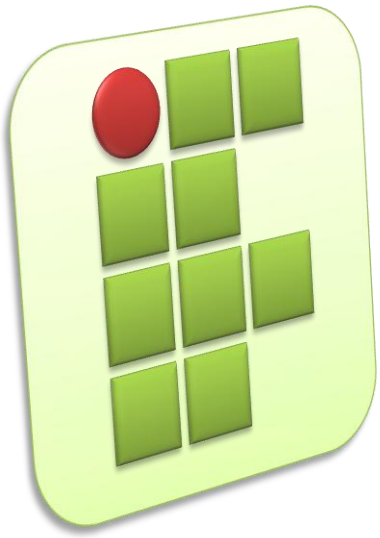


Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Campus Currais Novos

Aplicações de Redes de Computadores

Aula 10 - Camada de Transporte

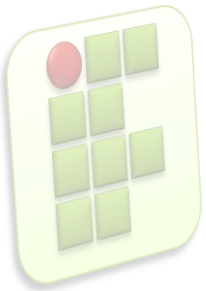
TCP (*Transmission Control Protocol*)

Parte 2

Prof. Diego Pereira <diego.pereira@ifrn.edu.br>

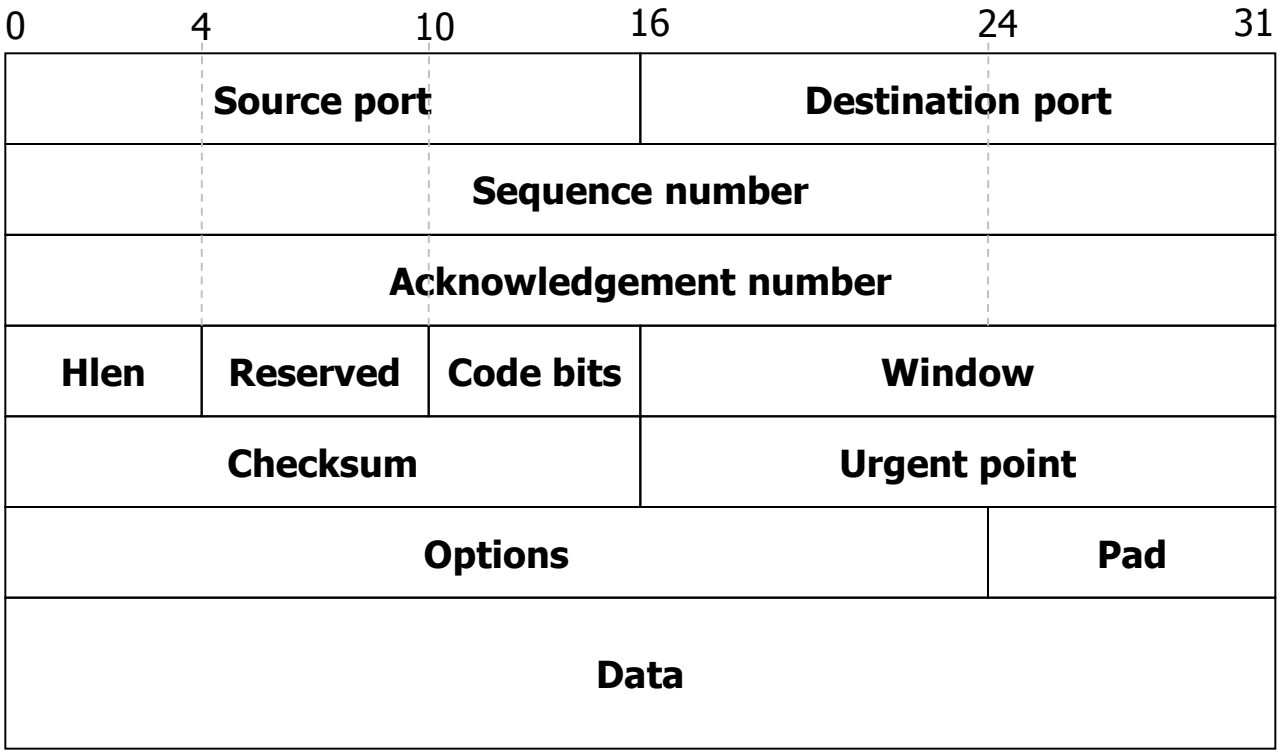
Objetivo

- Conhecer o funcionamento do protocolo TCP;
  - Entender o mecanismo de controle de fluxo, de sequência e erros adotado pelo protocolo;



Protocolo TCP

- Formato do segmento TCP



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:

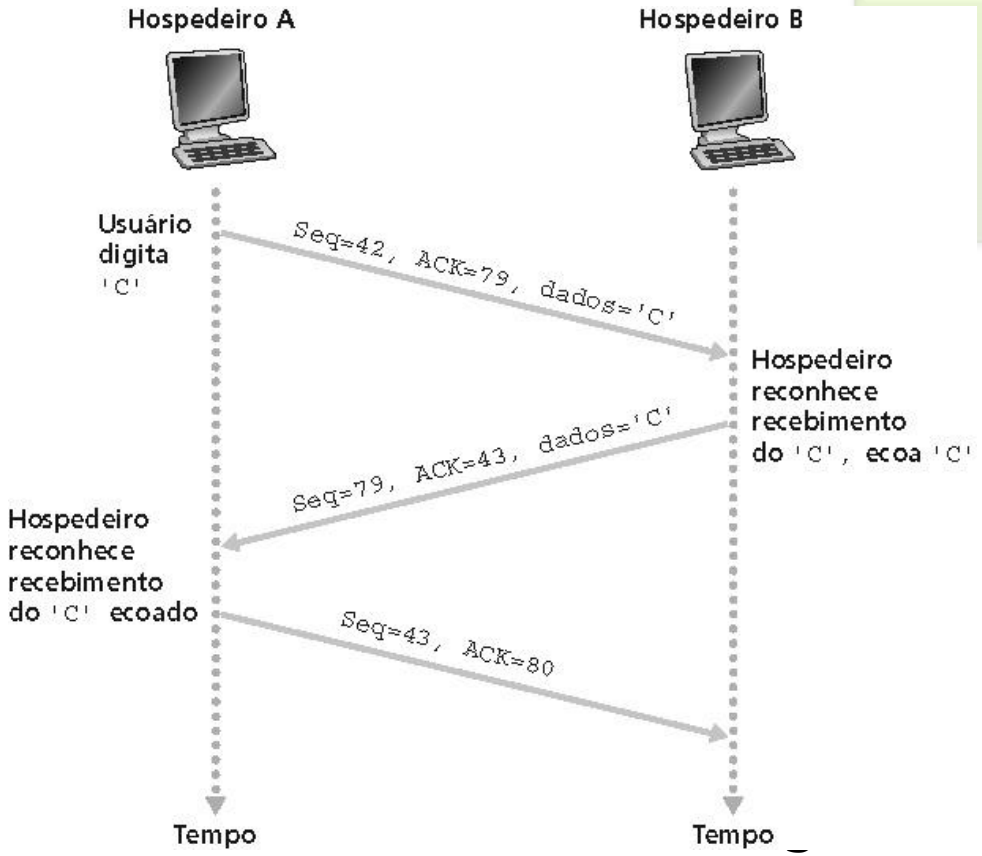
- Número do primeiro byte nos segmentos de dados

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

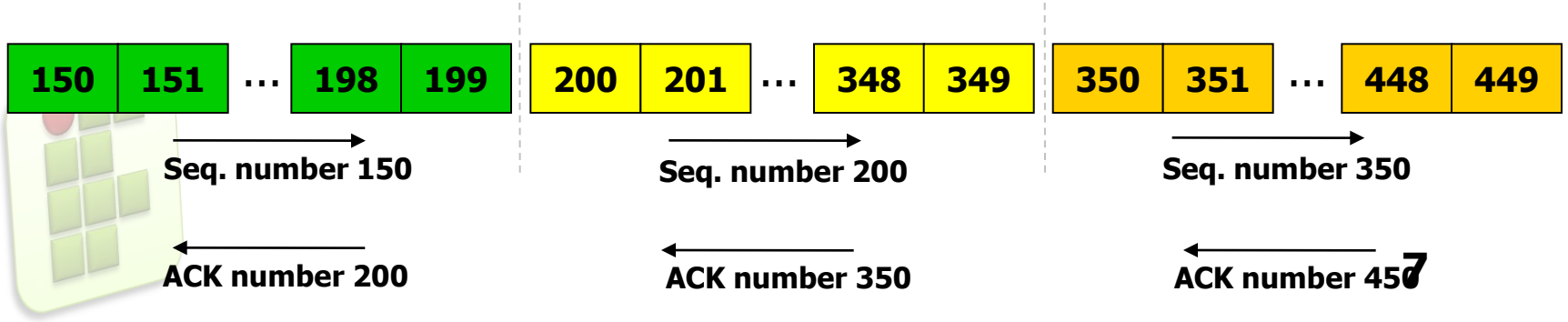


Protocolo TCP

- 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

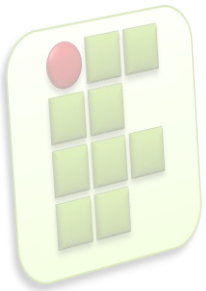
Protocolo TCP

- 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



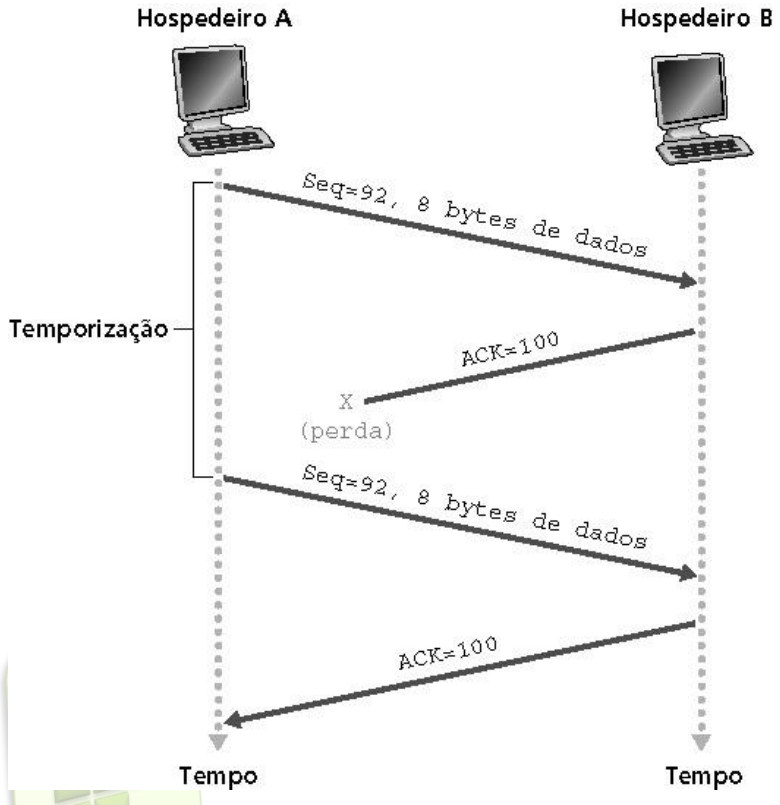
Protocolo TCP

- 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

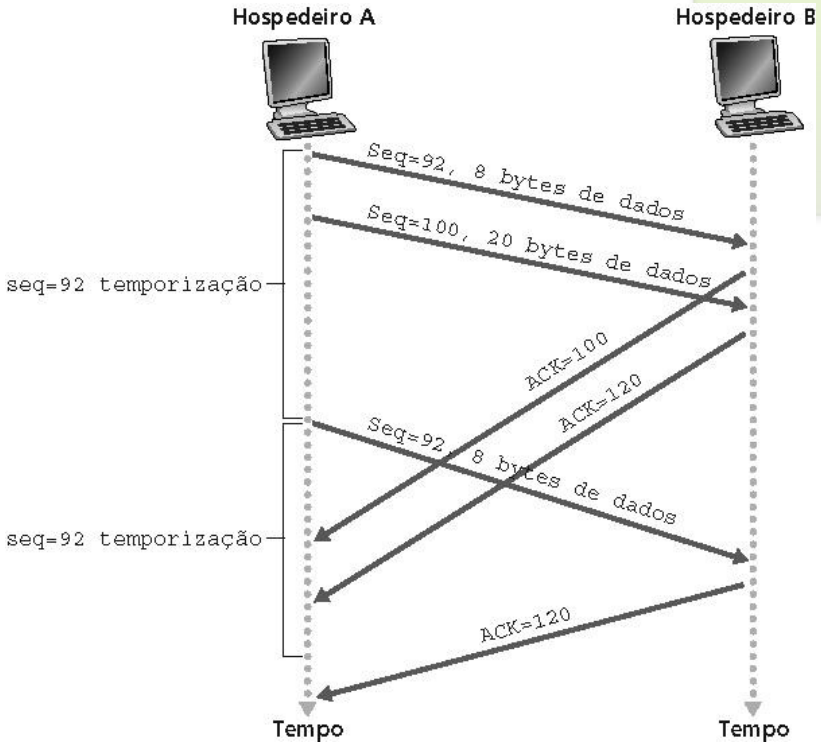


Protocolo TCP

- Controle de erros - Cenários



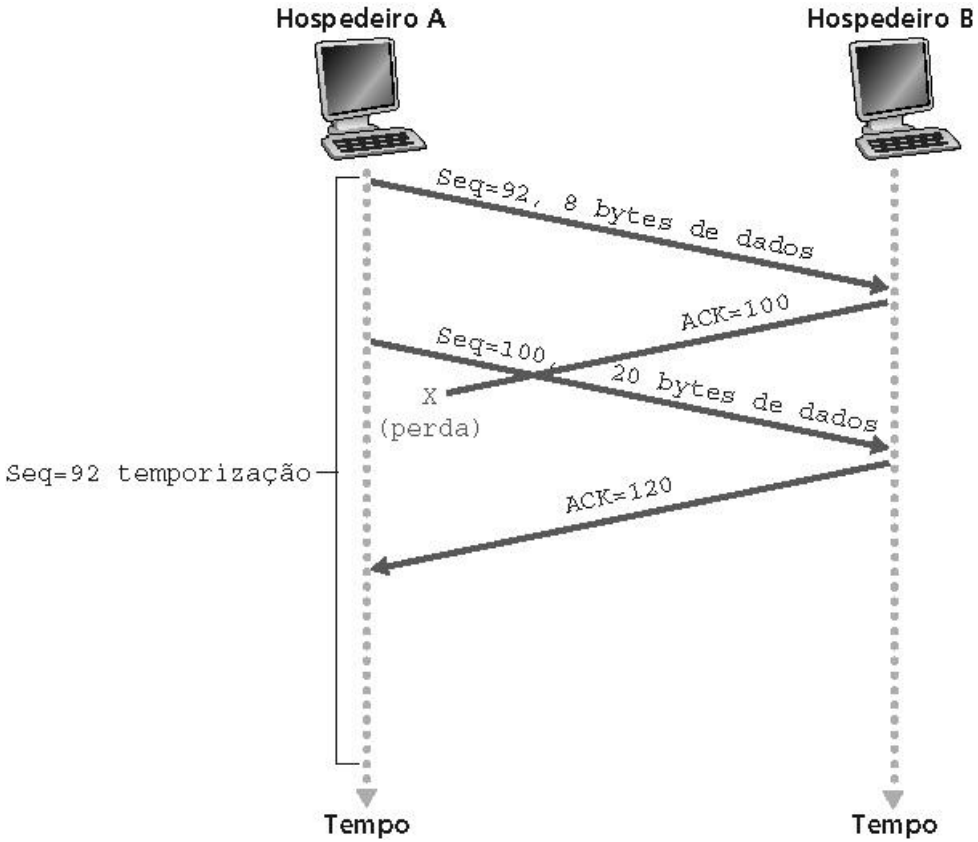
Cenário com perda do ACK



Temporização prematura, ACKs cumulativos

Protocolo TCP

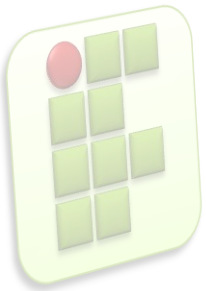
- Controle de erros - Cenários



Cenário de ACK cumulativo

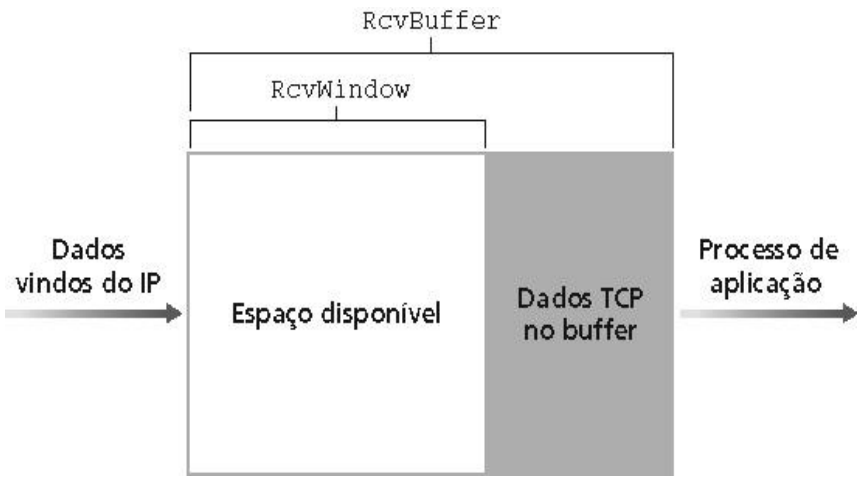
Protocolo TCP

- Controle de fluxo
  - Objetivo
    - Transmissor não deve esgotar os *buffers* de recepção enviando dados rápido demais
  - Implementação
    - 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

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



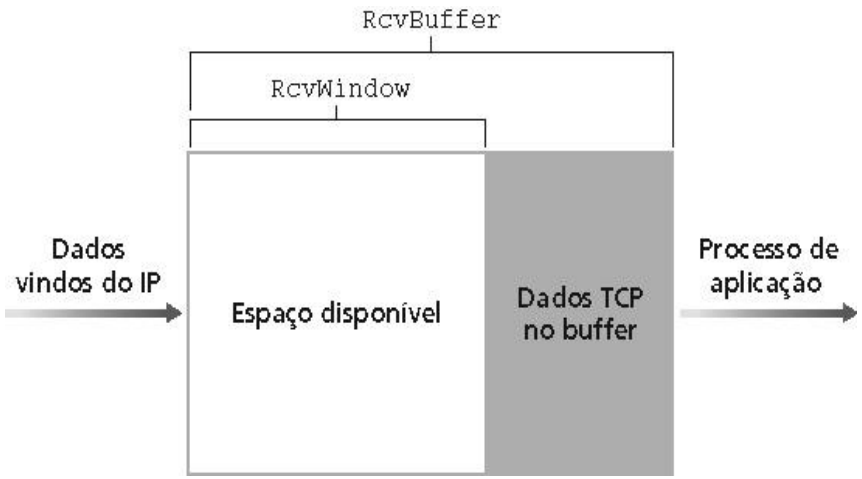
- Processos de aplicação podem ser lentos para ler o buffer

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

Protocolo TCP - Controle de fluxo



- Receptor informa a área disponível incluindo valor **`RcvWindow`** nos segmentos
- Transmissor limita os dados não confimados ao **`RcvWindow`**
  - Garantia contra overflow no buffer do receptor

(suponha que o receptor TCP descarte segmentos fora de ordem)

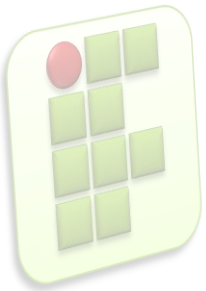
- Espaço disponível no buffer

`= RcvWindow`

`= RcvBuffer-[LastByteRcvd - LastByteRead]`

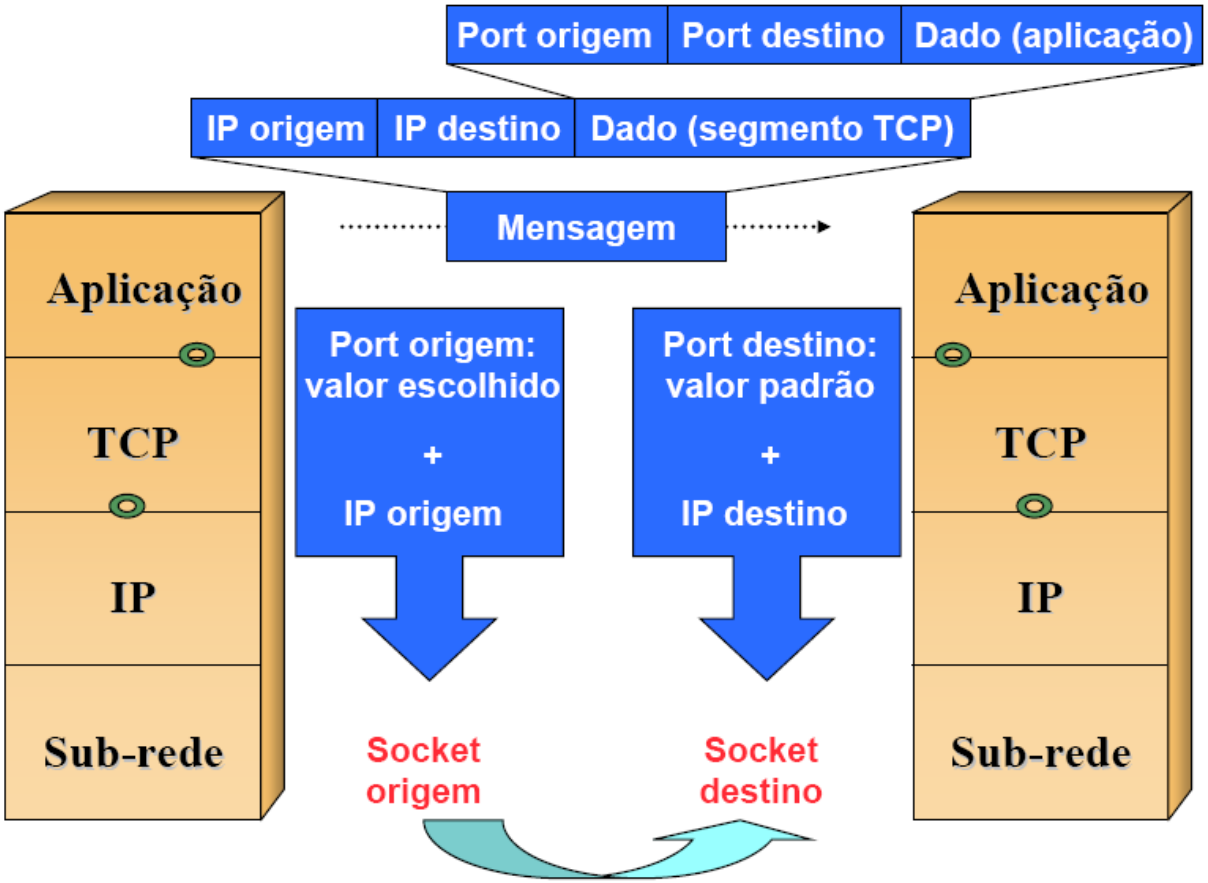
Protocolo TCP

- Controle de fluxo
  - Campo *Window*
    - Sinaliza o tamanho da janela de recepção da entidade em cada segmento enviado
  - Applet on-line
    - http://wps.aw.com/br_kurose_redes_3/40/10271/2629597.cw/index.html



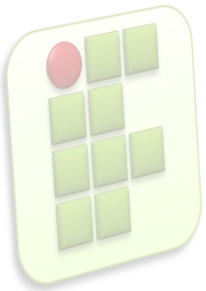
Protocolo TCP

- Processo de estabelecimento de conexões



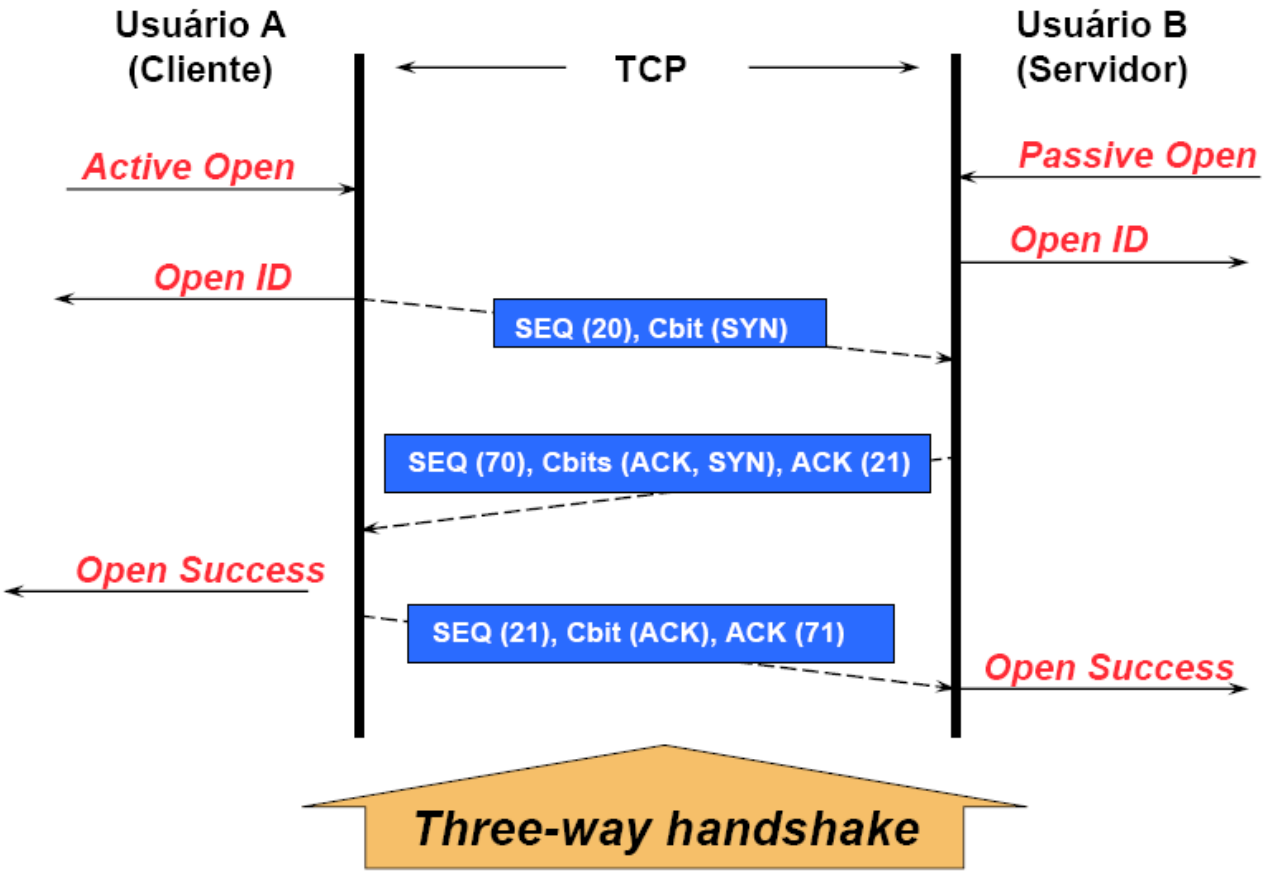
Protocolo TCP

- 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*)



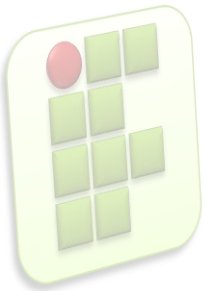
Protocolo TCP

- Estabelecimento de conexões



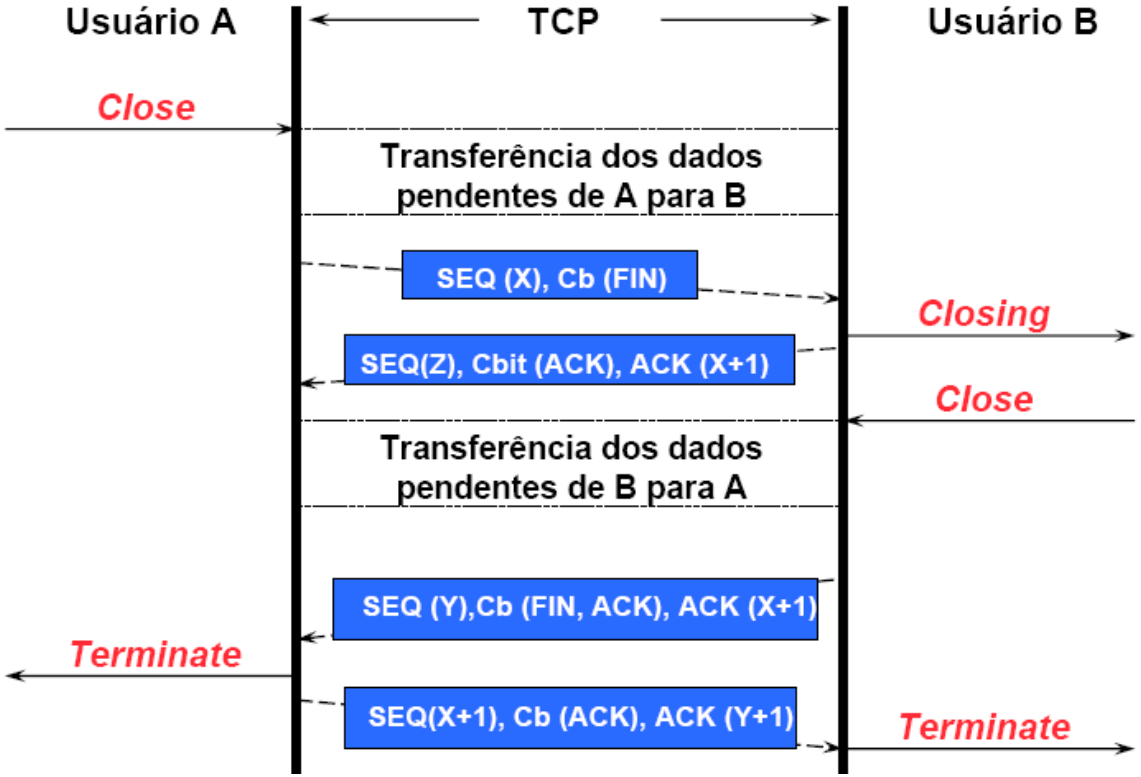
Protocolo TCP

- 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
  - 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*



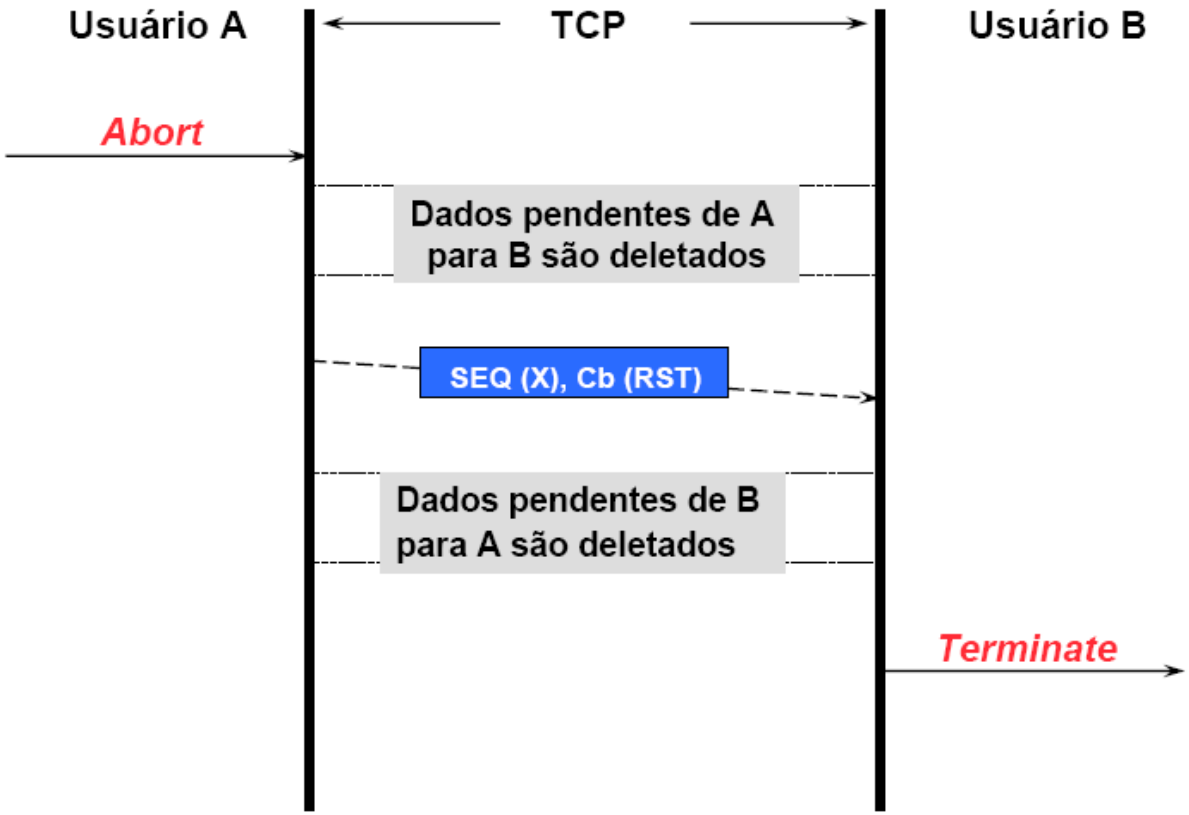
Protocolo TCP

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



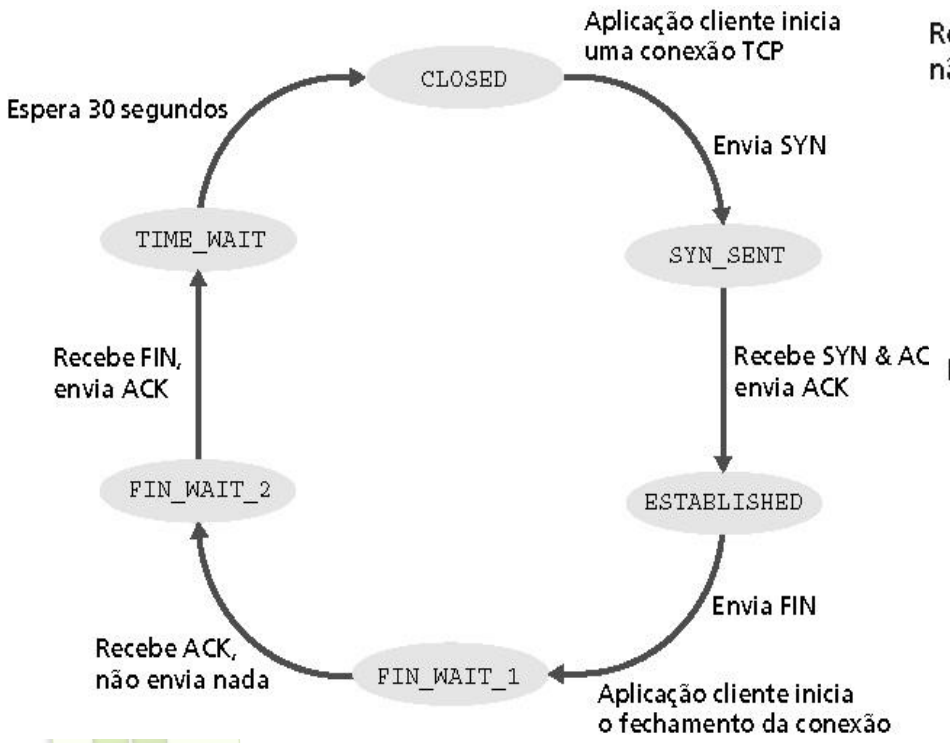
Protocolo TCP

- Fechamento de conexão (Término abrupto)

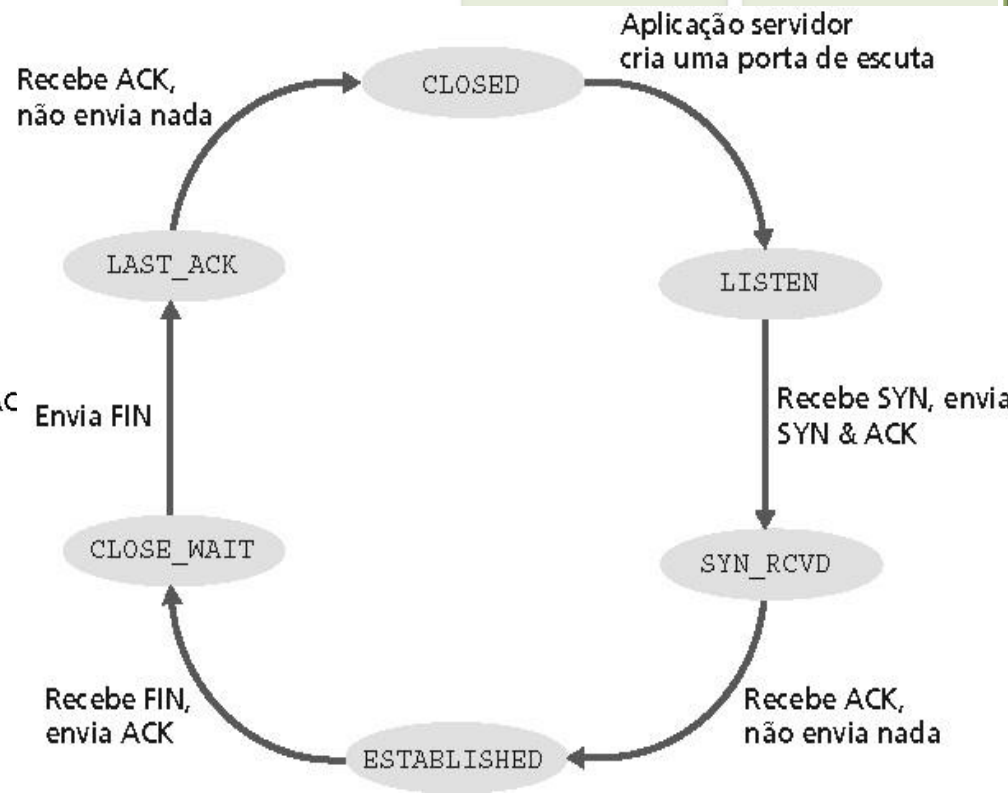


Protocolo TCP

- 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
- Escola Superior de Redes, Roteamento avançado