



## UNIDADE II

---

### Arquitetura de Redes de Computadores

Prof. Me. Antônio Palmeira

# Conteúdo da Unidade II

- Camada de rede.
- Algoritmos de roteamento e roteadores.
- Protocolo de internet.
- Camada de transporte.
- Camada de aplicação.
- Segurança em redes de computadores.

## Camada de rede

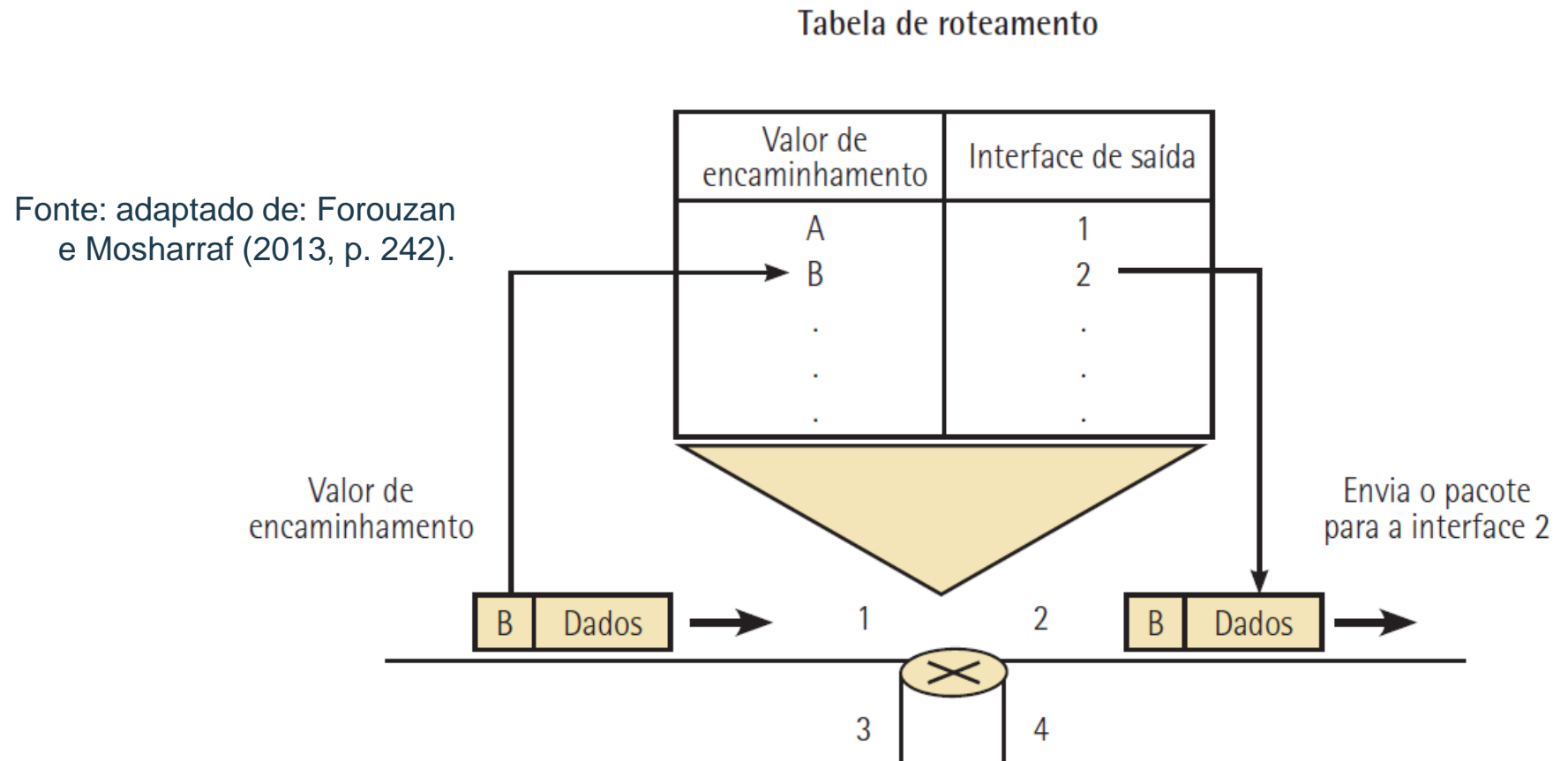
- É a camada responsável pelo endereçamento lógico dos dispositivos de rede e pelo roteamento dos pacotes, ou seja, o trajeto a ser trilhado.
- Para favorecer a entrega de pacotes *host-a-host*, a camada de rede executa os seguintes processos: encapsulamento, desencapsulamento, roteamento, encaminhamento e controle de erros.

# Encapsulamento/Desencapsulamento

- O encapsulamento é também chamado de empacotamento, que consiste em receber o segmento da camada de transporte e encapsulá-lo em um pacote, em que teremos um cabeçalho contendo informações importantes (por exemplo, os endereços lógicos de origem e destino) para encaminhamento e roteamento adequado.
- O desencapsulamento é o segundo processo executado pela camada de rede e ocorre no destino, quando o *host* recebe o pacote e retira dele a carga útil (segmento), entregando-o para a camada de transporte. É o processo inverso ao do encapsulamento.

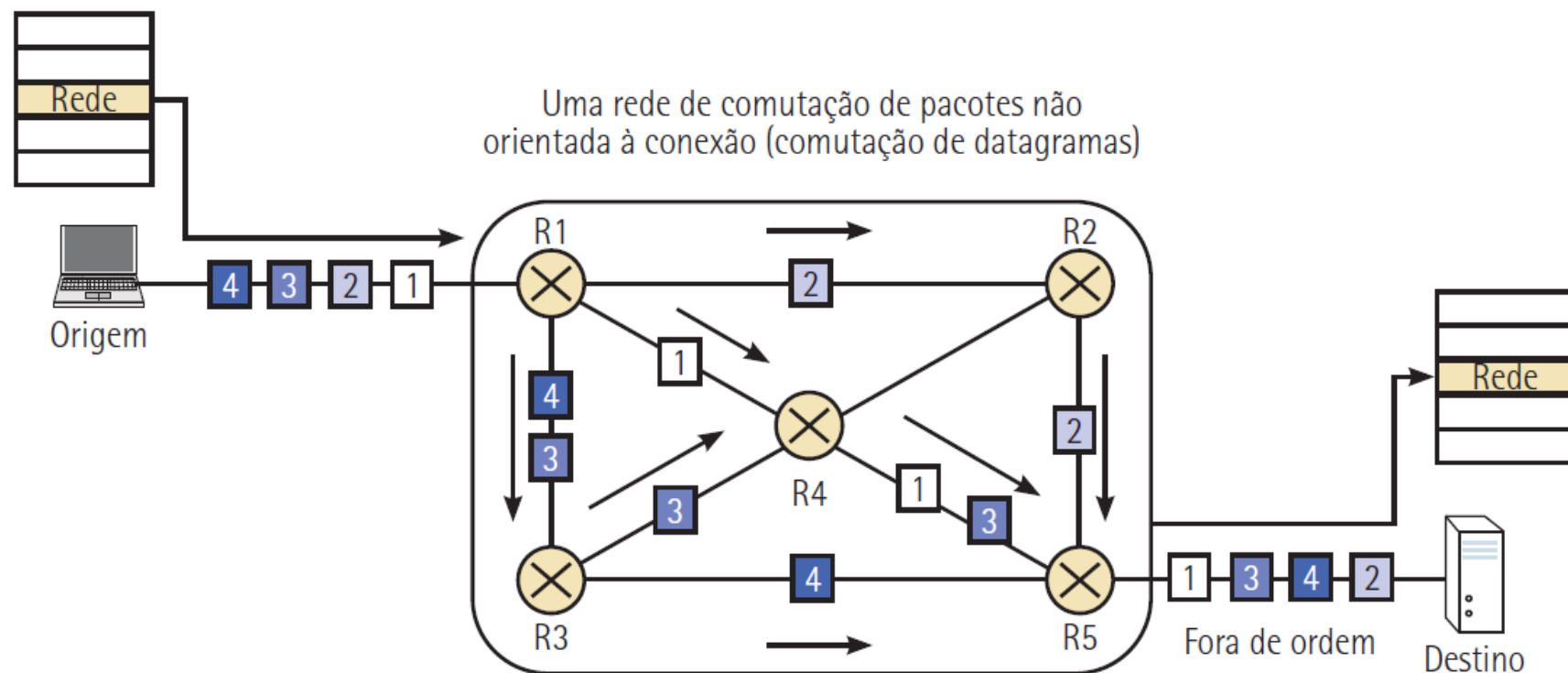
# Roteamento/Encaminhamento

- Roteamento: determinação do melhor caminho para um pacote, ou seja, no encontro da melhor rota (relacionada em uma tabela), que pode ser definida a partir de um algoritmo de roteamento ou estabelecida de forma estática por um administrador da rede.
- Encaminhamento: determinação e execução do envio do pacote por uma interface.



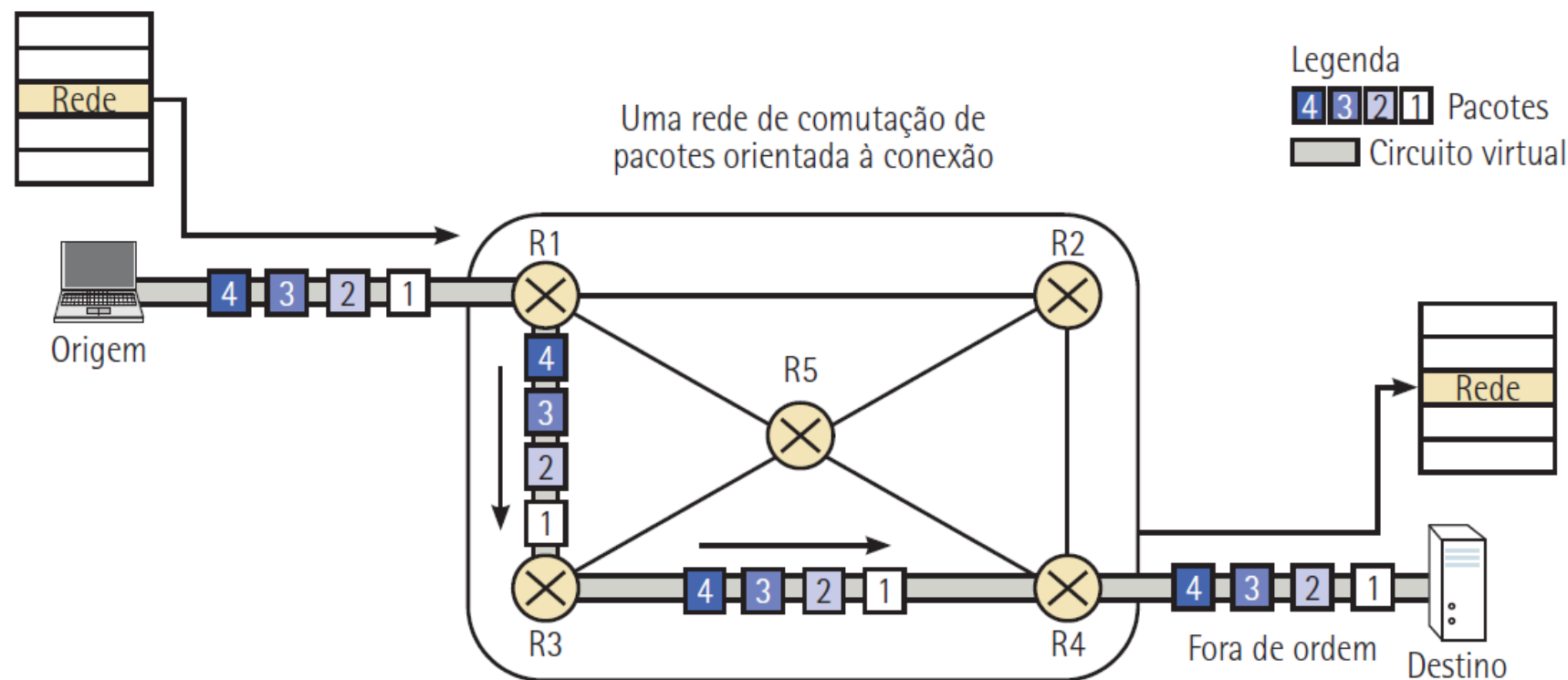
# Abordagens da camada de rede: datagrama

- Na abordagem de datagrama, não temos um caminho prefixado por onde os pacotes (também chamados de datagrama) trafegam.
- Eles podem tomar os mais diversos trajetos e todo o roteamento/encaminhamento é feito a cada salto dado em um roteador.



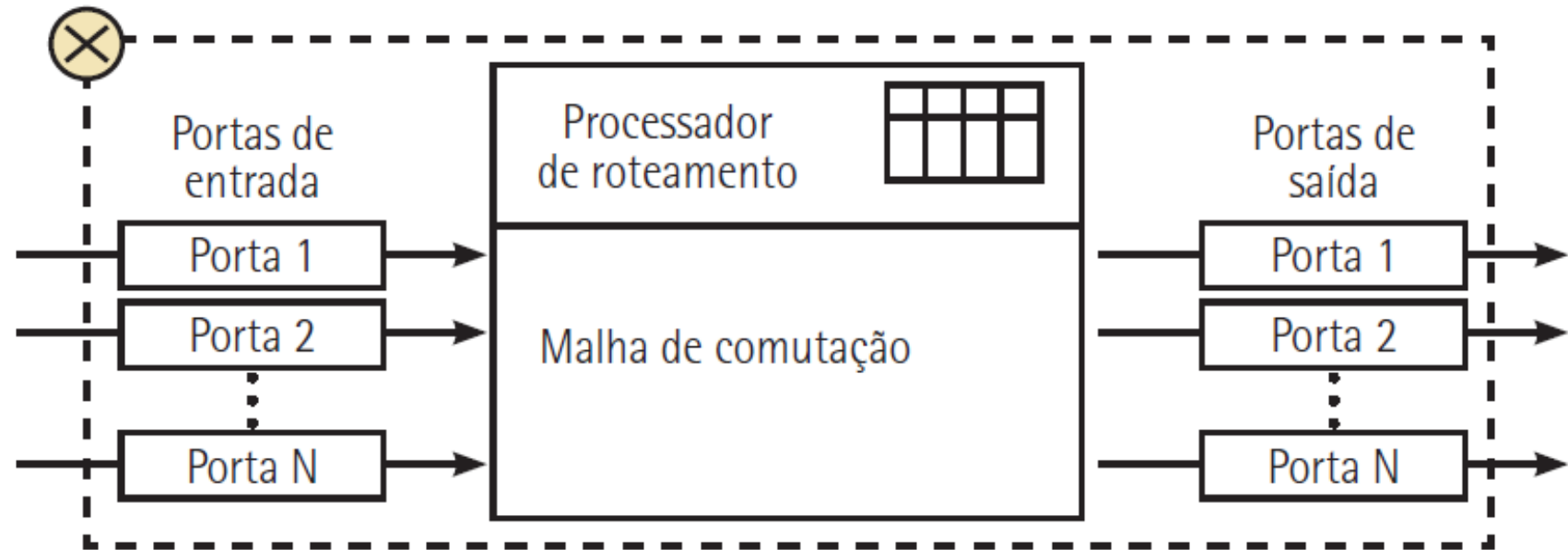
# Abordagens da camada de rede: circuito virtual

- A principal característica dessa abordagem reside no estabelecimento de uma conexão virtual para a transmissão de pacotes.
- Desta forma, os pacotes (todos eles gerados por um fluxo de dados) seguem o mesmo caminho.



# Roteamento, roteadores e algoritmos de roteamento

- O roteamento é um dos processos executados na camada de rede por um dispositivo específico chamado roteador, que determina o melhor caminho para um pacote.
- Tudo ocorre a partir da execução do algoritmo de roteamento para criar a tabela de roteamento.
- O algoritmo de roteamento é a parte do *software* da camada de rede responsável pela decisão sobre a linha de saída a ser usada na transmissão do pacote de entrada.





# Protocolos de roteamento

- Os protocolos de roteamento apresentam-se como um conjunto de regras que regem o processo de roteamento.
- Todo o trabalho se baseia na execução de algoritmos de roteamento adaptativos que propiciam o roteamento dinâmico de pacotes em uma rede.

# Classificação dos protocolos de roteamento quanto ao sistema autônomo

- Protocolo de *gateway* interno, protocolo de roteamento local ou *Interior Gateway Protocol* (IGP): caracterizado pela atuação do algoritmo de roteamento dentro de um único AS.
- Protocolo de *gateway* externo, protocolo de roteamento global ou *Exterior Gateway Protocol* (EGP): caracterizado pela atuação do algoritmo de roteamento dentro de múltiplos ASs.
- Observação: um sistema autônomo é um conjunto de redes e roteadores comandado por um domínio administrativo.

# Classificação dos protocolos de roteamento quanto à métrica

- Protocolos de roteamento por vetor de distância (*distance vector*): fundamentam-se no algoritmo Bellman-Ford, que trabalha com a criação de uma “árvore de menor custo” para a determinação do melhor caminho. Baseia-se normalmente na contagem de saltos. Assim, cada roteador monta, por meio do algoritmo, a sua tabela de roteamento que apresenta o custo para chegar às redes disponíveis, a partir da perspectiva dos vizinhos.
- Protocolos de roteamento de estado de enlace (*link state*): estão fundamentados numa visão global do roteamento. A métrica estabelecida pelo estado de enlace não é simplesmente uma contagem de saltos, mas um conjunto de indicadores que demonstram o estado atual do enlace, como a largura de banda e o atraso, por exemplo.

# Interatividade

A abordagem de camada de rede em que não temos um caminho prefixado por onde os pacotes trafegam é chamado de:

- a) Datagrama.
- b) Circuito virtual.
- c) Roteada.
- d) Enquadrada.
- e) Transportável.

# Resposta

A abordagem de camada de rede em que não temos um caminho prefixado por onde os pacotes trafegam é chamado de:

- a) **Datagrama.**
- b) Circuito virtual.
- c) Roteada.
- d) Enquadrada.
- e) Transportável.

# Protocolo de Internet (IP)

- É o protocolo roteável da camada de rede.
- É responsável pelo padrão de endereçamento lógico.
- É o padrão para a formação do pacote da camada de rede.
- Funciona nas versões 4 (IPv4) e 6 (IPv6) com uma abordagem em datagrama.
- É não orientado à conexão.

# Pacote IPv4

↔1 byte↔	↔1 byte↔	↔1 byte↔	↔1 byte↔
Versão	Tamanho header	Tipo serviço	Tamanho do pacote
Identificação		Flags	Deslocamento
TTL	Protocolo	Checksum do cabeçalho	
Endereço de origem			
Endereço de destino			
Opções do pacote IP			Preenchimento

Fonte: livro-texto.

# Endereçamento IPv4

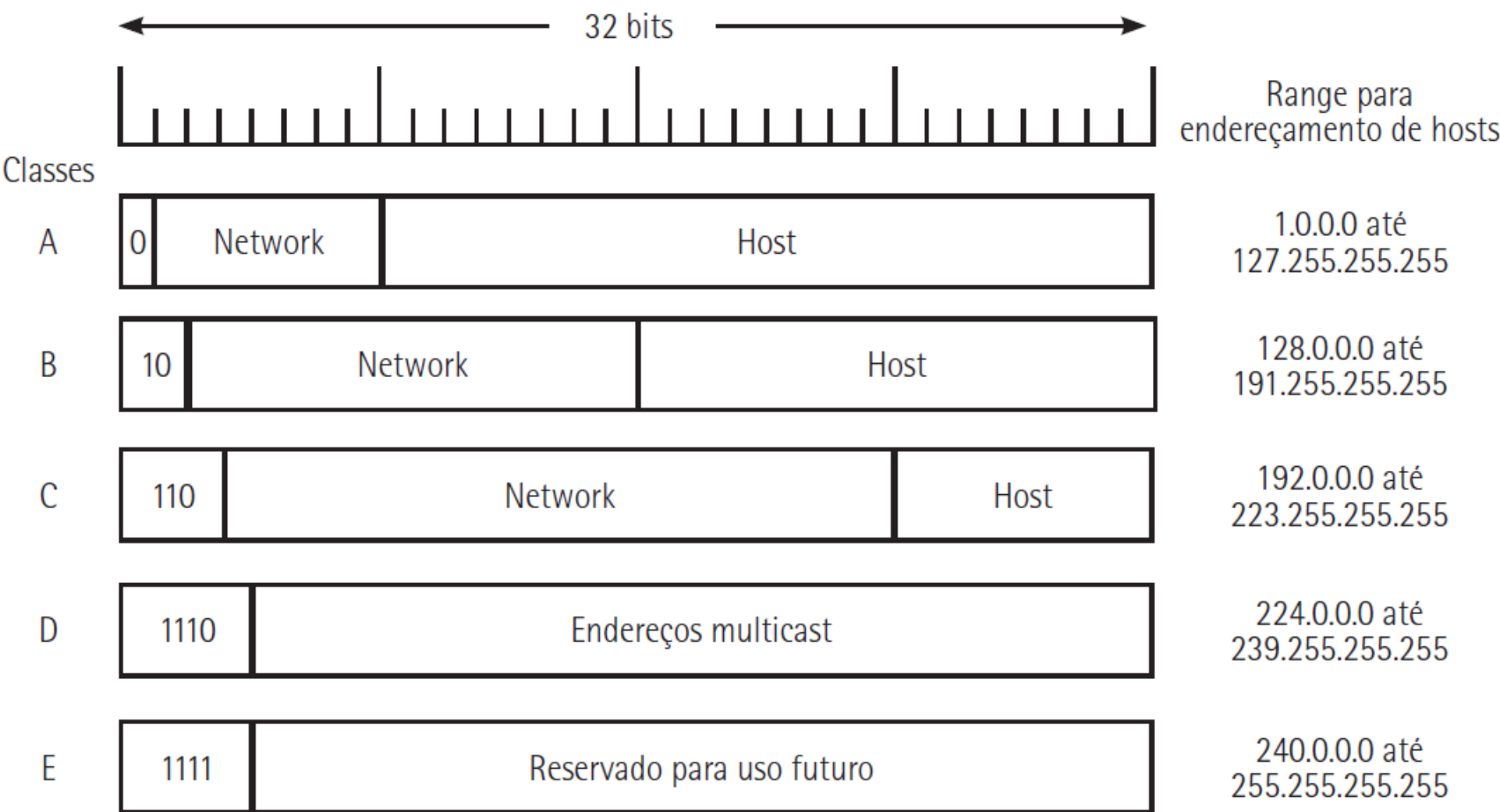
- O endereço IPv4 é representado por um conjunto de 32 bits divididos em quatro octetos (bytes).
- Esses bits podem ser representados por seu formato binário (notação binária pontuada) ou em formato decimal (notação decimal pontuada), separados por pontos.

Número binário de 32 bits	Notação decimal pontilhada equivalente
10000001 00110100 00000110 00000000	129.52.6.0
11000000 00000101 00110000 00000011	192.5.48.3
00001010 00000010 00000000 00100101	10.2.0.37
10000000 00001010 00000010 00000011	128.10.2.3
10000000 10000000 11111111 00000000	128.128.255.0

Fonte: adaptado de: Comer (2016, p. 305).



# Classes de endereços IPv4



Fonte: livro-texto.

# Máscaras de rede

- Classe A: 11111111.00000000.00000000.00000000 – 255.0.0.0 – /8
- Classe B: 11111111.11111111.00000000.00000000 – 255.255.0.0 – /16
- Classe C: 11111111.11111111.11111111.00000000 – 255.255.255.0 – /24

# Endereço de rede e endereço de *broadcast*

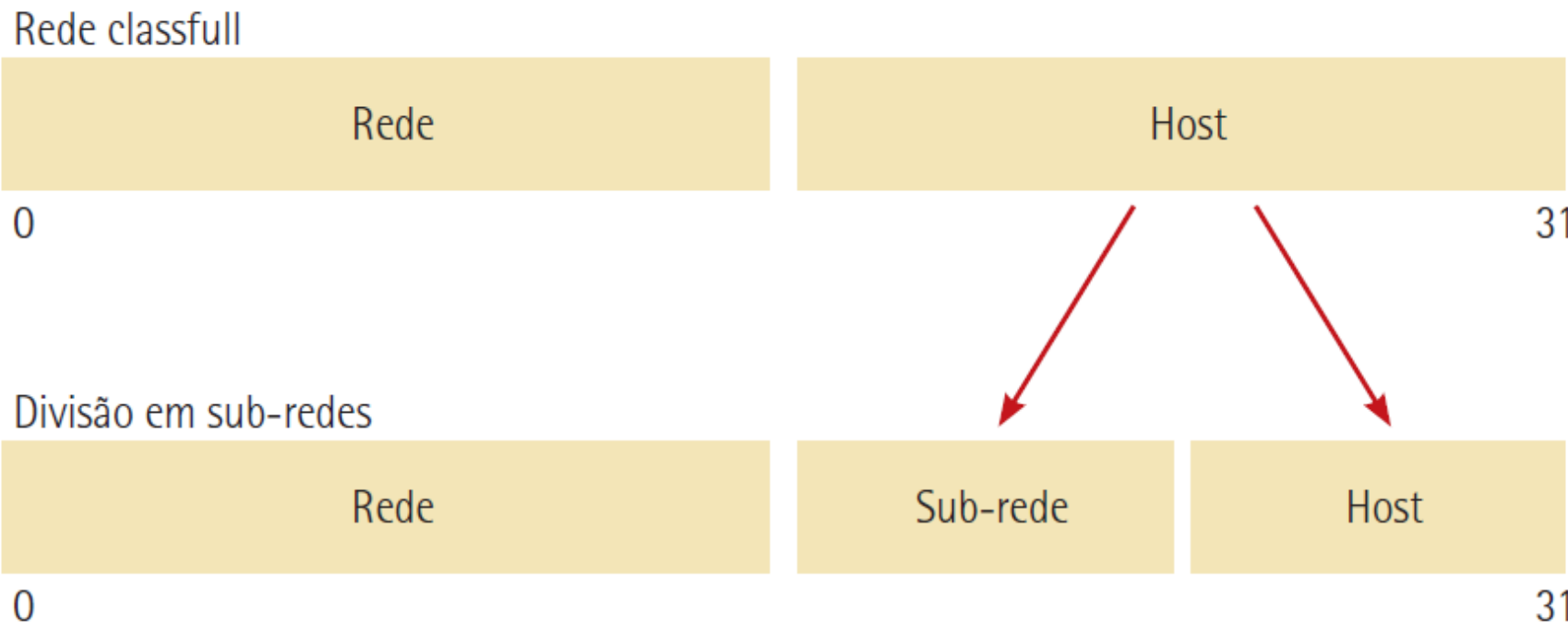
Endereço IP	<table><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>.</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>.</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>.</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	1	1	0	0	0	0	0	0	.	1	0	1	0	1	0	0	0	.	0	1	1	0	0	1	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	1								
1	1	0	0	0	0	0	0	.	1	0	1	0	1	0	0	0	.	0	1	1	0	0	1	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	1										
Máscara de Rede	<table><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>.</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>.</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>.</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	0	0	0	0	0	0	0	0								
1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	0	0	0	0	0	0	0	0										
Endereço de Rede	<table><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>.</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>.</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>.</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>192</td><td>.</td><td>168</td><td>.</td><td>100</td><td>.</td><td>0</td><td></td></tr></table>	1	1	0	0	0	0	0	0	.	1	0	1	0	1	0	0	0	.	0	1	1	0	0	1	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0	192	.	168	.	100	.	0	
1	1	0	0	0	0	0	0	.	1	0	1	0	1	0	0	0	.	0	1	1	0	0	1	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	0										
192	.	168	.	100	.	0																																						
Endereço IP	<table><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>.</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>.</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>.</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	1	1	0	0	0	0	0	0	.	1	0	1	0	1	0	0	0	.	0	1	1	0	0	1	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	1								
1	1	0	0	0	0	0	0	.	1	0	1	0	1	0	0	0	.	0	1	1	0	0	1	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	1										
Máscara de Rede	<table><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>.</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>.</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>.</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	0	0	0	0	0	0	0	0								
1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	0	0	0	0	0	0	0	0										
Endereço de Broadcast	<table><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>.</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>.</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>.</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>192</td><td>.</td><td>168</td><td>.</td><td>100</td><td>.</td><td>255</td><td></td></tr></table>	1	1	0	0	0	0	0	0	.	1	0	1	0	1	0	0	0	.	0	1	1	0	0	1	0	0	.	1	1	1	1	1	1	1	1	192	.	168	.	100	.	255	
1	1	0	0	0	0	0	0	.	1	0	1	0	1	0	0	0	.	0	1	1	0	0	1	0	0	.	1	1	1	1	1	1	1	1										
192	.	168	.	100	.	255																																						

# Endereços IPv4 privados

Classe	Endereço inicial	Endereço final
A	10.0.0.0/8	10.255.255.255/8
B	172.16.0.0/16	172.16.255.255/16
C	192.168.0.0/24	192.168.255.255/24

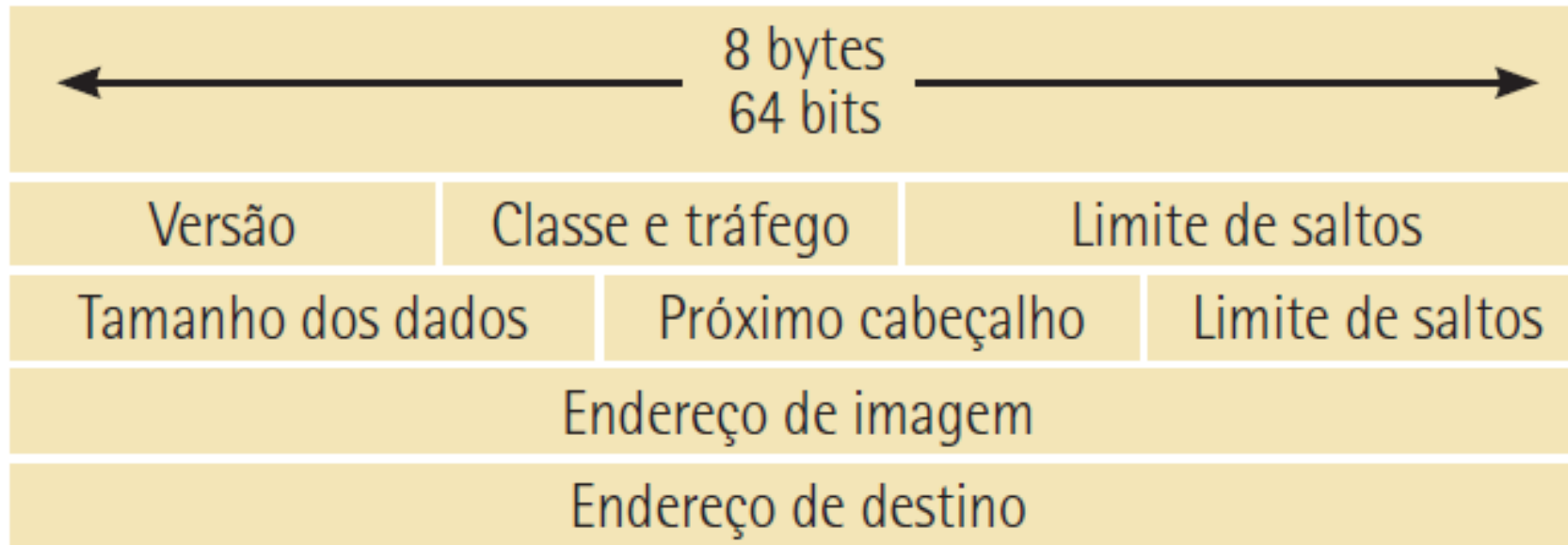
Fonte: adaptado de: Maia (2013, p. 168).

# Divisão em sub-redes



Fonte: livro-texto.

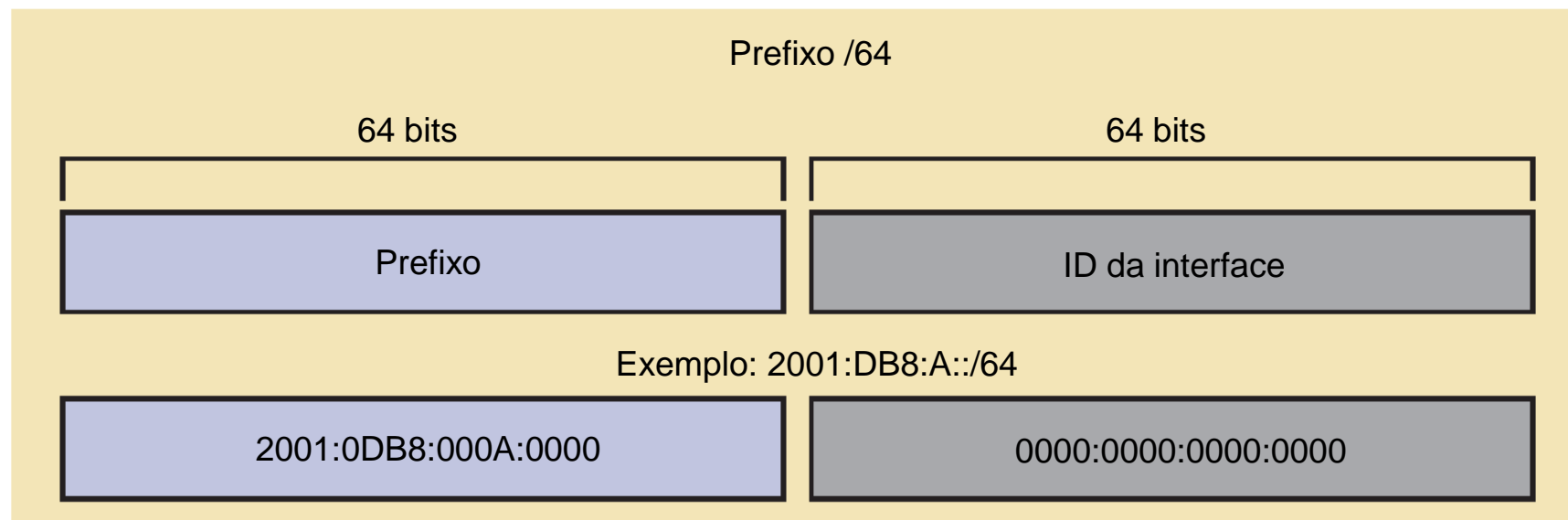
# IPv6



Fonte: livro-texto.

# Endereçamento IPv6

- O protocolo IPv6 usa como endereçamento uma palavra com 128 bits, garantindo uma longevidade considerável.
- Da mesma maneira que no protocolo IPv4, a forma de representação do endereçamento do IPv6 não é realizada no formato binário, pois, pelo tamanho, seria muito difícil a sua representação.
- No IPv6, a representação do endereço é feita pelo agrupamento de 16 em 16 bits separados pelo sinal de dois-pontos (:).



# Interatividade

Por quantos bits é formado um endereço IPv4?

- a) 16.
- b) 32.
- c) 64.
- d) 128.
- e) 192.



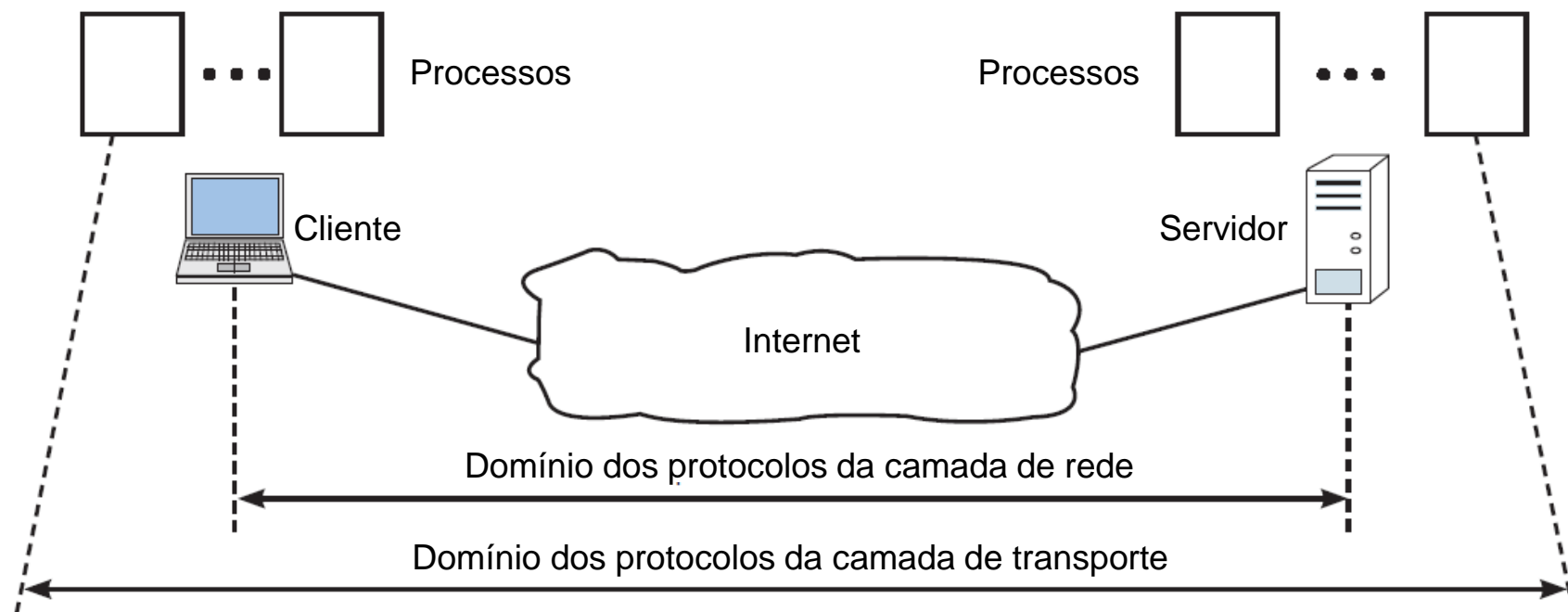
# Resposta

Por quantos bits é formado um endereço IPv4?

- a) 16.
- b) 32.**
- c) 64.
- d) 128.
- e) 192.

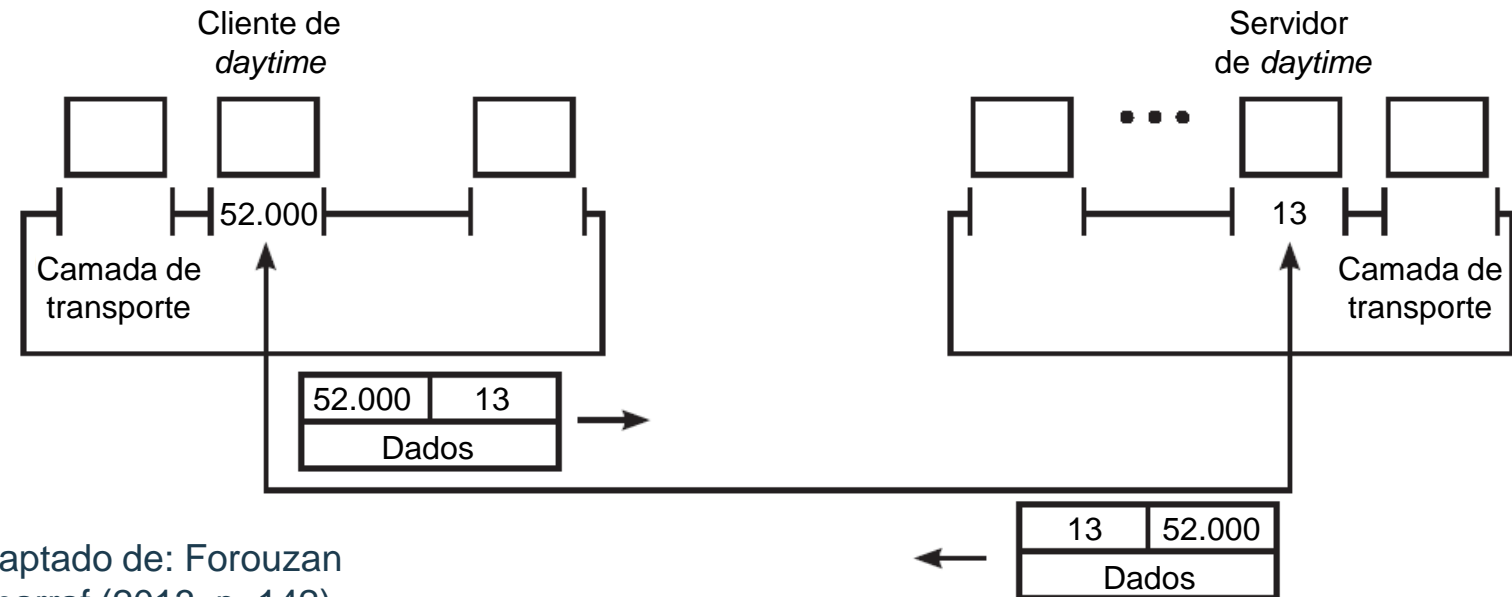
# Camada de transporte

- Responsável por habilitar a comunicação de múltiplas aplicações na rede, ao mesmo tempo, em um único dispositivo.
- Assegura que, se necessário, todos os dados sejam recebidos confiavelmente e em ordem pela aplicação correta, mediante mecanismos de tratamento de erros.
- A PDU da camada de transporte é o segmento.



# Número de porta

- A camada de transporte identifica o fluxo de dados oriundo de cada uma das aplicações com um identificador chamado de número de porta, habilitando comunicações simultâneas.
- Quando o dispositivo inicia uma comunicação, ele atribui um número de porta de origem e outro número de porta para o destino.
- A porta de origem identifica a comunicação na sua origem enquanto a porta do destino vai identificar a aplicação, que vai receber a informação ao seu destino.
- No retorno da comunicação, esses números são trocados sistematicamente.

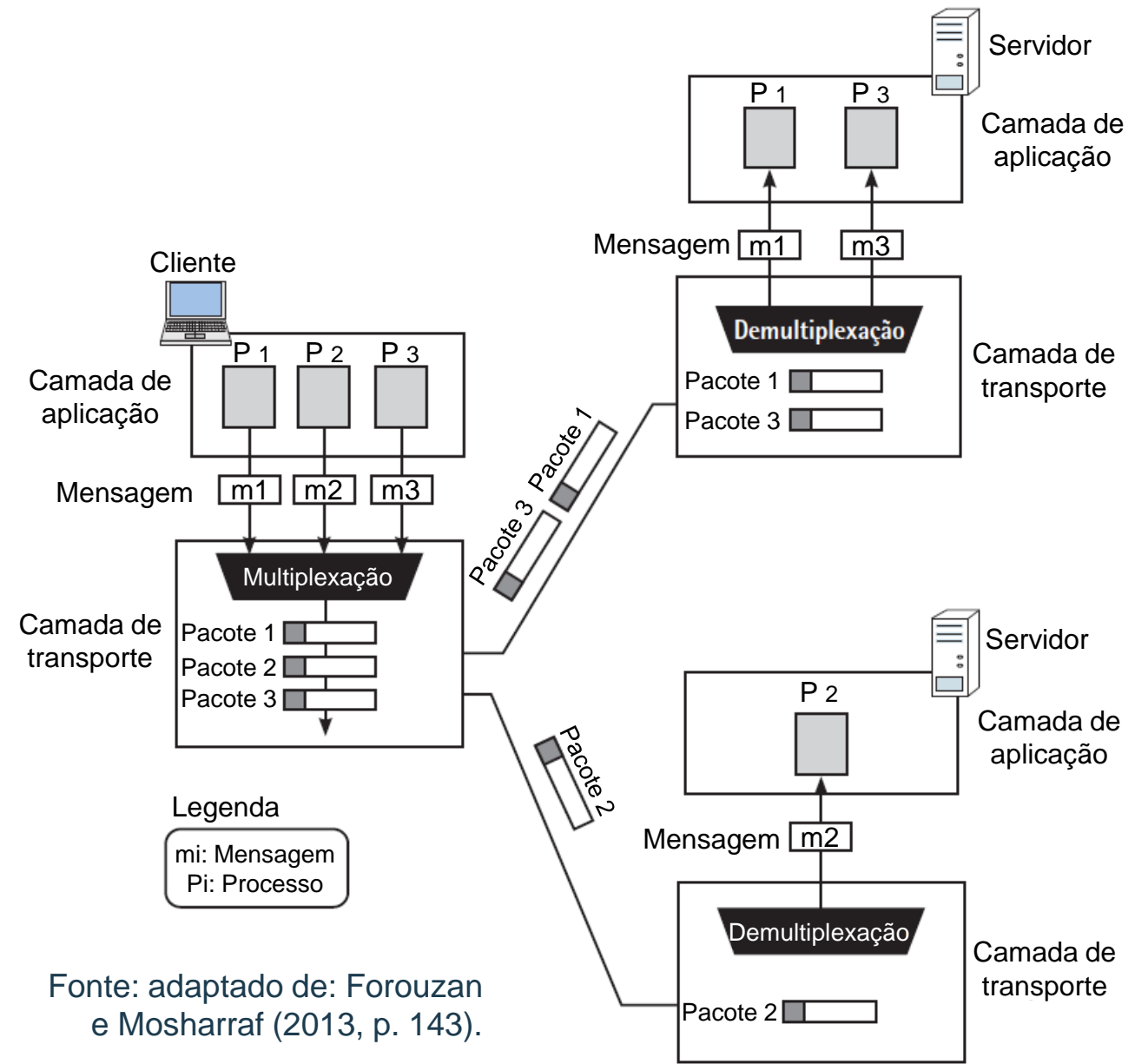


Fonte: adaptado de: Forouzan e Mosharraf (2013, p. 142).

# Tipos de portas

- As portas da camada de transporte são classificadas em: conhecidas, registradas e privadas. As portas conhecidas (0 a 1023) estão entre aquelas garantidas pela IANA (*Internet Assigned Numbers Authority*) para os principais e primeiros serviços e aplicações de rede.
- As portas registradas (1024 a 49151) não estão sob gestão e controle da IANA, e são atribuídas às aplicações não controladas.
- As portas privadas, também chamadas de dinâmicas (49152 a 65535), são disponibilizadas de forma temporária pelo sistema operacional todas as vezes em que há a necessidade de uma identificação de porta.

# Multiplexação e demultiplexação

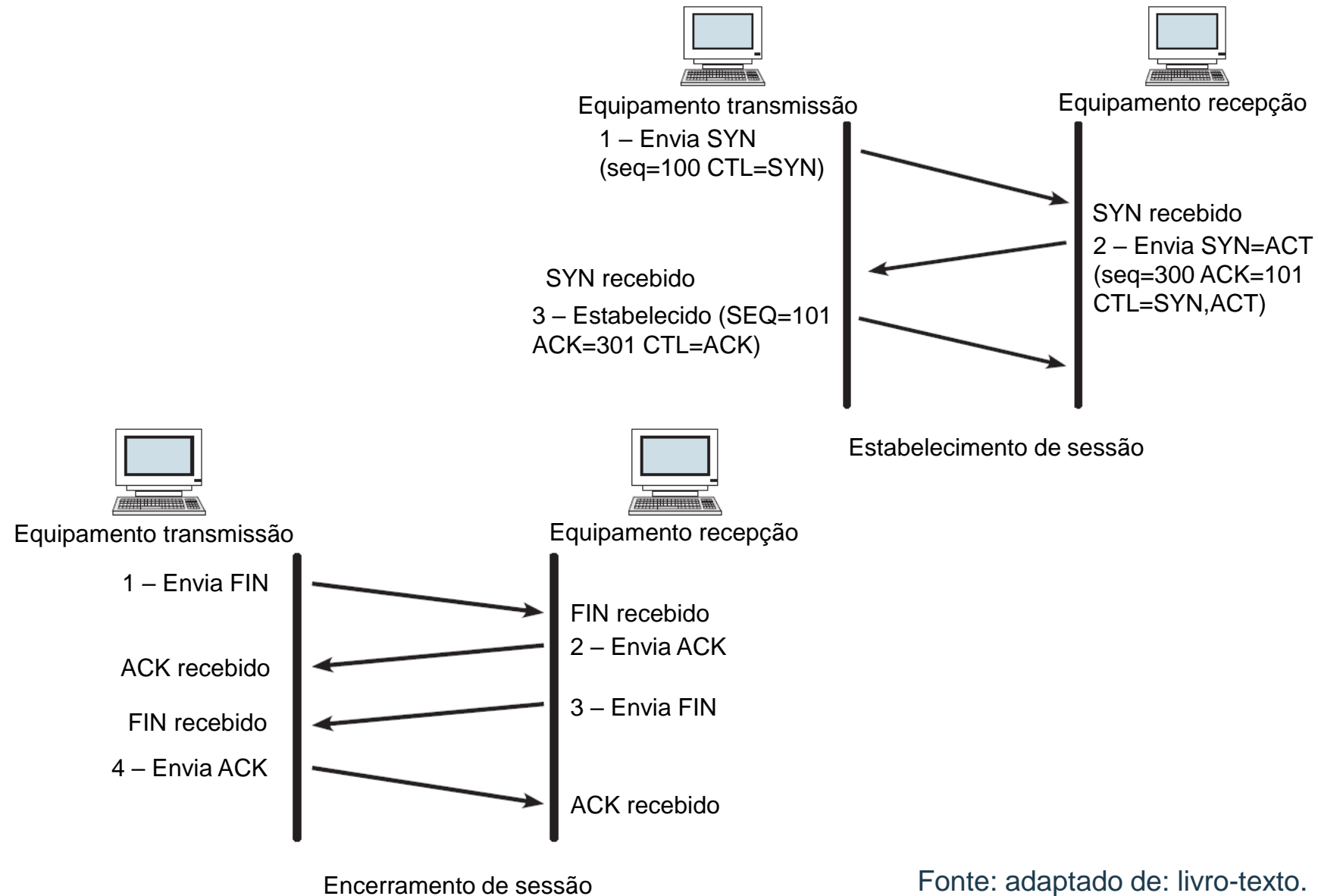


Fonte: adaptado de: Forouzan e Mosharraf (2013, p. 143).

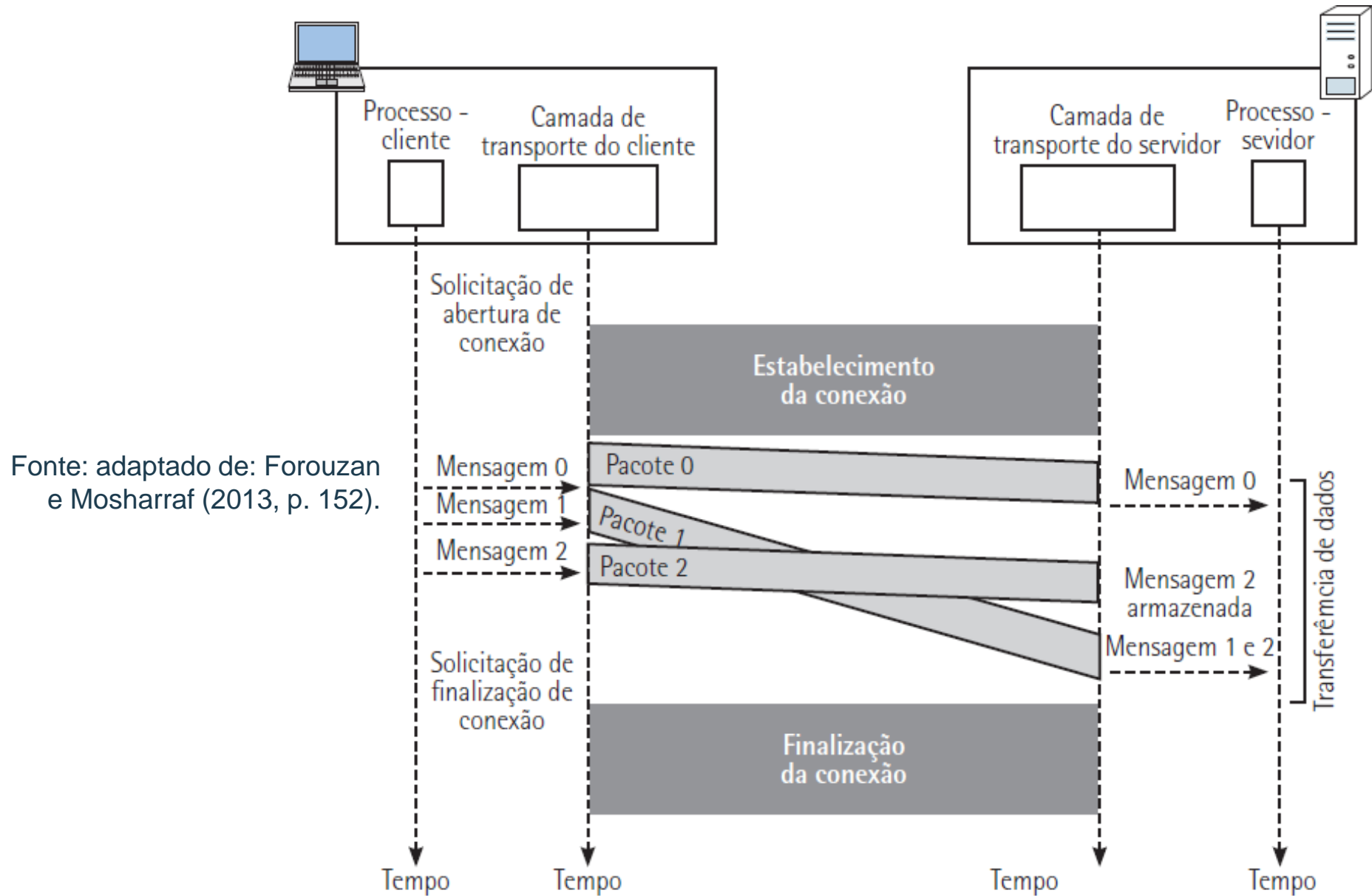
# Protocolos da Camada de Transporte (TCP)

- TCP (*Transport Control Protocol* – Protocolo de Controle de Transmissão).
- É o protocolo orientado à conexão da camada de transporte.
- Ele é requisitado por aplicações que necessitam de confiabilidade no transporte de segmentos.

# TCP – estabelecimento e encerramento de sessão

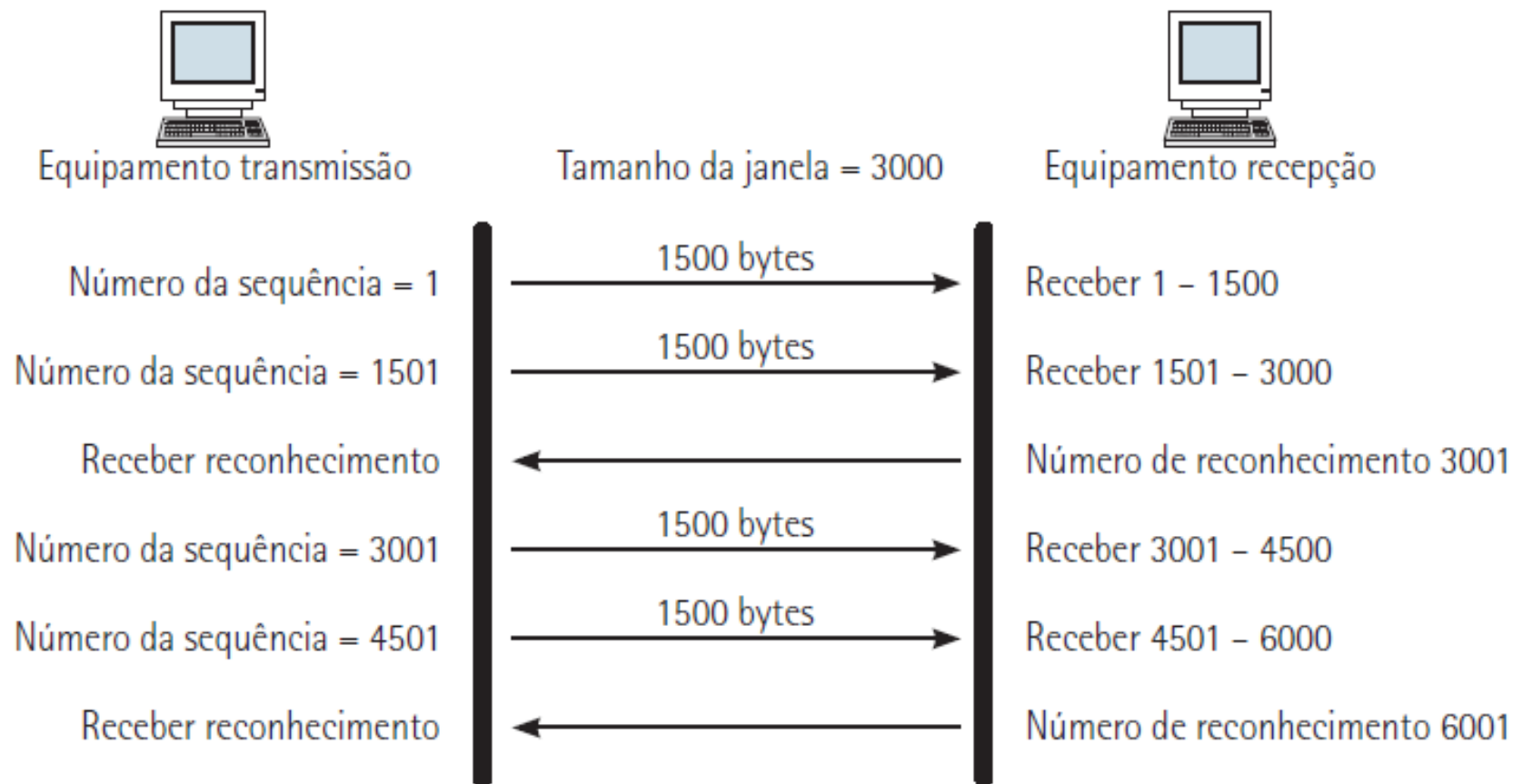


# TCP – reordenamento dos segmentos no destino





# TCP – confirmações e janelamento



O tamanho da janela determina o número de bytes enviado antes de um reconhecimento.  
O número de reconhecimento é o número do próximo byte esperado.

# Segmento TCP

Bit 0		Bit 15	Bit 16	Bit 31
Porta de origem (16)			Portal de destino (16)	
Número de sequência (32)				
Número de reconhecimento (32)				
Comprimento do cabeçalho (4) Reservado (6) bits de código (6)			Janela (16)	
Checksum (16)			Urgente (16)	
Opções (0 ou 32, se houver)				
Dados da camada de aplicativos (tamanho varia)				



Fonte: adaptado de: livro-texto.

# Protocolos da Camada de Transporte (UDP)

- UDP (*User Datagram Protocol* – Protocolo de Datagrama do Usuário).
- É o protocolo não orientado à conexão da camada de transporte.
- Ele é requisitado por aplicações que necessitam de velocidade no transporte.

Bit 0	Bit 15	Bit 16	Bit 31
Porta de origem (16)		Portal de destino (16)	
Comprimento (16)		Checksum (16)	
Dados da camada de aplicativos (tamanho varia)			

Fonte: adaptado de: livro-texto.

# Interatividade

Qual dos processos a seguir é efetuado pelo protocolo UDP?

- a) Janelamento.
- b) Confirmação positiva.
- c) Atribuição de número de porta.
- d) Encerramento de sessão.
- e) Estabelecimento de sessão.

# Resposta

Qual dos processos a seguir é efetuado pelo protocolo UDP?

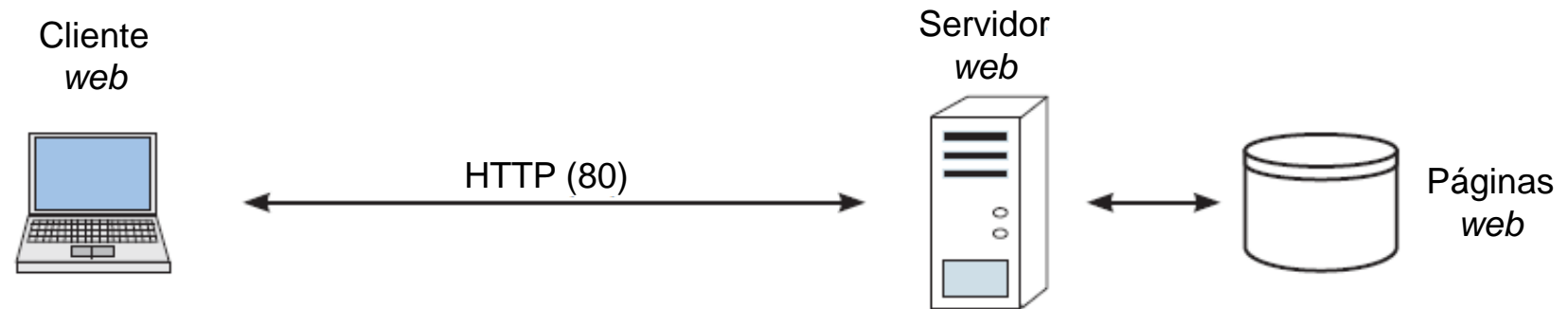
- a) Janelamento.
- b) Confirmação positiva.
- c) Atribuição de número de porta.
- d) Encerramento de sessão.
- e) Estabelecimento de sessão.

## Camada de aplicação

- É responsável por fornecer a interface entre as aplicações que utilizamos para a comunicação e a rede subjacente pela qual nossas mensagens são transmitidas.
- É a camada de acesso do usuário final à rede, consistindo em um conjunto de aplicativos e serviços que provê a interação usuário-máquina.
- Seus principais protocolos e serviços são: HTTP, Telnet, DNS, SMTP, POP, IMAP, SNMP, TFTP, FTP, dentre outros.

# HTTP

- O HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*) é o Protocolo de Transferência de Hipertexto.
- Ele está associado aos serviços *web* oferecidos aos usuários e define como o cliente *web* (*browser*) requisita uma página *web* a um servidor e como esse servidor transfere a página para o cliente.
- Ele utiliza o protocolo TCP como protocolo de transporte. Assim, ele provê ao HTTP um serviço confiável de transferência de dados, que garante que todas as mensagens de requisição HTTP emitidas por um processo do cliente chegarão intactas ao servidor.



# Telnet

- É comumente utilizado para estabelecer uma conexão *on-line* com uma máquina remota, é suportado por inúmeras aplicações de rede e também é entendido como uma aplicação auxiliar.
- Trata-se de um *software* de emulação de terminal que permite o acesso de forma remota a outro computador.
- Ele permite que um comando de *logon* seja executado em uma máquina da internet e efetue comandos usando a sintaxe adequada.
  - O cliente Telnet é chamado de máquina local e um servidor Telnet é chamado de máquina remota.



# DNS

- O DNS (*Domain Name System*) é o Sistema de Nome de Domínios.
- É um serviço de diretório que executa a tradução de nomes para endereços IP.
- O DNS pode ser visto como um grande banco de dados distribuído e integrado por meio de uma hierarquização de servidores de nomes, chamados de servidores DNS.
- Ele tem a assistência de um protocolo da camada de aplicação que permite que os *hosts* consultem o banco de dados de informações.

## Outros protocolos de camada de aplicação

- FTP (*File Transfer Protocol*): tem como finalidade transferir, de forma confiável, arquivos de um computador para o outro, copiando e movendo arquivos dos servidores para os clientes e vice-versa.
- TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*): é uma variante do protocolo FTP de mesma finalidade, ou seja, transferir arquivos, mas sem conexão.
- SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*): utilizado para transferir *e-mails* entre servidores e também pelo aplicativo cliente para enviar *e-mails*.
  - POP (*Post Office Protocol*) e IMAP (*Internet Message Access Protocol*): são usados pelo aplicativo cliente para baixar um *e-mail* do servidor local.
  - SNMP (*Simple Network Management Protocol*): tem a função de trocar informações de gerenciamento entre os dispositivos de uma determinada rede.

# Segurança da Informação

- É um processo que objetiva a proteção de informações, prevenindo o mau uso tanto accidental como intencional por pessoas internas ou externas à informação, incluindo empregados, consultores e *hackers*.

# Conceitos básicos em Segurança da Informação

- Ameaças: algum evento potencialmente prejudicial aos ativos de informação, que exploram vulnerabilidades.
- Vulnerabilidades: brechas que podem representar portas de entrada para a concretização de um incidente ou ataque à segurança da informação, possivelmente causando impactos ao negócio.
- Risco: probabilidade de uma ameaça explorar alguma vulnerabilidade, também causando impactos à segurança da informação.
  - Impacto: geralmente é retratado pelo dano causado pela concretização do risco.

# Mecanismos e estratégias de segurança em redes de computadores

- Segurança física: cuida da proteção de todos os ativos valiosos da organização e, por isso, abrange as instalações físicas, internas e externas, em todas as localidades da organização, além de também cuidar da proteção dos ativos enquanto são transportados como valores ou fitas de *backup*.
- Segurança lógica: cuida da proteção lógica das informações por meio de processos implementados no próprio *software* dos dispositivos de rede.

# Criptografia

- Criptografia é uma ciência fundamental para a segurança contendo técnicas que visam à confidencialidade, à autenticidade, à integridade, à autenticação e ao não repúdio para a comunicação e as transmissões de dados de forma segura.

Há dois tipos principais de criptografia:

- Criptografia simétrica: trabalha com um algoritmo e uma chave, que deve ser compartilhada entre os participantes na comunicação para codificar e decodificar as mensagens.
  - Criptografia assimétrica: trabalha com duas chaves matematicamente relacionadas, sendo uma pública e outra privada, com o objetivo de resolver os problemas de troca segura de chaves e escalabilidade encontrados nas cifras simétricas.

# Dispositivos e técnicas de segurança em redes de computadores

- Roteadores de borda.
- *Firewalls*.
- Listas de Controle de Acesso.
- NAT (*Network Address Translation* – Tradução de Endereços de Rede).
- VPN (*Virtual Private Networks* – Redes Virtuais Privadas).
- IDS (*Intrusion Detection System* – Sistema de Detecção de Intrusão).
- IPS (*Intrusion Prevention System* – Sistema de Prevenção de Intrusão).
- Políticas de segurança da informação.

# Interatividade

Qual das alternativas a seguir se refere ao protocolo utilizado na transferência de *e-mails* entre servidores?

- a) SMTP.
- b) SMNP.
- c) HTTP.
- d) DNS.
- e) Telnet.



## Resposta

Qual das alternativas a seguir se refere ao protocolo utilizado na transferência de *e-mails* entre servidores?

- a) **SMTP.**
- b) SMNP.
- c) HTTP.
- d) DNS.
- e) Telnet.

# Referências

- FOROUZAN, B. A.; MOSHARRAF, F. *Redes de computadores: uma abordagem topdown*. São Paulo: McGraw Hill, 2013.
- MAIA, L. P. *Arquitetura de redes de computadores*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- MORAES, A. F. *Redes de computadores: fundamentos*. 8. ed. São Paulo: Saraiva, 2020.

**ATÉ A PRÓXIMA!**