

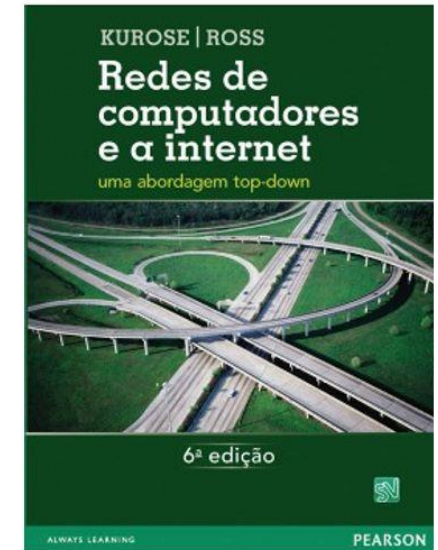
Redes de Computadores

06 – Camada de Transporte II (TCP e UDP)

Prof. Edson J. C. Gimenez
soned@inatel.br

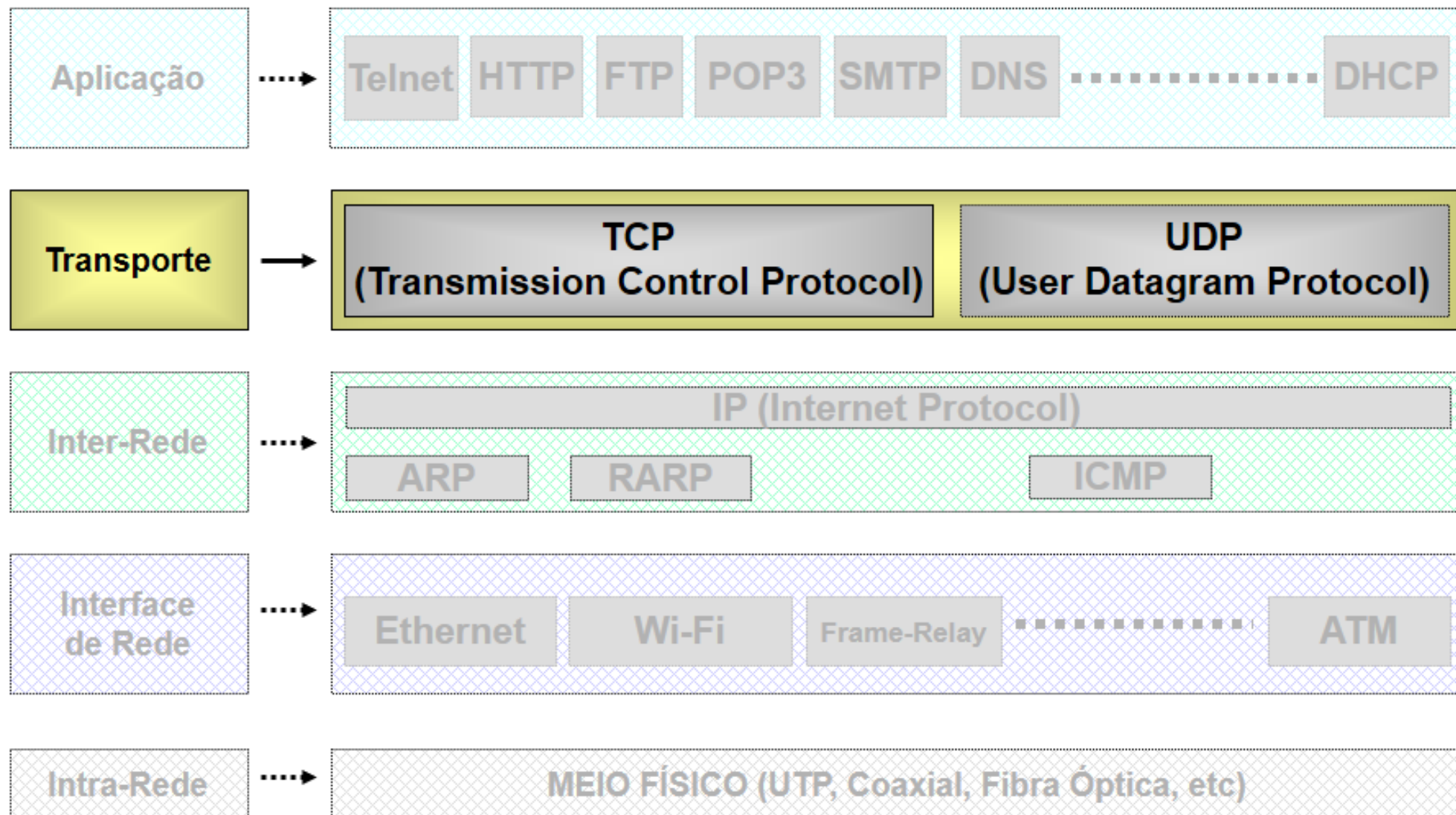
Referências:

- ✓ Kurose & Ross. Redes de Computadores e a Internet: uma abordagem top-down. Capítulo 3.



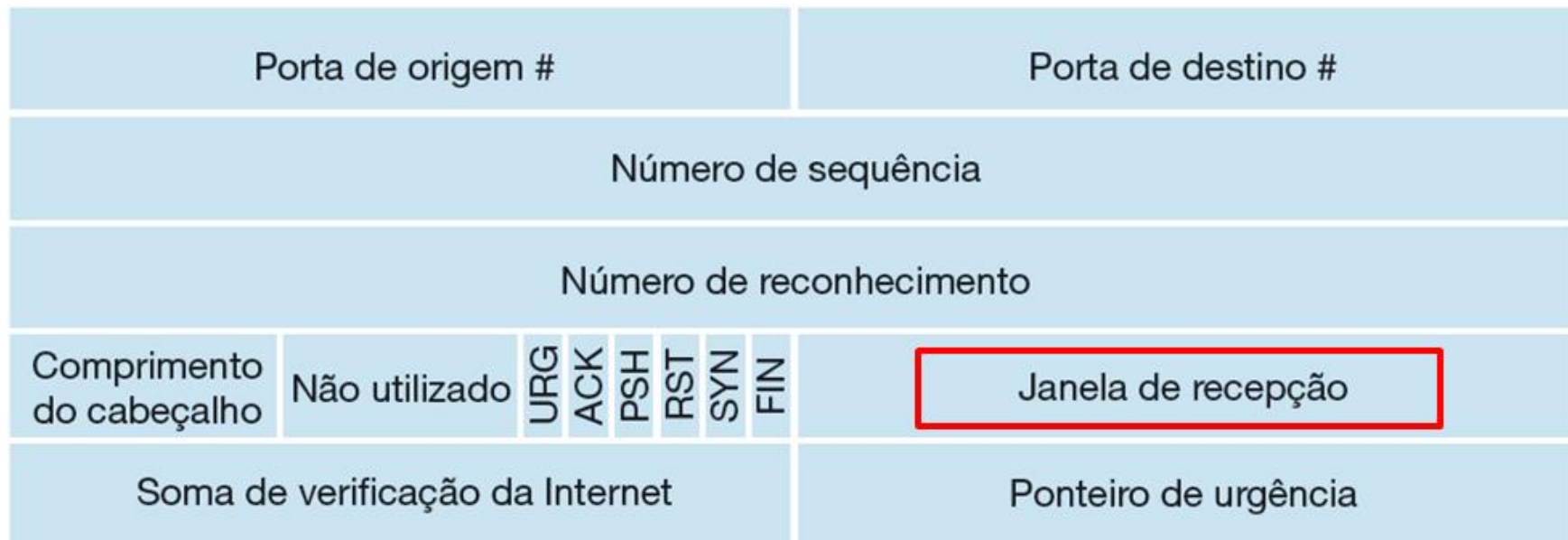
Outras referências:

- ✓ Forouzan & Mosharraf. Redes de Computadores – uma abordagem top-down. Capítulo 3.
- ✓ Tanenbaum & Wetherall. Redes de Computadores. Capítulo 6.
- ✓ Farrel. A Internet e seu Protocolos: uma Análise Comparativa. Capítulo 7.
- ✓ Comer. Interligação de Redes com TCP/IP, Volume 1. Cap. 10, 11, 12 e 28.



✓ Controle de fluxo

- Tem como objetivo compatibilizar as taxas nas quais a aplicação remetente envia os dados e a aplicação receptora faz sua leitura nos buffers de recepção.
- Visa portanto evitar a possibilidade de o remetente estourar a capacidade do buffer de recepção do destinatário.
- O TCP oferece o serviço de controle de fluxo fazendo que o *remetente* mantenha uma variável denominada **janela de recepção (rwnd)** usada para dar ao remetente uma ideia do espaço de buffer livre disponível no destinatário.



- ✓ Janela deslizante (sliding-window protocol)
 - Assim, a ideia básica é identificar a quantidade de dados que podem ser transmitidos sem a recepção de uma confirmação.
 - Esgotou o tamanho da janela, o remetente interrompe o envio de dados e aguarda a chegada de uma confirmação.
 - Exemplo: tamanho de janela = 7



(a) Quatro pacotes foram enviados.



(b) Cinco pacotes foram enviados.



(c) Sete pacotes foram enviados;
a janela está cheia.

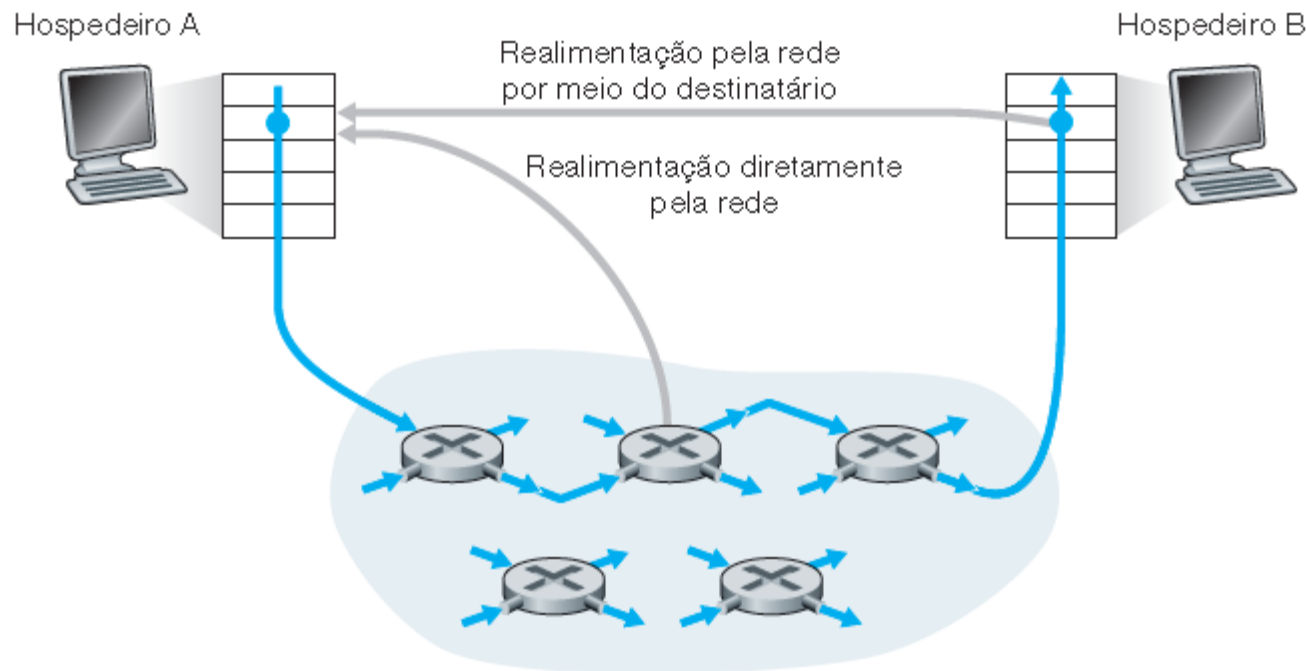


(d) O pacote 0 foi confirmado; a
janela desliza.

- ✓ Controle de congestionamento
 - Tem como objetivo evitar que um ponto específico na rede, por exemplo um roteador ou um enlace, possa receber mais pacotes do que sua capacidade de trata-los.
 - Consequências do congestionamento: atrasos na entrega dos pacotes ou possíveis perdas de pacotes causando a necessidade de retransmissão dos mesmos, provocando assim mais congestionamento na rede.

✓ Tipos de controle de congestionamento

- *Controle de congestionamento assistido pela rede:*
 - Os componentes da camada de rede (os roteadores) fornecem informações ao remetente a respeito do estado de congestionamento na rede.
- *Controle de congestionamento fim a fim:*
 - A camada de rede não fornece nenhuma informação explícito à camada de transporte, com relação ao congestionamento.
 - Os sistemas finais percebem o problema observando o comportamento da rede (atrasos e perdas de pacotes).

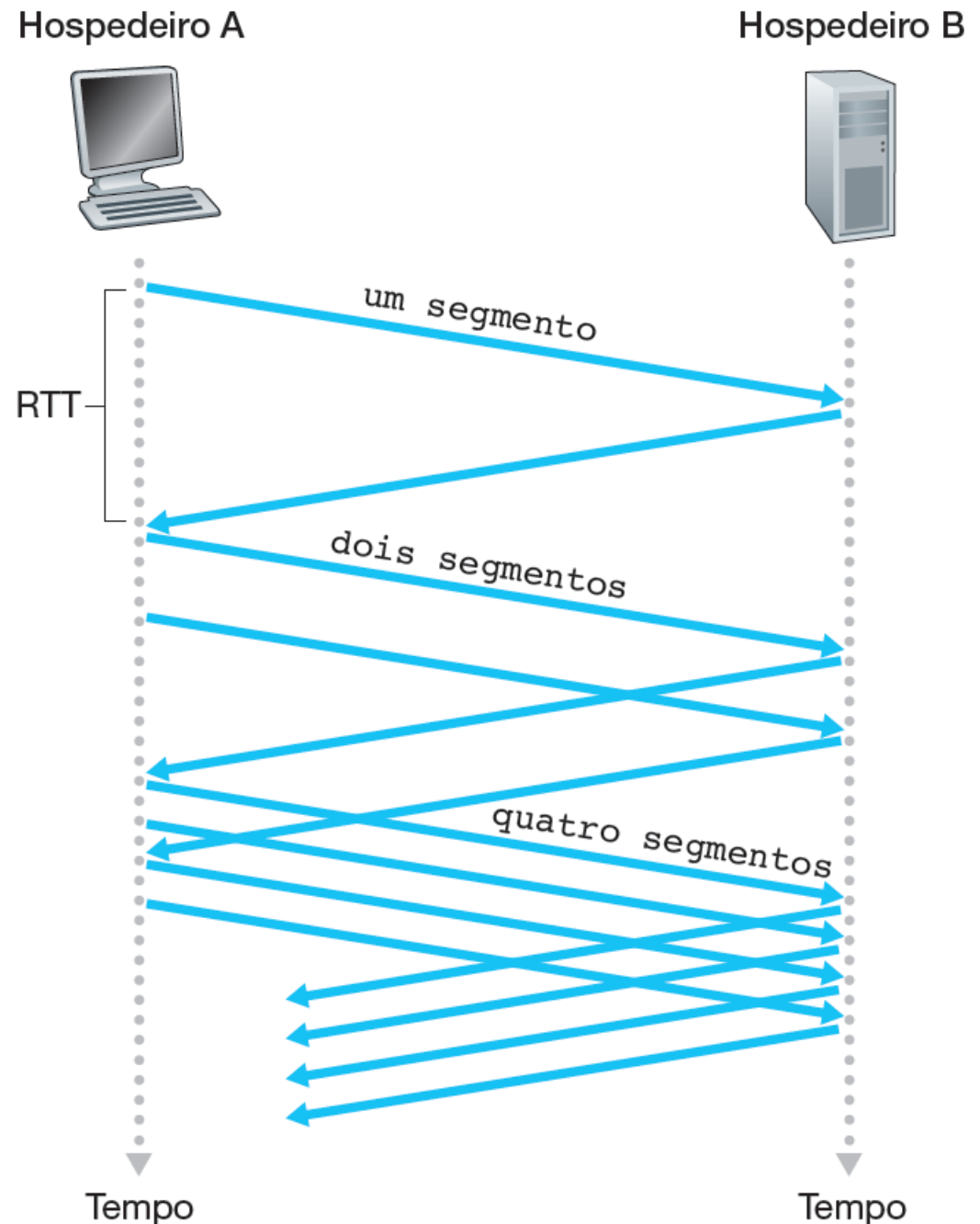


- ✓ O controle de congestionamento no TCP:
 - A abordagem adotada pelo TCP é obrigar cada remetente a limitar a taxa à qual enviam os dados (*) para sua conexão como uma função do congestionamento de rede percebido.
 - Quando há congestionamento, existe um aumento no atraso no RTT, podendo ainda acontecer perda de pacotes.
 - 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.
 - Basicamente, pode-se dividir o controle de congestionamento do TCP em três etapas combinadas [RFC 5681(set/2009): TCP Congestion Control]:
 - Partida lenta.
 - Prevenção de congestionamento.
 - Recuperação rápida.

* campo “janela de recepção”, no cabeçalho TCP.

✓ Partida Lenta

- Quando uma conexão TCP começa, o valor do tamanho da janela de transmissão (cwnd – congestion window) é inicializado em 1 MSS, e aumenta 1 MSS toda vez que um segmento transmitido é reconhecido.
- Esse processo resulta em uma multiplicação da taxa de envio a cada RTT.
- Assim, durante a fase de partida lenta, a taxa de envio TCP se inicia lenta, mas cresce exponencialmente.



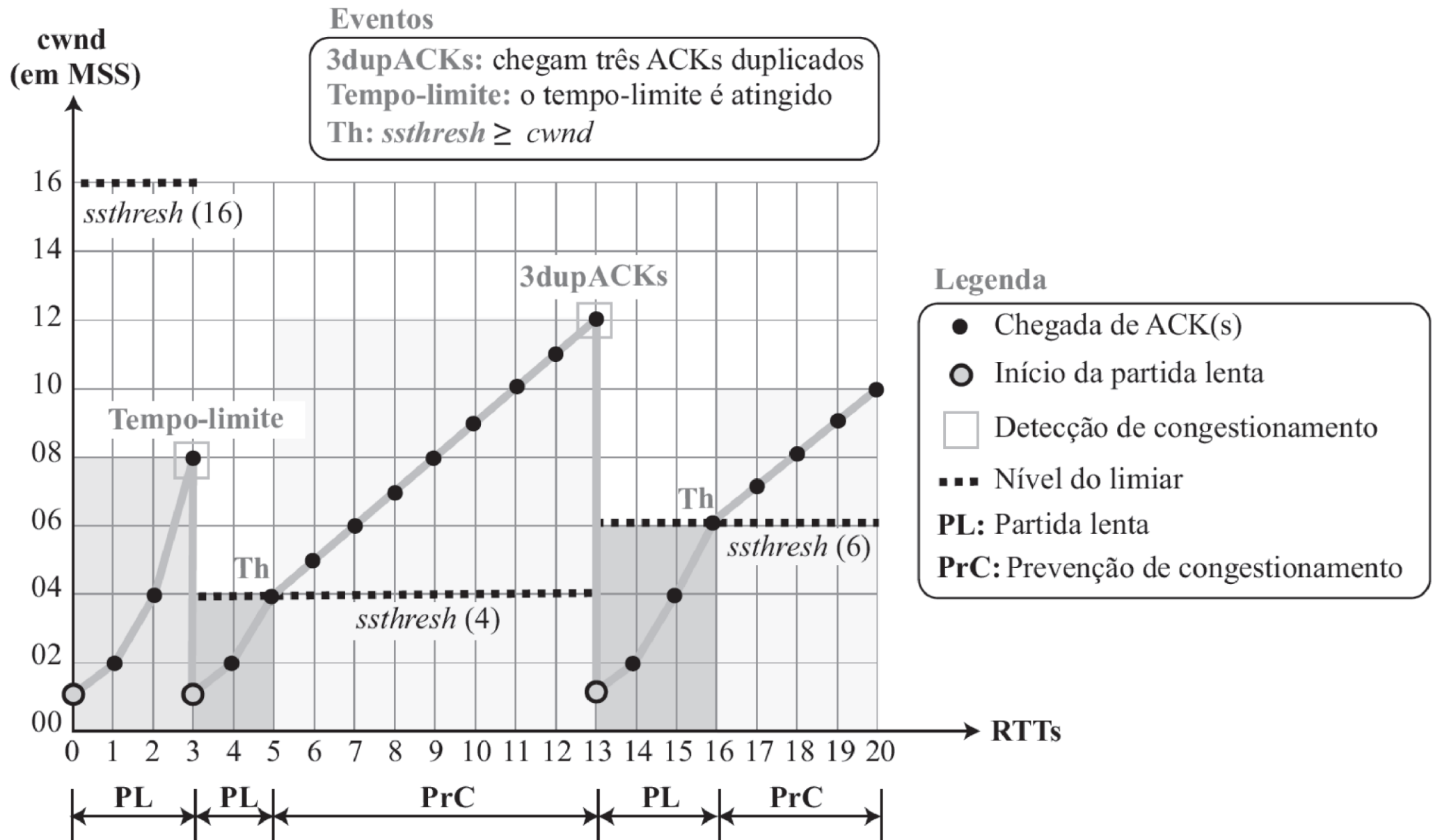
✓ Prevenção de congestionamento

- O valor de cwnd dobra (partida lenta) até atingir um limiar de partida lenta, chamado ssthresh (*slow start threshold*).
 - Este limiar de partida lenta equivale ao valor do $cwnd/2$, ou seja, a metade do valor da taxa de envio quando um congestionamento foi detectado pela última vez
- A partir daí, o valor cwnd é incrementado de um MSS a cada RTT.
- Utilizado quando um time-out de um segmento é detectado.

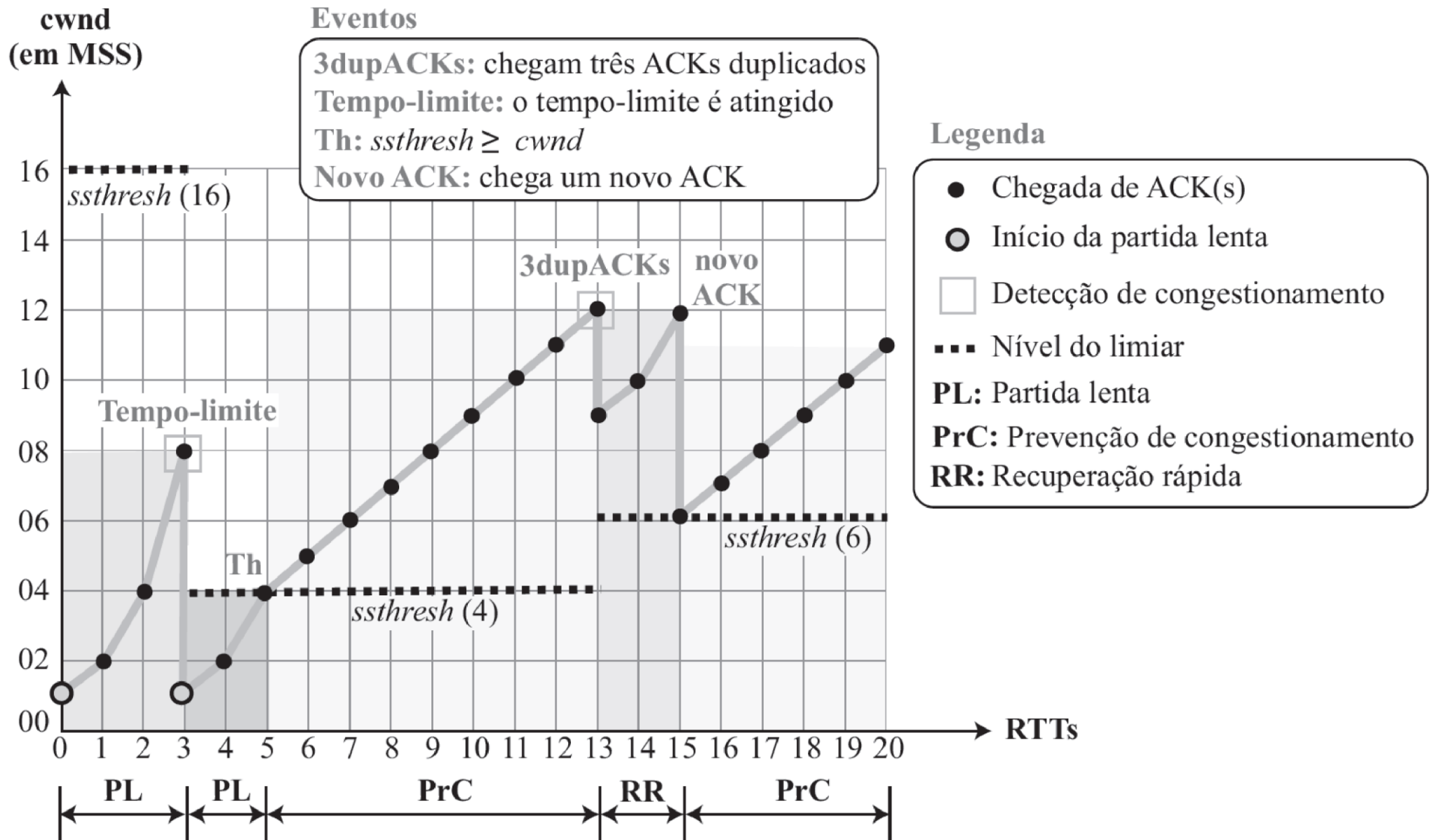
✓ Recuperação rápida

- Ao entrar no modo recuperação rápida, o valor de cwnd é aumentado de 1 MSS para cada ACK duplicado recebido no segmento perdido que fez o TCP entrar nesse modo.
- Quando o TCP recebe o ACK correspondente ao segmento perdido, retorna ao modo prevenção de congestionamento.
- Utilizado quando ACKs duplicados de um segmento é detectado.

✓ Controle de congestionamento no TCP:



✓ Controle de congestionamento no TCP:

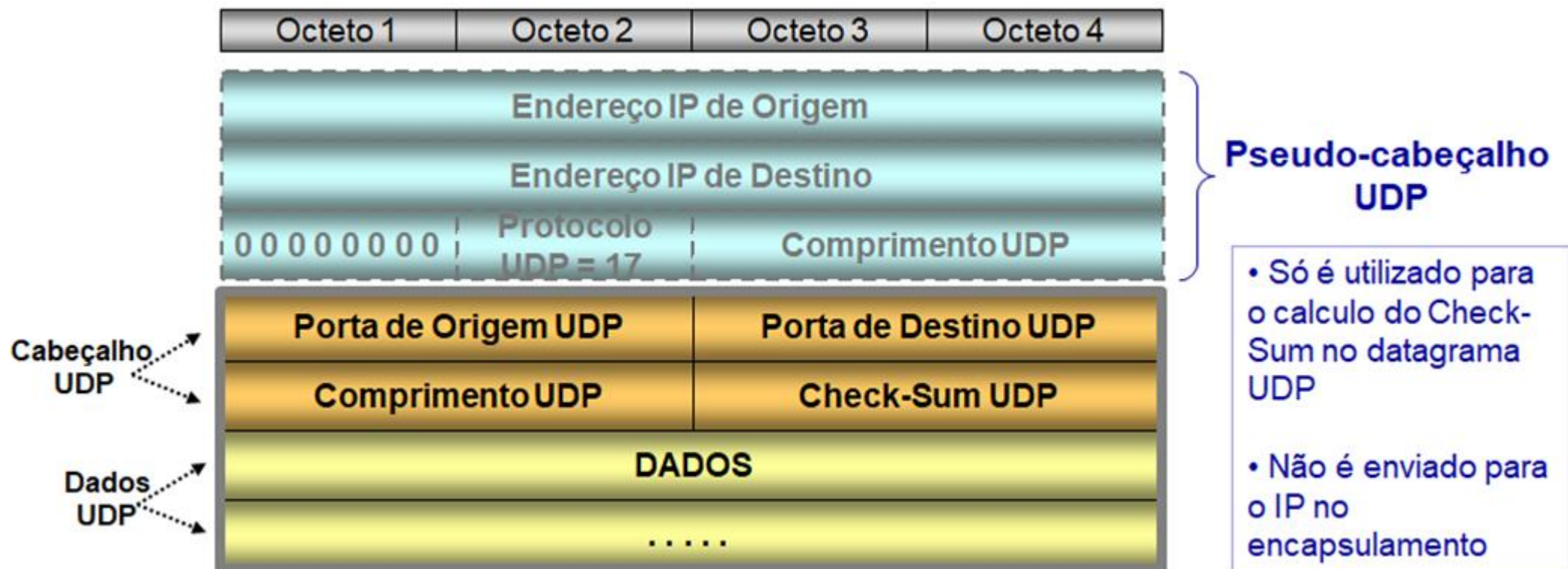


✓ Principais características:

- Protocolo de transporte simplificado.
 - Cabeçalho mais simples – apenas 8 bytes.
- Não orientado à conexão.
 - Não há estabelecimento de conexão antes que os dois processos comecem a se comunicar.
- Não confiável.
 - Quando um processo envia uma mensagem para um socket UDP, o protocolo não oferece garantias de que a mensagem chegará ao processo receptor.
 - Ainda, mensagens que chegam de fato ao processo receptor podem chegar fora de ordem.
- Implementa a multiplexação/demultiplexação de processos, assim como o TCP.
- Não inclui mecanismos de controle de congestionamento.
- Não inclui mecanismos de controle de fluxo.
- Não inclui mecanismos de controle de retransmissão.

✓ Formato do segmento:

- Porta de Origem: número de 16 bits da porta de origem.
- Porta de Destino: número de 16 bits da porta de destino.
- Comprimento: inclui cabeçalho (8 bytes) e dados, com tamanho máximo de 65515 bytes.
- Check-Sum: soma de verificação do segmento UDP (cabeçalho + pseudo-cabeçalho + dados).



Atividade 5 – TCP/UDP – Estudo dirigido II