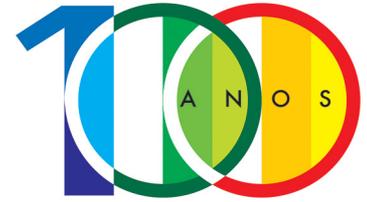


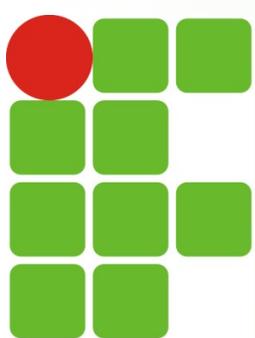
**INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
RIO GRANDE DO NORTE



**REDE FEDERAL  
DE EDUCAÇÃO  
PROFISSIONAL  
E TECNOLÓGICA**  
1909-2009

# Arquitetura de Redes TCP/IP

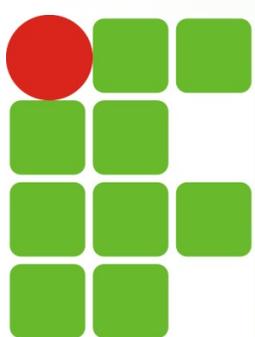
## Camada de Transporte



# Protocolo TCP

## ■ Fundamentos

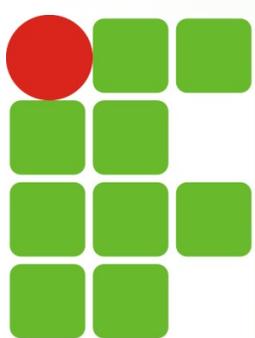
- Define a unidade de dados do serviço de circuito virtual, denominada seguimento TCP
  - Especifica o formato e a função dos campos
- Multiplexa mensagens geradas pelos processos no serviço da camada de rede
  - Encapsula segmentos em datagramas IP
- Demultiplexa segmentos para os respectivos processos destino
  - Extrai mensagens dos segmentos



# Protocolo TCP

## ■ Fundamentos

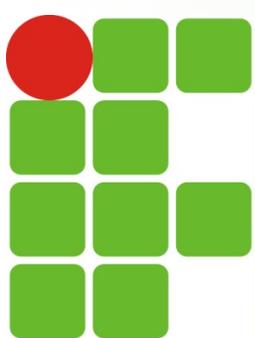
- Adota uma abordagem baseada em fluxo de dados (*data stream*)
  - Trata o fluxo de dados como uma cadeia contínua de bytes
  - Decide como agrupar bytes em segmentos
- Adota uma abordagem orientada à conexão *full-duplex*
  - Estabelecimento da conexão
  - Transferência de dados
  - Fechamento da conexão



# Protocolo TCP

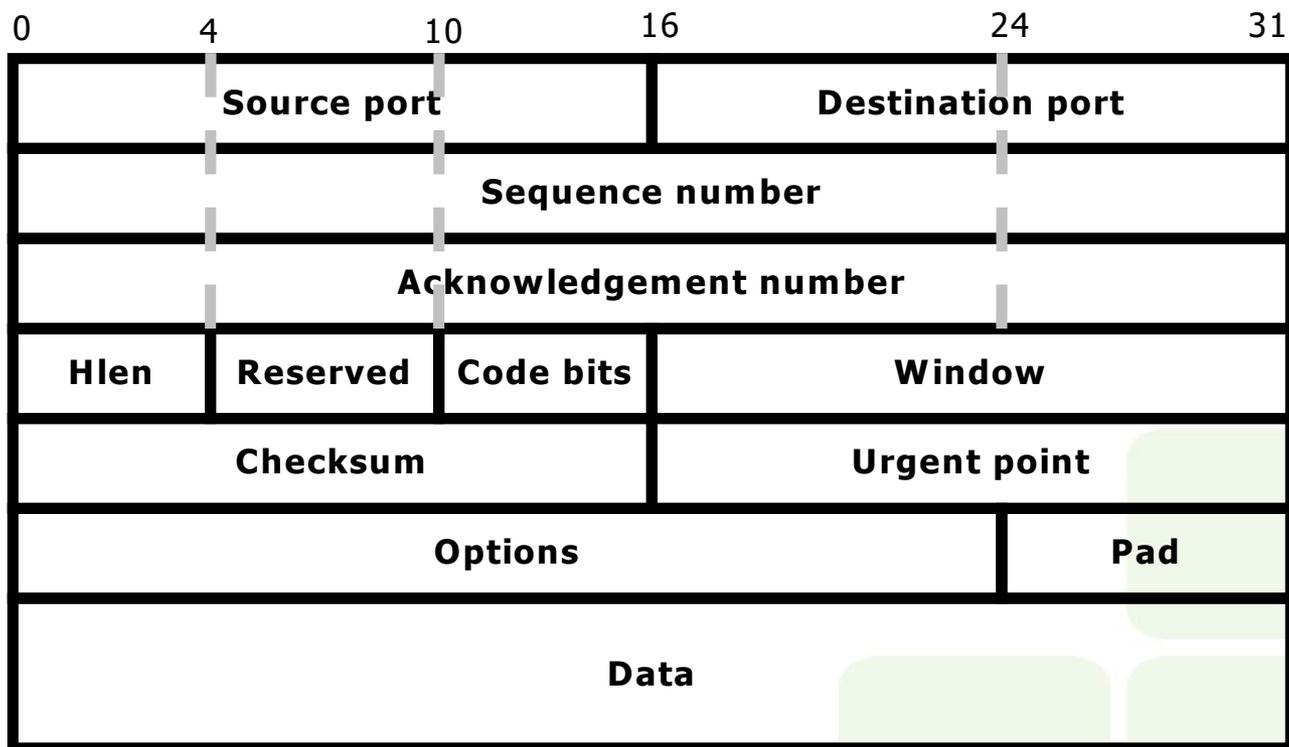
## ■ Fundamentos

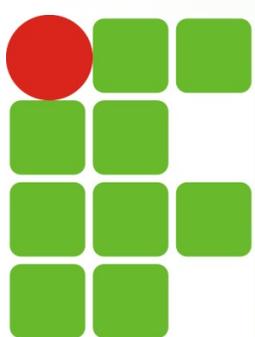
- Define mecanismos integrados de controle de erro e seqüência
  - Asseguram a entrega do fluxo de dados na seqüência correta e sem erros
- Define mecanismo de controle de fluxo
  - Regula e compatibiliza a taxa de transmissão das unidades envolvidas
  - Evita descarte de segmentos por falta de recursos da estação destino



# Protocolo TCP

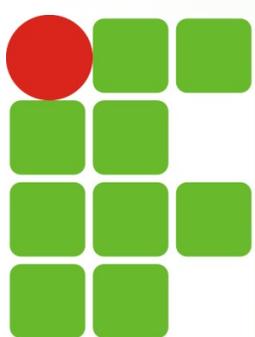
## ■ Formato do segmento TCP





# Protocolo TCP

- Campos do segmento
  - Hlen
    - Tamanho do cabeçalho em unidades de 4 bytes
  - Reserved
    - Reservado para uso futuro (Não utilizado)
  - Checksum
    - Assegura a integridade do segmento
    - Considera um pseudocabeçalho e pode incluir um pad (0)



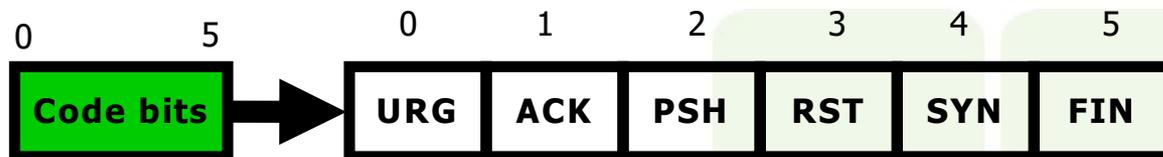
# Protocolo TCP

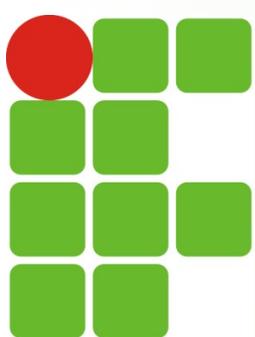
- Campos do segmento

- Code bits

- Indica propósito e conteúdo do segmento

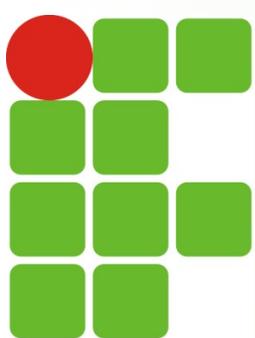
- URG: Dados urgentes
      - ACK: reconhecimento
      - PSH: mecanismo de push
      - RST: abordo de conexão (reset)
      - SYN: Abertura de conexão
      - FIN: fechamento de conexão





# Protocolo TCP

- Campos do segmento
  - Options
    - Lista variável de informações opcionais
      - MSS – Maximum Segment Size
    - Torna o tamanho do cabeçalho variável
  - Padding
    - Bits 0 que tornam o segmento múltiplo de 32 bits
  - Data
    - Dados do segmento



# Protocolo TCP

## ■ Portas

### ■ *Source port*

- Porta associada ao processo de origem

### ■ *Destination port*

- Porta associada ao processo de destino

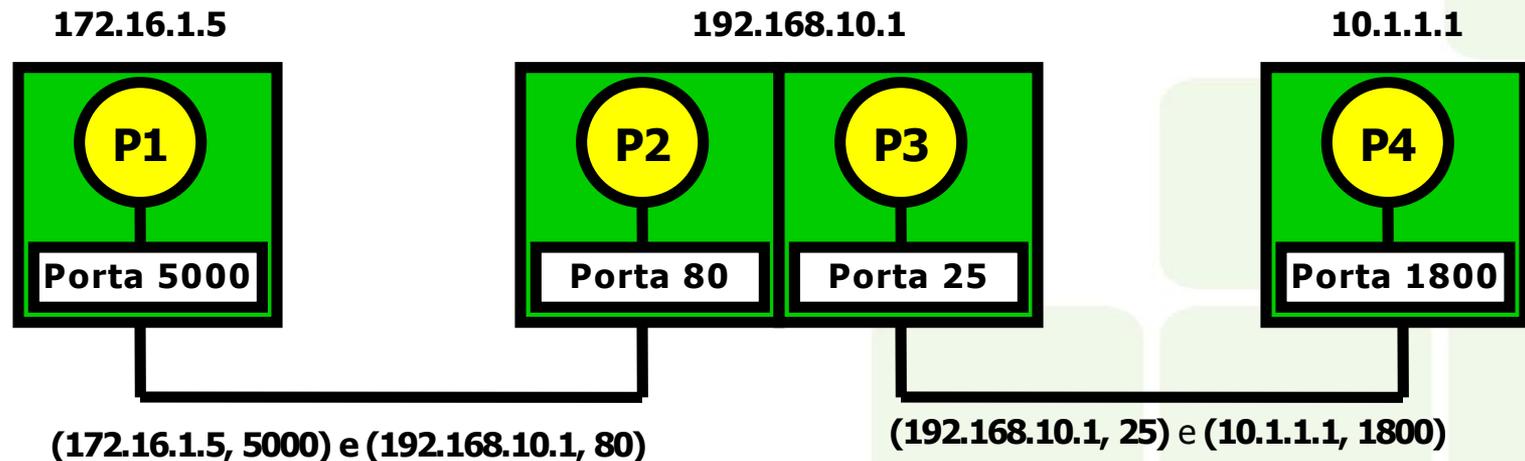
### ■ *Endpoint*

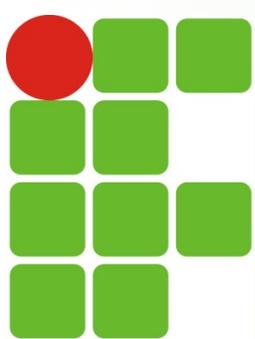
- Definido pelo par (Endereço IP, porta)
- Identifica de forma única cada porta ou ponto de comunicação na inter-rede
- Também conhecido como Socket

# Protocolo TCP

## ■ Conexão

- Cada conexão é identificada por um par de endpoints
- Também conhecida como *Socket pair*
- Várias conexões por estação

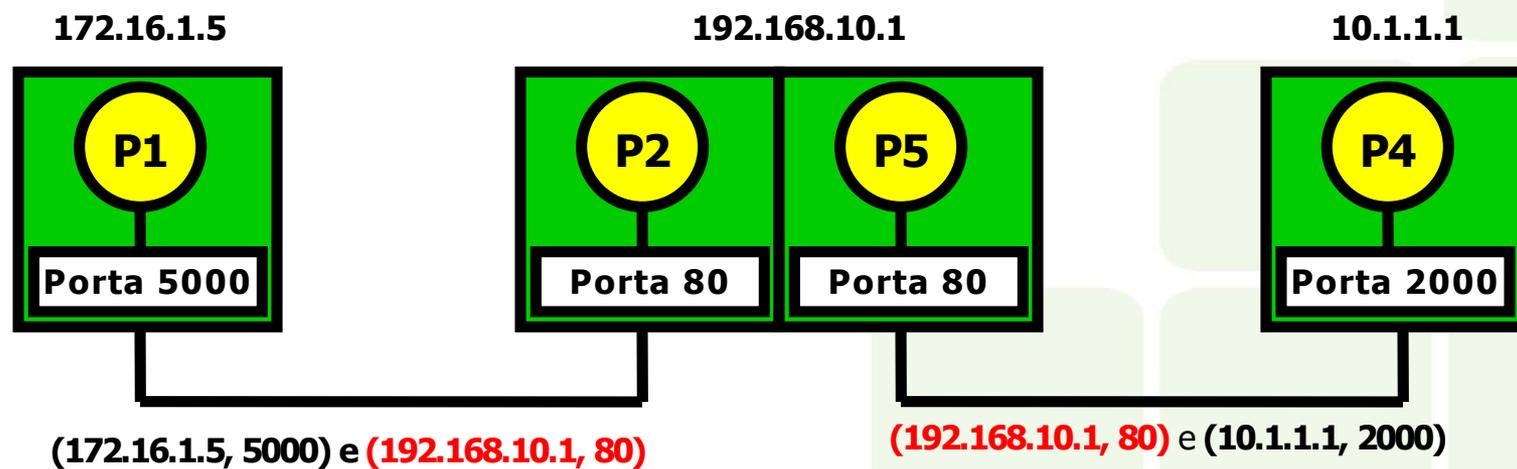


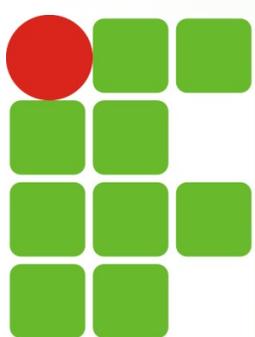


# Protocolo TCP

## ■ Conexão

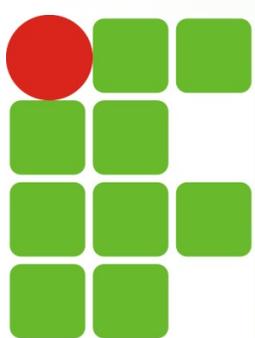
- Cada *endpoint* local **pode** participar de diversas conexões com *endpoints* remotos
- O Sistema Operacional deve garantir que o par de *endpoint* da conexão é único





# Protocolo TCP

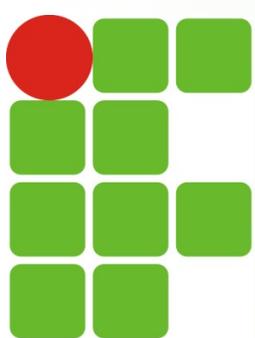
- Demultiplexação de mensagens
  - Segmentos recebidos são associados às **conexões**, não apenas as portas
  - Avalia o par de *endpoints* da conexão
    - Portas origem e destino são obtidas do segmento recebido
    - Endereço IP origem e destino são obtidos do datagrama IP
  - Cada conexão possui um *buffer* de transmissão e um *Buffer* de recepção em cada extremidade



# Protocolo TCP

- Controle de seqüência
  - Fluxo de dados é tratado como uma seqüência de bytes
    - Cada byte possui um número de seqüência
    - Numeração nem sempre começa em 0 (zero)
    - Negociado no estabelecimento da conexão
  - Campo *Sequence number*
    - Indica o número de seqüência do primeiro byte de dados contido no seguimento





# Protocolo TCP

## ■ Controle de seqüência

### Números de seqüência:

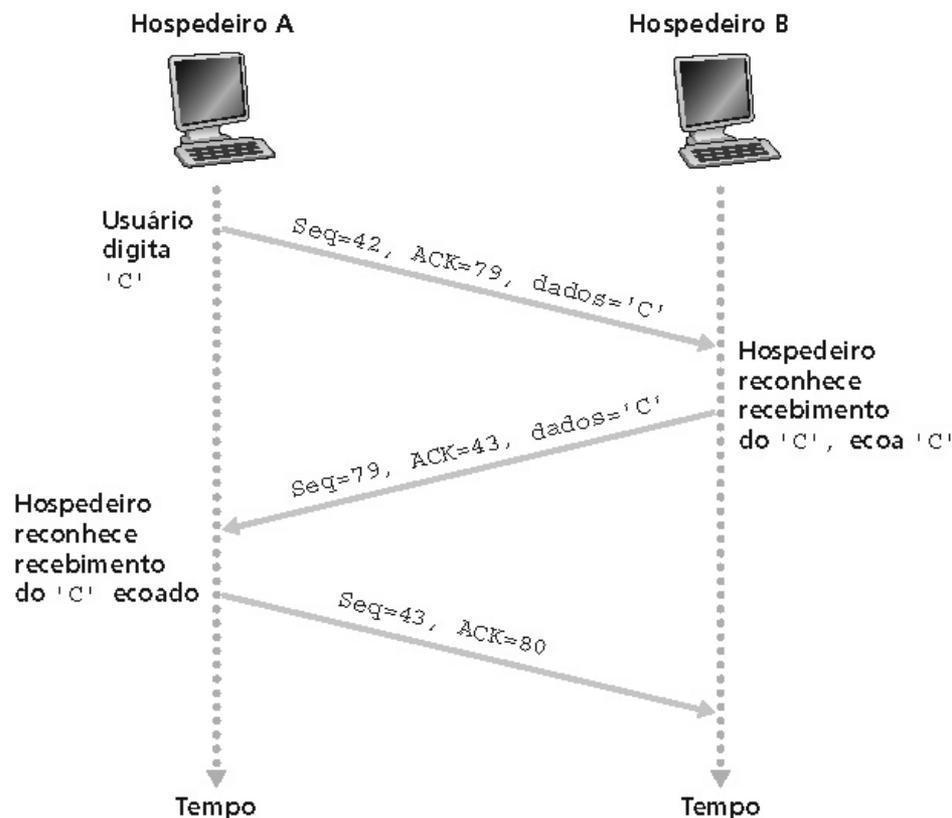
- Número do primeiro byte nos segmentos de dados

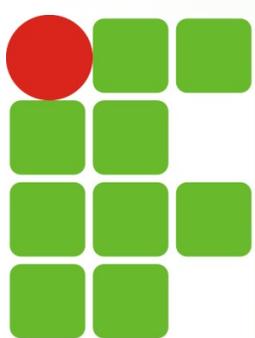
### ACKs:

- Número do próximo byte esperado do outro lado
- ACK cumulativo

### P.: Como o receptor trata segmentos fora de ordem?

- A especificação do TCP não define, fica a critério do implementador





# Protocolo TCP

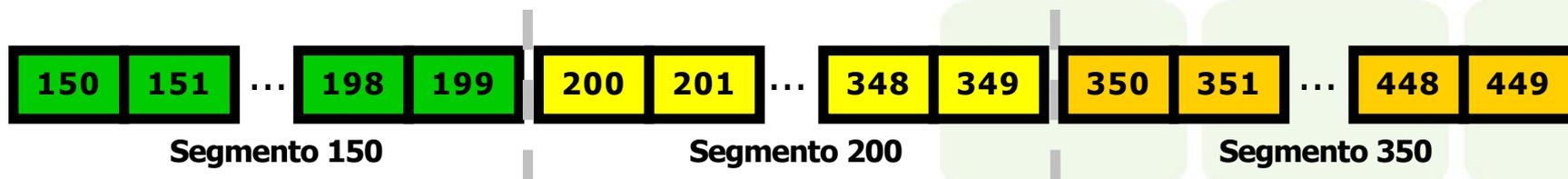
## ■ Controle de erros

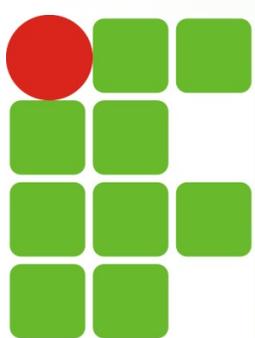
### ■ Reconhecimento positivo

- Destino retorna uma mensagem indicando o correto recebimento do segmento
- Reconhecimento pode pegar carona no segmento de dados do fluxo inverso

### ■ Reconhecimento cumulativo

- Diversos segmentos consecutivos podem ser reconhecidos em uma única mensagem



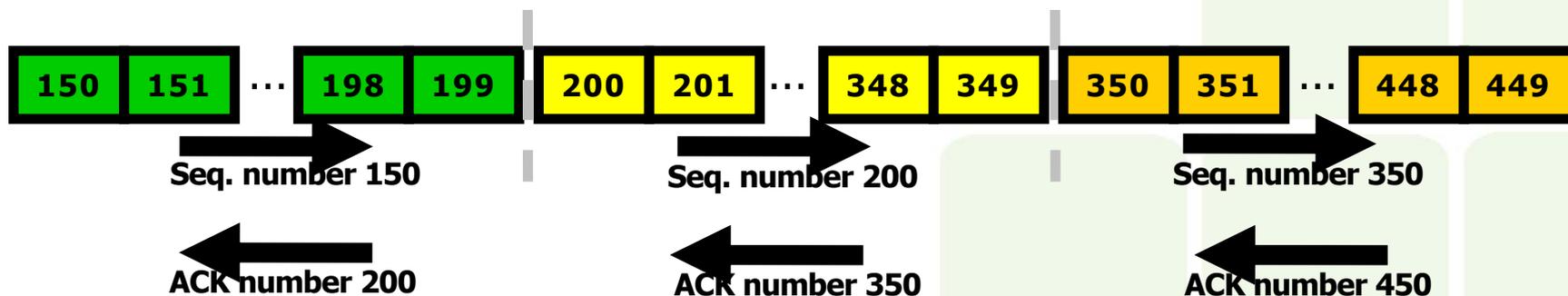


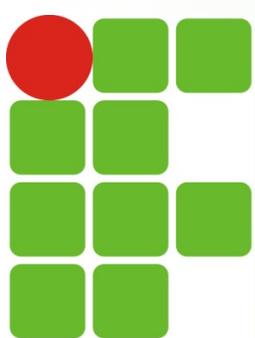
# Protocolo TCP

## ■ Controle de erros

### ■ *Acknowledgment number*

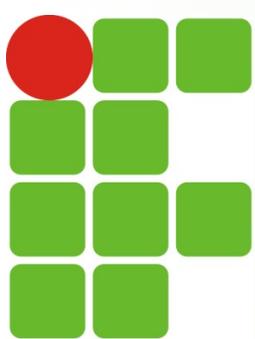
- Indica o número de sequência do próximo byte que espera receber
- Indica o correto recebimento dos bytes com número de seqüência anterior
- Bit ACK do **Code Bits** deve ser ativado





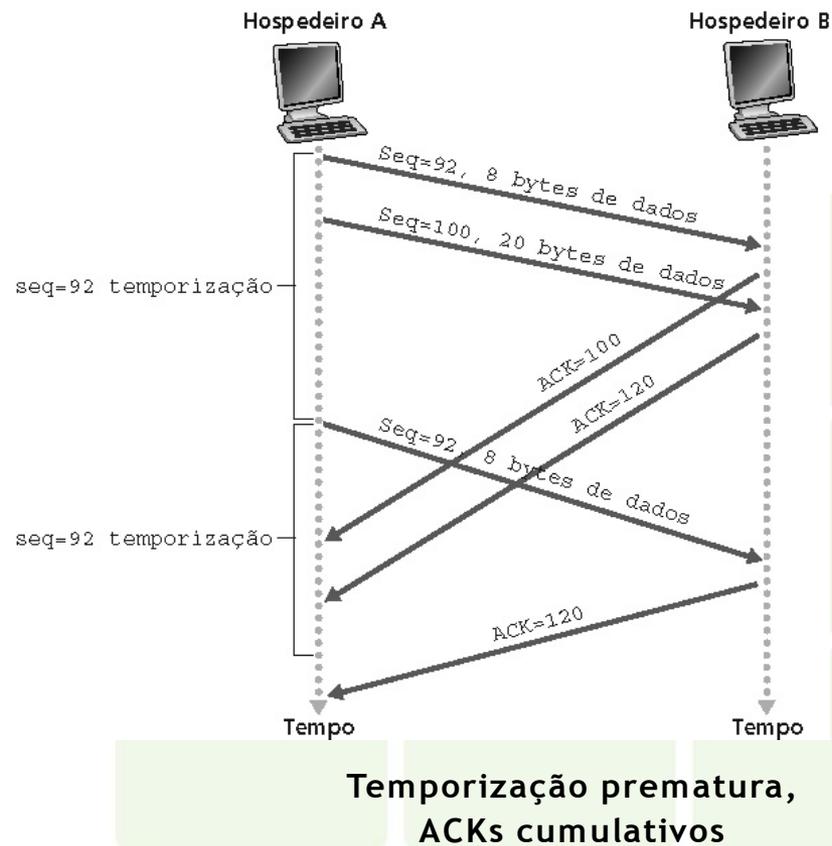
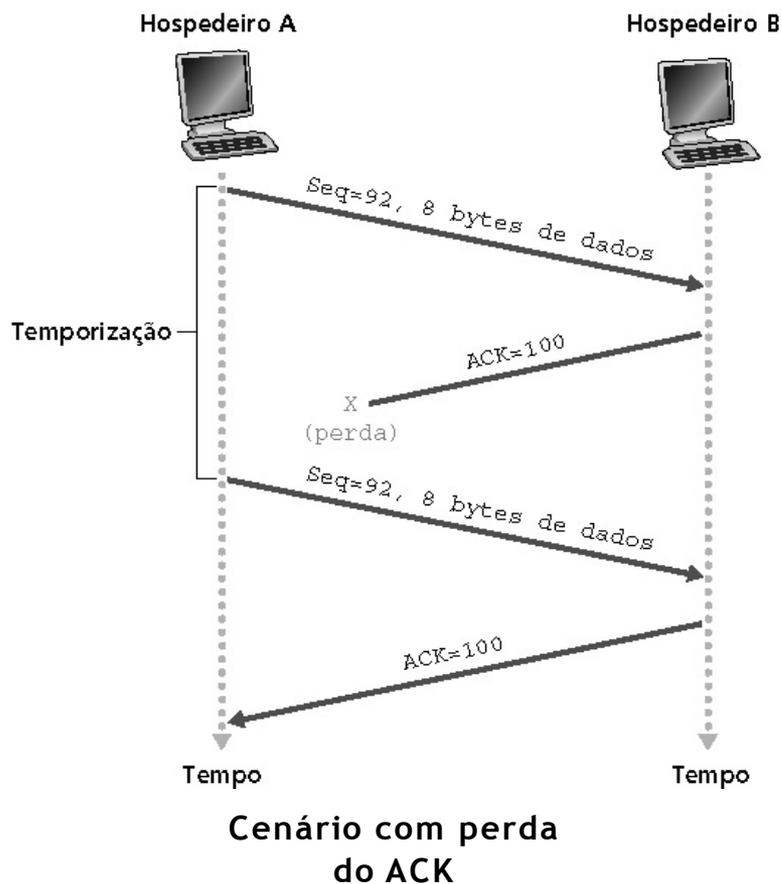
# Protocolo TCP

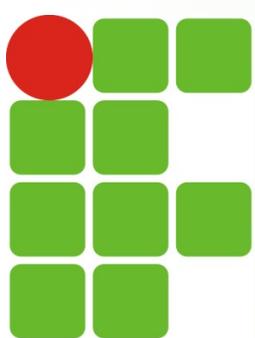
- Controle de erros
  - Realizado através de Retransmissão
    - Origem adota um temporizador para cada segmento enviado
    - Segmento é retransmitido quando a origem não recebe o **reconhecimento** (*ack*) antes de expirar o temporizador
    - Temporizador é reativado em cada retransmissão



# Protocolo TCP

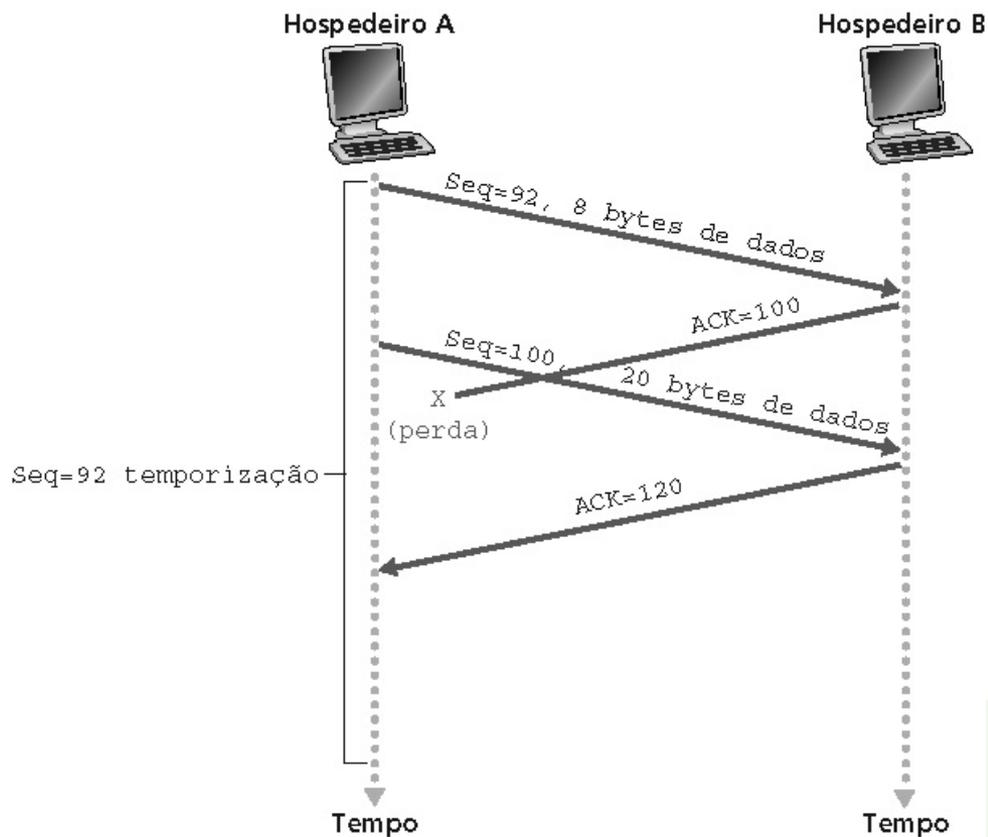
## ■ Controle de erros - Cenários



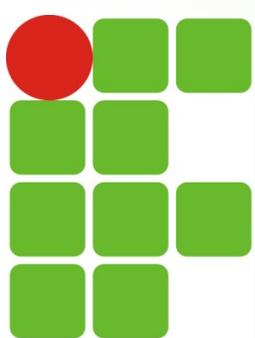


# Protocolo TCP

## ■ Controle de erros - Cenários



Cenário de ACK cumulativo



# Protocolo TCP

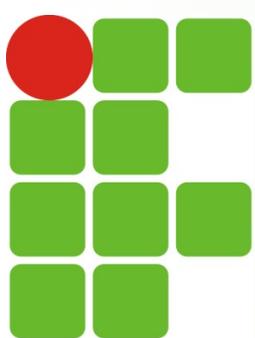
- Controle de fluxo

- Objetivo

- Transmissor não deve esgotar os *buffers* de recepção enviando dados rápido demais

- Campo *Window*

- Sinaliza o tamanho da janela de recepção da entidade em cada segmento enviado

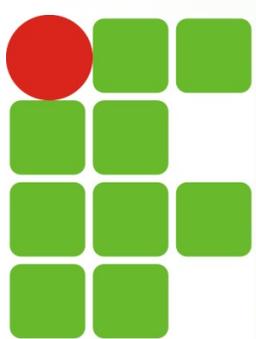


# Protocolo TCP

## ■ Controle de fluxo

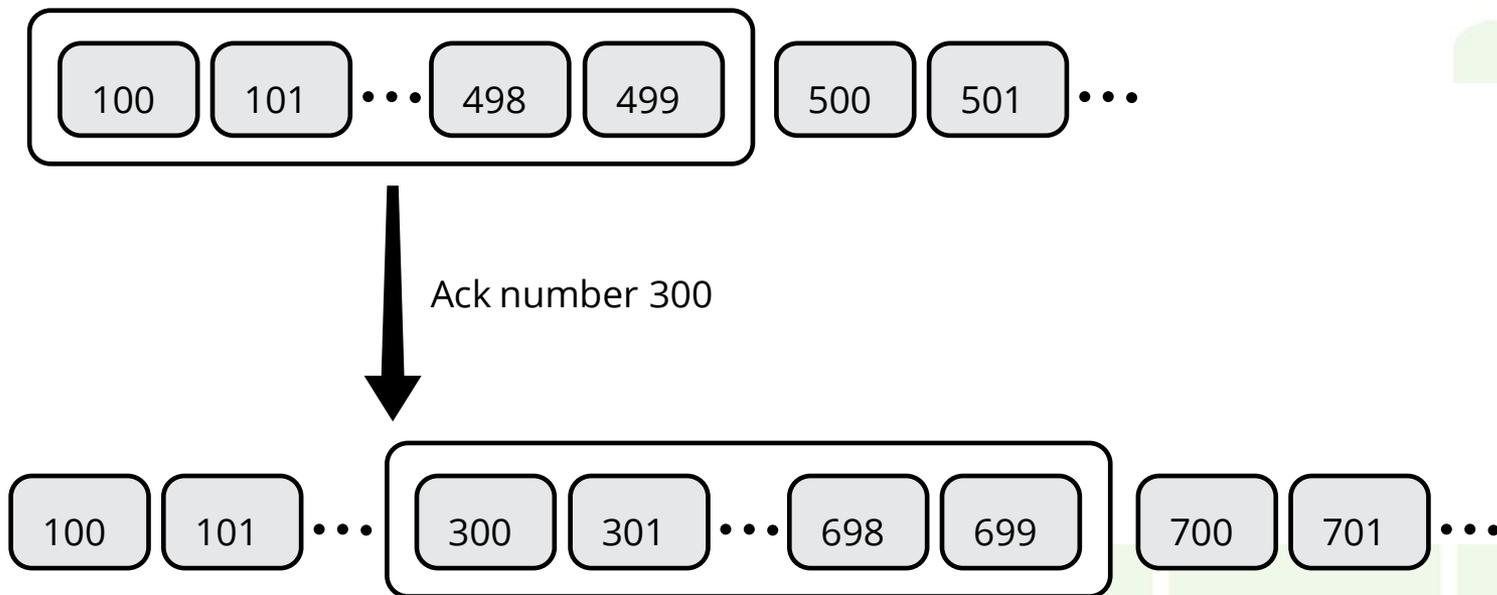
### ■ Janela deslizante

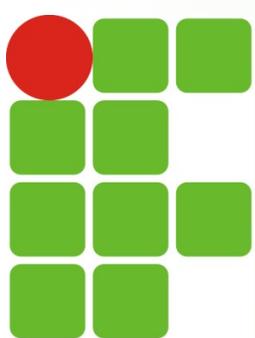
- Entidades negociam o número de bytes adicionais que podem ser recebidos a partir do último reconhecimento
  - Destino define o tamanho de sua janela de recepção em cada segmento
  - Origem atualiza o tamanho de sua janela de transmissão a cada reconhecimento
  - Reconhecimento deslocam a janela de transmissão da origem para o primeiro *byte* sem reconhecimento



# Protocolo TCP

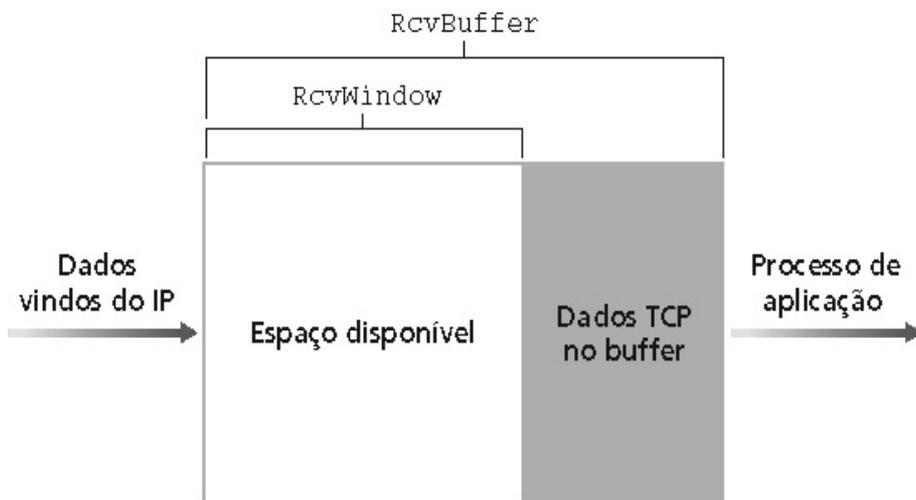
- Controle de fluxo
  - Janela deslizante





# Protocolo TCP - Controle de fluxo

- Lado receptor da conexão TCP possui um buffer de recepção:

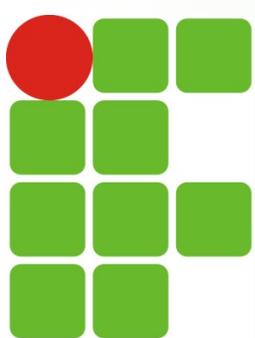


- Processos de aplicação podem ser lentos para ler o buffer

## Controle de fluxo

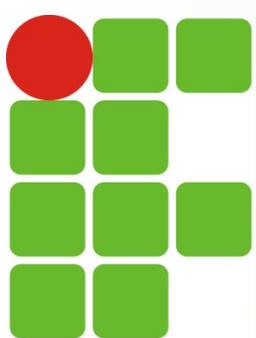
Transmissor não deve esgotar os buffers de recepção enviando dados rápido demais

- Serviço de **speed-matching**: encontra a taxa de envio adequada à taxa de vazão da aplicação receptora
- Receptor informa a área disponível incluindo valor **RcvWindow** nos segmentos
- Transmissor limita os dados não confirmados ao **RcvWindow**



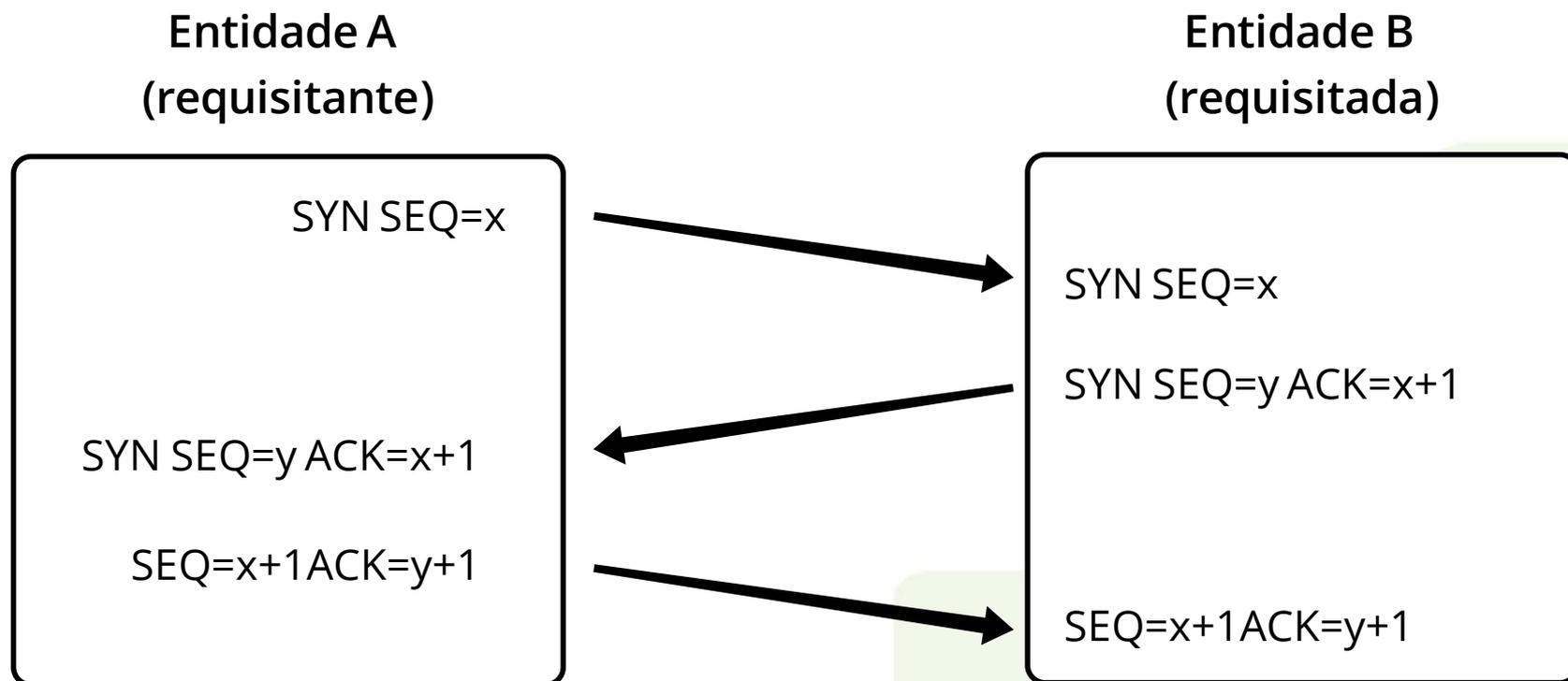
# Protocolo TCP

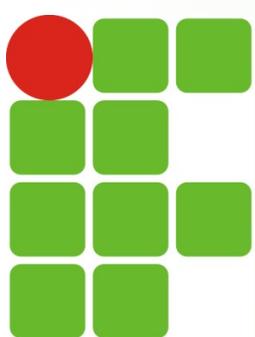
- Estabelecimento de conexões
  - *Three way handshake*
    - Negocia e sincroniza o valor inicial dos números de seqüência em ambas as direções
    - Baseado na arquitetura cliente-servidor
    - O servidor deve está com a porta aberta em estado de escuta (*Listening*)



# Protocolo TCP

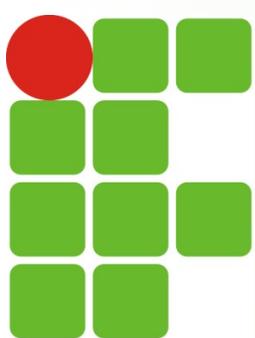
## ■ Estabelecimento de conexões





# Protocolo TCP

- Transmissão de dados
  - Entrega de dados "*fora-de-banda*"
    - Campo *Urgent Point*
      - o transmissor transmite o dado urgente na área de dados e seta o bit URG (campo *Codebits*), indicando a posição no segmento onde o dado urgente terminou
      - O receptor deve notificar a aplicação sobre a chegada do dado urgente tão logo quanto possível

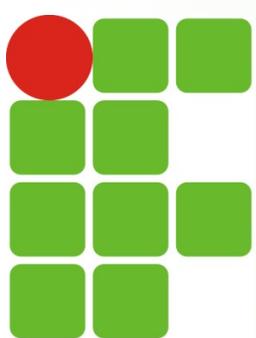


# Protocolo TCP

## ■ Transmissão de dados

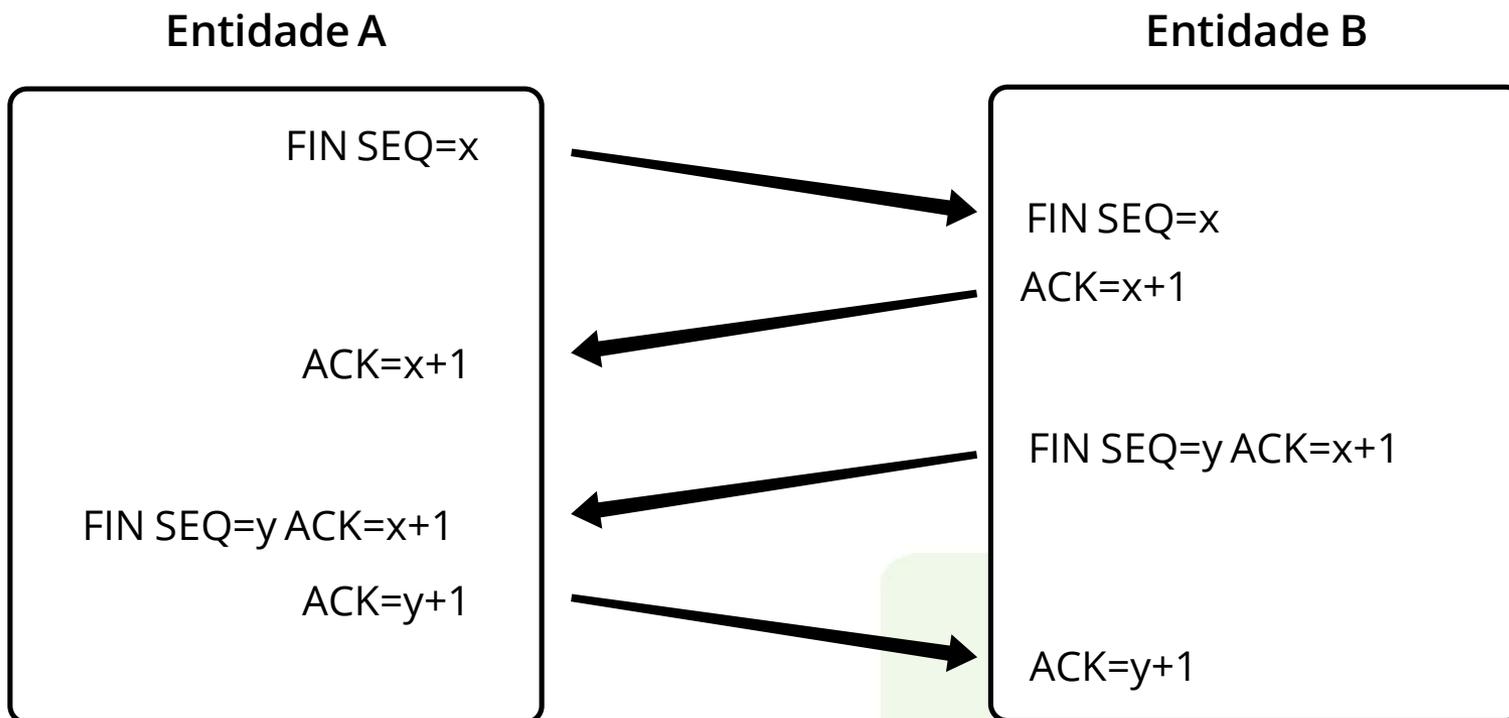
### ■ Mecanismo de *Push*

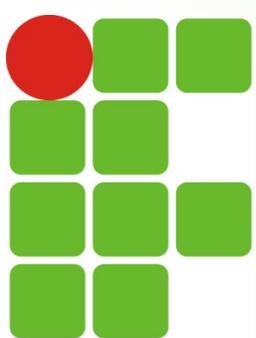
- Aplicação avisa ao TCP para enviar o dado imediatamente
- Força a geração de um segmento com os dados já presentes no *Buffer*
- Não aguarda o preenchimento do *Buffer*
- Segmentos gerados pelo mecanismo de *PUSH* são marcados com o flag PSH no campo *codebits*



# Protocolo TCP

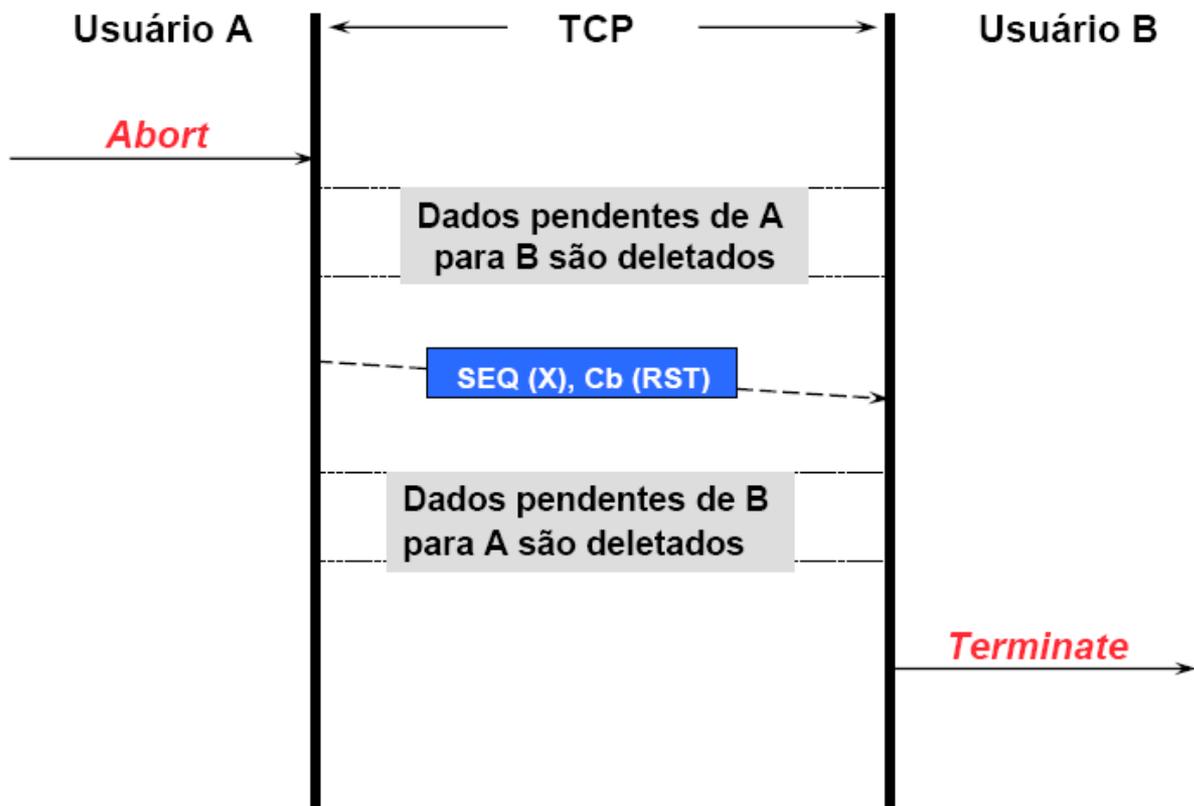
- Fechamento de conexão (Liberação ordenada)
  - Ocorre separadamente em cada direção da conexão

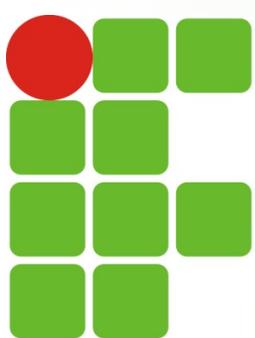




# Protocolo TCP

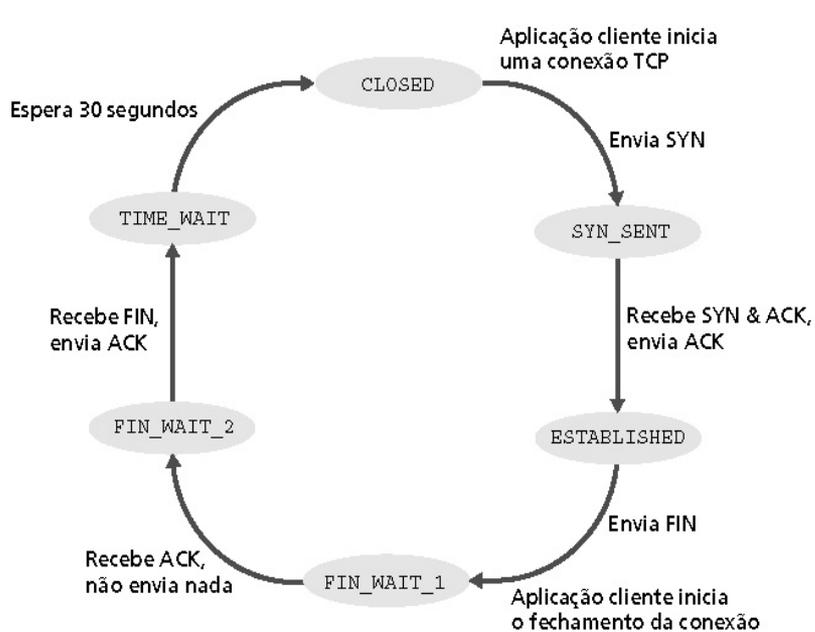
- Fechamento de conexão (Término abrupto)



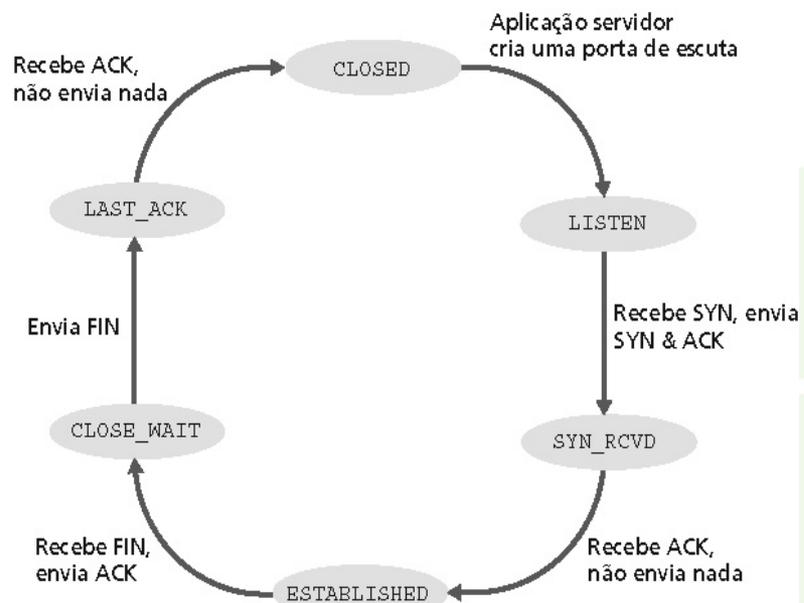


# Protocolo TCP

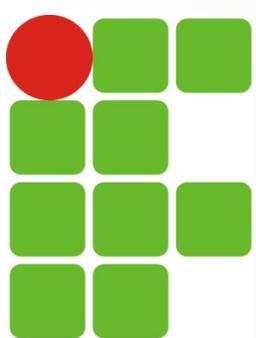
## ■ Estados das conexões



Estados do cliente



Estados do servidor



# Referências

- Comer, Douglas E., Interligação de Redes Com Tcp/ip
- James F. Kurose, Redes de Computadores e a Internet
- Escola Superior de Redes, Arquitetura e Protocolos de Redes TCP/IP