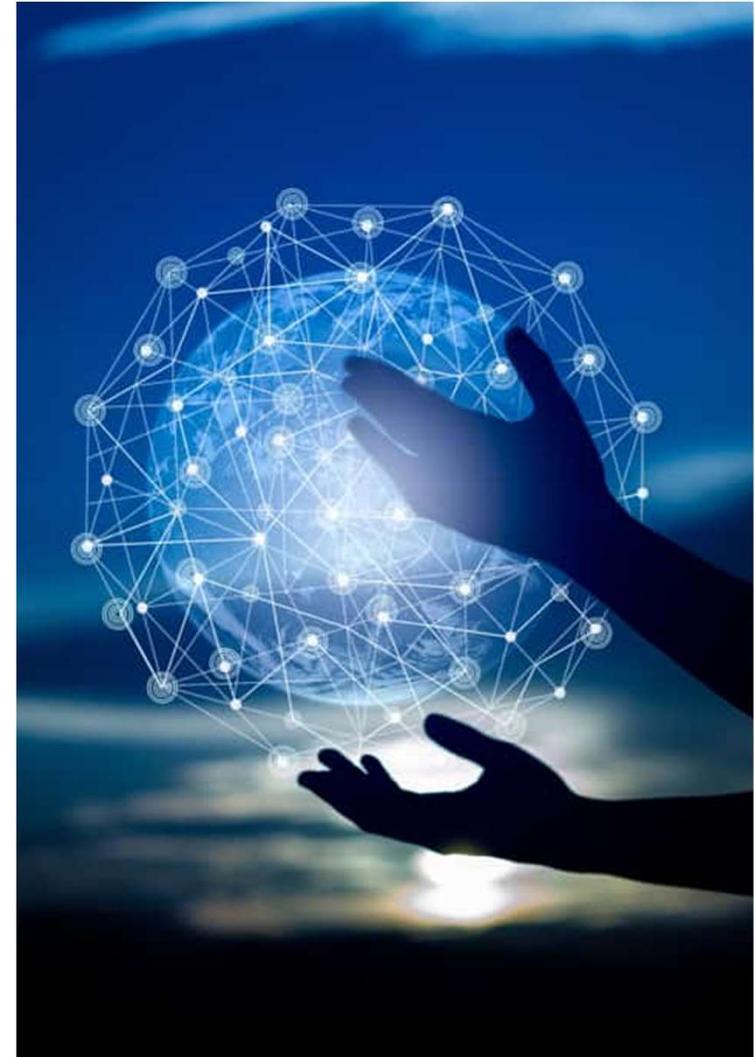


Redes de Computadores

Prof. André Nasserála
andre.nasserála@ufac.br

Atraso, perda e vazão em comutação de pacotes

- A internet ideal seria instantânea e sem perdas, mas a realidade é outra.
- Ao enviar dados pela internet, os pacotes enfrentam diversos obstáculos que causam atrasos.
- Esses atrasos são inevitáveis e impactam diretamente a experiência do usuário em diversas aplicações, como videochamadas e jogos online.

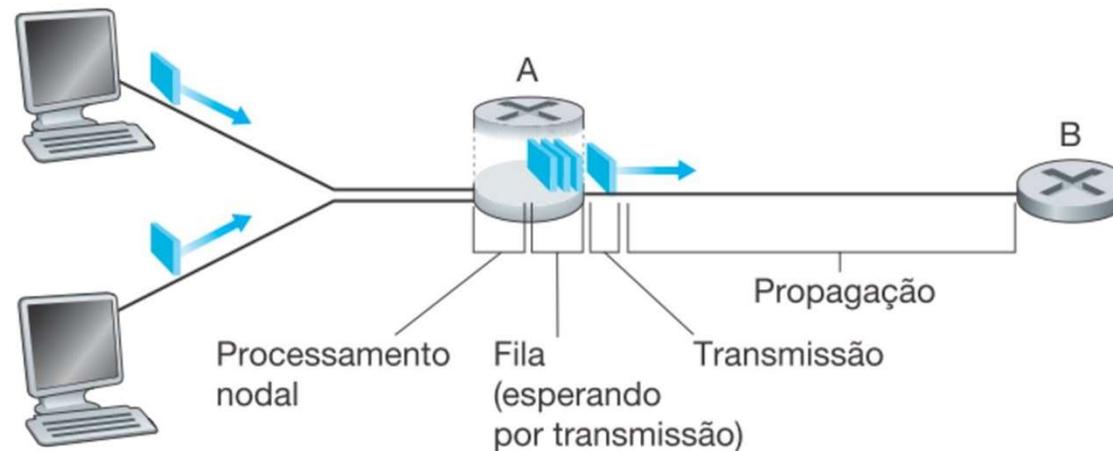


Atraso, perda e vazão em comutação de pacotes

- **Tipos de Atraso:**

- Atraso de Processamento Nodal;
- Atraso de Fila;
- Atraso de Transmissão;
- Atraso de Propagação.

- **A soma desses atrasos em todos os nós que um pacote atravessa determina o atraso total, ou atraso fim-a-fim.**



Atraso, perda e vazão em comutação de pacotes

- Por que os atrasos são importantes?
- Qualidade de Serviço: Atrasos excessivos podem prejudicar a qualidade de serviços que exigem tempo real, como videochamadas e jogos online.
- Desempenho de Aplicações: Atrasos podem tornar as aplicações mais lentas e frustrantes para os usuários.
- Otimização de Redes: A compreensão dos atrasos é fundamental para o design e a otimização de redes de computadores.

Tipos de Atrasos

- **Atraso de Processamento**: É o tempo que um roteador leva para analisar o cabeçalho de um pacote e decidir para onde enviá-lo.
 - É geralmente muito curto, da ordem de microsegundos.
- **Atraso de Fila**: É o tempo que um pacote espera em uma fila antes de ser transmitido, caso o enlace esteja ocupado ou haja outros pacotes à frente.
 - Esse atraso varia de acordo com o tráfego da rede e pode ir de microsegundos a milissegundos.

Tipos de Atrasos

- **Atraso de Transmissão**: É o tempo necessário para transmitir todos os bits de um pacote pelo enlace.
 - Depende do tamanho do pacote e da velocidade do enlace.
 - Também costuma ser da ordem de microsegundos a milissegundos.
- **Atraso de Propagação**: É o tempo que um bit leva para se propagar fisicamente de um ponto a outro na rede.
 - Depende da distância entre os roteadores e da velocidade de propagação do meio físico.
 - Em redes WAN, esse atraso pode ser da ordem de milissegundos.

Tipos de Atrasos

- Exemplo Prático:
- Imagine um pacote viajando de sua casa para um servidor na internet.
- Ele passará por diversos roteadores, em cada um deles sofrendo esses quatro tipos de atraso.
- A soma de todos esses atrasos determinará o tempo total que o pacote levará para chegar ao seu destino.

Tipos de Atrasos

- Fatores que influenciam o atraso:
- Tráfego da rede: Quanto maior o tráfego, maior o tempo de espera em fila.
- Velocidade do enlace: Enlaces mais rápidos reduzem o atraso de transmissão.
- Distância entre os nós: A distância maior aumenta o atraso de propagação.
- Capacidade de processamento dos roteadores: Roteadores mais rápidos reduzem o atraso de processamento.

Tipos de Atrasos

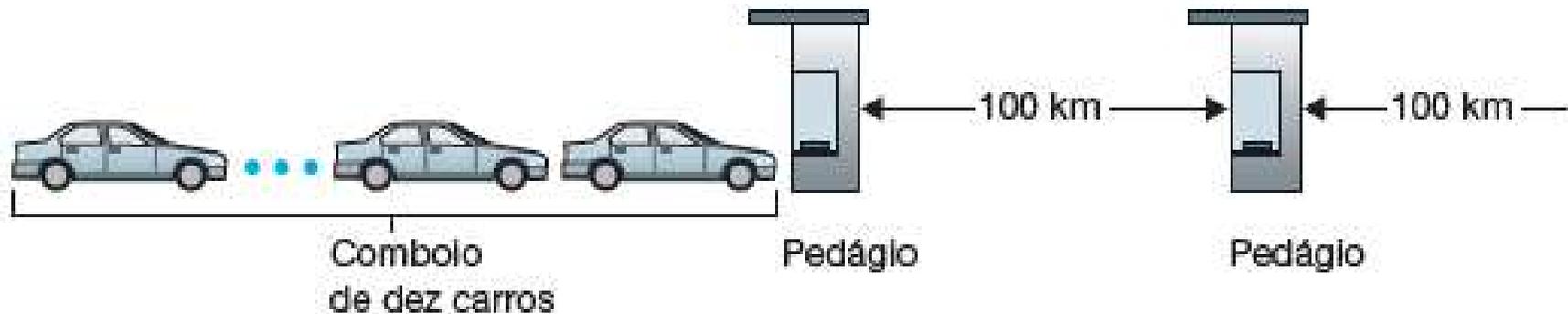
- Importância de entender os atrasos:
- Otimização de redes: Ao compreender os diferentes tipos de atraso, é possível identificar gargalos e otimizar o desempenho da rede.
- Qualidade de serviço: A minimização dos atrasos é crucial para garantir a qualidade de serviços que exigem baixa latência, como videoconferências e jogos online.
- Desenvolvimento de aplicações: Desenvolvedores de aplicações precisam levar em consideração os atrasos da rede para criar aplicações com bom desempenho.

Atrasos de transmissão vs Atrasos de propagação

- Imagine uma rodovia com pedágios como se fosse uma rede, e os carros como pacotes de dados.
- **Atraso de Transmissão**: É o tempo que um carro (ou pacote) leva para passar completamente por um pedágio (ou roteador).
 - Depende do tamanho do carro (tamanho do pacote) e da rapidez com que os carros são liberados pelo pedágio (taxa de transmissão do enlace).
 - É como se o carro precisasse ser "armazenado" no pedágio antes de seguir viagem.
- **Atraso de Propagação**: É o tempo que um carro leva para ir de um pedágio ao outro.
 - Depende da distância entre os pedágios (distância entre os roteadores) e da velocidade dos carros (velocidade de propagação do sinal).

Atrasos de transmissão vs Atrasos de propagação

ANALOGIA DO COMBOIO



Se d_{proc} , d_{fila} , d_{trans} e d_{prop} forem, respectivamente, os atrasos de processamento, de fila, de transmissão e de propagação, então o atraso nodal total é dado por:

$$d_{\text{nodal}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{fila}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}}$$

Atrasos de transmissão vs Atrasos de propagação

- Fatores que influenciam o atraso:
- Tamanho do pacote: Pacotes maiores levam mais tempo para serem transmitidos.
- Taxa de transmissão: Enlaces mais rápidos transmitem pacotes mais rapidamente.
- Distância: Distâncias maiores entre os roteadores resultam em maior atraso de propagação.
- Velocidade de propagação: A velocidade do sinal na mídia física influencia o atraso de propagação.

Atrasos de transmissão vs Atrasos de propagação

- **Outros tipos de atraso:**
- Além do atraso de transmissão e de propagação, existem outros tipos de atraso que um pacote pode experimentar em uma rede:
- **Atraso de Processamento:** Tempo que um roteador leva para analisar o cabeçalho do pacote e decidir para onde enviá-lo.
- **Atraso de Fila:** Tempo que um pacote espera em uma fila dentro de um roteador, aguardando sua vez para ser transmitido.

Atraso de fila e perda de pacote

- Fatores que influenciam o atraso de fila:
- Intensidade de tráfego: Razão entre a taxa de chegada de pacotes e a capacidade do enlace.
- Congestionamento: Situação em que a rede está sobrecarregada e o desempenho se degrada.
- Variabilidade: O atraso de fila pode variar significativamente de um pacote para outro.
- A perda de pacotes devido ao congestionamento da rede pode ter um impacto significativo no desempenho das aplicações.

Atraso de fila e perda de pacote

- Capacidade finita da fila: Limite de armazenamento de pacotes em um roteador.
- Perda de pacotes: Descarte de pacotes devido à falta de espaço na fila.
- Intensidade de tráfego: Relação entre a taxa de chegada de pacotes e a capacidade do enlace.
- Congestionamento: Situação em que a rede está sobrecarregada.
- Retransmissão: Mecanismo utilizado para recuperar pacotes perdidos.

Atraso Fim a Fim

- Para entender esse conceito, suponha que haja $N - 1$ roteadores entre a máquina de origem e a de destino.
- Imagine também que a rede não esteja congestionada (e, portanto, os atrasos de fila sejam desprezíveis), que o atraso de processamento em cada roteador e na máquina de origem seja d_{proc} , que a taxa de transmissão de saída de cada roteador e da máquina de origem seja $R \text{ bits/s}$ e que atraso de propagação em cada enlace seja d_{prop} .
- Os atrasos nodais se acumulam e resultam em um atraso fim a fim:
-
- $d_{fim\ a\ fim} = N (d_{proc} + d_{trans} + d_{prop})$
- Em que, mais uma vez, $d_{trans} = L/R$ e L é o tamanho do pacote.

Vazão em Redes de Computadores

- A vazão em uma rede de computadores se refere à quantidade de dados que podem ser transmitidos em um determinado período de tempo.
- É como medir a "velocidade" com que informações trafegam pela rede.
- Imagine a transferência de um arquivo grande, como um vídeo, de um computador para outro.
- A vazão instantânea nesse caso seria a velocidade com que o computador receptor está recebendo os dados naquele exato momento.
- Já a vazão média seria a **velocidade média durante toda a transferência**, considerando o tamanho total do arquivo e o tempo que levou para ser transferido.

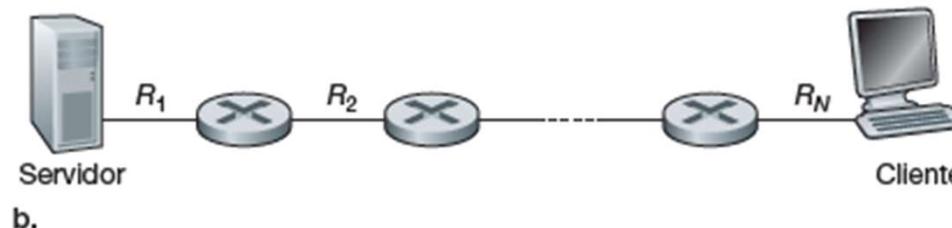
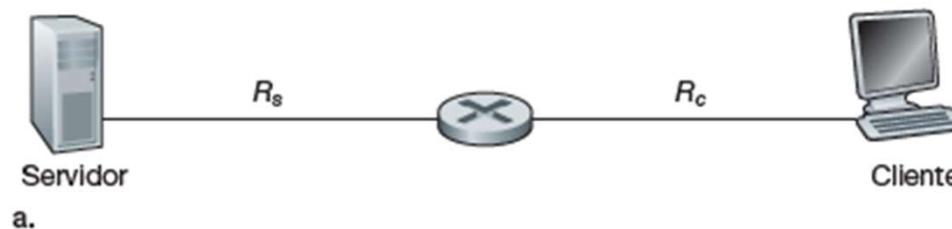
Vazão em Redes de Computadores

- Vazão instantânea: Velocidade de transferência de dados em um determinado momento.
- Vazão média: Velocidade média durante toda a transferência de um arquivo.
- A vazão é medida em bits por segundo (bps) e é um indicador importante do desempenho de uma rede.
- Uma alta vazão significa que a rede é capaz de transmitir grandes volumes de dados rapidamente, o que é essencial para aplicações como streaming de vídeo, jogos online e videoconferências.

Vazão em Redes de Computadores

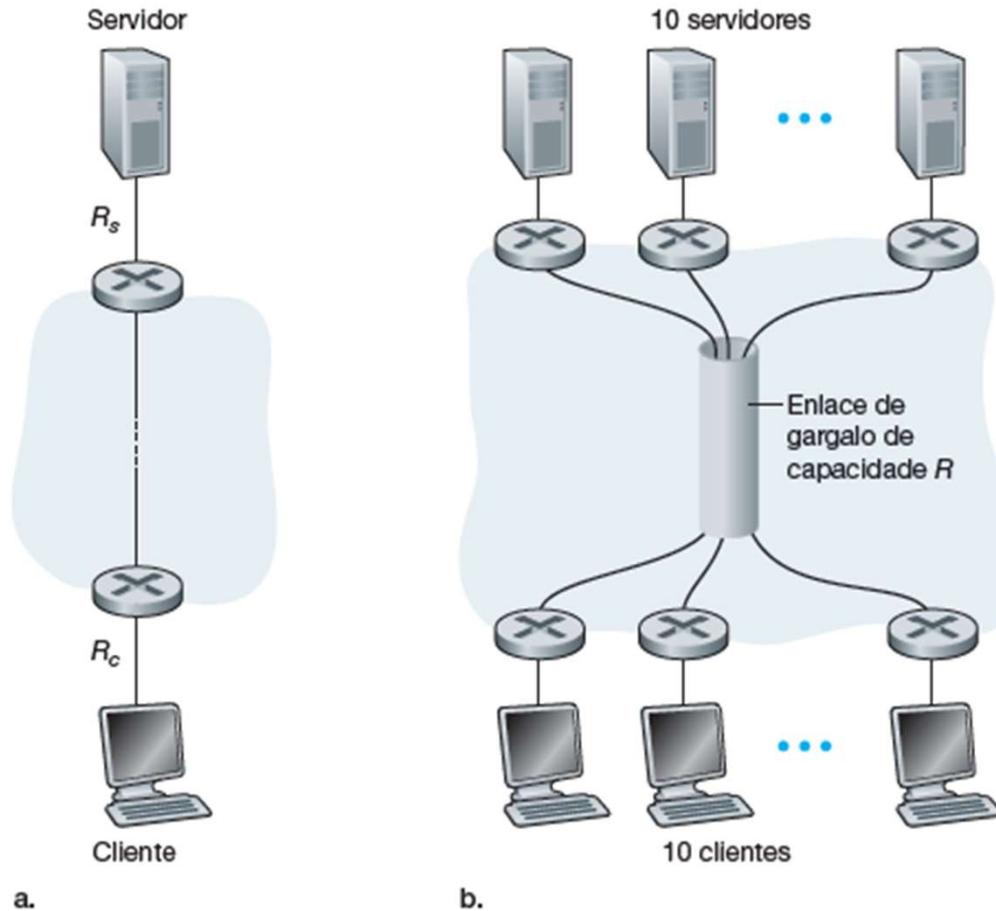
- A Figura mostra uma rede com N enlaces entre o servidor e o cliente, com as taxas de transmissão R_1, R_2, \dots, R_N .
- Aplicando a mesma análise da rede de dois enlaces, descobrimos que a vazão para uma transferência de arquivo do servidor ao cliente é $\min\{R_1, R_2, \dots, R_N\}$, a qual é novamente a taxa de transmissão do enlace de gargalo ao longo do caminho entre o servidor e o cliente.

VAZÃO PARA UMA TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVO DO SERVIDOR AO CLIENTE



Vazão em Redes de Computadores

VAZÃO FIM A FIM: (A) O CLIENTE BAIXA UM ARQUIVO DO SERVIDOR; (B) 10 CLIENTES FAZEM O DOWNLOAD COM 10 SERVIDORES



Bibliografia

- **Bibliografia Básica**

- - KUROSE, James F.; ROSS, Keith W. Redes de computadores e a Internet: uma abordagem top-down. 6a.ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2016.
- - TANENBAUM, Andrew S. Redes de Computadores. Rio de Janeiro: Campus, 6ª ed, 2021.
- - COMER, Douglas E. Redes de Computadores e Internet. 4. ed. Bookman, 2007.

- **Bibliografia Complementar**

- - STALLINGS, W. Redes e Sistemas de Comunicação de Dados, Rio de Janeiro: Elsevier. 5.Edicao, 2005.
- - TORRES, Gabriel. Redes de computadores. Rio de Janeiro: Nova Terra, 2010.