



Redes de Computadores

Camada de Transporte - II

Prof. Me. Ricardo Girnis Tombi

Conteúdo adaptado de:

Redes de Computadores e a Internet. Ed. Pearson
J. F. Kurose e K. W. Ross

LARC - PCS 5027
G. Bressan

Números de sequência e números de reconhecimento

- O **número de sequência** para um segmento é o número do primeiro byte do segmento.
- O **número de reconhecimento** que o hospedeiro A atribui a seu segmento é o número de sequência do próximo byte que ele estiver aguardando do hospedeiro B.
- Como o TCP somente reconhece bytes até o primeiro byte que estiver faltando na cadeia, dizemos que o TCP provê **reconhecimentos cumulativos**.

Controle de fluxo

Controle de Fluxo feito pelo receptor

O Receptor anuncia um tamanho de janela ao transmissor que reflete sua capacidade de recepção (Buffers)

O transmissor utiliza o mecanismo de janela deslizante para controlar o envio de segmentos.

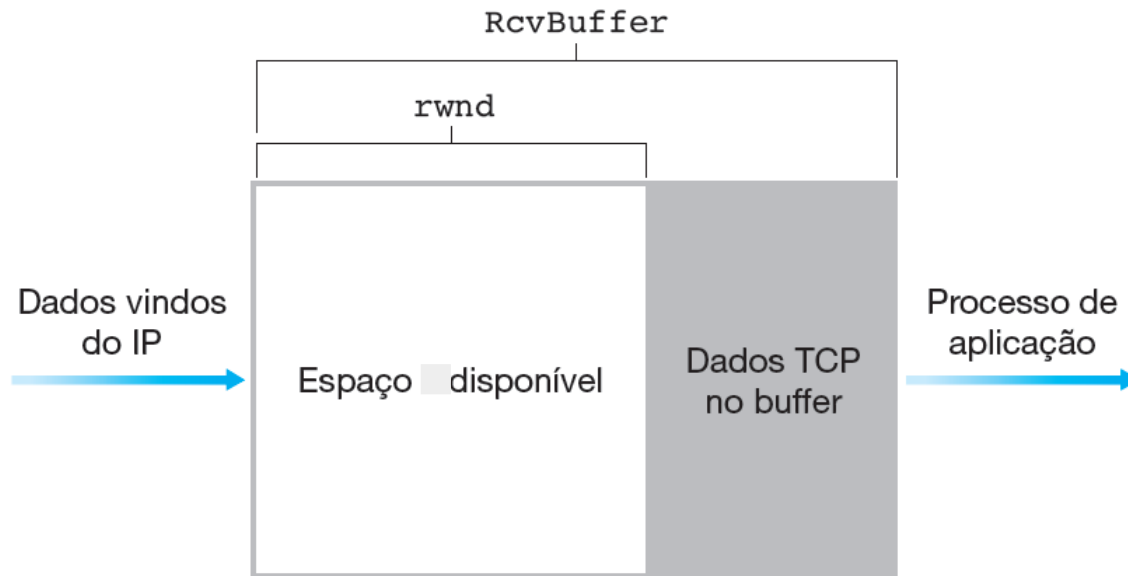
A janela pode ser aumentada ou reduzida ao longo da comunicação

Controle de fluxo

- O TCP provê um **serviço de controle de fluxo** às suas aplicações, para eliminar a possibilidade de o remetente estourar o buffer do destinatário.
- **Controle de fluxo** é um serviço de compatibilização de velocidades.
- O TCP oferece serviço de controle de fluxo fazendo que o remetente mantenha uma variável denominada **janela de recepção**.

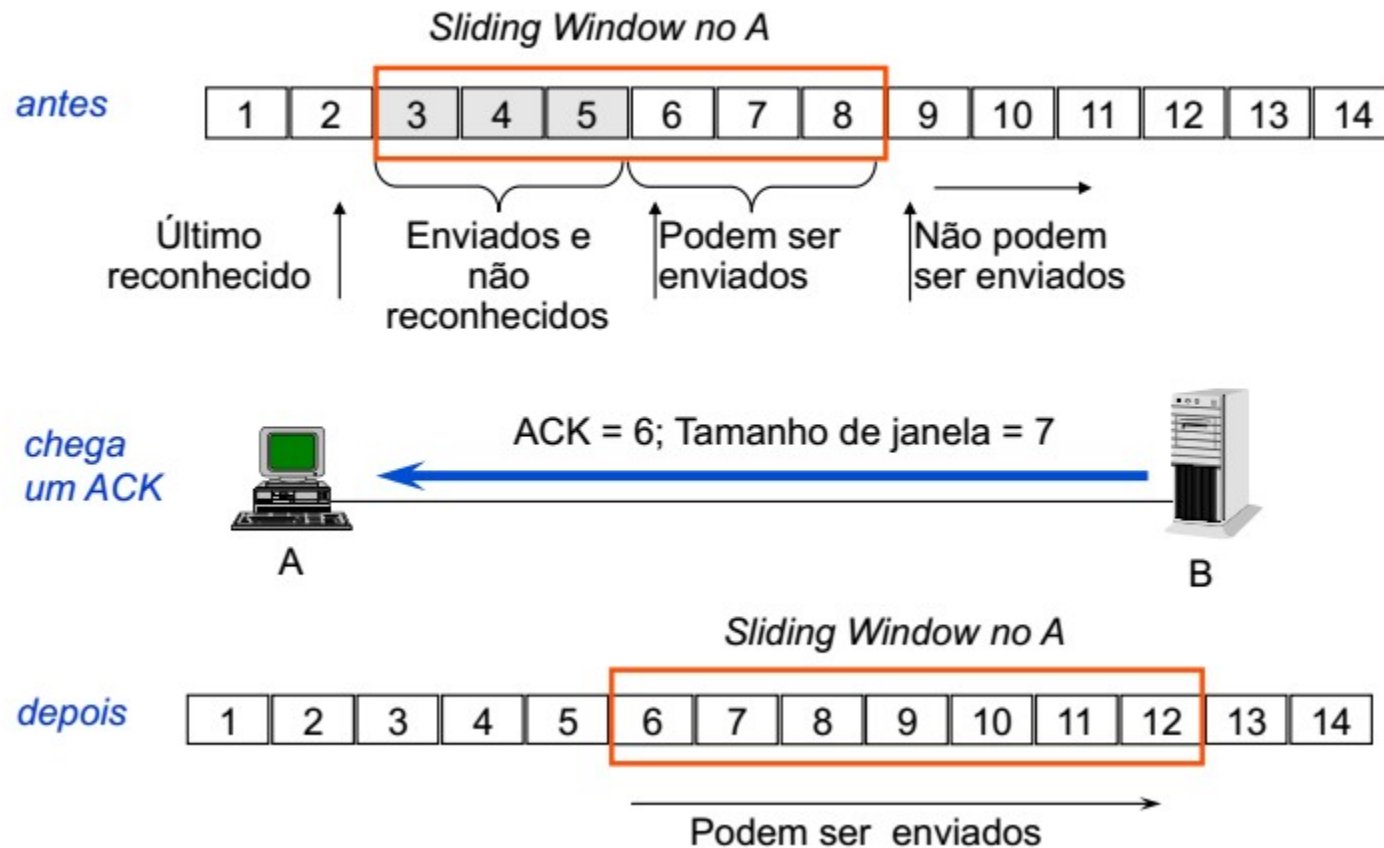
Controle de Fluxo

A janela de recepção (rwnd) e o buffer de recepção (RcvBuffer)



Espaço do buffer não utilizado = $rwnd = RcvBufferByteRcvd - LastByteRead]$

Controle de fluxo e sliding window no TCP



Controle de Congestionamento

É realizado do lado do transmissor para adaptar a transmissão a condições da rede.

Define uma janela de congestionamento que é ajustada de acordo com o recebimento de ACK's e ocorrência de Timeouts.

A janela efetiva utilizada na transmissão é o mínimo entre as janelas de controle de fluxo e de congestionamento

Controle de Congestionamento

A abordagem adotada pelo TCP é obrigar cada remetente a limitar a taxa à qual enviam tráfego para sua conexão como uma função do congestionamento de rede percebido.

Se um remetente TCP perceber que há pouco congestionamento no caminho entre ele e o destinatário, aumentará sua taxa de envio.

Se perceber que há congestionamento, reduzirá sua taxa de envio.

Controle de Congestionamento

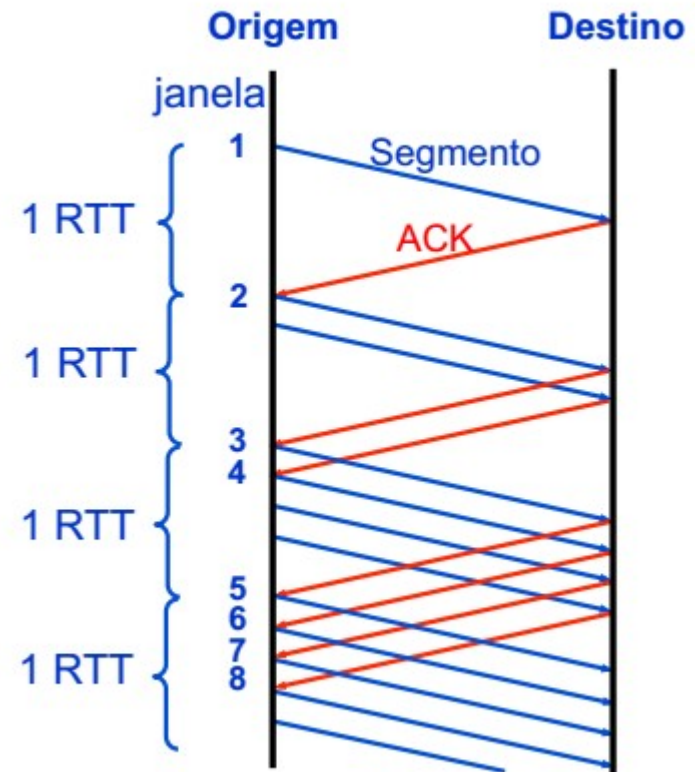
Os principais algoritmos utilizados para o controle de congestionamento são:

- ✓ Slow Start (SS)
- ✓ Congestion Avoidance (CA)
- ✓ Fast Retransmit (FR)
- ✓ Fast Recovery (FR)

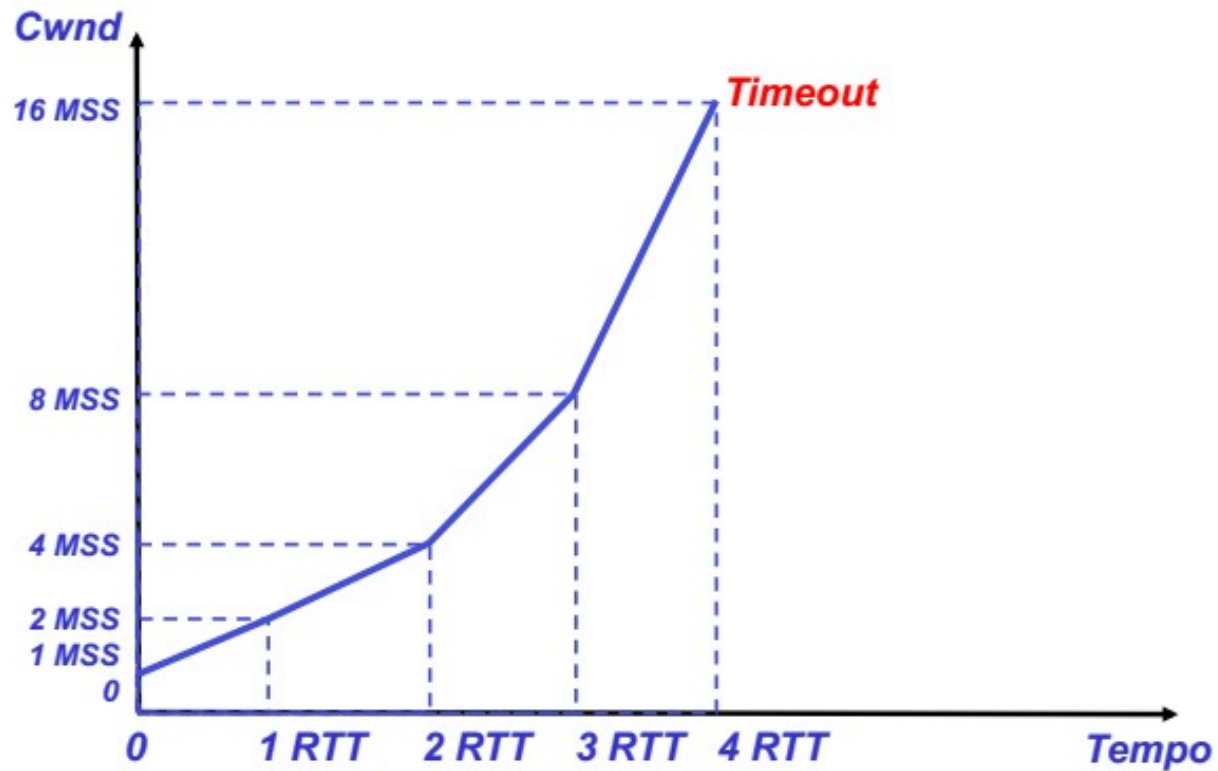
Slow Start

Incrementa a janela de 1MSS a cada Ack recebido

Durante o Slow Start, a janela cresce exponencialmente até o limiar que inicialmente é 65535.



Slow Start



Congestion Avoidance

Congestion Avoidance é utilizado junto com o Slow Start

O TCP utiliza o Slow Start até a janela atingir um limiar (**ssthresh**), quando passa a utilizar o Congestion Avoidance

*** $ssthresh = cwnd / 2$

No Congestion Avoidance a janela aumenta de 1 MSS, a cada RTT, até ocorrer o primeiro timeout,

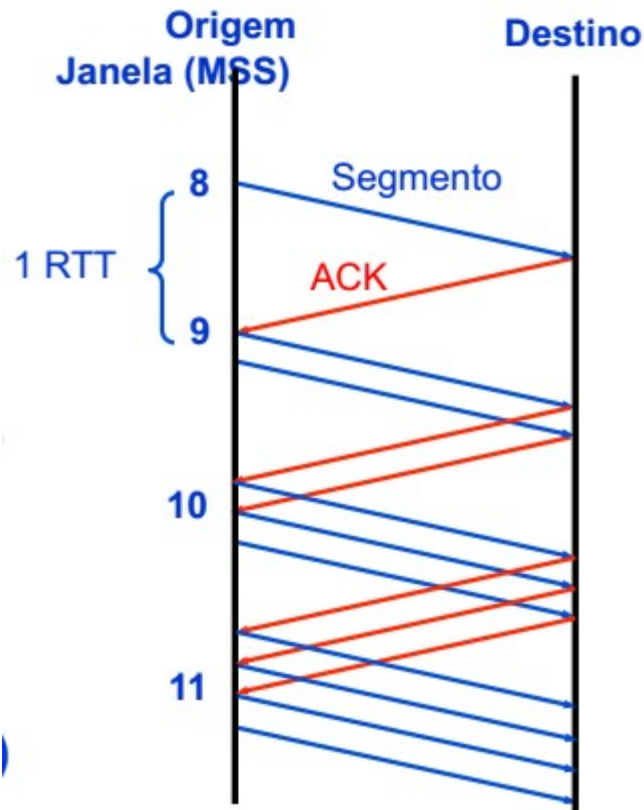
Ao ocorrer o primeiro Timeout o limiar é reduzido para a metade do janela anterior.

A janela volta para 1 MSS e volta a aplicar o Slow Start

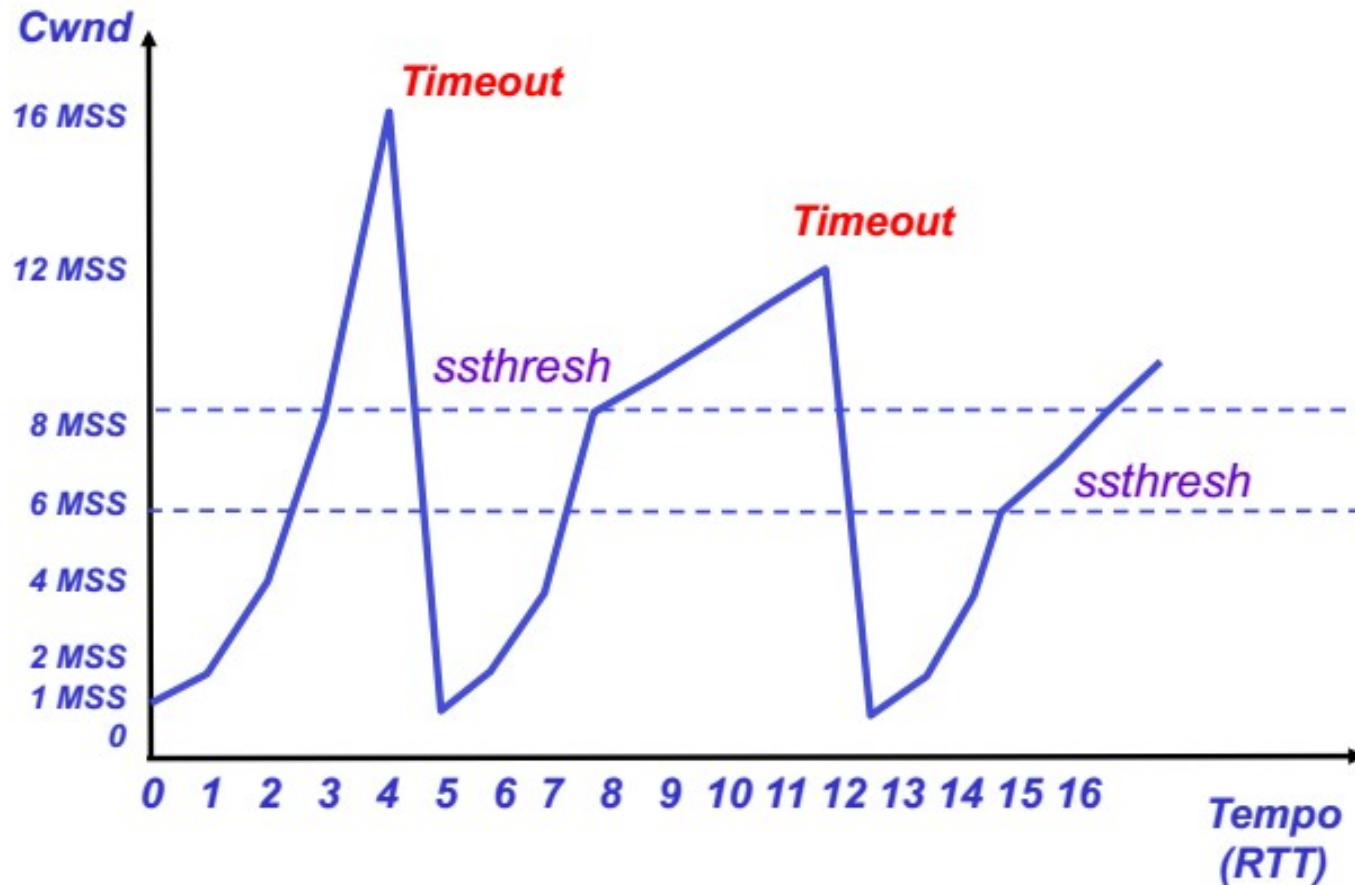
Algoritmo do Congestion Avoidance

Considera-se que já houve uma rodada anterior onde deu timeout com janela 16

O limiar passa a 8, passa a incrementar a Janela de 1MSS a cada RTT (incremento linear)



Slow Start & Congestion Avoidance



Fast Retransmit

A entidade TCP de origem espera por 3 ACKs duplicados do mesmo segmento ... e então,

Retransmite imediatamente o segmento sem esperar pelo seu Timeout

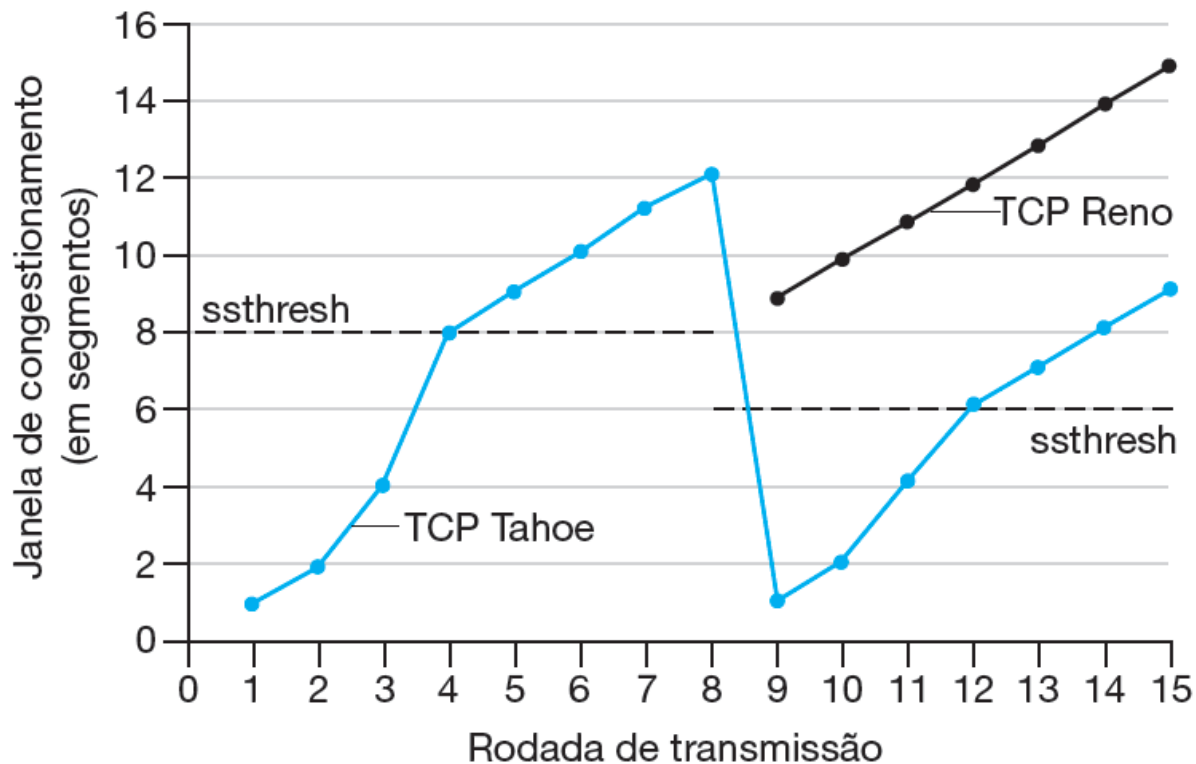
Fast Recovery

O TCP não precisa diminuir abruptamente o seu fluxo com a execução de Slow Start pois pode acontecer de apenas um segmento ter sido perdido.

Neste caso, após reduzir o limiar pela metade da janela, redefine a janela para o limiar +3 e retoma a transmissão

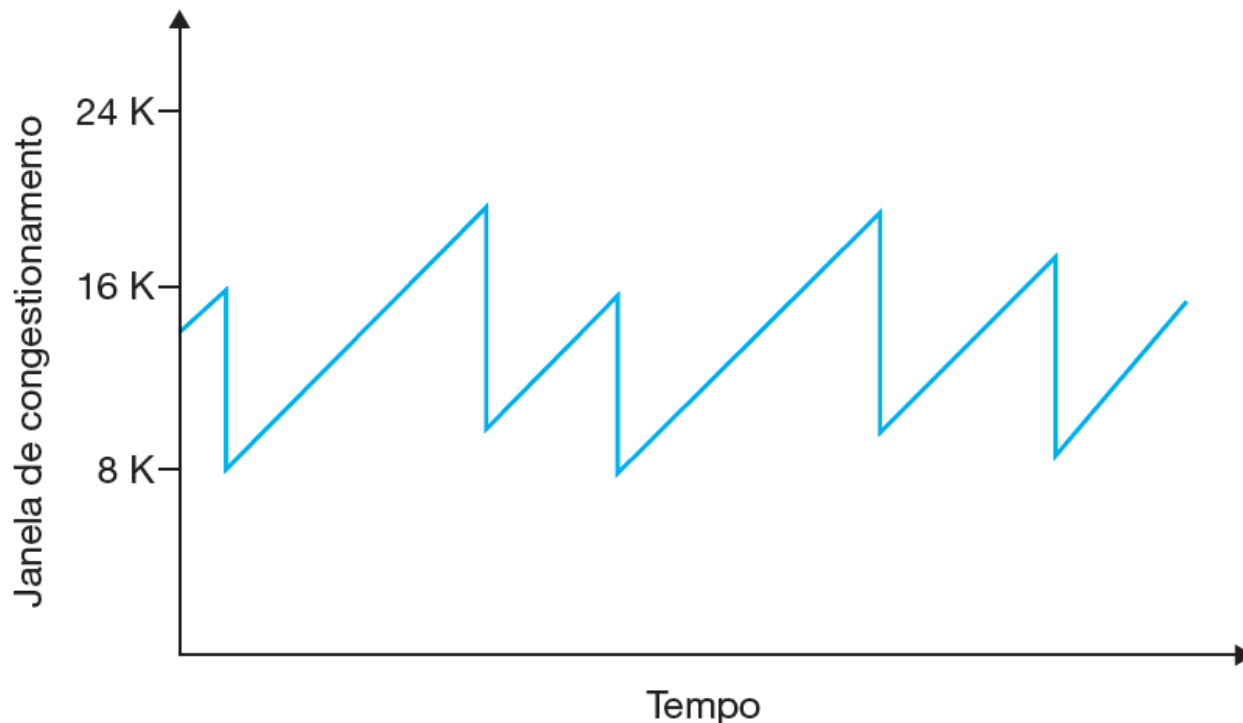
Tahoe e Reno

Evolução da janela de congestionamento do TCP (Tahoe e Reno)



Controle de congestionamento no TCP: retrospectiva

O controle de congestionamento faz surgir o comportamento semelhante a “dentes de serra”



PERGUNTAS ?

