

Aula 4

- Livro Kurose/Ross - Rede de Computadores e a Internet. 6ª. Edição.

Roteiro do Capítulo 1

1.1 O Que é a Internet?

1.2 A Borda da Rede

1.3 O Núcleo da Rede

1.4 Rede de acesso e meios físicos

1.5 Estrutura da Internet e ISPs

1.6 Atraso e perda em redes comutadas por pacotes

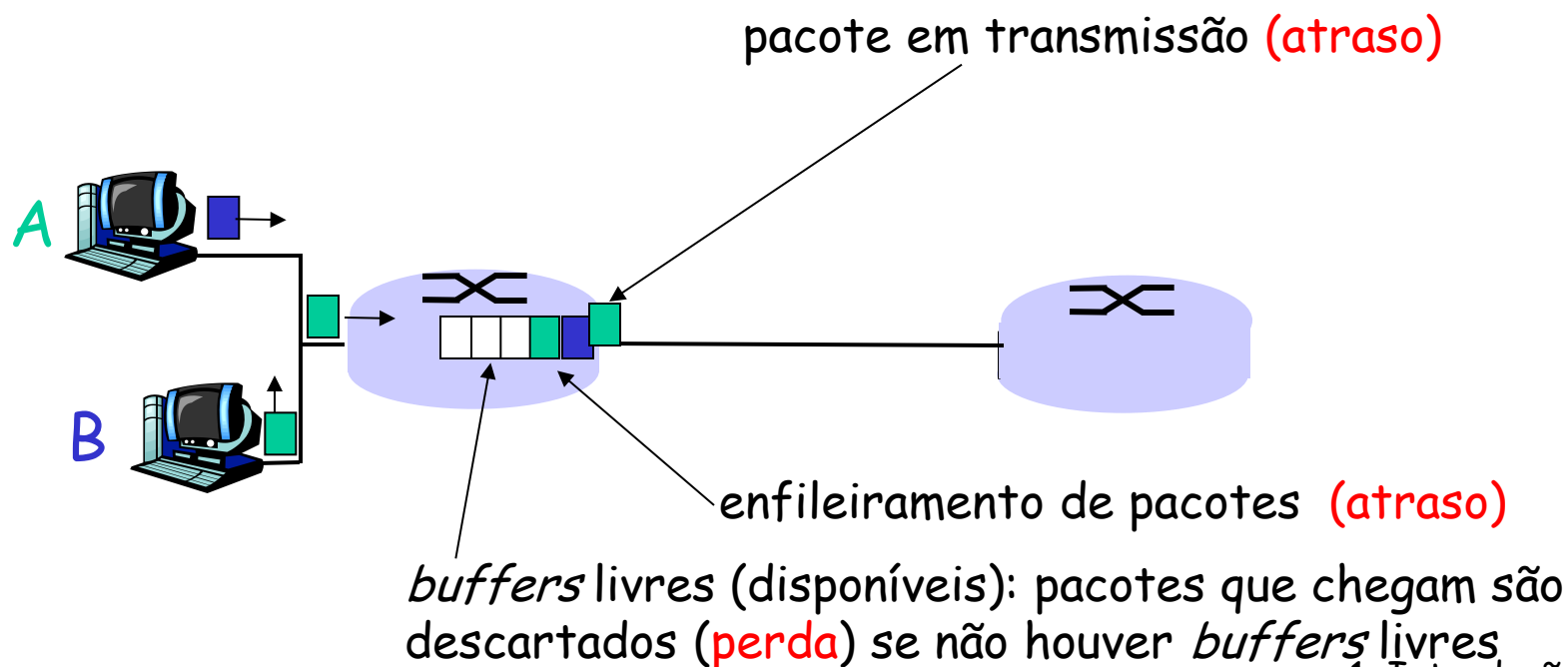
1.7 Camadas de protocolos, modelos de serviços

1.8 História

Como ocorrem as perdas e atrasos?

pacotes enfileiram nos buffers do roteador

- ❑ taxa de chegada de pacotes ao enlace excede a capacidade do link de saída.
- ❑ pacotes enfileiram, esperam pela vez

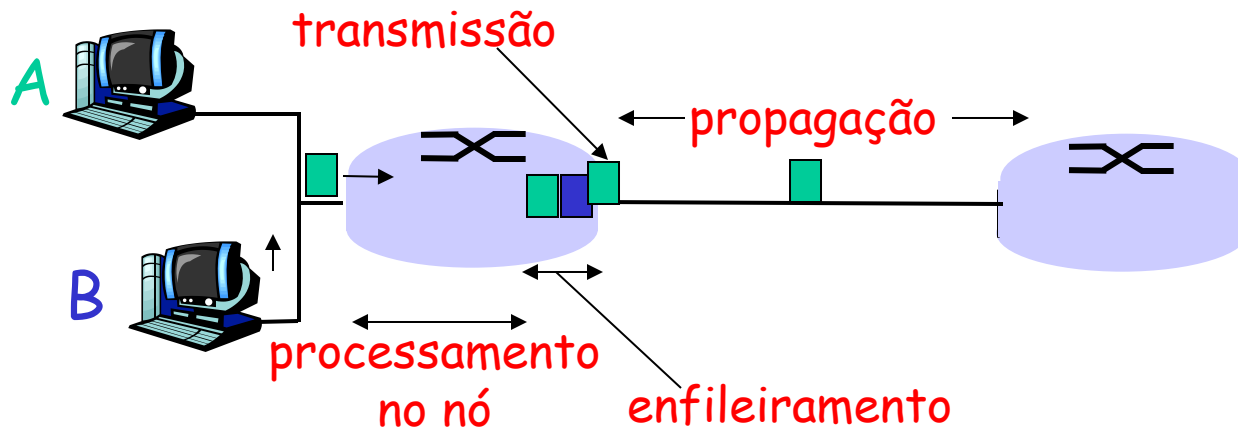


Quatro fontes de atraso dos pacotes

□ 1. processamento no nó: □ 2. enfileiramento

- verificação de bits errados
- identificação do enlace de saída

- tempo de espera no enlace de saída até a transmissão
- depende do nível de congestionamento do roteador



Atraso em redes comutadas por pacotes

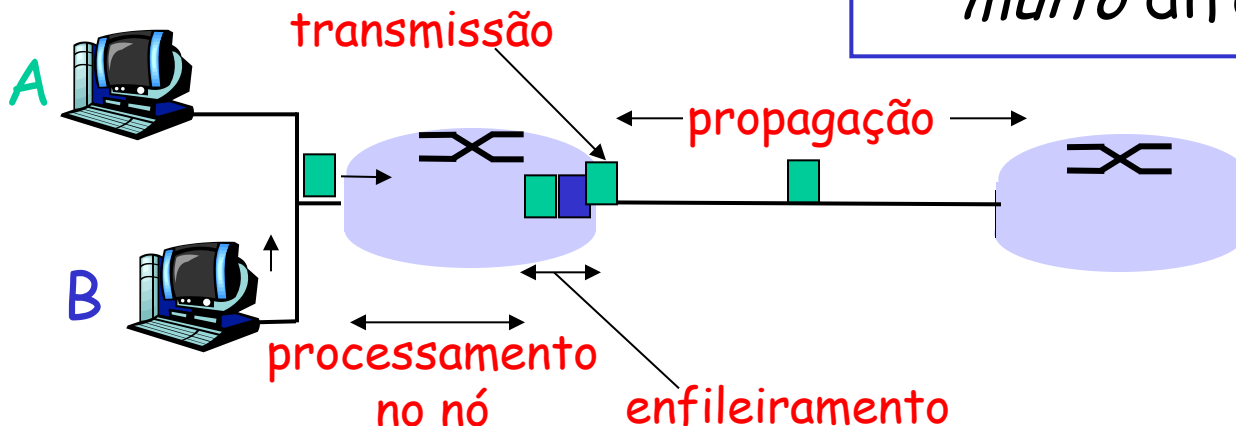
3. Atraso de transmissão:

- ❑ R = largura de banda do enlace (bps)
- ❑ L = tamanho. do pacote (bits)
- ❑ tempo para enviar os bits no enlace = L/R

4. Atraso de propagação:

- ❑ d = compr. do enlace
- ❑ s = velocidade de propagação no meio ($\sim 2 \times 10^8$ m/seg)
- ❑ atraso de propagação = d/s

Nota: s e R são valores *muito* diferentes!



Atraso no nó

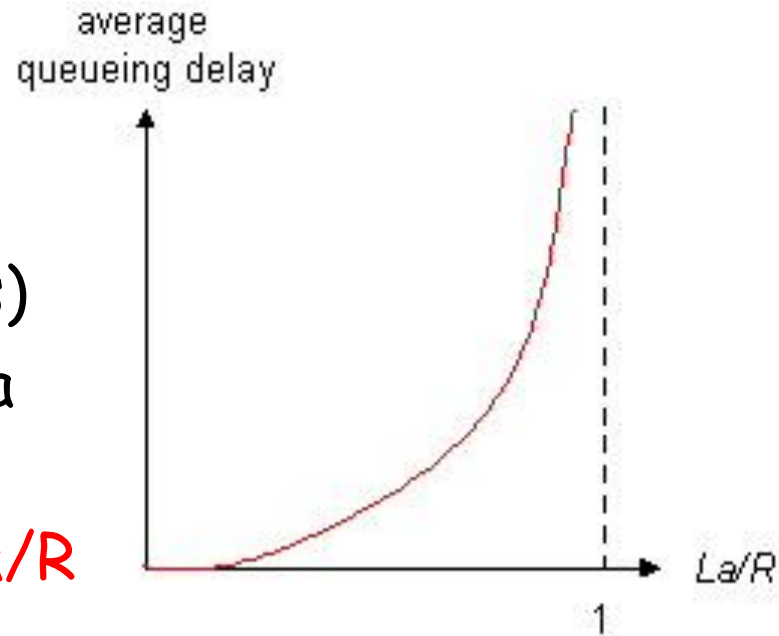
$$d_{\text{nó}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{enfil}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}}$$

- ❑ d_{proc} = atraso de processamento
 - tipicamente de poucos microsecs ou menos
- ❑ d_{queue} = atraso de enfileiramento
 - depende do congestionamento
- ❑ d_{trans} = atraso de transmissão
 - $= L/R$, significativo para canais de baixa velocidade
- ❑ d_{prop} = atraso de propagação
 - poucos microsecs a centenas de msecs

Atraso de enfileiramento

- R = largura de banda do enlace (bps)
- L = compr. do pacote (bits)
- a = taxa média de chegada de pacotes

intensidade de tráfego = $\lambda a / R$



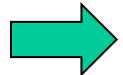
- $\lambda a / R \sim 0$: pequeno atraso de enfileiramento
- $\lambda a / R \rightarrow 1$: grande atraso
- $\lambda a / R > 1$: chega mais "trabalho" do que a capacidade de atendimento, atraso médio infinito!

Perda de pacotes

- ❑ fila (buffer) anterior a um canal possui capacidade finita
- ❑ quando um pacote chega numa fila cheia, o pacote é descartado (perdido)
- ❑ o pacote perdido pode ser retransmitido pelo nó anterior, pelo sistema origem, ou não ser retransmitido

Vazão nas redes de computadores

- ❑ Outra medida de desempenho em redes;
- ❑ A vazão instantânea é a taxa (em bits/s) em que o hospedeiro destino está recebendo o arquivo
- ❑ Exemplo: se o arquivo consistir em F bits e a transferência levar T segundos para o hospedeiro de destino receber todos os F bits, então a vazão média de transferência do arquivo é de F/T bits/s.



Vazão nas redes de computadores

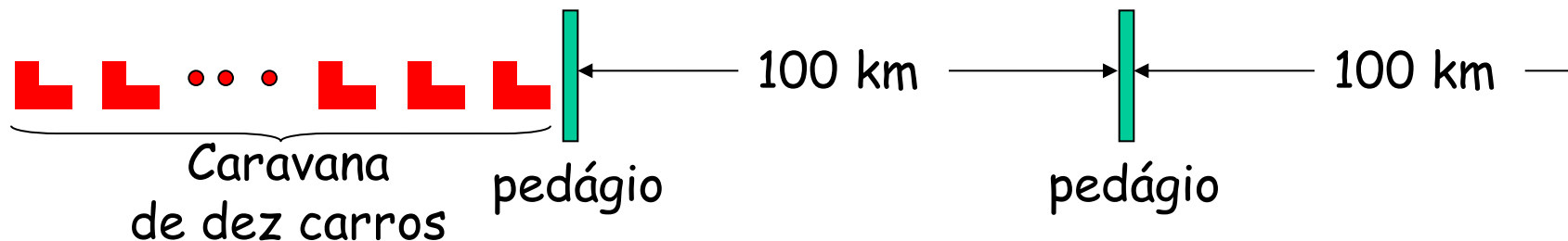
- ❑ Para algumas aplicações, como telefonia via Internet, é desejável ter um **atraso baixo** e uma **vazão instantânea** acima de algum limiar
 - superior a 24 kbits/s para aplicações de telefonia via Internet e
 - superior a 256 kbits/s para algumas aplicações de vídeo em tempo real.
- ❑ O fator restritivo para vazão na Internet de hoje é, em geral, a rede de acesso.



Vazão nas redes de computadores

- A vazão depende das taxas de transmissão dos enlaces sobre os quais os dados fluem, e também do tráfego na rede.

Exercício - considere uma rodovia que tenha um posto de pedágio a cada 100Km



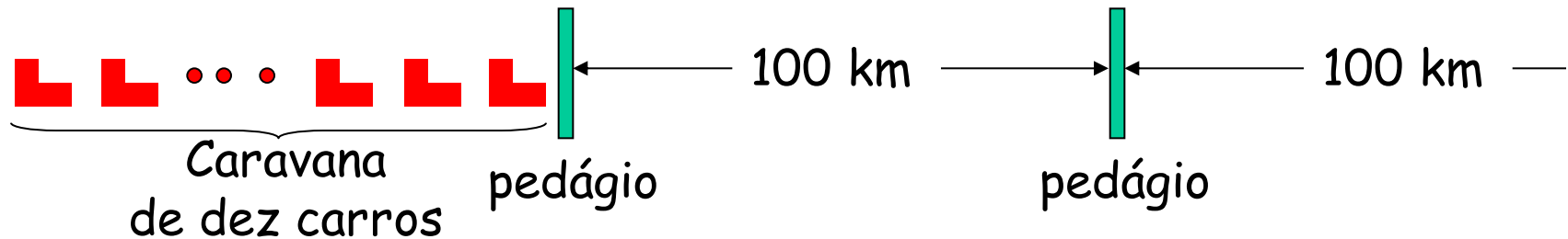
- Os carros se "propagam" a 100 km/h
- O pedágio leva 12 seg para atender um carro (tempo de transmissão)
- carro~bit; caravana ~ pacote
- Trechos da rodovia - enlaces
- Postos de pedágio - roteadores

1) Transmissão - Calcule o tempo para "atravessar" toda a caravana através do pedágio para a estrada ?

2) Propagação - Calcule o tempo para que o último carro se propague do primeiro para o segundo pedágio?

3) Qual o tempo que leva entre o instante em que o comboio é armazenado em frente ao posto de pedágio até o momento em que é armazenado até o seguinte?

Outro exercício



- ❑ Os carros agora se "propagam" a 1000 km/h
- ❑ Os pedágios agora levam em torno de 1 min para atender um carro
- ❑ **Calcule:**
 - ❑ 1) o atraso de trânsito entre os dois pedágios (propagação)
 - ❑ 2) o tempo de liberação do comboio no posto de pedágio (transmissão)