

# Camada de Rede

Redes Industriais

Rone Ilídio – UFSJ – CAP

# Itens do Livro

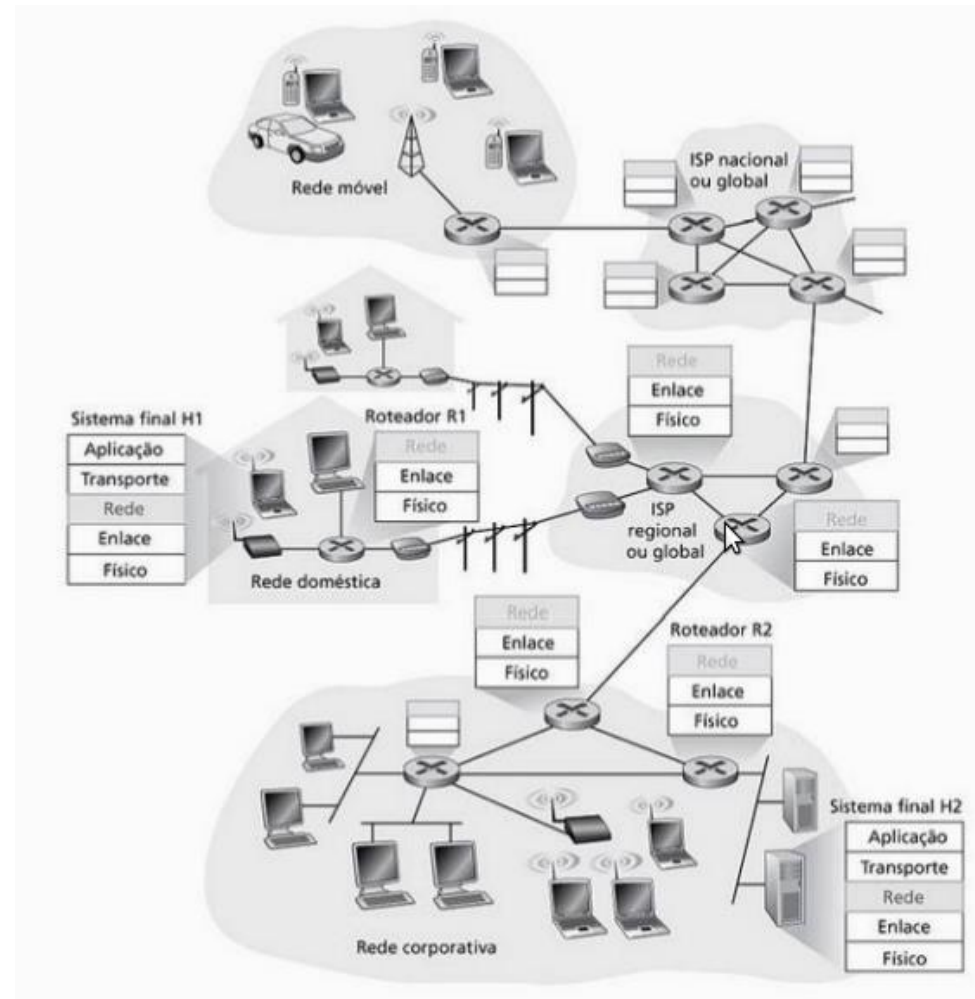
- Livro Rede de Computadores e a Internet
  - Kurose
  - 5ª edição
- 4 A camada de rede
  - 4.1 Introdução
    - 4.1.1 Repasse e roteamento
  - 4.2 Redes de circuitos virtuais e datagramas
    - 4.2.1 Redes de circuitos virtuais
    - 4.2.2 Redes de datagramas
  - 4.3 O que há dentro de um roteador?
    - 4.3.1 Portas de entrada
    - 4.3.2 Elemento de comutação
    - 4.3.3 Porta de saída
  - 4.3.2 Elemento de comutação
    - 4.3.3 Portas de saída
  - 4.4 O Protocolo da Internet (IP): repasse e endereçamento na Internet
    - 4.4.1 Formato do datagrama
    - 4.4.2 Endereçamento IPv4
    - 4.4.4 IPv6
  - 4.5 Algoritmos de Roteamento
    - 4.5.1 Algoritmos de roteamento de estado de enlace
    - 4.5.2 Algoritmo de roteamento de vetor distância

# Introdução

- Principais funções:
  - Roteamento de pacotes
  - Distribuição de fluxo

# Introdução

- Somente origem e destino acessam todas as camadas
- Roteadores intermediários acessam somente até a camada de redes

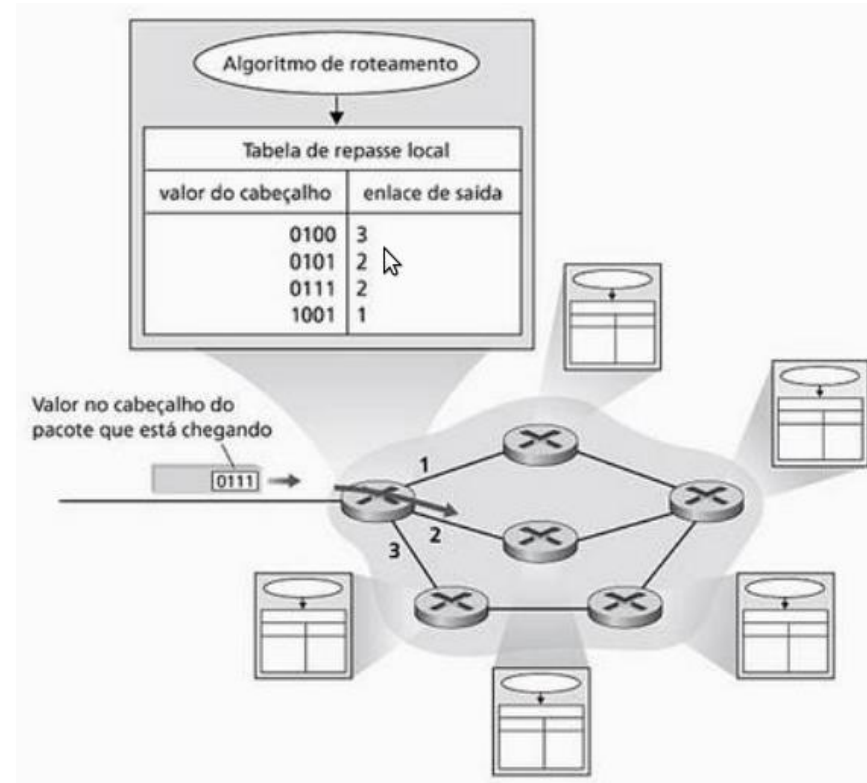


# Roteamento e Repasse

- Repasse: um roteador recebe um datagrama (pacote da camada de redes) por uma interface de entrada e repassa para uma interface de saída. Ação de um única máquina
- Roteamento: os roteadores da rede trabalham em conjunto para criar uma rota entre a origem e o destino.

# Tabela de Repasse

- De acordo com o destino estabelecido no pacote, o pacote é enviado a uma interface de saída
- A criação da tabela é feita por um protocolo de roteamento



# Redes de circuitos virtuais e de datagramas

- Redes de circuitos virtuais
  - Estabelecem uma conexão entre origem e destino
  - Ex: ATM e Frame Relay
- Rede da Datagramas
  - Pacotes encaminhados roteador a roteador
  - Ex: Internet

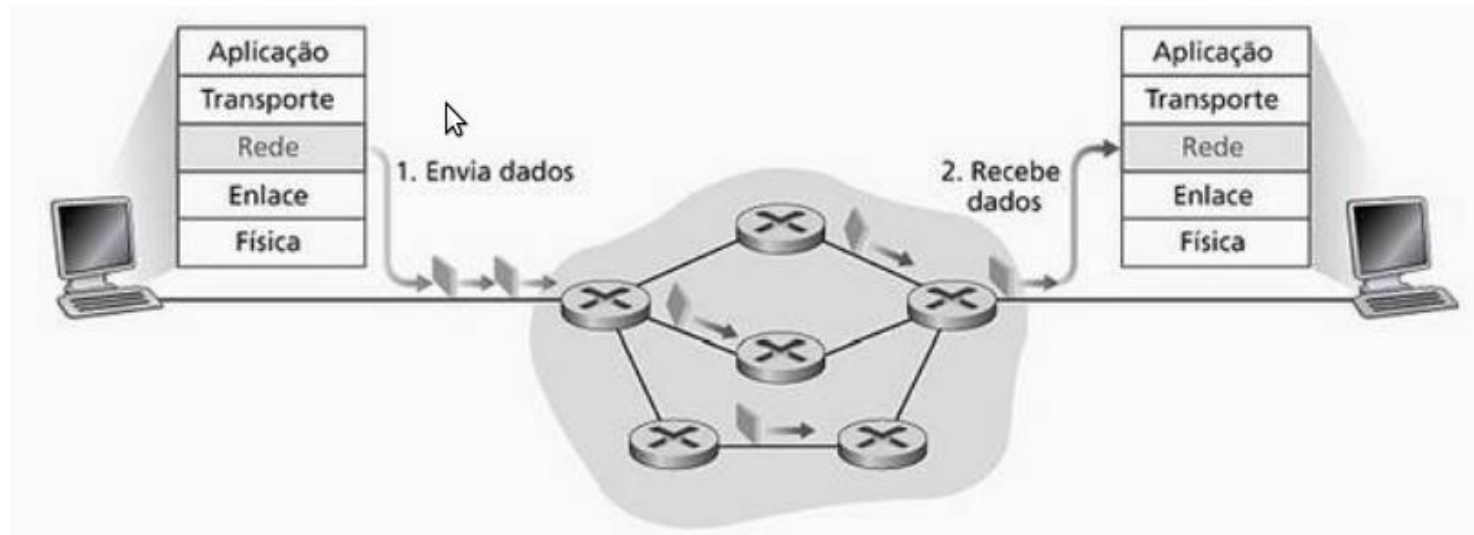
# Redes de Circuitos Virtuais

- Cada conexão possui um número de circuito virtual CV
- CV munda entre os roteadores para uma dada conexão: CV de entrada e CV de Saída
  - Facilita a criação do caminho: negociação do CV somente entre dois roteadores
  - Cada pacote possui o CV em cada enlace
- Exemplo de tabela de repasse:

| Interface de entrada | Nº do CV de entrada | Interface de saída | Nº do CV de saída |
|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| 1                    | 12                  | 2                  | 22                |
| 2                    | 63                  | 1                  | 18                |
| 3                    | 7                   | 2                  | 17                |
| 1                    | 97                  | 3                  | 87                |
| ...                  | ...                 | ...                | ...               |

# Rede de Datagrama

- A decisão de para qual interface um datagrama vai seguir é feita em cada roteador
- Cada datagrama possui endereços de origem e destino
- Tabela de repasse atualizadas periodicamente (1 a 5 minutos)



# Rede de Datagramas

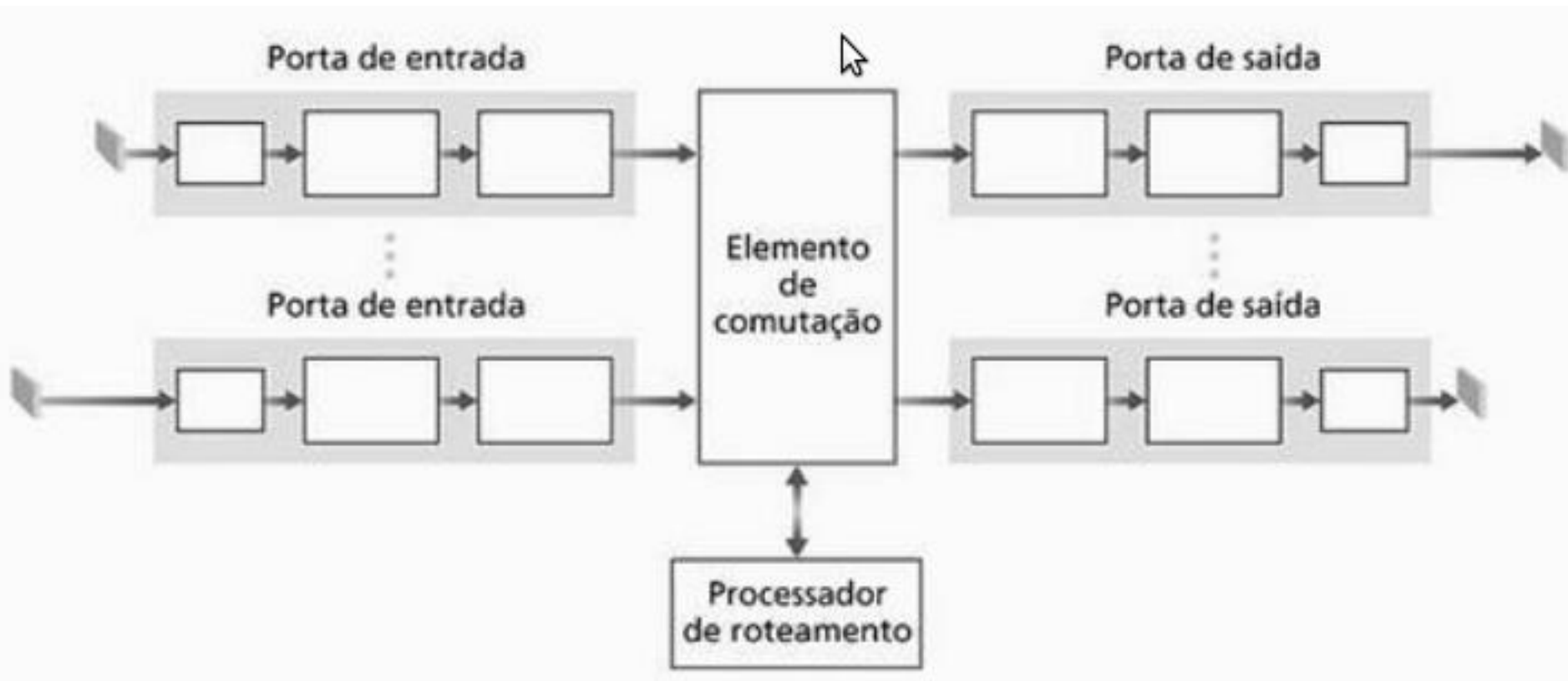
- Para cada interface de saída uma faixa de endereços

| Faixa de Endereços de Destino                                                     | Interface de enlace |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 11001000 00010111 00010000 00000000<br>até                                        | 0                   |
| 11001000 00010111 00010111 11111111<br>11001000 00010111 00011000 00000000<br>até | 1                   |
| 11001000 00010111 00011000 11111111<br>11001000 00010111 00011001 00000000<br>até | 2                   |
| 11001000 00010111 00011111 11111111<br>senão                                      | 3                   |

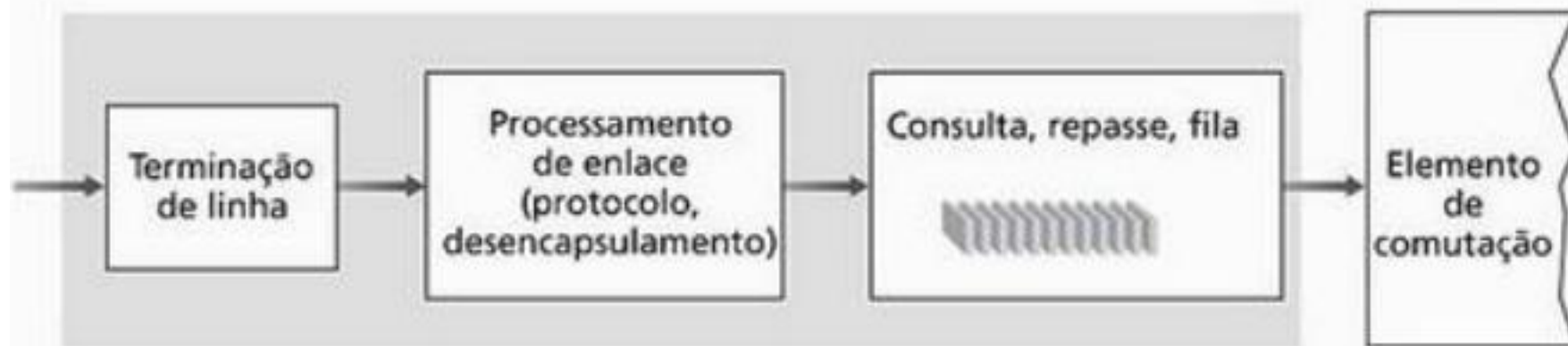
- Análise por prefixos

| Prefixo do endereço        | Interface de enlace |
|----------------------------|---------------------|
| 11001000 00010111 00010    | 0                   |
| 11001000 00010111 00011000 | 1                   |
| 11001000 00010111 00011    | 2                   |
| senão                      | 3                   |

# O que há dentro de um roteador?

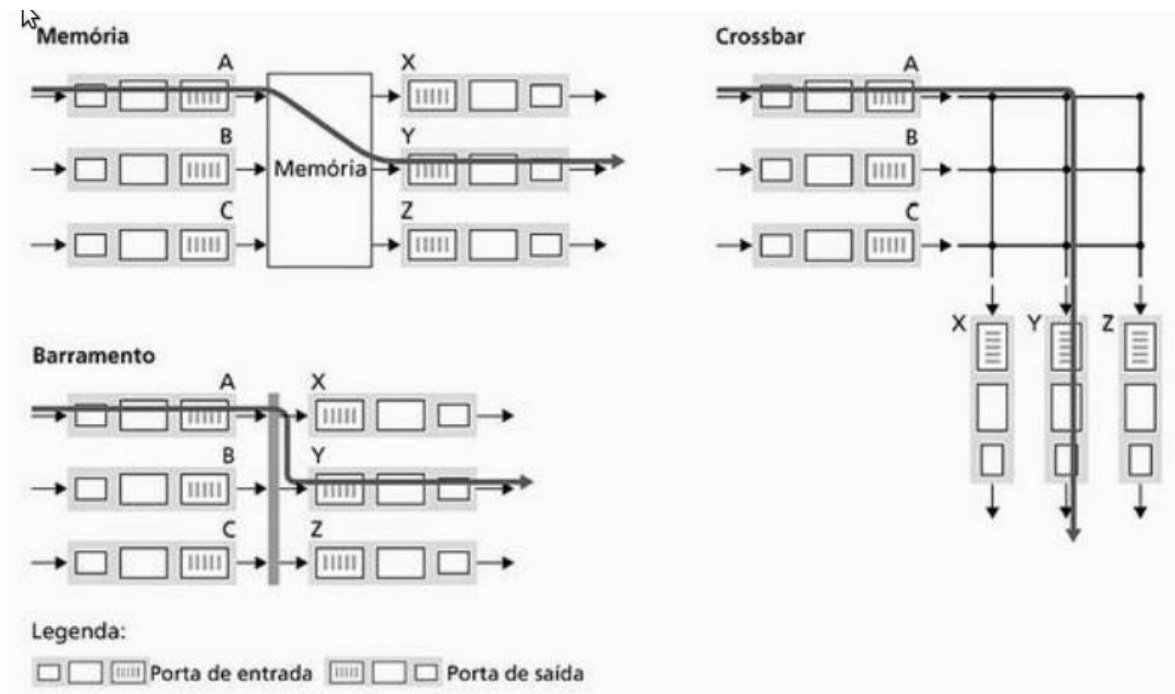


# Portas de entrada

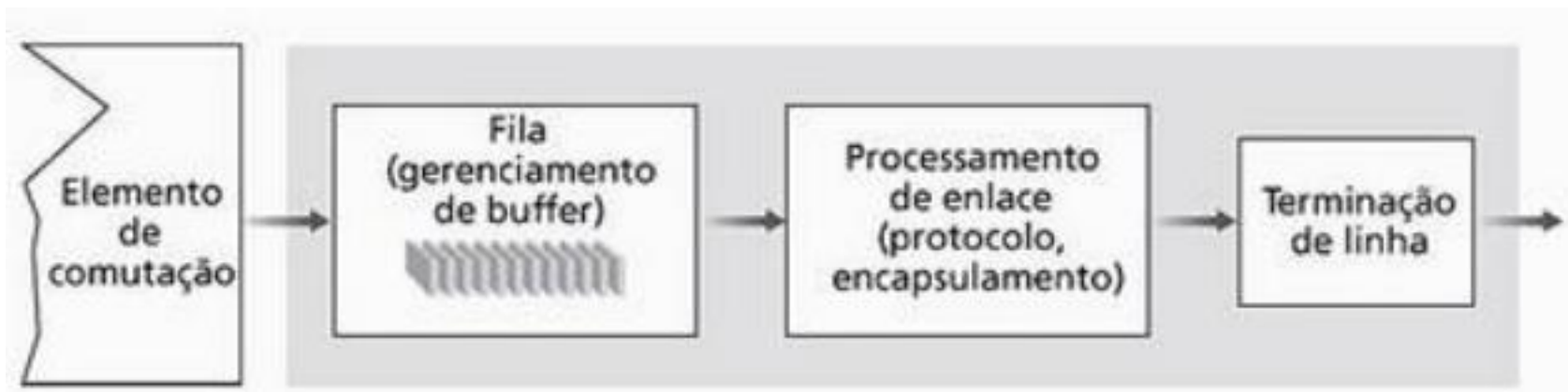


# Elemento de comutação

- Memória: acesso à CPU (computadores convencionais)
- Barramento: único barramento para todas as portas
- Crossbar: limitação com cruzamento de fluxos



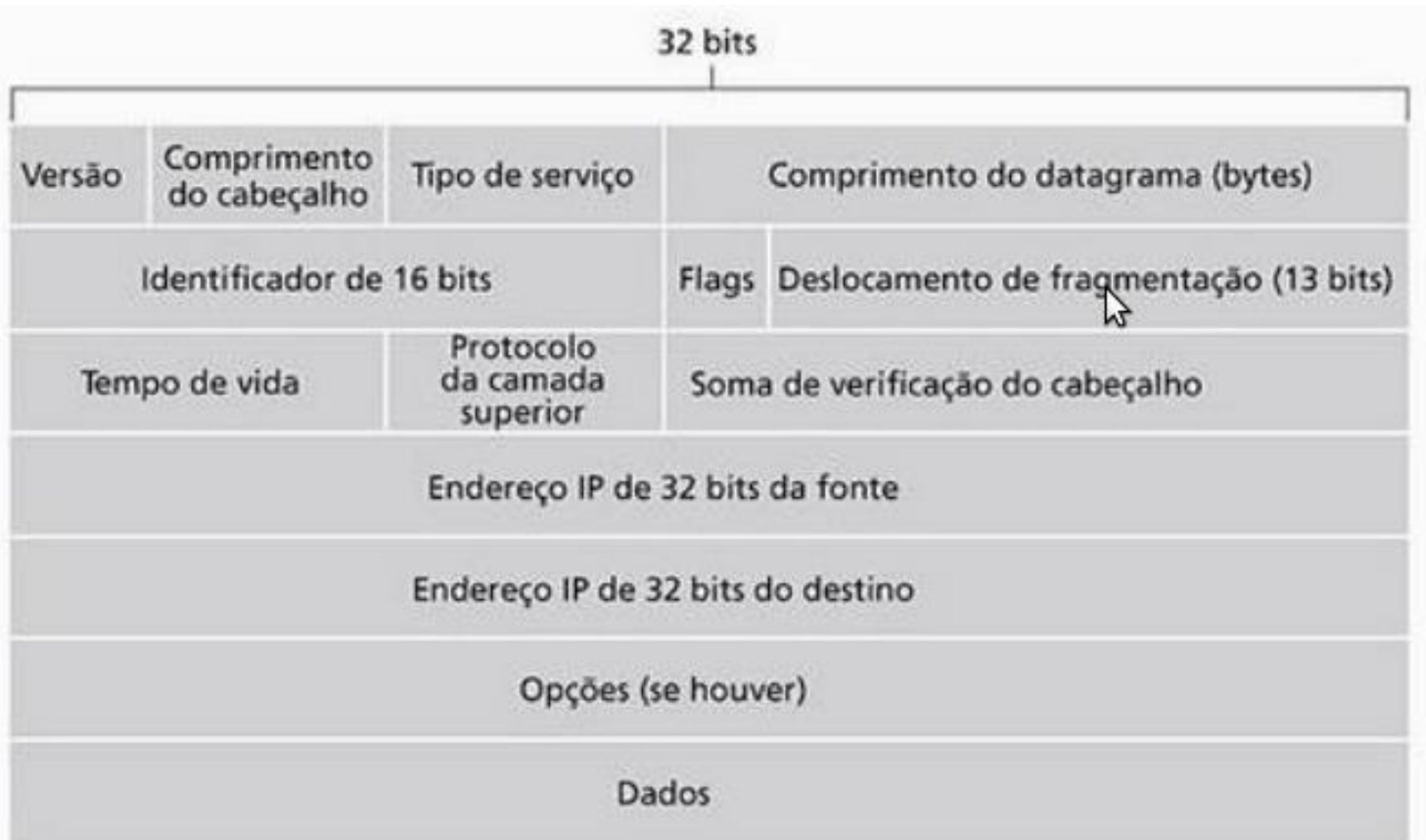
# Portas de saída



# Internet Protocol - IP

- Repasse e endereçamento
- IPv4
  - Endereços de 32 bits
  - Previsão de esgotamento dos endereços
  - Utilização de medidas paliativas
- IPv6
  - Endereços de 128 bits
  - Cabeçalho preparado para diferentes fluxos
- Obs: IPv5 foi uma alteração no IPv4 para trafegar voz e vídeo sobre multicast

# Cabeçalho IPv4



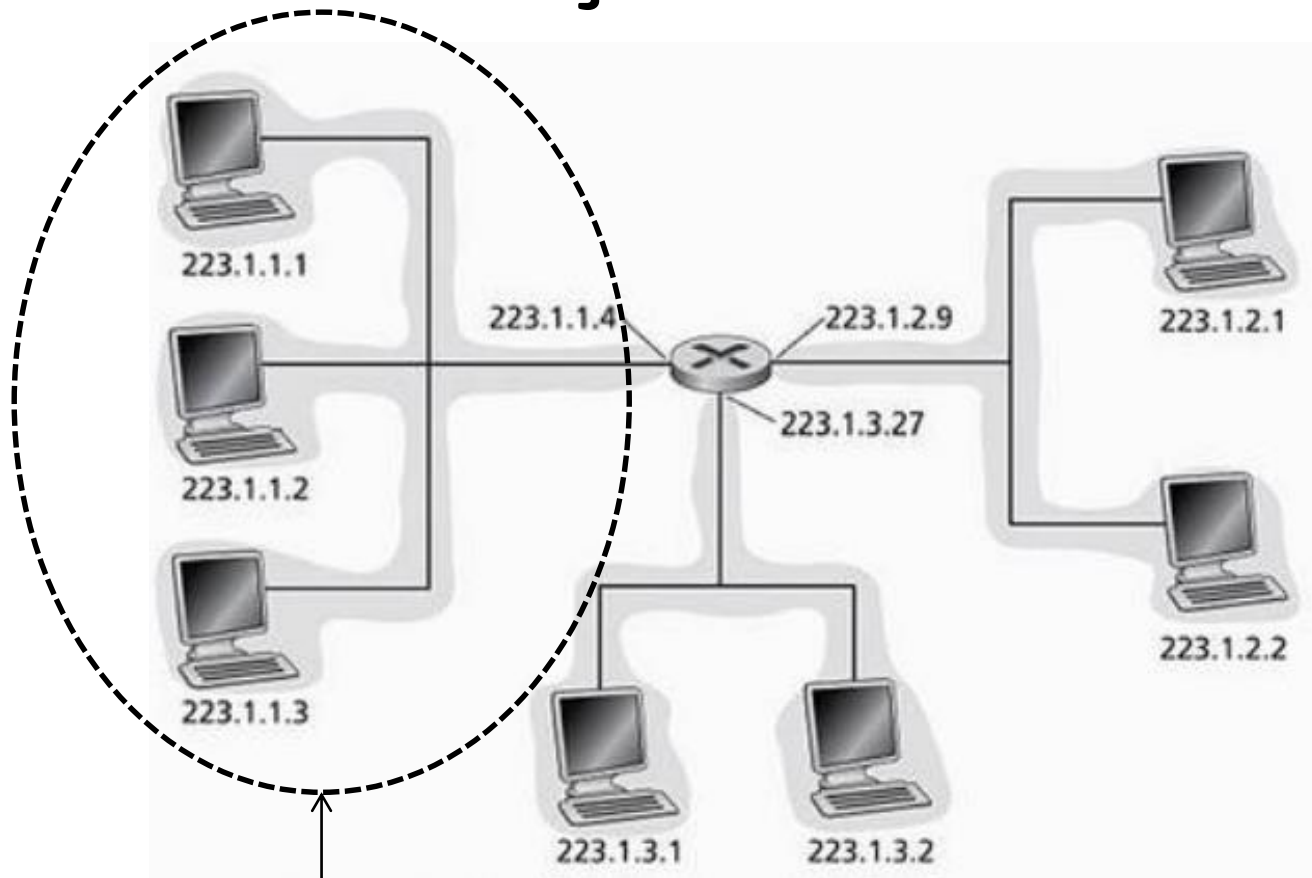
# Cabeçalho IPv4

- Número da versão
- Comprimento do cabeçalho: pode ter número variável de opções
- Tipo de serviço
- Comprimento do datagrama:
  - 16 bits --> até 65535 bytes
  - Normalmente 1500 bytes
- Flags e fragmentação
- Tempo de vida: TTL
- Protocolo: 6 – TCP, 17-UDP
- Soma de verificação
- Origem e destino
- Opções: para ampliação do cabeçalho (pouco utilizado)
- Dados

# Endereçamento IPv4

- Endereços de 32 bits – 4 bilhões de endereços
- Divididos em octetos (8 bits)
  - Ex: 200.15.143.1
- Notação decimal separada por pontos
- Cada parte varia de 0 a 255
- Endereçamento hierárquico
  - Definição de sub-redes
  - Cada sub-rede é definida por uma máscara (todos o enderços dentro da sub-rede inciciam por esta máscara)

# Endereçamento IPv4



Máscara 223.1.1.0/24 --> significa que os primeiros 24 bits são fixos

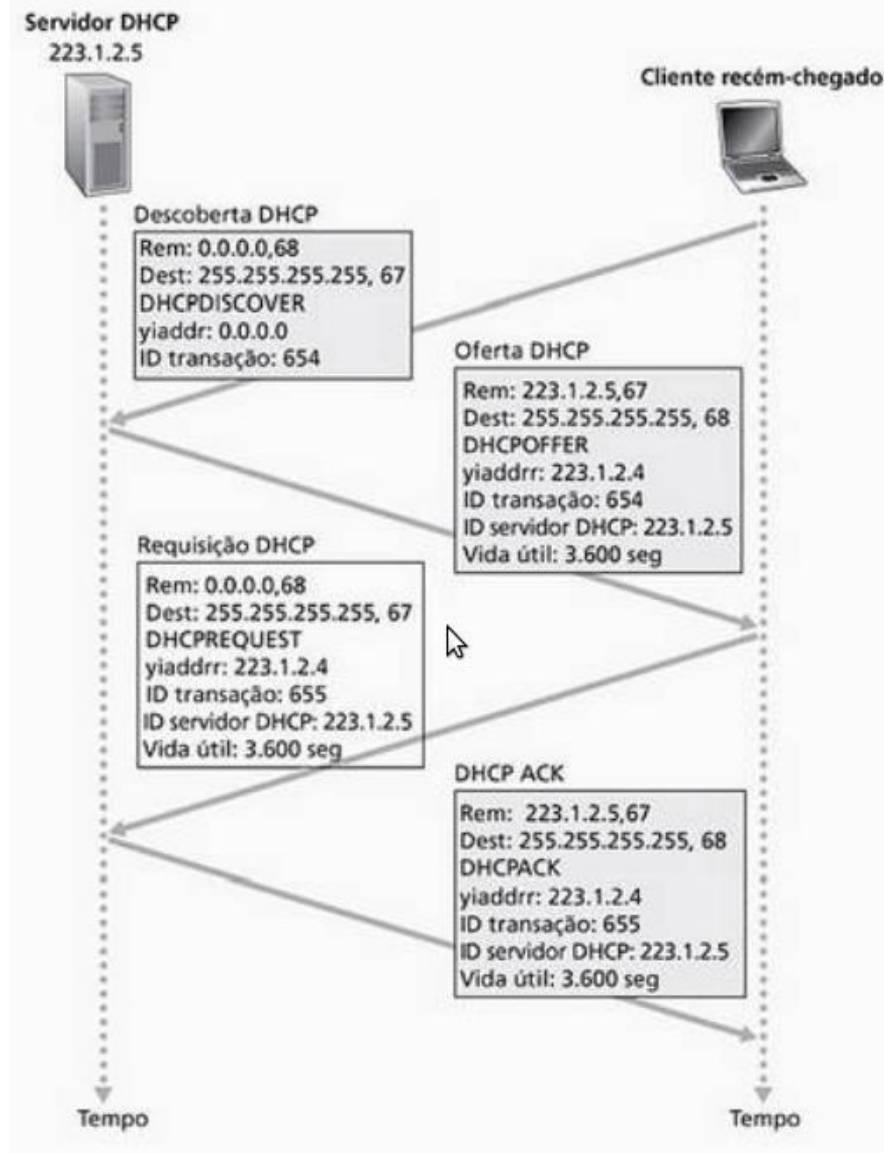
# Medidas Paleativas Contra o Esgotamento de IPs

- DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol
  - Distribuição automática de endereços IP
- NAT – Network Address Translation
  - Criação de sub-redes com endereços IP internos
  - Aumenta o número de computadores conectados

# DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol

- Distribui endereços IP automaticamente
- Um host não terá necessariamente o mesmo endereço ao se conectar duas vezes
- Fornece informações sobre
  - Endereço do primeiro roteador (*default gateway*)
  - Máscara de sub-rede
  - Servidor DNS
- Aumento o número de possíveis hosts a se conectar

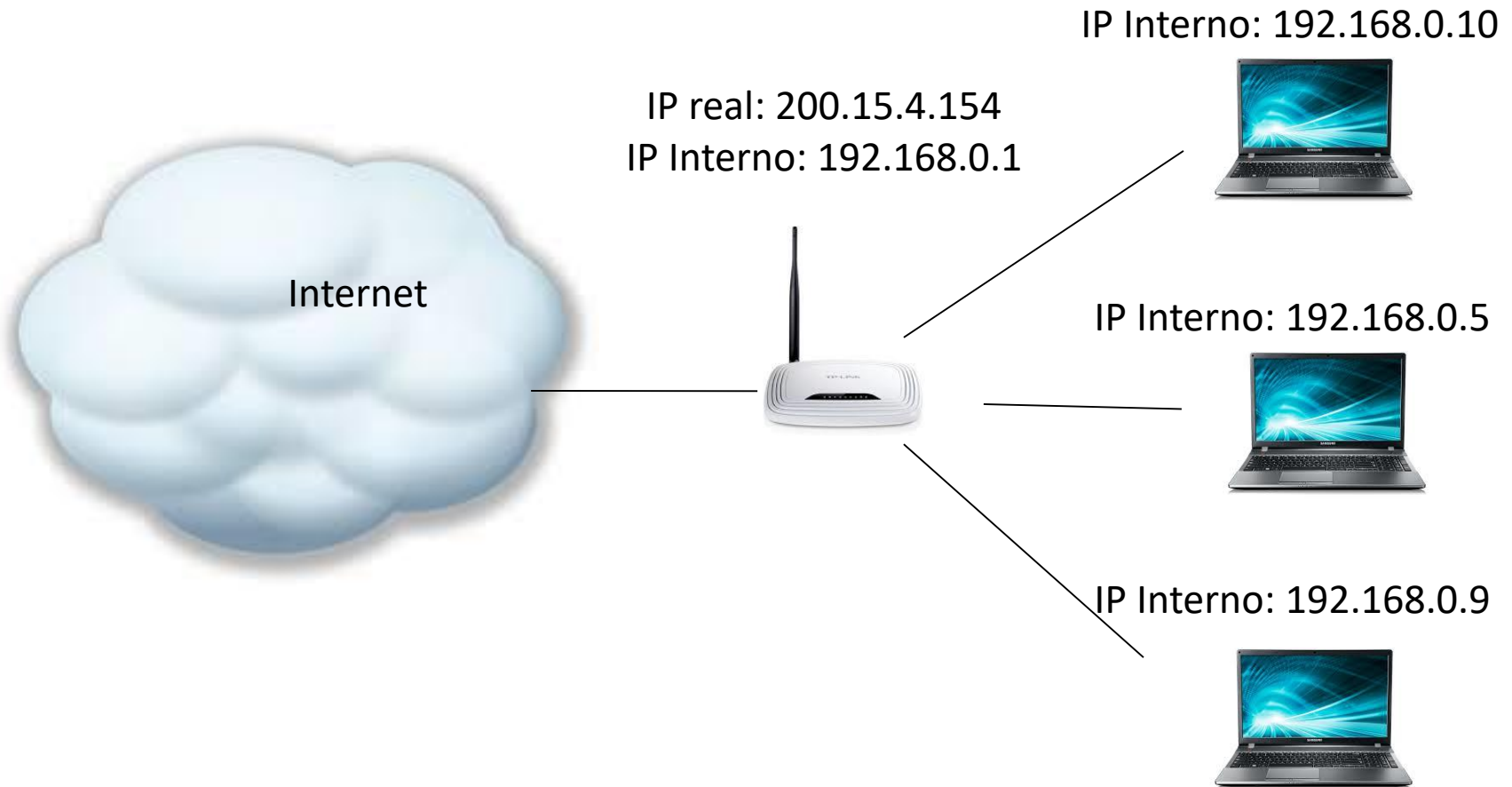
# DHCP – Dynamic Host Configuration



# NAT – Network Address Translation

- Duas categorias de IP
  - Válido ou externo
  - Interno
- IP válido é dado para o roteador (ligação com a Internet)
- Funcionamento hierárquico
- As demais estações recebem IPs locais, nas faixas:
  - Classe A: 10.0.0.0 – 10.255.255.255
  - Classe B: 172.16.0.0 – 172.31.255.255
  - Classe C: 192.168.0.0 – 192.168.255.255

# NAT – Network Address Translation



# IPv6

- Criado devido ao esgotamento do número de endereços do IPv4
- Endereçamento de 128 bits
- Cabeçalho fixo de 40 bytes
  - Retirado do campo Opções do IPv4
- Rótulo de fluxo e prioridade
- Exemplo:

2001:0db8:85a3:08d3:1319:8a2e:0370:7344

# IPv6

- Cabeçalho:

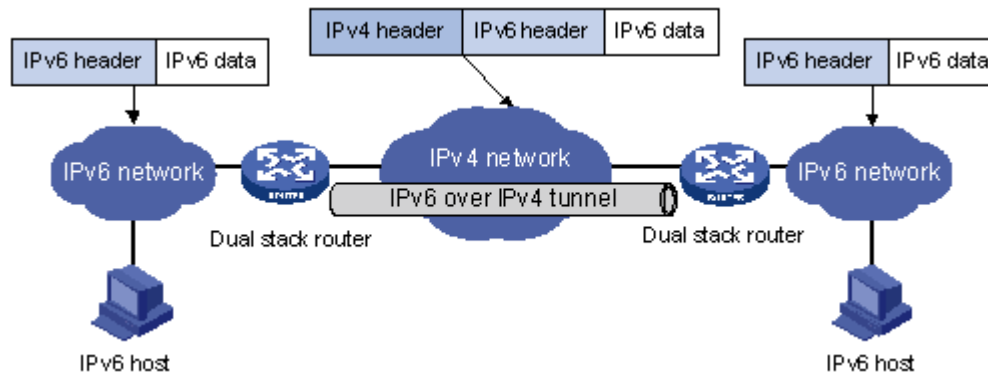
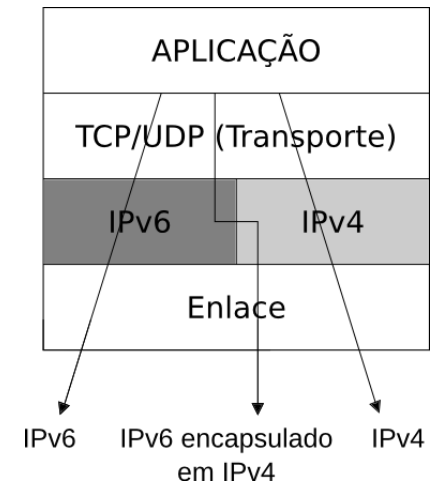


# Ipv6

- Versão
- Classe de tráfego
- Rótulo de fluxo
- Comprimento da carga útil
- Próximo cabeçalho: que protocolo receberá na camada acima
- Limite de saltos: TTL
- Fonte e destino
- Dados

# Endereços IPv6

- Técnicas de transição IPv4 para IPv6
  - Pilha Dupla
  - Tunelamento
  - Tradução
- Pilha dupla
  - Roteadores encaminham pacotes dos dois protocolos
- Tunelamento
  - Roteadores redes IPv6 conversam tendo uma rede IPv4 no caminho.
  - Os pacotes IPv6 são colocados dentro de pacotes IPv4 no primeiro roteador IPv4 e removidos no último

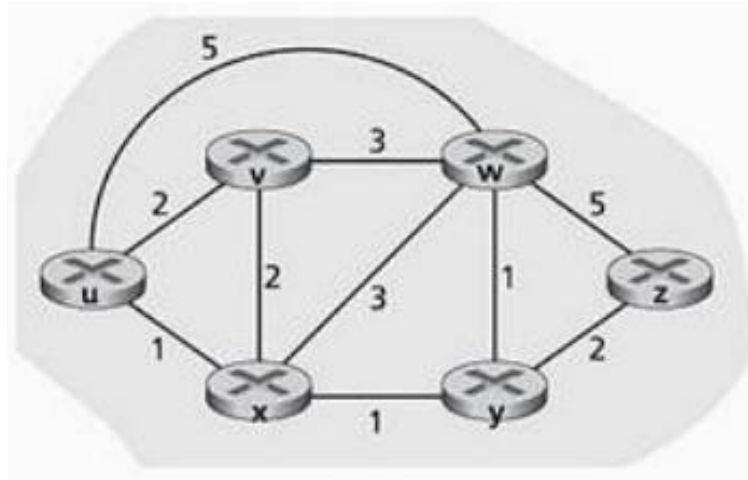


# Endereços IPv6

- Tradução IPv4 --> IPv6
  - Utiliza o prefixo “64:ff9b:”
    - Exemplo: o endereço 203.0.11.1 será traduzido para 64:ff9b::203.0.11.1
- Tradução IPv6 --> IPv4
  - NAT
  - A rede IPv6 tem um endereço externo IPv4

# Algoritmos de Roteamento

- Dada uma comunicação entre dois hosts, considere somente o primeiro e o último roteador no caminho.
- Representação da rede (somente os roteadores) por grafo
  - Vértices: roteadores
  - Arestas: enlaces de ligação, os quais possuem um peso

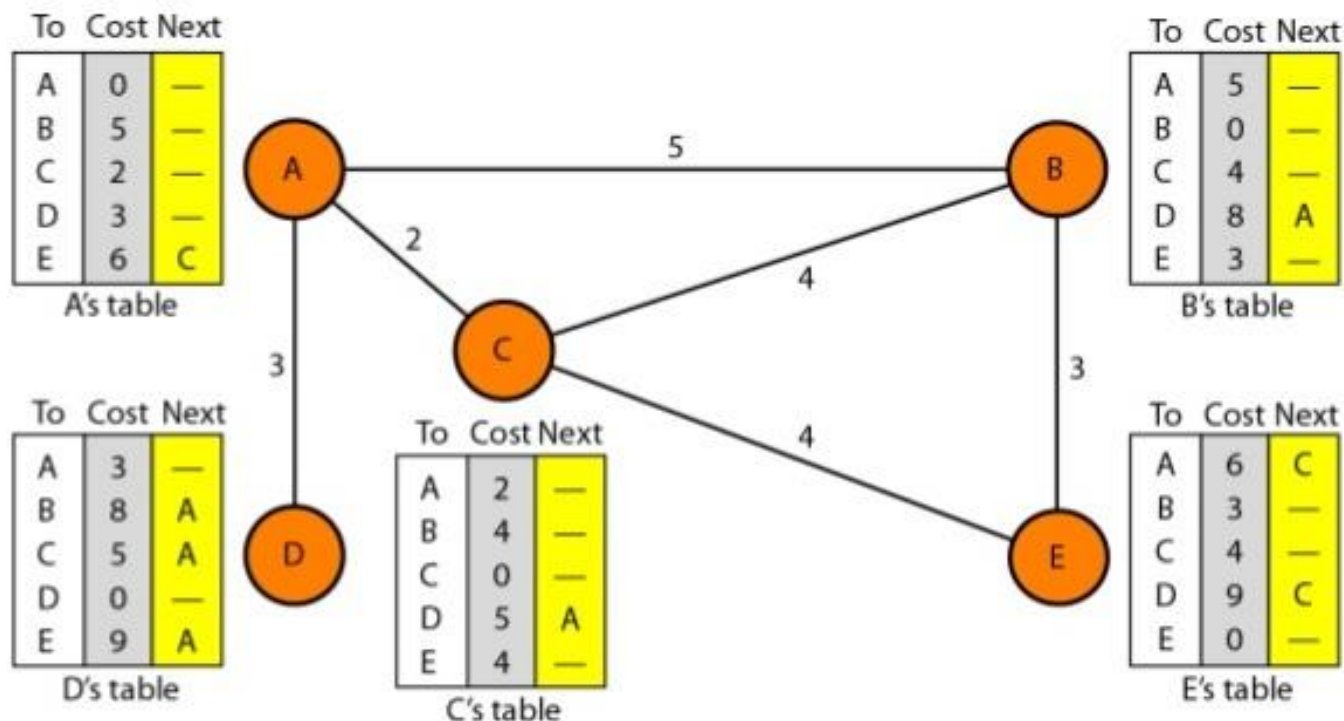


# Algoritmos de Roteamento

- Algoritmos de estado de enlace
  - Centralizado: executado em um único ponto
  - Requer informação global da rede
  - Grafo construído por broadcast (todos da rede recebem)
  - Exemplo: Dijkstra --> retorna a rota de menor custo entre um host e os demais hosts
- Algoritmos de vetor distância
  - Roteadores mantem uma tabela com a menor distância entre um host e os demais
  - Tabela construída por trocas de mensagens entre vizinhos

# Algoritmos de Roteamento

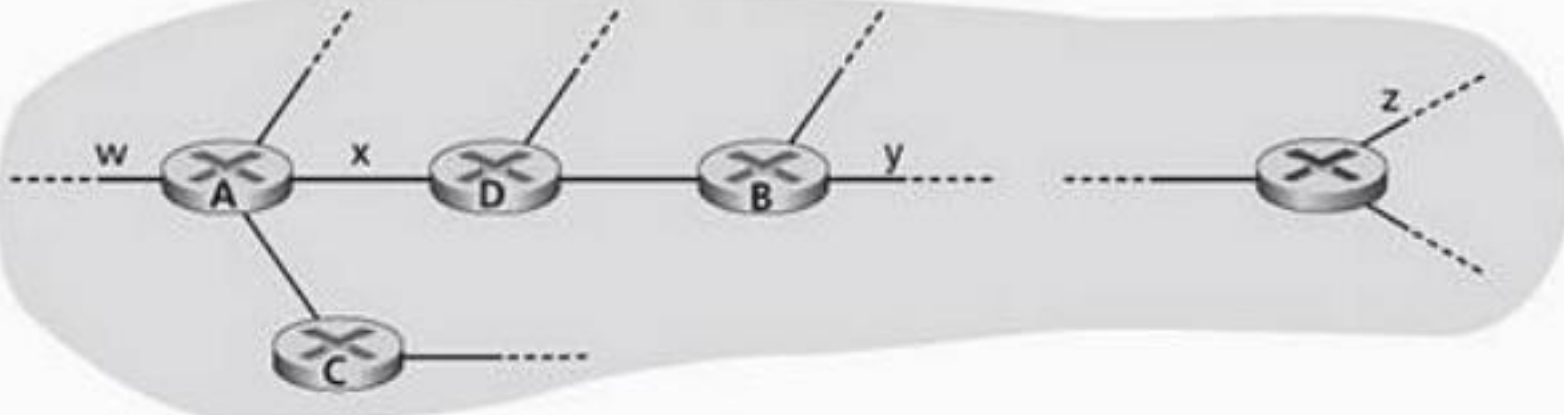
- Tabelas de rotas em algoritmos de Vetor Distância



# Exemplo - RIP

- Vetor distância
- Protocolo da camada de aplicação que manipula tabelas de rotas
- Executado sobre UDP
- Roteadores trocam informações (tabela de rotas) a cada 30 segundos
- Mensagens somente entre vizinhos
- Exemplo: um sistema autônomo (roteadores formando uma rede) e a tabela de rotas do roteador A

# RIP



| Sub-rede de destino | Roteador seguinte | Número de saltos até o destino |
|---------------------|-------------------|--------------------------------|
| w                   | A                 | 2                              |
| y                   | B                 | 2                              |
| z                   | B                 | 7                              |
| x                   | —                 | 1                              |
| ....                | ....              | ....                           |

Tabela de roteamento do roteador D.

Obs: cada roteador pode representar um sub-rede