



UNIVERSIDADE DE  
**VASSOURAS**



**Prof. André Saraiva**

Mestre em Sistemas de Computação

Especialista em Arquitetura e Projeto de Cloud Computing

Analista Sênior Blue Team em Cibersegurança pela Kimoshiro

Tutor EaD pela Universidade Federal Fluminense - UFF



**UNIVERSIDADE DE VASSOURAS**

Curso de Graduação em Engenharia de Software

---

**Aula 1**

**Redes de Computadores**



## Bibliografia

**KUROSE, James F; ROSS, Keith W. Redes de computadores e a Internet: uma abordagem top-down . 5. ed. São Paulo (SP): Pearson e Addison Wesley, 2010**

## Tópicos

### 💡 Ementa da Disciplina

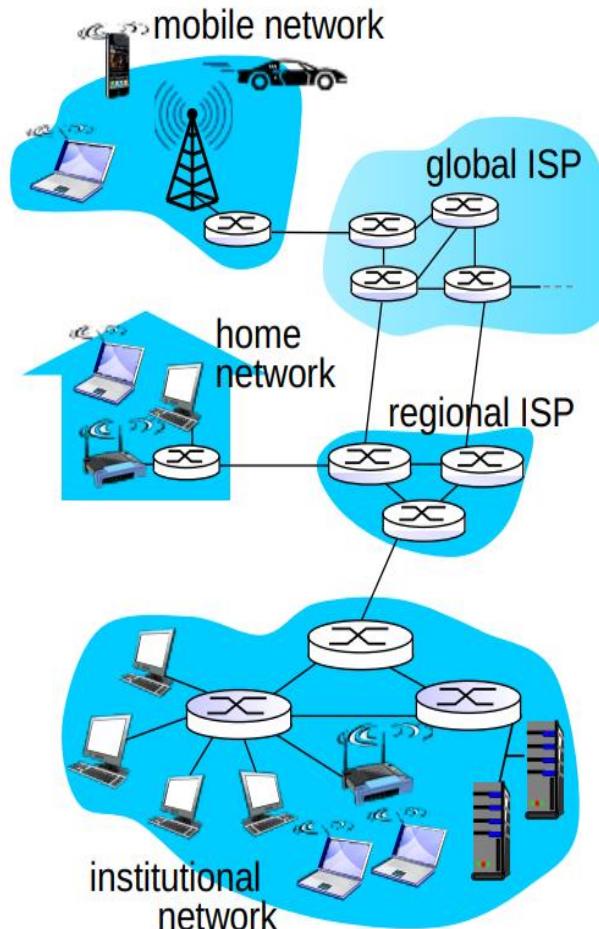
- Histórico evolutivo dos sistemas de telecomunicações e das redes.

## Manutenção de Software

# O que é a internet: Componentes



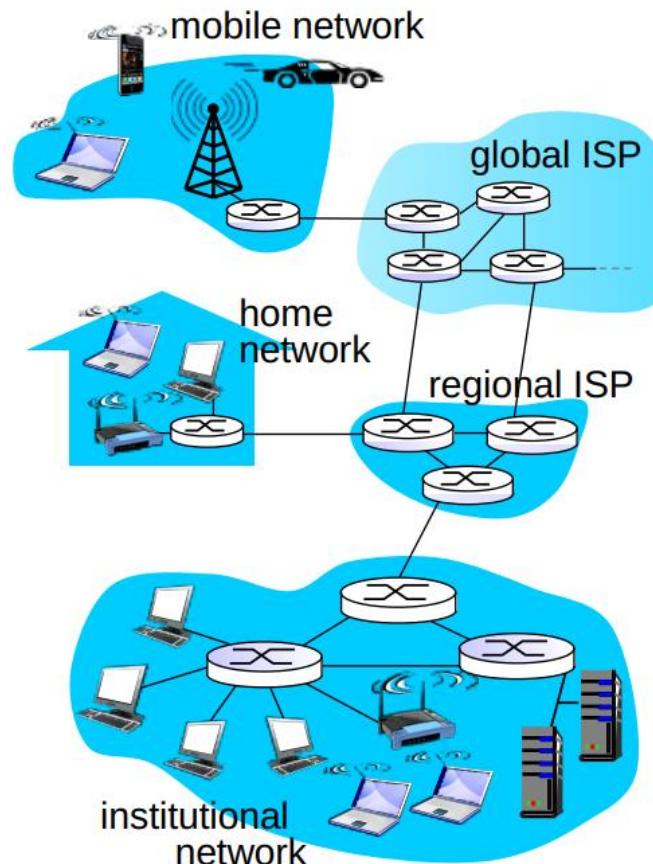
- Milhões de dispositivos computacionais conectados:
  - **Hosts = Sistemas finais.**
  - Executam **aplicações de rede.**
- **Enlaces de comunicação.**
  - Fibra óptica, cobre, rádio, satélite, ...
  - Características variadas.
- **Comutadores de pacotes:**
  - Encaminham pacotes (unidade de dados).
  - Roteadores e switches.



## Redes de Computadores

### Visão dos Componentes

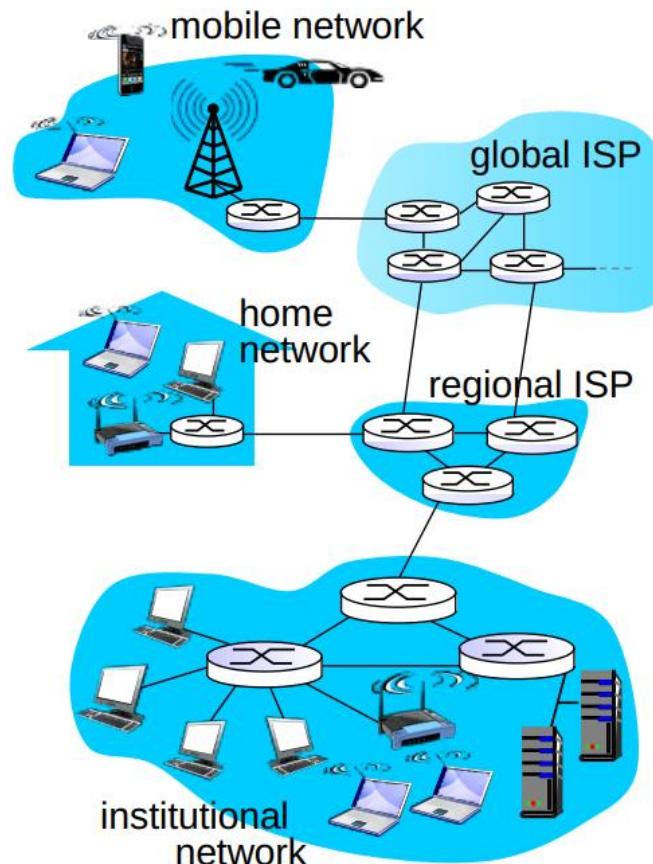
- *Internet: “Rede de Redes”*
  - Livremente hierárquica
  - Conjunto de **ISPs** interconectados
- *Protocolos:* controlam o envio e o recebimento de mensagens
  - ex., TCP, IP, HTTP, Skype, 802.11
- *Padrões Internet*
  - RFC: *Request for comments*
  - IETF: *Internet Engineering Task Force* - [www.ietf.org](http://www.ietf.org)



## Redes de Computadores

### Visão de Serviço

- *Infraestrutura de comunicação permite o uso de aplicações distribuídas:*
  - Web, e-mail, jogos, mensagens instantâneas, voz sobre IP (VoIP), redes sociais , ...
- *Provê interface de programação para aplicações*
  - Permitem que programas de aplicações se conectem à Internet
  - Provê opções de serviço, de forma análoga aos Correios



## Redes de Computadores

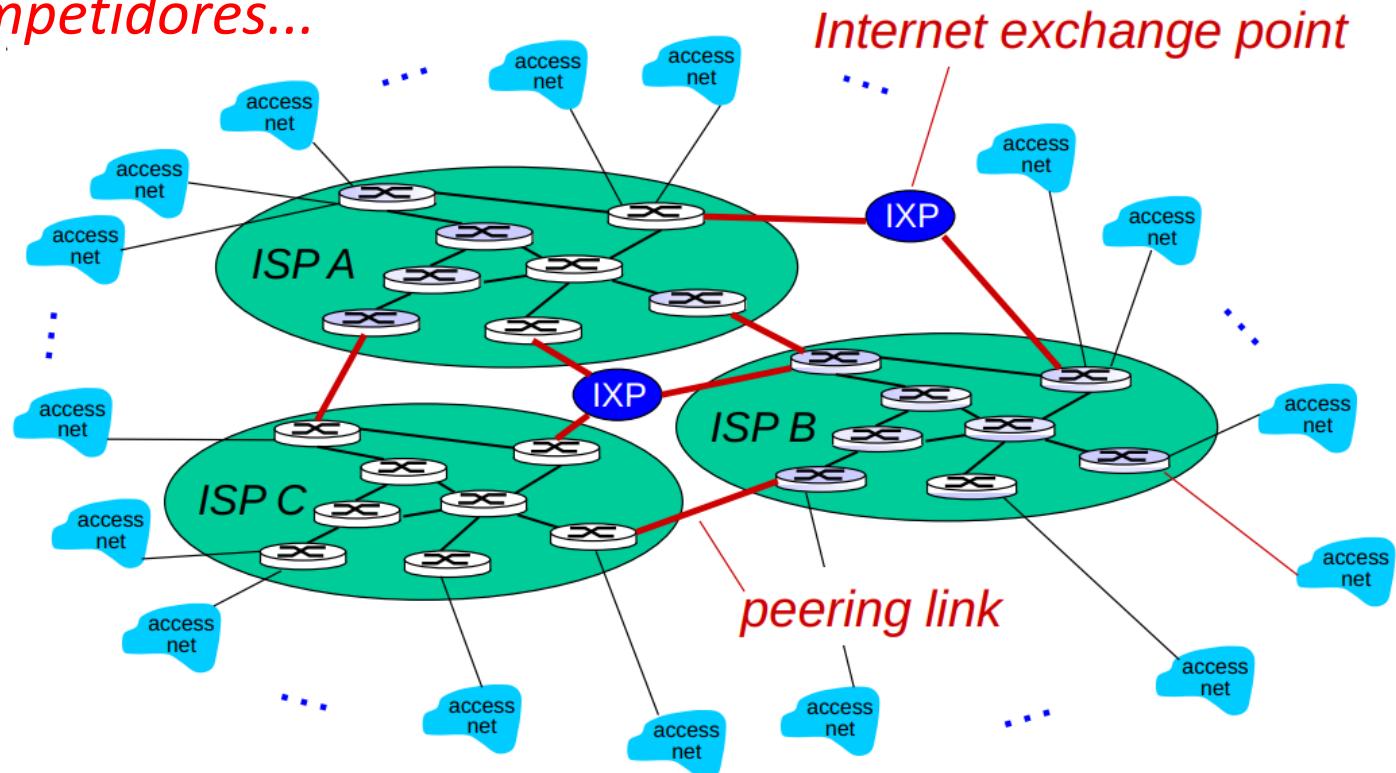
### Rede de Redes

- *Sistemas finais se conectam à Internet via ISPs de acesso*
  - ISP = Internet Service Provider (Provedor de Acesso).
  - ISP de acesso: residencias, empresas, universidades.
- *ISPs de acesso precisam ser interconectados de alguma forma*
  - De forma que quaisquer dois hosts possam trocar informações.
- *Rede resultante é muito complexa*
  - Evolução guiada por fatores econômicos, políticas nacionais
- *Vamos usar uma abordagem incremental para entender a estrutura atual da Internet.*

## Redes de Computadores

 Rede de Redes

- *Mas se um ISP Global é um modelo de negócios viável, haverá competidores...*

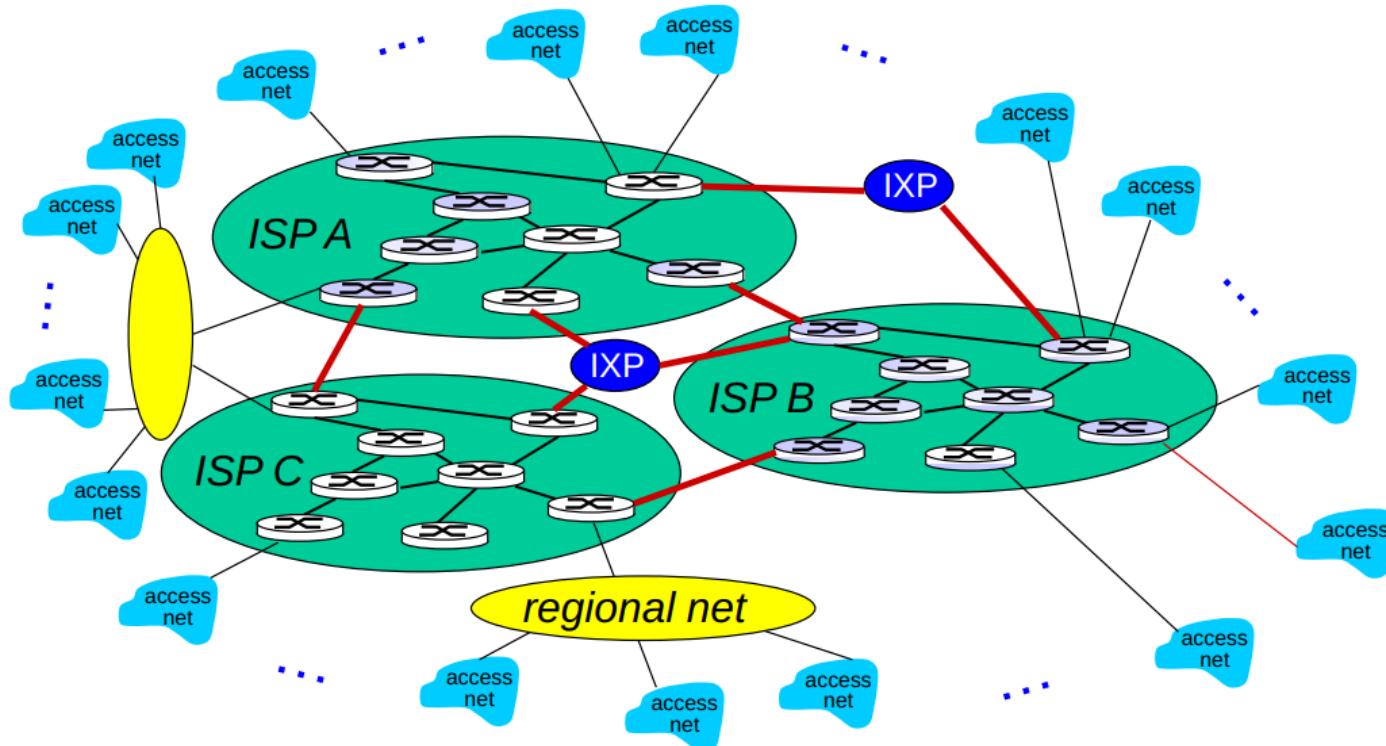


- *... Que precisarão se interconectar de alguma forma*

## Redes de Computadores

### Rede de Redes

- *E talvez também haja espaço para os ISPs regionais*

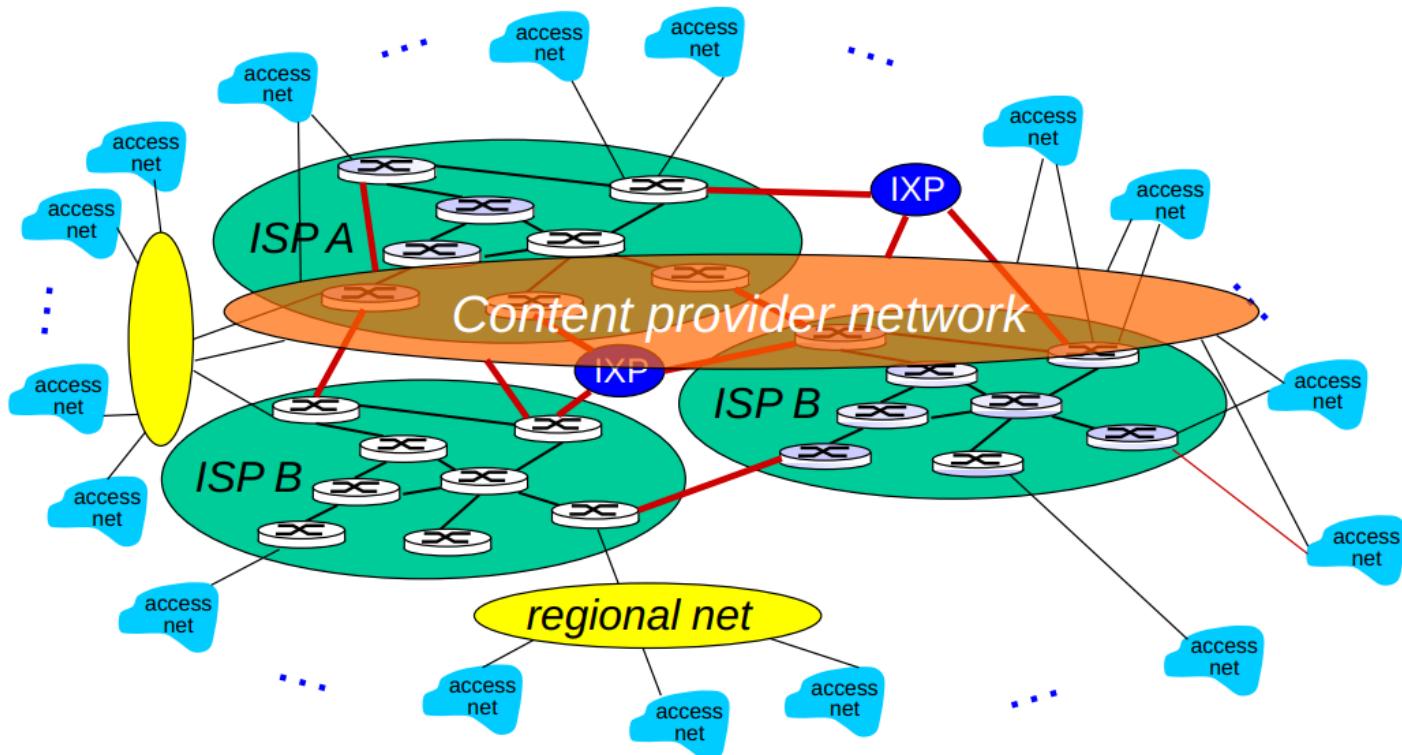


- *Interconectarem ISPs de acesso aos ISPs Globais*

## Redes de Computadores

### Rede de Redes

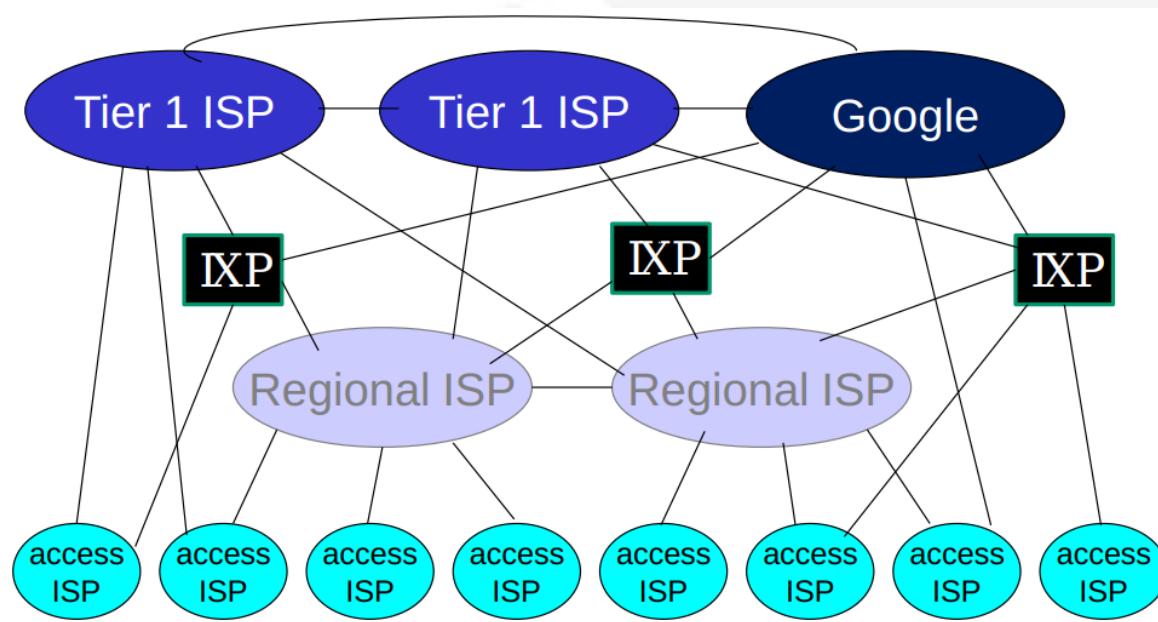
- *Provedores de conteúdo também queriam suas próprias redes*



- *Abrangência global, aproximam conteúdo dos usuários*

## 📍 Hierarquia dos ISPs

- *ISPs comerciais “Tier-1” com abrangência nacional e internacional, sendo pequeno número de grandes redes bem conectadas (Level 3, Sprint, AT&T)*



- Redes de provedores de conteúdo (Google): redes privadas, conectando data centers à Internet e IXP geralmente ligando ISPs tier-1 e regionais

## Redes de Computadores

# Protocolos

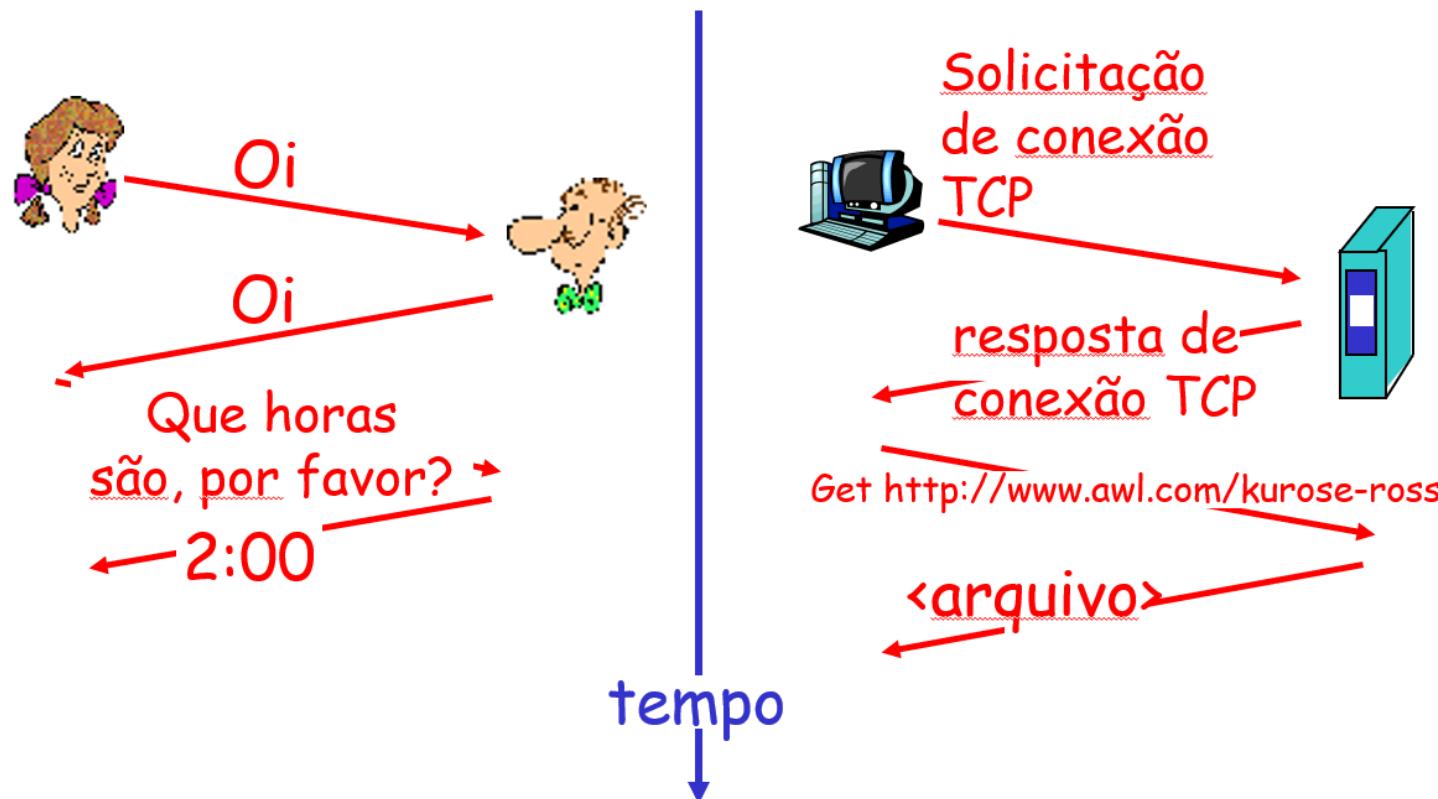
- Protocolos humanos:
  - “Que horas são?”
  - “Tenho uma dúvida”
  - Apresentações
- Mensagens específicas são enviadas
- Ações específicas são realizadas quando as mensagens são recebidas, ou acontecem outros eventos
- Protocolos de rede:
  - Computadores, ao invés de humanos
  - Todas comunicação na Internet é governadas por protocolos
- Garatem interoperabilidade entre dispositivos heterogêneos

*Protocolos definem o formato e a ordem das mensagens enviadas e recebidas pelas entidades da rede, e quais ações são tomadas quando em cada evento*

## Redes de Computadores

 Protocolos

*Protocolos humano versus o protocolo de rede*



## Redes de Computadores

### 💡 Enlaces de Comunicação

- Enlaces = links (inglês)
- Interconectam dois ou mais dispositivos computacionais.
  - Ponto-a-ponto vs. compartilhado
- Variam em termos de:
  - Meio físico
  - Taxa de transmissão
  - Comprimento / tempo de propagação
  - Probabilidade de falhas na transmissão
  - ...

## Redes de Computadores

### 💡 Enlaces de Comunicação: Meio Físico

- O que existe “entre” transmissor e receptor.
- Transporta os bits.
  - Valor do bit transmitido corresponde a alguma grandeza física mensurável.
    - Tensão em um par de fios, intensidade luminosa, frequência de uma onda sonora, ...
  - Transmissor manipula a grandeza, receptor a monitora.

## Redes de Computadores

### 💡 Enlaces de Comunicação: Meio Físico

- **Meios guiados:**
  - Sinal se propaga ao longo de um meio sólido.
  - Sinal é (praticamente) “confinado” ao meio.
- **Meios não-guiados:**
  - Sinal se propaga de forma livre.
  - Tende a se espalhar pelo espaço

## Redes de Computadores

# 📍 Enlaces de Comunicação: Meio Físico

- **Par-trançado:**
  - Dois fios de cobre com isolamento.
  - Categoria 5: Ethernet de 100 Mb/s, 1 Gb/s.
  - Categoria 6: Ethernet de 10 Gb/s



Cabo coaxial:

- Dois condutores de cobre concêntricos.
- Bidirecional.
- Banda larga: Múltiplos canais em um mesmo cabo ou HFC.



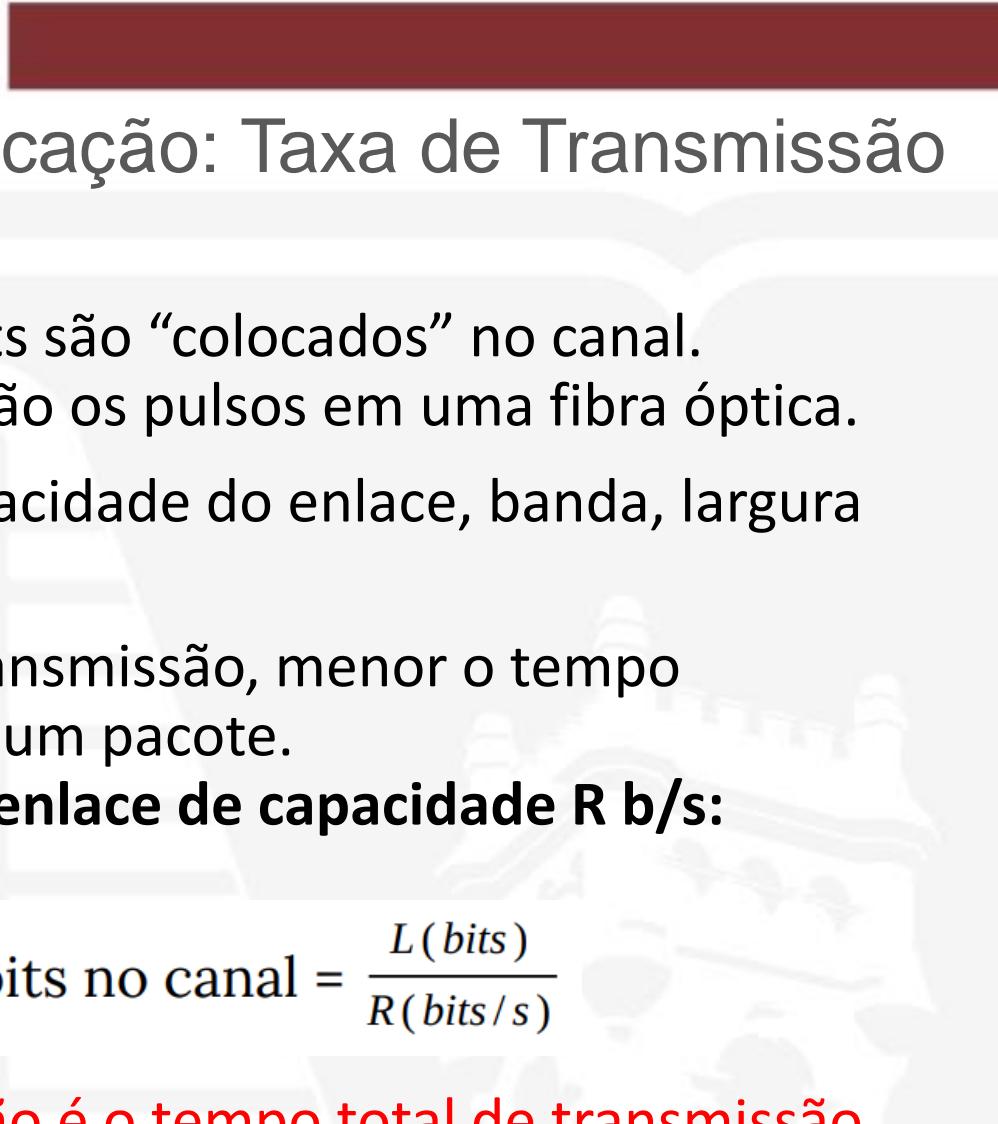
## Redes de Computadores



# Enlaces de Comunicação: Meio Físico

- **Fibra óptica:**
  - Fibra de vidro carregando pulsos de luz, cada pulso um bit.
  - Altas velocidade de transmissão pontoa-ponto: dezenas a centenas de Gb/s.
  - Em laboratório, 15,5 Tb/s em enlace de 7000 Km.
  - Baixa ocorrência de erros de transmissão.
  - Enlaces longos, com poucos repetidores.
  - Imune a interferências eletromagnéticas.
- **Rádio:**
  - Sinal transportado no espectro eletromagnético.
  - Sem “cabos”.
  - Bidirecional.
  - Susceptível a diversos fenômenos do ambiente: Reflexão, Obstrução e Interferência.
  - Diversos tipos: Microondas terrestres, LAN (e.g., Wi-Fi), WAN (e.g., 3G, 4G, WiMax), Satélite.

## Redes de Computadores

A faint watermark-like diagram of a network of computer monitors and cables is visible in the background of the slide.

## Enlaces de Comunicação: Taxa de Transmissão

- O quanto rapidamente os bits são “colocados” no canal.  
Exemplo: o quanto rápidos são os pulsos em uma fibra óptica.
- Também chamada de: capacidade do enlace, banda, largura de banda.
- Quanto maior a taxa de transmissão, menor o tempo necessário para transmitir um pacote.

**Para um pacote de L bits, enlace de capacidade R b/s:**

$$\text{Tempo para colocar bits no canal} = \frac{L(\text{bits})}{R(\text{bits/s})}$$

- **Importante: este tempo não é o tempo total de transmissão do pacote pelo enlace!!!**

## Redes de Computadores

 Enlaces de Comunicação: Taxa de Transmissão

Para calcular a sua taxa de transferência você deve converter a o tamanho do pacote e a capacidade do enlace por 8 (1 Byte é composto de 8 Bits) pois a taxa de transferência é representada em bits.

Vamos utilizar como exemplo um pacote de 1.5MB conexão de 10MB:

Pacote : 1.5MB = 1.500 Bytes →  $1500 * 8 = 12.000$

Enlace : 1Gbps =  $10^9$  bits/s

$$\text{Tempo para colocar bits no canal} = \frac{L(\text{bits})}{R(\text{bits/s})} \rightarrow \frac{12.000}{1 \times 10^9} = 0,012 \text{ ms}$$

## Redes de Computadores

 Enlaces de Comunicação: Propagação

- Uma vez colocado no enlace, bit não chega instantaneamente no receptor.
- Ele precisa se **propagar** pelo meio de transmissão.  
Exemplo: uma onda sonora que se propaga no ar a 340 m/s.
- Cada meio de transmissão tem sua velocidade de propagação do sinal.
  - Depende do tipo de sinal, características do meio, ...
- Dado o **comprimento do canal (d)** e velocidade de propagação (**s**), tem-se o tempo de propagação:

$$\text{Tempo de propagação de um bit} = \frac{d}{s}$$

## Redes de Computadores

 Enlaces de Comunicação: Taxa de Transmissão

Dois computadores, A e B, se comunicam a uma distância de 800Km através de um enlace de 100 Mbits/seg. A propagação do sinal no enlace é de 200.000 Km/seg.

Quanto tempo leva para o último bit de um pacote ser propagado do computador A para o computador B?

Comprimento do Canal : 800 Km

Velocidade de propagação: 200.000 Km/seg

$$\text{Tempo de propagação de um bit} = \frac{d}{s} \rightarrow \frac{800}{200.000} = 4 \text{ ms}$$

## Redes de Computadores



# Enlaces de Comunicação: Falha

- Toda transmissão em um enlace pode falhar.
  - Interferências, mau-contato, falhas de hardware, ...
- Por qualquer motivo, receptor não é capaz de entender conteúdo do pacote.
- Em redes de comutação de pacotes, pacote transmitido é completamente perdido.
- Alguns enlaces são mais propensos a falhas que outros.
  - Exemplo: enlaces de rádio são muito propensos, enlaces de fibra óptica são pouco propensos.
- Transmissões mal sucedidas reduzem o desempenho do enlace.

## Rede de Computadores

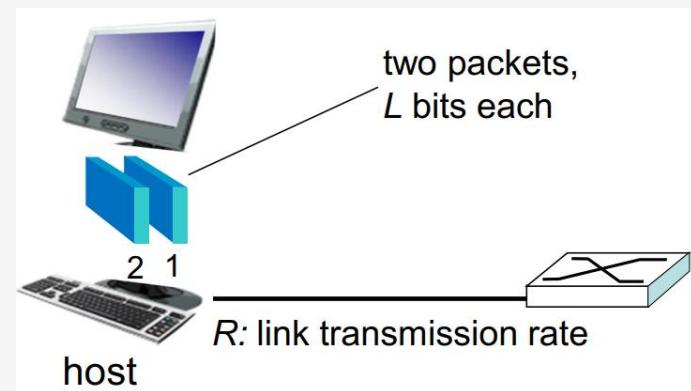
### 💡 Olhando mais de perto a estrutura da rede

- Internet pode ser dividida em duas “zonas”:
  - **Borda da rede:**
    - Hosts: clientes e servidores.
    - Redes de acesso: interconectam hosts ao resto da Internet.
  - **Núcleo da rede:**
    - Roteadores interconectados.
    - Rede de redes.
- **Roteadores de borda:** conectam elementos da borda ao núcleo da Internet.

## Rede de Computadores

 Borda da Rede: Hosts

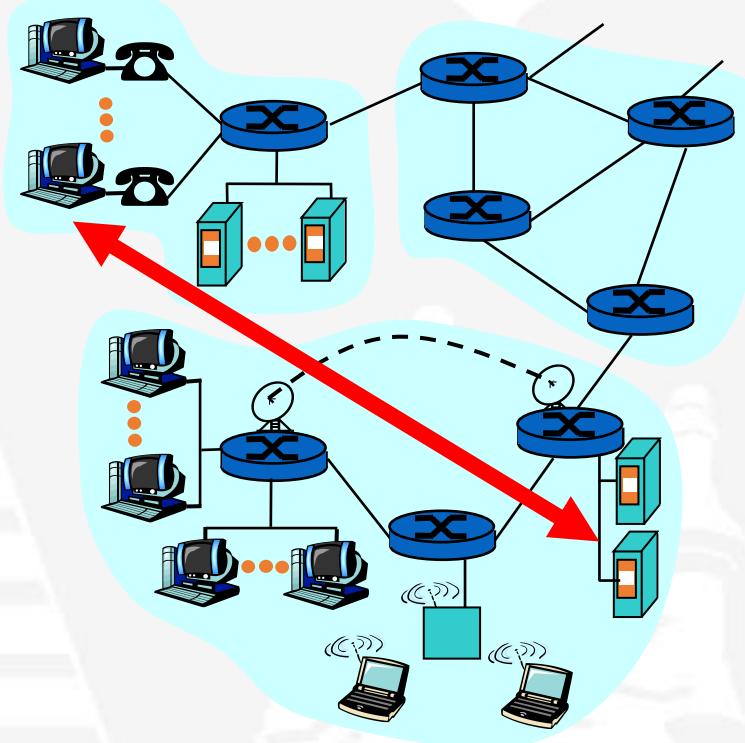
- **Sistemas finais (hosts):**
  - Executam as aplicações.
  - Aplicações geram mensagens.
  - Host quebra mensagem em unidades menores, chamadas **pacotes**.
  - Pacotes são transmitidos através do enlace na sua **taxa de transmissão**.



## Rede de Computadores

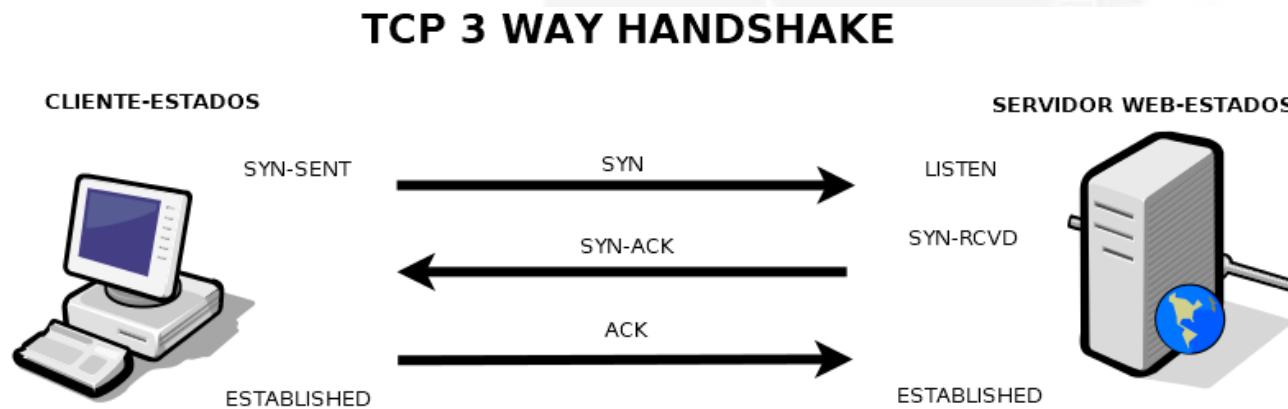
 Borda da Rede: Hosts

- **Modelo Cliente/Servidor**
  - O host cliente faz os pedidos, que são atendidos pelos servidores. Ex. www, e-mail
- **Modelo peer-to-peer**
  - Uso mínimo ou nenhum servidor dedicado. Ex. Torrent, Gnutella e etc



 Serviço Orientado a Conexão

- **Objetivo:** transferência de dados entre hosts
- **Handshaking:** inicialização para transferência de dados
  - Humano: Alô, alô,..
  - Host: inicializa o estado em dois hosts que desejam se comunicar



## 📍 Serviço Orientado a Conexão: TCP

- **TCP:** Transmission Control Protocol
- **Serviço orientado a conexão com a internet**
- **Transferência de dados através de um fluxo de bytes ordenados e confiável**
  - Reconhecimento de perda e retransmissão
- **Controle de Fluxo**
  - Transmissor não inundará o receptor
- **Controle de Congestionamento**
  - Transmissor “reduz a taxa de transmissão” quando a rede está congestionada
- **Aplicações que usam TCP:** http, ftp, Telnet, SMTP

## Rede de Computadores

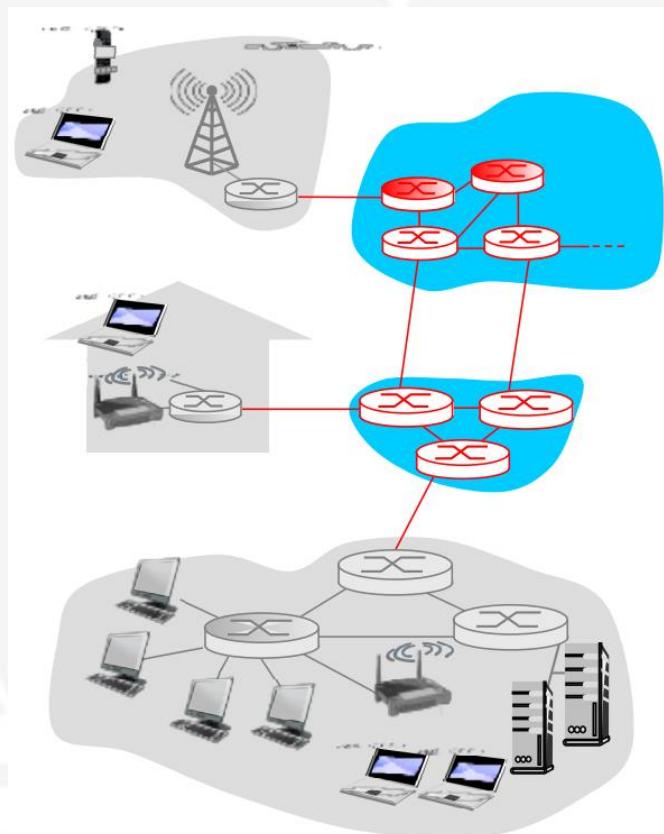
### 📍 Serviço sem Conexão: UDP

- **UDP: User Datagram Protocol**
- **Serviço sem conexão com a internet**
- **Transferência de dados não confiável**
  - Não tem reconhecimento de perda e retransmissão
- **Não controla o fluxo**
  - Transmissor pode inundar o receptor
- **Não controla o congestionamento**
  - A taxa de transmissão é sempre a mesma
- **Aplicações que usam UDP:** streaming, videoconferência, VOIP

## Rede de Computadores

### 📍 Núcleo da Rede

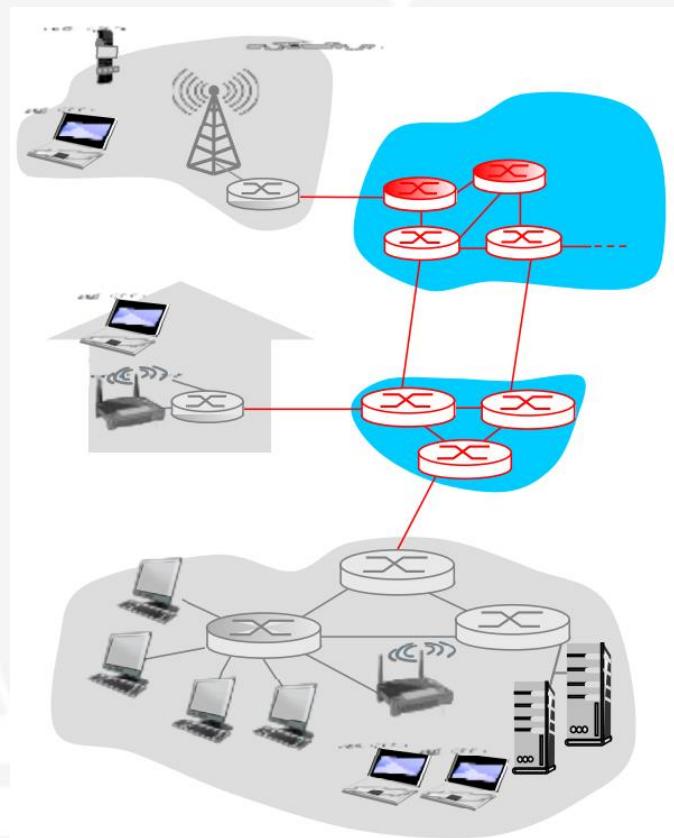
- Malha de roteadores interconectados.
  - Malha = múltiplos caminhos possíveis.
- **Comutação de circuitos:** circuito dedicado por chamada.



## Rede de Computadores

 Núcleo da Rede

- Malha de roteadores interconectados.
  - Malha = múltiplos caminhos possíveis.
- **Comutação de pacotes:** hosts quebram mensagens das aplicações em pacotes.
  - Pacotes **encaminhados** de um roteador para o próximo, passando pelos enlaces entre origem e destino.
  - Cada pacote transmitido na capacidade máxima do enlace.



## Rede de Computadores

### 📍 Núcleo da Rede: Comutação de Pacotes

- **Cada fluxo de dados fim-a-fim é dividido em pacotes**
  - Pacotes dos usuários A, B, ... compartilham os recursos da rede
  - Cada pacote usa toda a banda do canal
  - Recursos são usados quando necessário

## Rede de Computadores

### 📍 Núcleo da Rede: Comutação de Pacotes

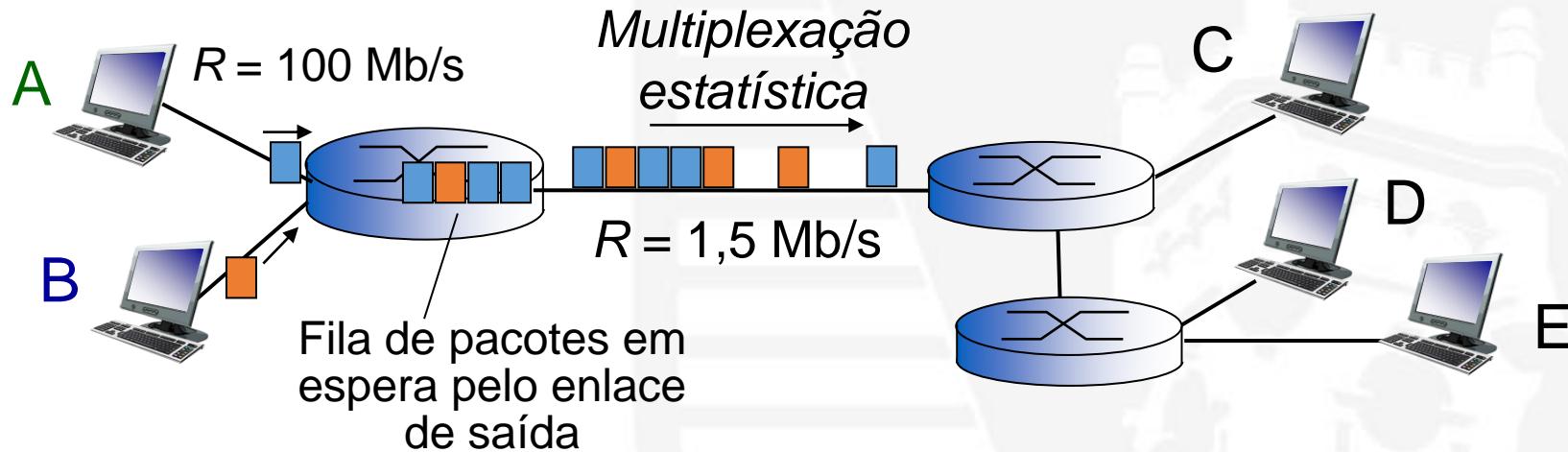
- **Existe disputa pelos recursos**
  - A demanda total pelos recursos pode superar a quantidade disponível
  - Congestionamento: pacotes são enfileirados aguardando para usar o enlace
  - Armazena e retransmite: pacotes se deslocam um salto por vez
    - Transmite em um enlace
    - Espera a vez no próximo enlace

## Rede de Computadores

 Núcleo da Rede: Comutação de Pacotes

- **Multiplexação estatística**

- A sequencia de pacotes dos hosts A e B não possuem um padrão constante



## Rede de Computadores

 Relembrando: Envio de Pacotes

- função de transmissão do host:
  - 1) pega mensagem da aplicação
  - 2) quebra em pequenos pedaços, conhecidos como pacotes, com  $L$  bits de comprimento
  - 3) transmite o pacote pela rede de acesso a uma taxa de transmissão  $R$

**Taxa de transmissão do canal, ou Capacidade do canal, ou Largura de banda do canal**

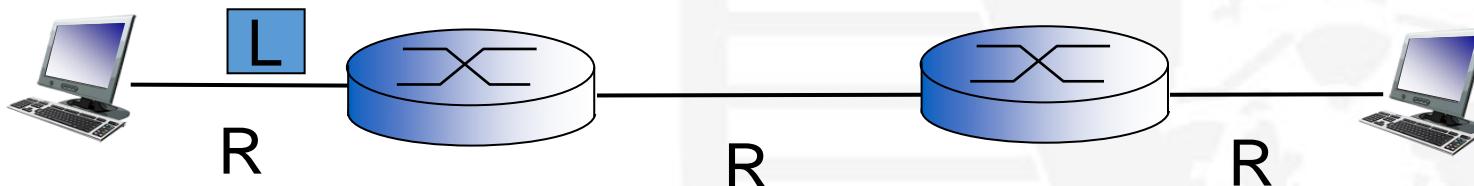
tempo necessário para transmitir um pacote de  $L$  bits no canal com taxa de transmissão  $R$

$$= \frac{L \text{ (bits)}}{R \text{ (bits/sec)}}$$

## Rede de Computadores

 Envio de Pacotes: atraso e perdas**Enfileiramento e perdas:**

- Se a taxa de chegadas (em bits) no enlace exceder a taxa de transmissão do canal num certo intervalo de tempo:
  - pacotes irão enfileirar, esperar para serem transmitidos no enlace
  - pacotes poderão ser descartados (perdidos) se a memória (buffer) encher



## Rede de Computadores

 Envio de Pacotes: atraso e perdas

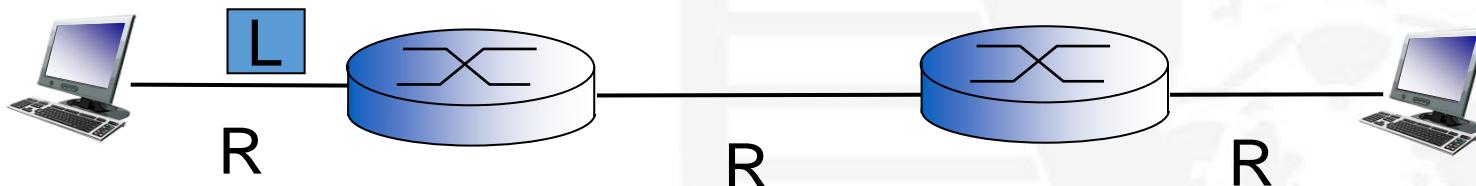
## Enfileiramento e perdas:

- Logo o atraso =  $3L/R$

Pacote (L)= 7,5 Mbits

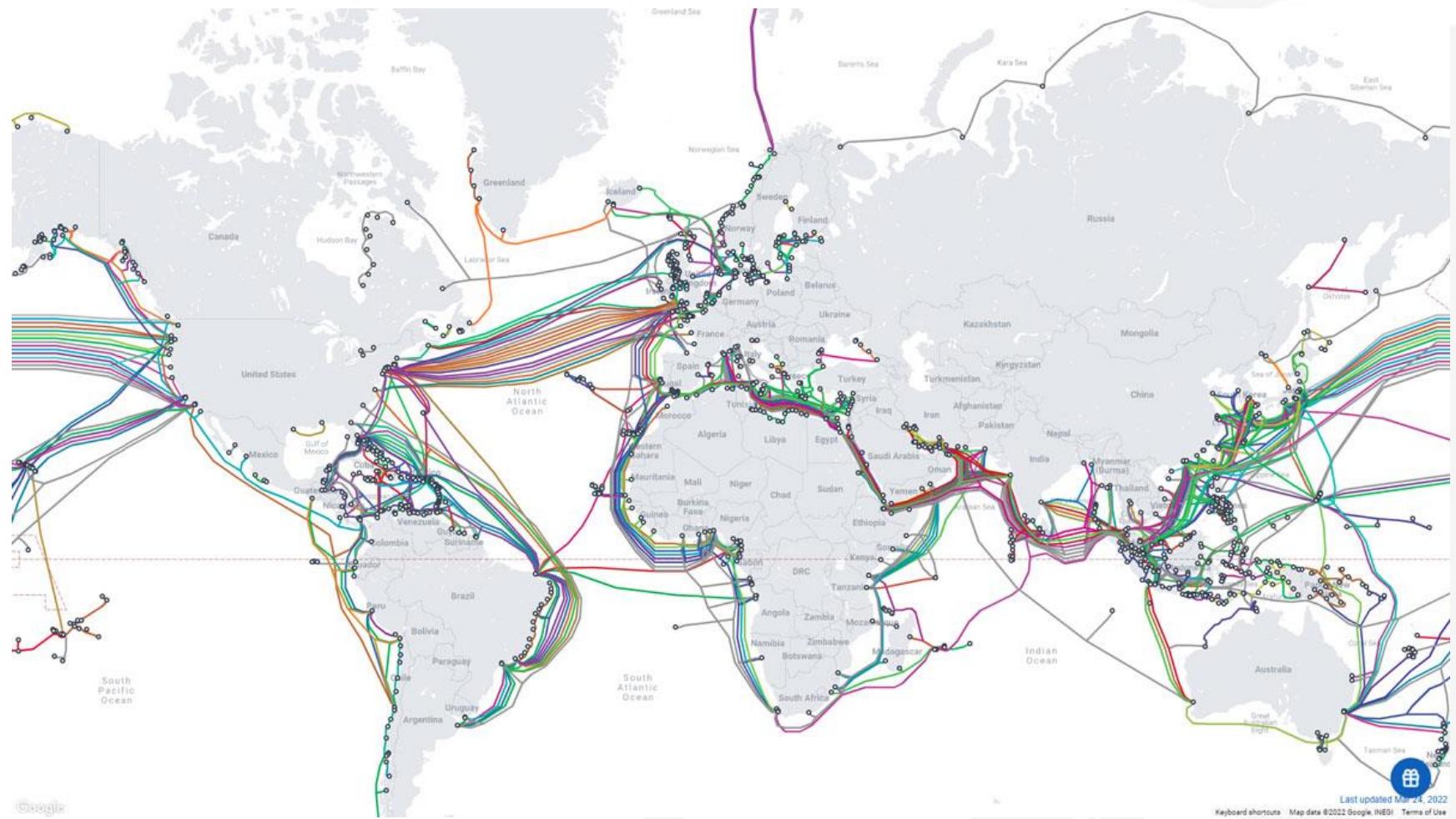
Taxa de Transmissão (R) = 1,5 Mbps

$$3 \times \frac{7,5 \text{ Mbits}}{1,5 \text{ Mbps}} = 15 \text{ segundos}$$



## Rede de Computadores

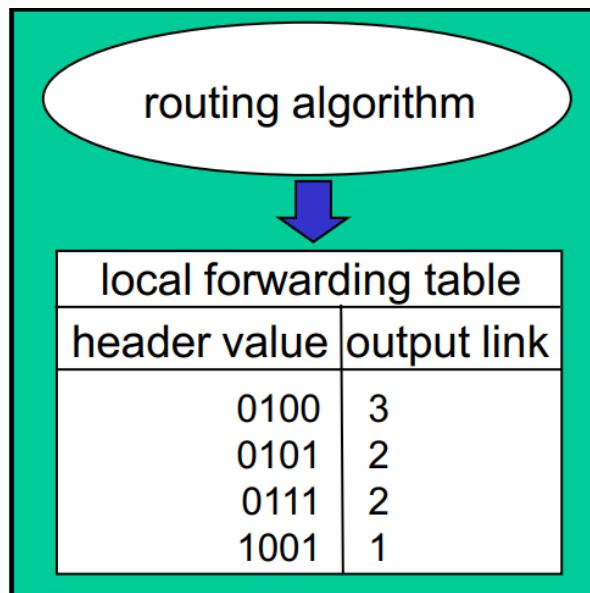
### 📍 Núcleo da Rede - Curiosidade



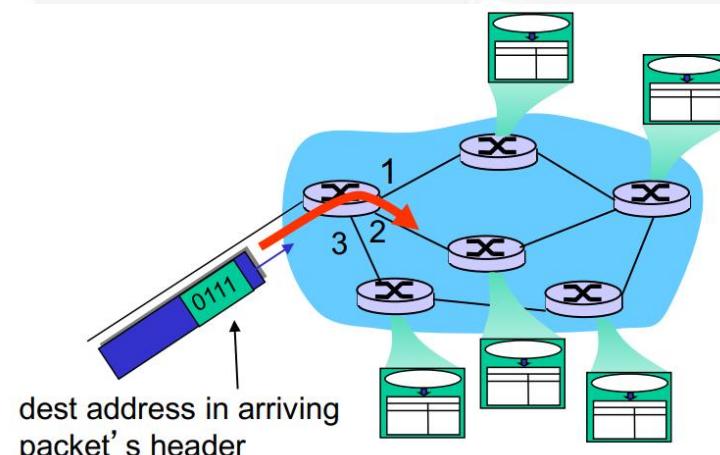
# **Rede de Computadores**



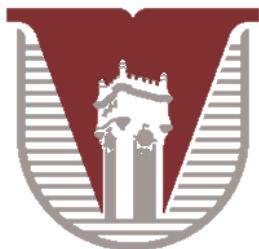
**Roteamento:** determina rota entre origem e destino usada pelos pacotes.



**Encaminhamento:** mover pacotes de um enlace de entrada para um enlace de saída do roteador.



## Contato



**Professor:**  
André Saraiva, MSc



**E-mail:**  
[andre.saraiva@univassouras.edu.br](mailto:andre.saraiva@univassouras.edu.br)