
VISÃO GERAL DO CAPÍTULO

A finalidade deste capítulo é oferecer uma visão geral das redes de telecomunicações, aplicações e tendências, e rever as alternativas de telecomunicações.

Seção I: As Telecomunicações e as redes nas empresas

Seção II: Alternativas Técnicas em Telecomunicações

OBJETIVOS DO CAPÍTULO

Objetivo do Capítulo

Identificar diversos avanços e tendências principais nas indústrias, tecnologias e aplicações de telecomunicações e da Internet nas empresas.

- Fornecer exemplos do valor comercial de aplicativos para a Internet, intranets, e extranets.

Identificar os componentes, funções e tipos básicos de redes de telecomunicações.

Explicar as funções dos principais tipos de hardware, software e mídias e serviços.

SUGESTÕES DE ENSINO

Uma das questões importantes a se enfatizar neste capítulo é o papel que as telecomunicações desempenharam no aumento da conectividade do computador. O conhecimento de detalhes técnicos pode não ser tão importante, mas um bom entendimento sobre os conceitos e terminologia básica se faz necessário. As oportunidades oferecidas às empresas por meio das telecomunicações devem ser enfatizadas. A **Figura 6.1** é um bom exemplo das principais tendências existentes no setor de telecomunicações. A **Figura 6.3** ilustra diversos exemplos do valor para os negócios de aplicativos de telecomunicações para o comércio eletrônico. A maioria dos alunos está muito interessado na Internet. Esta parte do capítulo geralmente produz boa quantidade de discussão. A **Figura 6.4** pode ser utilizada para explicar os usos mais comuns da Internet. Além disso, ela estimulará os alunos a maiores discussões sobre os usos desse tipo de tecnologia, e as formas como ela pode ser utilizada nas empresas. A **Figura 6.6** resume a forma em que muitas companhias percebem o valor comercial da Internet para o comércio eletrônico.

A **Figura 6.10** apresenta os cinco componentes básicos numa rede de telecomunicações, a qual é definida como qualquer arranjo por meio do qual um emissor transmite uma mensagem para um receptor por meio de um canal que é algum tipo de mídia. A **Figura 6.11** pode ser utilizada para discutir com os alunos o conceito de uma rede remota mundial (WAN). A **Figura 6.12** pode ser utilizada para explicar e produzir discussões sobre as características de redes locais. A principal afirmação do Capítulo 6 é que a Internet, redes similares dentro da empresa (intranets), e outros tipos de redes tornaram-se a principal tecnologia de informação para muitas organizações. A **Figura 6.13** é um bom exemplo para levantar discussões sobre o funcionamento de uma rede privada virtual. A **Figura 6.14** mostra as funções dos sistemas de computadores nas redes cliente/servidor. A **Figura 6.15** oferece um excelente exemplo das complexidades e dos componentes envolvidos na computação em rede. A **Figura 6.20** esquematiza as diferentes tipos de topologia de rede – anel, estrela, e

barramento. Lembre-se de que um entendimento e uma apreciação básicos – e não um conhecimento detalhado – é suficiente para a maioria dos usuários finais das empresas. Utilize a **Figura 6.21** para discutir as sete camadas da arquitetura da rede de comunicações OSI e as cinco camadas do conjunto de protocolos para Internet TCP/IP.

Os professores são estimulados a contatar companhias de cabo para obter amostras de cabos de telecomunicações e exibi-las em aula. Muitos alunos têm dificuldade com os diferentes tipos de processadores de comunicação existentes. Se for possível a todos, os professores seriam estimulados a levar seus alunos a um centro de computadores onde possam ver essas tecnologias em uso.

NOTAS DE AULA

SEÇÃO I: As Telecomunicações e as Redes nas Empresas

Conectando a Empresa à Rede

As empresas estão se tornando *empresas conectadas em redes*. A Internet e as redes de tipo Internet dentro da empresa (intranets), entre uma empresa e seus parceiros comerciais (extranets) e outros tipos de rede se tornaram a principal infra-estrutura de informática de muitas organizações. Essas redes de telecomunicações permitem a gerentes, usuários finais, equipes e grupos de trabalho trocarem eletronicamente dados e informações em qualquer parte do mundo com outros usuários, clientes, fornecedores e parceiros de negócios. Com a utilização de tais redes, as empresas podem:

- Colaborar de modo mais criativo

- Gerenciar suas operações e recursos de modo mais eficaz
- Competir com sucesso na atual economia global em rápida transformação.

Muitas organizações hoje não poderiam sobreviver sem uma diversidade de redes conectadas ao computador para servir suas necessidades de comunicações e processamento de informação.

Analizando a Sears e UPS

Podemos aprender muito sobre o papel que as tecnologias de telecomunicações sem fios podem desempenhar em e-business e e-commerce. Dedique alguns minutos para lê-lo e, em seguida, o discutiremos. (Veja, na Seção IX: Sears e UPS: desafios e benefícios de e-business e e-commerce sem fios).

Tendências em Telecomunicações: [Figura 4.3]

As principais tendências que estão ocorrendo no campo das telecomunicações possuem um impacto importante nas decisões gerenciais nesta área. Por isso, os usuários finais devem estar cientes das principais tendências na indústria, tecnologias e aplicações de telecomunicações que aumentam significativamente as alternativas de decisão que enfrentam suas organizações.

Tendências da Indústria

- Muitas grandes e pequenas empresas de telecomunicações oferecem redes e serviços de telecomunicações.
- crescimento explosivo da Internet e da Rede Mundial de Computadores gerou um arsenal de novos produtos, serviços e fornecedores de telecomunicações.
- As empresas têm aumentado drasticamente seu uso da Internet e da rede para o comércio eletrônico e a colaboração.

Tendências na Tecnologia

- Os sistemas abertos com conectividade irrestrita, utilizando ***tecnologias de rede Internet*** como plataforma tecnológica, estão se tornando os principais direcionadores das tecnologias de telecomunicações.
- Aumento na indústria e na tecnologia rumo a montagem de redes cliente/servidor baseadas em uma arquitetura de sistemas abertos.
- ***Sistemas abertos*** são sistemas de informação que utilizam padrões comuns para hardware, software, aplicações e redes. Qualquer sistema aberto propicia maior ***conectividade***, ou seja, a capacidade de os computadores em rede e outros dispositivos acessarem e se comunicarem facilmente entre si e compartilharem informações. Uma arquitetura de sistemas abertos também proporciona um alto grau de ***interoperabilidade*** de rede. Ou seja, os sistemas abertos permitem que

muitas aplicações diferentes dos usuários finais sejam realizadas utilizando as diferentes modalidades de sistemas de computação, pacotes de software e bancos de dados fornecidos por várias redes interconectadas.

- Mudança da tecnologia de rede analógica para a ***tecnologia de rede digital***. As redes de telecomunicações locais e globais estão rapidamente sendo convertidas para as tecnologias de transmissão digital, que transmitem informações na forma de pulsos discretos, em lugar de ondas. A transmissão digital fornece:

- a. Velocidades de transmissão maiores
- b. Movimento de quantidades maiores de informações
- c. Maior economia
- d. Margens muito menores de erro do que os sistemas analógicos.
- e. Redes de telecomunicações que transportam múltiplos tipos de comunicações (dados, voz, vídeo) pelos mesmos circuitos (Integrated Services Digital Network (ISDN) technology ou tecnologia de Rede Digital de Serviços Integrados).

- Mudança na mídia de comunicações. Muitas redes de telecomunicações estão mudando de mídia baseada no cabo de cobre e sistemas repetidores de microondas terrestres para transmissões por linhas de fibra ótica e satélites de comunicações. A transmissão por fibra ótica, que utiliza pulsos de luz gerados por laser, oferece consideráveis vantagens em termos de:

- a. Tamanho reduzido e esforço de instalação
- b. Capacidade de comunicação maior
- c. Velocidades de transmissão mais rápidas
- d. Ausência de interferência elétrica.

Tendências nas Aplicações

- A tendência rumo a mais fornecedores, serviços, tecnologias de Internet e sistemas abertos, e o rápido crescimento da Internet, Rede Mundial de Computadores e intranets e extranets , aumenta radicalmente o número viável de aplicações de telecomunicações.
- As redes de telecomunicações estão desempenhando um papel vital e generalizado no comércio eletrônico, colaboração empresarial e aplicações empresariais internas que apoiam as operações, gerenciamento e objetivos estratégicos tanto de grandes como de pequenas empresas.
- As funções das telecomunicações se tornaram uma parte integral das redes locais e mundiais de computadores que são utilizadas para:
 - a. Cortar drasticamente os custos
 - b. Encurtar os tempos de indicação de negócios e os tempos de resposta
 - c. Apoiar o comércio eletrônico
 - d. Melhorar a colaboração entre grupos de trabalho
 - e. Desenvolver processos operacionais on-line

- f. Compartilhar recursos
- g. Reter clientes e fornecedores
- h. Desenvolver novos produtos e serviços.

O Valor Comercial das Telecomunicações: [Figura 4.2]

A TI, principalmente nas aplicações comerciais baseadas nas telecomunicações, ajuda uma empresa a superar barreiras ao sucesso dos negócios. Quatro possibilidades estratégicas das telecomunicações e de outras tecnologias da informação incluem:

- Superar barreiras geográficas
- Superar barreiras de tempo
- Superar barreiras de custo
- Superar barreiras estruturais

A Revolução da Internet

A *Internet* é hoje a maior “rede de redes” e o modelo mais próximo que temos da supervia de informações de amanhã.

Aspectos diferenciais da Internet incluem:

- A Rede não dispõe de um mainframe ou de um centro de telecomunicações. Em vez disso, cada mensagem enviada pela Internet

possui um código de endereçamento único para que qualquer servidor de Internet na rede possa encaminhá-la até seu destino.

- A Internet não possui uma sede ou um organismo que a governe.
- A Internet está crescendo rapidamente.

Aplicações da Internet: [Figura 6.6]

- As mais conhecidas aplicações da Internet são o e-mail, a navegação dos sites na Rede e a participação em grupos de notícias.
- Software de navegação na Internet permite que milhões de usuários surfem na Rede Mundial de Computadores encaminhando-se por meio de cliques do mouse para os recursos de informação em multimídia armazenados nas páginas com hiperlinks de empresas, governo e outros sites da rede.
- Os sites são os pontos de lançamento para transações de comércio eletrônico entre as empresas e seus fornecedores e clientes.
- A Internet fornece fóruns de discussão eletrônica e BBSs formadas e gerenciadas por milhares de grupos de notícias de interesse especial.
- Outras aplicações incluem o downloading de arquivos de software e informações e o acesso a bancos de dados fornecidos por milhares de empresas, governos e outras organizações.
- Manter conversas em tempo real com outros usuários da Internet.

- Reunir informações por meio de serviços on-line utilizando os navegadores de rede e instrumentos de procura.

Uso Comercial da Internet

O uso comercial da Internet está se expandindo da troca de informações eletrônicas para uma plataforma ampla para aplicações empresariais estratégicas. Os usos comerciais da Internet incluem:

- Colaboração entre parceiros comerciais
- Fornecimento de suporte a clientes e vendedores
- Compra e venda de produtos e serviços
- Aplicações de marketing, vendas e atendimento ao cliente
- Crescimento de aplicações empresariais interfuncionais
- Surgimento de aplicações em engenharia, manufatura, recursos humanos e contabilidade
- Comunicações e colaboração entre empresas
- Comércio eletrônico
- Alianças comerciais estratégicas

O Valor Comercial da Internet [Figura 6.7]

Pergunta: Que valor comercial as empresas derivam de suas aplicações comerciais na Internet?

Respostas:

- Poupanças substanciais de custo podem ser feitas porque as aplicações utilizando tecnologias da Internet ou baseadas na Internet (como intranets e extranets) são normalmente menos dispendiosas em termos de desenvolvimento, operação e manutenção do que os sistemas tradicionais.
- Uso da Internet e da rede para o marketing interativo e atendimento ao cliente.
- Geração de receita da Internet por meio de aplicações de comércio eletrônico é uma fonte crescente de valor comercial.

Muitas empresas estão montando sites comerciais na Rede Mundial de Computadores para obterem principalmente quatro objetivos comerciais:

- Atrair novos clientes via marketing e propaganda na rede.
- Melhorar o atendimento a clientes existentes via funções de atendimento e suporte ao cliente pela rede.
- Desenvolver novos mercados e canais de distribuição com base na rede para os produtos existentes.

- Desenvolver novos produtos baseados em informação acessíveis na rede.

O Papel das Intranets

- Uma intranet é uma rede dentro de uma organização que utiliza tecnologias da Internet para criar um ambiente como o daquela rede dentro da empresa possibilitando, o intercâmbio de informações, comunicações, colaborações e suporte aos processos de negócios.
- Uma intranet é protegida por medidas de segurança como senhas, criptografia e firewalls, podendo, assim, ser acessada apenas por usuários autorizados na Internet.
- Uma intranet de uma companhia pode também ser acessada por meio de intranets de clientes, fornecedores e outros parceiros de negócios por meio de conexões extranets.
- Como as intranets são redes do tipo da Internet dentro das organizações, elas dependem sobretudo das tecnologias da informação que tornam a Internet possível. Estas incluem:
 - Redes cliente/servidor TCP/IP
 - Hardware e software, como navegadores da Web, e conjuntos de servidores
 - Software de publicação na Web em HTML
 - Gerenciamento de rede e programas de segurança
 - Bancos de dados hipermídia

O Valor Comercial das Intranets:

Estudos têm mostrado que os primeiros a adotar as intranets receberam lucros esplêndidos e altos retornos com baixo custo. Muitos usuários e consultores de intranets corporativas para a comunidade empresarial globalizada têm sugerido que as companhias devem avançar projetos experimentais de intranet, ou ampliar rapidamente qualquer iniciativa existente de intranet.

Comunicações e Colaboração

As intranets podem melhorar significativamente as comunicações e a colaboração dentro de uma empresa. São exemplos:

- Utilizar um navegador de intranet e uma estação de trabalho PC ou NC para enviar e receber E-mail, mensagem de voz, páginas e fac-símiles para

comunicar-se com outros dentro de sua organização e, externamente, por meio da Internet e de extranets.

- Utilizar as capacidades de groupware de intranet para a equipe e a colaboração em projetos com serviços como grupos de discussão, salas de bate-papo, e áudio e videoconferências.

Publicação em rede:

As vantagens de criar e publicar documentos multimídia com *hyperlinks* para bancos de dados em hipermídia, acessíveis a servidores da Rede Mundial de Computadores, deslocou-se para as intranets de empresas. A facilidade comparativa, a atratividade e o menor custo de publicação e de acesso a informações multimídia internamente por meio de websites de intranet têm sido as principais razões para o crescimento explosivo do uso de intranets em empresas. Temos como exemplos:

- Folhetos da companhia, desenhos técnicos e catálogos de produtos podem ser publicados numa variedade de formas que abrangem as páginas de rede em hipermídia, correio eletrônico e radiodifusão pela rede, e como parte de aplicações empresariais internas.
- Navegadores de intranet, servidores e mecanismos de busca podem ajudar você a navegar facilmente e a localizar a informação empresarial de que você precisa.

Operações empresariais e Administração

As intranets estão sendo utilizadas como plataforma de desenvolvimento e de utilização de aplicações empresariais para dar suporte a operações empresariais e a decisões administrativas tomadas por toda a empresa conectada em rede. Os funcionários dentro da companhia, ou os parceiros empresariais externos, podem acessar e utilizar aplicativos por meio de navegadores de rede em qualquer de seus terminais sempre que precisarem. São exemplos:

- Muitas companhias estão desenvolvendo aplicativos para o cliente como processadores de pedidos, controladores de estoques, administração de vendas, e sistemas de informação executiva que podem ser implementadas em intranets, extranets e na Internet.
- Muitos aplicativos são projetados para interagir com bancos de dados de companhias e sistemas legados, e para ter acesso a eles. O software (às vezes chamados de applets ou de *crossware*) para tais usos empresariais é, então,

instalado em servidores de rede de intranets.

- Os funcionários dentro da companhia, ou os parceiros empresariais externos, podem acessar e utilizar aplicativos por meio de navegadores de rede em qualquer de seus terminais, sempre que precisarem.

O Papel das Extranets:

Extranets são conexões de rede que utilizam as tecnologias da Internet para interconectar a intranet de uma empresa com as intranets de seus clientes, fornecedores, ou outros parceiros de negócios. As companhias podem:

- Estabelecer conexões diretas entre suas próprias redes privadas, ou criar conexões privadas seguras de Internet entre elas, chamadas de *redes privadas virtuais*.
- Utilizar a insegura Internet como uma conexão extranet entre sua intranet e os consumidores e interessados, mas valer-se de criptografia de dados importantes e de seus próprios sistemas de firewall para conseguir segurança adequada.

O valor comercial das Extranets:

O valor comercial das extranets decorre de vários fatores:

- A tecnologia do navegador da web de extranets torna o acesso aos recursos de intranet, de fornecedores e de clientes, muito mais fácil e mais rápido que os métodos precedentes
- As extranets possibilitam a uma empresa oferecer novos tipos de serviços interativos pela rede a seus parceiros de negócios. Assim, as extranets constituem uma outra forma de uma empresa poder estabelecer e fortalecer relações estratégicas com seus clientes e fornecedores.
- As extranets possibilitam e aperfeiçoam a colaboração entre uma empresa e seus clientes e outros parceiros de negócios.
- As extranets facilitam o desenvolvimento on-line e interativo de produtos, o marketing e o processo focado no cliente, que pode colocar mais rapidamente no mercado produtos melhor projetados.

SEÇÃO II: Alternativas Técnicas em Telecomunicações

Alternativas em Telecomunicações

As telecomunicações constituem um campo altamente técnico e em rápida transformação da tecnologia dos sistemas de informação. A maioria dos usuários finais não necessita de um conhecimento detalhado de suas características técnicas. Entretanto, são necessários um entendimento e avaliação básicos de parte das importantes características dos componentes básicos das redes de telecomunicações.

Analizando a Welch Packaging e Gorman Uniform Service

Com este caso podemos aprender muito a respeito do impacto das tecnologias de telecomunicações sem fios sobre as empresas. Dedique alguns minutos para lê-lo e, em seguida o discutiremos (Veja, na Seção IX, Welch Packaging e Gorman Uniform Service: avaliando alternativas de acesso à Internet de banda larga).

Um Modelo da Rede de Telecomunicações: [Figura 6.11]

Em geral, uma *rede de telecomunicações* é qualquer arranjo onde um *emissor* transmite uma mensagem para um *receptor* por um *canal* que consiste em algum tipo de *veículo*. A Figura 4.11 ilustra um modelo conceitual simples de uma *rede de telecomunicações*, que mostra que ela consiste em cinco categorias básicas de componentes:

- **Terminais**

São todos os dispositivos de entrada/saída que utilizam redes de telecomunicações para transmitir ou receber dados. Eles incluem:

1. Terminais de Vídeo
2. Microcomputadores
3. Telefones
4. Equipamento de Escritório
5. Terminais de Transação

- **Processadores de Telecomunicações**

Apoiam a transmissão e recepção de dados entre terminais e computadores. Eles incluem:

1. Modems
2. Comutadores
3. Roteadores

- **Canais de Telecomunicações e Mídia**

Os canais de telecomunicações fazem parte de uma rede de telecomunicações que conecta a fonte de mensagem ao receptor da mesma. Eles incluem o equipamento físico utilizado para conectar um local a outro com o objetivo de transmitir e receber informações. Os dados são transmitidos e recebidos por meio de canais, que utilizam uma diversidade de *mídias* de telecomunicações. As mídias incluem:

1. Cabos de Cobre
2. Cabos Coaxiais
3. Cabos de Fibra Ótica
4. Sistemas de Microondas
5. Satélites de Comunicações

- **Computadores**

Computadores de todos os tamanhos e tipos são interconectados pelas redes de telecomunicações. Eles incluem:

1. Computador Anfitrião (mainframes)
2. Processadores de Front-End (minicomputadores)
3. Servidores de Rede (microcomputadores)

- **Software de Controle de Telecomunicações**

Consiste em programas que controlam atividades de telecomunicações e gerenciam as funções das redes de telecomunicações. Eles incluem:

1. Monitores de Telecomunicações (computadores principais)
2. Sistemas Operacionais de Rede (servidores de rede de microcomputadores)
3. Pacotes de Comunicações (para microcomputadores)

Tipos de Redes de Telecomunicações

Existem muitos tipos diferentes de redes de telecomunicações. Entretanto, do ponto de vista do usuário final, existem apenas alguns tipos básicos, tais como:

- Redes remotas
- Redes locais
- Redes interconectadas como a Internet, intranets e extranets
- Redes cliente/servidor e interorganizacionais

Redes Remotas (WAN) [Figura 6.13]

As ***redes remotas*** são redes de telecomunicações que cobrem amplas áreas geográficas. Essas redes cobrem áreas como:

- Uma grande cidade ou área metropolitana
- Um país todo
- Muitos países e continentes

Redes Locais (LAN): [Figura 6.13]

As ***redes locais*** são redes de telecomunicações que conectam dispositivos de processamento de informações dentro de uma área física limitada. Essas redes cobrem áreas como:

- Escritórios
- Salas de Aula
- Prédios
- Fábricas

Algumas das características das LANs incluem:

- Uso de várias *mídias* de telecomunicações, tais como cabeamento telefônico comum, cabo coaxial ou sistemas de rádio sem fio, para interconectarem estações de trabalho de microcomputadores e periféricos de computador.
- Para se comunicar com a rede, um PC normalmente dispõe de uma placa de circuito chamada *placa de interface de rede*.
- A maioria das LANs utiliza um microcomputador potente que dispõe de um disco rígido de grande capacidade como um *servidor de arquivo* ou *servidor de rede*, que contém um programa de *sistema operacional de rede* (por exemplo, Novell NetWare) que controla as telecomunicações e o uso dos recursos da rede.

As LANs permitem aos usuários finais em um grupo de trabalho se comunicarem eletronicamente, compartilharem recursos de hardware, software e dados e concentrarem seus esforços no trabalho em projetos de grupo.

Rede Privada Virtual (VPN): [Figura 6.13]

Muitas organizações usam redes privadas virtuais (VPNs) para estabelecer intranets e extranets seguras. Uma ***rede privada virtual*** é uma rede segura que utiliza a Internet como sua principal estrutura, mas se apoia em seus dispositivos de proteção (firewalls) e de segurança de suas conexões de Internet e de intranet e nos das organizações participantes. Essas redes possibilitam uma companhia a:

- Utilizar a Internet para estabelecer intranets seguras entre suas filiais distantes e suas unidades de produção
- Estabelecer extranets seguras entre ela e seus clientes e fornecedores.

Redes Cliente/Servidor [Figura 6.16]

As ***redes cliente/servidor*** se tornaram a arquitetura predominante de informações na computação nas empresas. O poder de computação rapidamente se distribuiu e foi conectado em rede ao longo de muitas organizações por sistemas de computadores conectados em rede que assumem a forma de redes cliente/servidor.

Características de uma rede cliente/servidor:

- PC do usuário final ou estações de trabalho NC são os **clientes**.
- Os clientes são interconectados por redes locais e compartilham o processamento de aplicações com ***servidores*** de rede, que também gerenciam as redes.
- As LANs podem ser interconectadas com outras LANs e redes remotas de estações de trabalho de clientes e servidores.

Tendência em Curso:

A ***redução*** de sistemas maiores pela sua substituição por redes cliente/servidor. Uma rede cliente/servidor de várias redes locais interconectadas, por exemplo, pode substituir uma grande rede baseada em computador central com muitos terminais de usuários finais. Isto normalmente envolve um esforço complexo e dispendioso para instalar novo software aplicativo que substitui o software de sistemas de

informação gerencial mais velhos e tradicionais que usam o mainframe, agora chamados *sistemas legados* (*legacy systems*).

As redes cliente/servidor são vistas como mais econômicas e flexíveis do que os sistemas legados no atendimento de necessidades do usuário final, grupo de trabalho e unidade de negócios e mais adaptáveis para se ajustarem a uma gama diversificada de cargas de trabalho computacional.

Os benefícios da computação cliente/servidor incluem:

- Os clientes (usuários finais) podem executar pouca ou grande parte do processamento de suas aplicações empresariais.
- Os servidores da LAN podem compartilhar processamento de aplicações, gerenciar colaboração entre grupos de trabalho e controlar hardware, software e bancos de dados comuns.
- Os dados podem ser processados na íntegra em locais específicos, onde grande parte de entrada e saída deve ser controlada.
- Fornecimento de acesso às estações de trabalho e servidores em outras redes.
- O processamento do computador se adapta mais às necessidades dos usuários finais.

- Aumento na eficiência e eficácia do processamento de informação quando os usuários são mais responsáveis por seus próprios sistemas de aplicação.
- Possibilidade de grandes mainframes controlarem os trabalhos que realizam da melhor maneira – tais como processamento de transações de alto volume, segurança e controle de rede de comunicações e manutenção e controle de grandes bancos de dados empresariais.
- Os clientes nos sites locais podem acessar os superservidores da empresa para receber informações de gerenciamento de utilização e transmitir um resumo da transação de dados refletindo atividades do site local.

Computadores em Rede [Figura 6.17]

A crescente confiança no hardware, software e recursos de dados da Internet, intranets, extranets e outras redes tem enfatizado que, para muitos usuários, “a rede é o computador”. Este conceito de ***computadores em rede***, ou *redocêntrico*, encara as redes como recurso de computação central de todo ambiente de computação. Ele se apresenta como a arquitetura que levará a computação para o próximo século.

Os aspectos da computação em rede incluem:

- Os computadores de rede fornecem uma interface com o usuário baseada em navegador para processamento de pequenos programas de aplicações chamados *applets*.
- Os computadores de rede são microcomputadores que não apresentam unidades de disco rígido ou flexível que são projetados como dispositivos de baixo custo de computação em rede
- Os servidores fornecem sistema operacional, *applets*, bancos de dados e software de gerenciamento de banco de dados necessitados pelos usuários finais na rede.

Redes Não-hierárquicas (Peer-to-Peer):

O surgimento das tecnologias e aplicativos de rede não-hierárquica, *peer-to-peer*, ou P2P, está sendo saudado como um acontecimento que revolucionará o e-business, o e-commerce e a própria Internet.

- Na arquitetura Napster, o software de compartilhamento de arquivos P2P conecta seu PC a um servidor central que contém um diretório de todos os outros usuários (*peers*) na rede. Quando você solicita um arquivo, o software vasculha o diretório à procura de um usuário que o tenha e esteja on-line naquele momento. Em seguida, ele envia a você uma lista de nomes de usuários que são conexões atuais a todos os outros usuários. Clicando em qualquer um desses nomes, você faz com que o software conecte seu PC ao deles (realizando uma conexão não-hierárquica) e automaticamente transfira o arquivo que você quer, do disco rígido deles para o seu.

Principais vantagens e limitações à arquitetura do Napster – é sua dependência de um servidor de diretório central. O servidor de diretório pode ter sua velocidade reduzida ou paralisada pela grande quantidade de usuários ou por problemas técnicos. Entretanto, ela oferece à rede uma plataforma que pode proteger melhor a integridade e segurança do conteúdo e dos usuários da rede.

- A arquitetura do Gnutella é a de uma pura rede não-hierárquica, porque ela não conta com um diretório ou um servidor central. Primeiro, o software de

compartilhamento de arquivo numa rede P2P de estilo Gnutella conecta seu PC com um dos usuários on-line na rede. Então, uma conexão ativa para o seu nome é transmitida de usuário para usuário a todos os usuários on-line na rede em que o primeiro usuário (e os outros usuários on-line) encontrava-se em sessões anteriores. Dessa forma, as conexões ativas para cada vez mais usuários expande-se por toda a rede quanto mais ela for usada. Quando você solicita um arquivo, o software procura cada usuário on-line e lhe envia uma lista de nomes de arquivos ativos relacionada ao seu pedido. Com apenas um clique sobre um deles, o arquivo se transfere automaticamente do disco rígido em que se encontra para o de seu computador.

Principais vantagens e limitações da arquitetura do Gnutella – foram infestadas por grande demora de respostas e arquivos corrompidos e falsos, contendo vírus, lixo, estática e códigos vazios.

Mídias de Telecomunicações: [Figura 6.17]

Para ir de um lugar a outro, os dados devem se mover por meio de alguma coisa. Uma linha telefônica, um cabo ou a atmosfera são todas as formas de mídias, ou canais, de transmissão.

Os *canais de telecomunicações* (linhas ou links de comunicação) são os meios pelos quais os dados e outras formas de comunicação são transmitidos entre os dispositivos de envio ou recepção em uma rede de telecomunicações.

As *mídias de telecomunicações* são os meios físicos utilizados pelos canais de telecomunicações. Incluem:

- Fio de Pares Trançados
- Cabo Coaxial
- Cabo de Fibra Ótica
- Microondas Terrestres
- Satélites de Comunicações
- Sistemas de Telefonia Celular
- Rádio de Pacote e LAN
- Sistemas de Infravermelho

Fio de Pares Trançados

É o cabo telefônico comum, que consiste de fio de cobre trançado em pares (fio de *pares trançados*).

- Meio mais utilizado para telecomunicações.
- Utilizado em comunicações estabelecidas em todo o mundo.
- Utilizado tanto para transmissão de voz como de dados.
- Utilizado amplamente em sistemas telefônicos domésticos e comerciais e em muitas LANs e WANs.

Desvantagens:

- Suscetível a uma variedade de tipos de interferência elétrica (ruído), que limita a distância prática em que os dados podem ser transmitidos sem que sejam danificados.

- Os sinais devem ser “restaurados” cada um isoladamente a aproximadamente três quilômetros e meio pelo uso de repetidores que são muito dispendiosos.
- Não oferece segurança.

Cabo Coaxial

O *cabo coaxial* consiste em um fio rígido de cobre ou alumínio envolto em espaçadores para seu isolamento e proteção. O isolamento minimiza a interferência e a distorção dos sinais que o cabo conduz.

- Pode conduzir um grande volume de dados – aproximadamente 100 milhões de bits por segundo (1.800 a 3.600 chamadas de voz de uma vez). Um cabo coaxial de 2” de diâmetro pode conduzir até 5.500 canais.
- Os cabos coaxiais podem ser enfeixados juntos em um cabo maior para facilidade de instalação.
- Pode ser instalado sob o chão e estendido nos leitos de lagos e oceanos.
- Permite a transmissão de dados em alta velocidade e é utilizado em áreas metropolitanas com grande volume de serviço, para sistemas de TV a cabo e para conexão de curta distância entre computadores e equipamentos periféricos.
- Utilizado extensivamente em prédios comerciais e outros estabelecimentos de trabalho para redes locais.

Desvantagens:

- Mais caro do que o fio de pares trançados.

Cabo de Fibra Ótica

O *cabo de fibra ótica* consiste em um ou mais filamentos capilares de fibra de vidro envolvidos em uma capa protetora. Os sinais são convertidos para a forma de luz e queimados pelo laser em explosões.

- Custo relativamente baixo.
- Oferece volume de alta transmissão.
- Além de sinais análogos, pode conduzir sinais digitais, aumentando assim as comunicações e a capacidade.
- Fornece reduções substanciais em tamanho e peso.
- Fornece maior velocidade e maior capacidade de transmissão do que o cabo coaxial e os fios de pares trançados. Não é afetado por radiação eletromagnética e não gera esta radiação.
- Não é suscetível a ruído eletrônico e por isso possui uma margem de erros muito menor do que o cabo coaxial e o fio de pares trançados.
- A velocidade das comunicações é 10.000 vezes mais rápida do que a velocidade de sistemas de microondas e satélite.

- A segurança da mensagem das comunicações de fibra ótica é muito resistente a roubo ilegal de dados; interceptações podem ser facilmente detectadas.
- Pode ser utilizado debaixo do mar para uso transatlântico.

As maiores desvantagens da utilização de cabos de fibra ótica são:

- A instalação pode ser difícil uma vez que a emenda do cabo para fazer conexões não é fácil; entretanto, esta desvantagem também oferece uma vantagem visto que as linhas são mais seguras, dificultando sua interceptação.
- Custo alto para aquisição.
- O equipamento de comunicações especializado não é barato.

Tecnologias sem fios:

Tecnologias de telecomunicações sem fios baseiam-se em ondas de rádio, microondas, ondas infravermelhas e pulsos de ondas luminosas visíveis para transportar comunicações digitais sem fios entre dispositivos de comunicações. As tecnologias sem fios englobam:

- Microondas terrestres
- Satélites de comunicações
- Telefones celulares e PCS e sistemas de pager
- Rádio de dados móvel
- LANs sem fios
- Diversas tecnologias de Internet sem fios

Observação: Cada tecnologia utiliza faixas específicas (em megahertz) de frequências eletromagnéticas que são determinadas pelos órgãos nacionais controladores para minimizar a interferência e favorecer telecomunicações eficientes.

Microonda Terrestre

A *microonda terrestre* diz respeito a sistemas de microonda por terra que transmitem sinais de rádio de alta velocidade em um caminho de linha de mira entre estações repetidoras espaçadas a uma distância de aproximadamente 50 quilômetros.

- Utiliza a atmosfera como o meio para transmitir sinais.
- Utilizada extensivamente para comunicação à longa distância bem como para comunicação de alto volume tanto de dados como de voz na forma de ondas eletromagnéticas.

Desvantagens:

- Os sinais de microondas não podem se dirigir à curvatura da terra; em vez disso, eles devem ser revezados de ponto a ponto por torres de microondas ou estações repetidoras, colocadas a uma distância de aproximadamente 50 quilômetros. (A superfície da terra normalmente apresenta uma curvatura de aproximadamente 22 cm a cada quilômetro e meio).
- A saturação das ondas do ar com transmissões de microondas tem chegado ao máximo.

Satélites de Comunicações

Os *satélites de comunicações* utilizam a atmosfera como o meio para transmitir sinais. Um satélite é algum dispositivo eletrônico a energia solar que recebe, amplifica e retransmite sinais; o satélite atua como uma estação de retransmissão entre estações de transmissão de satélites na terra (estações terrestres). Três satélites colocados em órbita podem cobrir toda a superfície da terra, com alguma sobreposição.

- Utilizados extensivamente para comunicação à longa distância como para comunicação de alto volume tanto de dados como de voz.
- Método efetivo de custo para movimentar grandes quantidades de dados por longas distâncias.

Desvantagens:

- O desenvolvimento e a colocação de satélites em órbita são muito caros.
- O enfraquecimento dos sinais devido às longas distâncias, as condições do tempo e a atividade solar podem causar interferência de ruídos.
- A vida útil de um satélite é de apenas 7 a 10 anos.
- Qualquer pessoa pode ouvir os sinais do satélite, por isso os dados sensíveis devem ser enviados em uma forma criptografada ou secreta.

- Dependendo da frequência de transmissão do satélite, a estação de microondas na terra pode “interromper”, ou impedir, a transmissão operando na mesma frequência.
- A transmissão de sinais pode ser lenta se os sinais têm que percorrer distâncias muito longas.

Sistemas de Telefonia Celular

Os *sistemas de telefonia celular* utilizam várias tecnologias de comunicações que dividem uma área geográfica em pequenas áreas, ou células, normalmente de um a vários quilômetros quadrados. Cada célula tem seu próprio dispositivo transmissor de baixa potência ou antena repetidora de rádio para retransmitir chamadas de uma célula para outra. Esta tecnologia é utilizada para fornecer serviços de telefonia móvel e comunicação portátil de dados e voz.

- Importante meio de comunicação para a comunicação portátil de dados e voz.

Desvantagens:

- Não são linhas protegidas.

LANs Sem Fio

LANs sem fio utilizam várias tecnologias sem fios. Os exemplos englobam uma tecnologia de ondas de rádio de alta frequência similar à do celular digital, e uma tecnologia de rádio de baixa frequência chamada *spread spectrum* (espectro de difusão). A outra tecnologia de LAN sem fios é chamada de infravermelha

porque utiliza raios de luz infravermelha para estabelecer conexões de rede entre os componentes da LAN.

Esta tecnologia está crescendo rapidamente à medida que novas tecnologias de alta velocidade são implementadas.

- Wi-Fi (IEEE 802.11b) é uma nova tecnologia de padrão aberto de radio-freqüência sem fios. Uma Wi-Fi é mais rápida e menos onerosa que o padrão Ethernet e outras tecnologias de LAN com fios.

Desvantagens:

- Limitações de distância

A Rede sem Fios:

O acesso sem fios à Internet, a intranets e a extranets está crescendo com a proliferação dos instrumentos de informação capazes de operar em rede.

- Telefones inteligentes, pagers, PDAs, e outros dispositivos portáteis de comunicação tornaram-se *clientes magros* em redes sem fios.
- O acordo sobre o protocolo de aplicação sem fios (WAP) estimulou o desenvolvimento de muitas aplicações e serviços de rede sem fios.
- A indústria de telecomunicações continua trabalhando em tecnologias sem fios de terceira geração cuja meta é elevar as velocidades de transmissão sem fio para possibilitar o crescimento de aplicações multimídia e vídeo em dispositivos móveis.
- O padrão WAP especifica como as páginas da Web em HTML ou em XML são traduzidas para a linguagem WML (linguagem de marcação sem fios) por um software de filtragem e pré-processadas por um software autorizado (de proxy) para preparar as páginas da web para transmissão de um servidor de rede para um dispositivo sem fios capaz de conectar-se à rede.

Desvantagens:

- Limitações de distância

Processadores de Telecomunicações

Processadores de telecomunicações como modems, multiplexadores, comutadores e roteadores desempenham uma série de funções de apoio entre os computadores e outros dispositivos em uma rede de telecomunicações. Um processador de telecomunicações inclui:

- Modems
- Multiplexadores
- Processadores de Ligação entre Redes

Modems

Os ***modems*** são o tipo mais comum de processador de comunicações e, provavelmente, sejam o hardware de comunicações de dados mais amplamente utilizado nos negócios. As funções dos modems incluem:

- Converter sinais digitais de um computador em sinais análogos para transmissão por linhas telefônicas, depois, receber esses sinais e convertê-los de volta para sinais digitais. Este processo é conhecido como **modulação** e **demodulação**. A palavra “modem” é uma contração de ***modular*** e ***demodular***.

Multiplexadores

Um ***multiplexador*** é um processador de comunicações que permite que um canal de comunicações isolado veicule transmissões simultâneas de dados de diversos terminais. Normalmente, um multiplexador funde as transmissões de diversos terminais na

extremidade de um canal de comunicações, enquanto uma unidade similar separa as transmissões individuais no terminal de recepção.

Processadores de Ligação entre Redes (Internetwork)

As redes de telecomunicações são interconectadas por processadores de comunicações com finalidades especiais chamados ***processadores de ligação entre redes***, como chaves, roteadores, eixos e passagens [*gateways*].

- **Chave** – é um processador de comunicações que faz conexões entre os circuitos de telecomunicações em uma rede para que uma mensagem de telecomunicações possa alcançar seu destino pretendido.
- **Roteador** – é um processador de telecomunicações que interconecta redes baseadas em diferentes regras ou *protocolos* para que uma mensagem de telecomunicações possa ser encaminhada até seu destino.
- **Eixo** – é um processador de comunicações para comutação de portas. Isto permite o compartilhamento dos recursos de rede como servidores, estações de trabalho LAN, impressoras, etc.

- **Passagem** – é um processador de comunicações que conecta redes que utilizam diferentes arquiteturas de comunicações.

Software de Telecomunicações

O software é um componente vital de todas as redes de telecomunicações. As telecomunicações e o software de gerenciamento de redes podem residir em PCs, servidores, computadores centrais e processadores de comunicações como multiplexadores e roteadores. Os pacotes de software de telecomunicações para WANs baseadas em computador central freqüentemente utilizam *monitores de telecomunicações* ou *monitores de teleprocessamento*. Os servidores em LANs utilizam software de gerenciamento de rede chamado *sistemas operacionais de rede* (Por exemplo, Novell NetWare ou Microsoft Windows NT Server). As intranets utilizam software de gerenciamento de rede como o Enterprise Server da Netscape. Muitas vezes, o software de telecomunicações conhecido como *middleware* pode ajudar diversas redes a se comunicarem entre si.

Dispõe-se de uma série de pacotes de software de comunicações para microcomputadores, especialmente os navegadores para Internet como o Netscape Navigator e o Microsoft Explorer.

Os pacotes de software de telecomunicações fornecem uma série de serviços de apoio em comunicações. Funcionam, por exemplo, com um processador de comunicações para conectar e desconectar ligações de comunicações e estabelecer parâmetros de comunicações como velocidade, modo e direção da transmissão.

Os pacotes de gerenciamento de redes como os sistemas operacionais de redes LAN e os monitores de telecomunicações WAN:

- Determinam prioridades de transmissão
- Encaminham (comutam) mensagens, consultas e terminais na rede
- Formam linhas de espera (filas) de pedidos de transmissão.
- Detectam e corrigem erros de transmissão
- Registram estatísticas de atividade de rede
- Protegem recursos da rede contra acesso não autorizado.

Exemplos de funções de gerenciamento de rede compreendem:

- **Gerenciamento de Fluxo** – administrar recursos de rede e o volume de fluxo para evitar congestionamento e otimizar os níveis dos serviços de telecomunicações para os usuários.
- **Segurança** –fornecer funções de autenticação, criptografia e auditoria, reforçando as políticas de segurança.
- **Monitoramento da rede** – solução de problemas e vigilância na rede, informando os administradores sobre problemas potenciais antes que venham a ocorrer.

- **Planejamento da capacidade** – levantamento dos recursos de rede e de padrões de fluxos e das necessidades dos usuários para determinar quanto a rede atende às suas necessidades à medida que cresce e se altera.

Topologias de Rede

Existem diversos tipos básicos de topologias de rede, ou estruturas, nas redes de telecomunicações. As três topologias básicas utilizadas em redes de telecomunicações locais e remotas são:

- Rede estrela [*star*]
- Rede anel [*ring*]
- Rede de barramento [*bus*]

Rede Estrela

A rede estrela, uma configuração de rede popular, envolve uma unidade central que possui um número de terminais ligados a ela.

- Liga computadores de usuários finais a um computador central.
- A unidade central na rede estrela funciona como o controlador de tráfego entre todos os outros computadores ligados a ela. O computador central é geralmente um mainframe que atua como o servidor de arquivo.
- Uma rede estrela é bem adequada para companhias que possuam um grande recurso de processamento de dados compartilhado por um número de departamentos menores. Muitas redes estrelas

assumem a forma de redes hierárquicas com uma abordagem centralizada.

Vantagens da rede estrela:

- Vários usuários finais podem utilizar a unidade central simultaneamente.

Desvantagens da rede estrela:

- A rede toda é afetada se a unidade principal “falhar” e todas as comunicações param.
- Considerada menos confiável do que uma rede anel, uma vez que os outros computadores na estrela são bastante dependentes do computador central. Se ela falhar, não há processamento de cópia reserva e capacidade de comunicações e os computadores locais serão desconectados da sede e uns dos outros. A **Tolerância a Falhas** se faz muito importante.
- Os custos para cabeamento do sistema central e dos pontos da estrela juntos são muito dispendiosos.

Rede Anel

Uma rede anel é bastante parecida com uma rede de barramento, com exceção do comprimento do fio, cabo ou fibra ótica que conecta para formar um loop.

- Processadores de computador locais são ligados juntos seqüencialmente em um anel com cada dispositivo sendo conectado a dois outros dispositivos.
- Uma rede anel possui uma abordagem descentralizada.
- Uma rede anel é freqüentemente utilizada para ligar computadores de grande porte por longas distâncias.
- Considerada mais confiável e menos dispendiosa do que as redes estrelas, pois se um computador falhar, os outros computadores no anel podem continuar a processar seu próprio trabalho e a se comunicar entre si.

Vantagens:

- Redes anéis não exigem um computador central para controlar atividades nem necessitam de um servidor de arquivos.
- Cada computador conectado à rede pode se comunicar diretamente com os outros computadores na rede utilizando os canais de comunicações comuns e cada computador realiza seu próprio processamento independente de aplicações.
- Quando um computador necessita de dados de outro computador, os dados passam pelo anel. A rede anel não é suscetível a interrupções como a rede estrela porque, quando um computador no anel falha, ele não afeta necessariamente as capacidades de processamento ou comunicações dos outros computadores no anel.

Rede de Barramento

Em uma rede de barramento, um número de computadores é conectado por um único comprimento de fio, cabo ou fibra ótica.

- Todas as comunicações percorrem este cabo, que é chamado barramento.
- As redes de barramento possuem uma abordagem descentralizada.

Vantagens:

- Não há computador principal ou servidor de arquivos.
- Frequentemente utilizada para conectar um pequeno grupo de microcomputadores que compartilham dados.
- Não tão dispendiosa como a rede estrela, e se um dos microcomputadores falhar, ele não afeta a rede toda.

Arquiteturas e Protocolos de Rede

Até muito recentemente, havia uma falta de padrões suficientes para as interfaces entre o hardware, o software e os canais de comunicações das redes de comunicações de dados. Por este motivo, existe frequentemente uma falta de compatibilidade entre o hardware e o

software de comunicações de dados de diferentes fabricantes. Esta situação:

- Atrapalhava o uso de comunicações de dados
- Aumentava os custos de comunicações de dados
- Reduzia a eficiência e eficácia de comunicações de dados.

Resposta da Indústria: Os fabricantes de computadores e organizações nacionais e internacionais têm desenvolvido padrões chamados protocolos e planos mestres chamados arquiteturas de redes para apoiar o desenvolvimento de redes avançadas de comunicações de dados.

Protocolos

Um **protocolo** é um conjunto formal de regras para comunicações, incluindo regras para cronometrar trocas de mensagens, o tipo de conexão elétrica utilizada pelos dispositivos de comunicações, técnicas de detecção de erros, meios de ganhar acesso aos canais de comunicações e assim por diante. O objetivo das arquiteturas das redes de comunicações é criar mais padronização e compatibilidade entre os protocolos de comunicações.

Arquiteturas de Rede

A meta das arquiteturas de rede é promover um ambiente aberto, simples, flexível e eficiente de telecomunicações. Isto é feito mediante o uso de:

- Protocolos padrão
- Hardware e software padrão de comunicações para interfaces
- Interface padrão de vários níveis entre os usuários finais e os sistemas de computação.

O Modelo OSI: [Figura 4.22]

A International Standard Organization (ISO) está trabalhando no estabelecimento de um protocolo padrão para transmissão de dados. Desenvolveu um modelo de Interconexão de Sistemas Abertos (OSI, ou *Open Systems Interconnection*) em sete camadas para servir como modelo padrão para as arquiteturas de rede. A divisão das funções de comunicações de dados em sete camadas distintas promove o desenvolvimento de arquiteturas de rede modulares, que auxiliam o desenvolvimento, operação e manutenção de complexas redes de telecomunicações.

As sete camadas do OSI incluem:

- Camada de Aplicação
- Camada de Apresentação
- Camada de Sessão

- Camada de Transporte
- Camada de Rede
- Camada de Ligação de Dados
- Camada Física

O TCP/IP da Internet [Figura 4.22]

A Internet utiliza um sistema de protocolos de telecomunicações que se tornou de uso tão generalizado que é equivalente a uma arquitetura de rede. O conjunto de protocolo da Internet é chamado de *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (Protocolo de Controle de Transmissão/Protocolo Internet) e é conhecido como TCP/IP. O TCP/IP consiste em cinco níveis de protocolos que podem ser associados às sete camadas da arquitetura OSI. O TCP/IP é utilizado pela Internet e por todas as intranets e extranets. Muitas empresas e outras organizações também estão convertendo suas redes cliente/servidor para o TCP/IP.

Os cinco níveis do TCP/IP incluem:

- Camada de Aplicação ou Processo
- Camada de Transporte Host-a-Host
- Protocolo Internet (IP)
- Interface de Rede
- Camada Física

Alternativas de Largura de Banda

A forma ou método de comunicações afeta a taxa máxima em que pode ser feita a transmissão de dados pelo canal e o nível de ruído que ocorrerá.

Velocidade de Transmissão

Largura de Banda A velocidade e capacidade de comunicações das redes de telecomunicações podem ser classificadas por *largura de banda*. Esta é a faixa de frequência de um canal de telecomunicações; ela determina a taxa máxima de transmissão do canal.

Taxa de Bauds O número de vezes que ocorre uma mudança de um sinal de comunicações de dados por segundo; com cada mudança, um ou mais bits podem ser transmitidos – bits por segundo (BPS).

Banda de Voz Canais analógicos de baixa velocidade que são normalmente utilizados para comunicações por voz, mas também podem ser utilizados para comunicações de dados por microcomputadores, terminais de vídeo e máquinas de fax.

Banda Média São linhas alugadas especialmente condicionadas que podem controlar uma transmissão mais rápida.

- **Banda larga** – São canais digitais de alta velocidade, que permitem taxas de transmissão elevadas. Geralmente utilizam microondas, fibras ópticas ou satélites de transmissão.

Alternativas de Comutação

Há várias alternativas de comutação para a transmissão de dados em uma rede:

Comutação de Circuitos – estabelece-se uma ligação entre o emissor e o receptor, que continua em funcionamento (por exemplo, o telefone).

Comutação de Mensagens – uma mensagem é transmitida em um bloco de cada vez de um dispositivo de comutação para outro.

Comutação de Pacotes – envolve a subdivisão das mensagens de comunicações em grupos fixos ou variáveis chamados pacotes. Normalmente, os pacotes têm a extensão de 128 caracteres, ao passo que são de comprimento variável na tecnologia da *repetição de quadros*. As redes de comutação de pacotes são freqüentemente operadas por *portadores com valor agregado* que utilizam computadores e outros processadores de comunicações para controlar

o processo de comutação de pacotes e transmitir os pacotes de vários usuários ao longo de suas redes.

Comutação de Células – A chave ATM (*Asynchronous Transfer Mode*, ou *Modo de Transferência Assíncrona*) divide voz, vídeo e outros dados em células fixas e as encaminha para seu próximo destino na rede.