

Infraestrutura para Sistemas de Software

Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva



Módulo 3 - Roteamento e segurança de redes

Unidade 1 - O conceito de roteamento de pacotes e os seus algoritmos



O conceito de roteamento de pacotes e os seus algoritmos

- Conceito de Roteamento
- Tipos de Roteamento
- Protocolos de Roteamentos (algoritmos)

Conceito de Roteamento

Conceito de roteamento

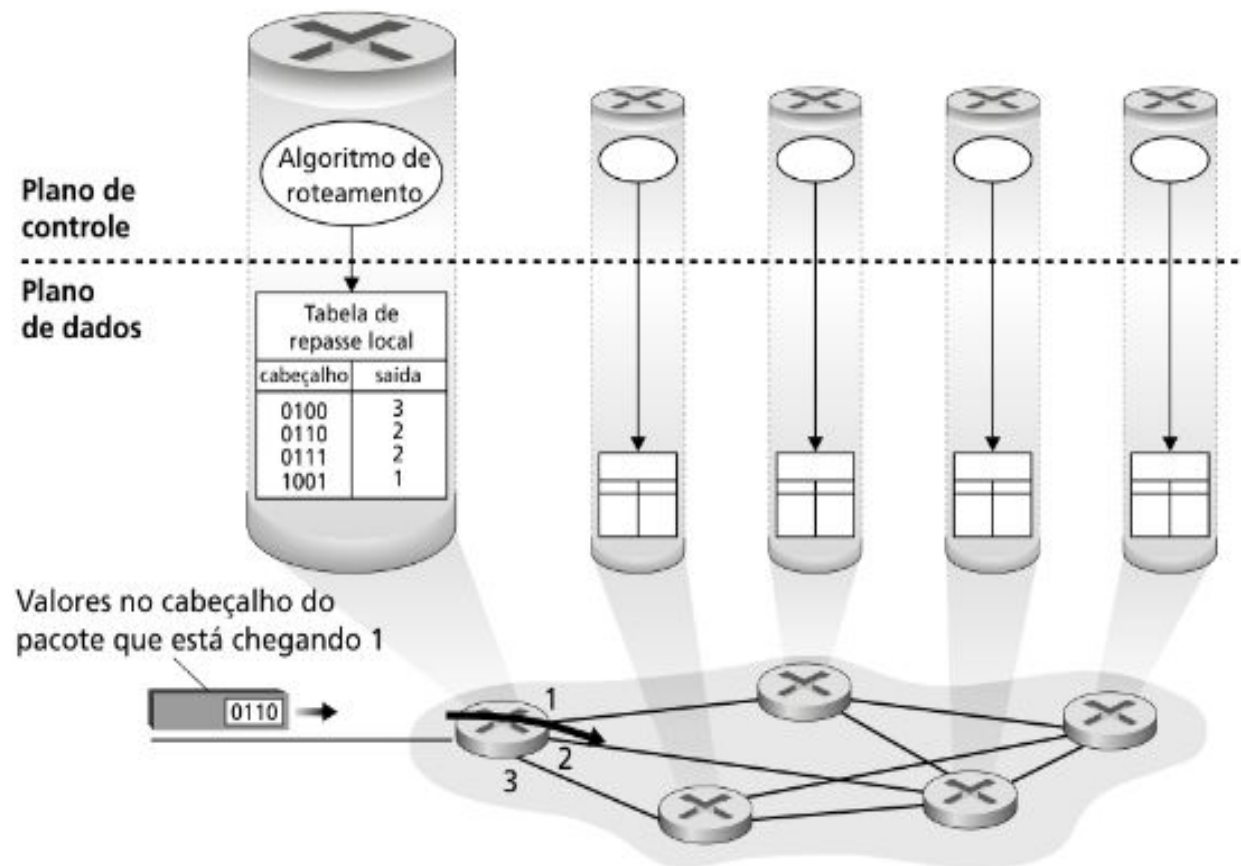
Protocolo de Roteamento

é o mecanismo como os roteadores encaminham pacotes.

- Para realizar esta função um roteador precisa de:
 - ter o endereço de destino do pacote;
 - conhecer os roteadores vizinhos;
 - e manter atualizadas as tabelas de roteamento:
 - com as rotas das redes internas ou externas

Conceito de roteamento

Protocolos de roteamento



Fonte: Kurose, 2020, p. 250 (plataforma de leitura).

Conceito de roteamento

Protocolos de roteamento

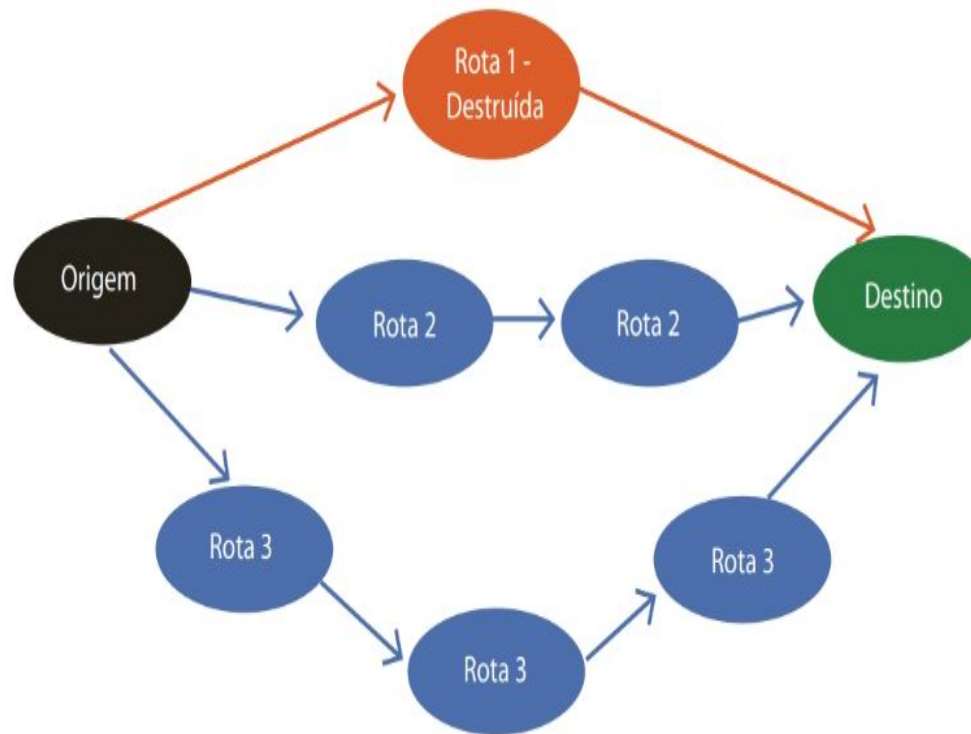
Tabelas de roteamento definem as rotas para encaminhar os pacotes corretamente em direção ao destino final:

- Rotas internas - atuam na rede privada (*intranet*);
- Rotas externas - atuam na rede mundial (*internet*).
 - os roteadores de provedores de internet

Conceito de roteamento

Rotas de roteamento

Modelo abstrato de
grafo de uma rede de
computadores



Fonte: Barbosa, 2020, p. 118 (plataforma de leitura).

Conceito de roteamento

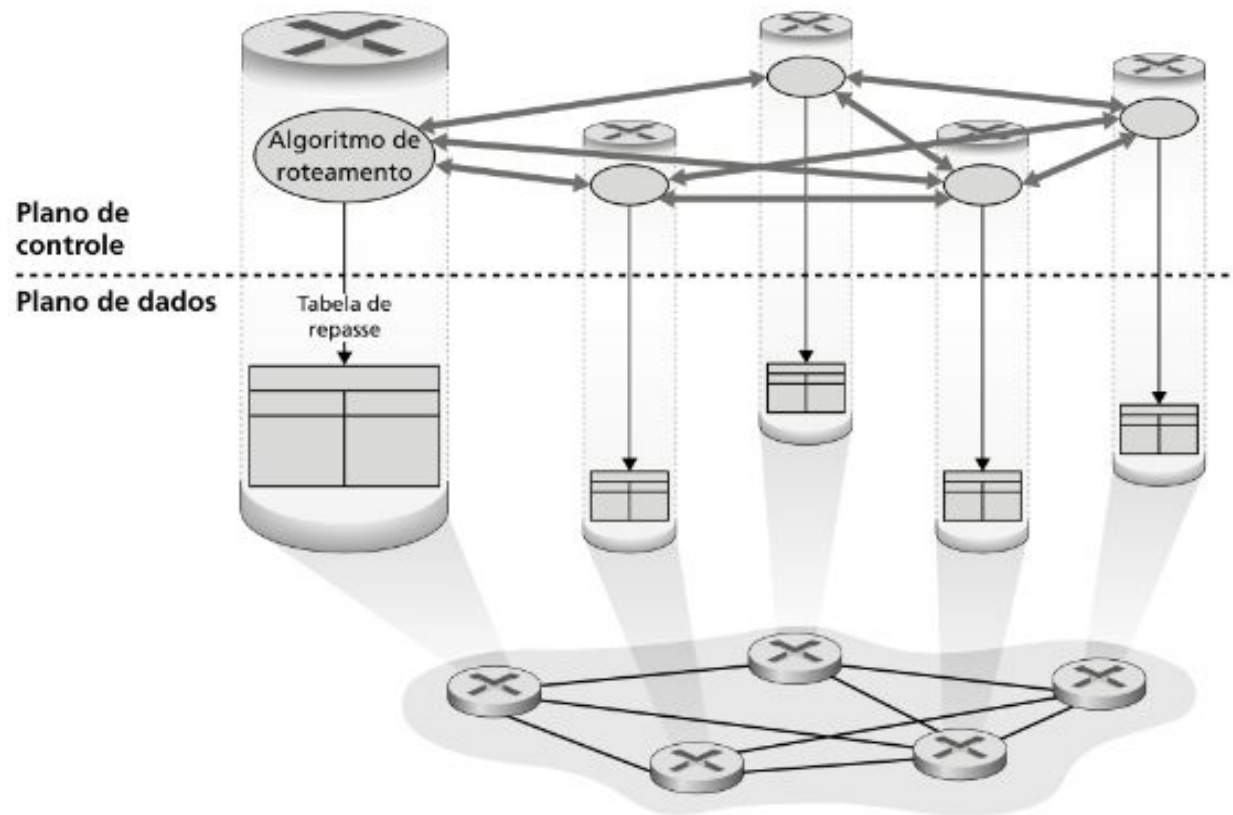
Protocolos de roteamento

Plano de controle

- Algoritmo de roteamento

Plano de dados

- Tabelas de roteamento



Fonte: Kurose, 2020, p. 308 (plataforma de leitura).

Tipos de roteamento

Tipos de roteamento

Protocolos de redes internas

Atuam dentro de uma rede privada (*intranet*, ou intra-domínio, ou *Interior Gateway Protocol* (IGP)) podendo ser:

- **Vetor de distâncias:**
 - *Routing Information Protocol* (RIP)
- **Estado de enlace (*Link State*):**
 - *Open Shortest Path First Protocol* (OSPF)

Tipos de roteamento

Protocolos de redes externas

Atuam na rede mundial (*internet*) e são utilizados entre roteadores de diferentes provedores podendo ser:

- ***Exterior Gateway Protocol (EGP);***
- ***Border Gateway Protocol (BGP);***

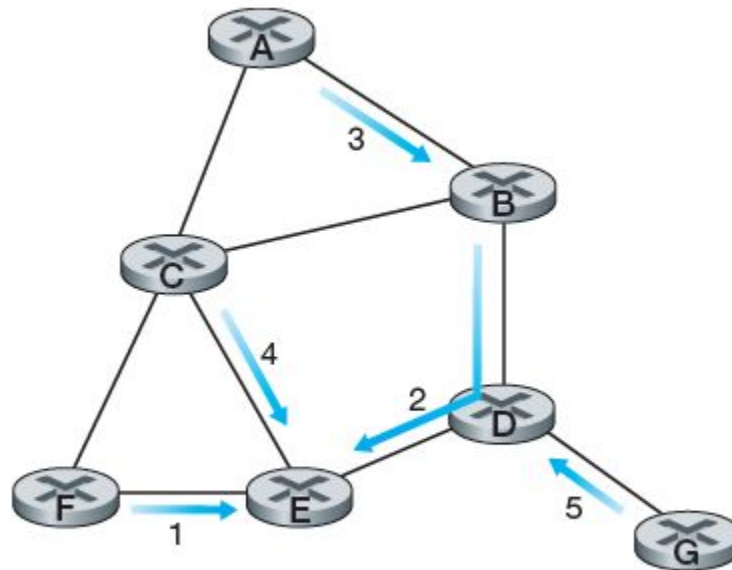
Protocolos de roteamento

Funções básicas de um protocolo de roteamento:

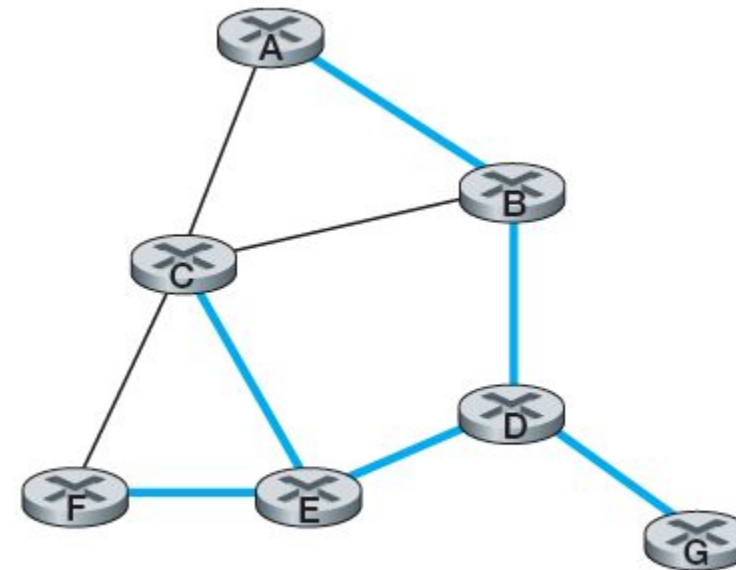
1. Preencher as tabelas de roteamento com rotas para todas as sub-redes.
2. Escolher a melhor rota quando houver mais de uma.
3. Remover rotas da tabela de roteamento quando não forem mais válidas.
4. Evitar *loops* de roteamento.

Protocolos de roteamento

Evitar *loops* de roteamento



a. Construção da *spanning tree* passo a passo



b. *Spanning tree* construída

Fonte: Kurose, 2021, p. 310 (plataforma de leitura).

Protocolos de roteamento

- Os algoritmos de roteamento trocam informações de suas tabelas de roteamentos com os roteadores vizinhos:
 - Calculando as rotas pelos parâmetros:
 - menor custo;
 - menor distância;
 - velocidade do enlace;
 - outros.

Protocolos de Roteamentos (algoritmos)

Protocolos de Roteamentos

Vetor de distâncias

Routing Information Protocol (RIP)

- É um protocolo de roteamento para determinar a rota de menor custo para uma rede de destino
 - onde os roteadores trocam informações de roteamento referente às medidas de distância dos destinos alcançáveis.

Protocolos de Roteamentos

Vetor de distâncias

Routing Information Protocol (RIP)

Este protocolo atualiza uma **tabela de roteamento** com as rotas válidas registrando:

- um número de sub-rede;
- a interface pela qual os pacotes serão encaminhados;
- o endereço IP do próximo roteador alcançável.

Protocolos de Roteamentos

Vetor de distâncias

Routing Information Protocol (RIP)

- No RIP, o cálculo das melhores rotas é baseado apenas no número de saltos entre roteadores dentro do seu domínio:
 - É limitada a 15 saltos;

⇒ Ideal para redes de pequeno a médio porte.

Vetor de distâncias: RIP

Algoritmo de vetor de distâncias (DV)

```
Para cada nó, x:  
1  Inicialização:  
2    para todos os destinos y em N:  
3       $D_x(y) = c(x,y)$  /* se y não é um vizinho então  $c(x,y) = \infty$  */  
4  para cada vizinho w  
5     $D_w(y) = ?$  para todos os destinos y em N  
6  para cada vizinho w  
7    envia vetor de distâncias  $D_x = [D_x(y) : y \text{ em } N]$  para w  
8  
9  loop  
10   espere (até que ocorra uma mudança no custo do enlace ao vizinho  
11     w ou até a recepção de um vetor de distâncias do vizinho w)  
12  
13   para cada y em N:  
14      $D_x(y) = \min_v \{c(x,v) + D_v(y)\}$   
15  
16   se  $D_x(y)$  mudou para algum destino y  
17     envia vetor de distâncias  $D_x = [D_x(y) : y \text{ em } N]$  para todos os vizinhos  
18  
19 para sempre
```

Protocolos de Roteamentos

Vetor de distâncias: RIP

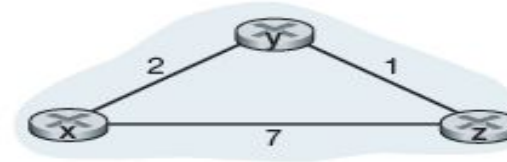


Tabela do nó x

De	Custo até		
	x	y	z
x	0	2	7
y	∞	∞	∞
z	∞	∞	∞

De	Custo até		
	x	y	z
x	0	2	3
y	2	0	1
z	7	1	0

De	Custo até		
	x	y	z
x	0	2	3
y	2	0	1
z	3	1	0

Tabela do nó y

De	Custo até		
	x	y	z
x	∞	∞	∞
y	2	0	1
z	∞	∞	∞

De	Custo até		
	x	y	z
x	0	2	7
y	2	0	1
z	7	1	0

De	Custo até		
	x	y	z
x	0	2	3
y	2	0	1
z	3	1	0

Tabela do nó z

De	Custo até		
	x	y	z
x	∞	∞	∞
y	∞	∞	∞
z	7	1	0

De	Custo até		
	x	y	z
x	0	2	7
y	2	0	1
z	3	1	0

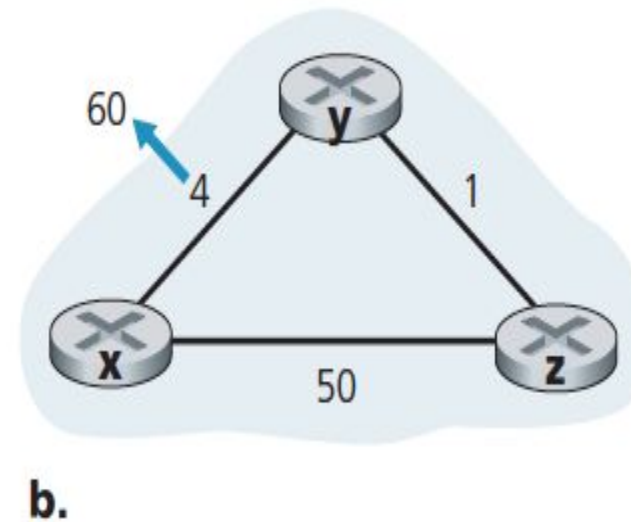
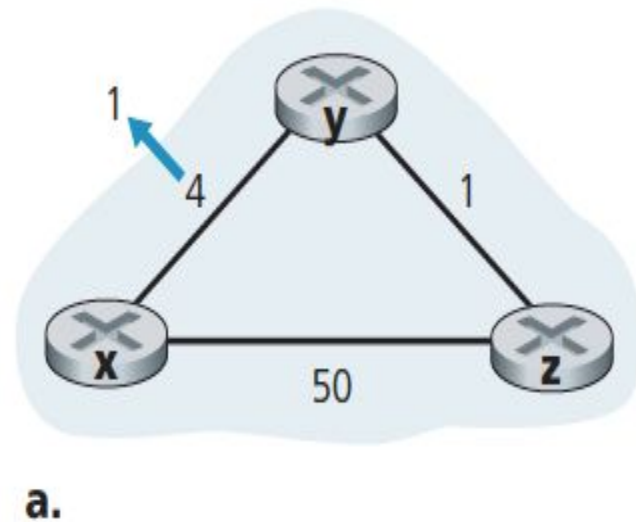
De	Custo até		
	x	y	z
x	0	2	3
y	2	0	1
z	3	1	0

Tempo

Fonte: Kurose, 2021, p. 318 (plataforma de leitura).

Protocolos de Roteamentos

Vetor de distâncias: RIP



Fonte: Kurose, 2021, p. 319 (plataforma de leitura).

Protocolos de Roteamentos

Vetor de distâncias

Routing Information Protocol (RIP)

Roteadores RIP trocam atualizações de roteamento a cada 30 segundos:

- Transmitindo a tabela de roteamento para todos os vizinhos.

Vetor de distâncias

Routing Information Protocol (RIP):

- RIPv1 é um protocolo de roteamento classful que não oferece suporte a sub-redes;
- RIPv2 suporta VLSM e CIDR (máscaras de sub-rede).

⇒ Este protocolo pode apresentar problemas de convergência.

Protocolos de Roteamentos

Estado de enlace (*Link State*)

Open Shortest Path First Protocol (OSPF)

Definido pela RFC 2328:

- Amplamente utilizado em IPv4 e IPv6.

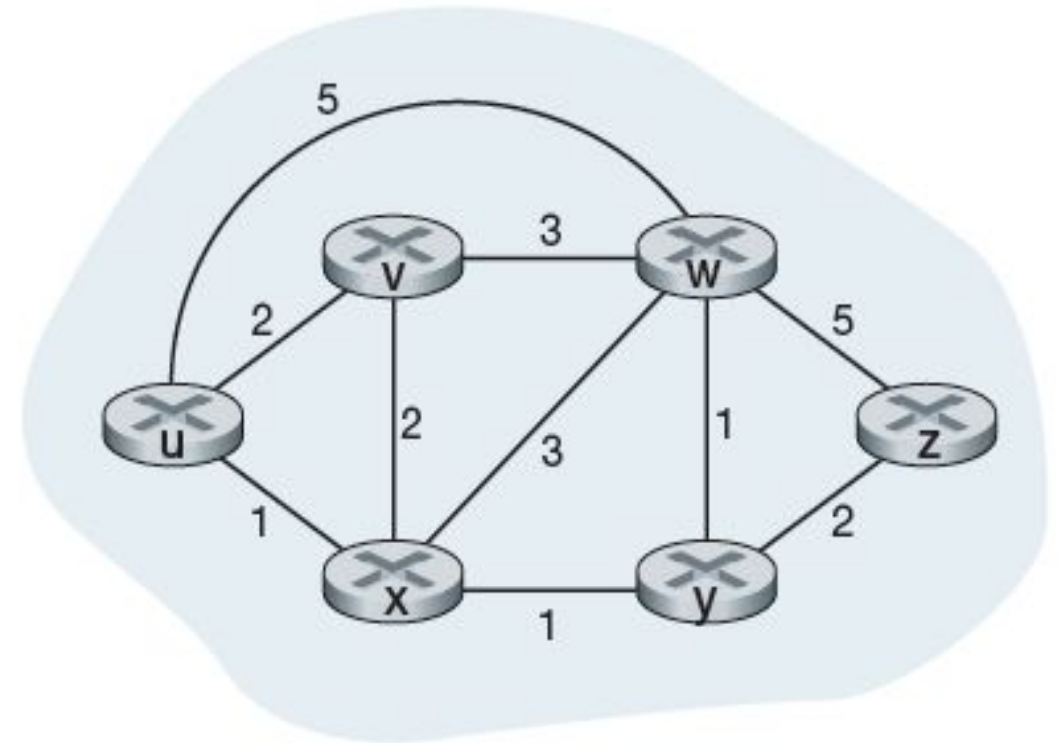
Protocolos de Roteamentos

Estado de enlace (*Link State*)

Protocolo OSPF

Algoritmo de caminho mais curto
(*algorithm shortest path first*):

- Algoritmo de Dijkstra, 1959.



Fonte: Kurose, 2021, p. 310 (plataforma de leitura).

Protocolos de Roteamentos

Estado de enlace (Link State)

Open Shortest Path First Protocol (OSPF)

- Suporte um grande número de roteadores:
 - Utiliza o custo da largura de banda da interface para calcular as rotas mais curtas.

Protocolos de Roteamentos

Estado de enlace (Link State)

Open Shortest Path First Protocol (OSPF)

Suporta *Variable Length Subnet Masking* (VLSM):

- Criação de sub-redes de tamanhos variáveis;
 - Melhorando a utilização dos endereços IP.
- Tempo de convergência rápido.

Protocolos de Roteamentos

Estado de enlace (Link State)

Open Shortest Path First Protocol (OSPF)

É escalável:

- Preferido dos provedores de serviços de Internet e redes empresariais.

Protocolos de Roteamentos

Estado de enlace (Link State)

Open Shortest Path First Protocol (OSPF)

Vantagens:

- Reduz o tamanho da base de dados das rotas;
- Minimiza o tráfego de roteamento.

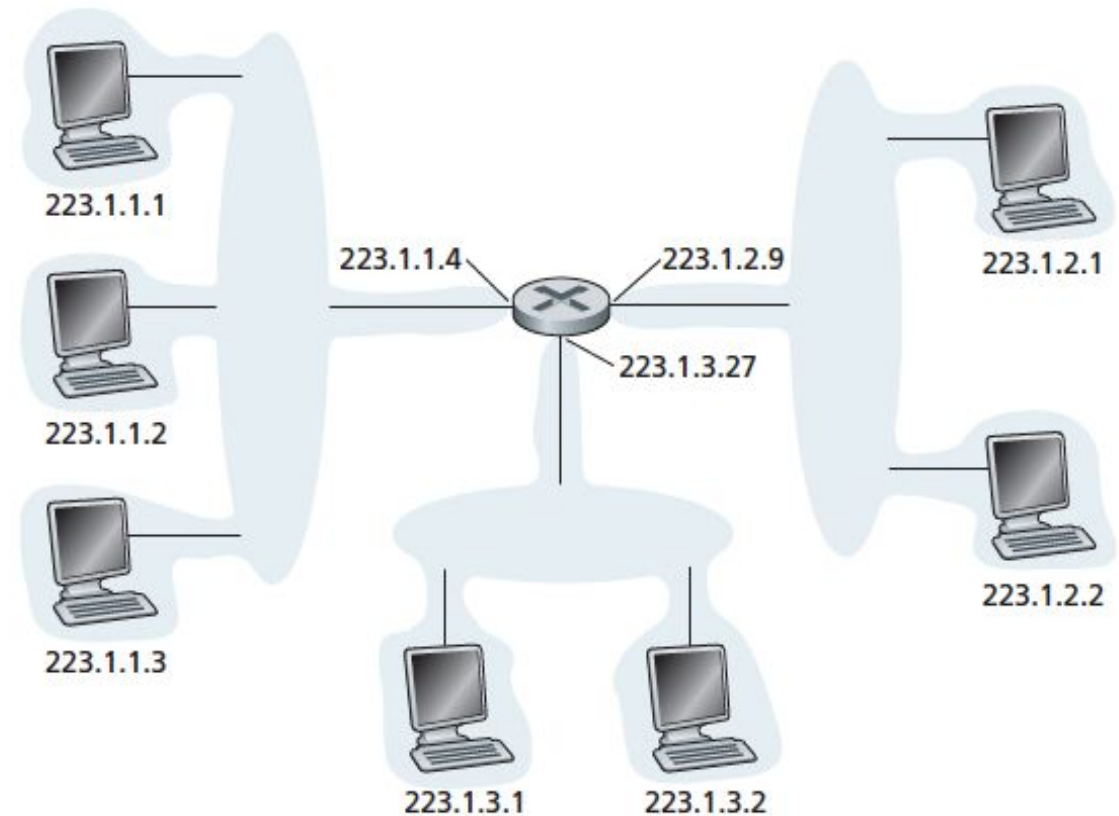
Protocolos de Roteamentos

Estado de enlace (Link State)

Protocol (OSPF)

- Faz Agregação de rotas para endereços IP hierárquico.

Exemplo:
destino 223.1 (alcança todos).



Protocolos de Roteamentos

Border Gateway Protocol (BGP)

- É um protocolo de roteamento escalável e flexível usado entre Sistemas Autônomos (AS-AS).

⇒ Preferido por provedores de serviços de Internet.

Protocolos de Roteamentos

Border Gateway Protocol (BGP)

- É um protocolo de vetor de distâncias.
- Considera o caminho completo até o destino:
 - Não apenas o estado local do enlace (link)

Protocolos de Roteamentos

Border Gateway Protocol (BGP)

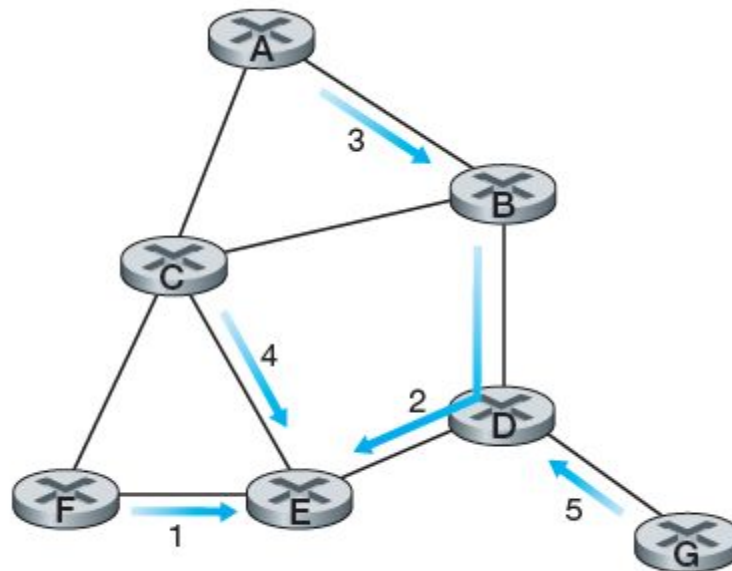
- Os roteadores **BGP** trocam informações de roteamento:
 - Incluindo prefixos de rede;
 - Número do Sistema Autônomo (ASN) associado a cada prefixo.

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

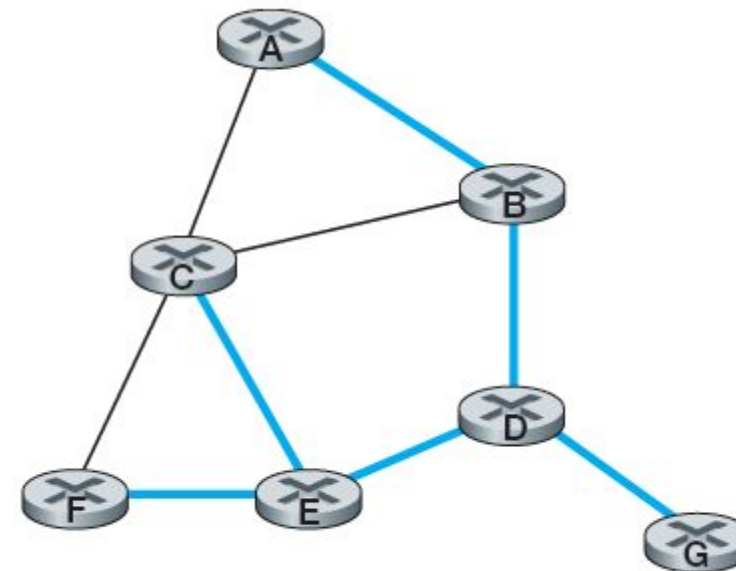
- É um protocolo de roteamento *Exterior Gateway Protocol* (EGP) desenvolvido pela **Cisco Systems**[®] :
 - utiliza o algoritmo de atualização por difusão.

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

Algoritmo por Difusão



a. Construção da *spanning tree* passo a passo



b. *Spanning tree* construída

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

- É um protocolo de roteamento híbrido combinando:
 - Estado de enlace (convergência rápida);
 - Vetor de distância (baixa sobrecarga de processamento e largura de banda).

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

- Para calcular as rotas, permite o balanceamento de carga em caminhos redundantes usando:
 - Largura de banda;
 - Latência;
 - Confiabilidade;
 - Carga do enlace.

Intermediate System to Intermediate System (IS-IS)

- É um protocolo de estado de enlace para roteamento de intradomínio (IGP):
 - utiliza o algoritmo de Dijkstra para calcular as rotas de menor custo.

⇒ roteadores vizinhos trocam informações sobre o estado dos enlaces.

Intermediate System to Intermediate System (IS-IS)

- Os roteadores calculam as rotas mais curta para cada destino com base nessa topologia.
 - Registrando em um banco de dados:
 - topologia;
 - custo;
 - destino.

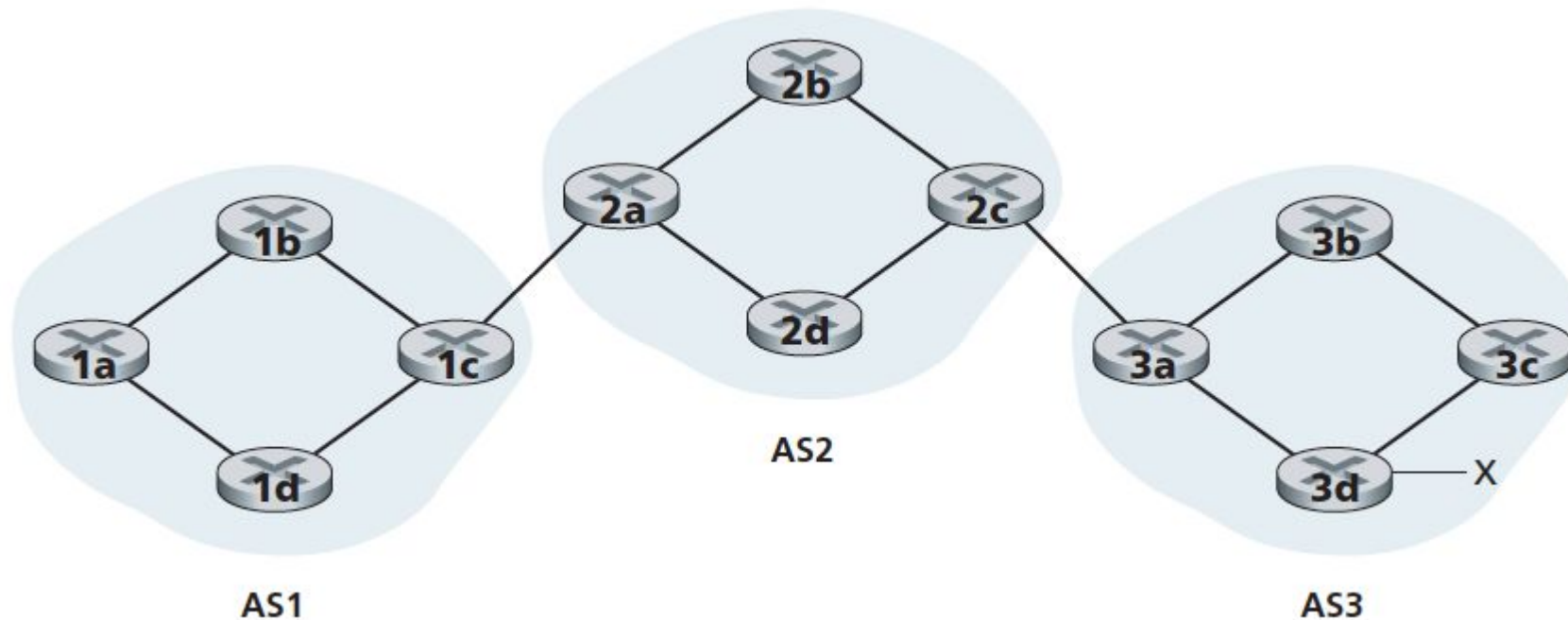
Protocolos de Roteamentos

Intermediate System to Intermediate System (IS-IS)

- Suporta endereços IPv4 e IPv6;
- É similar ao do protocolo OSPF.

Protocolos de Roteamentos

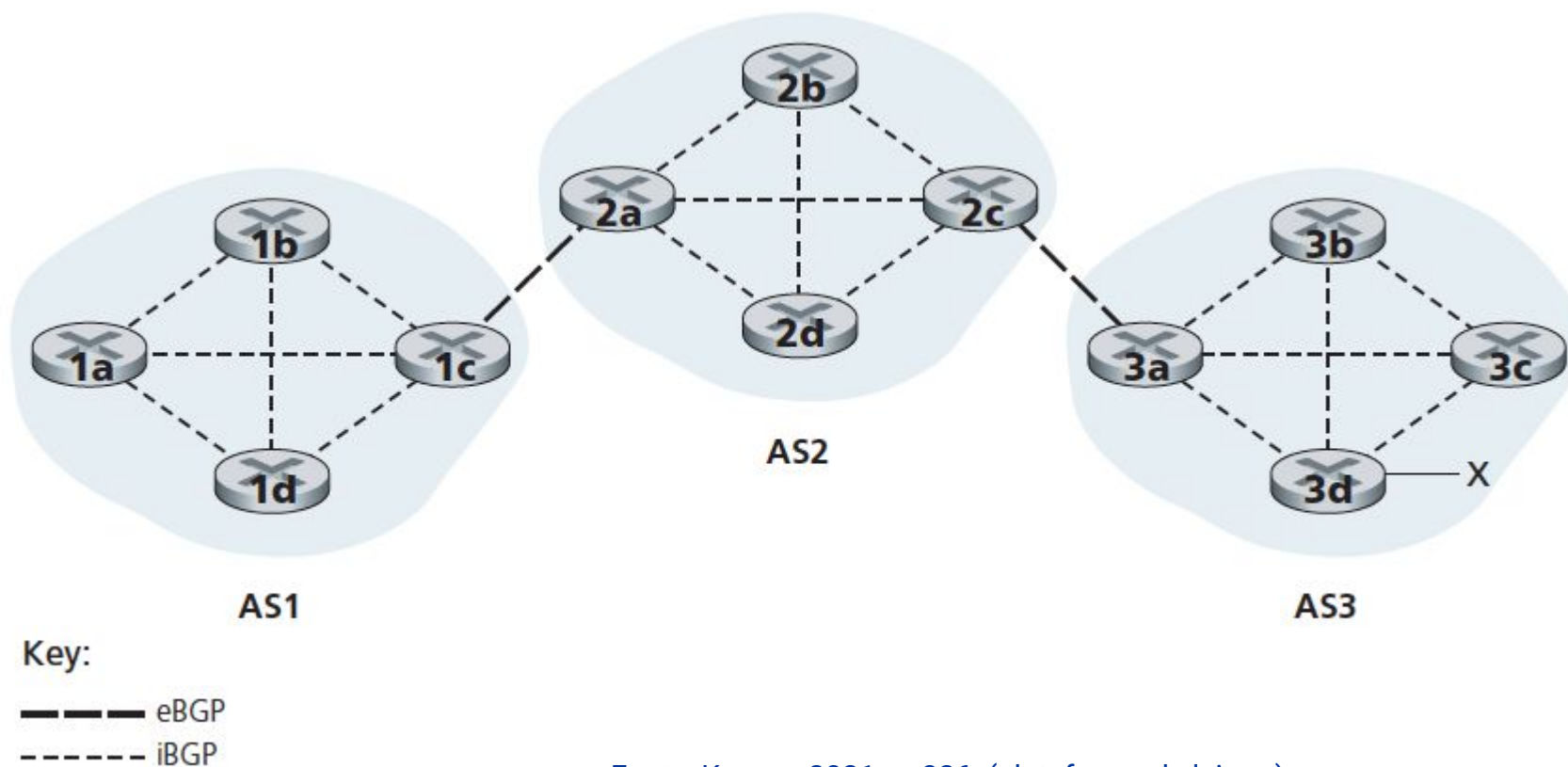
Intermediate System to Intermediate System (IS-IS)



Fonte: Kurose, 2021, p. 325 (plataforma de leitura).

Protocolos de Roteamentos

Intermediate System to Intermediate System (IS-IS)



Fonte: Kurose, 2021, p. 326 (plataforma de leitura).

Referências

BARBOSA, Cynthia S.; SERPA, Matheus S.; OLIVEIRA, Diego B.; SARAIVA, Maurício O. **Arquitetura TCP/IP I**. Editora Grupo A, 2020. p. **15-17**. ISBN 9786556900766. [Disponível na Biblioteca Digital da UFMS](#).

KUROSE, Jim; ROSS, Keith W. **Redes de Computadores e a Internet**: uma Abordagem Top-down, 8 Edição. Editora Pearson, 2021. ISBN: 9788582605592. p. **273, 303-328**. [Disponível na Biblioteca Digital da UFMS](#).

TANENBAUM, Andrew S.; FEAMSTER, Nicholas; WETHERALL, David J.; **Redes de Computadores**, 6ª Edição. Editora Pearson, 2021. ISBN: 9788582605615. p. **236-251**. [Disponível na Biblioteca Digital da UFMS](#).

Licenciamento



Respeitadas as formas de citação formal de autores de acordo com as normas da ABNT NBR 6023 (2018), a não ser que esteja indicado de outra forma, todo material desta apresentação está licenciado sob uma [Licença Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).