

# Redes de Computadores I

Prof Felipe Cunha

[felipe@uit.br](mailto:felipe@uit.br)

**CAMADA FÍSICA**

# Camada Física

- Meios de transmissão
- Largura de banda e taxa de dados
- Unidades métricas
- Atrasos em redes de comutação de pacotes

# Meios de Transmissão

- Objetivo da camada física:
  - Transportar uma sequência de bits de uma máquina para outra
- Problema a ser resolvido:
  - Codificação de bits

# Meios de Transmissão

- O tipo de meio físico a ser usado depende, dentre outros fatores de:
  - Largura de banda (*bandwidth*)
  - Atraso (*delay*) ou latência (*latency*) ou retardo
  - Custo
  - Facilidade de instalação e manutenção

# Meios de Transmissão

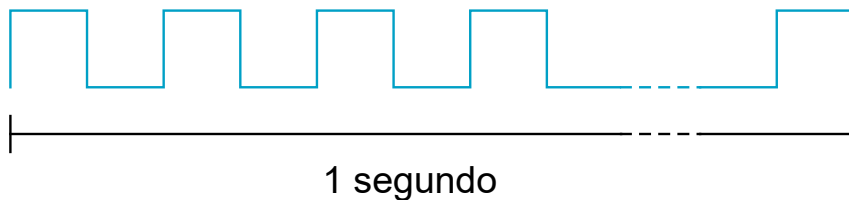
- Os meios podem ser agrupados em:
  - Guiados: as ondas são guiadas através de um caminho físico (par trançado, cabo coaxial ou fibra óptica)
  - Não-guiados: as ondas se propagam sem haver um caminho físico (ondas de rádio, microondas ou infravermelho)

# Largura de Banda

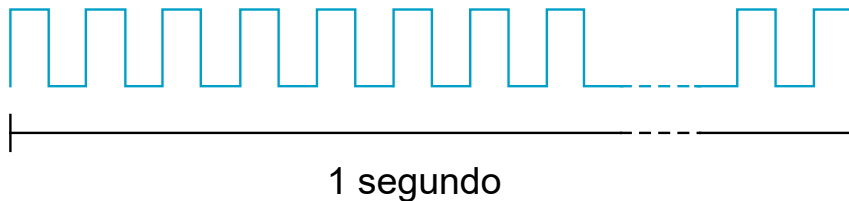
- A faixa de frequências transmitidas sem serem fortemente atenuadas denomina-se largura de banda
- A largura de banda é uma propriedade física do meio de transmissão e, em geral, depende da construção, da espessura e do comprimento do meio
- Limitando-se a largura de banda, limita-se a taxa de dados

# Taxa de Dados

- Número de bits que podem ser transmitidos por uma rede em um período de tempo



1 Mbps: 1 milhão de bits por segundo ( $1\mu\text{s}$  para transmitir cada bit)



2 Mbps: 2 milhões de bits por segundo ( $0.5\mu\text{s}$  para transmitir cada bit)



# Exercícios

12. Queremos enviar uma sequência de imagens de tela de computador por fibra óptica. A tela tem 480x640 pixels e cada pixel tem 24 bits. Há 60 imagens de tela por segundo. Qual é a taxa de dados necessária?
13. Quanto tempo leva para transmitir uma mensagem de 32 KB por um canal de 10 Mbps?

# MB, Mbps, KB, Kbps

- **b** significa bits e **B** bytes
- Mega significa  $2^{20}$  ou  $10^6$  ?
- Kilo significa  $2^{10}$  ou  $10^3$  ?
- Largura de banda
  - Está relacionada com velocidade de clock (Hz)
  - Mbps significa  $10^6$  bits por segundo
- Mensagem a ser transmitida
  - Mensagens são armazenadas na memória e estas são medidas em potências de 2
  - MB significa  $2^{20}$  bytes

# Unidades Métricas

Exp.	Explicit	Prefix	Exp.	Explicit	Prefix
$10^{-3}$	0.001	milli	$10^3$	1,000	Kilo
$10^{-6}$	0.000001	micro	$10^6$	1,000,000	Mega
$10^{-9}$	0.000000001	nano	$10^9$	1,000,000,000	Giga
$10^{-12}$	0.000000000001	pico	$10^{12}$	1,000,000,000,000	Tera
$10^{-15}$	0.000000000000001	femto	$10^{15}$	1,000,000,000,000,000	Peta
$10^{-18}$	0.000000000000000001	atto	$10^{18}$	1,000,000,000,000,000,000	Exa
$10^{-21}$	0.000000000000000000001	zepto	$10^{21}$	1,000,000,000,000,000,000,000	Zetta
$10^{-24}$	0.000000000000000000000001	yocto	$10^{24}$	1,000,000,000,000,000,000,000,000	Yotta

## Exercício

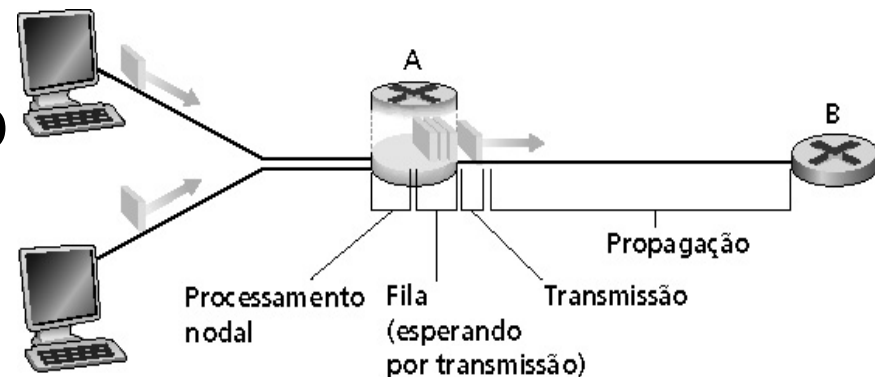
14. Imagine que você tenha treinado Bernie, seu cachorro São Bernardo, para carregar uma caixa de três fitas de 8 mm, em vez de um cantil de conhaque. Cada uma dessas fitas contém 7 GB. O cachorro pode viajar a seu lado, onde quer que você esteja, a 18 km/h. Para que intervalo de distância Bernie terá uma taxa de dados mais alta que uma linha de transmissão cuja taxa de dados é de 150 Mbps?

# Atrasos em Redes de Comutação de Pacotes

- Um pacote começa no sistema final (origem), passa por uma série de roteadores e termina sua jornada em outro sistema final (destino)
- Quando o pacote chega a um roteador, vindo do nó anterior, o roteador examina o cabeçalho do pacote para determinar o enlace de saída apropriado e, em seguida, o direciona ao enlace

# Atrasos em Redes de Comutação de Pacotes

- Quando um pacote viaja de um nó ao nó subsequente (sistema final ou roteador), ele sofre ao longo do caminho diferentes tipos de atrasos:
  - Atraso de processamento
  - Atraso de fila
  - Atraso de transmissão
  - Atraso de propagação



# Atrasos em Redes de Comutação de Pacotes

- **Atraso de processamento:** tempo requerido para examinar o cabeçalho do pacote e determinar para qual fila direcioná-lo
- **Atraso de fila:** o pacote sofre um atraso de fila enquanto espera para ser transferido no enlace

# Atrasos em Redes de Comutação de Pacotes

- **Atraso de transmissão:** um pacote é transmitido assim que todos os pacotes que chegaram antes tenham sido transmitidos (depende da velocidade de transmissão do enlace e do tamanho do pacote)
- **Atraso de propagação:** assim que um bit é lançado no enlace, ele precisa se propagar até o próximo roteador, o bit se propaga à velocidade de propagação do enlace (depende da velocidade de propagação e do tamanho do enlace)



# Exercício

15. Considere dois computadores, A e B, conectados por um único enlace de taxa  $R$  bps. Suponha que esses computadores estejam separados por  $m$  metros e que a velocidade de propagação ao longo do enlace seja de  $s$  metros/segundo. O Computador A tem de enviar um pacote de  $L$  bits ao computador B.

- a) Expresse o atraso de propagação,  $d_{prop}$ .
- b) Determine o tempo de transmissão do pacote,  $d_{trans}$ .
- c) Ignorando os atrasos de processamento e de fila, obtenha uma expressão para o atraso fim-a-fim.

## Exercício (cont.)

- d) Suponha que o computador A comece a transmitir o pacote no instante  $t=0$ . No instante  $t = d_{trans}$ , onde estará o último bit do pacote?
- e) Suponha que  $d_{prop}$  seja maior do que  $d_{trans}$ . Onde estará o primeiro bit do pacote no instante  $t = d_{trans}$ ?
- f) Suponha que  $d_{prop}$  seja menor do que  $d_{trans}$ . Onde estará o primeiro bit do pacote no instante  $t = d_{trans}$ ?
- g) Suponha que  $s=2,5 \times 10^8 \text{m/s}$ ,  $L = 100$  bits e  $R = 28$  Kbps. Para qual distância  $d_{prop}$  é igual a  $d_{trans}$ ?