

Introdução a Redes de Computadores

Prof. Rone Ilídio da Silva
DTECH-CAP-UFSJ

Baseado no capítulo I do livro Redes de Computadores e a Internet - Kurose

Itens do Livro

Capítulo 1 – Redes de Computadores e a Internet

1.1 O que é a Internet?

1.1.1 Uma descrição dos componentes da rede

1.1.2 Uma descrição do serviço

1.1.3 O que é um protocolo?

1.2 A periferia da Internet

1.2.1 Programas clientes e servidores

1.2.2 Redes de Acesso

1.2.3 Meios físicos

1.3 O núcleo da rede

1.3.1 Comutação de circuitos e comutação de pacotes

1.3.2 Como os pacotes percorrem as redes de comutadores de pacotes?

1.3.3 ISP e backbones da Internet

1.4 Atraso, perda e vazão em redes de comutação de pacotes

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

1.4.2 Atraso de fila e perda de pacotes

1.4.3 Atraso fim a fim

1.4.4 Vazão nas redes de computadores

1.5 Camadas de protocolos e seus modelos de serviço

1.5.1 Arquitetura de camadas

1.5.2 Mensagens, segmentos, datagramas e quadros



Definições



Universidade Federal
de São João del-Rei

O que é uma rede de computadores?

- “Rede de computadores ou Rede de dados, na informática e na telecomunicação é um conjunto de dois ou mais dispositivos eletrônicos de computação interligados por um sistema de comunicação digital, guiados por um conjunto de regras para compartilhar entre si informação, serviços e, recursos físicos e lógicos.” – Wikipedia
- “Hardwares e softwares que interligam dispositivos eletrônicos inteligentes e possibilita o envio de informações entre eles.” – Prof. Rone Ilídio
- Principal exemplo: Internet

O que é a Internet?

- “A Internet é um sistema global de redes de computadores interligadas que utilizam um conjunto próprio de protocolos (Internet Protocol Suite ou TCP/IP) com o propósito de servir progressivamente usuários no mundo inteiro” – Wikipedia
- “Rede de computadores dispersos por todo o planeta que trocam dados e mensagens utilizando um protocolo comum, unindo usuários particulares, entidades de pesquisa, órgãos culturais, institutos militares, bibliotecas e empresas de toda envergadura.” – Google
- “A Internet é uma rede de computadores que conecta milhares de dispositivos computacionais ao redor do mundo.” - Kurose

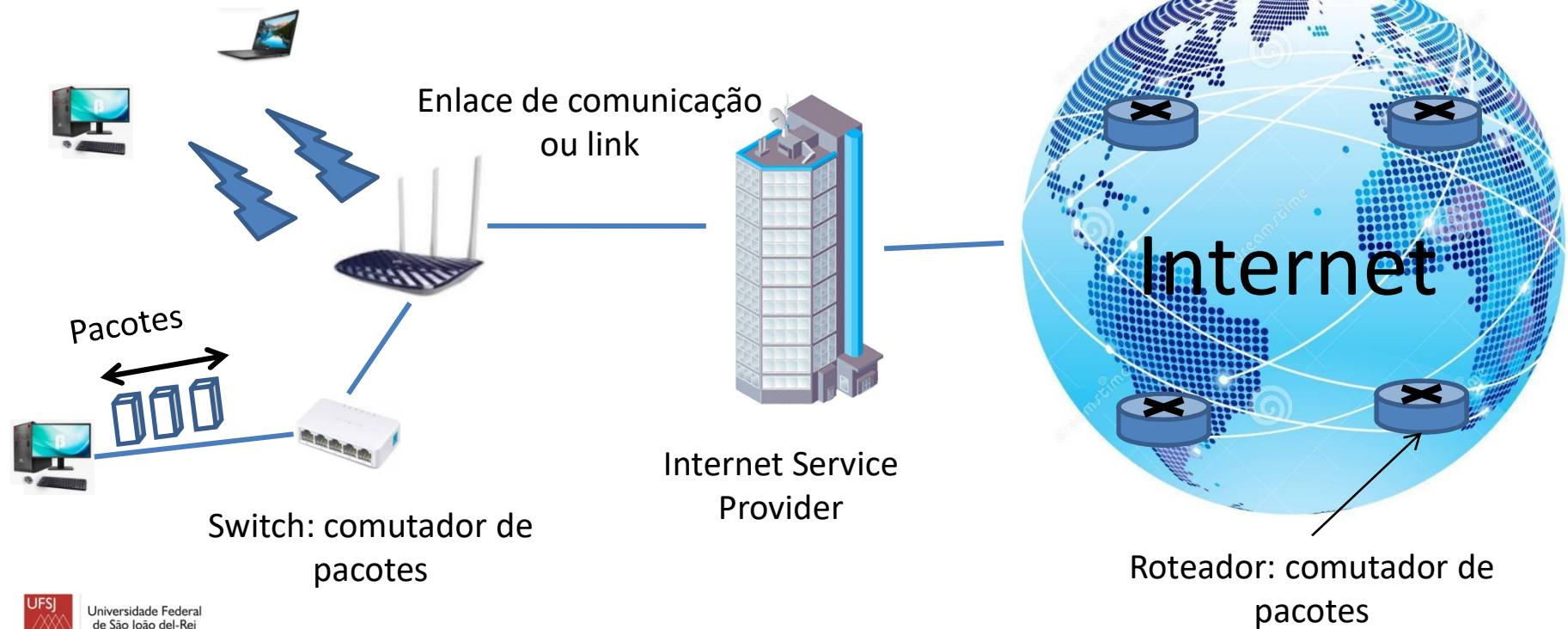


Componentes de
periferia ou borda



Uma descrição dos componentes da rede

Hospedeiros ou sistemas finais



Uma descrição dos componentes da rede

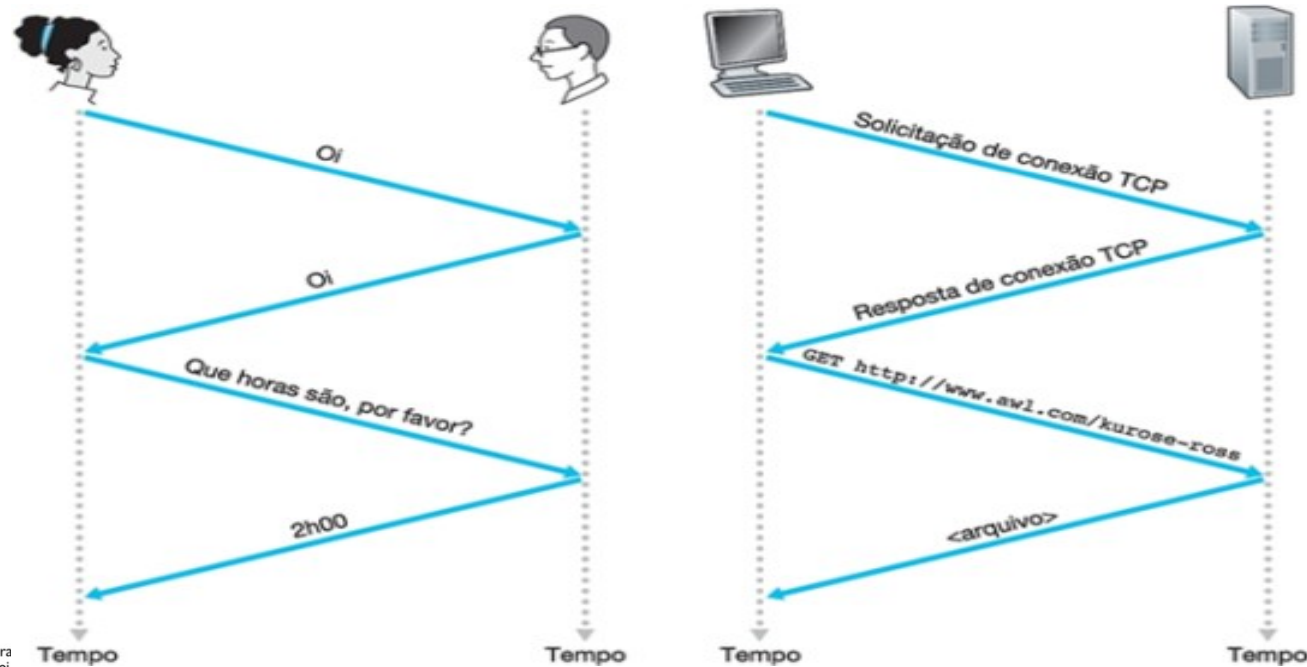
- Hospedeiros ou sistemas finais – dispositivos conectados à Internet
 - Projeção de 50 bilhões de dispositivos até 2020
- Enlaces de comunicação ou links
- Pacotes: conjunto de bytes enviado entre sistemas finais
- Comutadores de pacotes: os principais são roteadores e switches
- ISP (Internet Service Provider – Provedores de acesso à Internet): dispositivos que fornecem acesso à Internet aos sistemas finais
- Protocolo: padrão de comunicação entre dispositivos
 - Principais são TCP e IP

O que é um protocolo?

- “Um protocolo define o formato e a ordem das mensagens trocadas entre duas ou mais entidades comunicantes, bem como as ações a serem realizadas na transmissão e/ou no recebimento de uma mensagem ou outro evento”

O que é um protocolo?

- Exemplos de protocolos



O que é um protocolo em redes de computadores?

- Software que define um padrão de comunicação entre duas ou mais entidades.

Padrões da Internet

- Definição de padrões para a Internet
 - [IETF](#) – Internet Engineering Task Force ou Força de trabalho de engenharia da Internet
 - [IEEE](#) - Institute of Electrical and Electronics Engineers
- RFC – request for comments ou pedido de comentários: textos que descrevem os padrões utilizados na Internet
- Draft – documento elaborado pelas equipes de trabalho, que vai evoluindo até se transformar em um RFC



A periferia da Internet



Universidade Federal
de São João del-Rei

Arquitetura de softwares em rede

- Programas clientes / servidores
 - Cliente: solicita e recebe uma resposta
 - Servidor: espera requisições e responde
 - Vantagem: manutenção
 - Ex: navegador e servidor web
- Peer-to-peer (P2P)
 - Têm função tanto de cliente como servidor em um único programa executado no sistema final
 - Vantagem: escalabilidade
 - Ex: eMule, BitTorrent, etc.

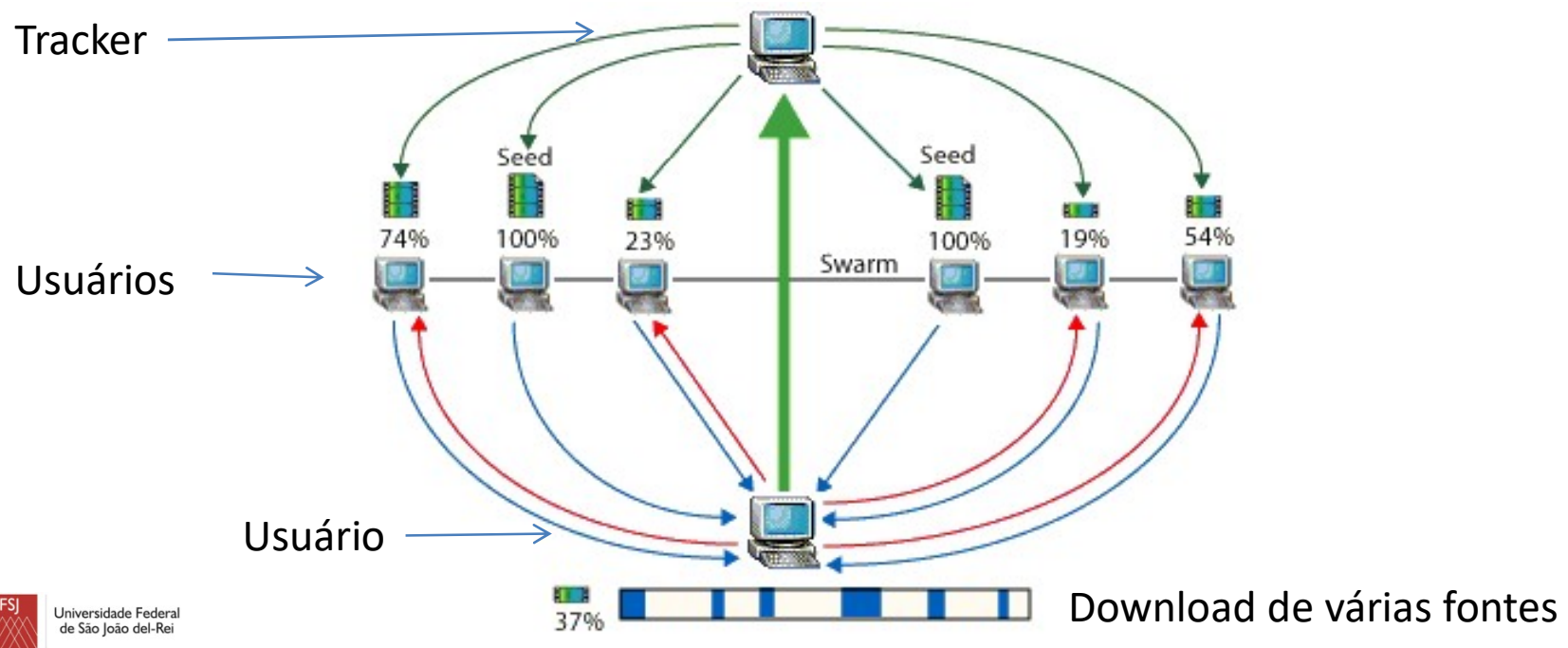
Cliente/Servidor

- Exemplo: servidor e navegador web



P2P

- Exemplo híbrido: BitTorrent - download distribuído



Redes de acesso

- Enlace físico que liga o sistema final ao primeiro roteador
- Exemplos:
 - Dial-up (ultrapassado): 56 kbps
 - DSL (digital subscriber line): dados digitais sobre a linha telefônica (cobre).
Variações com ADSL e VDSL.
 - Cabo (coaxial):
 - FTTH (Fiber-To-The-Home): fibra óptica até a casa do cliente
 - Wimax: banda larga, longas distâncias
 - Ethernet
 - Wifi
 - *Celular



Meios de Acesso

- Par trançado
- Cabo coaxial
- Fibra óptica
- Canais de rádio terrestre
- Canais de rádio por satélite



O Núcleo da Rede



Universidade Federal
de São João del-Rei

O Núcleo da Rede

- Composto por roteadores
- Roteador: comutador de pacotes → define a porta que cada pacote recebido deve ser enviada

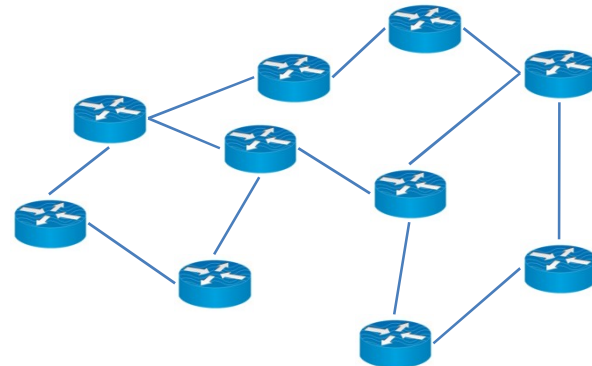
Roteador



Representação



Internet



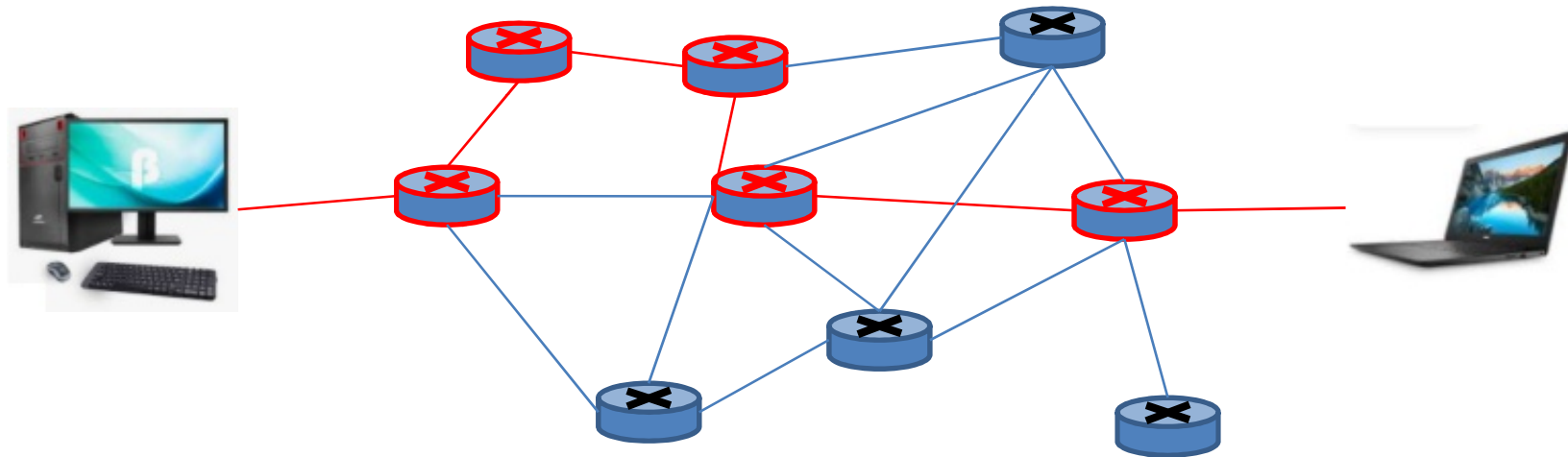
Comutação por Pacotes e Comutação por Circuito

- Comutação por circuito
 - Inicialmente, uma conexão fim a fim é estabelecida entre origem e destino → circuito ou caminho
 - Dados passam pelo mesmo caminho
 - Utilizado em redes telefônicas
- Comutação por pacotes
 - Cada pacote pode ter seu caminho
 - Identificação da origem e do destino



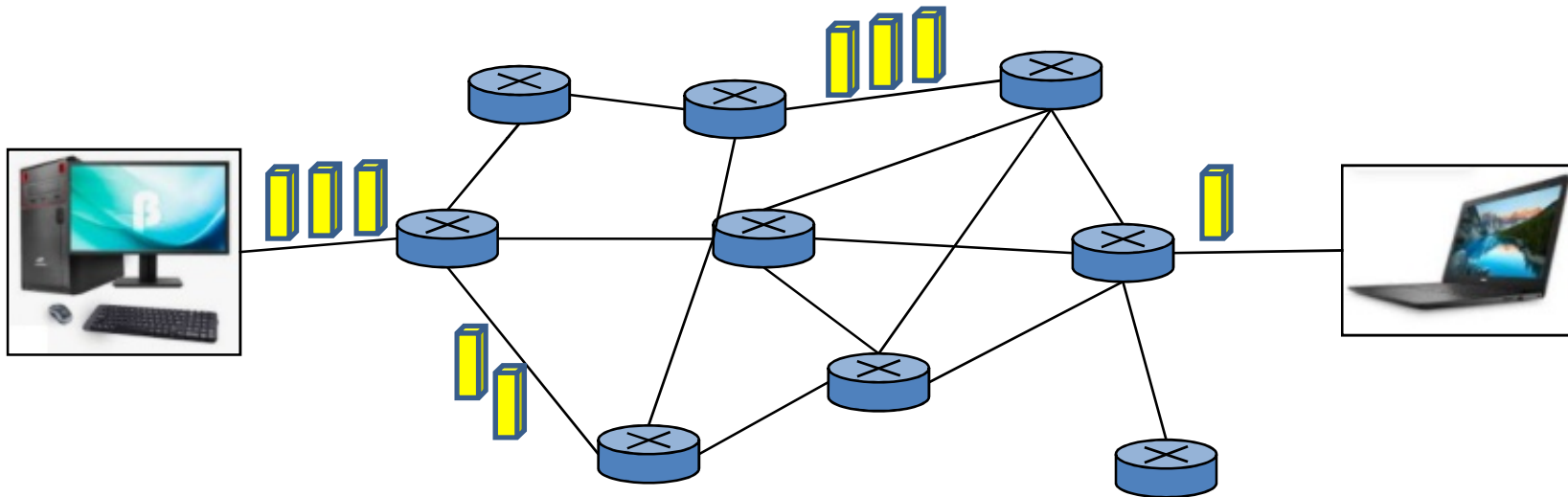
Comutação por Pacotes e Comutação por Circuito

- Comutação por Circuito



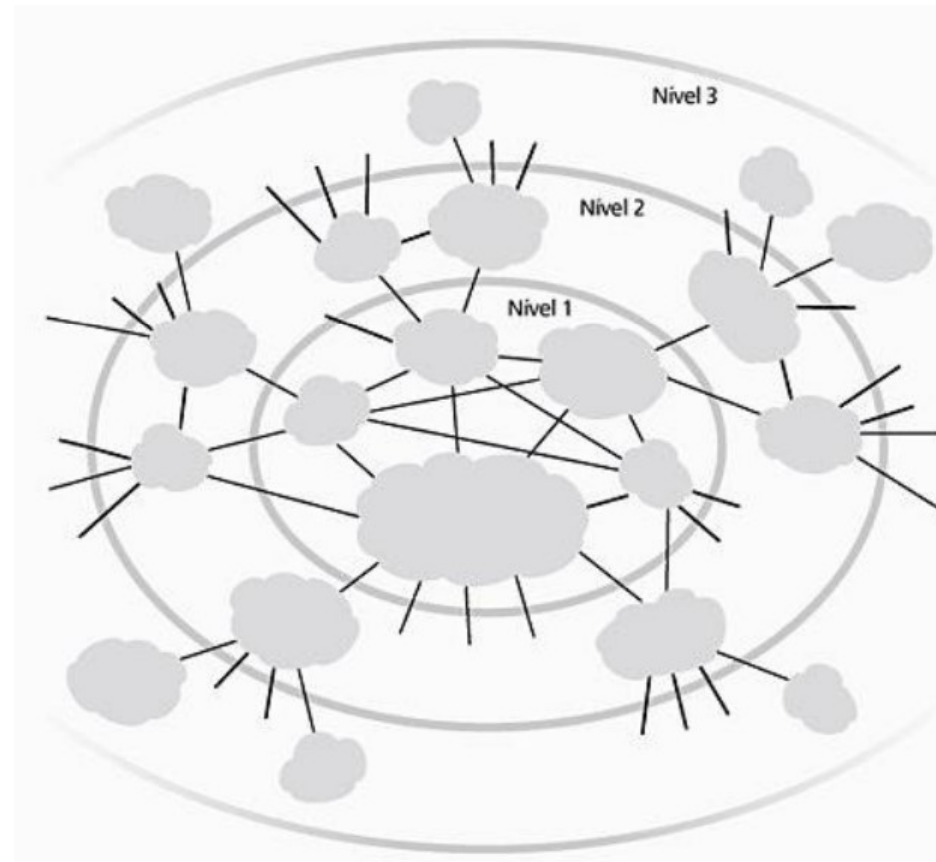
Comutação por Pacotes e Comutação por Circuito

- Comutação por pacotes



ISPs e Backbones da Internet

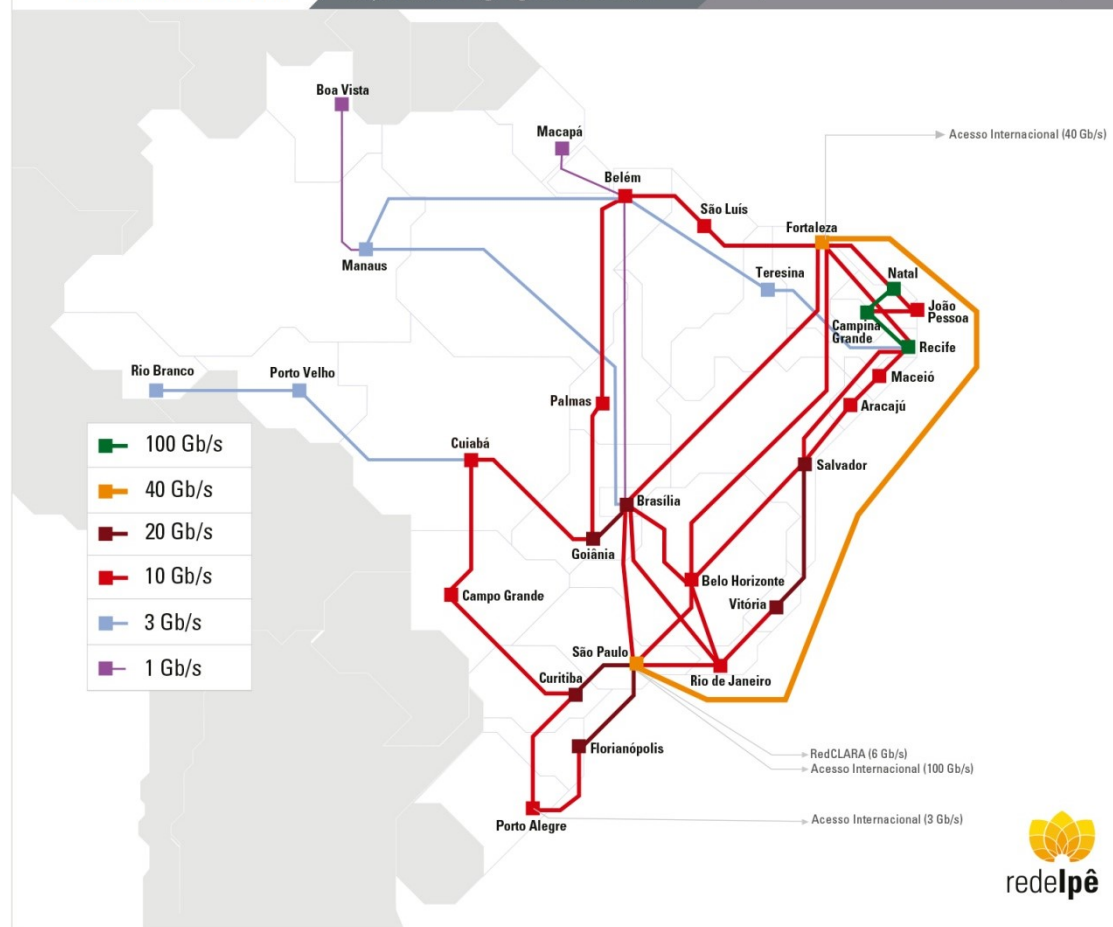
- Nível 1
 - cobertura internacional
 - Backbone da Internet
- Nível 2
 - Regional
 - Conexões com nível 1 e 3
- Nível 3
 - Fornece acesso aos sistemas finais



Conexão em 2018

capacidade agregada 601 Gb/s

capacidade internacional 149 Gb/s



Universidade Federal
de São João del-Rei

A evolução da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa

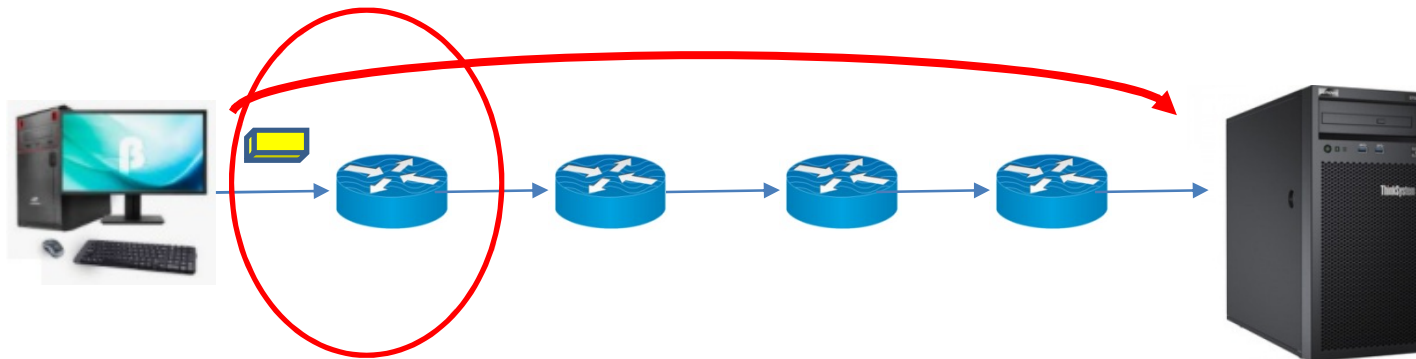
maio 2018

Atraso, perda e vazão de redes de comutação de pacotes



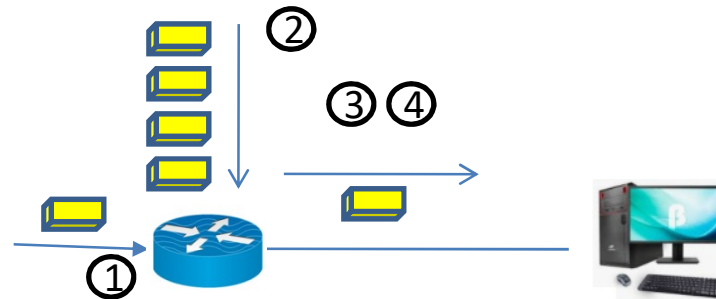
Visão Geral

- Atraso nodal: em um enlace $\rightarrow d_{\text{nodal}}$
- Atraso fim a fim: soma dos atrasos nodais



Visão Geral

- Tipos de atrasos nodais
 1. Atraso de processamento: qualidade do hardware $\rightarrow d_{\text{proc}}$
 2. Atraso de fila: em roteadores, depende o volume de dados $\rightarrow d_{\text{fila}}$
 3. Atraso de transmissão: qualidade do link $\rightarrow d_{\text{trans}}$
 4. Atraso de propagação: velocidade da luz $\rightarrow d_{\text{prop}}$



Atraso Nodal

- Atraso de transmissão : d_{trans}
 - $d_{trans} = L / R$
 - L: tamanho do pacote em bits
 - R: velocidade do link em bits
- Atraso de propagação: d_{prop}
 - $d_{prop} = d / s$
 - d: distância entre os dispositivos
 - s: velocidade da luz, de $2 \cdot 10^8$ m/s a $3 \cdot 10^8$ m/s (depende do meio)



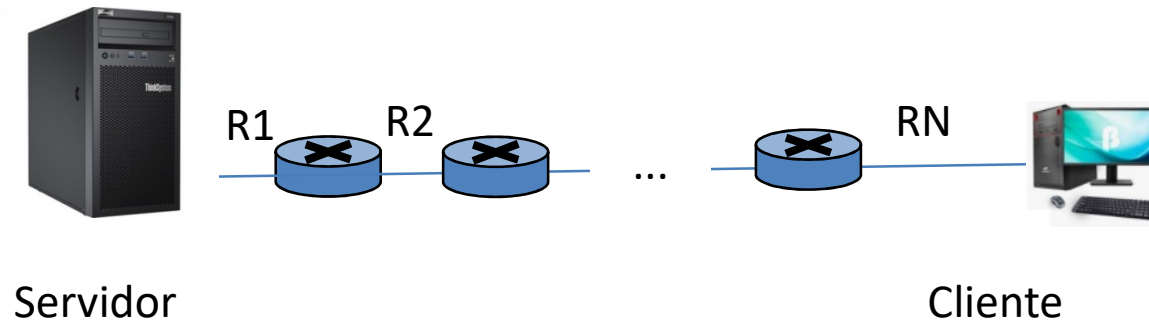
Atraso fim a fim

- Tempo total de transmissão entre origem e destino → $d_{\text{fim a fim}}$
- Assumimos
 - N-1 roteadores entre a origem e o destino
 - Sem congestionamento: $d_{\text{fila}} = 0$
 - Atraso de processamento fixo em cada máquina: d_{proc}

$$d_{\text{fim a fim}} = N (d_{\text{proc}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}})$$

Vazão fim a fim

- Vazão instantânea:
 - Quantidade de bits um hospedeiro recebe por tempo.
- Em uma transmissão que passa por vários enlaces, a vazão final é a do enlace mais lento (gargalo): $\text{Min}(R_1, R_2, \dots, R_N)$



Ping

- Comando de praticamente todos os sistemas operacionais
- Verifica o tempo de envio e resposta de um pacote de dados entre duas máquinas
- Sintaxe:

`ping [endereço]`

ou

`ping [url]`



C:\Users\rone>ping 162.241.2.70 ← Endereço IP do destino

Disparando 162.241.2.70 com 32 bytes de dados: Tempo de ida e volta

Resposta de 162.241.2.70: bytes=32 tempo=160ms TTL=38	} Quatro pacotes enviados
Resposta de 162.241.2.70: bytes=32 tempo=161ms TTL=38	
Resposta de 162.241.2.70: bytes=32 tempo=161ms TTL=38	
Resposta de 162.241.2.70: bytes=32 tempo=161ms TTL=38	

Estatísticas do Ping para 162.241.2.70:

Pacotes: Enviados = 4, Recebidos = 4, Perdidos = 0 (0% de perda),

Aproximar um número redondo de vezes em milissegundos:

Mínimo = 160ms, Máximo = 161ms, Média = 160ms



tracert

- Comando de praticamente todos sistemas operacionais
- Exibe a rota entre origem em destino
- Sintaxe:

`tracert [endereço]`

ou

`tracert [url]`



Universidade Federal
de São João del-Rei



C:\Users\ronei>tracert 162.241.2.70

Rastreando a rota para 162-241-2-70.unifiedlayer.com [162.241.2.70]

com no máximo 30 saltos:

```
 1  55 ms   4 ms   2 ms 192.168.2.1
 2   7 ms   4 ms   3 ms 10.0.10.123
 3   7 ms   6 ms  10 ms 10.200.8.5
 4   8 ms  10 ms  49 ms 172.24.16.85
 5   9 ms   7 ms   6 ms 172.24.16.82
 6   4 ms   8 ms   6 ms 172.24.16.10
 7  16 ms  15 ms  16 ms 172.24.16.9
 8  15 ms  15 ms  15 ms 172.24.0.29
 9  15 ms  15 ms  15 ms 172.24.0.1
10  15 ms  14 ms  14 ms 185.100.112.92
11 137 ms 130 ms 125 ms et1-1-0.miami19.mia.seabone.net [89.221.41.187]
12 *      *      *      Esgotado o tempo limite do pedido.
13 139 ms 154 ms 172 ms be2027.ccr22.mia01.atlas.cogentco.com [154.54.86.205]
14 154 ms 191 ms 154 ms be3570.ccr42.iah01.atlas.cogentco.com [154.54.84.1]
15 169 ms 154 ms 159 ms be3486.rcr22.iah02.atlas.cogentco.com [154.54.30.166]
16 172 ms 166 ms 154 ms be3632.nr51.b023723-0.iah02.atlas.cogentco.com [154.24.45.58]
17 160 ms 163 ms 162 ms 38.140.14.114
18 163 ms 163 ms 165 ms 72-250-192-2.cyrusone.com [72.250.192.2]
19 159 ms 158 ms 172 ms po100.router2a.hou1.net.unifiedlayer.com [162.241.0.3]
20 180 ms 159 ms 164 ms 108-167-150-78.unifiedlayer.com [108.167.150.78]
21 170 ms 158 ms 158 ms 162-241-2-70.unifiedlayer.com [162.241.2.70]
```

Rastreamento concluído.

Destino

Cada endereço IP é uma
máquina nomeio do
caminho