



# **Redes de Computadores**

## **Comutação de Circuitos e Comutação de Pacotes**

***Prof. Me. Ricardo Girnis Tombi***

# ■ Comutação de Circuitos & Pacotes

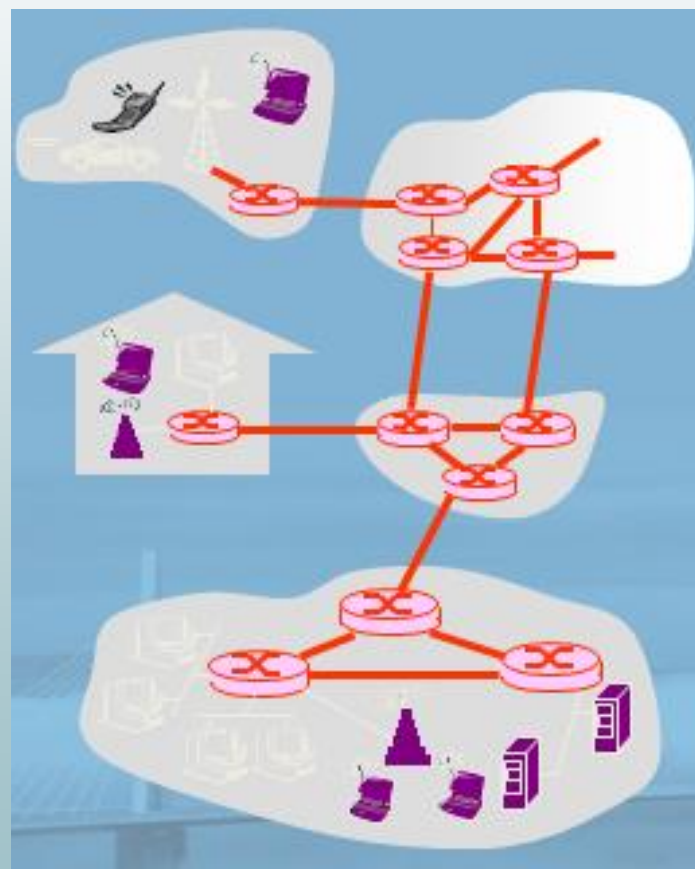
- ✓ Núcleo da rede

- ✓ Malha de roteadores interconectados

**Questão fundamental:** como os dados são transferidos pela rede?

**Comutação de circuitos:** circuito dedicado por transferência

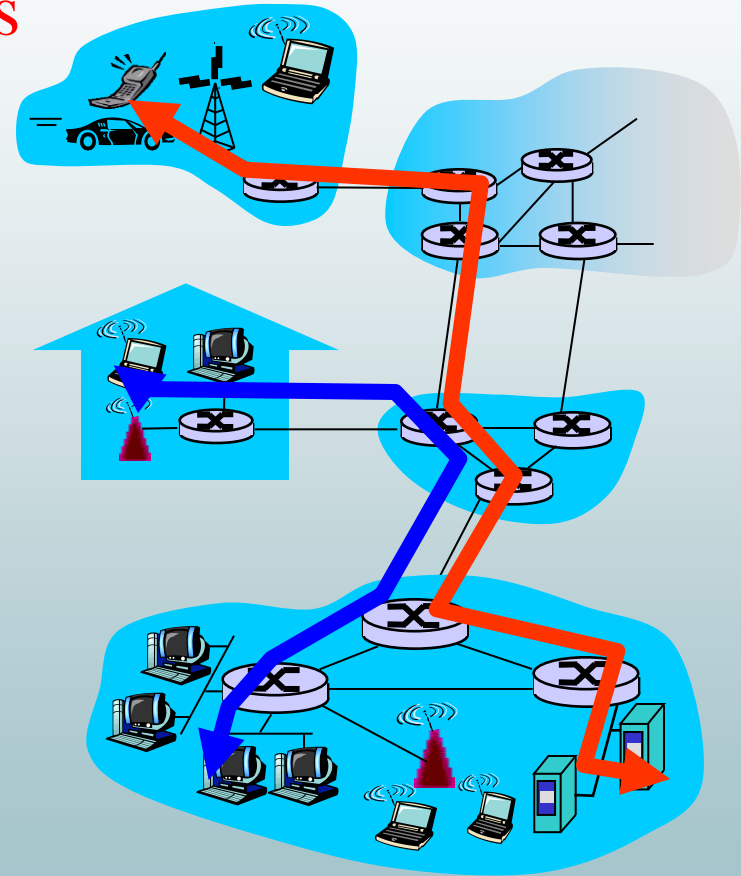
**Comutação de pacotes:** dados enviados pela rede em “pedaços” discretos



# ■ Comutação de Circuitos

Recursos fim a fim reservados  
para a transferência

- Largura de banda do enlace, capacidade de comutação
- Recursos dedicados: sem compartilhamento
- Desempenho tipo circuito (garantido)
- Exige preparação de chamada



# ■ Comutação de Circuitos

Os recursos de rede (ex. largura de banda) são **divididos em “pedaços”**

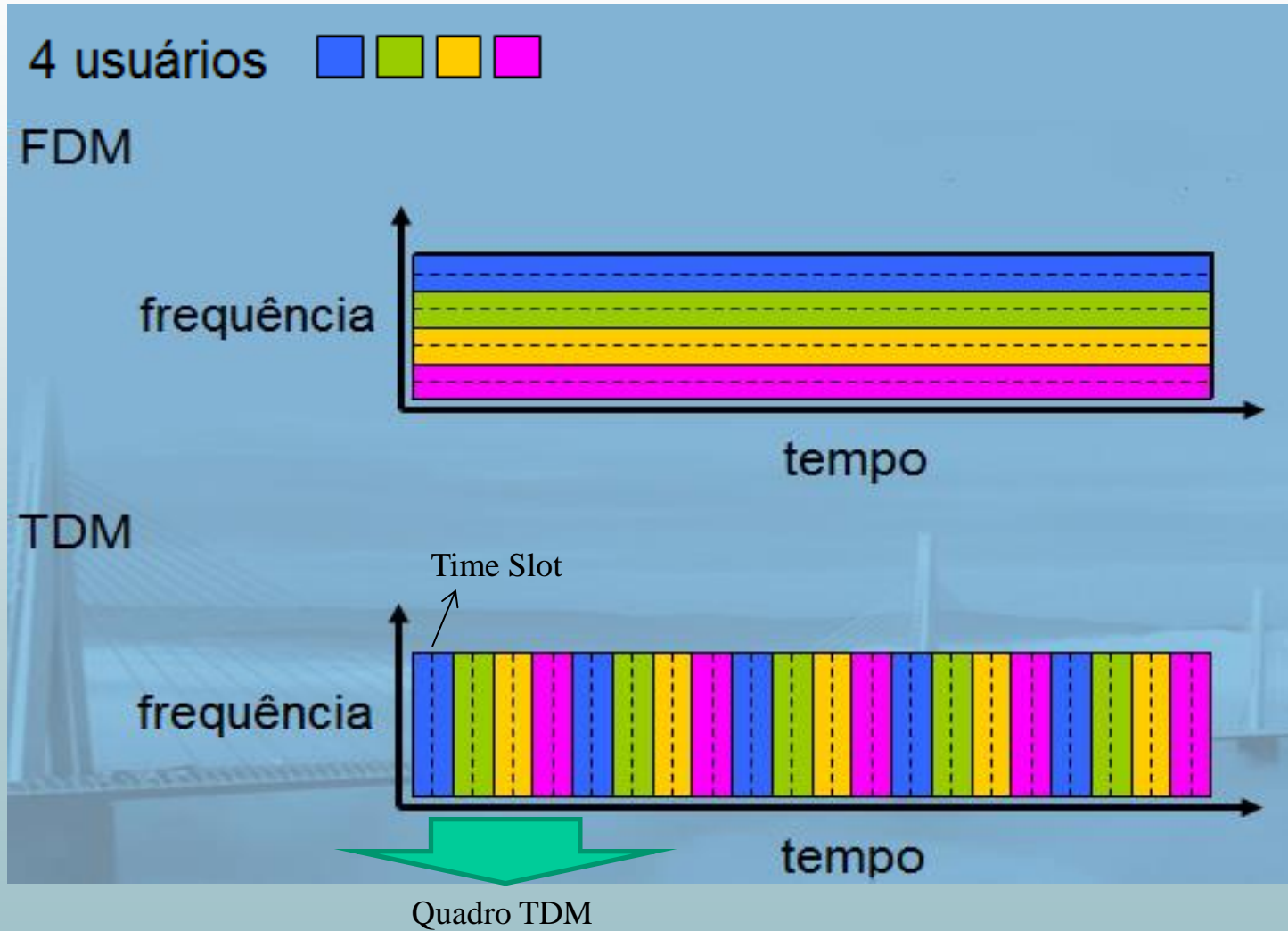
- Cada pedaço é alocado a uma transferência
- Um pedaço de recurso fica *ocioso* se não usado por alguma transferência em particular (*sem compartilhamento*)

## □ Como ? ?

Dividindo largura de banda do enlace em “pedaços”

- ❖ divisão de frequência
- ❖ divisão de tempo

# ■ TDM & FDM



# ■ Comutação de Circuitos

## Estudo de Caso:

- Quanto tempo leva para enviar um arquivo de 640.000 bits do hospedeiro A para o hospedeiro B em uma rede de comutação de circuitos?

### Hipóteses:

- Todos os enlaces são de 1536 Mbps
- Cada enlace usa TDM com 24 slots/seg
- Tempo de 500 ms para estabelecer o circuito fim a fim

# ■ Comutação de Pacotes

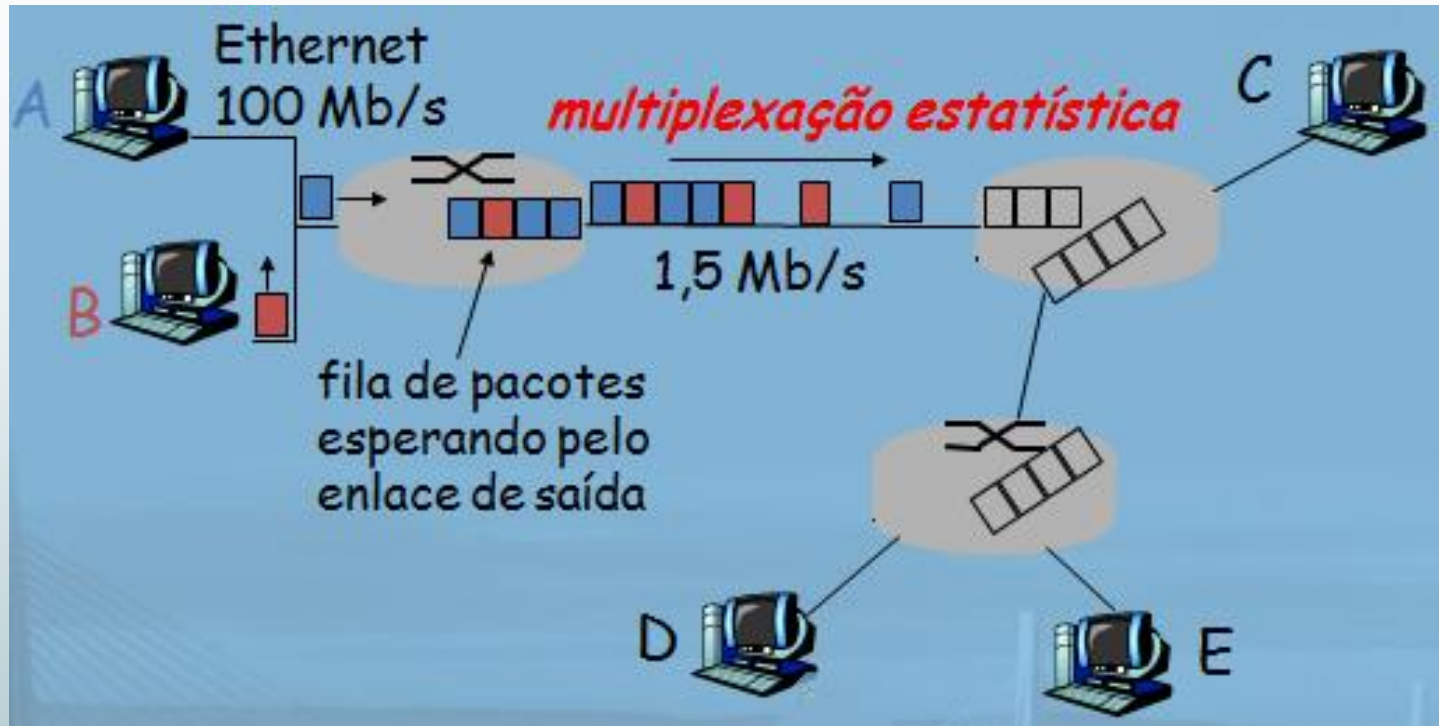
Cada fluxo de dados fim a fim é dividido em *pacotes*.

- Dois ou mais usuários *compartilham* recursos da rede
- Cada pacote usa largura de banda total do enlace
- Os recursos são utilizados *quando necessários*

Fato novo: disputa por recursos:

- Demanda de recurso agregado pode exceder quantidade disponível
- Congestionamento: fila de pacotes, espera por uso do enlace
- *Store and forward*: pacotes se movem um salto de cada vez
  - ❖ Nó recebe pacote completo antes de encaminhar

# ■ Comutação de Pacotes

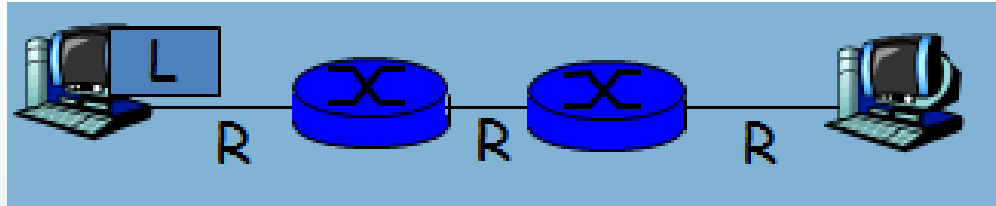


Sequência de pacotes A & B não tem padrão fixo, largura de banda compartilhada por demanda → *multiplexação estatística*.

TDM: cada hospedeiro recebe mesmo slot girando quadro TDM.



# ■ Comutação de Pacotes



- Leva  $L/R$  segundos para transmitir (*push out*) pacote de  $L$  bits para enlace em  $R$  bps
- *Store-and-forward*: pacote inteiro deve chegar ao roteador antes que possa ser transmitido no próximo enlace

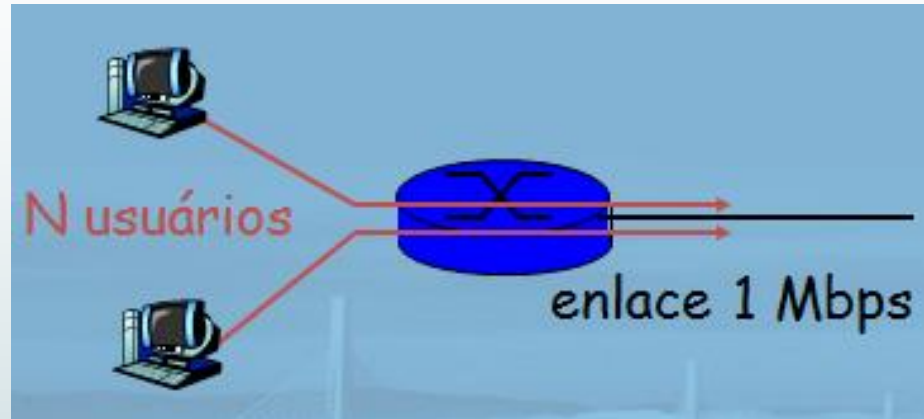
Qual o atraso total de transmissão ?

\*\* Suponha todos outros atrasos zerados.

Exemplo:

- $L = 7,5$  Mbits
- $R = 1,5$  Mbps
- Atraso de transmissão = 15 s

# ▪ Comutação de Pacotes x Circuitos



Cenário:

- Enlace de 1 Mb/s
  - Cada usuário:
    - 100 Kb/s quando “ativo”
    - ativo 10% do tempo
- *Comutação de circuitos:*
    - 10 usuários
  - *Comutação de pacotes:*
    - com 35 usuários, probabilidade  $> 10$  ativos ao mesmo tempo é menor que 0,0004

Qual a conclusão ??

# ■ Comutação de Pacotes x Circuitos

- Pacotes: ótima para dados em rajadas
  - compartilhamento de recursos
  - mais simples, sem configuração de chamada
- **Congestionamento excessivo:** atraso e perda de pacotes
  - protocolos necessários para transferência de dados confiável, controle de congestionamento
- **Como fornecer comportamento tipo circuito?**
  - Largura de banda garante necessário para aplicações de áudio/vídeo
  - Entretanto, ainda um problema não resolvido plenamente.

# ■ Comutação de Pacotes x Circuitos

- Estudo de Caso:

Um arquivo de 2Mbytes deve ser transmitido através de uma rede de dados. Considere duas possibilidades de redes para esta transmissão, uma comutada por circuitos e outra comutada por pacotes, com as características a seguir.

a) Rede comutada por circuitos:

- Enlace de saída de 1Mbps dividido em 10 time-slots
- O enlace de 1Mbps é compartilhado por 10 usuários
- Somente o usuário que está enviando o arquivo está utilizando a rede, ou seja, não há nenhum outro usuário utilizando a rede.

- b) Rede comutada por pacotes:

- Mesmas condições de capacidade do enlace e qtde de usuários de a)
- Pede-se o tempo de transmissão do arquivo para cada rede acima a) e b).

Obs. Desconsiderar qualquer outro tempo de atraso (propagação, fila, etc)

# PERGUNTAS ?

