar entre si, trata-se de uma conexão *compartilhada no tempo*.

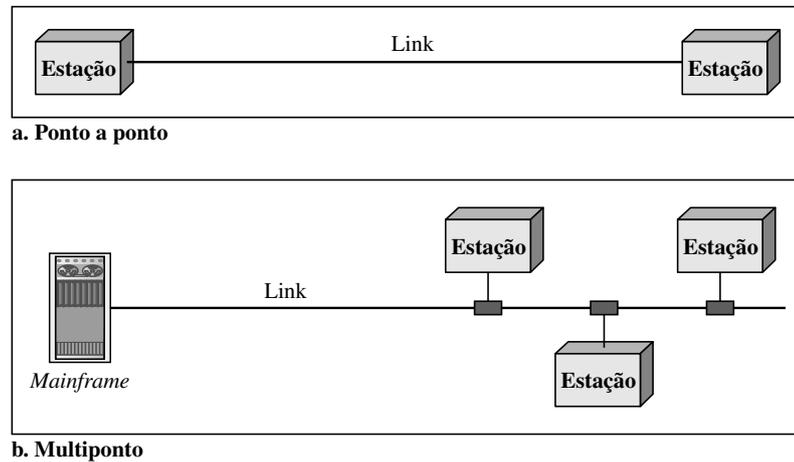
### *Topologia Física*

O termo **topologia física** se refere à maneira pela qual uma rede é organizada fisicamente. Dois ou mais dispositivos se conectam a um link; dois ou mais links formam uma topologia. A topologia

---

**Figura 1.3** Tipos de conexões: ponto a ponto e multiponto
 

---



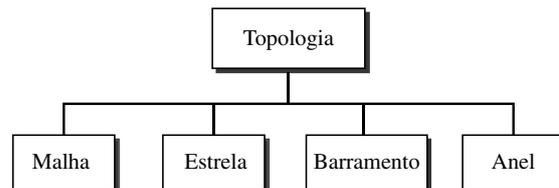

---

de uma rede é a representação geométrica da relação de todos os links e os dispositivos de uma conexão (geralmente denominados **nós**) entre si. Existem quatro topologias básicas possíveis: malha, estrela, barramento e anel (ver Figura 1.4).

---

**Figura 1.4** Tipos de topologia
 

---




---

**Malha** Em uma **topologia de malha**, cada dispositivo possui um link ponto a ponto dedicado com cada um dos demais dispositivos. O termo *dedicado* significa que o link transporta tráfego apenas entre os dois dispositivos que ele conecta. Para encontrar o número de links físicos em uma rede em malha totalmente conectada com  $n$  nós, precisamos considerar primeiro que cada nó deve estar conectado a cada um dos demais nós. O nó 1 deve estar conectado a  $n - 1$  nós, o nó 2 deve estar conectado a  $n - 1$  nós e, finalmente, o nó  $n$  deve estar conectado a  $n - 1$  nós. Precisamos de  $n(n - 1)$  links físicos. Entretanto, se cada link físico permitir a comunicação em ambas as direções (modo duplex), podemos dividir o número de links por 2. Em outras palavras, podemos afirmar que, em uma topologia de malha, precisamos de

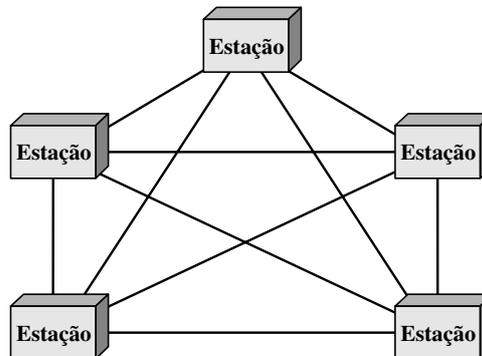
$$n(n - 1) / 2$$

Para acomodar todos esses links, cada dispositivo da rede deve ter  $(n - 1)$  portas de entrada/saída (I/O) (ver Figura 1.5) a serem conectadas às demais  $(n - 1)$  estações.

---

**Figura 1.5** *Topologia de malha completamente conectada (cinco dispositivos)*

---



Uma topologia em malha oferece várias vantagens em relação às demais topologias de rede. Em primeiro lugar, o uso de links dedicados garante que cada conexão seja capaz de transportar seu próprio volume de dados, eliminando, portanto, os problemas de tráfego que possam ocorrer quando os links tiverem de ser compartilhados por vários dispositivos. Em segundo, uma topologia de malha é robusta. Se um link se tornar inutilizável, ele não afeta o sistema como um todo. O terceiro ponto é que há uma vantagem de privacidade e segurança. Quando qualquer mensagem trafega ao longo de uma linha dedicada, apenas o receptor pretendido a vê. Os limites físicos impedem que outros usuários acessem essa mensagem. Finalmente, os links ponto a ponto facilitam a identificação de falhas, bem como o isolamento destas. O tráfego pode ser direcionado de forma a evitar links com suspeita de problemas. Essa facilidade permite ao administrador de redes descobrir a localização exata da falha e ajuda na descoberta de sua causa e solução.

As principais desvantagens de uma topologia em malha estão relacionadas à quantidade de cabeamento e o número de portas I/O necessárias. Em primeiro lugar, como cada dispositivo tem de estar conectado a cada um dos demais, a instalação e a reconstrução são trabalhosas. Em segundo, o volume do cabeamento pode ser maior que o espaço disponível (nas paredes, tetos ou pisos) seja capaz de acomodar. Finalmente, o hardware necessário para conectar cada link (portas I/O e cabos) pode ter um custo proibitivo. Por tais razões, uma topologia de malha normalmente é implementada de forma limitada, por exemplo, em um *backbone* conectando os principais computadores de uma rede híbrida, que pode conter diversas topologias diferentes.

Um exemplo prático de uma topologia de malha é a conexão de escritórios regionais via telefone, no qual cada escritório regional precisa estar conectado a cada um dos demais escritórios regionais.

**Topologia estrela** Em uma **topologia estrela**, cada dispositivo tem um link ponto a ponto dedicado ligado apenas com o controlador central, em geral denominado **hub**. Os dispositivos não são ligados diretamente entre si. Diferentemente de uma topologia de malha, uma topologia estrela não permite tráfego direto entre os dispositivos. O controlador atua como uma central telefônica: se um dispositivo quiser enviar dados para outro dispositivo, ele deve enviar os dados ao controlador que, então, os retransmite ao outro dispositivo conectado (ver Figura 1.6).

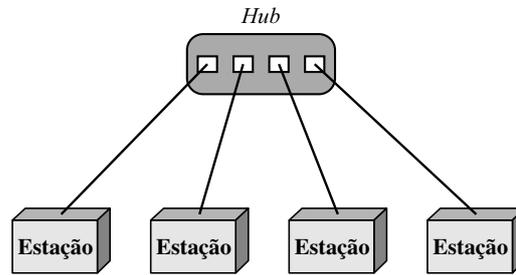
Uma topologia estrela é mais barata que uma topologia de malha. Em uma estrela, cada dispositivo precisa apenas de um link e uma porta I/O para conectar-se a um número qualquer de outros dispositivos. Esse fator também facilita a instalação e a reconfiguração. Um volume de cabos bem menor precisa ser instalado e acréscimos, mudanças e eliminações de ligações envolvem apenas uma conexão: aquela entre o dispositivo em questão e o *hub*.

Entre outras vantagens, podemos citar a robustez. Se um link falhar, apenas aquele link será afetado. Todos os demais permanecerão ativos. Esse fator por si só também leva a maior facilidade na identificação e no isolamento de falhas.

---

**Figura 1.6** Topologia estrela conectando quatro estações
 

---



Desde que o *hub* esteja funcionando, ele pode ser usado para monitorar problemas de conectividade e desconectar links defeituosos.

Uma grande desvantagem da topologia estrela é a dependência de toda a topologia em um único ponto, o *hub*. Se este sair de operação, todo o sistema pára.

Embora uma topologia estrela necessite de muito menos cabos que uma malha, cada nó deve ser conectado ao *hub* central. Por essa razão, geralmente se requer uma quantidade maior de cabos na topologia estrela quando comparada a algumas outras topologias (como anel ou barramento).

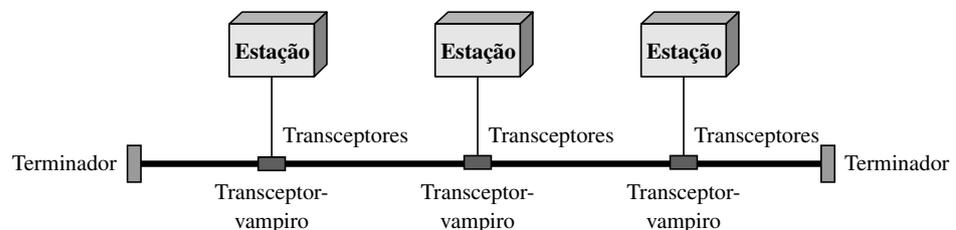
A topologia estrela é usada em redes locais (LANs), como veremos no Capítulo 13. LANs de alta velocidade normalmente usam uma topologia estrela com um *hub* central.

**Topologia de Barramento** Todos os exemplos anteriores descrevem conexões ponto a ponto. Por outro lado, uma **topologia de barramento** é multiponto. Um longo cabo atua como um *backbone* que interliga todos os dispositivos da rede (ver Figura 1.7).

---

**Figura 1.7** Topologia de barramento conectando três estações
 

---



Os nós são conectados ao barramento por meio de cabos transceptores e transceptores-vampiros. Um cabo transceptor é uma conexão que vai de um dispositivo ao cabo principal (barramento). Um transceptor-vampiro é um conector que se une ao cabo principal ou perfura a blindagem de um cabo para criar um contato com o núcleo metálico. À medida que um sinal trafega ao longo do *backbone*, parte de sua energia é transformada em calor. Portanto, o sinal se torna cada vez mais fraco conforme vai se propagando para um ponto cada vez mais distante. Por isso, existe limite no número de transceptores-vampiro que um barramento é capaz de suportar e na distância entre esses transceptores-vampiro.

Entre as vantagens da topologia de barramento, temos a facilidade de instalação. O cabo de *backbone* pode ser estendido ao longo do trajeto e então conectado aos nós através de cabos transceptores de diversos comprimentos. Dessa forma, um barramento usa menos cabo que as

topologias de malha e anel. Em uma topologia estrela, por exemplo, quatro dispositivos de rede na mesma sala precisariam de quatro trechos de cabo percorrendo todo o percurso até chegar ao *hub*. Em um barramento, essa redundância é eliminada. Apenas o cabo de *backbone* é estendido ao longo de toda a instalação. Cada cabo transceptor deve ter apenas o tamanho suficiente para alcançar o ponto mais próximo no *backbone*.

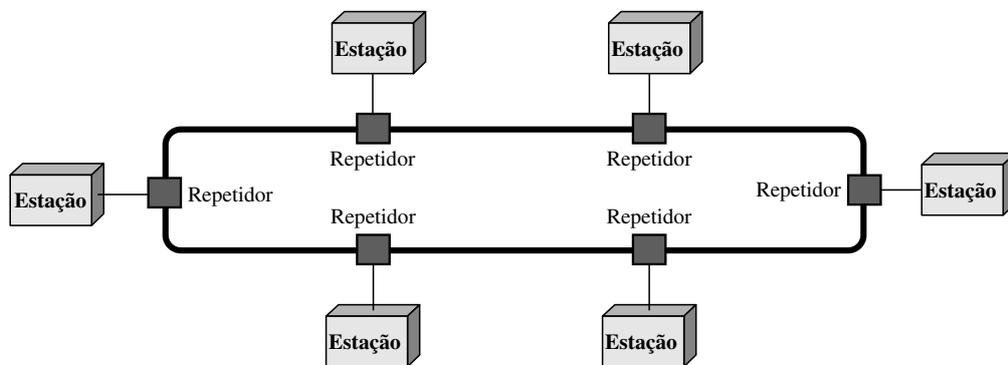
Entre as desvantagens, temos a dificuldade de reconfiguração e o isolamento de falhas. Normalmente, um barramento é projetado para ter a máxima eficiência na instalação. Portanto, talvez seja difícil acrescentar novos dispositivos. A reflexão de sinais nos transceptores-vampiro pode provocar degradação em termos de qualidade. Existe a possibilidade de essa degradação ser controlada limitando-se o número e o espaçamento entre os dispositivos conectados a um determinado trecho de cabo. Adicionar novos dispositivos pode, portanto, vir a exigir modificações ou a substituição completa do *backbone*.

Além disso, uma falha ou a ruptura no cabo de *backbone* interrompe toda a transmissão, até mesmo entre os dispositivos que se encontram do mesmo lado em que ocorreu o problema. A área danificada reflete sinais de volta na direção de sua origem, gerando ruídos em ambas as direções.

A topologia de barramento foi uma das primeiras topologias adotadas no projeto das primeiras redes locais. As LANs Ethernet podem usar a topologia de barramento, mas esta é menos popular hoje em dia em razão das questões que iremos discutir no Capítulo 13.

**Topologia de Anel** Em uma **topologia de anel**, cada dispositivo possui uma conexão ponto a ponto dedicada com os outros dois dispositivos conectados de cada lado. Um sinal percorre todo o anel em um sentido, de dispositivo para dispositivo, até atingir seu destino. Cada dispositivo no anel possui um repetidor. Quando um dispositivo recebe um sinal destinado a outro dispositivo, seu repetidor regenera os bits e os passa adiante (ver Figura 1.8).

**Figura 1.8** *Topologia de anel conectando seis estações*



Um anel é relativamente fácil de ser instalado e reconfigurado. Cada dispositivo é ligado apenas aos seus vizinhos imediatos (tanto em termos físicos como lógicos). Acrescentar ou eliminar um dispositivo exige apenas a mudança de duas conexões. Os únicos fatores limitantes são as questões relacionadas ao meio de transmissão e ao tráfego (comprimento máximo do anel e o número máximo de dispositivos). Além disso, o isolamento de falhas é simplificado. Em um anel, geralmente, um sinal está circulando o tempo todo. Se um dispositivo não receber um sinal dentro de um período especificado, ele pode emitir um alarme. Esse alarme alerta o operador da rede sobre o problema e sua localização.

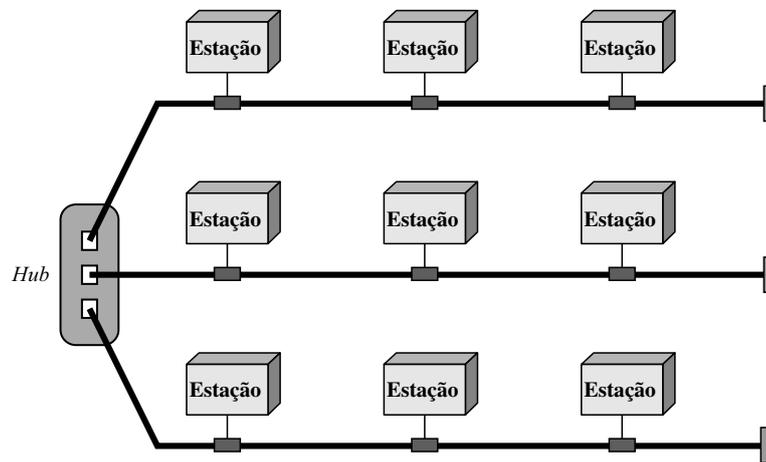
Entretanto, o tráfego unidirecional pode ser uma desvantagem. Em um anel simples, uma interrupção no anel (por exemplo, uma estação inoperante) pode derrubar toda a rede. Essa

fragilidade pode ser resolvida com o emprego de um anel duplo ou de um comutador central capaz de fechar o trecho interrompido no anel.

A topologia de anel era predominante quando a IBM introduziu sua rede local Token Ring. Hoje em dia, a necessidade de LANs mais rápidas tornou esse sistema menos popular.

**Topologia Híbrida** Uma rede pode ser híbrida. Por exemplo, podemos ter uma topologia principal de anel, e cada ramificação conectando várias estações em uma topologia de barramento, conforme ilustrado na Figura 1.9.

**Figura 1.9** Topologia híbrida: backbone em estrela com três redes na topologia de barramento



## Modelos de Redes

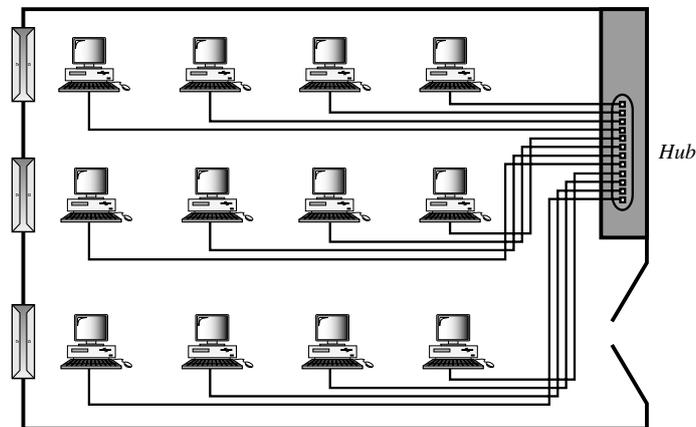
As redes de computadores são criadas por diversas entidades. São necessários padrões de forma que essas redes heterogêneas possam se comunicar entre si. Os dois padrões mais conhecidos são o modelo OSI e o modelo Internet. No Capítulo 2, discutiremos em detalhe esses modelos. O modelo OSI (*Open Systems Interconnection*) define uma rede de sete camadas; o modelo Internet estabelece uma rede de cinco camadas. Este livro se baseia no modelo Internet com referências ocasionais ao modelo OSI.

## Categorias de Redes

Hoje em dia, quando falamos de redes, geralmente estamos nos referindo a duas categorias principais: redes locais e redes de ampla abrangência, geograficamente distribuídas. A categoria na qual uma rede pertence é determinada pelo seu tamanho. Uma LAN normalmente cobre uma área geográfica menor que 3 km; uma WAN pode ter uma cobertura mundial. As redes de tamanho intermediário a essas são, em geral, conhecidas como redes de abrangência metropolitana (MAN) e abrangem uma cobertura de dezenas de quilômetros.

### Redes Locais

Uma **rede local (LAN)** é privada e interliga dispositivos em um escritório, prédio ou campus (ver Figura 1.10). Dependendo das necessidades de uma organização e do tipo de tecnologia usada, uma LAN pode ser muito simples, a ponto de conectar apenas dois PCs e uma impressora no escritório doméstico de uma pessoa ou se estender por toda a empresa e incluir periféricos de áudio e vídeo. Atualmente, o tamanho de uma LAN é limitado a alguns quilômetros.

**Figura 1.10** LAN isolada conectando 12 computadores a um hub em um gabinete

As LANs são projetadas para permitir que recursos computacionais sejam compartilhados por computadores pessoais ou estações de trabalho. Os recursos a serem compartilhados podem abranger o hardware (impressora), software (aplicativo) ou dados. Um exemplo comum de LAN, encontrado em diversos ambientes empresariais, interliga um grupo de trabalho de computadores com tarefas relacionadas, como estações de trabalho da engenharia ou PCs da contabilidade. Um dos computadores pode receber uma unidade de disco de grande capacidade, podendo vir a ser um servidor para os PCs clientes. O software pode ser armazenado nesse servidor central e usado conforme a necessidade por todo o grupo. Nesse exemplo, o tamanho da LAN pode ser restrito pelo número de usuários licenciados a utilizar cópia de um software ou pelas restrições no número de usuários simultâneos que acessam o sistema operacional.

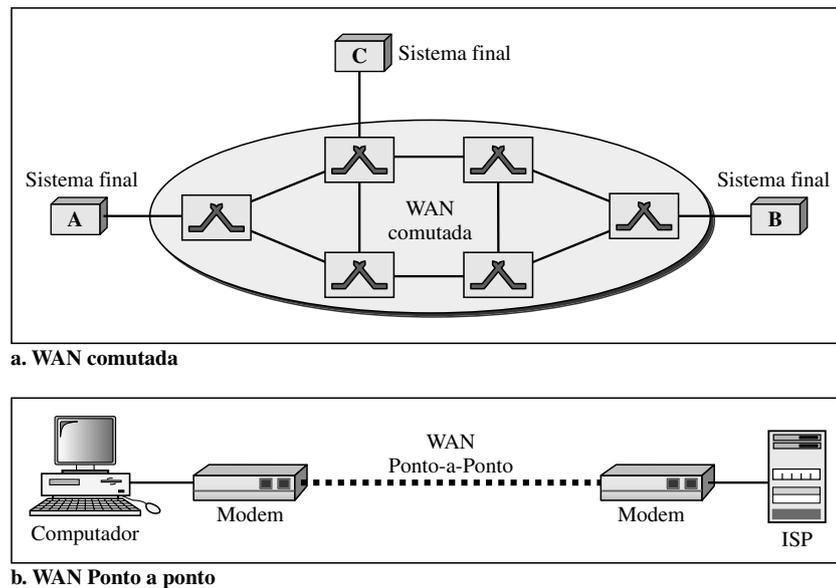
Além do tamanho, as LANs se distinguem de outros tipos de redes pelo seu meio de transmissão e topologia. Em geral, uma LAN usará somente um tipo de meio de transmissão. As topologias de LANs mais comuns são: barramento, anel e estrela.

As primeiras LANs tinham taxas de transmissão de dados na faixa de 4 a 16 megabits por segundo (Mbps). Hoje em dia, porém, as velocidades normalmente são de 100 a 1.000 Mbps. As LANs serão discutidas em profundidade nos Capítulos 13, 14 e 15.

LANs sem fio são a mais recente evolução em termos de tecnologia de LAN. Discutiremos isso, em detalhe o Capítulo 14.

### *Redes de Ampla Abrangência*

Uma **rede de ampla abrangência (WAN)** possibilita a transmissão de dados, imagens, áudio e vídeo por longas distâncias, por grandes áreas geográficas que podem compreender um país, um continente ou até mesmo o mundo todo. Nos Capítulos 17 e 18, discutiremos com mais detalhes as redes de ampla abrangência, geograficamente distribuídas. Uma WAN pode ser tão complexa como os *backbones* que interligam a Internet ou tão simples como uma linha discada que conecta um computador doméstico à Internet. Normalmente, denominamos a primeira WAN comutada e a segunda, WAN ponto a ponto (Figura 1.11). A WAN comutada conecta os sistemas finais e, geralmente, é formada por um roteador (um dispositivo de conexão entre redes) que se conecta a outra LAN ou WAN. Uma WAN ponto a ponto é constituída por uma linha alugada de uma companhia telefônica ou de uma operadora de TV a cabo que conecta o computador de casa ou uma pequena LAN a um provedor de serviços de Internet (ISP). Esse tipo de WAN é normalmente utilizado para fornecer acesso à Internet.

**Figura 1.11** WANs: uma WAN comutada e uma WAN ponto-a-ponto

Um dos primeiros exemplos de WAN comutada é o X.25, uma rede projetada para oferecer compatibilidade entre seus usuários finais. Conforme veremos no Capítulo 18, o X.25 está sendo substituído por uma rede de maior velocidade e eficiência chamada Frame Relay. Um bom exemplo de WAN comutada é a rede de modo de transferência assíncrona (ATM), que é uma rede de pacotes de dados individuais de tamanho fixo, denominados células. Falaremos sobre o ATM no Capítulo 18. Outro exemplo de WAN é a WAN sem fio, que está se tornando cada vez mais popular. Discutiremos, no Capítulo 16, as WANs sem fio e sua evolução.

### *Redes de Abrangência Metropolitana*

Uma **rede de abrangência metropolitana (MAN)** é uma rede com tamanho intermediário entre uma LAN e uma WAN. Normalmente, ela cobre a área dentro de um distrito ou uma cidade. É projetada para clientes que precisam de conectividade de alta velocidade, geralmente para a Internet, e possui pontos de acesso espalhados por toda ou parte de uma cidade. Um bom exemplo de uma MAN é a parte da rede de uma companhia telefônica que fornece acesso DSL de alta velocidade a seus clientes. Outro exemplo é a rede de TV a cabo que, originalmente, foi projetada para transmissões de TV a cabo, mas hoje em dia também pode ser usada para a conexão de alta velocidade com a Internet. No Capítulo 9, falaremos mais sobre as linhas DSL e as redes de TV a cabo.

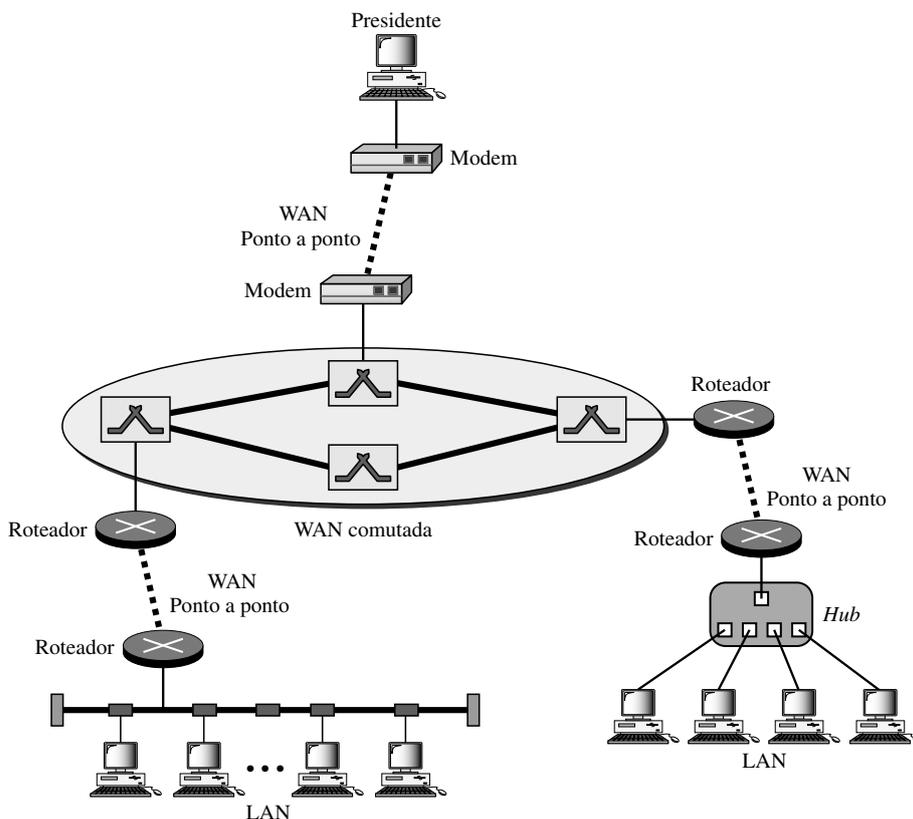
### **Interconexão de Redes: Internetwork**

Hoje, é muito raro vermos uma LAN, MAN ou WAN isoladas; elas estão conectadas entre si. Quando duas ou mais redes estiverem conectadas, elas se tornam uma *internetwork* ou **internet**.

Suponhamos, por exemplo, que uma organização tenha dois escritórios, um na costa leste dos Estados Unidos e outro na costa oeste. O escritório estabelecido na costa oeste tem uma LAN com topologia de barramento; o recém-inaugurado escritório da costa leste possui uma LAN com topologia estrela. O presidente da companhia reside em um ponto intermediário entre esses dois escritórios e precisa ter controle sobre o que acontece na empresa a partir de sua casa. Para criar

um *backbone* WAN para conexão dessas três entidades (duas LANs e o computador do presidente) foi alugada uma WAN comutada (operada por um provedor, por exemplo, uma companhia telefônica). Entretanto, para conectar as LANs a essa WAN comutada são necessárias três WANs ponto a ponto. Essas WANs ponto a ponto podem ser linhas DSL de alta velocidade fornecida por uma companhia telefônica ou linhas de *cable modem* fornecidas por uma operadora de TV a cabo conforme ilustrado na Figura 1.12.

**Figura 1.12** Rede heterogênea formada por quatro WANs e duas LANs



### 1.3 A INTERNET

A Internet revolucionou diversos aspectos de nosso dia-a-dia. Ela afetou a forma pela qual os negócios são realizados, bem como a maneira com a qual gastamos nosso tempo de lazer. Enumere as maneiras pelas quais você usou a Internet recentemente. Talvez você tenha enviado um e-mail a um colega de trabalho, tenha pago uma conta de luz, lido um jornal de uma cidade distante ou visto a programação de cinema de seu bairro — tudo isso usando a Internet. Ou, quem sabe, você tenha pesquisado um tópico sobre medicina, feito uma reserva de hotel, batido papo com um amigo ou feito uma comparação de preços para a compra de um automóvel. A Internet é um sistema de comunicação que dá acesso a ampla gama de informações a partir do teclado de seu computador e organizadas para nosso uso.

A Internet é um sistema organizado e estruturado. Começaremos apresentando um breve histórico dessa rede. Depois, apresentaremos uma descrição de como ela funciona hoje em dia.

## Um Breve Histórico

Rede é um grupo de dispositivos de comunicação conectados entre si, como os computadores e as impressoras. Uma internet (note o *i* minúsculo) são duas ou mais redes que podem se comunicar entre si. A mais notável das internets é a **Internet** (*I* maiúsculo), uma colaboração de mais de centenas de milhares de redes interconectadas. Os indivíduos, bem como as diversas organizações, como órgãos do governo, escolas, institutos de pesquisa, empresas e bibliotecas em mais de 100 países usam a Internet. Milhões de pessoas são seus usuários. Entretanto, esse extraordinário sistema de comunicação passou a existir apenas em 1969.

Em meados dos anos 1960, os *mainframes* em organizações de pesquisa eram dispositivos isolados. Computadores de diferentes fabricantes eram incapazes de se comunicar entre si. A **Advanced Research Projects Agency (Arpa)** do Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DoD) estava interessada em descobrir uma maneira de conectar computadores, de forma que os pesquisadores, os quais eram por eles subsidiados, pudessem compartilhar suas descobertas, reduzindo, portanto, custos e eliminando duplicação de esforços.

Em 1967, em uma reunião da Association for Computing Machinery (ACM), a Arpa apresentou suas idéias para a **Arpanet**, uma pequena rede de computadores conectados. A idéia era a de que cada host (não necessariamente do mesmo fabricante) estaria conectado a um computador especializado chamado *processador de mensagens de interface* (IMP). Os IMPs, por sua vez, estariam conectados entre si. Cada IMP tinha de ser capaz de se comunicar com outros IMPs, assim como com seu próprio host conectado.

Por volta de 1969, a Arpanet era uma realidade. Quatro nós, na University of California at Los Angeles (Ucla), na University of California at Santa Bárbara (UCSB), no Stanford Research Institute (SRI) e na University of Utah, foram conectados através de IMPs para formarem uma rede. O software chamado *Protocolo de Controle de Redes* (NCP) fornecia a comunicação entre os hosts.

Em 1972, Vint Cerf e Bob Kahn, ambos participantes do grupo principal da Arpanet, trabalharam juntos no que eles denominaram *Internetting Project*. O feito histórico de Cerf e Kahn, registrado em um artigo de 1973, descrevia os protocolos para conseguir a entrega de pacotes de um extremo ao outro. Esse artigo sobre o TCP (Transmission Control Protocol) incluía conceitos como encapsulamento, datagrama e as funções de um *gateway*.

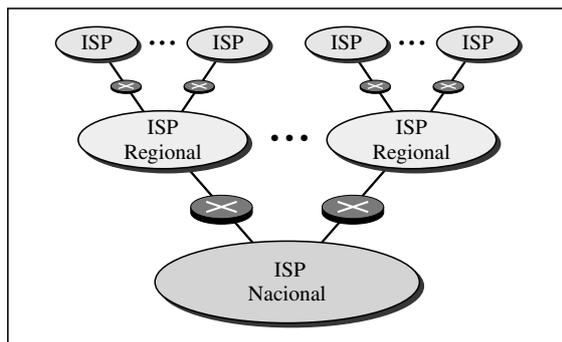
Logo depois, autoridades decidiram dividir o TCP em dois protocolos: o **TCP (Transmission Control Protocol)** e o **IP (Internetworking Protocol)**. O IP trataria do roteamento de datagramas, ao passo que o TCP seria responsável por funções de mais alto nível, como segmentação, remontagem e detecção de erros. O protocolo de interligação de redes (internetworking protocol) passou a ser conhecido como TCP/IP.

## A Internet Hoje em Dia

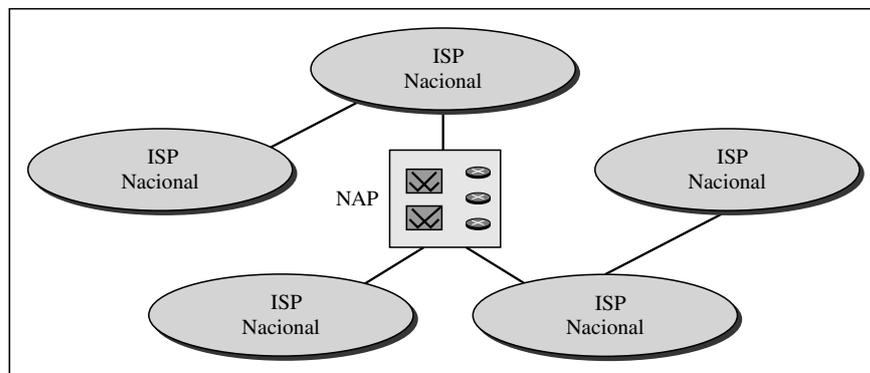
A Internet percorreu um longo caminho desde os anos 1960. Atualmente, a Internet não é uma estrutura hierárquica única. Ela é composta por várias redes locais e remotas, reunidas por meio de dispositivos de conexão e estações comutadoras. É difícil termos uma representação precisa da Internet, pois ela está em contínua mutação — novas redes são acrescentadas, redes existentes adicionam continuamente novos endereços e redes de empresas extintas são eliminadas. Na atualidade, a maioria dos usuários que deseja conexão com a Internet utiliza os serviços de

**Provedores de Acesso à Internet (ISPs).** Há provedores internacionais, nacionais, regionais e locais. Hoje em dia, a Internet é operada por empresas privadas, não pelo governo. A Figura 1.13 mostra uma visão conceitual (não geográfica) da Internet.

**Figura 1.13** *Organização hierárquica da Internet*



**a. Estrutura de um ISP nacional**



**b. Interconexão de ISPs nacionais**

### *Provedores Internacionais de Acesso à Internet*

No topo da hierarquia, encontram-se os provedores internacionais de acesso que conectam países entre si.

### *Provedores Nacionais de Acesso à Internet*

Os **provedores nacionais de acesso à Internet** são redes *backbone* criadas e mantidas por empresas especializadas. Existem diversos ISPs nacionais operando na América do Norte; alguns dos mais conhecidos são: SprintLink, PSINet, UUNet Technology, AGIS e internet MCI. Para fornecer conectividade entre os usuários finais, essas redes *backbone* são conectadas por complexas estações de comutação (em geral, operadas por terceiros) denominadas **pontos de acesso à rede (NAPs)**, do inglês NETWORK ACCESS POINT). Algumas redes ISP nacionais também são conectadas entre si por estações comutadoras privadas denominadas *peering points*. Normalmente, estas operam a uma alta taxa de transmissão de dados (até 600 Mbps).

### *Provedores Regionais de Acesso à Internet*

Os provedores regionais de acesso à Internet ou **ISPs regionais** são ISPs menores, que são conectados a um ou mais ISPs nacionais. Eles se encontram no terceiro nível da hierarquia com menores taxas de transmissão de dados.

### *Provedores Locais de Acesso à Internet*

Os **provedores locais de acesso à Internet** fornecem serviços diretamente a seus usuários finais. Os ISPs locais podem estar conectados a ISPs regionais ou diretamente a ISPs nacionais. A maioria dos usuários finais está conectada a ISPs locais. Note que, nesse sentido, um ISP local pode ser uma empresa que apenas forneça acesso à Internet, uma grande corporação com uma rede que forneça serviços a seus próprios funcionários ou uma organização sem fins lucrativos, como uma faculdade ou uma universidade que operam suas próprias redes. Cada um desses ISPs locais pode estar conectado a um provedor regional ou nacional.

---

## 1.4 PROTOCOLOS E PADRÕES

Nesta seção, definimos dois termos largamente usados: protocolos e padrões. Primeiro, definimos *protocolo*, que é sinônimo de *regra*. Em seguida, discutimos os *padrões*, que são regras pré-acordadas.

### Protocolos

Nas redes de computadores, a comunicação ocorre entre entidades em sistemas diferentes. Uma **entidade** é qualquer coisa capaz de enviar ou receber informações. Entretanto, duas entidades não podem simplesmente enviar fluxos de bits uma para a outra e esperar que sejam compreendidas. Para que ocorra a comunicação, as entidades devem concordar com um protocolo. Protocolo é um conjunto de regras que controlam as comunicações de dados. Um protocolo define o que é comunicado, como isso é comunicado e quando deve ser comunicado. Os elementos-chave de um protocolo são sintaxe, semântica e *timing*.

- ❑ **Sintaxe.** O termo *sintaxe* refere-se à estrutura ou o formato dos dados, significando a ordem na qual eles são apresentados. Por exemplo, um protocolo simples poderia esperar que os primeiros 8 bits de dados significassem os endereços do emissor, o segundo conjunto de 8 bits seria o endereço do receptor e o restante do fluxo de bits seria a mensagem em si.
- ❑ **Semântica.** A palavra *semântica* se refere ao significado de cada seção de bits. Como determinado padrão deve ser interpretado e que ações devem ser tomadas com base nessa interpretação? Por exemplo, o endereço identifica a rota a ser tomada ou o destino final da mensagem?
- ❑ **Timing.** Este termo refere-se a duas características: quando os dados devem ser enviados e com que rapidez eles podem ser enviados. Por exemplo, se um emissor produz dados a 100 Mbps, mas o receptor é capaz de processar dados somente a 1 Mbps, o transmissor sobrecarregará o receptor e parte dos dados será perdida.

### Padrões

Os padrões são essenciais na criação e na manutenção de um mercado aberto e competitivo para fabricantes de equipamentos e na garantia de interoperabilidade nacional e internacional de dados e de tecnologia de telecomunicações e processos. Os padrões fornecem diretrizes aos

fabricantes, fornecedores, órgãos do governo e outros provedores de serviços para garantir o tipo de interconectividade necessário no mercado atual e nas comunicações internacionais. Os padrões de comunicações de dados são divididos em duas categorias: padrões *de facto* (ou seja, “de fato” ou “por convenção”) e *de jure* (ou seja, “de direito” ou “por meio de regulamentação”).

- ❑ ***De facto***. Padrões que não foram aprovados por um órgão regulador, mas que foram adotados pelo mercado como padrão por seu largo uso, são **padrões *de facto***. Os padrões *de facto* são, muitas vezes, estabelecidos originalmente por fabricantes que procuram definir a funcionalidade de um novo produto ou tecnologia.
- ❑ ***De jure***. Padrões que foram regulamentados por um órgão oficialmente reconhecido, são **padrões *de jure***.

### Organizações para Estabelecimento de Padrões

Os padrões são desenvolvidos por meio da cooperação de comitês de criação de padrões, fóruns e órgãos governamentais reguladores.

#### *Comitês de Criação de Padrões*

Embora muitas organizações sejam dedicadas ao estabelecimento de padrões, as telecomunicações, na América do Norte, dependem basicamente daqueles publicados pelos seguintes órgãos:

- ❑ **International Organization for Standardization (ISO)**. A ISO é um comitê multinacional cujos associados são provenientes de comitês de criação de padrões dos vários governos ao redor do mundo. A ISO atua no desenvolvimento de cooperação nos âmbitos científico, tecnológico e econômico.
- ❑ **International Telecommunication Union — Telecommunication Standards Sector (ITU-T)**. No início da década de 1970, uma série de países estava definindo padrões nacionais para telecomunicações, mas havia pouca compatibilidade internacional. A ONU reagiu a isso formando, como parte de sua International Telecommunication Union (ITU), um comitê, o Consultive Committee for International Telegraph and Telephony (**CCITT**). O comitê dedicava-se à pesquisa e ao estabelecimento de padrões para telecomunicações em geral e para sistemas de dados e telefonia em particular. Em 1º de março de 1993, o nome desse comitê foi alterado para International Telecommunication Union — Telecommunication Standards Sector (ITU-IT).
- ❑ **American National Standards Institute (Ansi)**. Apesar de seu nome, o American National Standards Institute é uma organização sem fins lucrativos, totalmente privada, e não afiliada ao governo federal norte-americano. Entretanto, todas as atividades do Ansi são empreendidas com a assistência dos Estados Unidos e seus cidadãos, tendo fundamental importância.
- ❑ **Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)**. O Institute of Electrical and Electronics Engineers é a maior sociedade de profissionais de engenharia do mundo. De escopo internacional, seu intuito é obter avanços na teoria, criatividade e qualidade de produtos nos campos da engenharia elétrica, eletrônica e radiofonia, bem como em todos os ramos relacionados da engenharia. Como um de seus objetivos, o IEEE supervisiona o desenvolvimento e a adoção de padrões internacionais para computação e comunicações.
- ❑ **Electronic Industries Association (EIA)**. Alinhado com a Ansi, a Electronic Industries Association é uma organização sem fins lucrativos dedicada à promoção de questões de

fabricação na eletrônica. Entre suas atividades, temos os esforços de formação de *lobbies* e de consciência pública, além do desenvolvimento de padrões. No campo da tecnologia de informação, a EIA tem feito significativas contribuições pela definição de interfaces de conexão física e pelas especificações de sinalização eletrônica para a comunicação de dados.

### *Fóruns*

O desenvolvimento de tecnologias de telecomunicações está avançando de forma mais rápida que a habilidade dos comitês de padrões em ratificá-los. Os comitês de padronização são órgãos competentes para a determinação de procedimentos e, por natureza, de avanço lento. Para acomodar a necessidade de modelos operacionais e acordos e para facilitar o processo de padronização, diversos grupos de interesse específico criaram **fóruns** constituídos por representantes das empresas interessadas. Os fóruns trabalham em cooperação com universidades e usuários para testar, avaliar e padronizar novas tecnologias. Concentrando seus esforços em determinada tecnologia, os fóruns são capazes de acelerar a aceitação e o emprego dessas tecnologias na comunidade das telecomunicações. Os fóruns apresentam suas conclusões para os órgãos padronizadores.

### *Órgãos Reguladores*

Toda tecnologia de comunicações está sujeita à regulamentação por órgãos governamentais, como o **Federal Communications Commission (FCC)**, nos Estados Unidos. O propósito desses órgãos é o de proteger o interesse público, regulamentando as comunicações via rádio, televisão e fios/cabos. A FCC tem autoridade sobre o comércio interestadual e internacional naquilo que se refere às comunicações.

### **Padrões Internet**

Um **padrão Internet** é uma especificação completamente testada que é útil e seguida por aqueles que trabalham com a Internet. É uma regulamentação formal que deve ser seguida. Existem procedimentos específicos pelos quais uma especificação ganha o *status* de padrão Internet. Uma especificação começa como um esboço Internet. Um **esboço Internet** é um documento que está sendo executado (um trabalho em andamento) sem nenhum *status* de oficial e com vida útil de seis meses. Sob recomendação das autoridades da Internet, um esboço pode ser publicado como uma **Request for Comment (RFC)**. Cada RFC é editada, recebe uma numeração e é disponibilizada para todas as partes interessadas. As RFCs passam por estágios de maturação e são classificadas de acordo com seu nível de exigência.

---

## 1.5 LEITURA RECOMENDADA

Para mais detalhes sobre os assuntos discutidos neste capítulo, recomendados os seguintes livros e sites. Itens entre colchetes [. . .] correspondem à lista de referência no final do livro.

### **Livros**

Os materiais introdutórios vistos neste capítulo podem ser encontrados em [Sta04] e [PD03]. [Tan03] discute padronização na Seção 1.6.

**Sites\***

Os sites a seguir estão relacionados aos tópicos discutidos neste capítulo.

- ❑ [www.acm.org/sigcomm/sos.html](http://www.acm.org/sigcomm/sos.html)    Este site fornece o *status* de vários padrões de redes.
- ❑ [www.ietf.org/](http://www.ietf.org/)    A homepage da Internet Engineering Task Force (IETF).

**RFCs**

O site a seguir lista todas as RFCs, incluindo aquelas relativas ao IP e TCP. Em capítulos futuros, citaremos as RFCs pertinentes ao material visto no capítulo em questão.

- ❑ [www.ietf.org/rfc.html](http://www.ietf.org/rfc.html)

**1.6 TERMOS-CHAVE**

Advanced Research Projects Agency (Arpa)	fórum
American National Standards Institute (Ansi)	<i>hub</i>
American Standard Code for Information Interchange (ASCII)	imagem
Arpanet	Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
atraso	International Organization for Standardization (ISO)
áudio	International Telecommunication Union — Telecommunication Standards Sector (ITU-T)
<i>backbone</i>	Internet
Basic Latin	<i>internetwork</i> ou internet
código	Internet Service Provider (ISP)
comunicações de dados	Meio de transmissão
conexão multiponto ou multidrop	mensagem
conexão ponto a ponto	modo full-duplex ou duplex
confiabilidade	modo half-duplex
Consultative Committee for International Telegraphy and Telephony (CCITT)	modo simplex
dados	Network Access Point (NAPs)
desempenho	nó
Electronic Industries Association (EIA)	padrão Internet
emissor	padrões <i>de facto</i>
entidade	padrões <i>de jure</i>
esboço Internet	processamento distribuído
Federal Communications Commission (FCC)	protocolo

\*NE: Os sites indicados neste livro poderão sofrer alterações em seu conteúdo e acesso ao longo do tempo em razão da natureza dinâmica da Internet.

provedor de serviços Internet (ISP)	sintaxe
provedores de acesso à Internet locais	telecomunicações
provedores de acesso à Internet nacionais	<i>throughput</i>
receptor	<i>timing</i>
rede	topologia de anel
rede de abrangência metropolitana (MAN)	topologia de barramento
rede local (LAN)	topologia de malha
rede remota (WAN)	topologia estrela
Request for Comment (RFC)	topologia física
RGB	Transmission Control Protocol/ Internetworking Protocol (TCP/IP)
segurança	vídeo
semântica	YCM

---

## 1.7 RESUMO

- Comunicação de dados é a transferência de dados de um dispositivo a outro através de algum tipo de meio de transmissão.
- Um sistema de comunicação de dados tem de transmitir dados para o destino correto de forma precisa e no tempo determinado.
- Os cinco componentes que formam um sistema de comunicação de dados são: mensagem, emissor, receptor, meio de transmissão e protocolo.
- Texto, números, imagens, áudio e vídeo são formas diferentes de informação.
- O fluxo de dados entre dois dispositivos pode ocorrer em uma de três formas: simplex, half-duplex ou full-duplex.
- Rede é um conjunto de dispositivos de comunicação conectados por links de comunicação.
- Em uma conexão ponto a ponto dois, e somente dois, dispositivos são conectados por um link dedicado. Em uma conexão multiponto três ou mais dispositivos compartilham um link.
- Topologia se refere à disposição física ou lógica de uma rede. Os dispositivos podem ser dispostos segundo topologias de malha, estrela, barramento ou anel.
- Uma rede pode ser classificada como local ou remota.
- LAN é um sistema de comunicação de dados dentro de um prédio, planta industrial ou campus ou entre prédios próximos.
- WAN é um sistema de comunicação de dados que cobre estados, países ou o mundo todo.
- Uma internet é uma rede de redes.
- A Internet é um conjunto de várias redes distintas.
- Existem provedores de acesso à Internet locais, regionais, nacionais e internacionais.
- Protocolo é um conjunto de regras que orientam as comunicações de dados; os principais elementos de um protocolo são a sintaxe, semântica e o *timing*.

- ❑ Os padrões são necessários para garantir que produtos de diferentes fabricantes possam trabalhar em conjunto, conforme o esperado.
- ❑ ISO, ITU-T, Ansi, IEEE e EIA são algumas das organizações envolvidas na criação de padrões.
- ❑ Fóruns são grupos de interesse específicos que avaliam e padronizam rapidamente novas tecnologias.
- ❑ Uma Request for Comment é uma idéia ou conceito que é precursor a um padrão da Internet.

---

## 1.8 ATIVIDADES PRÁTICAS

### Questões para Revisão

1. Identifique os cinco componentes de um sistema de comunicação de dados.
2. Quais são as vantagens do processamento distribuído?
3. Quais são os três critérios necessários para uma rede ser eficaz e eficiente?
4. Quais são as vantagens de uma conexão multiponto em relação a uma conexão ponto a ponto?
5. Quais são os dois tipos de configuração de linhas?
6. Classifique as quatro topologias básicas em termos de configuração de linhas.
7. Qual é a diferença entre os modos de transmissão half-duplex e full-duplex?
8. Cite as quatro topologias básicas de rede e cite uma vantagem de cada um desses tipos.
9. Para  $n$  dispositivos em uma rede, qual é o número de conexões via cabo necessário em uma topologia de malha, anel, barramento e estrela?
10. Quais são alguns dos fatores que determinam se um sistema de comunicações é uma LAN ou uma WAN?
11. O que é internet? O que é Internet?
12. Por que os protocolos são necessários?
13. Por que os padrões são necessários?

### Exercícios

14. Qual é o número máximo de caracteres ou símbolos que podem ser representados pelo Unicode?
15. Uma imagem colorida usa 16 bits para representar um pixel. Qual é o número máximo de cores diferentes que podem ser representadas?
16. Suponha seis dispositivos dispostos segundo a topologia de malha. Quantos cabos seriam necessários? Quantas portas seriam necessárias para cada dispositivo?
17. Para cada uma das quatro topologias de redes a seguir, fale sobre as conseqüências no caso de uma conexão falhar.
  - a. Cinco dispositivos dispostos em uma topologia de malha.
  - b. Cinco dispositivos dispostos em uma topologia estrela (sem contar os *hubs*).
  - c. Cinco dispositivos dispostos em uma topologia de barramento.
  - d. Cinco dispositivos dispostos em uma topologia de anel.

18. Você tem dois computadores conectados por um *hub* Ethernet em sua casa. Isso é uma LAN, MAN ou WAN? Justifique sua resposta.
19. Na topologia de anel da Figura 1.8, o que aconteceria se uma das estações fosse desconectada?
20. Na topologia de barramento da Figura 1.7, o que aconteceria se uma das estações fosse desconectada?
21. Desenhe uma topologia híbrida com um *backbone* em estrela e três redes em anel.
22. Desenhe uma topologia híbrida com um *backbone* em anel e três redes de barramento.
23. Desempenho está inversamente relacionado a atraso. Quando usamos a Internet, quais das aplicações a seguir é mais sensível a atrasos?
  - a. Enviar um e-mail
  - b. Copiar um arquivo
  - c. Navegar na Internet
24. Quando uma pessoa faz um telefonema local para outra, isso é uma conexão ponto a ponto ou multiponto? Justifique sua resposta.
25. Compare a rede de telefonia com a Internet. Quais são as semelhanças? E as diferenças?

### Atividades de Pesquisa

26. Acessando o site [www.cne.gmu.edu/modules/network/osi.html](http://www.cne.gmu.edu/modules/network/osi.html), discuta o modelo OSI.
27. Acessando o site [www.ansi.org](http://www.ansi.org), discuta as atividades da Ansi.
28. Acessando o site [www.ieee.org](http://www.ieee.org), discuta as atividades da IEEE.
29. Acessando o site [www.ietf.org](http://www.ietf.org), discuta os diferentes tipos de RFCs.