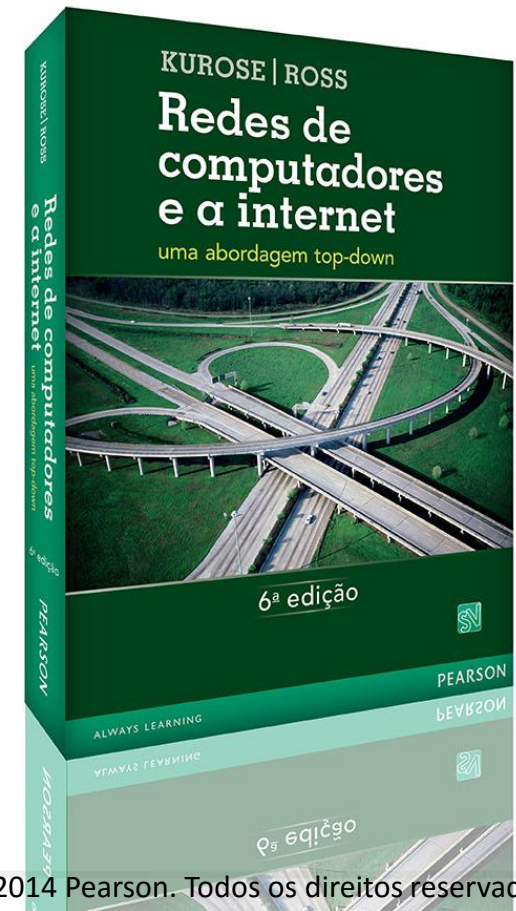
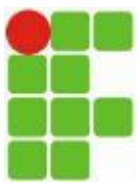


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIADO RIO GRANDE DO NORTE – IFRN  
Disciplina: Arquitetura de redes de computadores e Tecnologia de Implementação de Redes  
Professor: M. Sc. Rodrigo Ronner T. da Silva  
E-mail: rodrigo.tertulino@ifrn.edu.br

# Capítulo 1

# Redes de computadores e a Internet



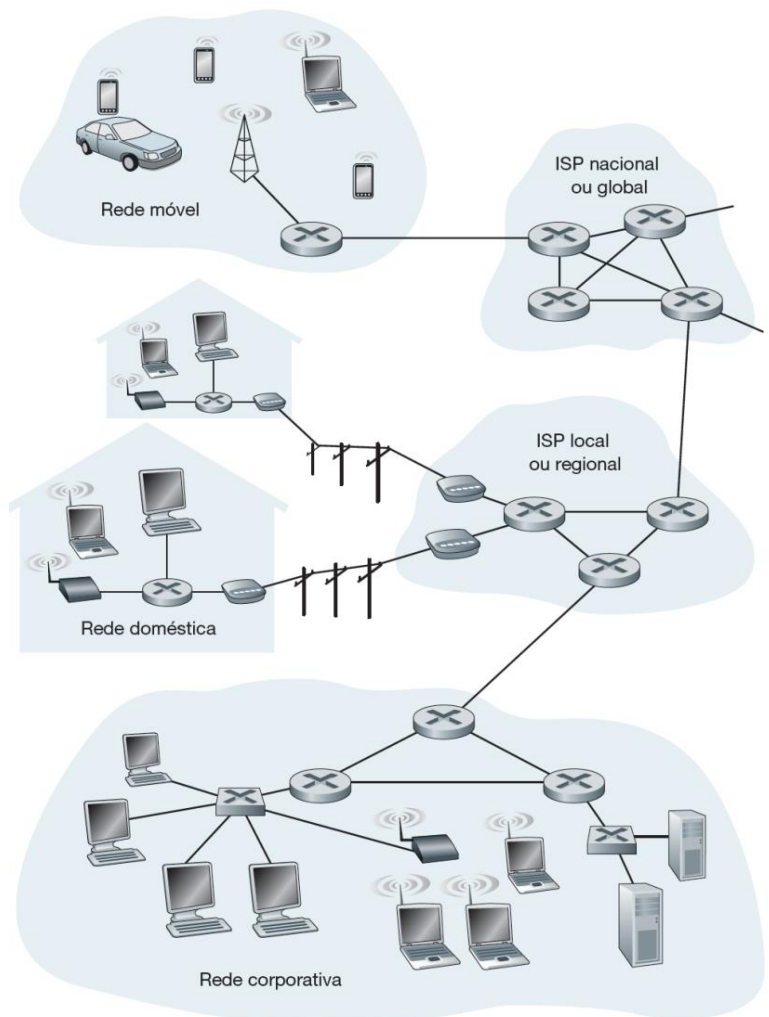


# Sumário

1. O que é a Internet?
2. Uma descrição dos componentes da rede
3. O que é um protocolo?
4. Redes de acesso
5. Acesso doméstico: DSL, cabo, FTTH, discado e satélite
6. Acesso na empresa (e na residência): Ethernet e Wi-Fi
7. Comutação de pacotes
8. Comutação de circuitos
9. Tabelas de repasse e protocolos de roteamento
10. Multiplexação em redes de comutação de circuitos
11. Uma visão geral de atraso em redes de comutação de pacotes
12. Atraso de fila e perda de pacote
13. Vazão nas redes de computadores
14. Arquitetura de camadas
15. Camadas de protocolo
16. O modelo OSI
17. Encapsulamento
18. Redes sob ameaça
19. História das redes de computadores e da Internet





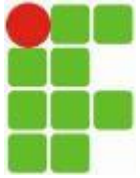
# O que é a Internet?



- Alguns componentes da Internet

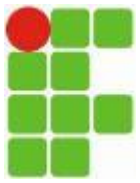
Legenda:

 <i>Host</i> (ou sistema final)	 Servidor	 Móvel	 Roteador	
 Comutador da camada de enlace (switch)	 Modem	 Estação-base	 Smartphone	 Torre de telefonia celular



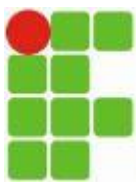
# Uma descrição dos componentes da rede

- 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.



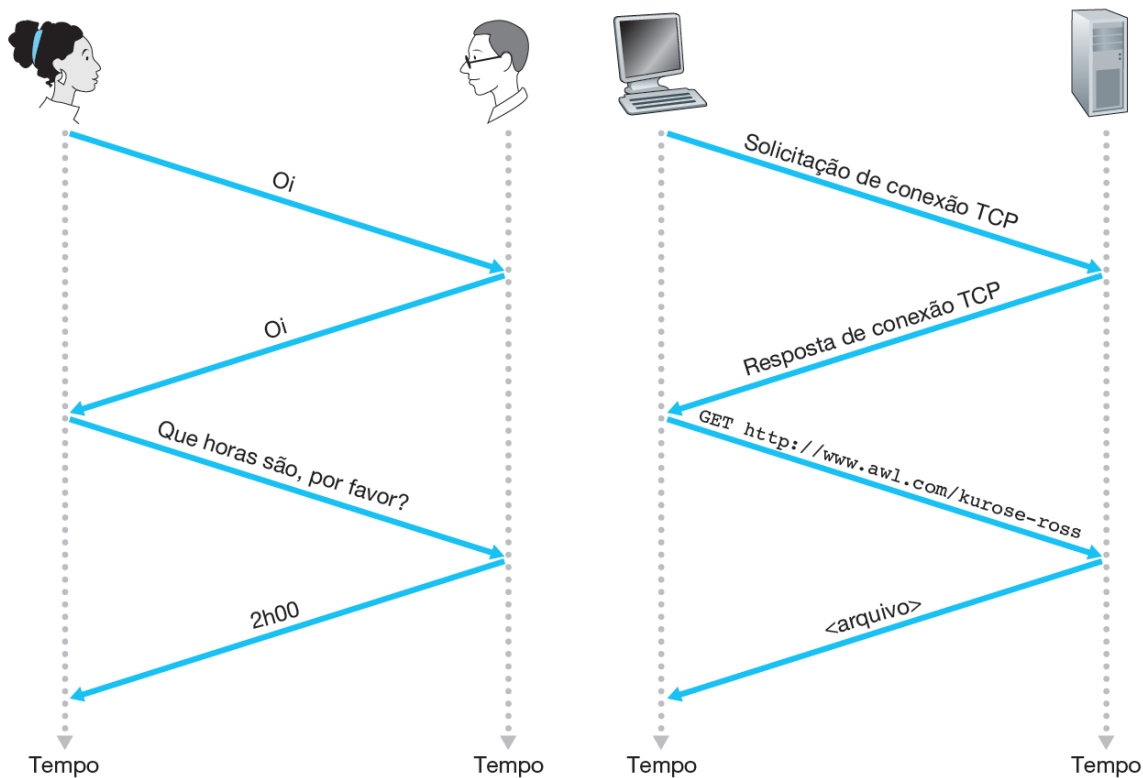
# Uma descrição do serviço

- 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.



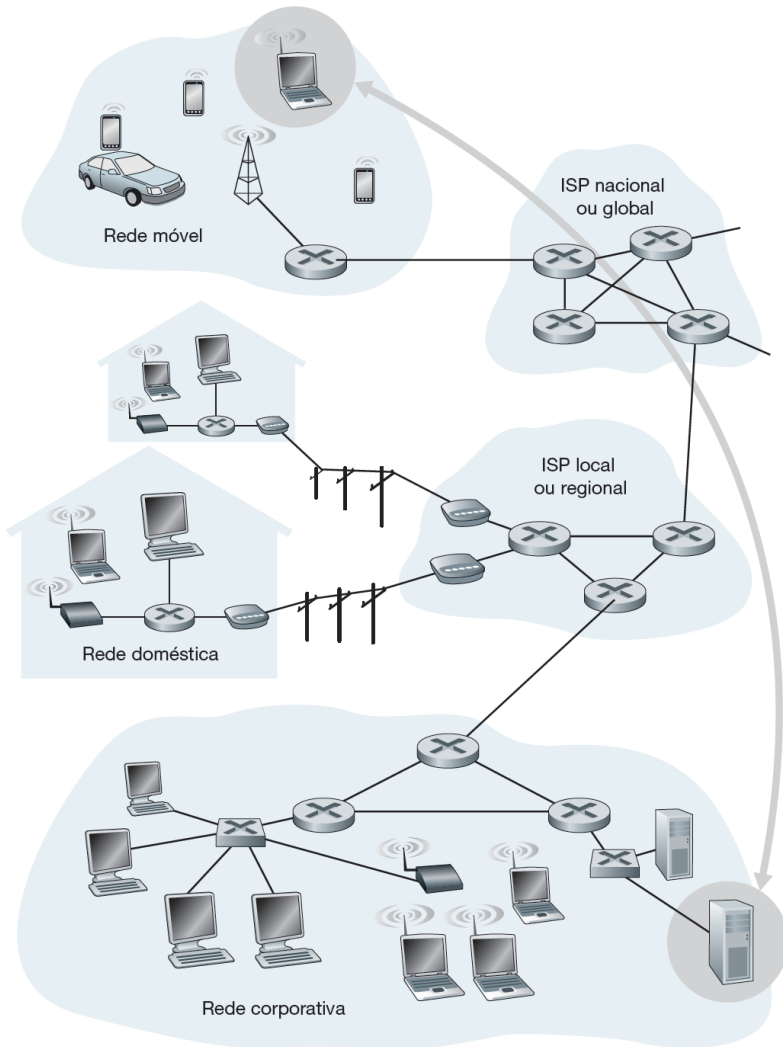
# O que é um protocolo?

- Um protocolo humano e um protocolo de rede de computadores

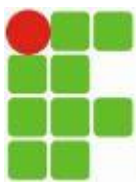




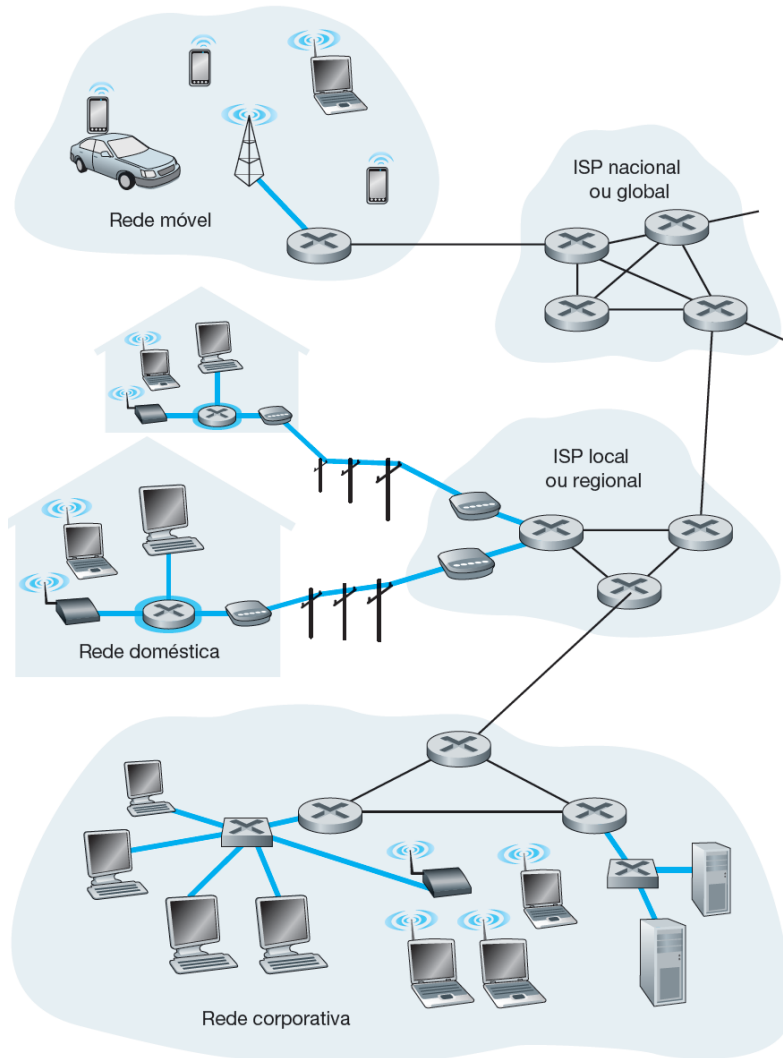
# A periferia da Internet



- Interação entre sistemas finais



# 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

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

- 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.

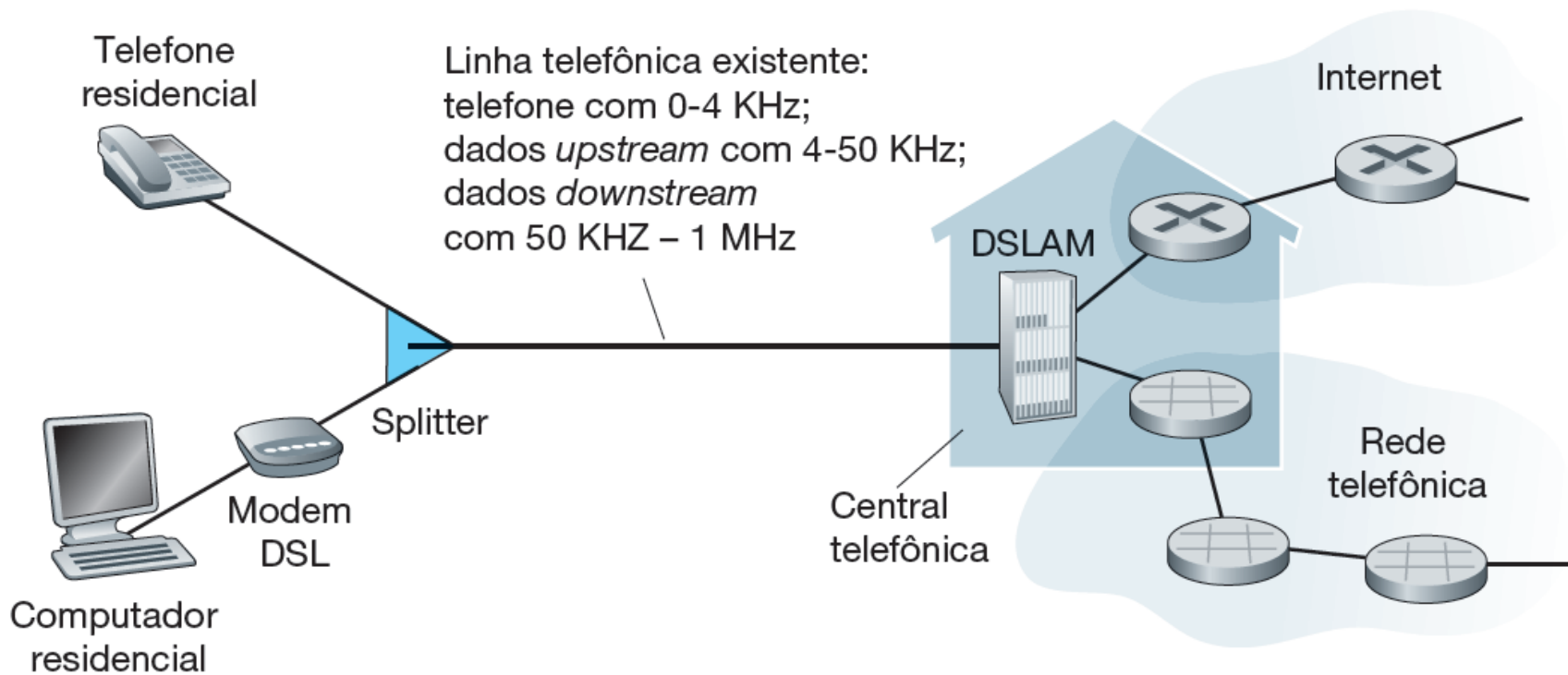
Embora o DSL utilize a infraestrutura de telefone local da operadora, o acesso à Internet a cabo utiliza a infraestrutura de TV a cabo da operadora de televisão.

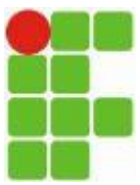
O acesso à Internet a cabo necessita de modems especiais.



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

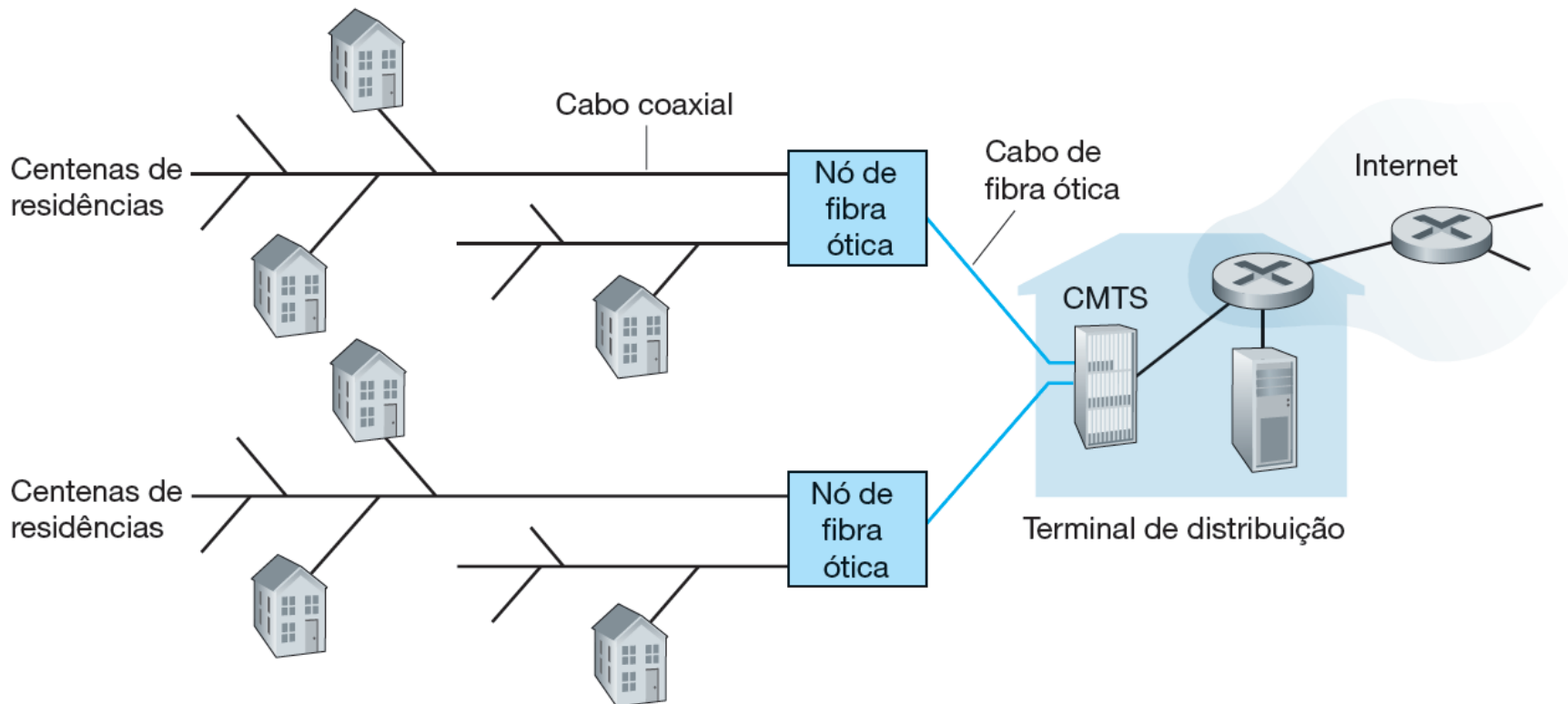
- Acesso à Internet por DSL

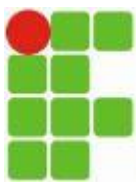




# Acesso doméstico: DSL, cabo, FTTH, discado e satélite

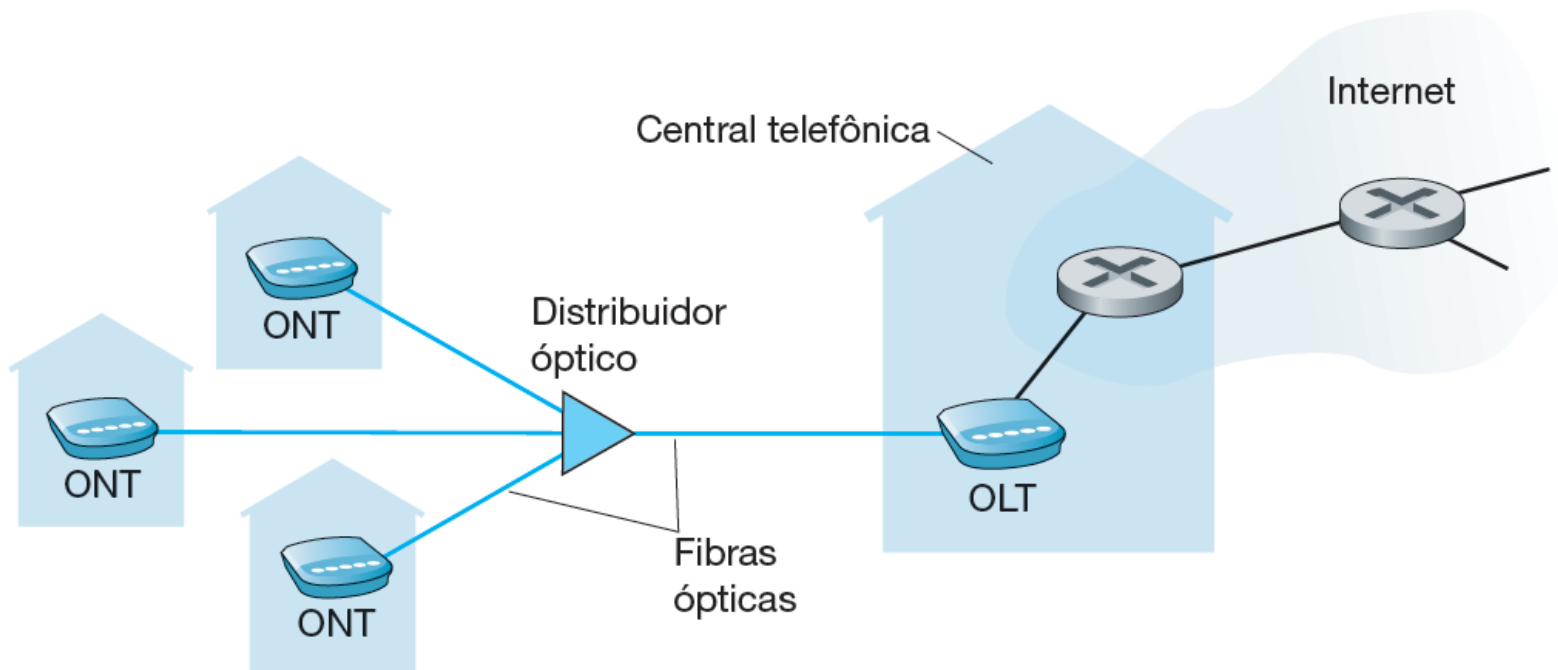
- Uma rede de acesso híbrida fibra-coaxial





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

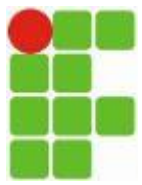
- O conceito da FTTH é simples — oferece um caminho de fibra ótica da CT diretamente até a residência.





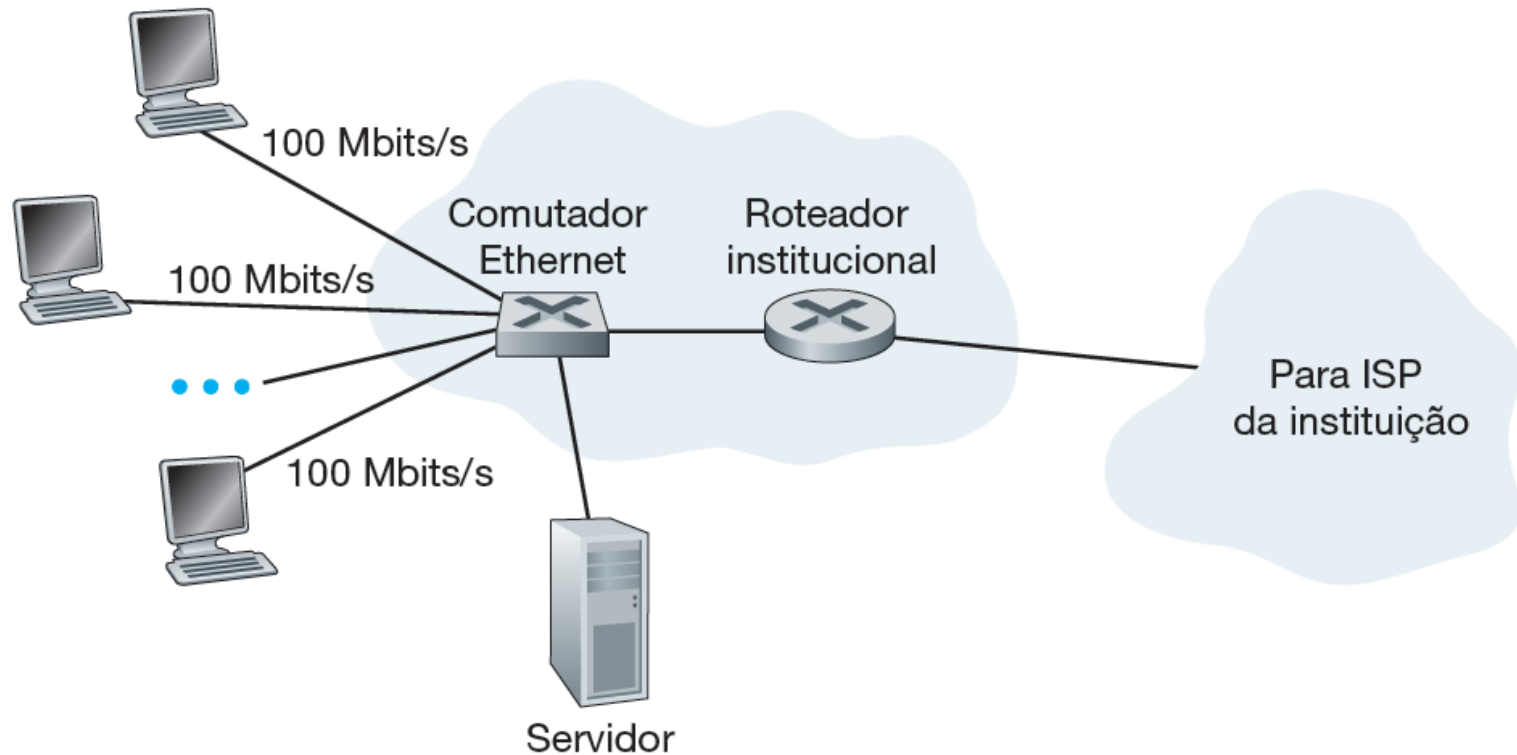
# Acesso doméstico: DSL, cabo, FTTH, discado e satélite

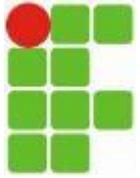
- Em locais onde DSL, cabo e FTTH não estão disponíveis, um enlace de satélite pode ser empregado para conexão em velocidades não maiores do que 1 Mbit/s.
- StarBand e HughesNet são dois desses provedores de acesso por satélite.
- O acesso discado por linhas telefônicas tradicionais é baseado no mesmo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



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

- Acesso a internet por ethernet

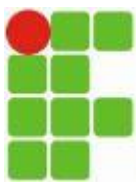




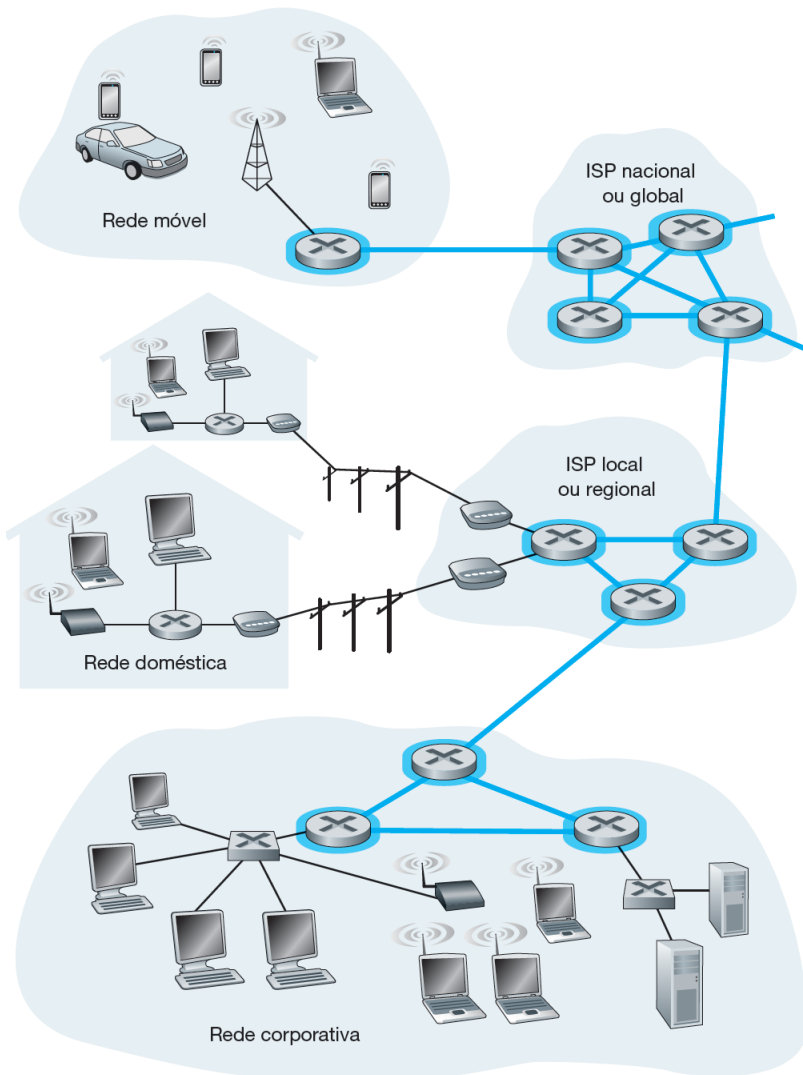
# Meios físicos

- 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.

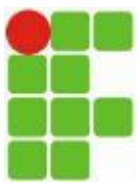




# O núcleo da rede



- 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

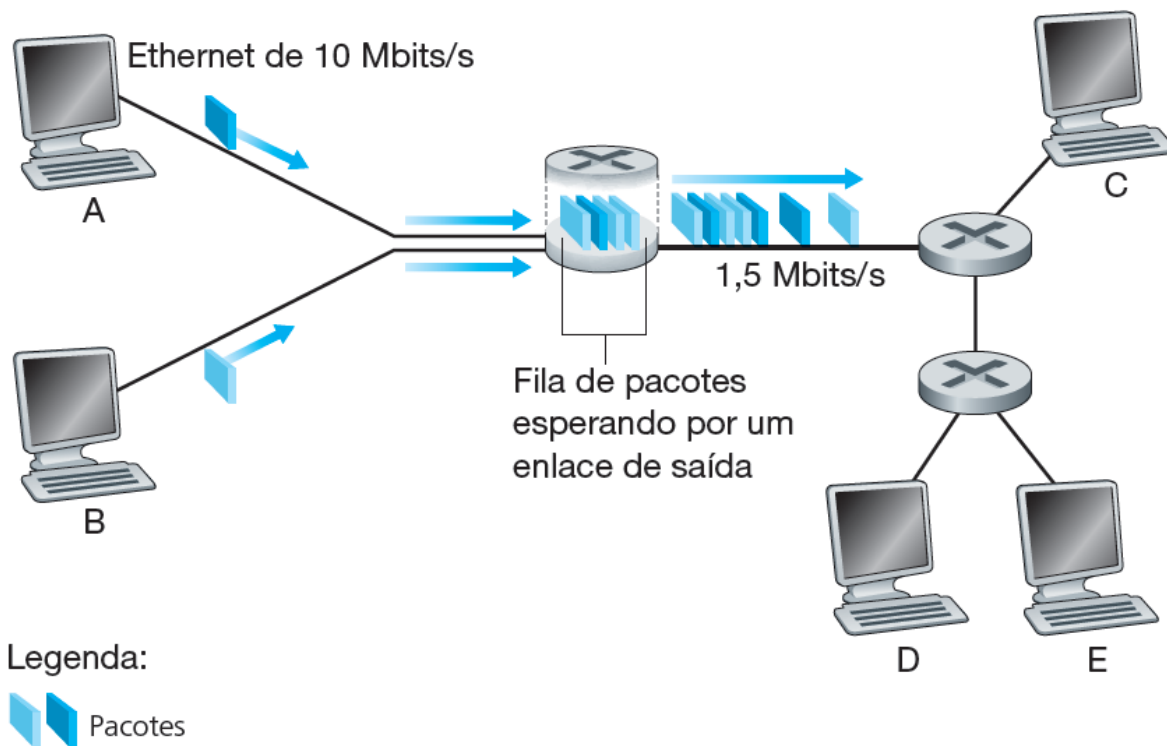
- Significa que o comutador de pacotes deve receber o pacote inteiro antes de poder começar a transmitir o primeiro bit para o enlace de saída.





# Transmissão armazena-e-reenvia

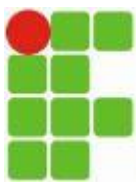
- A figura abaixo ilustra uma rede simples de comutação de pacotes.





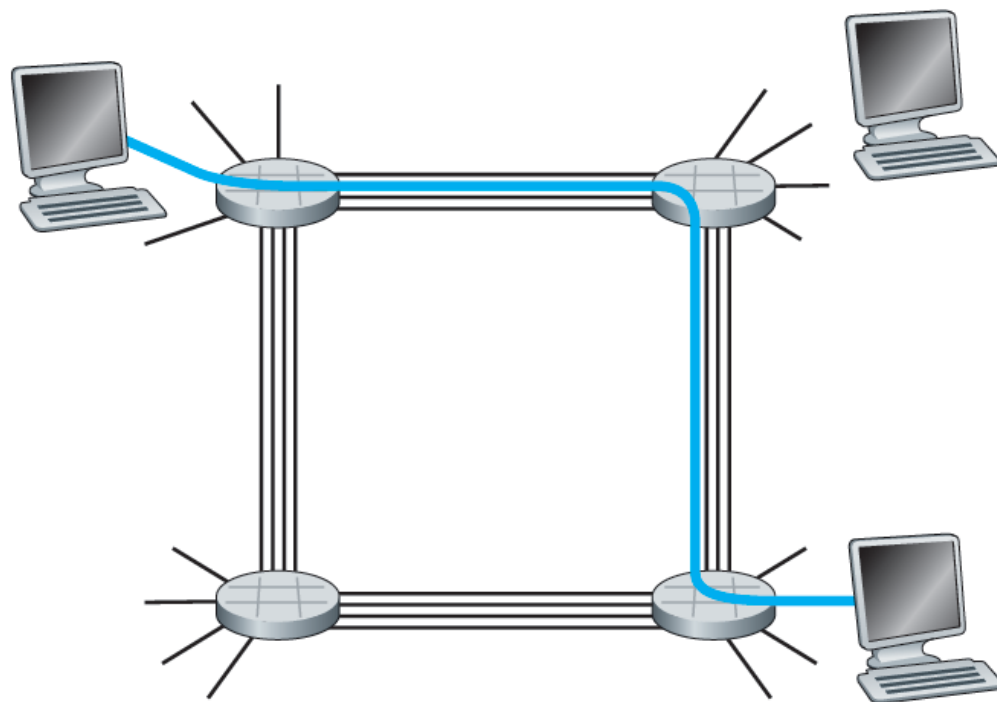
# Tabelas de repasse e protocolos de roteamento

- 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

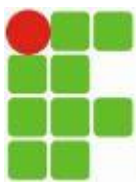
- As redes de telefonia tradicionais são exemplos de redes de comutação de circuitos.





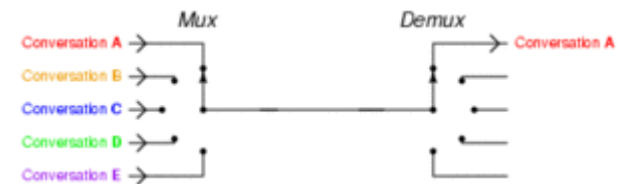
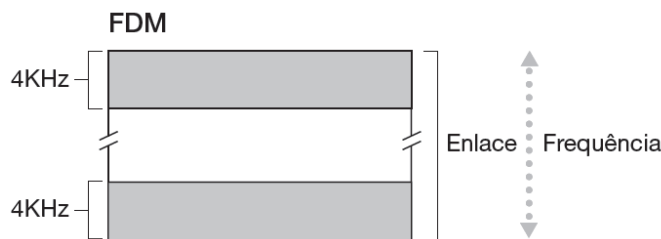
# Multiplexação em redes de comutação de circuitos

- 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

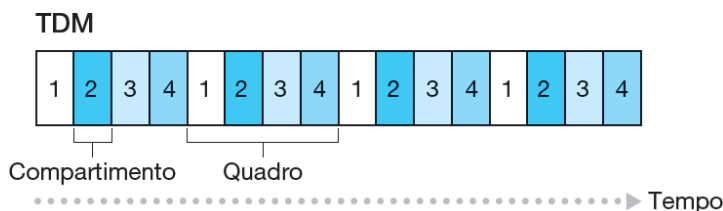
- Com FDM, cada circuito dispõe continuamente de uma fração da largura de banda.
- Com TDM, cada circuito dispõe de toda a largura de banda periodicamente, durante breves intervalos de tempo.



TDM

Legenda:

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

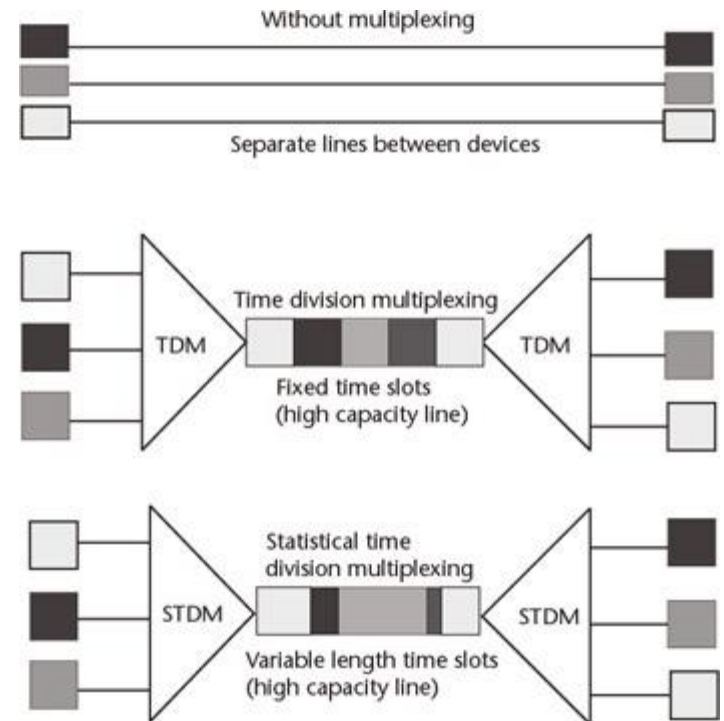


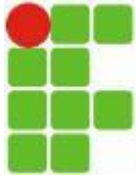




# Multiplexação Estatística

- Funciona idênticamente ao método TDM, porém soluciona parcialmente o problema do tempo de resposta. Ele utiliza métodos estatísticos e diferencia as estações ativas das ociosas.
- O segundo passo é alocar recursos somente às estações ativas, e escutar as ociosas, de forma que não seja perdida a conexão com as mesmas. No entanto, quando todas as estações estão ativas o tempo de resposta se mantém igual ao TDM.
- Com TDM, cada circuito dispõe de toda a largura de banda periodicamente, durante breves intervalos de tempo.



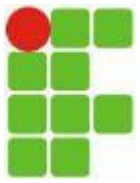


# Uma visão geral de atraso em redes de comutação de pacotes

- 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,

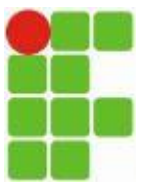


# Uma visão geral de atraso em redes de comutação de pacotes

- o atraso de transmissão
- e o atraso de propagação;

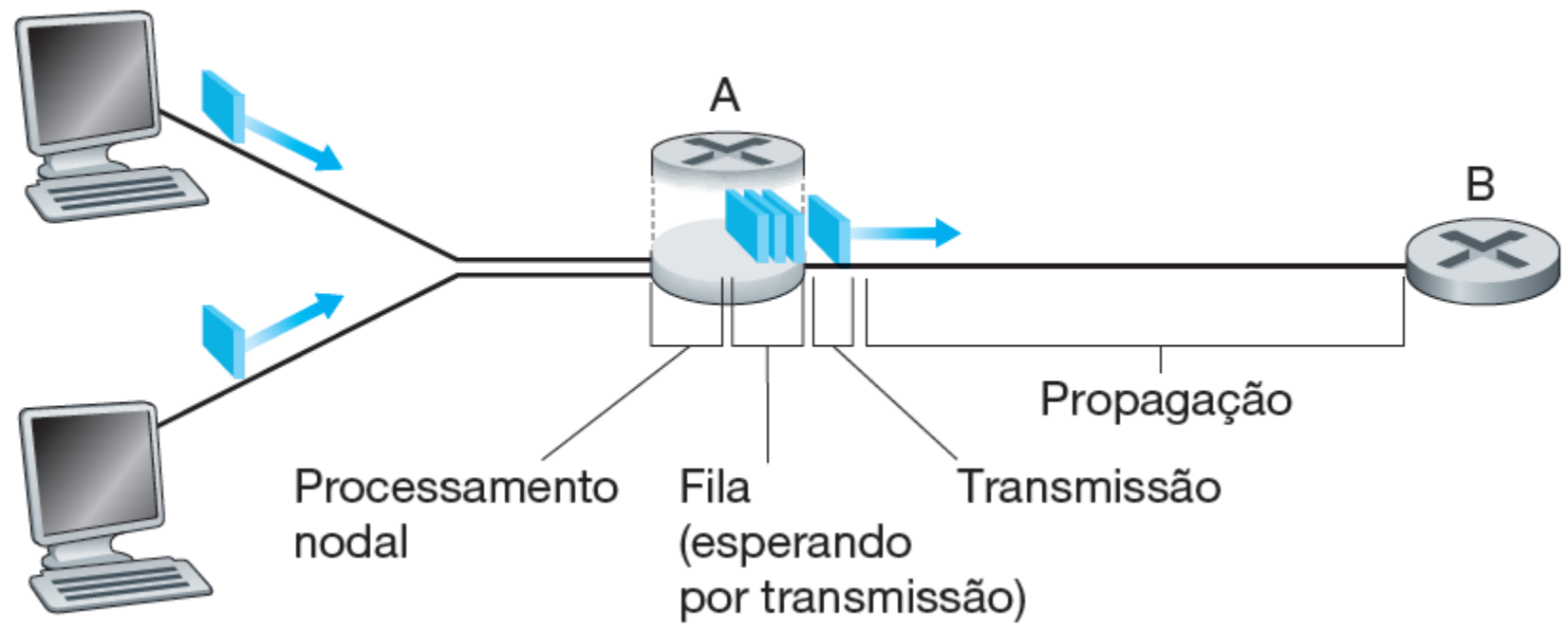
juntos, eles se acumulam para formar o atraso nodal total.

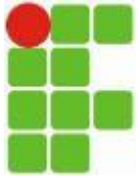
O desempenho de muitas aplicações da Internet é bastante afetado por atrasos na rede.



# Uma visão geral de atraso em redes de comutação de pacotes

- O atraso nodal no roteador A





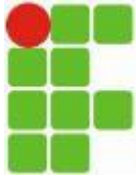
# Uma visão geral de atraso em redes de comutação de pacotes

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



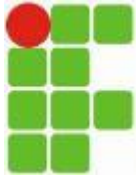
# Atraso de fila e perda de pacote

- 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.



# Atraso de fila e perda de pacote

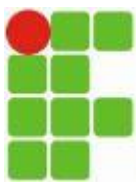
- A fila é capaz de conter um número infinito de pacotes.
- O que acontece de fato é que um pacote pode chegar e encontrar uma fila cheia.
- Sem espaço disponível para armazená-lo, o roteador o descartará; isto é, ele será perdido.
- Uma perda de pacote é vista como um pacote que foi transmitido para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



# Vazão nas redes de computadores

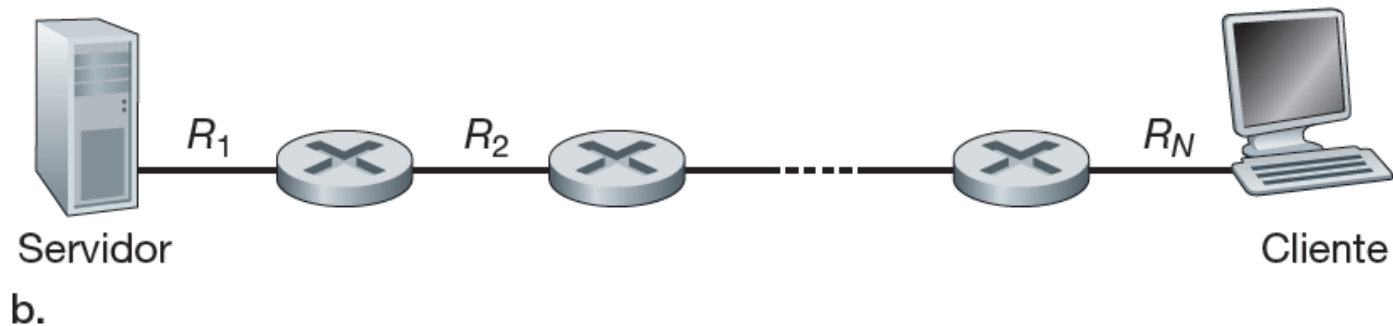
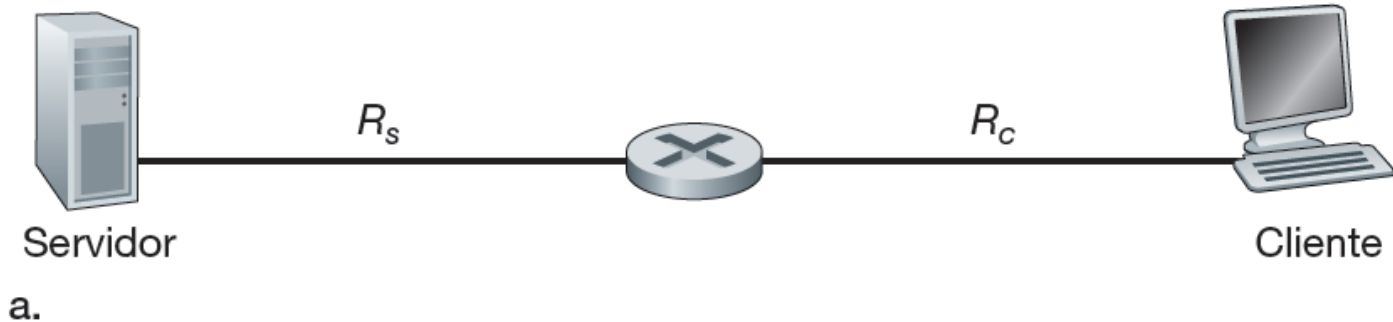
- Para definir vazão, considere a transferência de um arquivo grande do hospedeiro A para o hospedeiro B por uma rede de computadores.
- A **vazão instantânea** a qualquer momento é a taxa (em bits/s) em que o hospedeiro B está recebendo o arquivo.
- Se o arquivo consistir em  $F$  bits e a transferência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

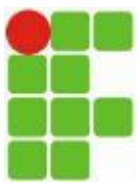




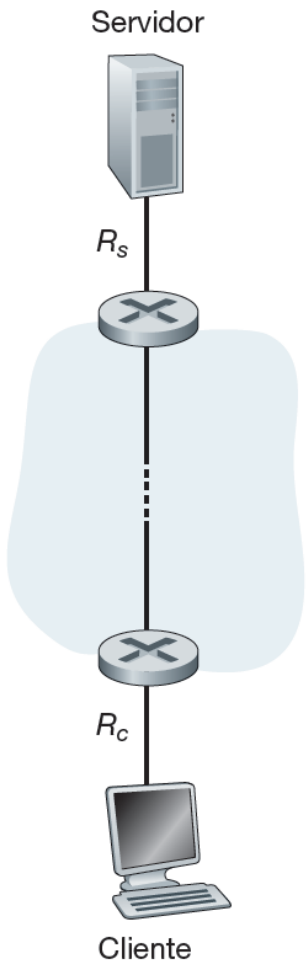
# Vazão nas redes de computadores

- Vazão para uma transferência de arquivo do servidor ao cliente

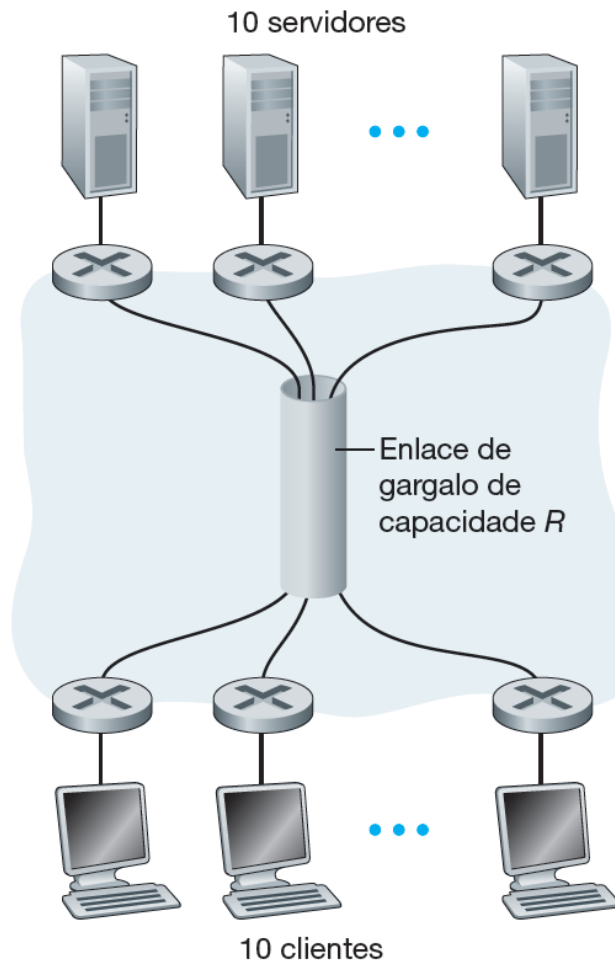




# Vazão nas redes de computadores



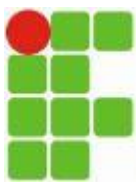
a.



b.

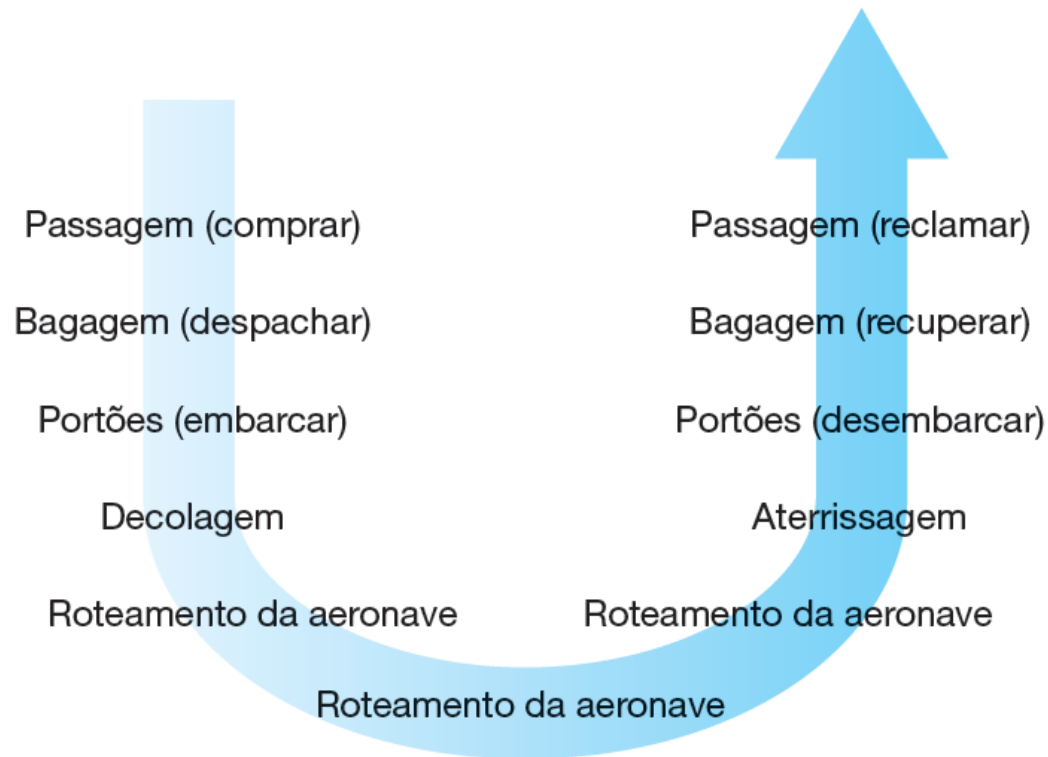
Vazão fim a fim:

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



# Arquitetura de camadas

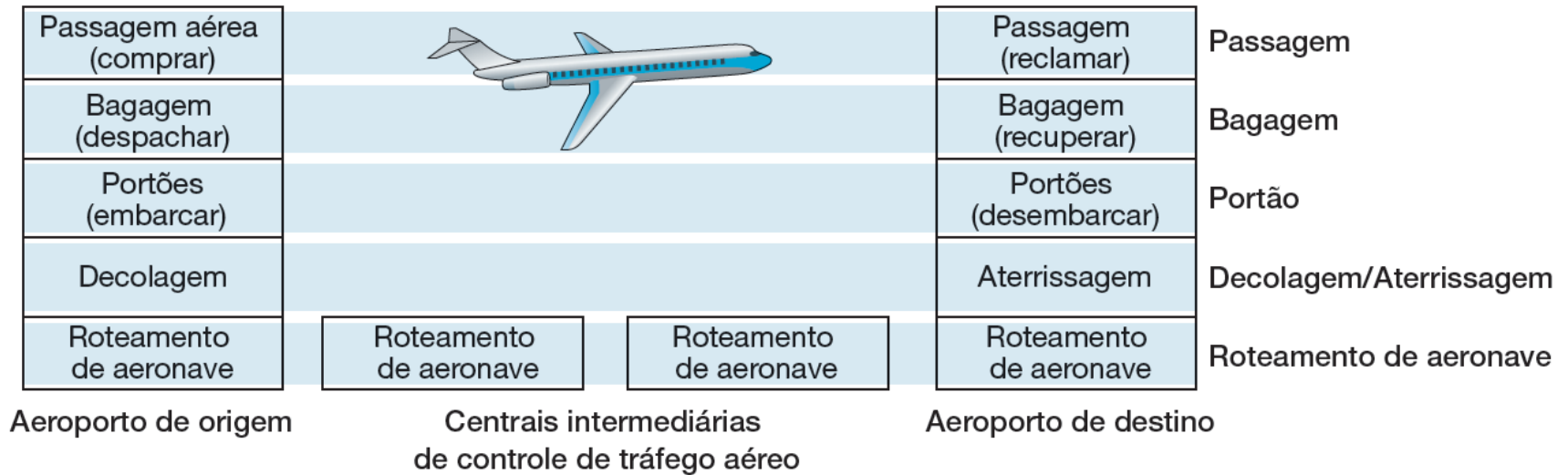
- Uma viagem de avião: ações

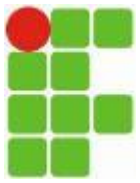




# Arquitetura de camadas

- Camadas horizontais da funcionalidade de linha aérea





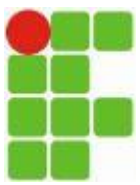
# Arquitetura de camadas

- 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.

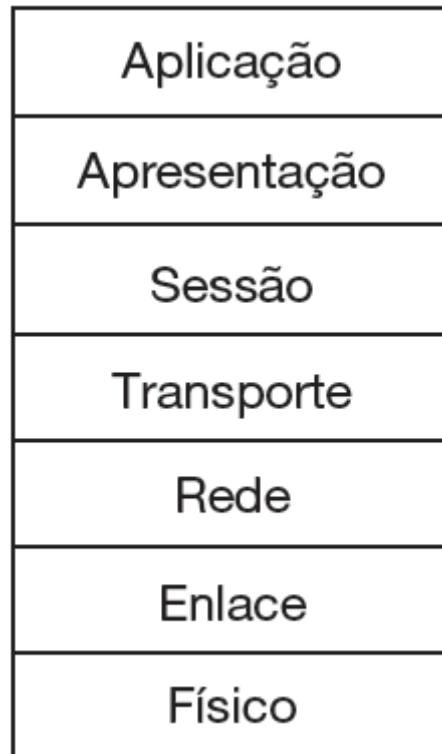


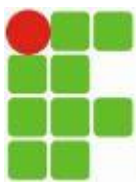
# Camadas de protocolo

- 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.



# O modelo OSI





# O Modelo OSI

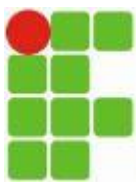
## Camada de aplicação

- 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.





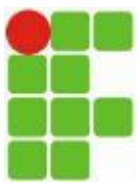
# O Modelo OSI

## 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.



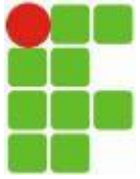
# O Modelo OSI

## 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.



# 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 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



- 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, O engenheiro da computação **Leonard Kleinrock** posa junto ao Arpanet.

Link: [http://www.computerhistory.org/internet\\_history/](http://www.computerhistory.org/internet_history/)



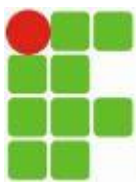
# História das redes de computadores e da Internet

- 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

- 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

Os seguintes desenvolvimentos merecem atenção especial:

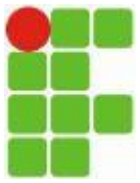
- Acesso à Internet por banda larga.
- Wi-Fi público de alta velocidade e acesso à Internet por redes de telefonia celular 3G e 4G.
- Redes sociais on-line.
- Provedores de serviços on-line.
- Empresas de comércio na Internet rodando suas aplicações na “nuvem”.





# Exercício

- 1 - Qual é a diferença entre um hospedeiro e um sistema final? Cite os tipos de sistemas finais. Um servidor web é um sistema final?
- 2 - O que caracteriza um protocolo? Dê um exemplo de um protocolo.
- 3 - O que é um programa cliente? O que é um programa servidor? Um programa servidor requisita e recebe serviços de um programa cliente?
- 4 - Quais são os dois tipos de serviços de transporte que a Internet provê às suas aplicações? Cite algumas características de cada um desses serviços.
- 5 - Quais são as vantagens de uma rede de comutação de circuitos em relação a uma rede de comutação de pacotes?
- 6 - Quais são os prós e contras da utilização de Circuitos Virtuais?
- 7 - Porque se afirma que a comutação de pacotes emprega multiplexação estatística? Compare a multiplexação estatística com a multiplexação que ocorre em TDM.
- 8 - Cite cinco tecnologias de acesso. Classifique cada uma delas nas categorias acesso residencial, acesso corporativo ou acesso móvel.
- 9 - Cite alguns meios físicos utilizados para instalar a Ethernet.
- 10 - Modems discados, HFC e ADSL são usados para acesso residencial. Para cada uma dessas tecnologias de acesso, cite uma faixa de taxas de transmissão e comente se a largura de banda é compartilhada ou dedicada.
- 11 - Considere o envio de um pacote de uma máquina de origem a uma de destino por uma rota fixa. Relacione os componentes do atraso que formam o atraso fim-a-fim. Quais deles são constantes e quais são variáveis?
- 12 - Porque dividimos a arquitetura da Internet em camadas?
- 13 - Quais são as cinco camadas da pilha de protocolo da Internet? Quais as principais responsabilidades de cada uma dessas camadas?
- 14 - O que é uma mensagem de camada de aplicação? Um segmento da camada de transporte? Um datagrama da camada de rede? Um quadro de camada de enlace?
- 15 - Que camadas da pilha de protocolo da Internet um roteador implementa? Que camadas um comutador de enlace implementa? Que camadas um sistema final implementa?



# Referências Bibliográficas

1. KUROSE, J. F.; ROSS, K. W.; **Redes de computadores e a internet: uma abordagem Top-down**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2013.
2. COMER, D. E.; **Redes de computadores e internet**. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.
3. FOROUZAN, B. A.; MOSHARRAF, F.; **Redes de computadores: uma Abordagem Top-down**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
4. TANENBAUM, ANDREW S.; **Redes de Computadores - 5ª Ed**. São Paulo: Pearson Education, 2011.
5. WHITE, M. C.; **Redes de computadores e comunicação de dados**. São Paulo: Cengage, 2012.
6. MENDES, D. R.; **Redes de computadores: teoria e prática**. São Paulo: Novatec, 2007.