

## Modelo OSI - Camada de Transporte

- Qualidade de Serviço
  - ... parâmetros associados a qualidade do transporte)
- Serviço de Transporte
  - ... serviço orientado a Conexão ou a Datagrama
- Classes de Protocolos de Transporte
- Protocolos de Transporte Classe 4
- Protocolos de Transporte OSI
  - ... Orientados a Conexão
  - ... sem Conexão

## Camada de Transporte - Introdução

- ... é a primeira camada do Modelo OSI a abstrair a topologia e a tecnologia da subrede de comunicação - comunicação *host* a *host*;
- ... tipos de serviços dependem do serviço de entrega de pacotes da camada de rede (serviço confiável ou não confiável):
  - camada de rede baseada em datagrama => camada de transporte deve gerenciar a perda, duplicação e inversão de ordem de pacotes ocorridos na subrede de comunicação;
  - camada de rede com serviço confiável => camada de transporte passa a ter uma estrutura mais simplificada, gerenciando principalmente o fluxo de mensagens entre *hosts* e quebras de conexões de rede.

## 1 - Qualidade de Serviço

- ... a camada de transporte define alguns parâmetros associados a qualidade do transporte de dados, parâmetros esses negociados no estabelecimento de conexões de transporte entre o *host* e subrede de comunicação.
- vazão (bytes/s) - taxa mínima assegurada de transmissão de mensagens pela conexão de transporte;
- atraso de propagação (milisegundos) - tempo máximo de trânsito de uma mensagem entre as camadas de transporte dos *hosts* comunicantes;
- *jitter* (milisegundos) - variação máxima do atraso de propagação;
- tempo de estabelecimento de conexão (milisegundos) - máximo intervalo de tempo entre a solicitação de uma conexão e sua confirmação;
- probabilidade de falha no estabelecimento de conexão - ... devido a falta de buffers nos *hosts*, congestionamento na subrede, etc.;

## (cont.) 1 - Qualidade de Serviço

- tempo de encerramento de conexão (milisegundos) - tempo máximo para o término de uma conexão;
- probabilidade de falha no término de conexão - probabilidade do encerramento de uma conexão não se completar no tempo de encerramento estipulado;
- taxa de erro residual - taxa de mensagens perdidas ou corrompidas na conexão de transporte (na prática, assume-se um valor pequeno);
- proteção - estipula privacidade dos dados fluindo pela conexão de transporte quanto a sua interceptação por terceiros;
- prioridade - estipula a prioridade dessa conexão em relação as demais;
- confiabilidade - mede a probabilidade da camada de transporte falhar espontaneamente devido a bugs, situações não previstas, etc..

## 2 - Serviço de Transporte

- ... o serviço de transporte pode ser orientado a conexão ou a datagrama;
- ... em **redes locais**, o serviço sem conexão (baixo *overhead*) é atrativo dada a alta confiabilidade da camada de rede;
- ... já em **redes públicas**, mesmo com camada de rede orientada a conexão, como no caso do X.25/Camada 3, o serviço de transporte orientado a conexão é mais seguro para a maioria das aplicações;
- ... a camada de transporte provê serviços nos TSAPs;
- ... um TSAP ou *Transport Service Access Points* pode ser entendido como um identificador de uma fila para onde mensagens são enviadas (ou de onde mensagens são recebidas).

## (cont.) 2 - Serviço de Transporte

- ... as primitivas T-CONNECT, T-DISCONNECT e T-DATA estabelecem, terminam e transmitem TPDU's por uma conexão - ... são equivalentes àquelas da camada de rede.

```
T-CONNECT.request(TSPA_origem, TSAP_destino, exp_req, QoS, dados);
T-CONNECT.indication(TSPA_origem, TSAP_destino, exp_req, QoS, dados);
T-CONNECT.response(QoS, TSAP_destino, exp_req, QoS, dados);
T-CONNECT.confirm(QoS, TSAP_destino, exp_req, QoS, dados);
```

```
T-DISCONNECT.request(dados);
T-DISCONNECT.indication(justificativa,dados);
```

```
T-DATA.request(dados);
T-DATA.indication(dados);
```

## (cont.) 2 - Serviço de Transporte

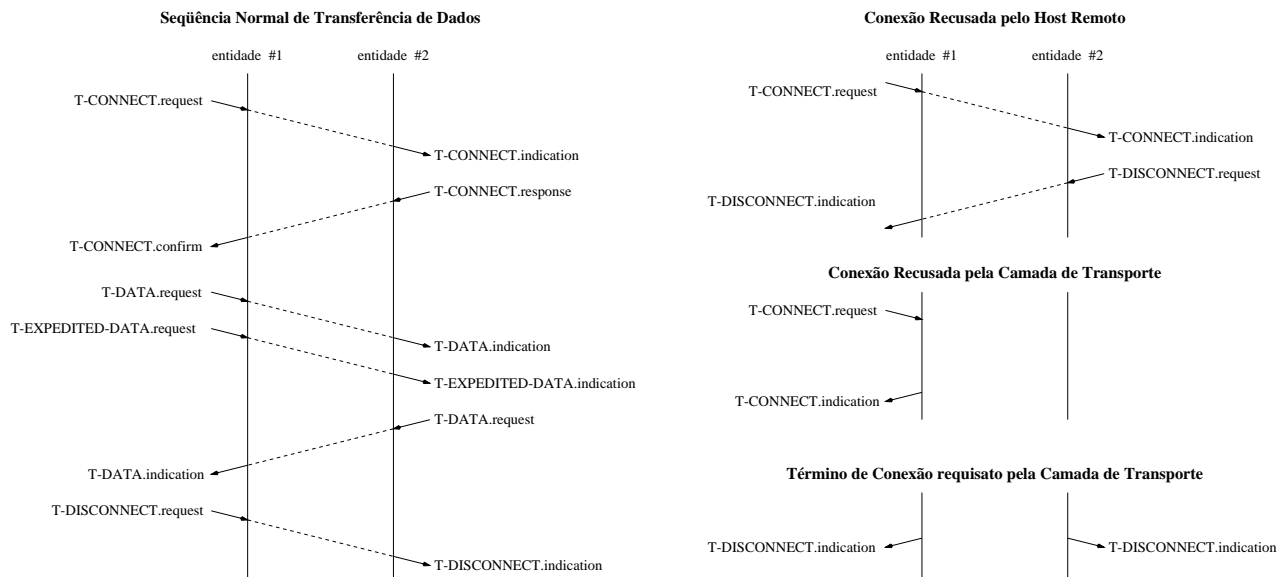
- ... a primitiva T-EXPEDITED-DATA transmite dados expresso - TPDUs com alta prioridade que são entregues à aplicação fora de sequência;
- ... são empregados para transmitir informações urgentes como um caráter de controle pelo usuário numa sessão de *login* remoto;

```
T-EXPEDITED-DATA.request(dados);
T-EXPEDITED-DATA.indication(dados);
```

- ... a primitiva T-UNIDATA transmite uma TPDU sem o estabelecimento de conexão e sem garantia de entrega, sequência ou ausência de duplicação;

```
T-UNIDATA.request(TSAP_origem, TSAP_destino, QoS, dados);
T-UNIDATA.indication(TSAP_origem, TSAP_destino, QoS, dados);
```

## (cont.) 2 - Serviço de Transporte



### 3 - Classes de Protocolos de Transporte

- ... são classificados em função da camada de rede da qual se utilizam e de certas funcionalidades que proveêm;
- ... as subredes de comunicação se classificam em 03 tipos:

**X Tipo A** - são livres de erros e de quebras de conexões (Redes LANs);

**X Tipo B** - suportam transporte confiável, mas com ocorrência de quebra de conexões (N-RESETs). Redes Públicas X.25 pertencem a esta classe;

**X Tipo C** - suportam transporte não confiável. Redes com Protocolo IP (*Internet Protocol*) pertencem a esta classe.

### (cont.) 3 - Classes de Protocolos de Transporte

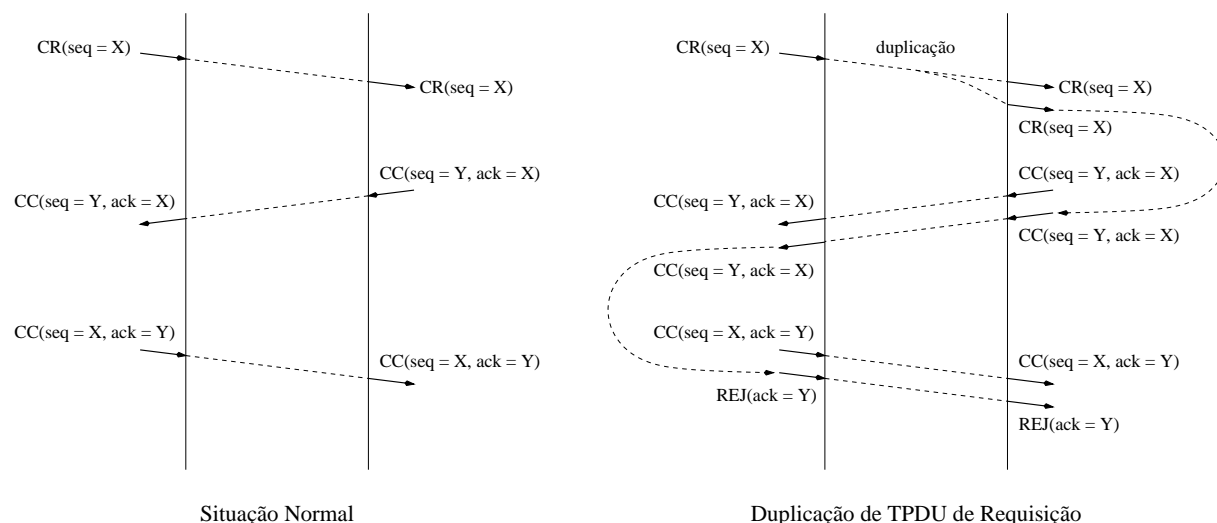
- **Classe 0** - são protocolos mais simples pois toda a confiabilidade recai sobre a subrede, assim operam em subredes Tipo A;
- **Classe 1** - operam sobre subredes Tipo B, e assim proveêm recuperação básica de erros (principalmente N-RESETs);
- **Classe 2** - idênticos aos de Classe 0, também operando sobre redes Tipo A, permitem apenas a multiplexação de várias conexões de transporte numa única conexão de rede;
- **Classe 3** - protocolos de transporte para redes do Tipo B, proveêm as funcionalidades das Classes 1 e 2;
- **Classe 4** - operam em subredes Tipo C, provendo detecção e recuperação de erros não tratados pela subrede de comunicação (usualmente baseados em datagrama). Constituem os protocolos de transporte mais complexos.

## 4 - Protocolos de Transporte Classe 4

- ... operam em subredes Tipo C que oferecem serviços de datagramas sem garantia de entrega, ordem ou ausência de duplicação, cabendo ao serviço de transporte adicionar a confiabilidade não oferecida pela camada de rede.
- ... também são empregados em subredes Tipo B, onde a camada de rede pode se valer de serviços orientados a conexão oferecidos pela camada de rede;
- ... um Protocolo de Transporte Classe 4 deve gerenciar a perda, duplicação e inversão de ordem dos pacotes em 03 situações:
  - durante o estabelecimento de conexões de transporte;
  - durante a transferência de TPDUs de dados;
  - durante o fechamento de conexões.

### 4.1 - Estabelecimento de Conexões

- ... 02 cenários devem ser gerenciados: duplicação de um TPDU que carrega uma requisição de conexão (T-CONNECT.request) e perda de um TPDU que carrega a confirmação do estabelecimento da conexão (T-CONNECT.confirm).

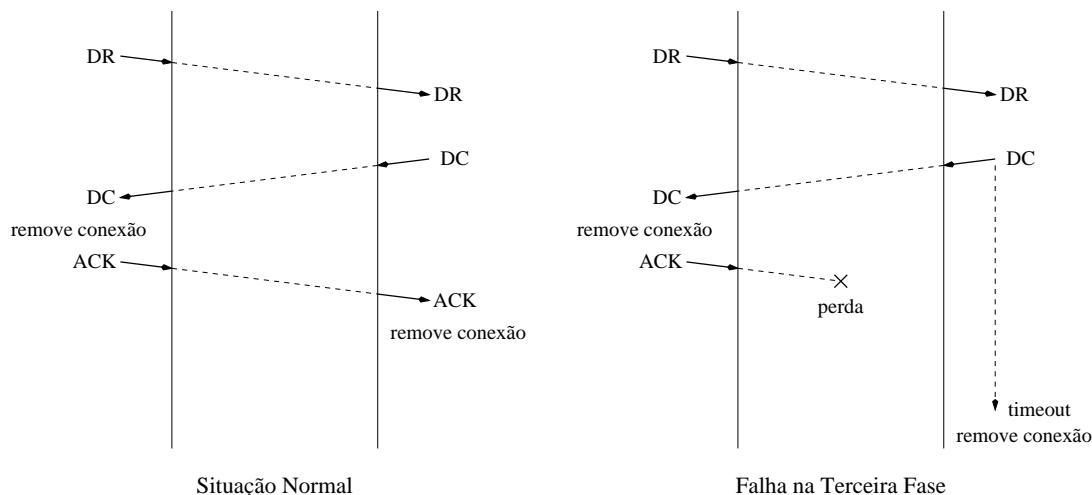


## 4.2 - Transferência de TPDUs de Dados

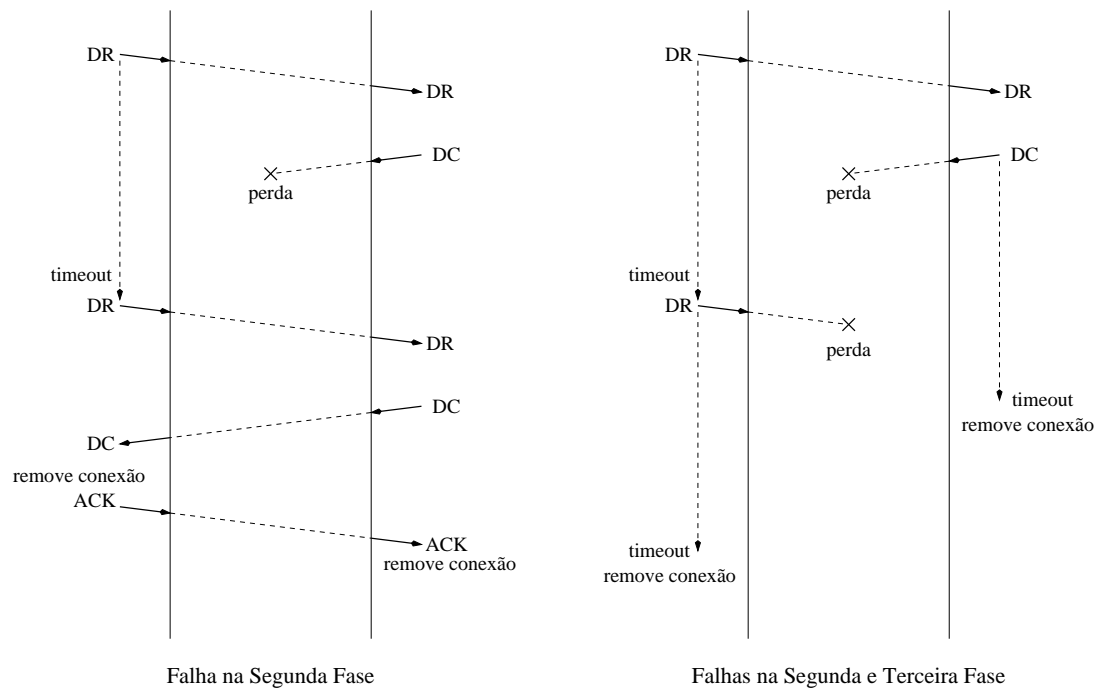
- ... perdas, duplicações e inversões de ordem são tratados de forma adequada por protocolos de controle de fluxo com reconhecimento e *piggybacking*;
- ... um problema adicional nos protocolos de transporte classe 4 reside na alocação de *buffers* (*pool* de *buffers* p/ todas as conexões ou *buffer* único);
- ... tanto em um caso quanto em outro, qual o tamanho dos *buffers* ? Isto decorre do fato de que o tamanho das TPDUs pode variar de poucos *bytes* (*login* remoto) a milhares de *bytes* (transferência de arquivo);
- *Pool* de *Buffers* - emprega-se *buffers* de tamanho variado, o que causa um *overhead* adicional na procura de um *buffer* no *pool*;
- *Buffer* Único - pode-se negociar um tamanho inicial de *buffer*, ao invés do tamanho da janela no estabelecimento da conexão.

## 4.3 - Encerramento de Conexões

- ... 02 cenários devem ser considerados: o TPDU solicitando o encerramento da conexão se perdeu, gerando o fechamento da conexão em apenas um lado e um TPDU de dados chega após a conexão pela qual fluía ter sido encerrada;



### (cont.) 4.3 - Encerramento de Conexões



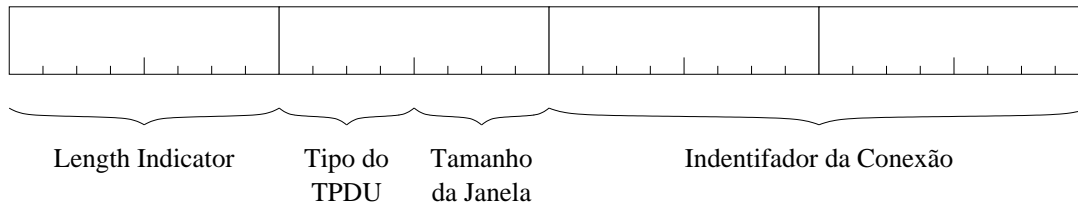
## 5 - Multiplexação na Camada de Transporte

- ... é a capacidade de: ❶ operar múltiplas conexões de transporte através de uma única conexão de rede (multiplexação *upward* ou ❷ uma única conexão de transporte utilizar múltiplas conexões de rede (multiplexação *downward*);
- Multiplexação *Upward* - comum em redes públicas onde a taxação é função do número de conexões requisitadas à subrede de comunicação
  - apresenta qualidade de serviço pobre;
  - presente em protocolos transporte Classe 2 em diante.
- Multiplexação *Downward* - ocorre quando uma conexão de transporte necessita determinada vazão não assegurada pela conexão de rede, assim distribui-se os TPDU's por várias conexões de rede aumentando a vazão da conexão.



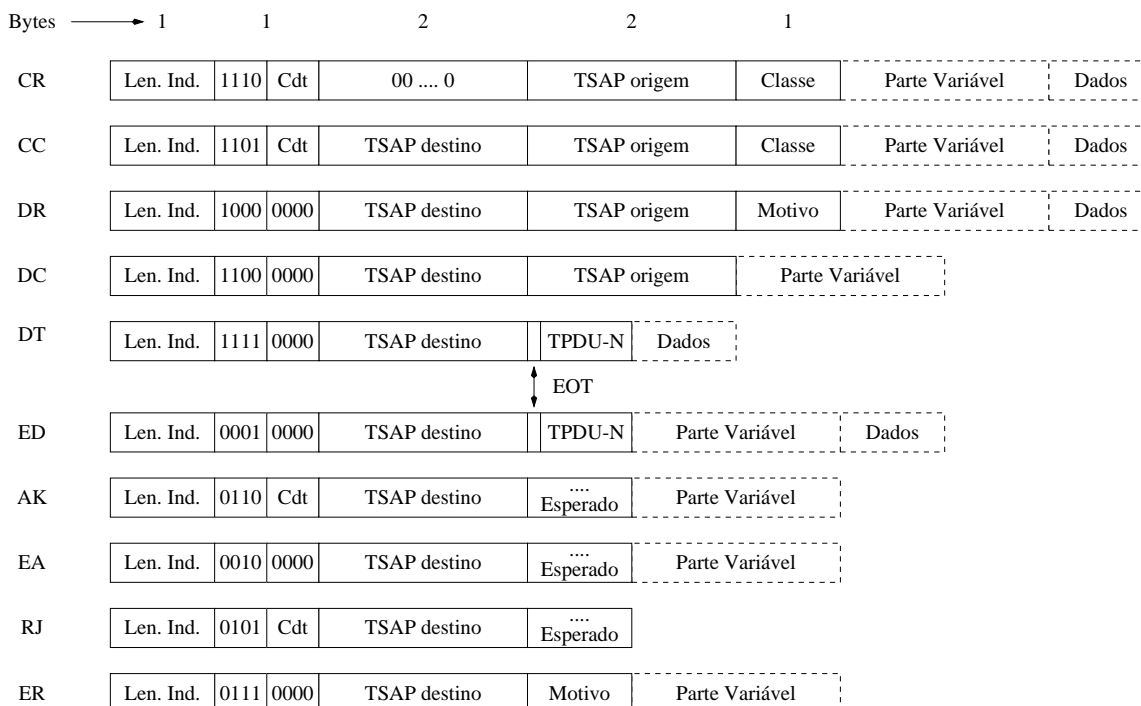
## 6 - Protocolo de Transporte OSI Orientado a Conexão

- ... é um Padrão ISO (8073) tipicamente em conjunto com o X.25.
- ... define 10 classes de TPDUs, sendo os mesmos para as 05 classes de protocolos, exceto que certas classes não fazem uso de todos os TPDUs.



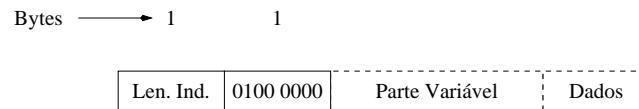
- ... os 03 primeiros campos são comuns a todos TPDUs, sendo que os demais campos dependem do tipo de TPDU.
- ... alguns tipos: *Connection Request*, *Connection Confirm*, *Disconnect Request*, *Disconnect Confirm*, *Data*, *Expedited Data*, *Acknowledgement*, *Reject* e *Error Report*.

### (cont.) 6 - Protocolo de Transporte OSI Orientado a Conexão



## 7 - Protocolo de Transporte OSI sem Conexão

- ... define um único tipo de TPDU utilizado no transporte de dados;
- ... cada TPDU é transmitido num pacote separado, sem confirmação de recebimento, não há garantia de entrega, ordem, ou ausência de duplicação;
- ... utilizado principalmente em redes Classe A (locais);
- ... a parte variável do cabeçalho contém os TSAPs de origem e destino, e opcionalmente, o *checksum*.



### Alguns Exercícios

- 1 Quais as funções precípuas da camada de transporte ?
- 2 O que é Qualidade de Serviço e sob que parâmetros é determinada ?
- 3 Qual a finalidade de se definir classes de protocolos de transporte ?
- 4 Descreva como conexões são estabelecidas em protocolos de transporte Classe 4 e como se dá o controle de fluxo .
- 5 Quais as diferenças no procedimento de 03 fases para se abrir e fechar conexões para protocolos de transporte Classe 4 ?
- 6 É razoável se empregar um protocolo de transporte sem conexão em subredes de comunicação orientadas à conexão (X.25, por exemplo) ? Justifique.