



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Instituto Federal de Santa Catarina

Redes de Computadores **RES 12502**

2014 2



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

O material para essas apresentações foi retirado das apresentações disponibilizadas pela Editora Pearson para o livro “Redes de Computadores e a Internet: Uma Abordagem Top-Down” de Jim Kurose e Keith Ross.

Capítulo 1

Redes de computadores e a Internet

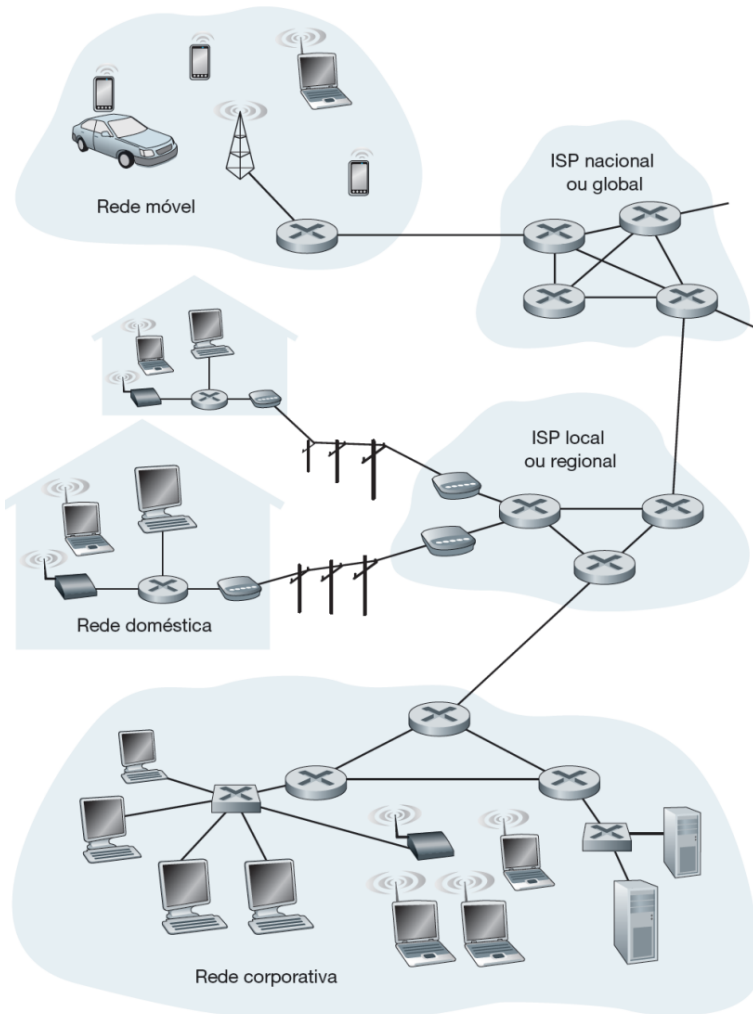


Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

O que é a Internet?



Alguns componentes da Internet

Legenda:



Uma descrição dos componentes da rede

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

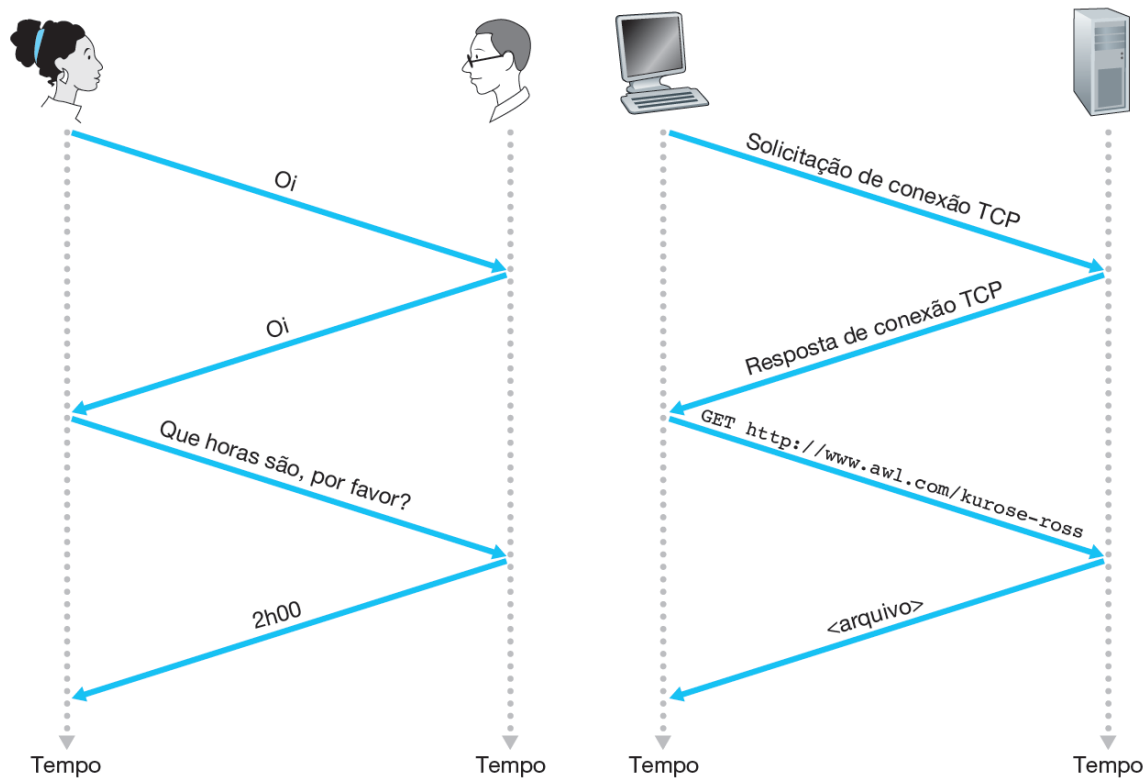
- Sistemas finais são conectados entre si por **enlaces** (*links*) de **comunicação** e **comutadores** (*switches*) de pacotes.
- Eles acessam a Internet por meio de **Provedores de Serviços de Internet**.
- Os sistemas finais, os comutadores de pacotes e outras peças da Internet executam **protocolos** que controlam o envio e o recebimento de informações.
- O **TCP** e o **IP** são dois dos mais importantes da Internet.

Uma descrição do serviço

- Os sistemas finais ligados à Internet oferecem uma **Interface de Programação de Aplicação (API)**.
- Ela especifica como o programa solicita à infraestrutura da Internet que envie dados a um programa de destino específico.
- Essa API da Internet é um conjunto de regras que o software emissor deve cumprir para que a Internet seja capaz de enviar os dados ao programa de destino.

O que é um protocolo?

- Um protocolo humano e um protocolo de rede de computadores



Exercícios

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

Qual é a diferença entre um sistema hospedeiro e um sistema final? Cite os tipos de sistemas finais. Um servidor Web é um sistema final?

Exercícios

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

A palavra protocolo é muito usada para descrever relações diplomáticas. Como a Wikipédia descrever um protocolo diplomático?

Exercícios

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

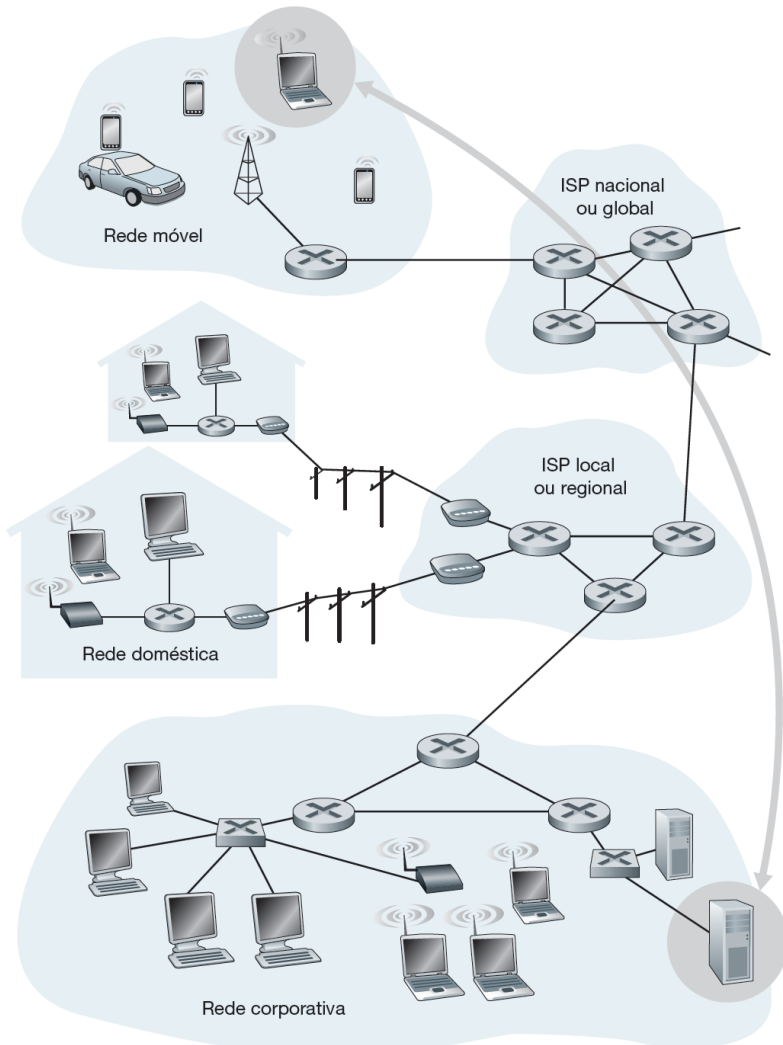
Por que os padrões são importantes para os protocolos?

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

A periferia da Internet



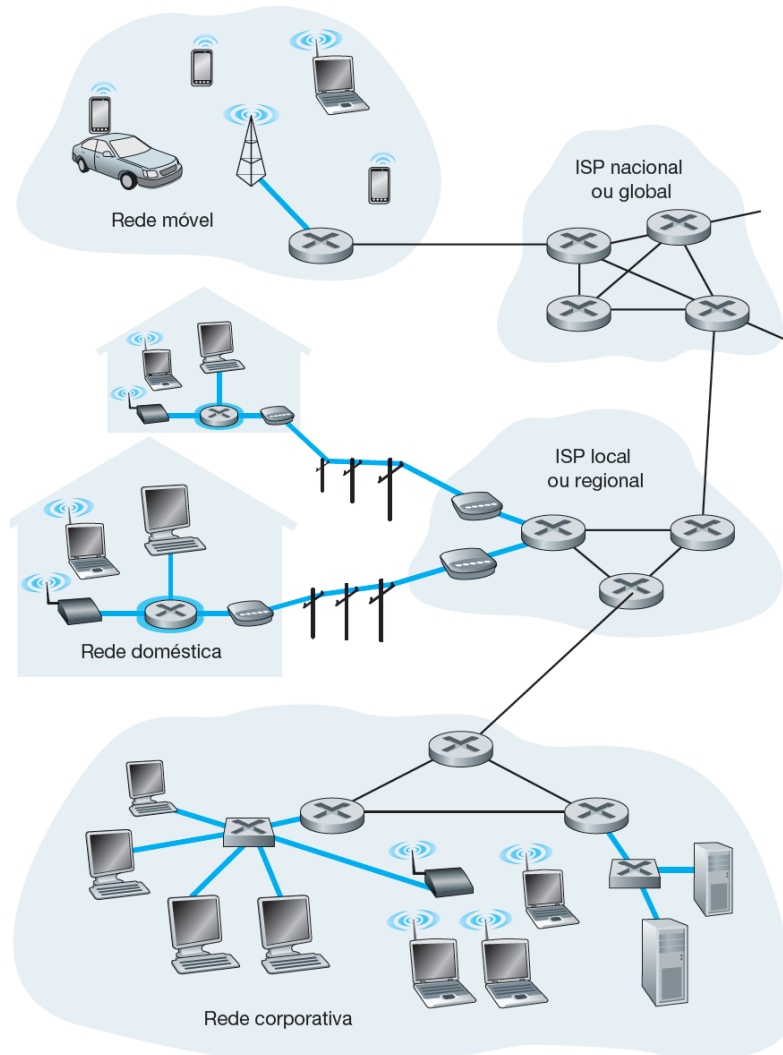
- Interação entre sistemas finais

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

Redes de acesso



- Rede física que conecta um sistema final ao primeiro roteador de um caminho partindo de um sistema final até outro qualquer.

Acesso doméstico: DSL, cabo, FTTH, discado e satélite

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

Os dois tipos de acesso residencial banda largas predominantes são a linha digital de assinante (DSL) ou a cabo.

A linha telefônica conduz, simultaneamente, dados e sinais telefônicos tradicionais, que são codificados em frequências diferentes:

- um canal downstream de alta velocidade, com uma banda de 50 kHz a 1 MHz;

Acesso doméstico: DSL, cabo, FTTH, discado e satélite

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- um canal upstream de velocidade média, com uma banda de 4 kHz a 50 kHz;
- um canal de telefone bidirecional comum, com uma banda de 0 a 4 kHz.

Embora o DSL utilize a infraestrutura de telefone local da operadora, o acesso à Internet a cabo utiliza a infraestrutura de TV a cabo da operadora de televisão.

O acesso à Internet a cabo necessita de modems especiais.

Acesso doméstico: DSL, cabo, FTTH, discado e satélite

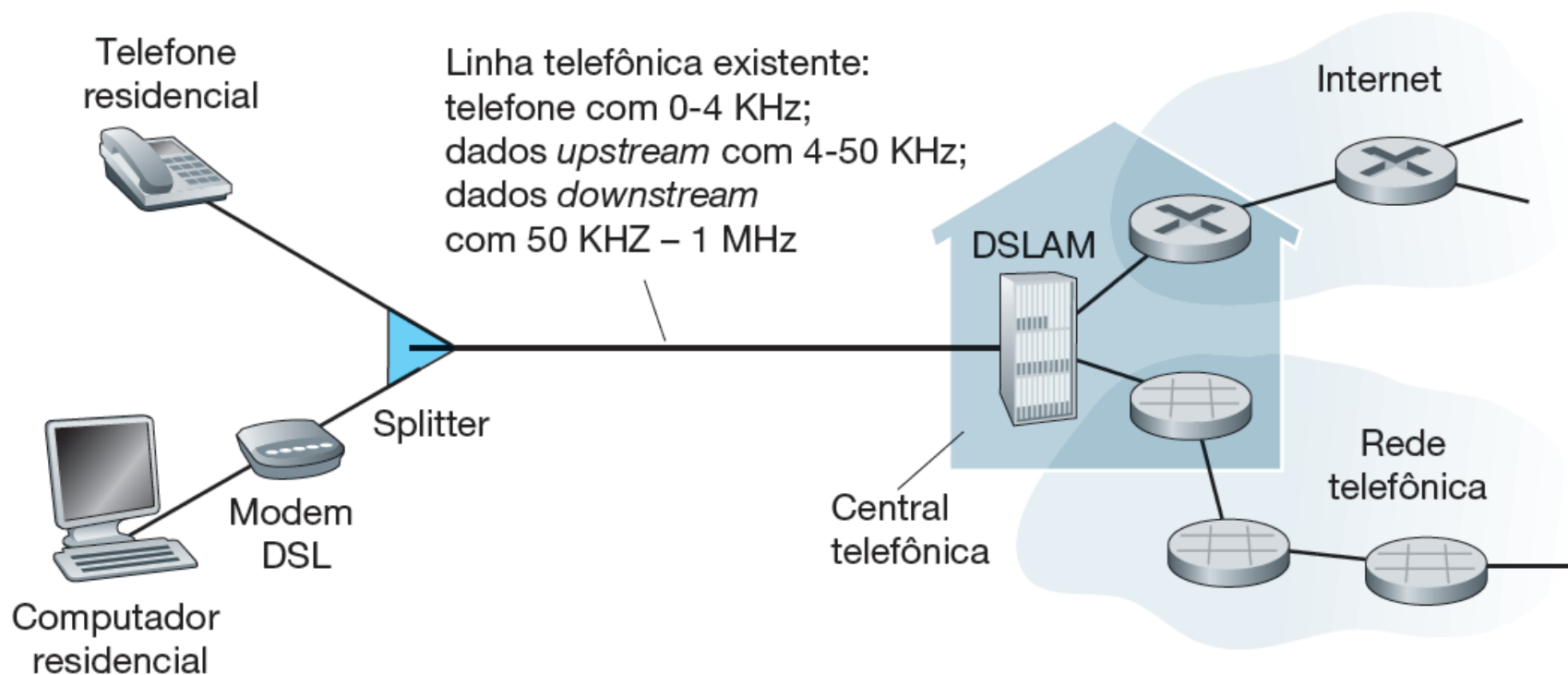
KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- Acesso à Internet por DSL



Acesso doméstico: DSL, cabo, FTTH, discado e satélite

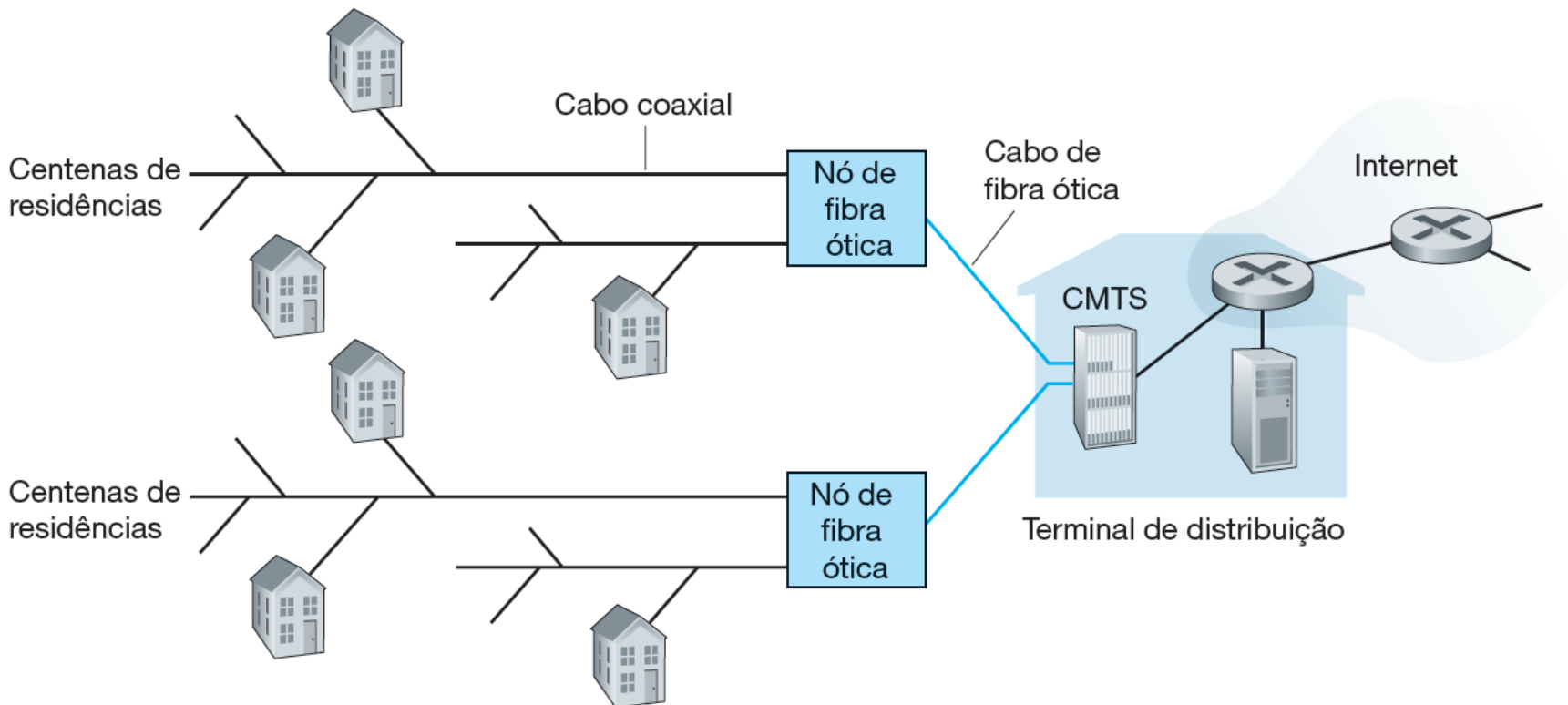
KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- Uma rede de acesso híbrida fibra-coaxial



Acesso doméstico: DSL, cabo, FTTH, discado e satélite

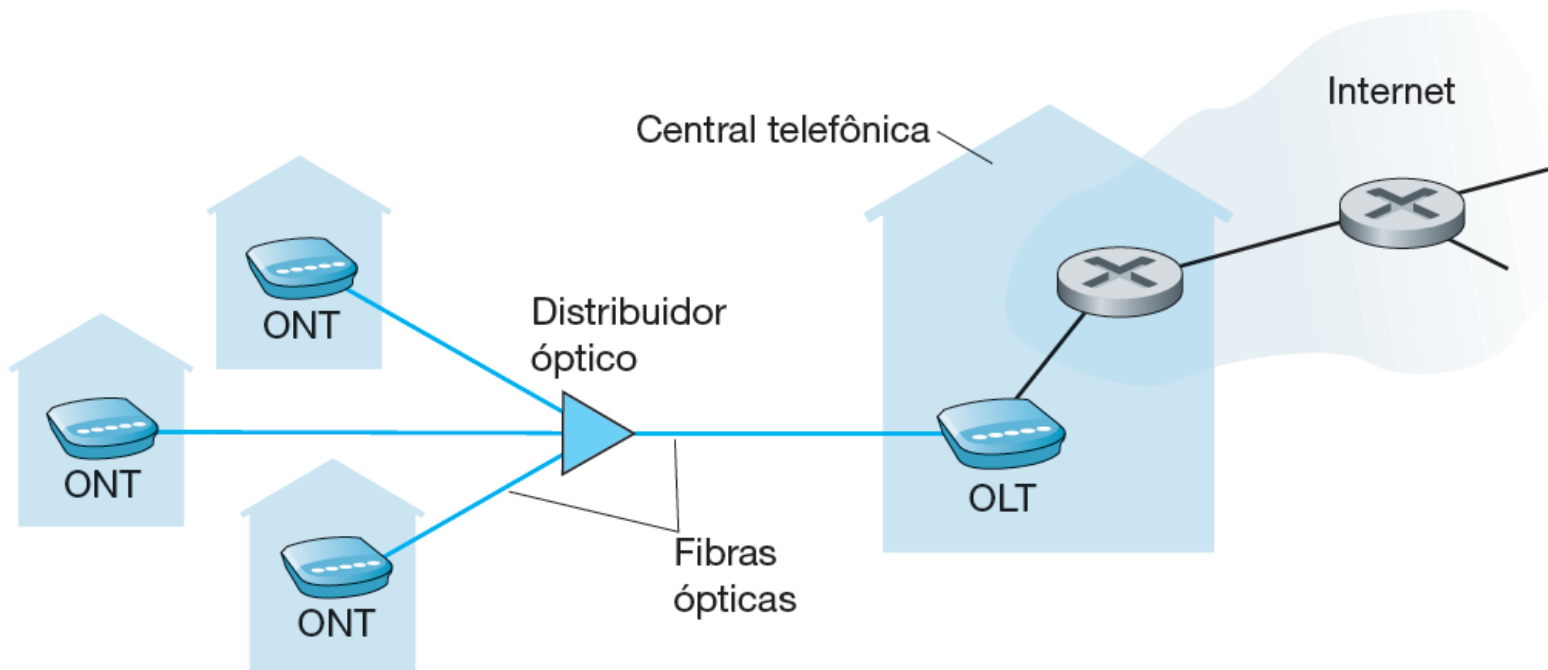
KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- O conceito da FTTH é simples — oferece um caminho de fibra ótica da CT diretamente até a residência.



Acesso doméstico: DSL, cabo, FTTH, discado e satélite

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- Em locais onde DSL, cabo e FTTH não estão disponíveis, um enlace de satélite pode ser empregado para conexão em velocidades não maiores do que 1 Mbit/s.
- StarBand e HughesNet são dois desses provedores de acesso por satélite.
- O acesso discado por linhas telefônicas tradicionais é baseado no mesmo modelo do DSL.
- O acesso discado é terrivelmente lento em 56 kbits/s.

Acesso na empresa (e na residência): Ethernet e Wi-Fi

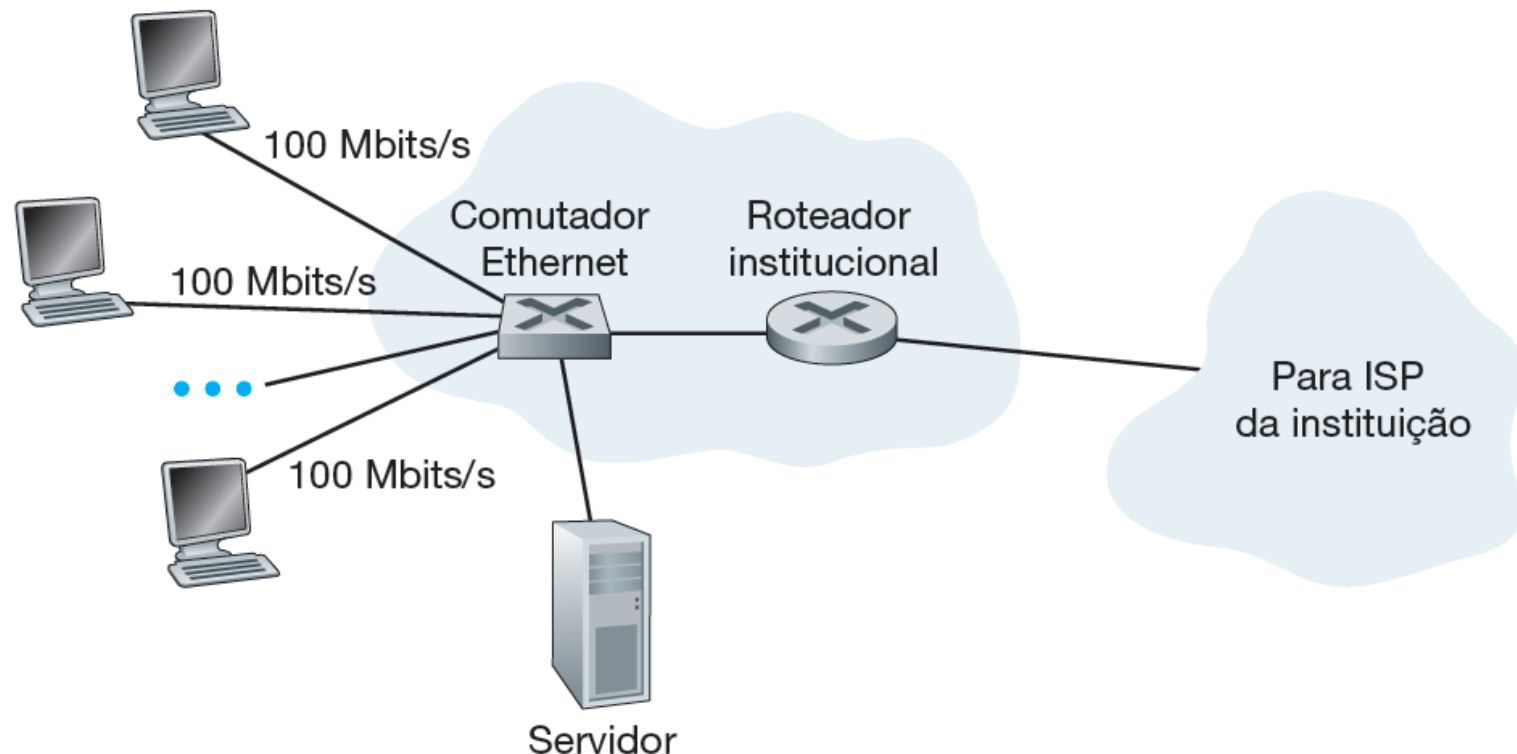
KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- Acesso a internet por ethernet



Meios físicos

- O bit, ao viajar da origem ao destino, passa por uma série de pares transmissor-receptor, que o recebem por meio de ondas eletromagnéticas ou pulsos ópticos que se propagam por um **meio físico**.
- Alguns exemplos de meios físicos são par de fios de cobre trançado, cabo coaxial, cabo de fibra ótica multimodo, espectro de rádio terrestre e espectro de rádio por satélite.
- Os meios físicos se enquadram em duas categorias: meios guiados e meios não guiados.

Exercícios

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

Cite seis tecnologias de acesso. Classifique cada uma delas nas categorias acesso residencial, corporativo ou móvel.

Exercícios

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

A taxa de transmissão HFC (rede híbrida fibra-coaxial) é compartilhada ou dedicada entre usuários?

Exercícios

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

Qual é a taxa de transmissão de LANs Ethernet?

Exercícios

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

Qual é a taxa de transmissão de LANs Ethernet? Cite alguns meios físicos utilizados para instalar a Ethernet.

Exercícios

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

Descreva as tecnologias de acesso sem fio mais populares atualmente. Faça uma comparação entre elas.

Exercícios

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

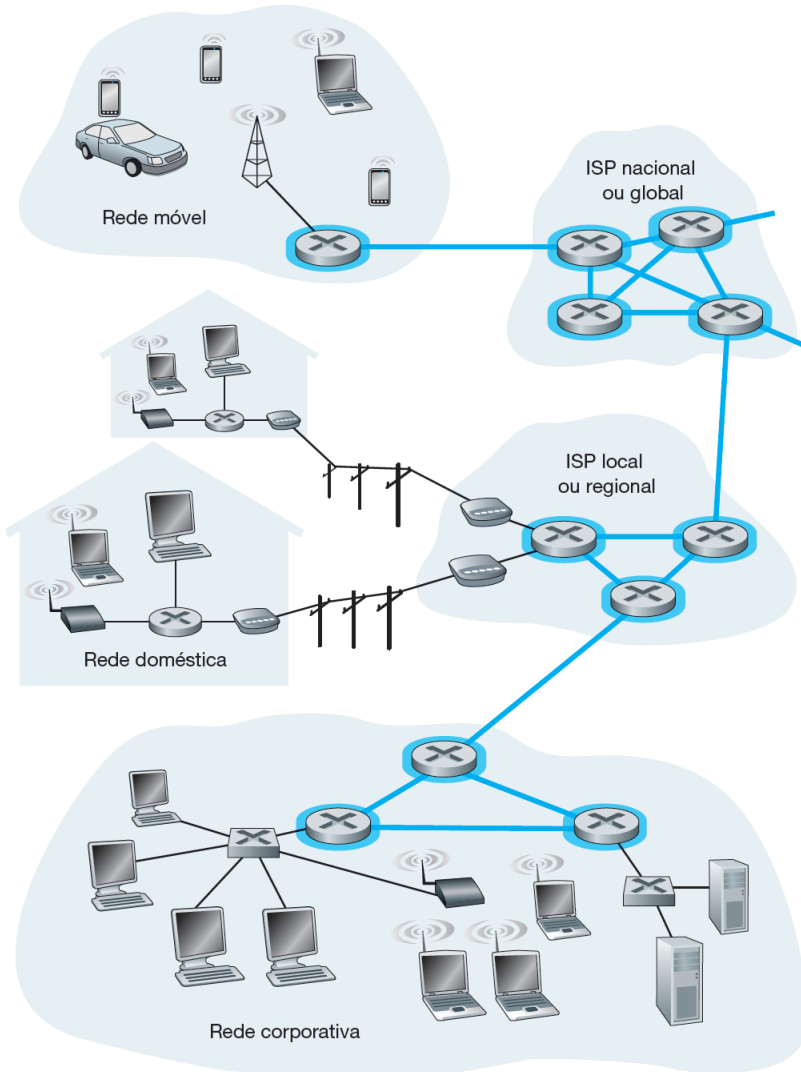
Qual é a vantagem de uma rede de comutação de circuitos em relação a uma de comutação de pacotes?

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

O núcleo da rede



- O núcleo da rede

Comutação de pacotes

- Em uma aplicação de rede, sistemas finais trocam **mensagens** entre si.
- Para enviar uma mensagem de um sistema final de origem para um destino, o originador fragmenta mensagens longas em porções de dados menores, denominadas **pacotes**.
- Entre origem e destino, cada um deles percorre enlaces de comunicação e **comutadores de pacotes**.
- Há dois tipos principais de comutadores de pacotes: **roteadores** e **comutadores de camada de enlace**.

Transmissão armazena-e-reenvia

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- Significa que o comutador de pacotes deve receber o pacote inteiro antes de poder começar a transmitir o primeiro bit para o enlace de saída.



Transmissão armazena-e-reenvia

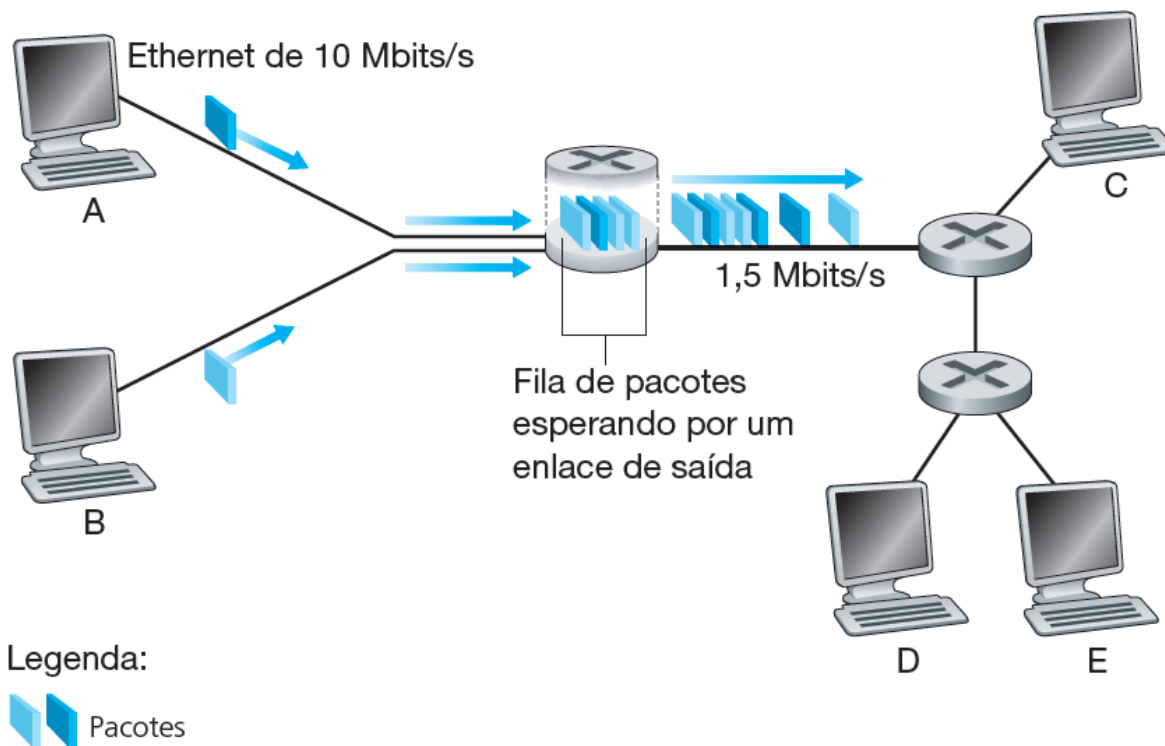
KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- A figura abaixo ilustra uma rede simples de comutação de pacotes.



Tabelas de repasse e protocolos de roteamento

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

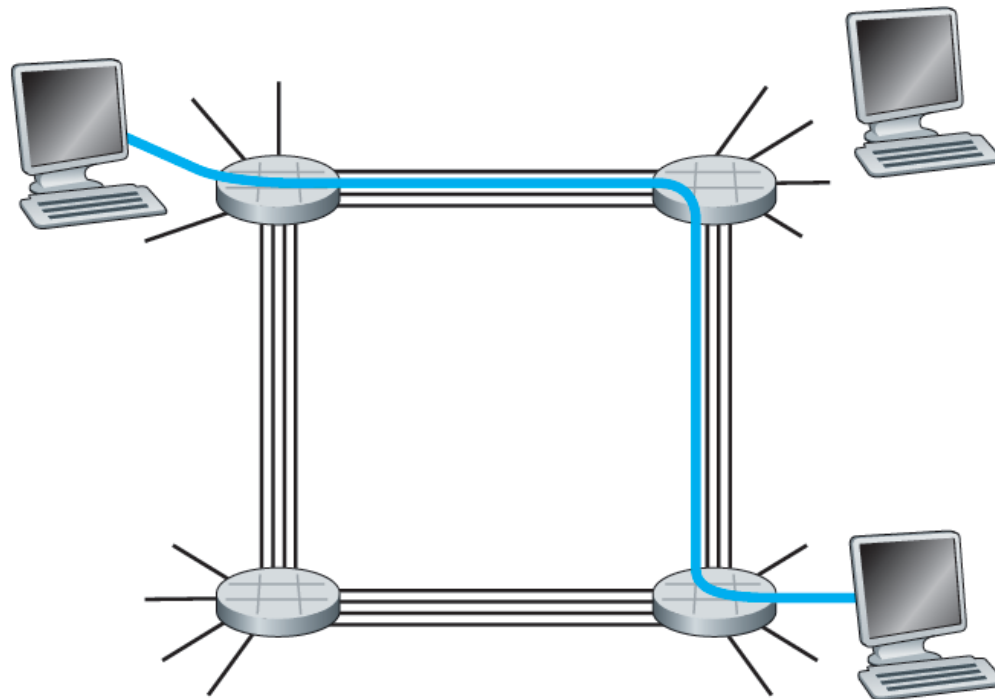
uma abordagem top-down

6ª edição

- Cada roteador possui uma tabela de encaminhamento que mapeia os endereços de destino para enlaces de saída desse roteador.
- O processo de roteamento fim a fim é semelhante a um motorista que não quer consultar o mapa, preferindo pedir informações.
- Um protocolo de roteamento pode, por exemplo, determinar o caminho mais curto de cada roteador a cada destino e utilizar os resultados para configurar as tabelas de encaminhamento nos roteadores.

Comutação de circuitos

- As redes de telefonia tradicionais são exemplos de redes de comutação de circuitos.



Multiplexação em redes de comutação de circuitos

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- Um circuito é implementado em um enlace por **multiplexação por divisão de frequência (FDM)** ou por **multiplexação por divisão de tempo (TDM)**.
- A figura a seguir ilustra as técnicas FDM e TDM para um enlace de rede que suporta até quatro circuitos.
- Embora tanto a comutação de pacotes quanto a de circuitos predominem nas redes de telecomunicação de hoje, a tendência é, sem dúvida, a comutação de pacotes.

Multiplexação em redes de comutação de circuitos

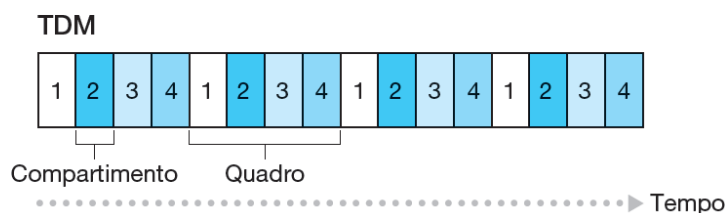
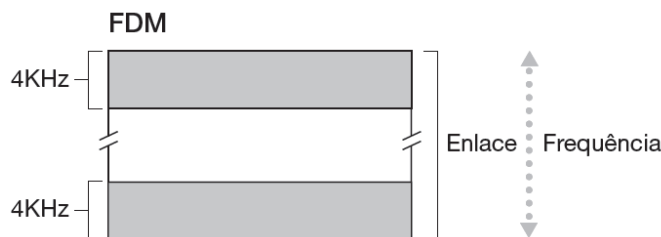
KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- Com FDM, cada circuito dispõe continuamente de uma fração da largura de banda.
- Com TDM, cada circuito dispõe de toda a largura de banda periodicamente, durante breves intervalos de tempo.



Legenda:

2 Todos os compartimentos de número "2" são dedicados a um par transmissor/receptor específico.

Uma visão geral de atraso em redes de comutação de pacotes

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- Um pacote começa em um sistema final (a origem), passa por uma série de roteadores e termina sua jornada em outro sistema final (o destino).
- Quando um pacote viaja de um nó ao nó, sofre, ao longo desse caminho, diversos tipos de atraso em cada nó.

Os mais importantes deles são:

- o atraso de processamento nodal,
- o atraso de fila,

Uma visão geral de atraso em redes de comutação de pacotes

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- o atraso de transmissão
- e o atraso de propagação;
- juntos, eles se acumulam para formar o atraso nodal total.

O desempenho de muitas aplicações da Internet é bastante afetado por atrasos na rede.

Uma visão geral de atraso em redes de comutação de pacotes

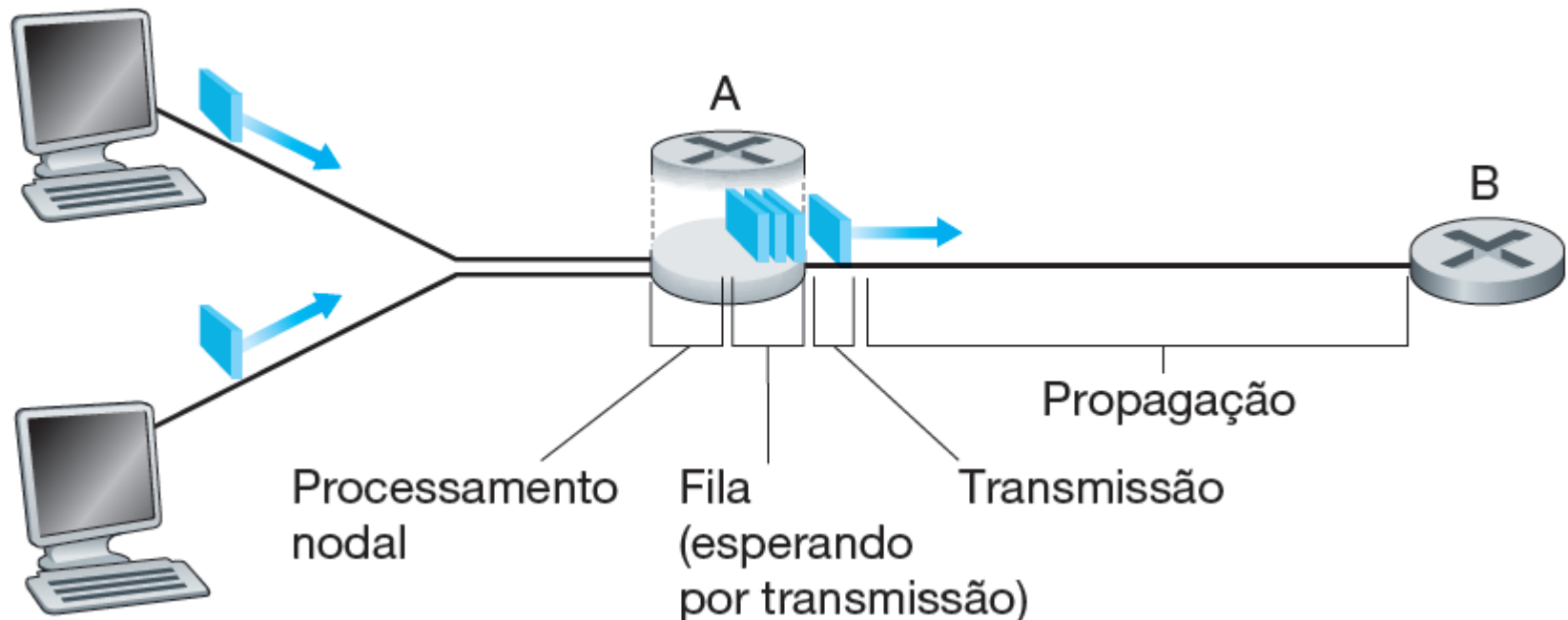
KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- O atraso nodal no roteador A



Uma visão geral de atraso em redes de comutação de pacotes

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- Atraso de processamento
- Atraso de fila
- Atraso de transmissão
- Atraso de propagação

Atraso de fila e perda de pacote

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- Quando o atraso de fila é grande e quando é insignificante?
- A resposta depende da velocidade de transmissão do enlace, da taxa com que o tráfego chega à fila e de sua natureza em rajadas.
- Uma das regras de ouro da engenharia de tráfego é: *projete seu sistema de modo que a intensidade de tráfego não seja maior do que 1.*
- A dependência qualitativa entre o atraso de fila médio e a intensidade de tráfego é mostrada na figura a seguir.

Atraso de fila e perda de pacote

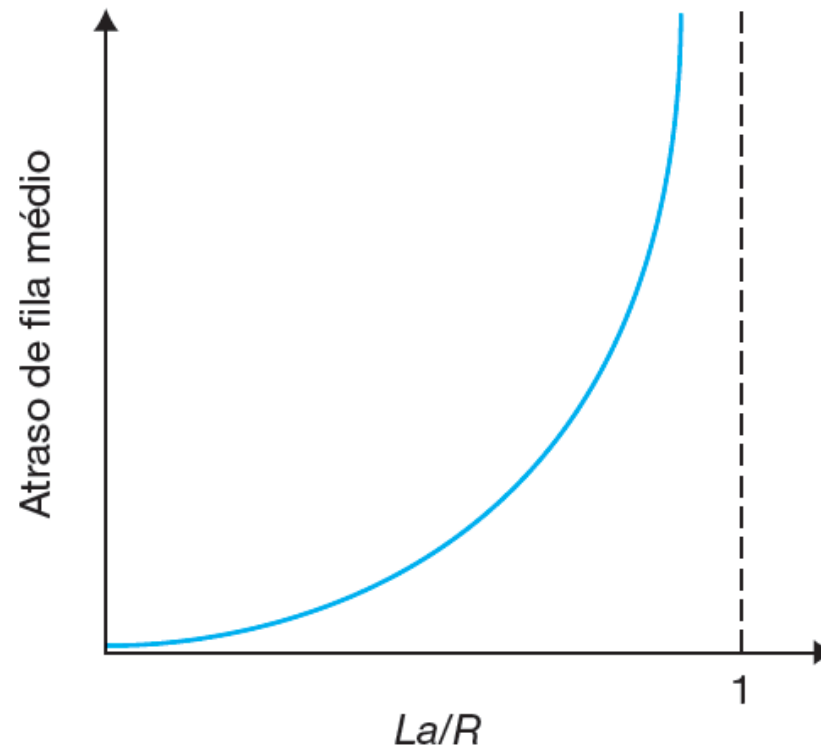
KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- Dependência entre atraso de fila médio e intensidade de tráfego



Atraso de fila e perda de pacote

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- A fila é capaz de conter um número infinito de pacotes.
- O que acontece de fato é que um pacote pode chegar e encontrar uma fila cheia.
- Sem espaço disponível para armazená-lo, o roteador o descartará; isto é, ele será perdido.
- Uma perda de pacote é vista como um pacote que foi transmitido para o núcleo da rede, mas sem nunca ter emergido dele no destino.

Vazão nas redes de computadores

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- Para definir vazão, considere a transferência de um arquivo grande do hospedeiro A para o hospedeiro B por uma rede de computadores.
- A **vazão instantânea** a qualquer momento é a taxa (em bits/s) em que o hospedeiro B está recebendo o arquivo.
- Se o arquivo consistir em F bits e a transferência levar T segundos para o hospedeiro B receber todos os F bits, então a **vazão média** da transferência do arquivo é F/T bits/s.

Vazão nas redes de computadores

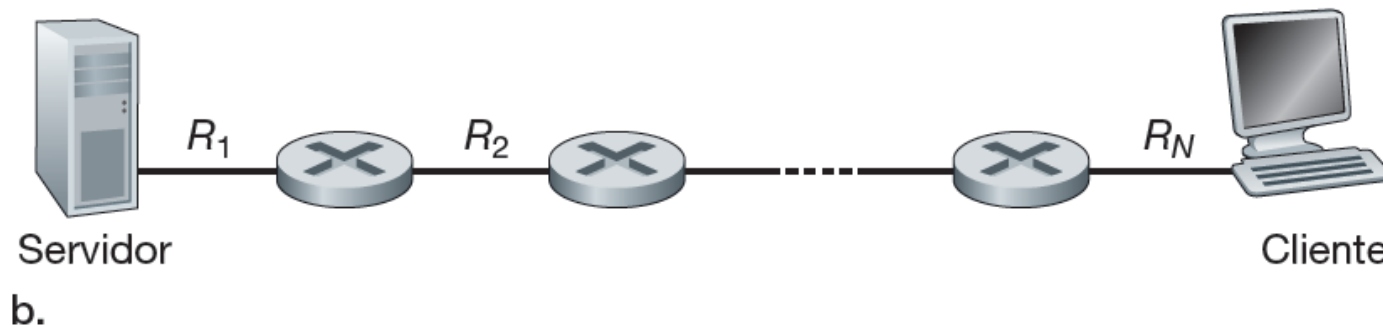
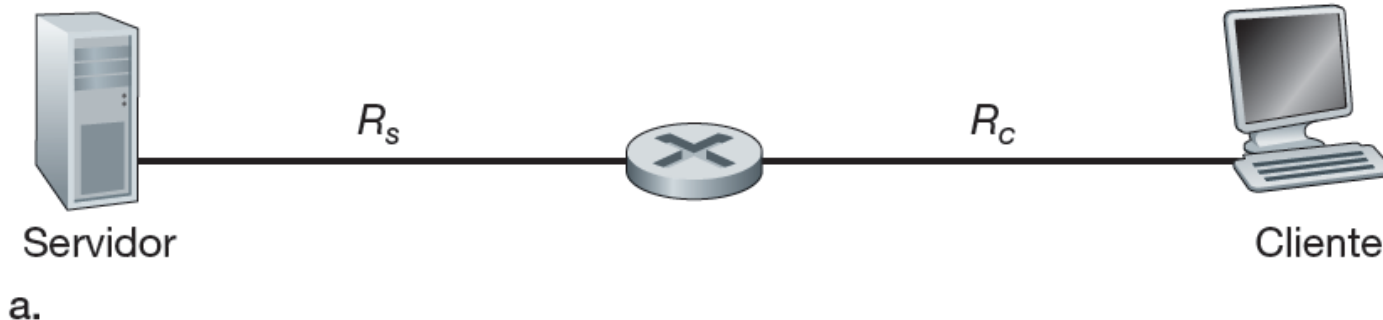
KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- Vazão para uma transferência de arquivo do servidor ao cliente



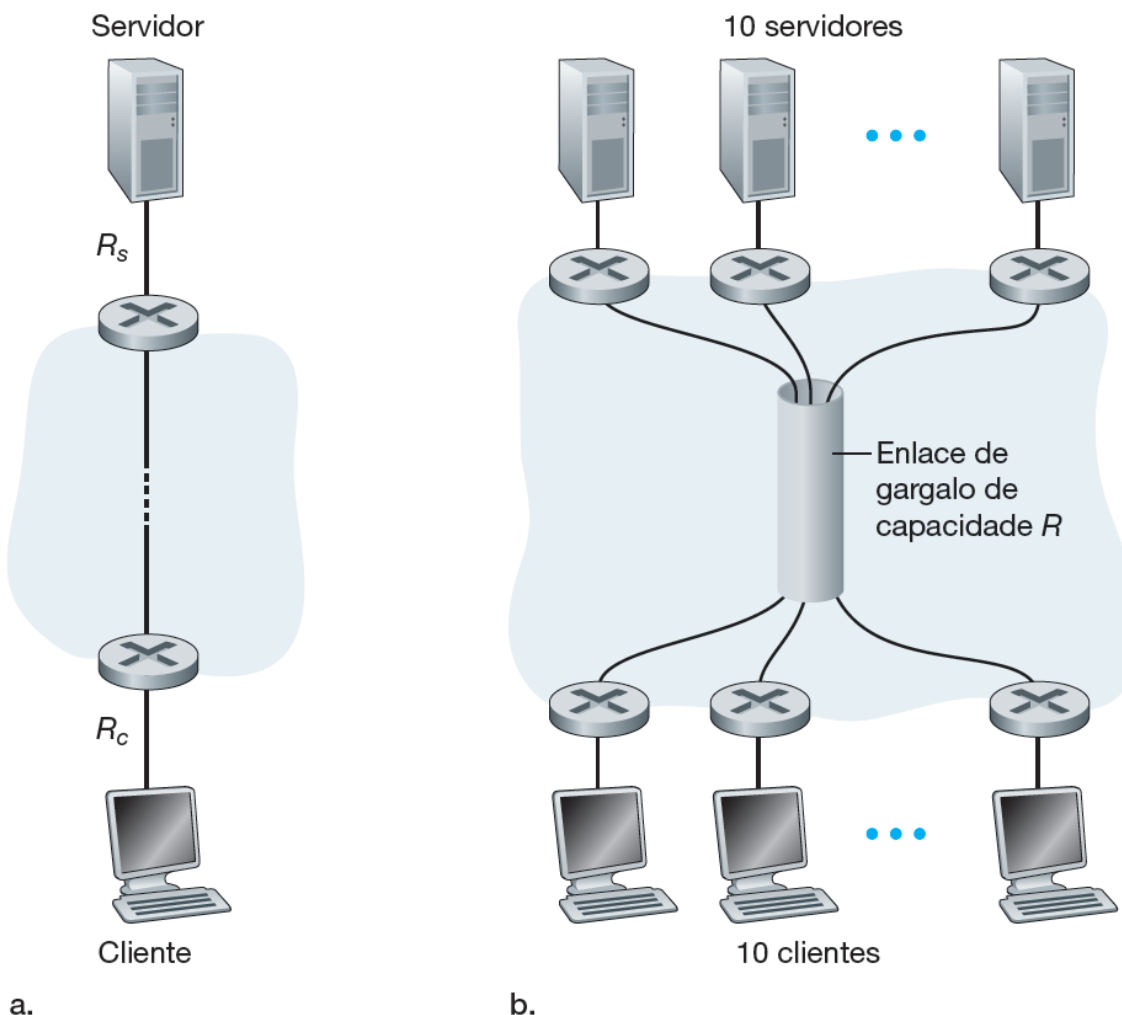
Vazão nas redes de computadores

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição



Vazão fim a fim:

- (a) O cliente baixa um arquivo do servidor;
- (b) 10 clientes fazem o download com 10 servidores

Exercícios

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

Considere o envio de uma máquina de origem a uma máquina de destino por uma rota fixa. Relacione os componentes de atraso que formam o atraso fim a fim. Quais são constantes e quais são variáveis?

Exercícios

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

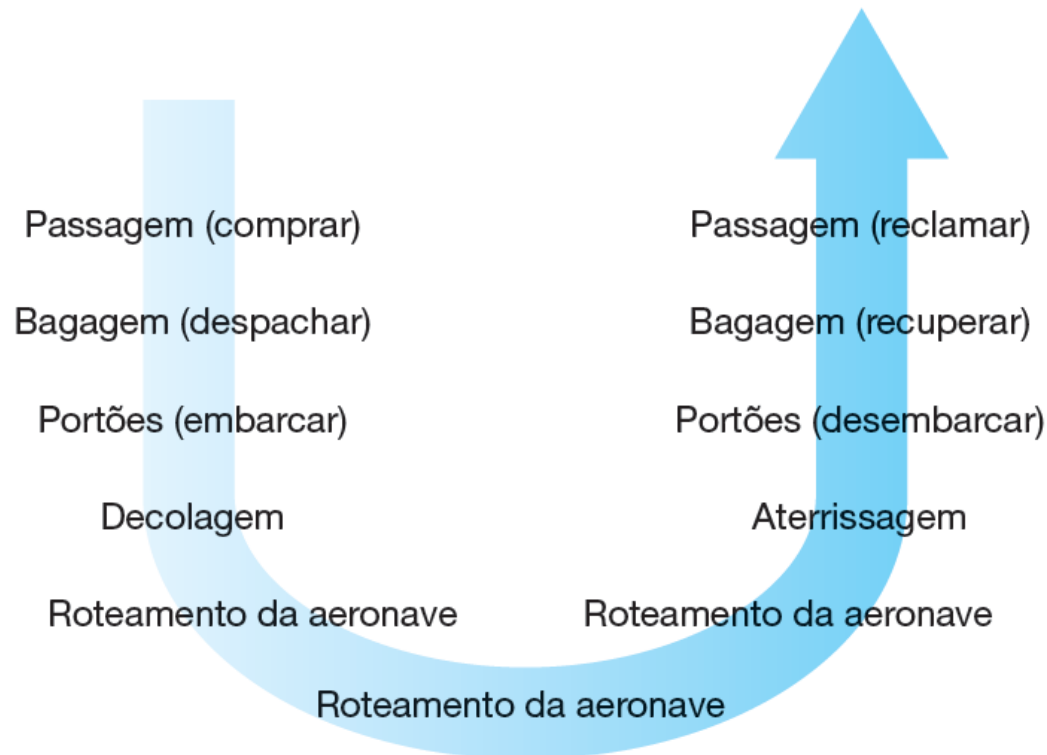
Quanto tempo um pacote de 1.000 bytes leva para se propagar através de um enlace de 2.500 km de distância, com uma velocidade de propagação de $2,5 \cdot 10^8$ m/s e uma taxa de transmissão de 2Mbits/s?

Suponha que o hospedeiro A queira enviar um arquivo grande para o hospedeiro B. O percurso de A para B possui três enlaces, de taxas $R1 = 500$ kbits/s, $R2 = 2$ Mbits/s e $R3 = 1$ Mbit/s.

- a. Considerando que não haja nenhum outro tráfego na rede, qual é a vazão para a transferência de arquivo?
- b. Suponha que o arquivo tenha 4 milhões de bytes. Dividindo o tamanho do arquivo pela vazão, quanto tempo levará a transferência para o hospedeiro B?
- c. Repita os itens “a” e “b”, mas agora com $R2$ reduzido para 100 kbits/s.

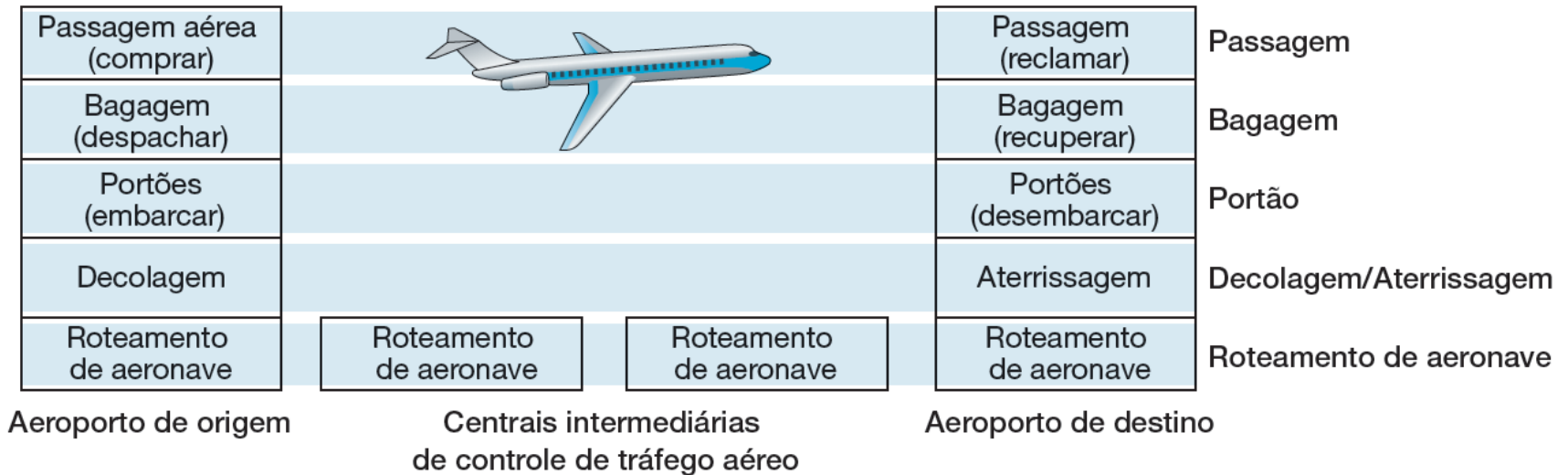
Arquitetura de camadas

- Uma viagem de avião: ações



Arquitetura de camadas

- Camadas horizontais da funcionalidade de linha aérea



Arquitetura de camadas

- A segunda figura dividiu a funcionalidade da linha aérea em camadas, provendo uma estrutura com a qual podemos discutir a viagem aérea.
- Note que cada camada, combinada com as que estão abaixo dela, implementa alguma funcionalidade, algum *serviço*.
- Uma arquitetura de camadas nos permite discutir uma parcela específica e bem definida de um sistema grande e complexo.
- Essa simplificação tem considerável valor intrínseco.

Camadas de protocolo

- Uma camada de protocolo pode ser executada em software, em hardware, ou em uma combinação dos dois.
- O sistema de camadas de protocolos tem vantagens conceituais e estruturais.
- Como vimos, a divisão em camadas proporciona um modo estruturado de discutir componentes de sistemas.
- A modularidade facilita a atualização de componentes de sistema.

Camada de aplicação

- A camada de aplicação é onde residem aplicações de rede e seus protocolos.

Camada de transporte

- A camada de transporte da Internet carrega mensagens da camada de aplicação entre os lados do cliente e servidor de uma aplicação.
- Há dois protocolos de transporte na Internet:
 1. TCP e
 2. UDP.

Camada de rede

- A camada de rede da Internet é responsável pela movimentação, de um hospedeiro para outro, de pacotes da camada de rede, conhecidos como **datagramas**.

Camada de enlace

- Em especial, em cada nó, a camada de rede passa o datagrama para a de enlace, que o entrega, ao longo da rota, ao nó seguinte, no qual o datagrama é passado da camada de enlace para a de rede.

Camada física

- A tarefa da camada física é movimentar os bits individuais que estão dentro do quadro de um nó para o seguinte.

O modelo OSI

- O modelo OSI tomou forma quando os protocolos que iriam se tornar protocolos da Internet estavam em sua infância e eram um dos muitos conjuntos em desenvolvimento.
- As sete camadas do modelo de referência OSI são mostradas na figura a seguir.

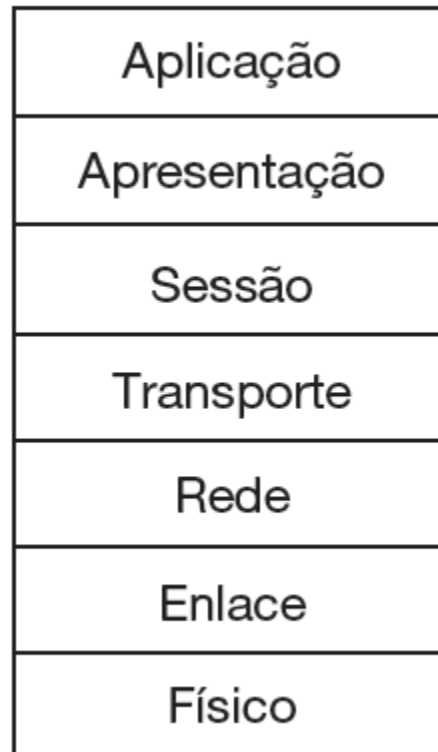
O modelo OSI

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição



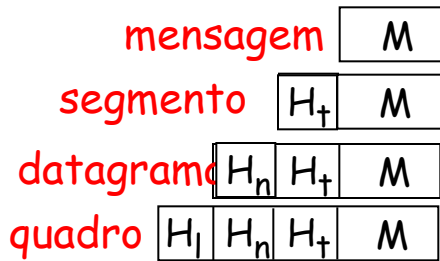
Encapsulamento

- Uma mensagem da camada de aplicação na máquina emissora é passada para a camada de transporte.
- No caso mais simples, esta pega a mensagem e anexa informações adicionais que serão usadas pela camada de transporte do lado receptor.
- A mensagem da camada de aplicação e as informações de cabeçalho da camada de transporte, juntas, constituem o segmento da camada de transporte, que **encapsula** a mensagem da camada de aplicação.

Redes de computadores e a internet

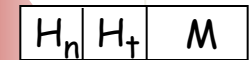
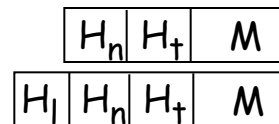
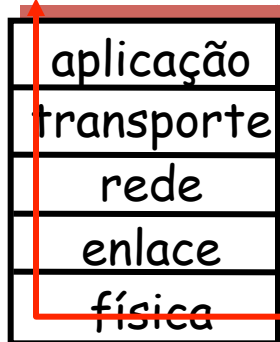
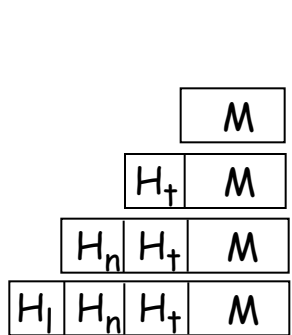
uma abordagem top-down

6ª edição



comutador

Encapsulamento



roteador

Exercícios

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

Cite cinco tarefas que uma camada pode executar. É possível que uma ou mais dessas tarefas sejam realizadas por duas ou mais dessas camadas?

Exercícios

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

Quais são as cinco camadas da pilha de protocolos da Internet? Quais as principais responsabilidades de cada uma dessas camadas?

Exercícios

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

O que é uma mensagem de camada de aplicação? Um segmento de camada de transporte? Um datagrama da camada de rede? Um quadro da camada de enlace?

Exercícios

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

Que camadas da pilha de protocolo da Internet um roteador processa? Que camadas um comutador de camada de enlace processa? Que camadas um sistema final processa?

Redes sob ameaça

- Os vilões podem colocar “*malware*” em seu hospedeiro por meio da Internet.
- Os vilões podem atacar servidores e infraestrutura de redes.
- Os vilões podem analisar pacotes.
- Os vilões podem se passar por alguém de sua confiança.

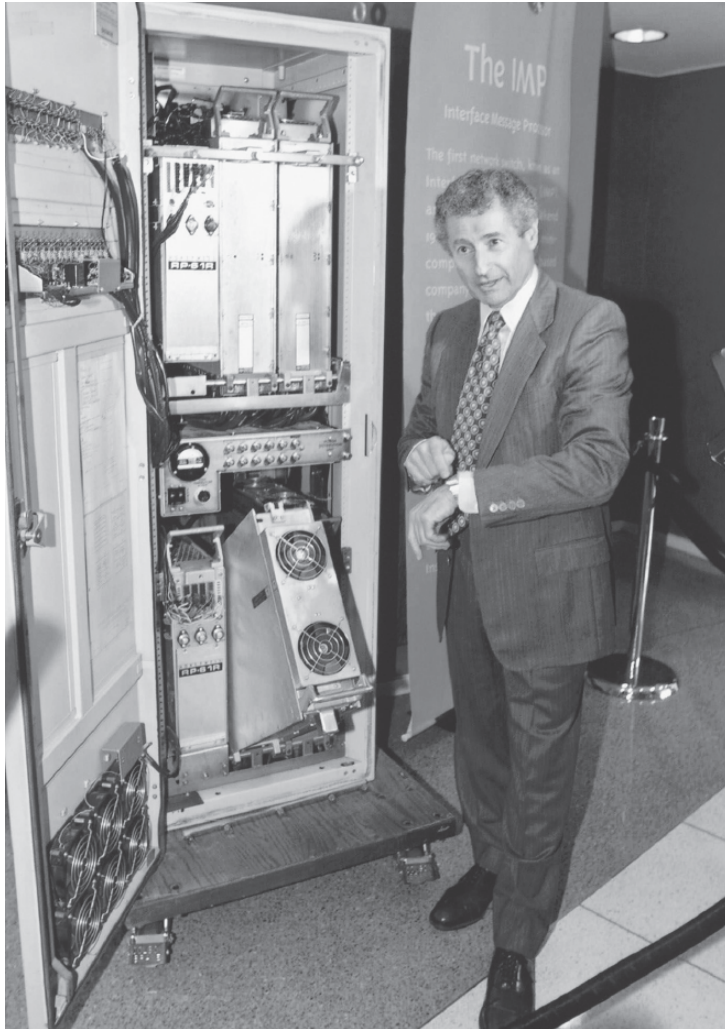
História das redes de computadores e da Internet

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição



- Os primeiros passos da disciplina de redes de computadores e da Internet podem ser traçados desde o início da década de 1960.
- Na imagem ao lado, um dos primeiros comutadores de pacotes.

História das redes de computadores e da Internet

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- Em 1972, a ARPAnet tinha cerca de 15 nós e foi apresentada publicamente pela primeira vez por Robert Kahn.
- A ARPAnet inicial era uma rede isolada, fechada.
- Do início a meados de 1970, surgiram novas redes independentes de comutação de pacotes.
- O trabalho pioneiro de interconexão de redes, sob o patrocínio da DARPA, criou basicamente uma *rede de redes* e o termo *internetting* foi cunhado para descrever esse trabalho.

História das redes de computadores e da Internet

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

- Ao final da década de 1980, o número de máquinas ligadas à Internet pública alcançaria cem mil.
- O principal evento da década de 1990, no entanto, foi o surgimento da World Wide Web, que levou a Internet para os lares e as empresas de milhões de pessoas no mundo inteiro.
- A segunda metade da década de 1990 foi um período de tremendo crescimento e inovação.
- A inovação na área de redes de computadores continua a passos largos.

História das redes de computadores e da Internet

KUROSE | ROSS

Redes de computadores e a internet

uma abordagem top-down

6ª edição

Os seguintes desenvolvimentos merecem atenção especial:

- Acesso à Internet por banda larga.
- Wi-Fi público de alta velocidade e acesso à Internet por redes de telefonia celular 3G e 4G.
- Redes sociais on-line.
- Provedores de serviços on-line.
- Empresas de comércio na Internet rodando suas aplicações na “nuvem”.