

# Capítulo 6

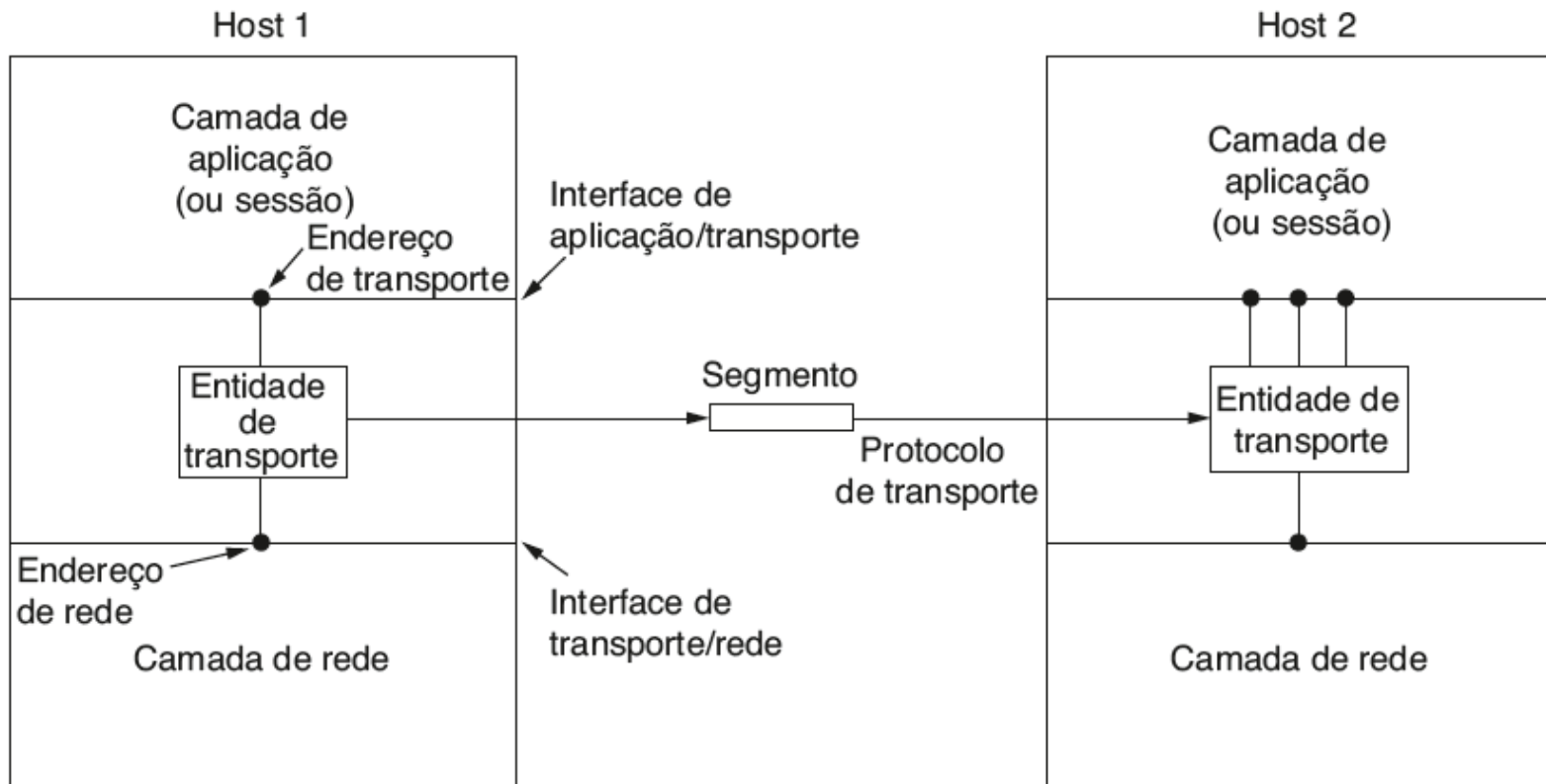
## A camada de transporte



# Serviço de transporte

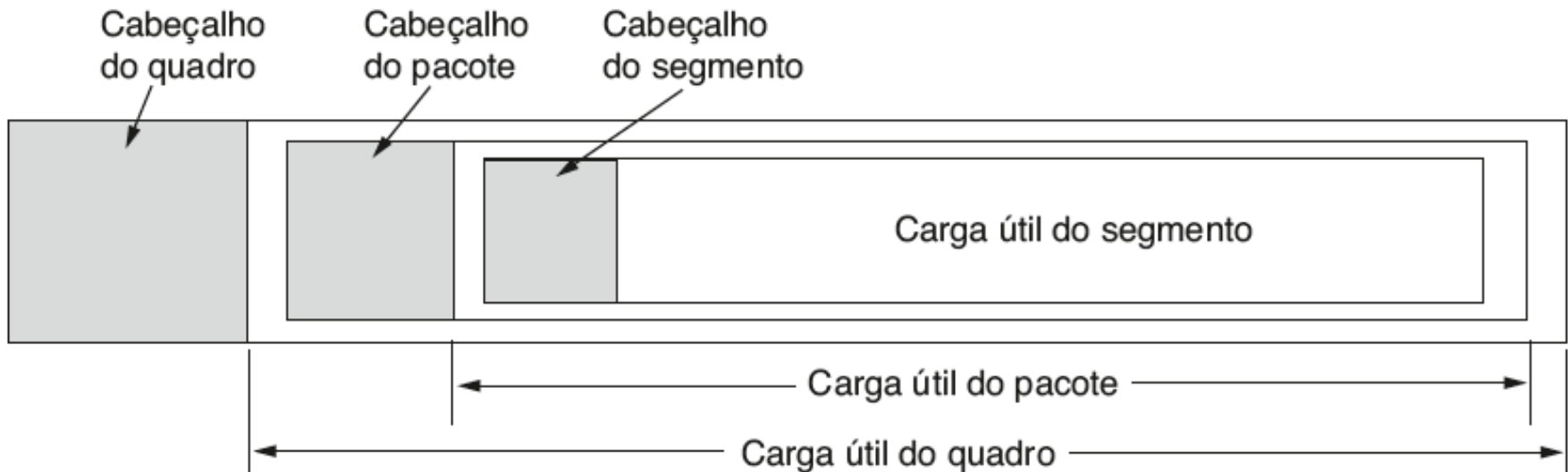
- Serviços das camadas superiores
- Primitivas de serviços de transporte
- Soquetes de Berkeley
- Exemplo de programação com soquetes:  
servidor de arquivos da Internet

# Serviços fornecidos às camadas superiores



As camadas de rede, transporte e aplicação.

# Cabeçalho de Transporte



Aninhamento de TPDUs, pacotes e quadros.

# Soquetes de Berkeley

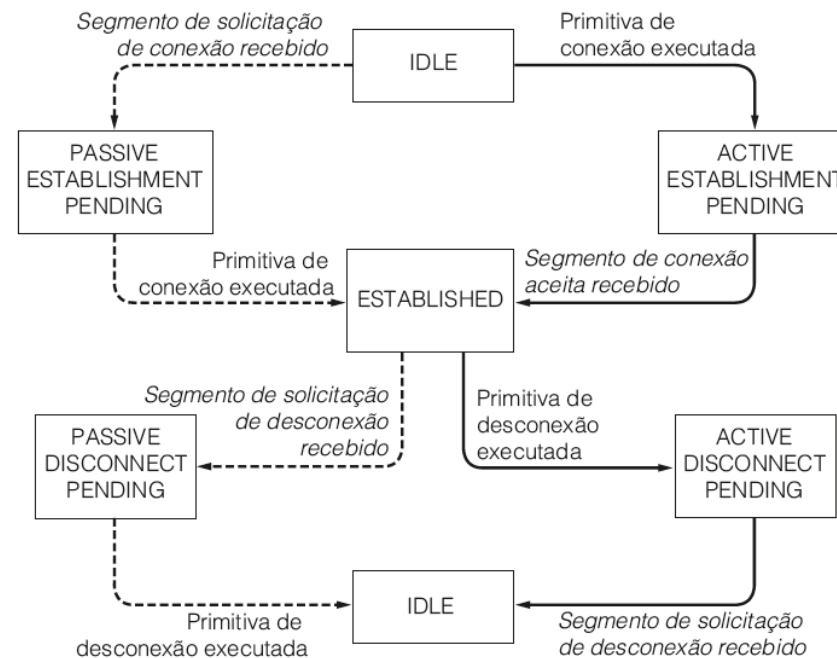


Diagrama de estado para um esquema de gerenciamento de uma conexão simples. As transições marcadas em itálico são causadas pelos pacotes de chegada. As linhas sólidas mostram a sequência de estados do cliente. As linhas tracejadas mostram a sequência de estados do servidor.

# Soquetes de Berkeley

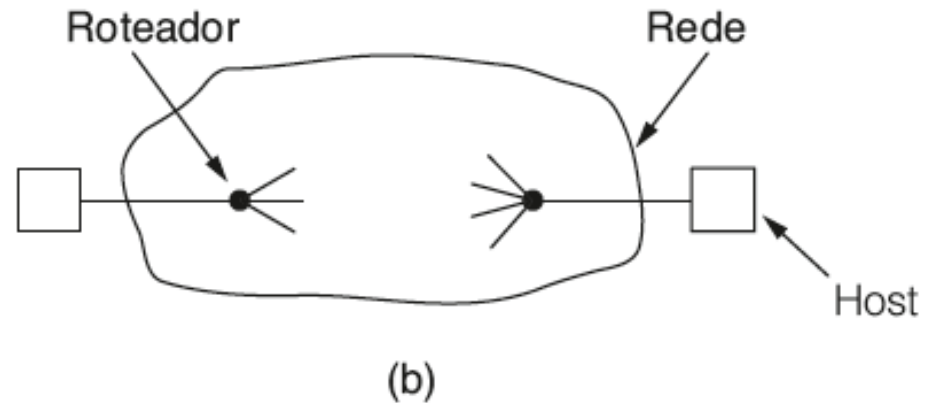
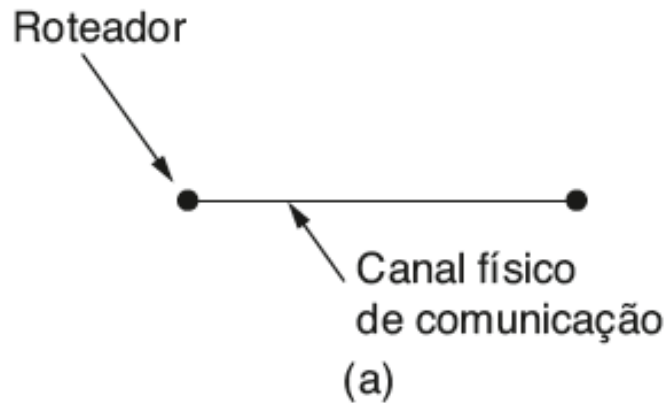
Primitiva	Significado
SOCKET	Criar um novo ponto final de comunicação
BIND	Anexar um endereço local a um soquete
LISTEN	Anunciar a disposição para aceitar conexões; mostrar o tamanho da fila
ACCEPT	Bloquear o responsável pela chamada até uma tentativa de conexão ser recebida
CONNECT	Tentar estabelecer uma conexão ativamente
SEND	Enviar alguns dados através da conexão
RECEIVE	Receber alguns dados da conexão
CLOSE	Encerrar a conexão

As primitivas de soquetes para o TCP.

# Elementos dos protocolos de transporte

- Endereçamento
- Estabelecendo conexão
- Desfazendo conexão
- Controle de erro e fluxo
- Multiplexação
- Recuperação de falhas

# Elementos dos protocolos de transporte

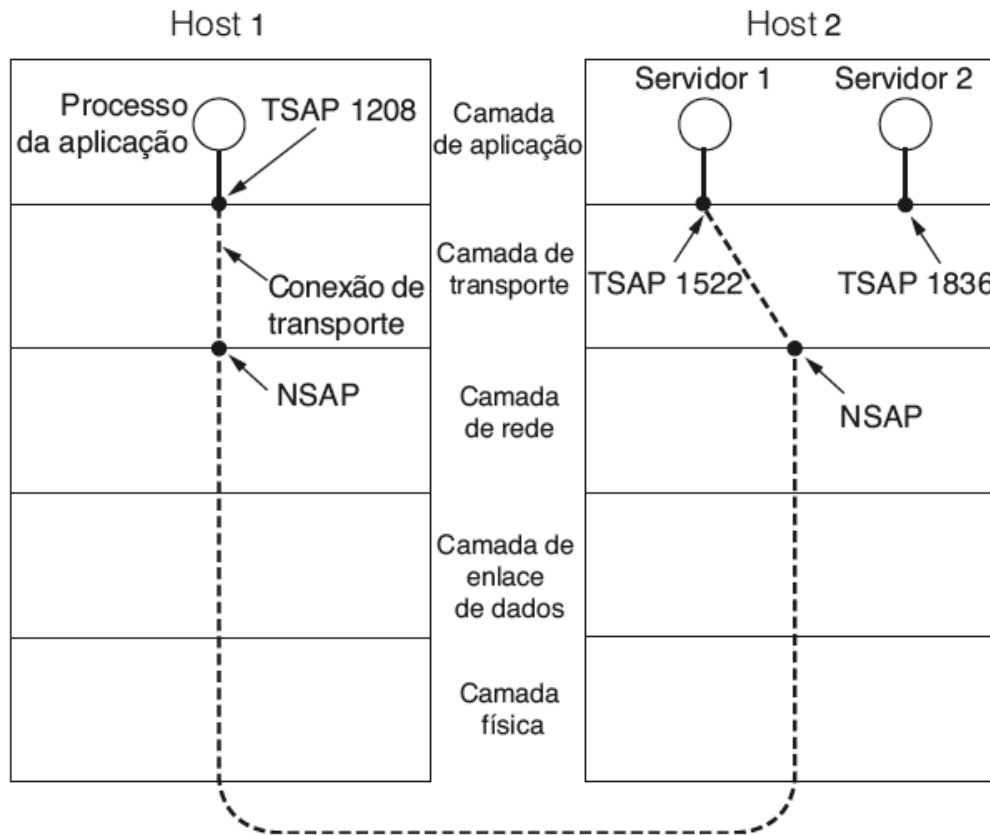


(a) Ambiente da camada de enlace de dados.

(b) Ambiente da camada de transporte.

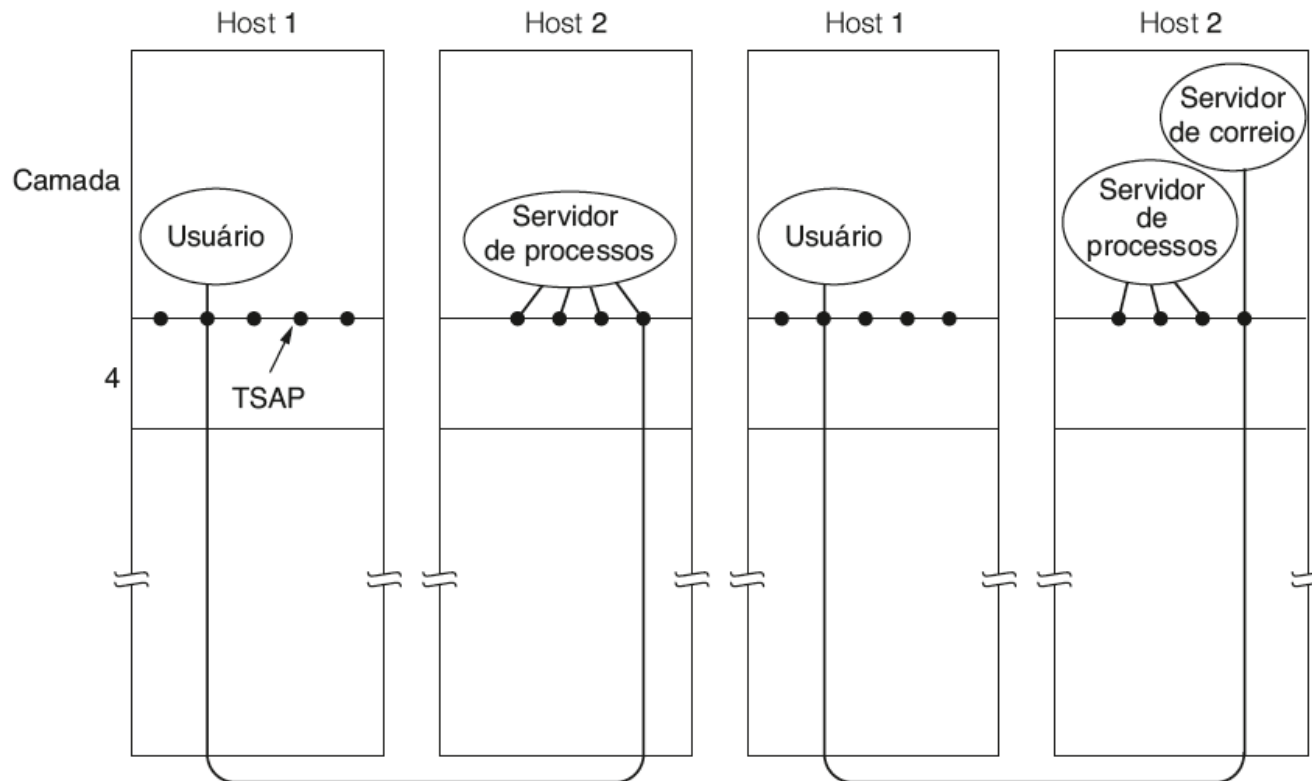


# Endereçamento



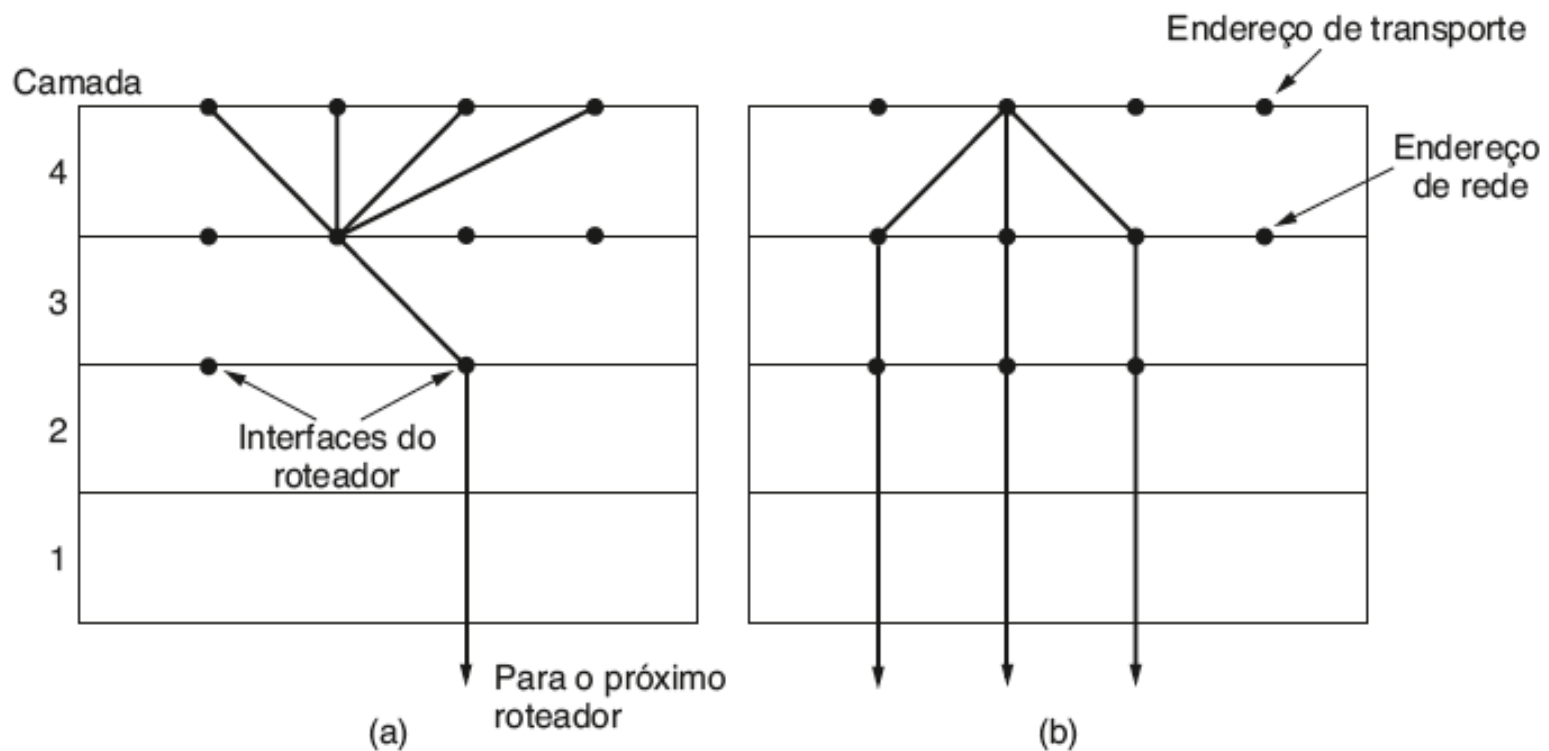
TSAPs, NSAPs e conexões de transporte.

# Endereçamento



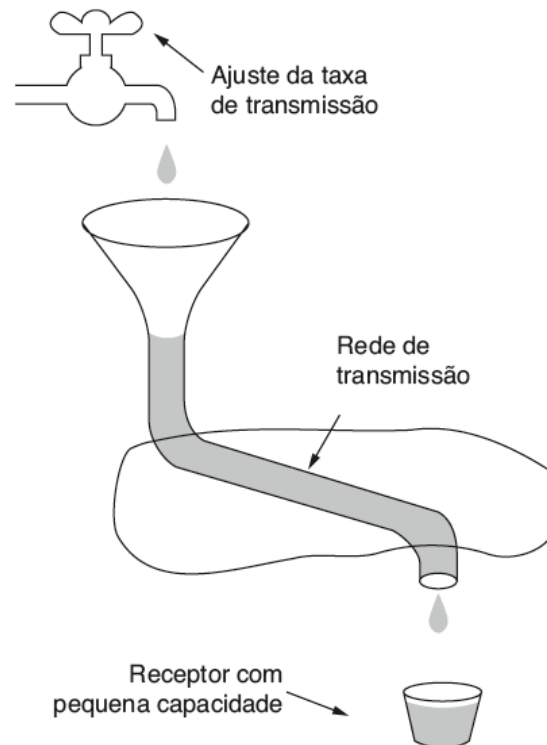
Como um processo do usuário no host 1 estabelece uma conexão com o processo servidor de correio no host 2.

# Multiplexação



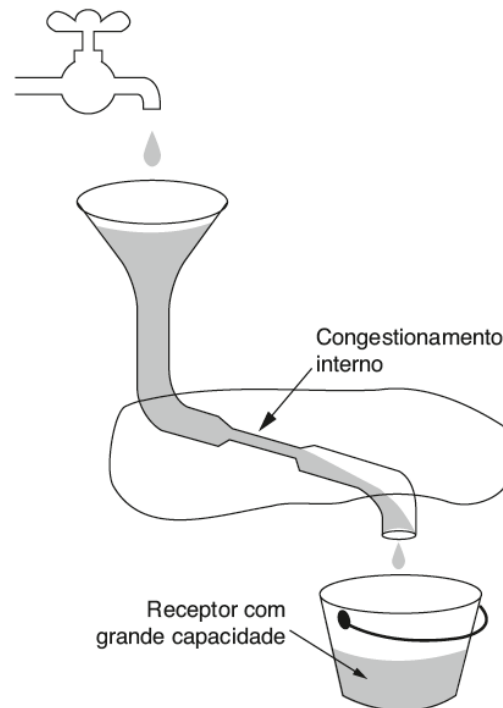
(a) Multiplexação. (b) Demultiplexação.

# Problemas das Redes



Uma rede de transmissão rápida e um receptor de baixa capacidade.

# Problemas das Redes

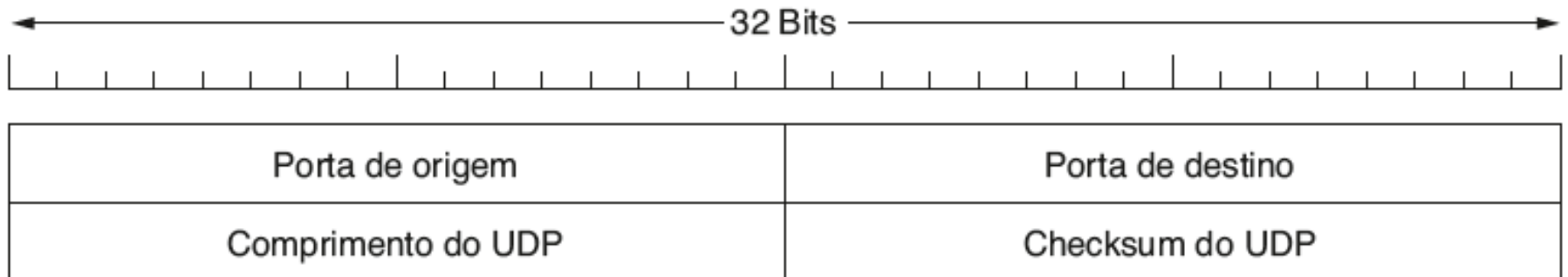


Uma rede de transmissão lenta e um receptor de alta capacidade.

# Os protocolos de transporte da Internet: UDP

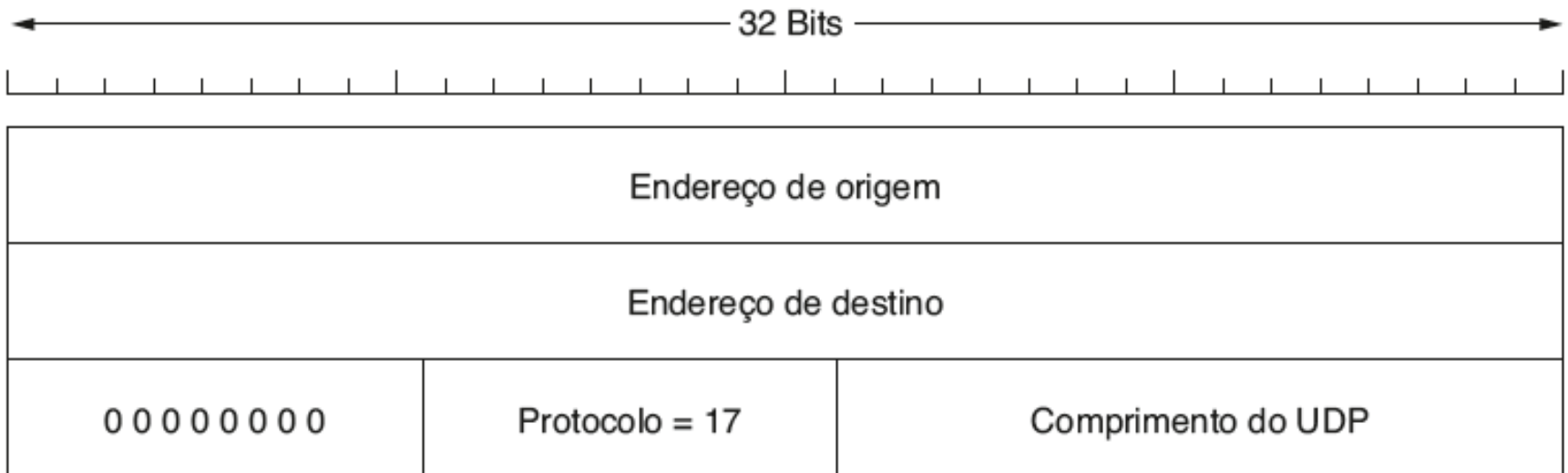
- Introdução ao UDP (User Datagram Protocol)
- Chamada de procedimento remoto (RPC)
- Transporte em tempo real

# Introdução ao UDP



Cabeçalho UDP.

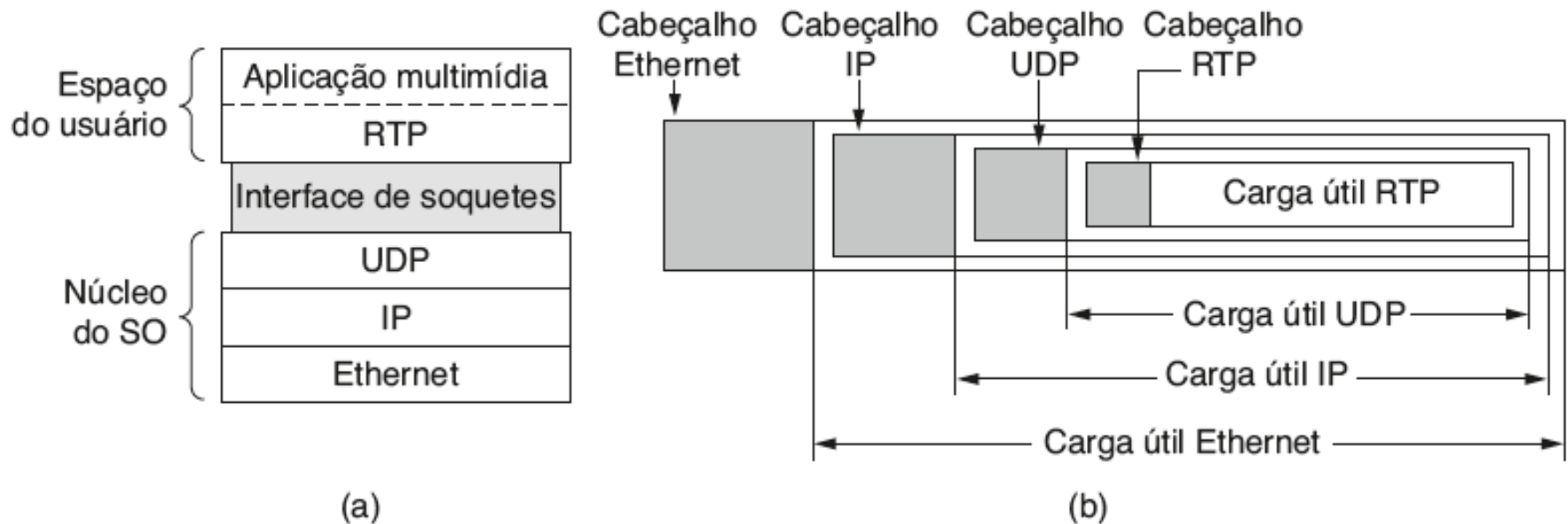
# Introdução ao UDP



O pseudocabeçalho IPv4 incluso no campo checksum UDP.



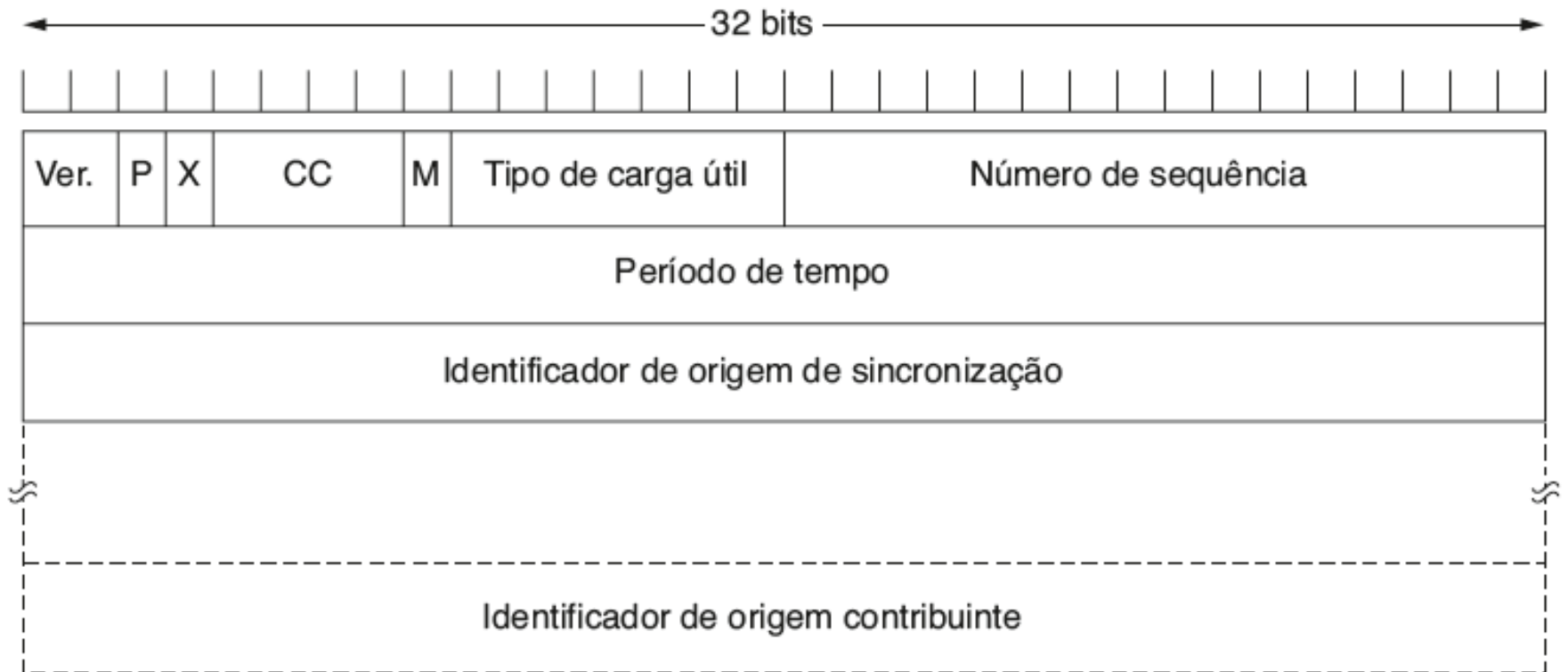
# Transporte em tempo real



(a) A posição do RTP na pilha de protocolos.

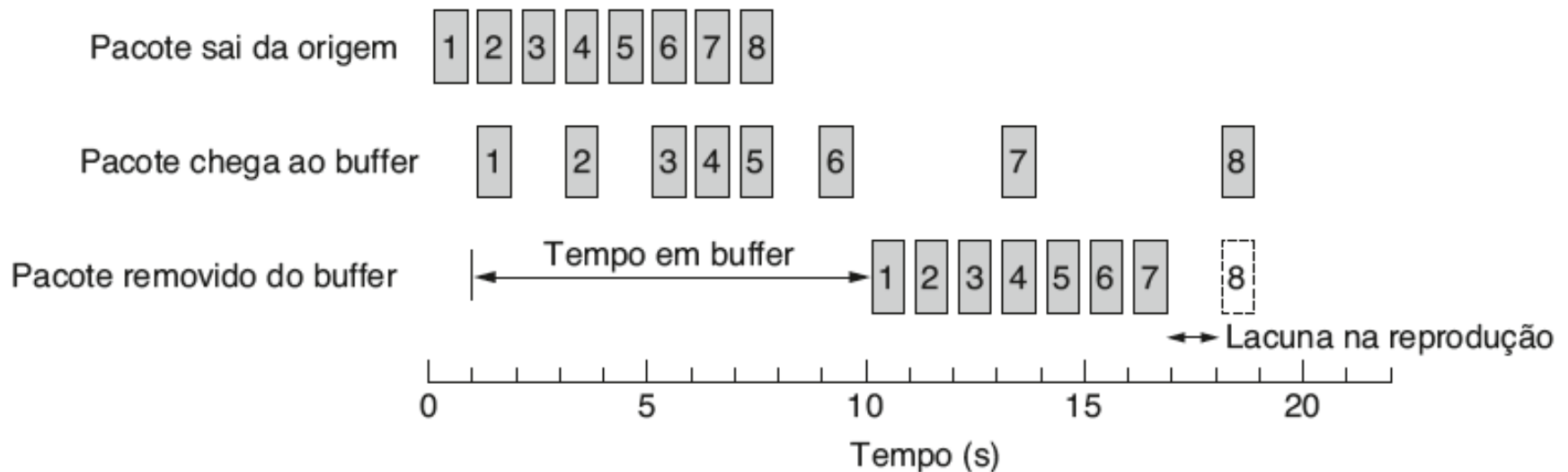
(b) Pacotes aninhados.

# Transporte em tempo real



Cabeçalho RTP.

# Transporte em tempo real



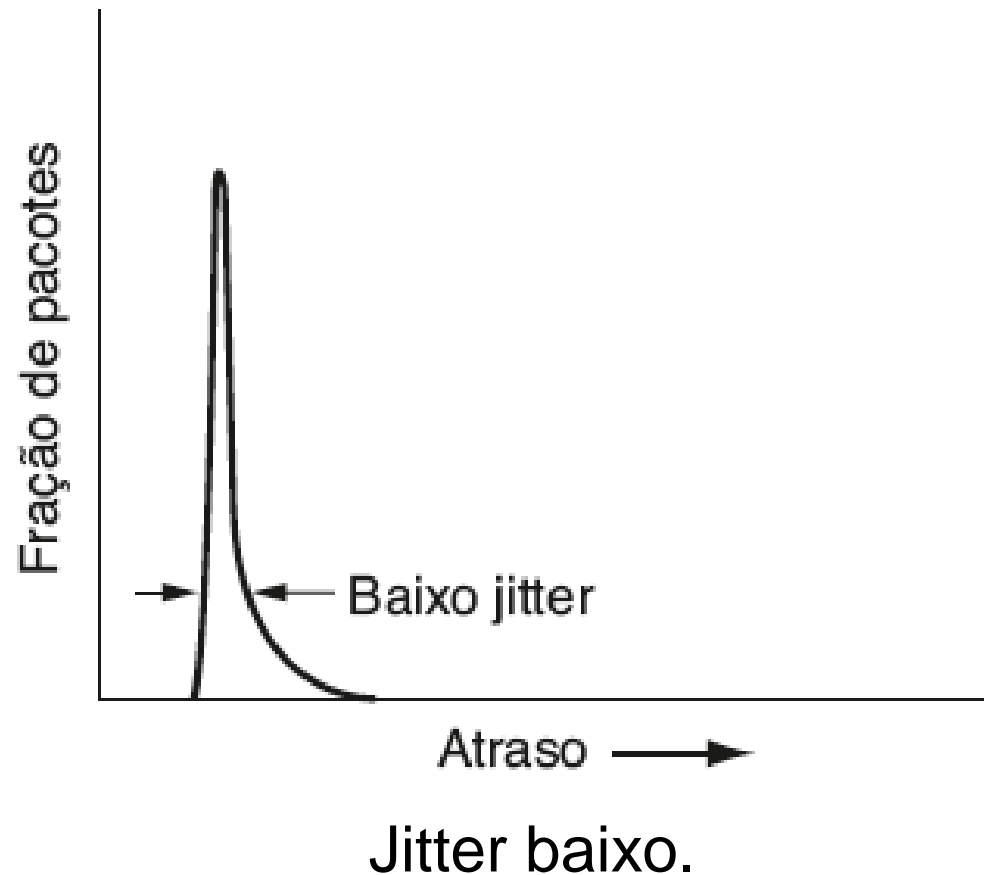
Uniformizando o stream de saída de pacotes em buffer.

# Transporte em tempo real



Jitter alto (alta variação no delay).

# Transporte em tempo real



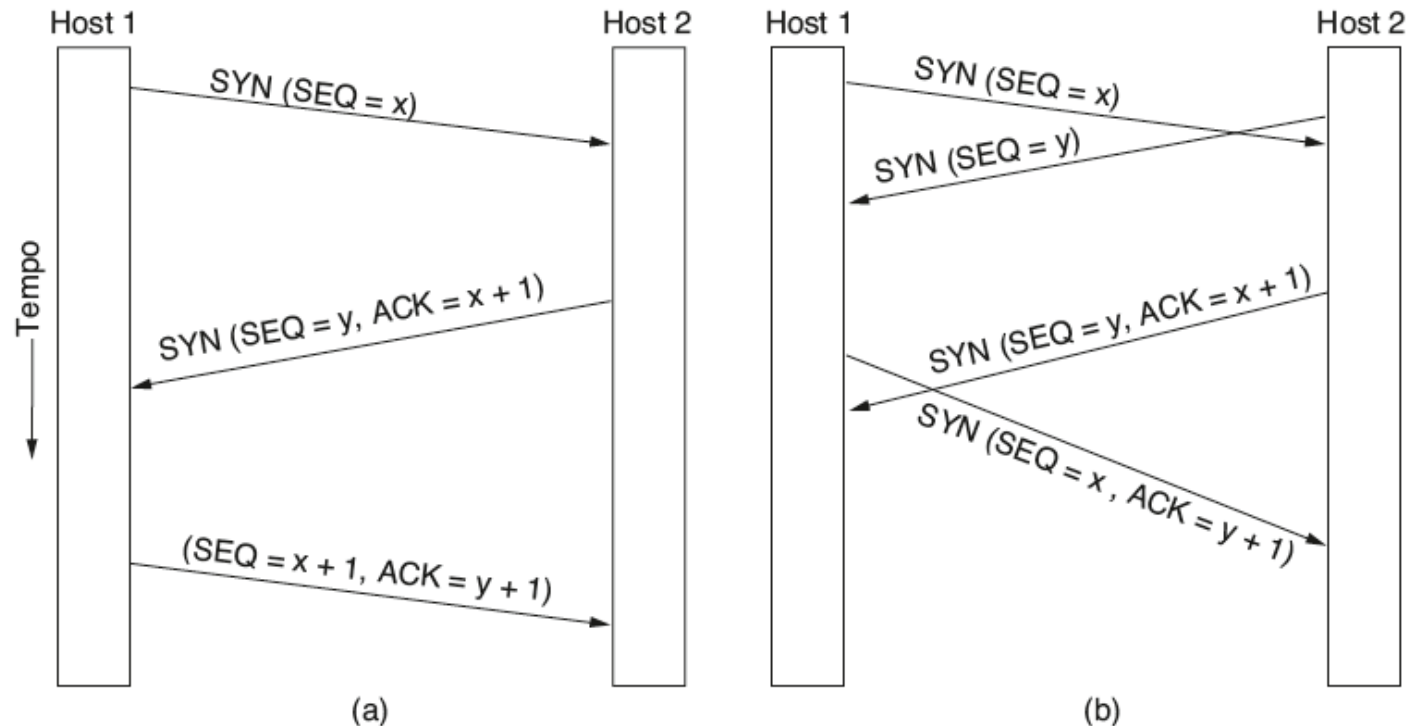
# Protocolos da camada de transporte da Internet: TCP

- Introdução ao TCP (Transmission Control Protocol)
- O modelo de serviço do TCP
- O protocolo TCP
- O cabeçalho do segmento TCP
- Estabelecendo uma conexão TCP
- Desfazendo uma conexão TCP

# Protocolos da camada de transporte da Internet: TCP

- Modelo de gerenciamento de uma conexão TCP
- Janela deslizante TCP
- Gerenciamento de tempo de conexão TCP
- Controle de congestionamento TCP
- Futuro do TCP

# Estabelecendo uma conexão TCP



- (a) Caso comum no estabelecimento de uma conexão TCP.
- (b) Estabelecendo conexões TCP simultâneas de ambos os lados.

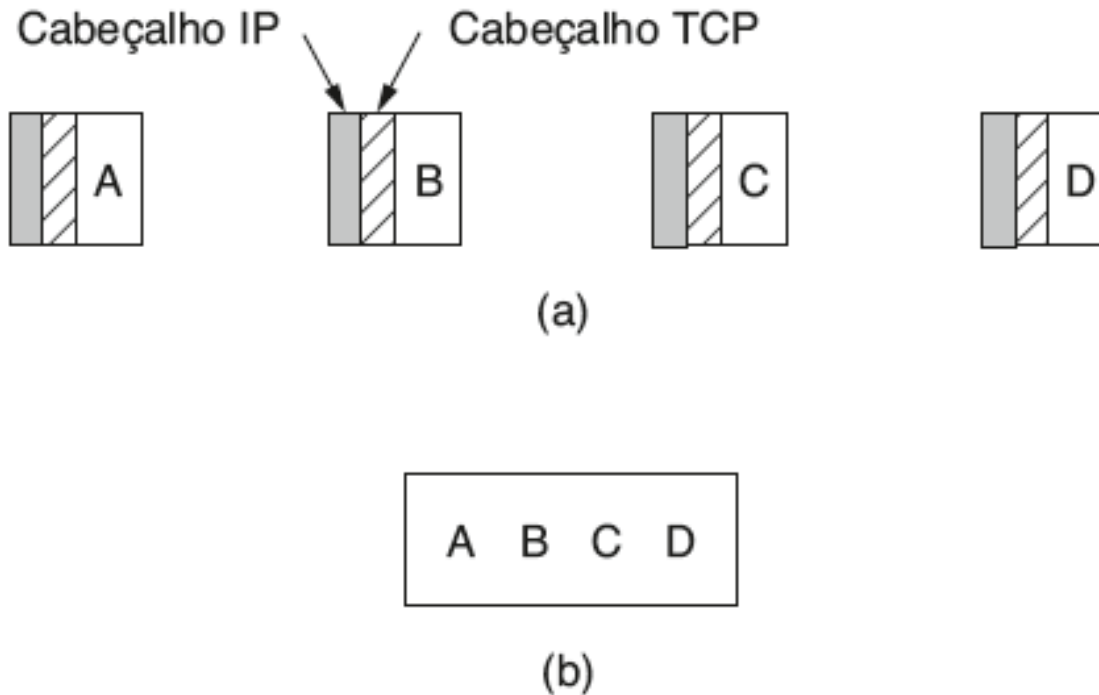


# O modelo de serviço TCP

Porta	Protocolo	Uso
20, 21	FTP	Transferência de arquivos
22	SSH	Login remoto, substituto do Telnet
25	SMTP	Correio eletrônico
80	HTTP	World Wide Web
110	POP-3	Acesso remoto a correio eletrônico
143	IMAP	Acesso remoto a correio eletrônico
443	HTTPS	Web segura (HTTP sobre SSL/TLS)
543	RTSP	Controle de player de mídia
631	IPP	Compartilhamento de impressora

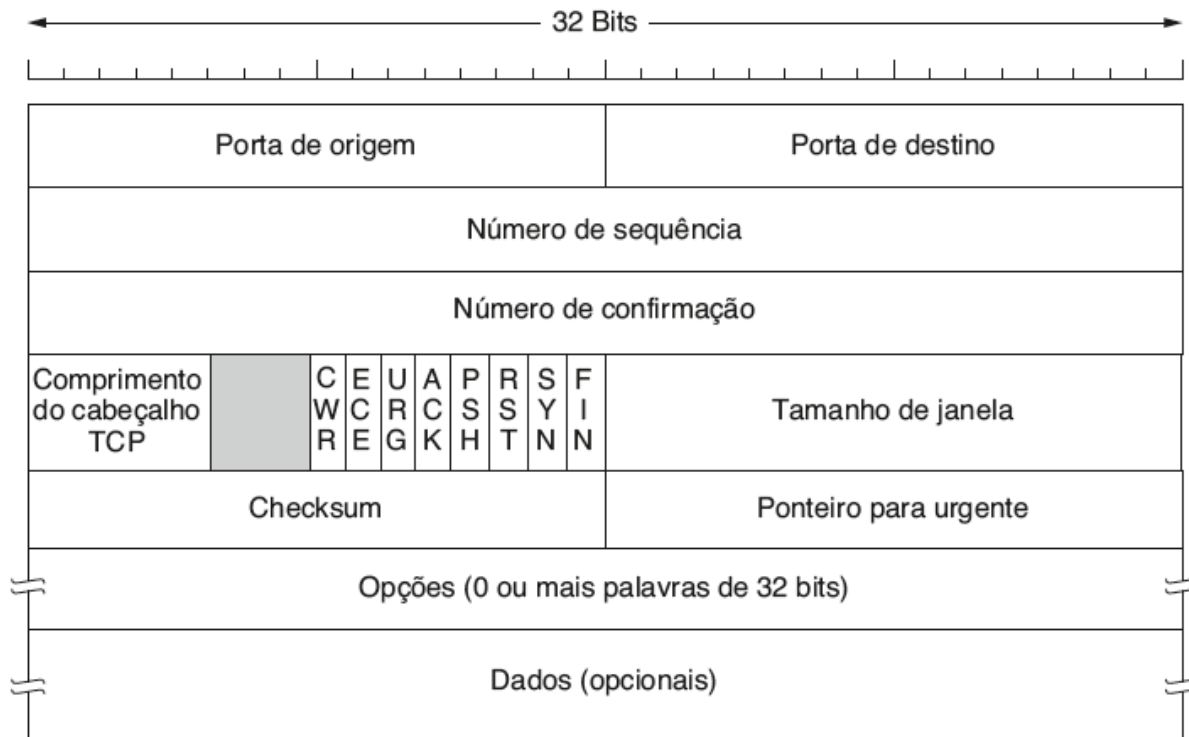
Algumas portas atribuídas.

# O modelo de serviço TCP



(a) 4 segmentos de 512 bytes enviados em datagramas IP separados. (b) Os 2.048 bytes de dados entregues à aplicação em uma única chamada READ.

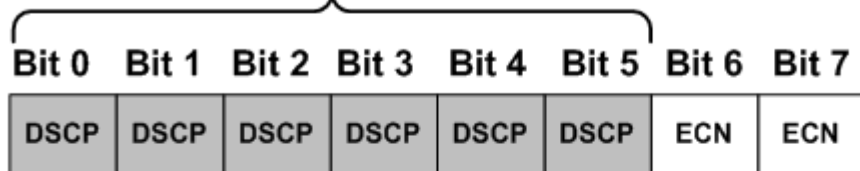
# Cabeçalho do segmento TCP



Cabeçalho TCP.

# Flags ECT e CE

## Differentiated Services (DS) Field



0	7	15	23	31
Version	IHL	TOS	Total Length	
Identification			Flags	Fragment Offset
TTL		Protocol	Header Checksum	
Source IP Address				
Destination IP Address				
Options				
Padding				

```

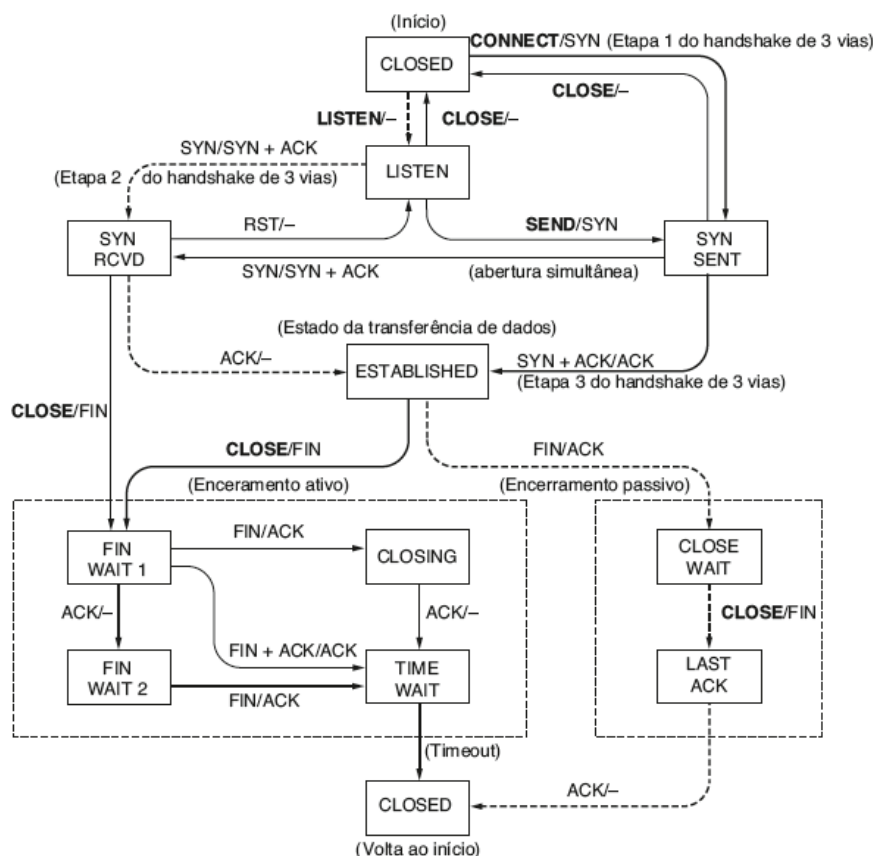
---- Type of Service ----
{111. ....}= 07h [007d] Precedence: Network Control
{...1 ....}= 01h [001d] Delay: Low
{.... 1...}= 01h [001d] Throughput: High
{.... .1..}= 01h [001d] Reliability: High
{.... ..1.}= 01h [001d] ECN Capable Transport(ECT): Yes
{.... ...0}= 00h [000d] Congestion Experienced(CE): No
  
```

# Modelo de gerenciamento de conexão TCP

Estado	Descrição
CLOSED	Nenhuma conexão ativa ou pendente
LISTEN	O servidor está esperando a chegada de uma chamada
SYN RCVD	Uma solicitação de conexão chegou; espera por ACK
SYN SENT	A aplicação começou a abrir uma conexão
ESTABLISHED	O estado normal para a transferência de dados
FIN WAIT 1	A aplicação informou que terminou de transmitir
FIN WAIT 2	O outro lado concordou em encerrar
TIME WAIT	Aguarda a entrega de todos os pacotes
CLOSING	Ambos os lados tentaram encerrar a transmissão simultaneamente
CLOSE WAIT	O outro lado deu início a um encerramento
LAST ACK	Aguarda a entrega de todos os pacotes

Estados usados no gerenciamento de conexão TCP em uma máquina de estados finitos.

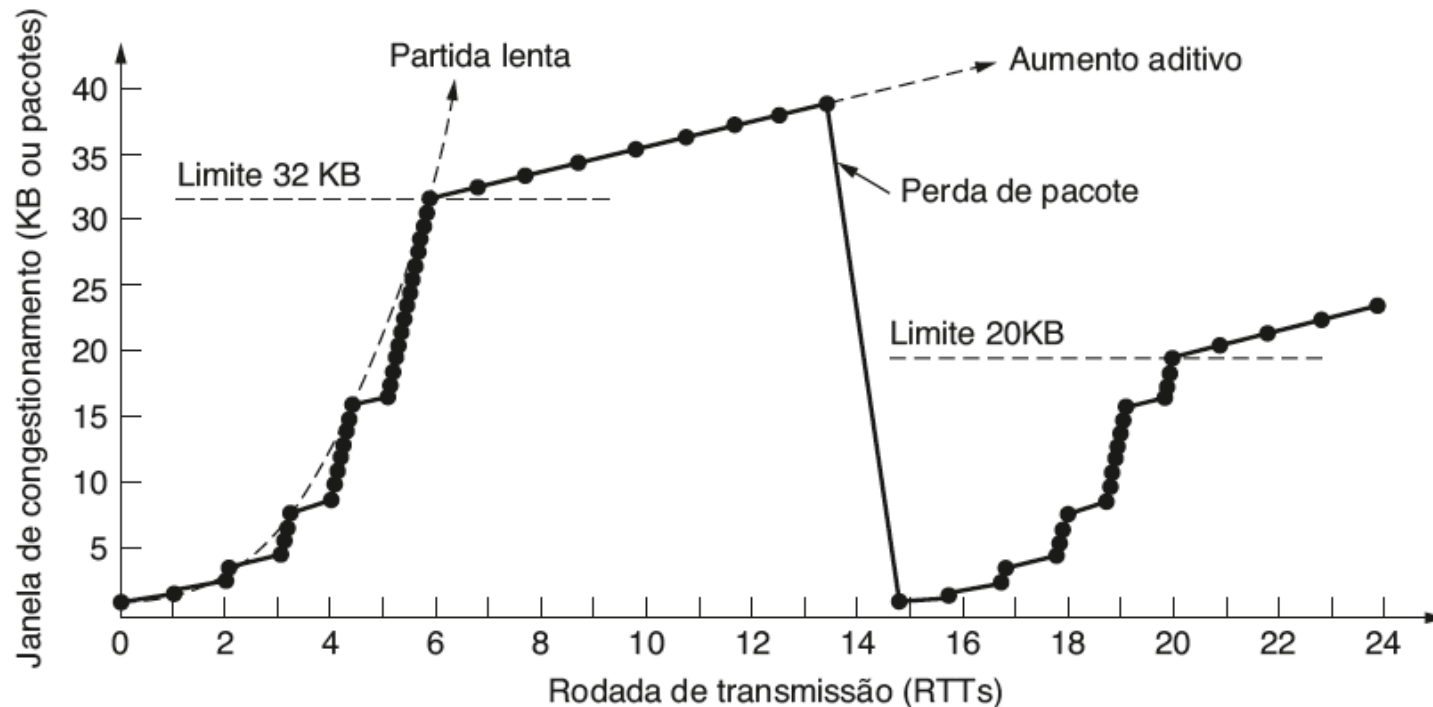
# Modelo de gerenciamento de conexão TCP



Gerenciamento de conexão TCP em uma máquina de estados finitos.

As linhas sólidas grossas são os percursos comuns ao cliente. As linhas tracejadas são os percursos comuns ao servidor. As linhas suaves são eventos incomuns. Cada transição é rotulada pelo evento que a produziu e ação resultante separada por barra.

# Controle de congestionamento TCP



Partida lenta seguida por aumento aditivo no TCP Tahoe (Slow Start with Collision Avoidance).

# Sliding Windows

- Cumulative Acknowledgement
- Window
- ACK
- SACK