



Capítulo 22

Camada de Rede: Entrega, Encaminhamento e Roteamento

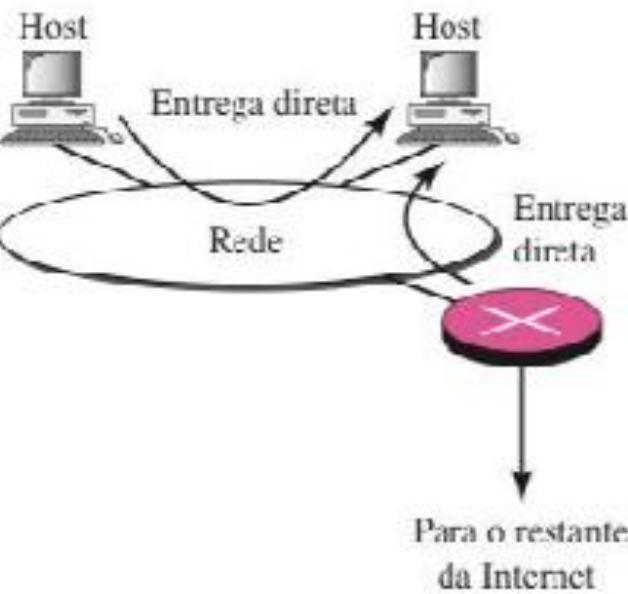
22-1 ENTREGA

A camada de rede supervisiona o tratamento de pacotes realizado pelas camadas inferiores. Definimos esse tratamento como entrega de um pacote.

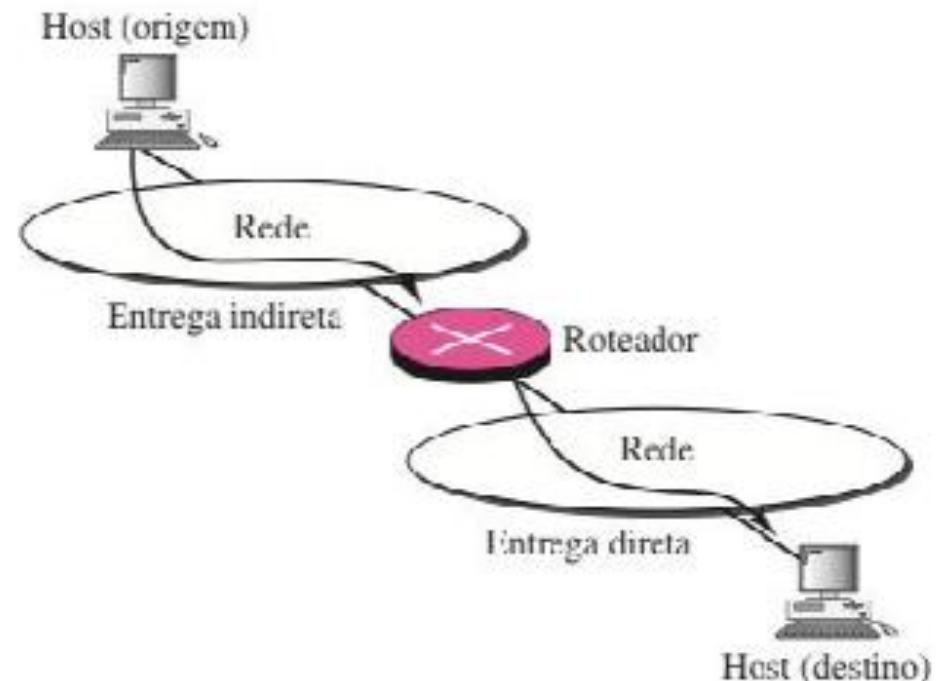
Tópicos discutidos nessa seção:

Entrega Direta Vs Entrega Indireta

Figura 22.1 Entrega direta e indireta



a. Entrega direta



b. Entrega direta e indireta

22-2 ENCAMINHAMENTO

Encaminhamento significa colocar o pacote na rota para seu destino. Ele requer que um host ou roteador tenha um tabela de roteamento. Quando um host tiver um pacote a ser enviado ou quando um roteador tiver recebido um pacote a ser encaminhado, ele busca essa tabela para encontrar a rota para o destino final.

Tópicos discutidos nessa seção:

Técnicas de Encaminhamento

Processo de Encaminhamento

Tabela de Roteamento

Figura 22.2 Método de Roteamento vs método de próximo salto

a. Tabelas de roteamento baseadas em rotas

Destino	Rota
Host B	R1, R2, host B

Destino	Rota
Host B	R2, host B

Destino	Rota
Host B	Host B

Tabela de roteamento para A

Tabela de roteamento para R1

Tabela de roteamento para R2

b. Tabelas de roteamento baseadas no próximo salto

Destino	Próximo salto
Host B	R1

Destino	Próximo salto
Host B	R2

Destino	Próximo salto
Host B	---

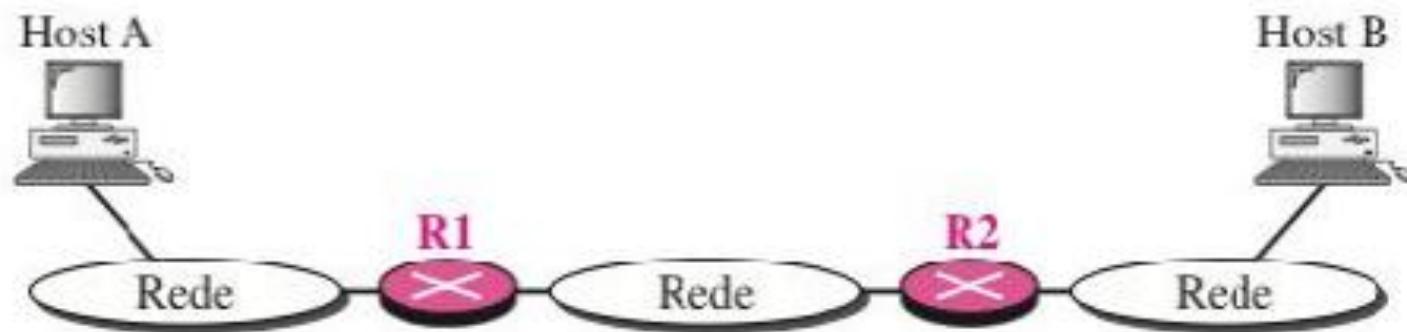


Figura 22.3 Método gráfico do host específico vs Método da rede específica

Tabela de roteamento para o host S
baseada no método de host específico

Destino	Próximo salto
A	R1
B	R1
C	R1
D	R1

Tabela de roteamento para o host S
baseada no método de rede específica

Destino	Próximo salto
N2	R1

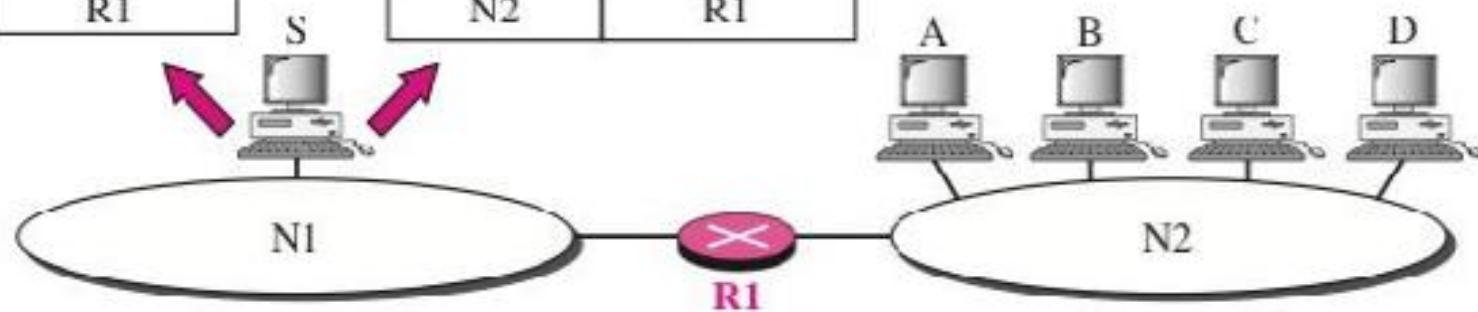
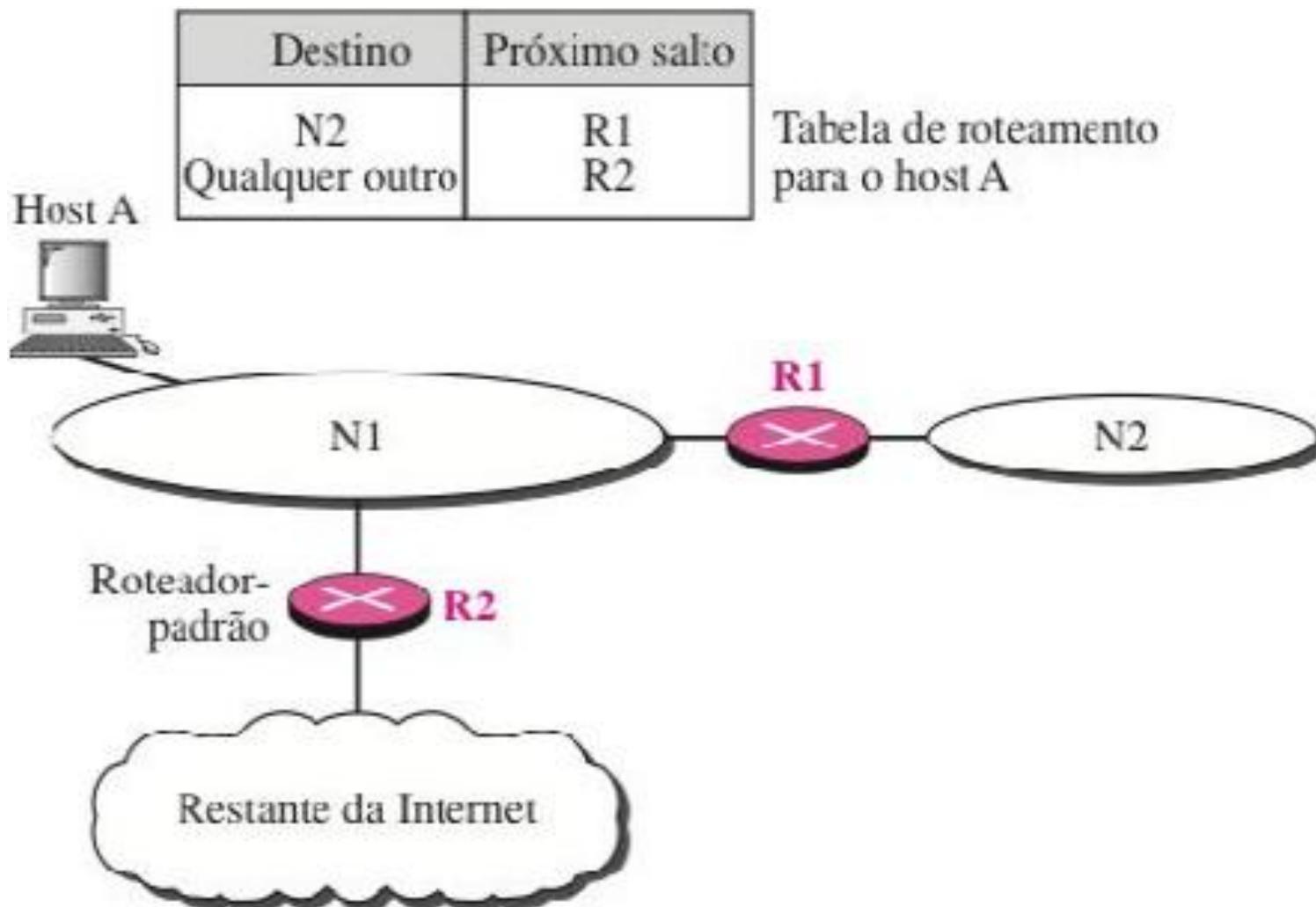
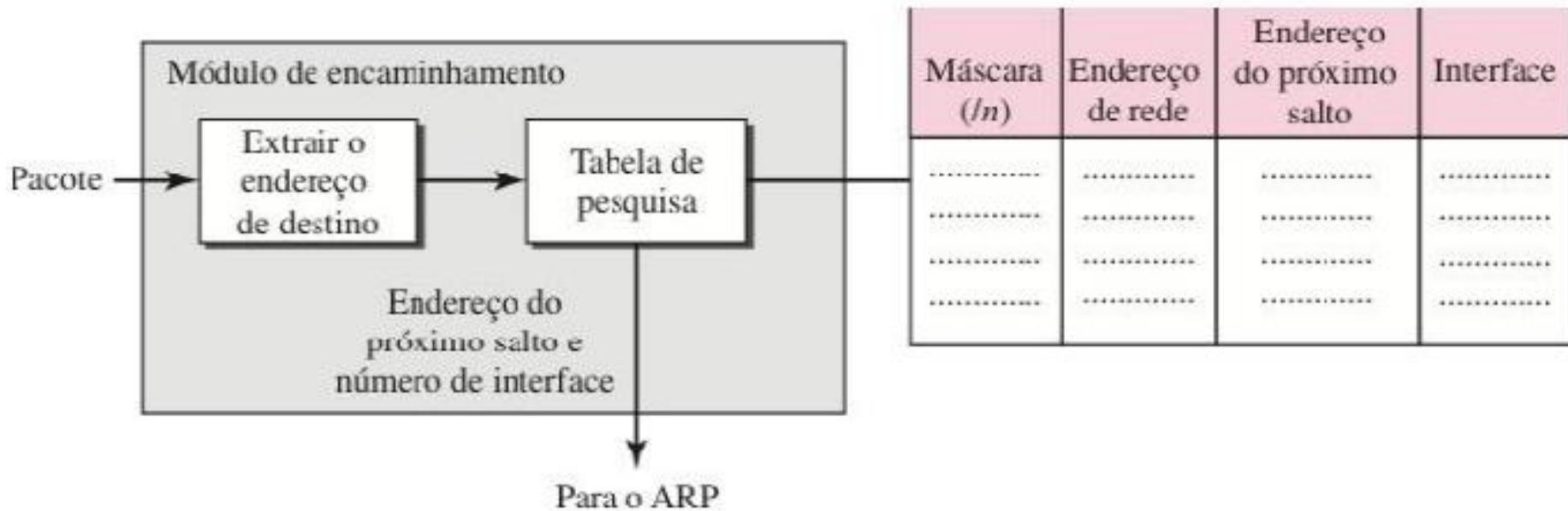
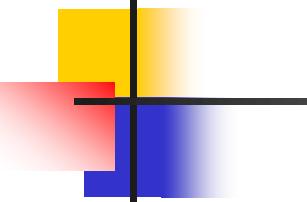


Figura 22.4 Método padrão (default)



**Figura 22.5 Módulo de encaminhamento simplificado
em um endereço sem classes**





Nota

**No endereçamento sem classes,
precisamos pelo menos de 4 colunas em
uma tabela de roteamento.**

Exemplo 22.1

Construa uma tabela de roteamento para o roteador R1, usando a configuração da Figura 22.6.

Solução

A tabela 22.1 mostra a tabela de roteamento correspondente.

Figura 22.6 Configuração do Exemplo 22.1

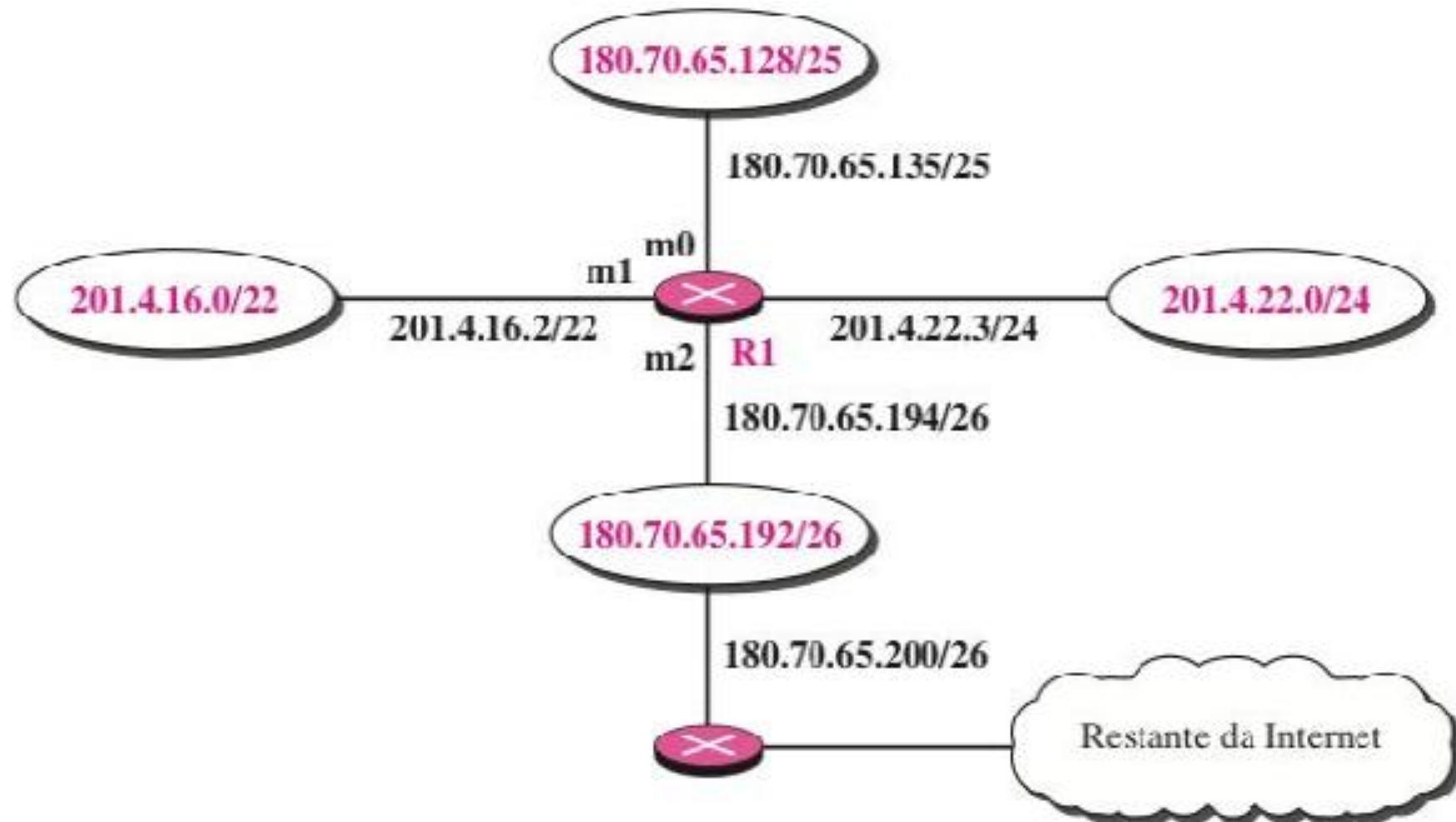


Tabela 22.1 *Tabela de roteamento para o roteador R1 na Figura 22.6*

Máscara	Endereço de Rede	Próximo salto	Interface
/26	180.70.65.192	—	m2
/25	180.70.65.128	—	m0
/24	201.4.22.0	—	m3
/22	201.4.16.0	m1
Qualquer	Qualquer	180.70.65.200	m2

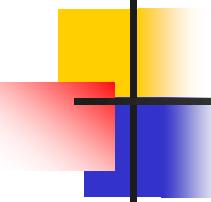
Exemplo 22.2

Mostre o processo de encaminhamento, caso um pacote chegue em R1 na Figura 22.6 com o endereço de destino 180.70.65.140.

Solução

O roteador realiza as seguintes etapas:

1. A primeira máscara (/26) é aplicada ao endereço de destino. O resultado é 180.70.65.128, que não bate com o endereço de rede correspondente.
2. A segunda máscara (/25) é aplicada ao endereço de destino. O resultado é 180.70.65.128, que bate com o endereço de rede correspondente. O endereço do próximo salto (nesse caso, o endereço de destino do pacote) e o número da interface m0 são repassados ao ARP para processamento adicional.



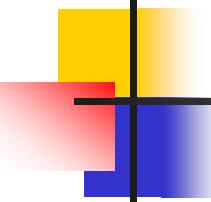
Exemplo 22.3

Mostre o processo de encaminhamento, caso um pacote chegue em R1 na Figura 22.6 com endereço de destino 201.4.22.35.

Solução

O roteador executa as seguintes etapas:

- 1. A primeira máscara (/26) é aplicada ao endereço de destino. O resultado é 201.4.22.0, que não bate com o endereço de rede correspondente.*
- 2. A segunda máscara (/25) é aplicada ao endereço de destino. O resultado é 201.4.22.0, que também não bate com o endereço de rede correspondente (linha 2).*



Exemplo 22.3 (continuação)

3. A terceira máscara (/24) é aplicada ao endereço de destino. O resultado é 201.4.22.0, que bate com o endereço de rede correspondente. O endereço de destino do pacote e o número da interface m0 são repassados ao ARP para processamento adicional.

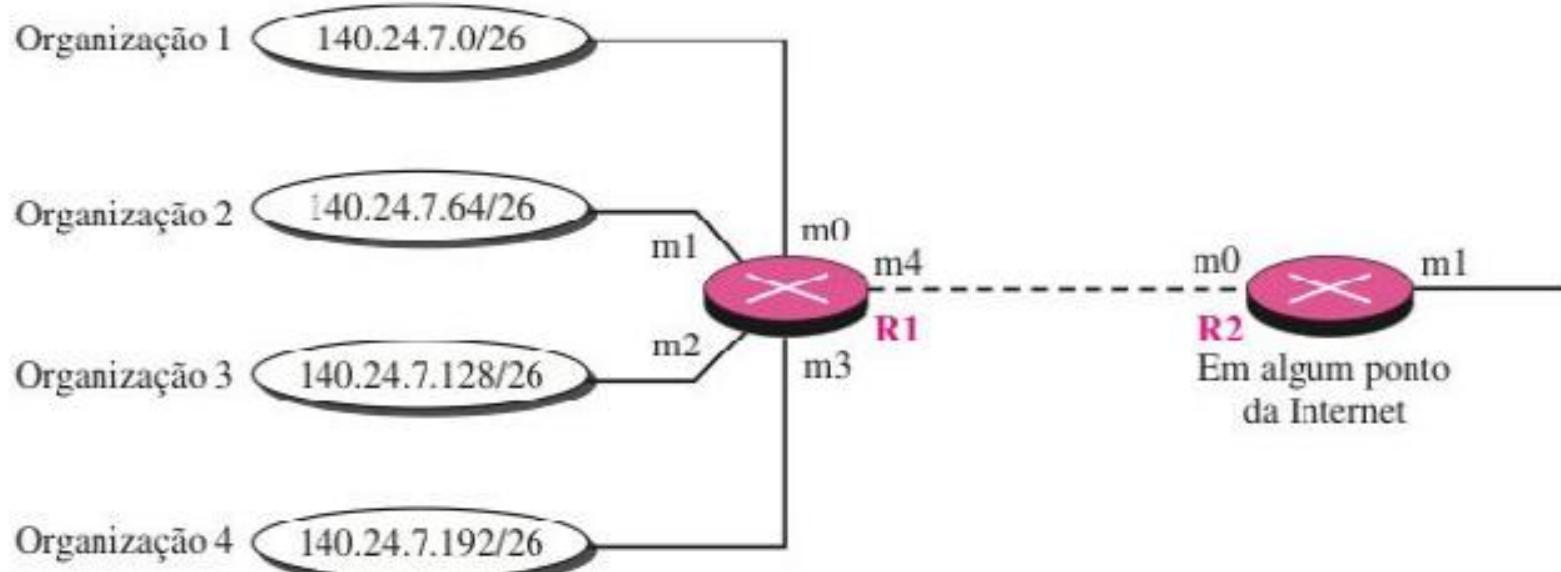
Exemplo 22.4

Mostre o processo de encaminhamento, caso um pacote chegue em R1 na Figura 22.6 com endereço de destino 18.24.32.78.

Solução

Desta vez, todas as máscaras são aplicadas, uma a uma, ao endereço de destino, mas não é encontrado nenhum endereço de rede coincidente. Ao chegar ao final da tabela, o módulo passa o endereço do próximo nó, 180.70.65.200, e o número da interface m2 para o ARP. Provavelmente, esse é um pacote de saída que precisa ser enviado, por meio de um roteador padrão, para algum outro lugar na Internet.

Figura 22.7 Agregação de endereços



Máscara	Endereço de rede	Endereço do próximo salto	Interface
/26	140.24.7.0	-----	m0
/26	140.24.7.64	-----	m1
/26	140.24.7.128	-----	m2
/26	140.24.7.192	-----	m3
/0	0.0.0.0	Padrão	m4

Tabela de roteamento para R1

Máscara	Endereço de rede	Endereço do próximo salto	Interface
/24	140.24.7.0	-----	m0
/0	0.0.0.0	Padrão	m1

Tabela de roteamento para R2

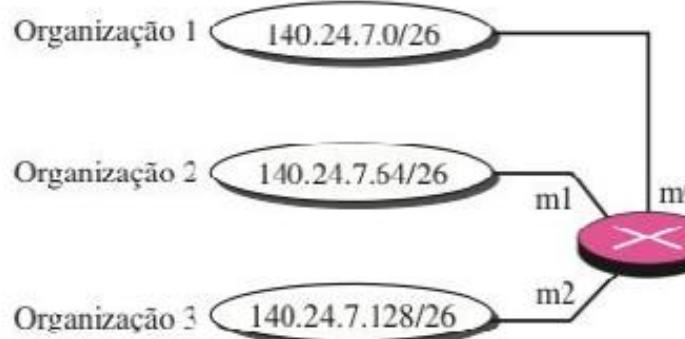
Concordância com a máscara mais longa

O que acontece se uma das organizações da Figura 22.7 não estiver geograficamente próxima às outras três? Por exemplo, se, por alguma razão, a organização 4 não puder ser interligada ao roteador R1, ainda podemos usar o conceito de agregação de endereços e, mesmo assim, atribuir o bloco 140.24.7.192/26 à organização 4?

A resposta é sim, pois o roteamento no endereçamento sem classes usa outro princípio, o da **concordância com a máscara mais longa**. Esse princípio afirma que a tabela de roteamento é ordenada da máscara mais longa para a máscara mais curta. Em outras palavras, se existirem três máscaras /27, /26 e /24, a máscara /27 deve ser a primeira entrada, e /24, a última. Vejamos se esse princípio soluciona a situação na qual a organização 4 é separada das três outras organizações. A Figura 22.8 ilustra a situação.

Suponha que chegue um pacote para a organização 4 com endereço de destino 140.24.7.200. É aplicada a primeira máscara no roteador R2, fornecendo o endereço de rede 140.24.7.192. O pacote é direcionado corretamente da interface m1 e chega à organização 4. Se, entretanto, a tabela de roteamento não for armazenada primeiro com o prefixo mais longo, a aplicação da máscara /24 resultaria no roteamento incorreto do pacote para o roteador R1.

Figura 22.8 Concordância com a máscara mais longa



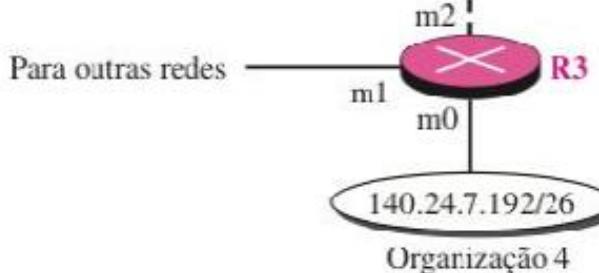
Máscara	Endereço de rede	Endereço do próximo salto	Interface
/26	140.24.7.0	-----	m0
/26	140.24.7.64	-----	m1
/26	140.24.7.128	-----	m2
/0	0.0.0.0	Padrão	m3

Tabela de roteamento para R1

Tabela de roteamento para R2

Máscara	Endereço de rede	Endereço do próximo salto	Interface
/26	140.24.7.192	-----	m1
/24	140.24.7.0	-----	m0
/??	???????	?????????	m1
/0	0.0.0.0	Padrão	m2

Para outras redes



Máscara	Endereço de rede	Endereço do próximo salto	Interface
/26	140.24.7.192	-----	m0
/??	???????	?????????	m1
/0	0.0.0.0	Padrão	m2

Tabela de roteamento para R3

Exemplo 22.5

Como exemplo de roteamento hierárquico, vamos considerar a Figura 22.9. São concedidos a um ISP regional 16.384 endereços IP iniciando em 120.14.64.0. O ISP regional decidiu dividir esse bloco em quatro sub-blocos, cada um com 4096 endereços. Tres desses sub-blocos são alocados a três ISPs locais; o segundo sub-bloco é reservado para uso futuro. Note que a máscara de cada bloco é /20 porque o bloco original com máscara /18 é dividido em 4 blocos de endereços.

O primeiro ISP local dividiu o seu sub-bloco em 8 blocos menores e atribuiu cada um deles a um pequeno ISP. Cada um desses ISPs pequenos presta serviços a 128 residências, cada uma usando quatro endereços.

Exemplo 22.5 (continuação)

O segundo ISP local dividiu seus blocos em 4 blocos e atribuiu os endereços a quatro grandes organizações.

O terceiro ISP local dividiu seu bloco em 16 blocos e atribuiu cada bloco a uma pequena organização. Cada uma delas tem 256 endereços , e a máscara é /24.

Há um sentido de hierarquia nessa configuração. Todos roteadores na Internet enviam um pacote com endereço de destino de 120.14.64.0 a 120.14.127.255 ao ISP regional.

Figura 22.9 Roteamento hierárquico com ISPs

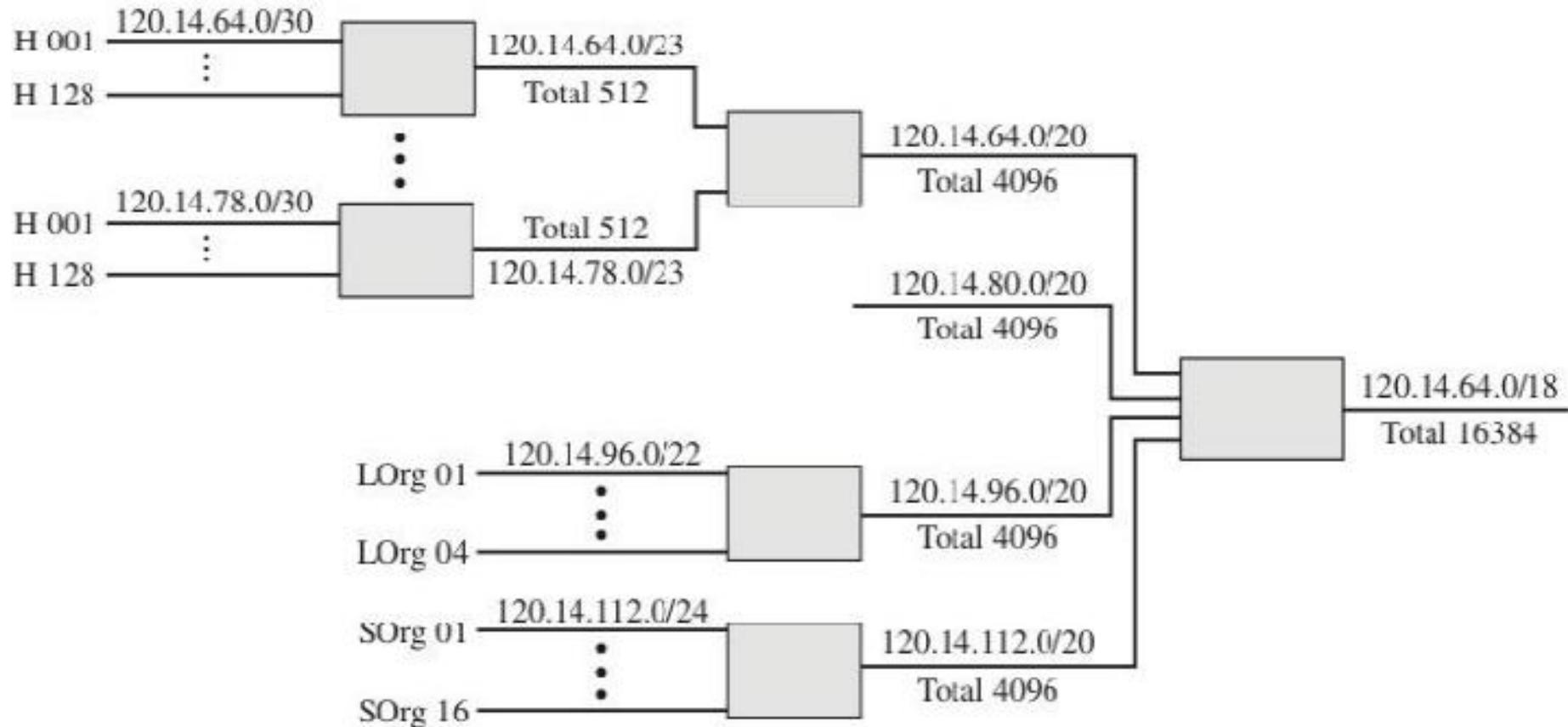


Figura 22.10 *Campos de uso comum em uma tabela de roteamento*

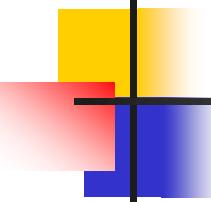
Máscara	Endereço de rede	Endereço do próximo salto	Interface	Flags	Contagem de referência	Uso
.....

Figura 22.10 *Campos de uso comum em uma tabela de roteamento*

- ❑ **Máscara.** Este campo define a máscara aplicada para a entrada.
- ❑ **Endereço de rede.** Este campo estabelece o endereço de rede para o qual o pacote é finalmente entregue. No caso de roteamento de host específico, estipula o endereço do host de destino.
- ❑ **Endereço do próximo salto.** Este campo define o endereço do roteador do próximo nó ao qual o pacote é entregue.
- ❑ **Interface.** Este campo mostra o nome da interface.
- ❑ **Flags.** Este campo define até cinco flags. Os flags são chaves liga/desliga que significam presença ou então ausência. Os cinco flags são U (operando), G (gateway), H (host específico), D (acrescentado por redirecionamento) e M (modificado por redirecionamento).
 - a. **U (operando).** O flag U indica que o roteador está ligado e operando. Se esse flag não estiver presente, isso significa que o roteador não está ativo. O pacote não pode ser encaminhado e é descartado.
 - b. **G (gateway).** O flag G significa que o destino se encontra em outra rede. O pacote é entregue ao roteador do próximo salto para entrega (entrega indireta). Quando este flag estiver faltando, significa que o destino faz parte desta rede (entrega direta).

Figura 22.10 *Campos de uso comum em uma tabela de roteamento*

- c. **H (host específico).** O flag H indica que a entrada no campo de endereço de rede é um endereço de host específico. Quando estiver ausente, significa que o endereço é apenas o endereço de rede do destino.
 - d. **D (acrescentado por redirecionamento).** O flag D indica que as informações de roteamento para este destino foram acrescentadas à tabela de roteamento do host por uma mensagem de redirecionamento do ICMP. Discutimos redirecionamento e o protocolo ICMP no Capítulo 21.
 - e. **M (modificado por redirecionamento).** O flag M indica que as informações de roteamento para este destino foram modificadas por uma mensagem de redirecionamento do ICMP. Discutimos redirecionamento e o protocolo ICMP no Capítulo 21.
- Contagem de referência.** Este campo fornece o número de usuários desta rota no momento. Por exemplo, se cinco pessoas ao mesmo tempo estiverem se conectando ao mesmo host deste roteador, o valor desta coluna será 5.
 - Use.** Este campo mostra o número de pacotes transmitidos por meio deste roteador para o destino correspondente.



Exemplo 22.6

*Um utilitário que pode ser usado para descobrir o conteúdo de uma tabela de roteamento para um host ou roteador é o **netstat** no UNIX ou LINUX. O próximo slide mostra a lista de conteúdo de um servidor padrão. Usamos duas opções: o **r** e o **n**. A opção **r** indica que estamos interessados na tabela de roteamento e a opção **n** indica que estamos buscando endereços numéricos. Note que esta é uma tabela de roteamento no caso de um host e não um roteador. Embora discutamos a tabela de roteamento para um roteador ao longo do capítulo, um host também necessida de tabela de roteamento.*

Exemplo 22.6 (continuação)

```
$ netstat -rn
```

Kernel IP routing table

Destination	Gateway	Mask	Flags	Iface
153.18.16.0	0.0.0.0	255.255.240.0	U	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	U	lo
0.0.0.0	153.18.31.254	0.0.0.0	UG	eth0

A coluna de destino aqui define o endereço de rede. O termo gateway usado no UNIX é sinônimo de roteador. Essa coluna define, na verdade, o endereço do próximo nó. O valor 0.0.0.0 mostra que a entrega é direta. A última entrada possui um flag G, significando que o destino pode ser atingido por meio de um roteador (roteador default). A coluna Iface define a interface.

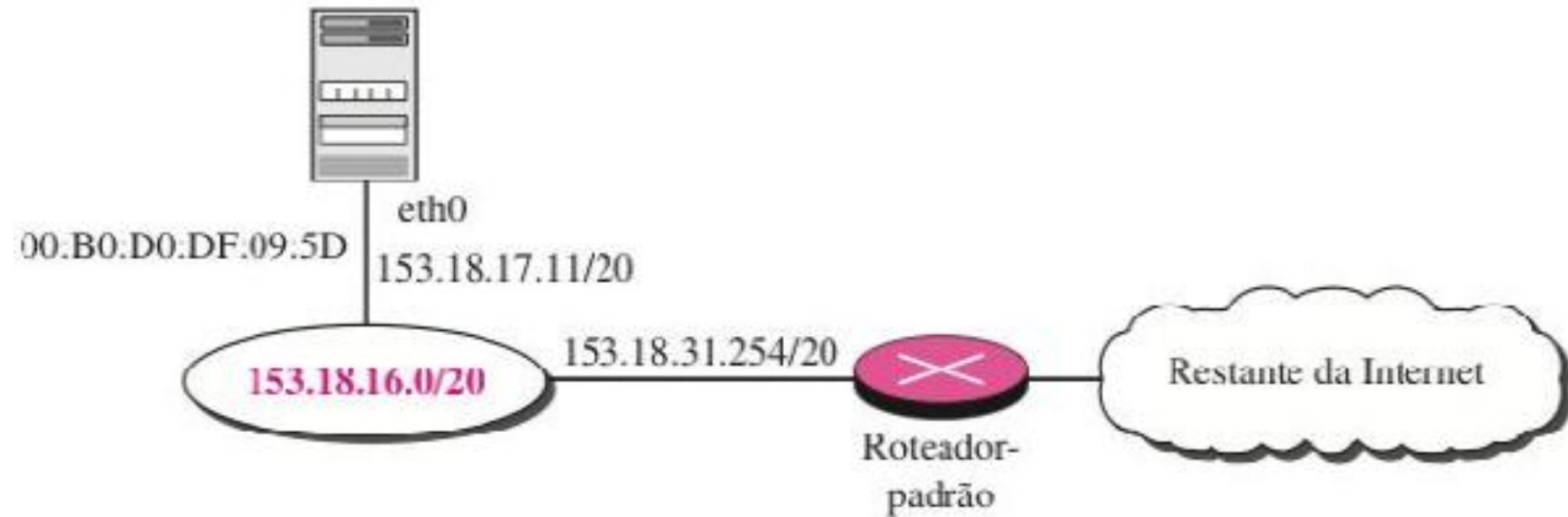
Exemplo 22.6 (continuação)

*Mais informações sobre endereço IP e endereços físicos de um servidor podem ser encontradas com o comando **ifconfig** de uma dada interface (eth0).*

```
$ ifconfig eth0
```

```
eth0  Link encap:Ethernet  HWaddr 00:B0:D0:DF:09:5D
      inet addr:153.18.17.11  Bcast:153.18.31.255  Mask:255.255.240.0
      ...
      ...
```

Figura 22.11 Configuração de um servidor do Exemplo 22.6



22-3 PROTOCOLOS DE ROTEAMENTO UNICAST

A tabela de roteamento pode ser estática ou dinâmica. Uma tabela estática apresenta entradas manuais. Uma tabela dinâmica é atualizada automaticamente quando houver alguma mudança na Internet. Um protocolo de roteamento é uma combinação de regras e procedimentos que permite que roteadores na Internet informem os demais sobre essas mudanças.

Tópicos discutidos nessa seção:

Otimização

Roteamento Intradomínio e Interdomínio

Roteamento por Vetor de Distância (RIP)

Roteamento por Estado de Enlace (OSPF)

Roteamento por Vetor de Rota (BGP)

Figura 22.12 Sistemas Autônomos

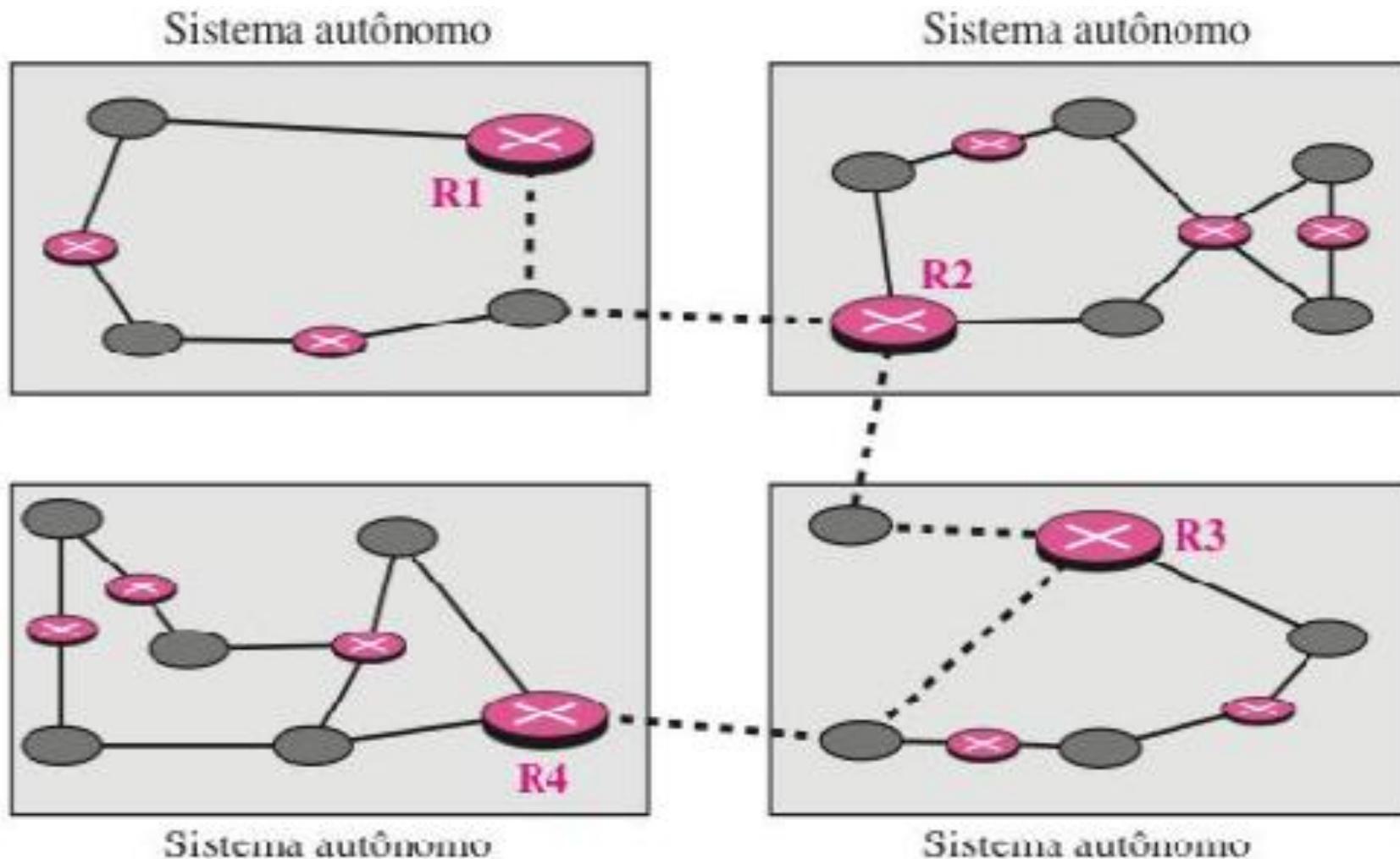


Figura 22.13 *Protocolos de roteamento populares*



Figura 22.14 Tabelas de roteamento – Vetor de Distância

Para Custo Seguinte

	A	0	—
B	5	—	
C	2	—	
D	3	—	
E	6	C	

Tabela de A

Para Custo Seguinte

	A	5	—
B	0	—	
C	4	—	
D	8	A	
E	3	—	

Tabela de B

Para Custo Seguinte

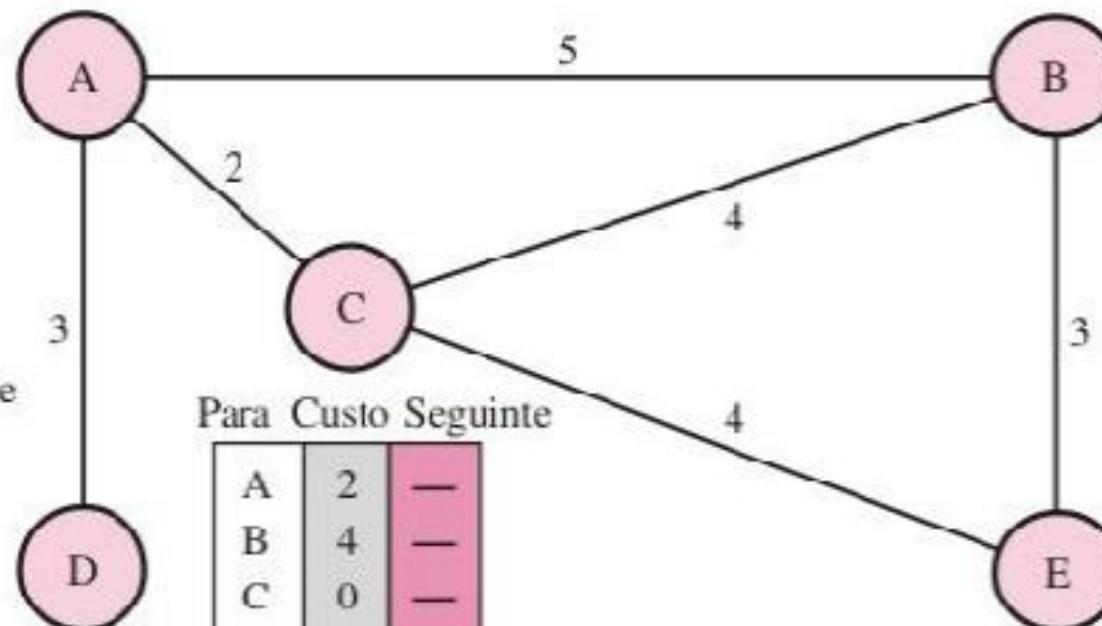
	A	3	—
B	8	A	
C	5	A	
D	0	—	
E	9	A	

Tabela de D

Para Custo Seguinte

	A	2	—
B	4	—	
C	0	—	
D	5	A	
E	4	—	

Tabela de C

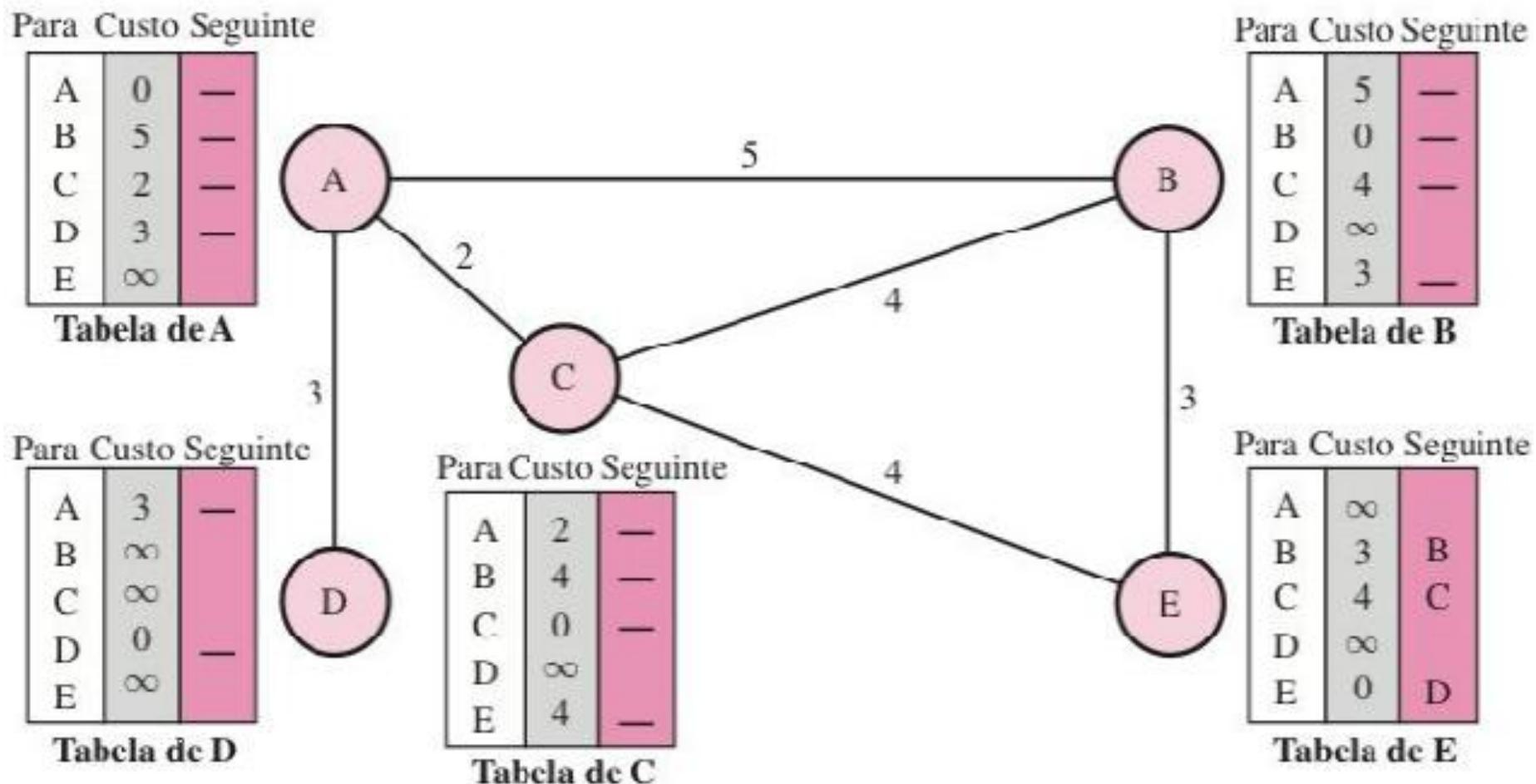


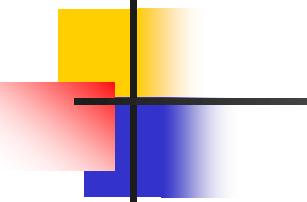
Para Custo Seguinte

	A	6	C
B	3	—	
C	4	—	
D	9	C	
E	0	—	

Tabela de E

Figura 22.15 Inicialização das tabelas no roteamento vetor de distância

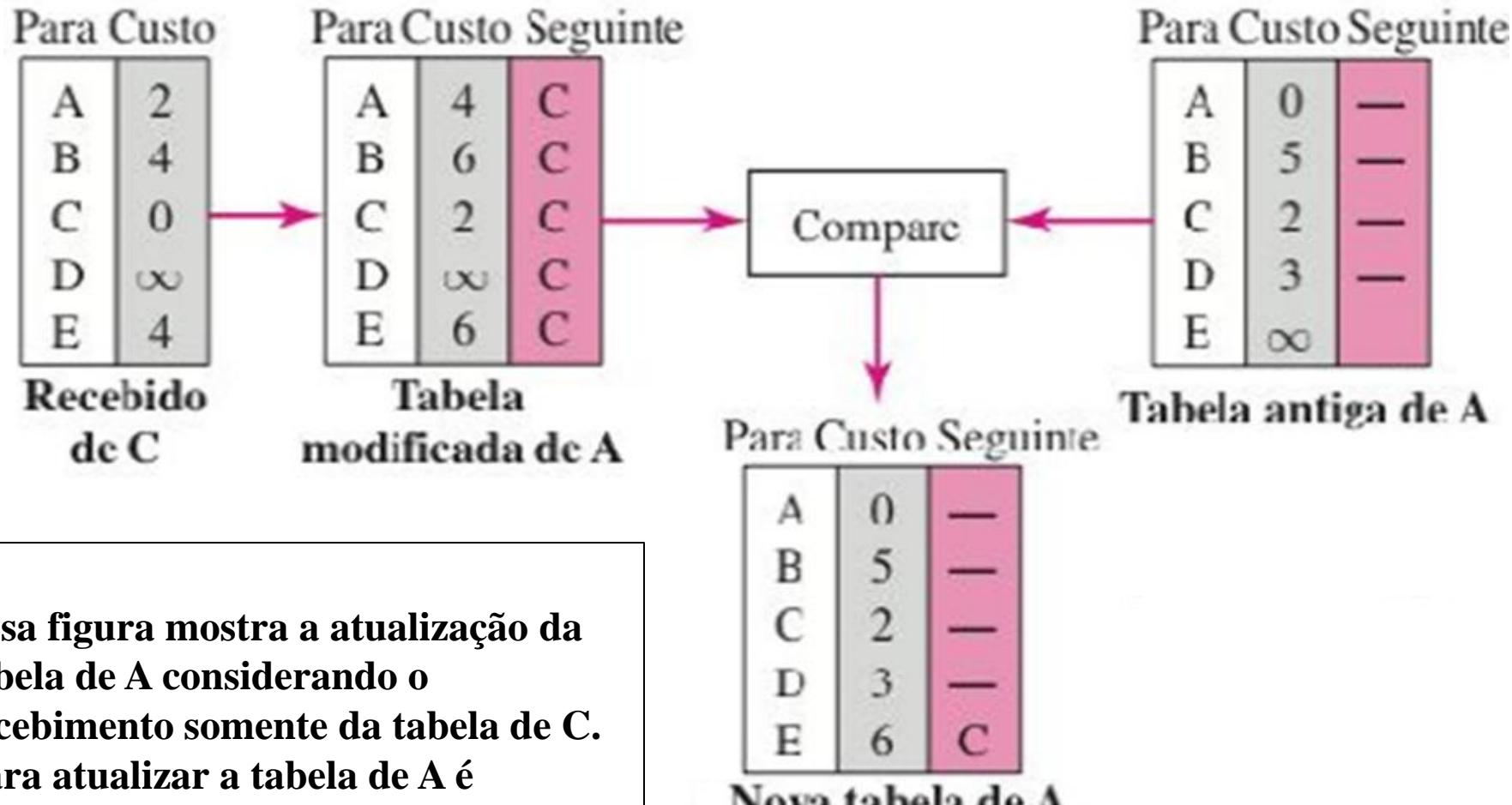




Nota

No roteamento vetor de distância, cada nó compartilha periodicamente sua tabela de roteamento com seus vizinhos imediatos e quando ocorre alguma mudança em sua própria tabela.

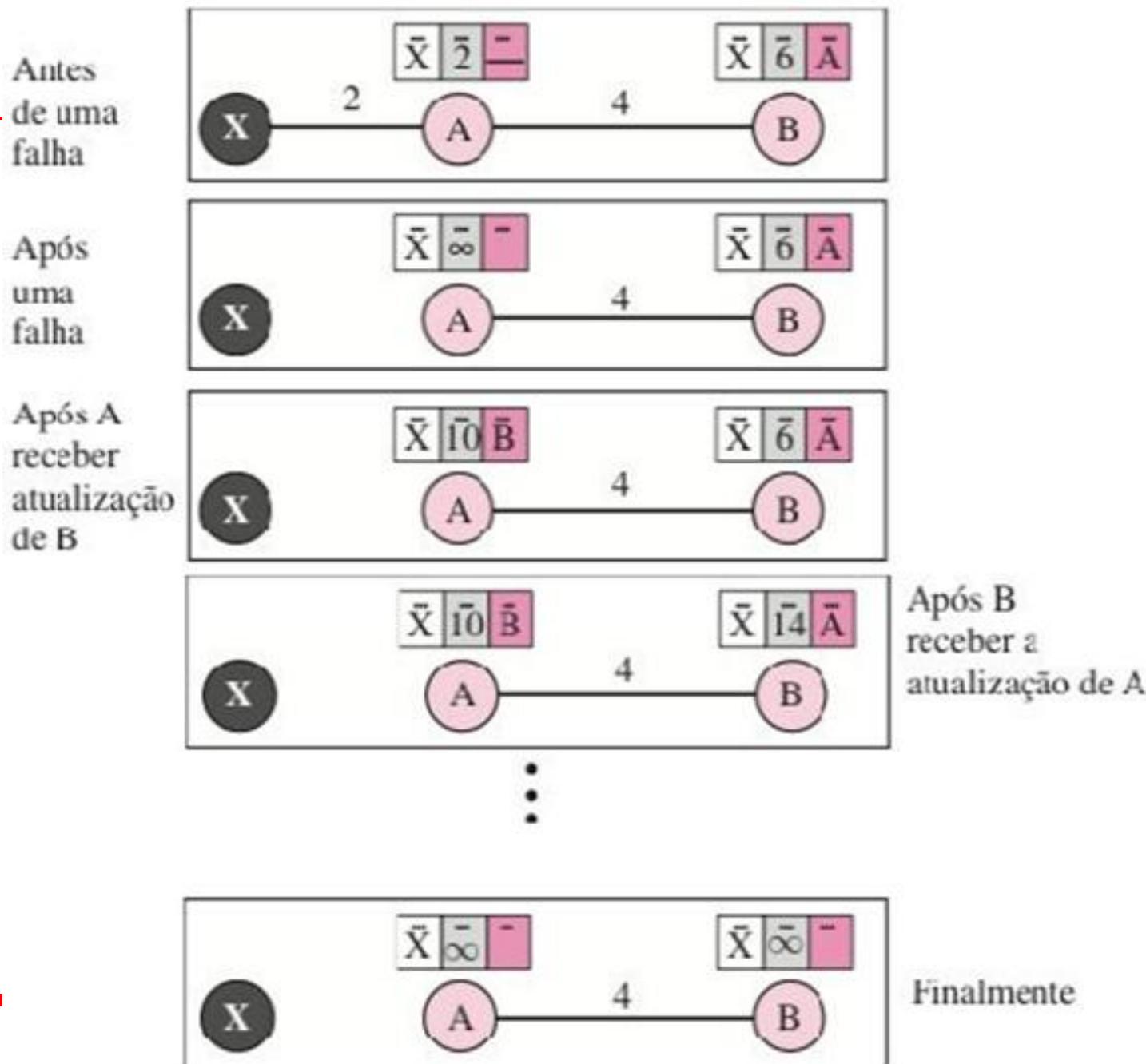
Figura 22.16 Atualização da tabela de A no roteamento vetor de distância



OBS:

- Essa figura mostra a atualização da tabela de A considerando o recebimento somente da tabela de C.
- Para atualizar a tabela de A é necessário que A receba as tabelas de todos os seus vizinhos

Figura 22.17
Instabilidade de dois nós



Antes da falha

Figura 22.18
Instabilidade de três nós

Após A enviar a rota para B e C, mas o pacote para C é perdido

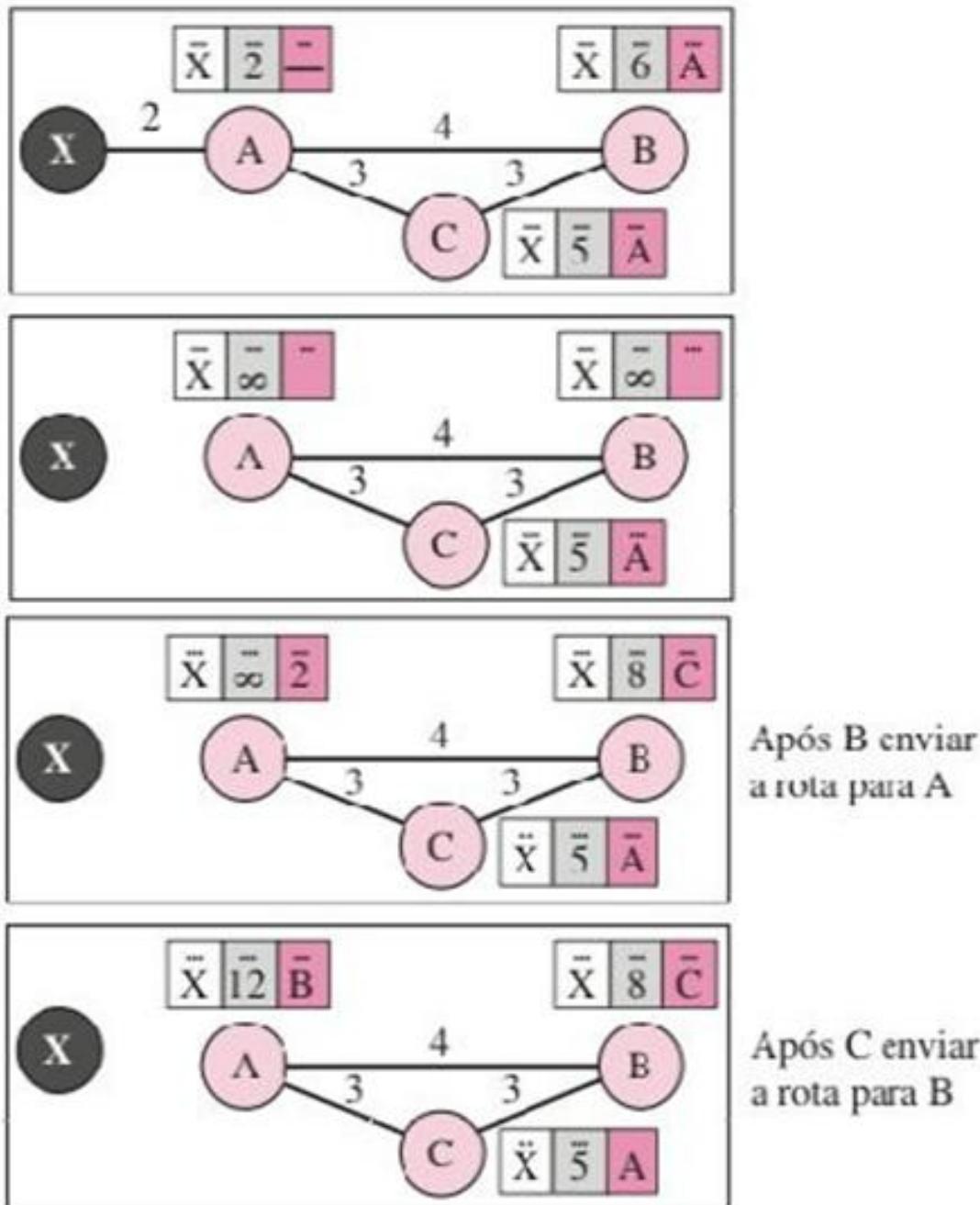


Figura 22.19 Exemplo de um domínio usando RIP

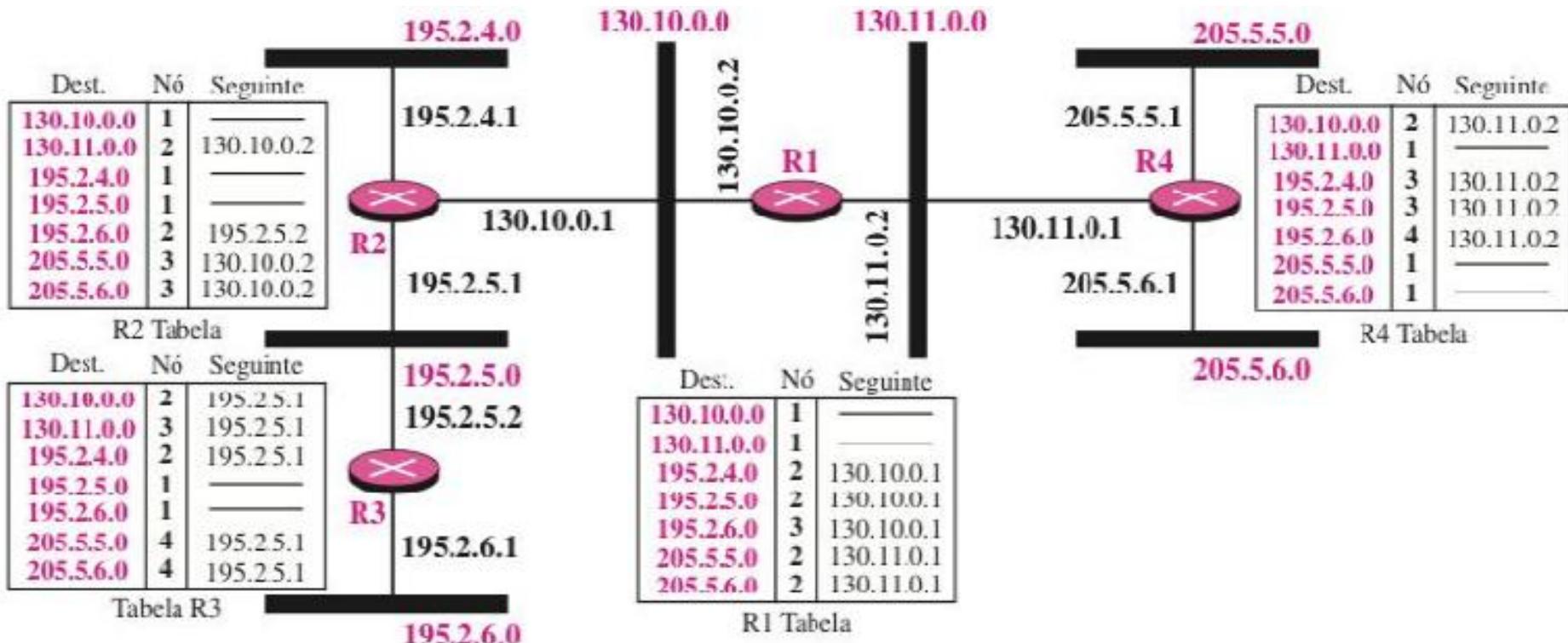


Figura 22.20 Conceito de roteamento de estado do enlace

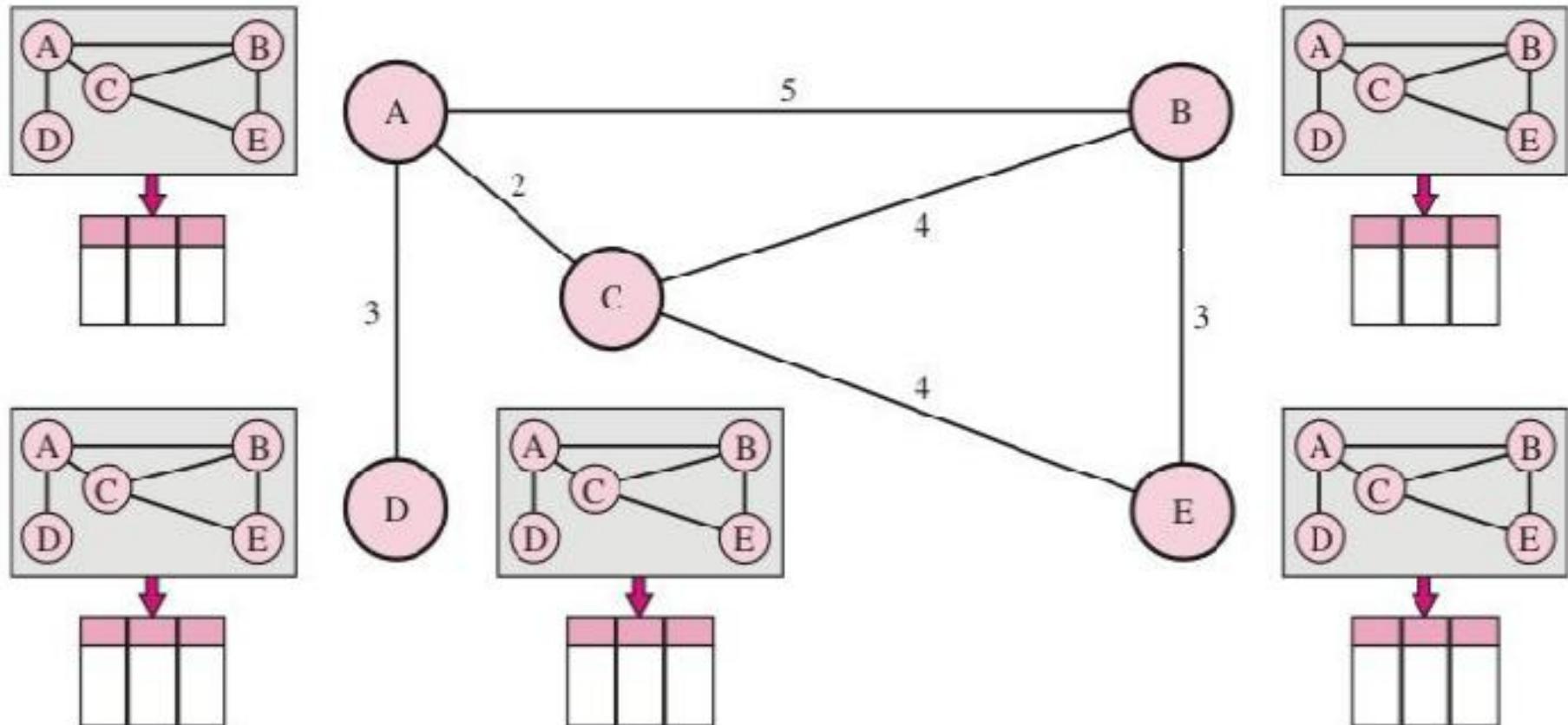


Figura 22.21 *Conhecimento do estado do enlace*

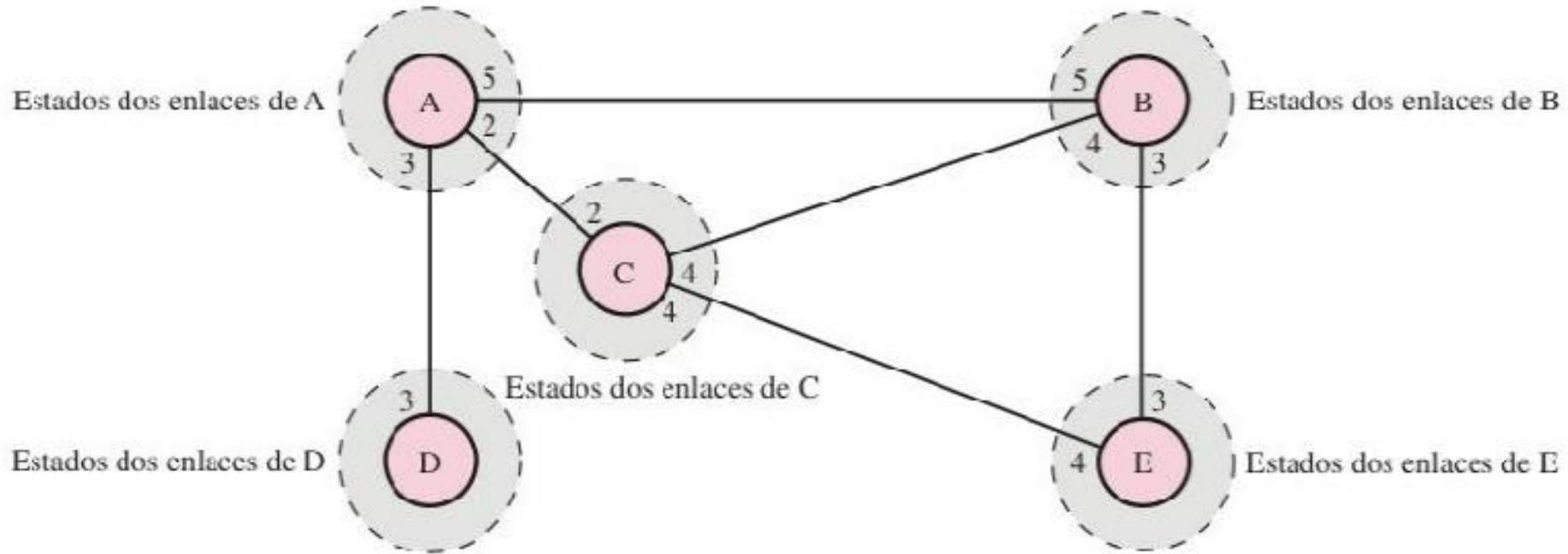


Figura 22.22 Algoritmo de Dijkstra

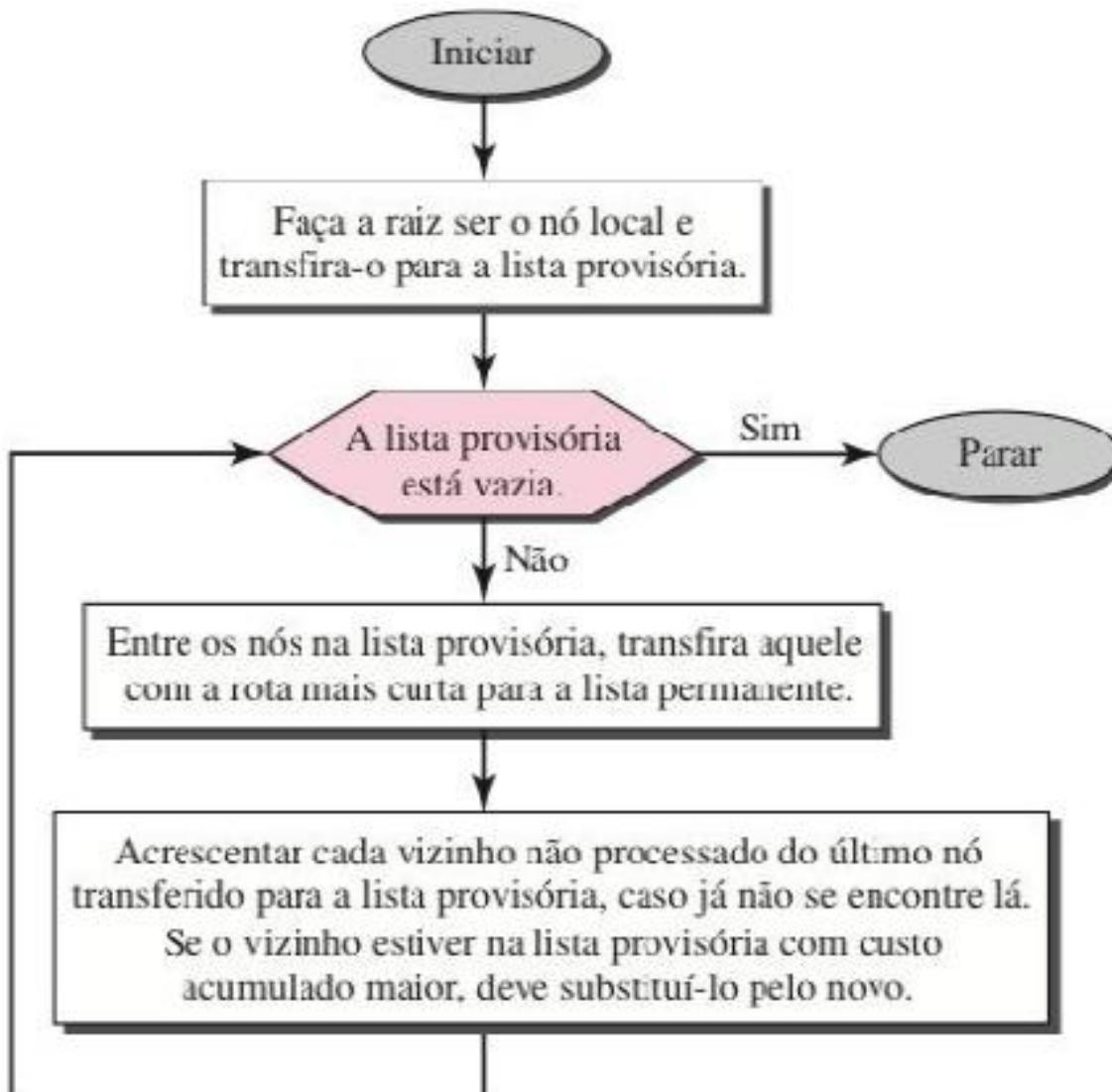


Figura 22.23 Exemplo de formação da árvore de rota mais curta

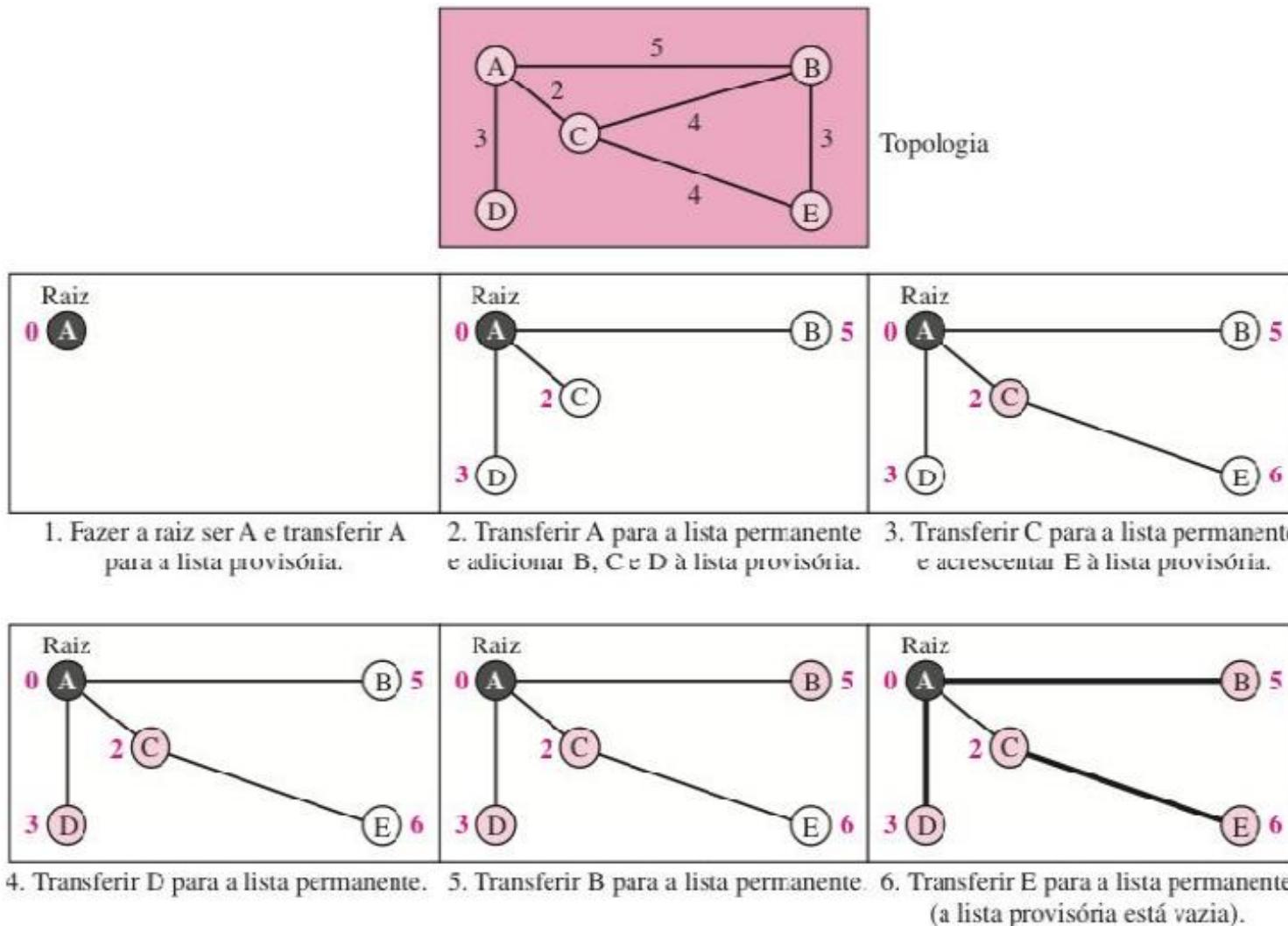


Tabela 22.2 *Tabela de roteamento para o nó A*

<i>Nó</i>	<i>Custo</i>	<i>Roteador Seguinte</i>
A	0	—
B	5	—
C	2	—
D	3	—
E	6	C

Figura 22.24 Áreas em um sistema autônomo

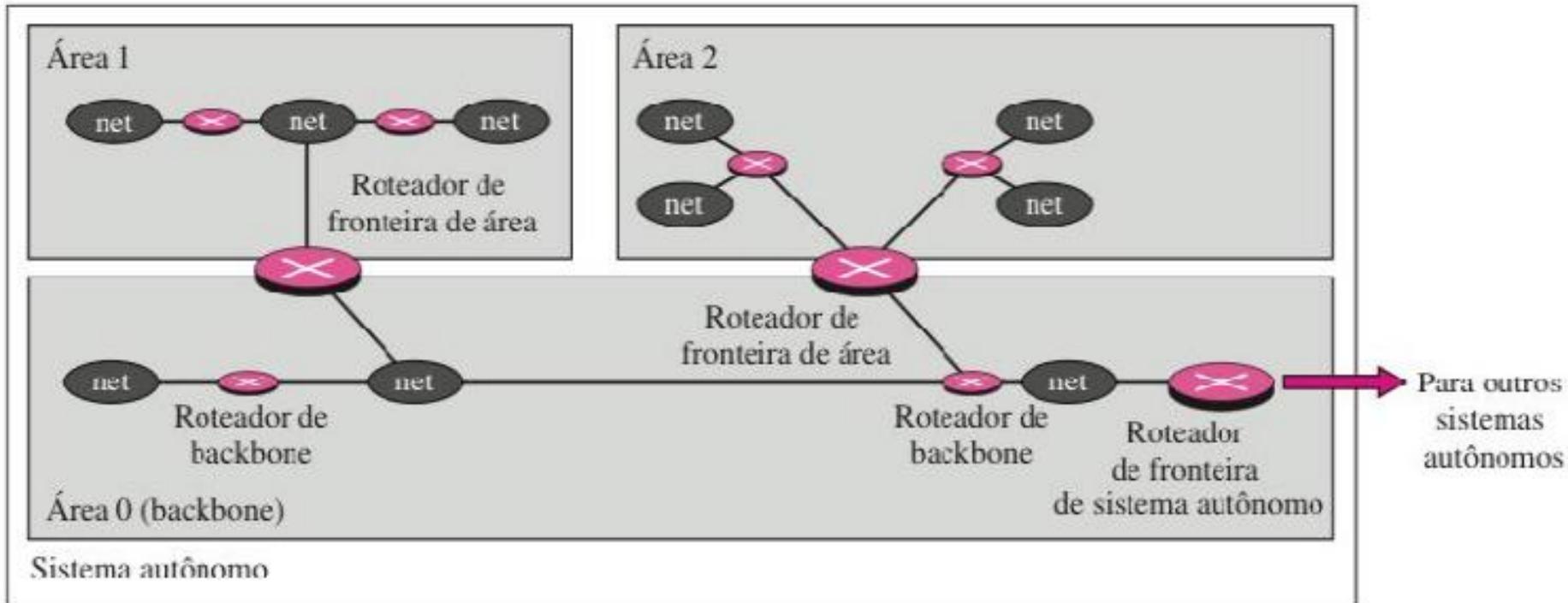


Figura 22.25 *Tipos de enlaces entre roteadores*

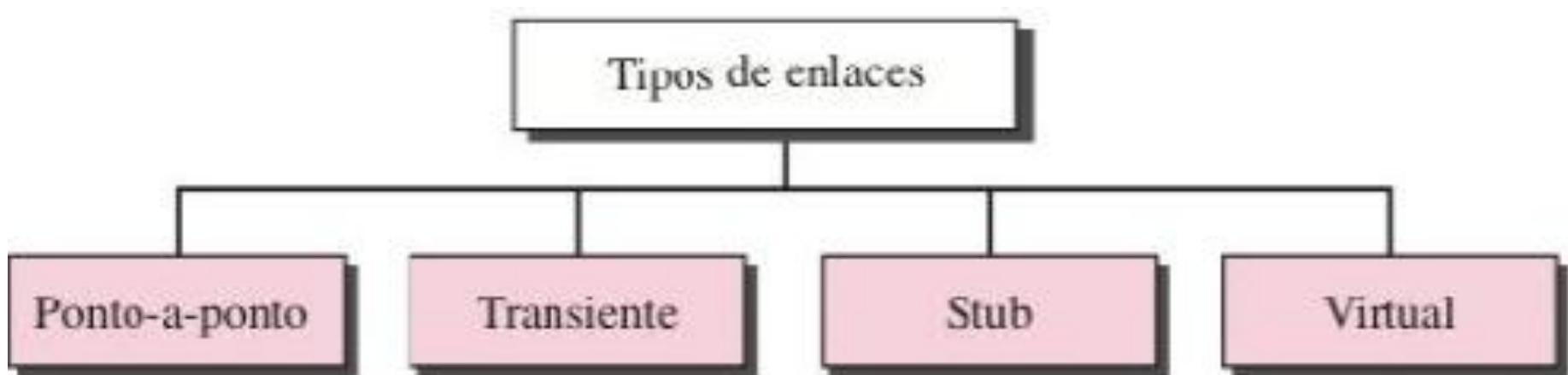


Figura 22.26 *Enlace ponto-a-ponto entre 2 roteadores*



Figura 22.27 *Enlace transiente entre um conjunto de roteadores*

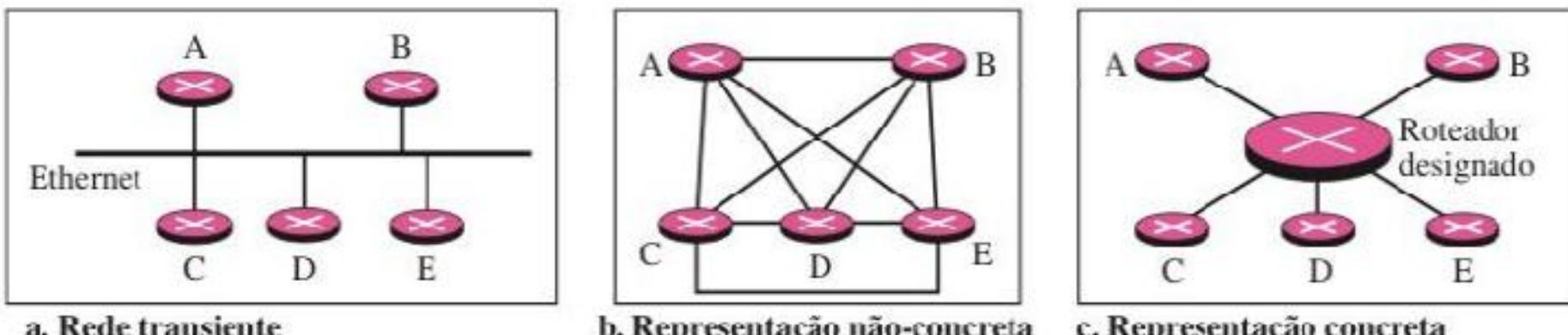
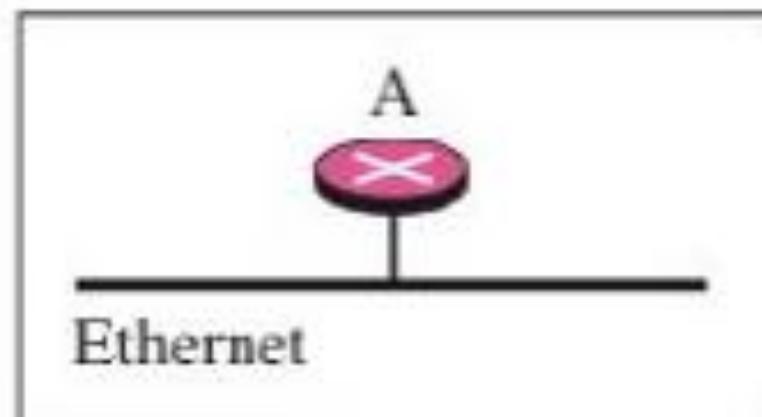


Figura 22.28 *Enlace stub de um roteador*

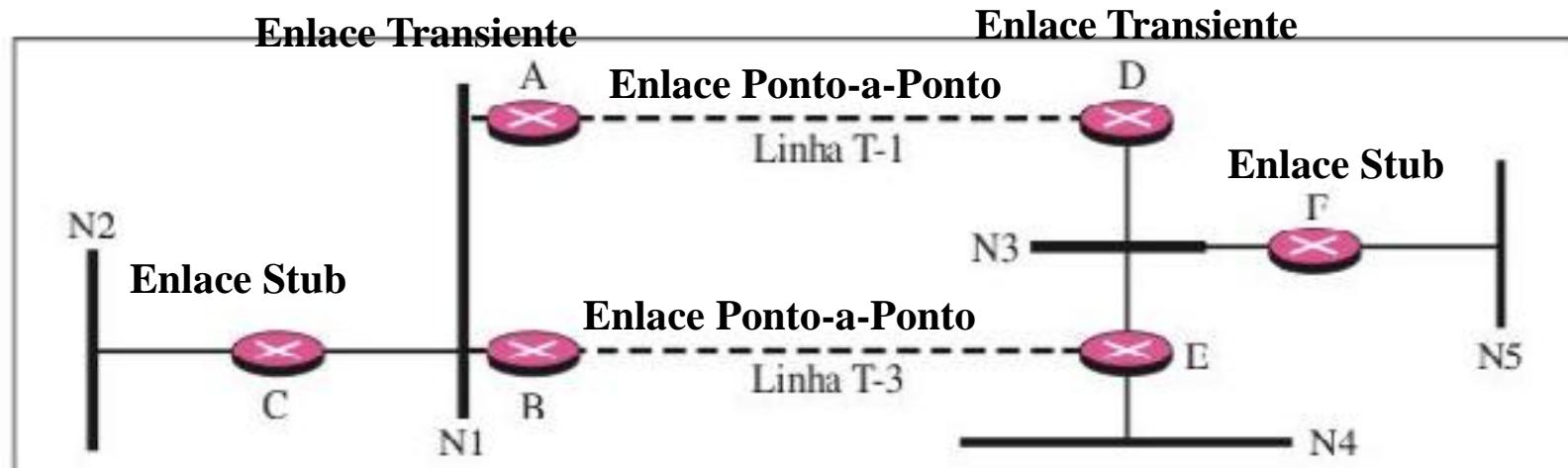


a. Rede stub

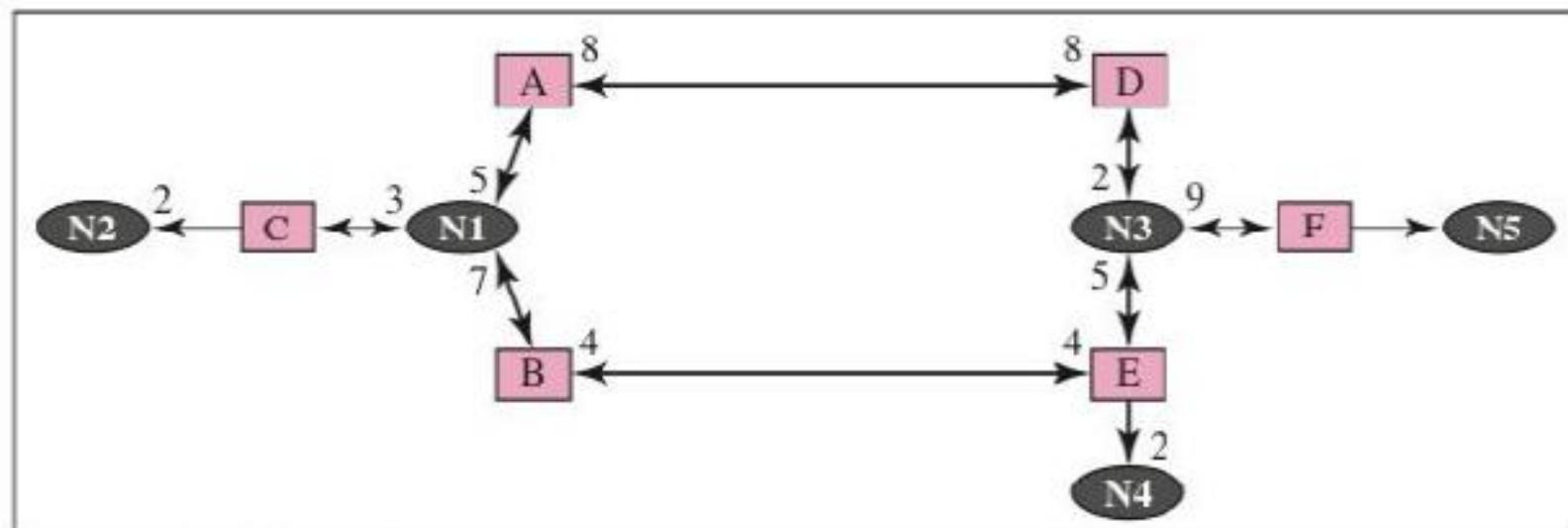


b. Representação

Figura 22.29 Exemplo de um Sistema Autônomo e sua representação gráfica no OSPF



a. Sistema autônomo



b. Representação gráfica

Figura 22.30 Tabelas de roteamento no roteamento vetor de caminho

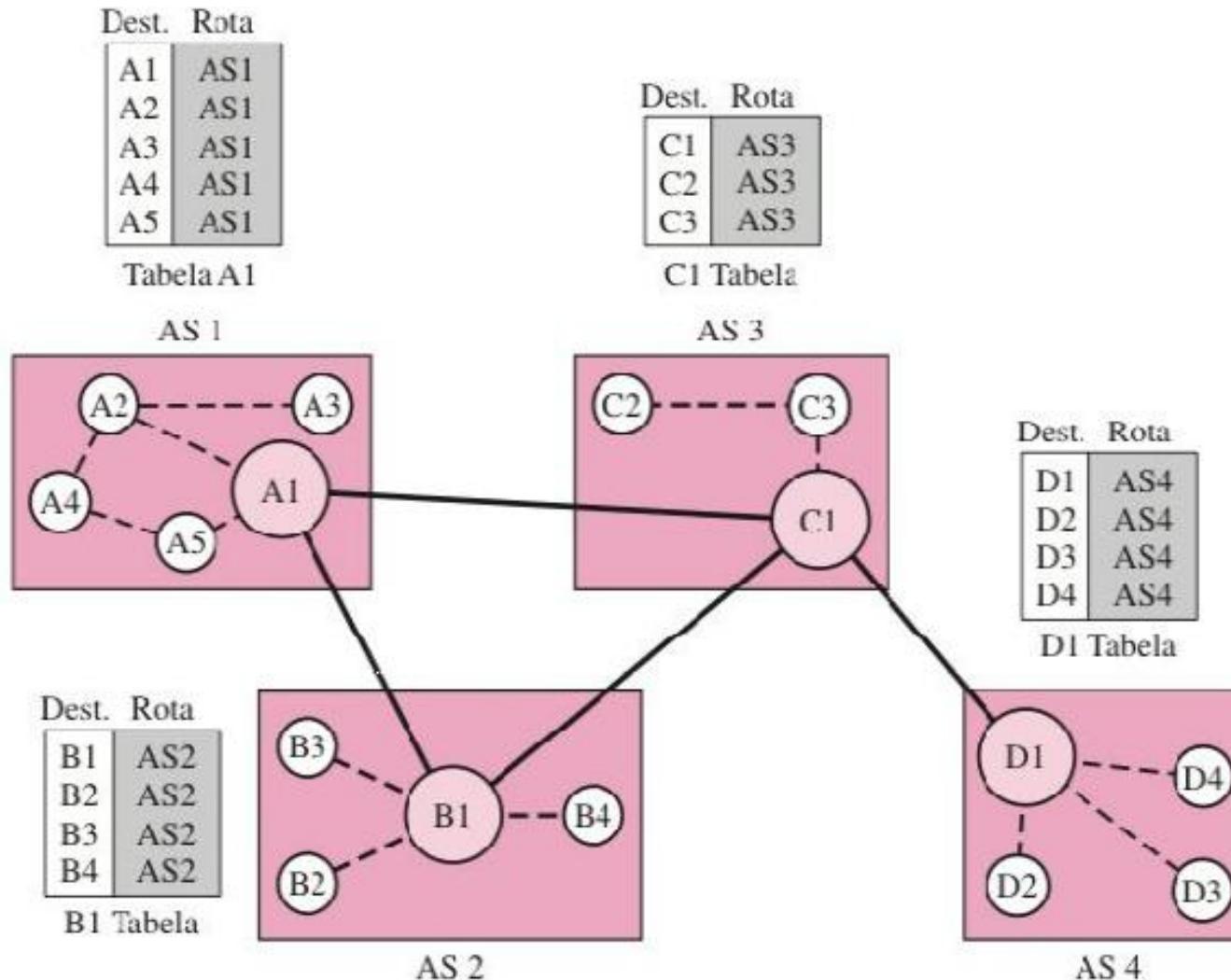


Figura 22.31 Tabelas estabilizadas para três sistemas autônomos

Dest.	Rota
A1	AS1
...	
A5	AS1
B1	AS1-AS2
...	...
B4	AS1-AS2
C1	AS1-AS3
...	...
C3	AS1-AS3
D1	AS1-AS3-AS4
...	...
D4	AS1-AS3-AS4

A1 Tabela

Dest.	Rota
A1	AS2-AS1
...	
A5	AS2-AS1
B1	AS2
...	...
B4	AS2
C1	AS2-AS3
...	...
C3	AS2-AS3
D1	AS2-AS3-AS4
...	...
D4	AS2-AS3-AS4

Tabela B1

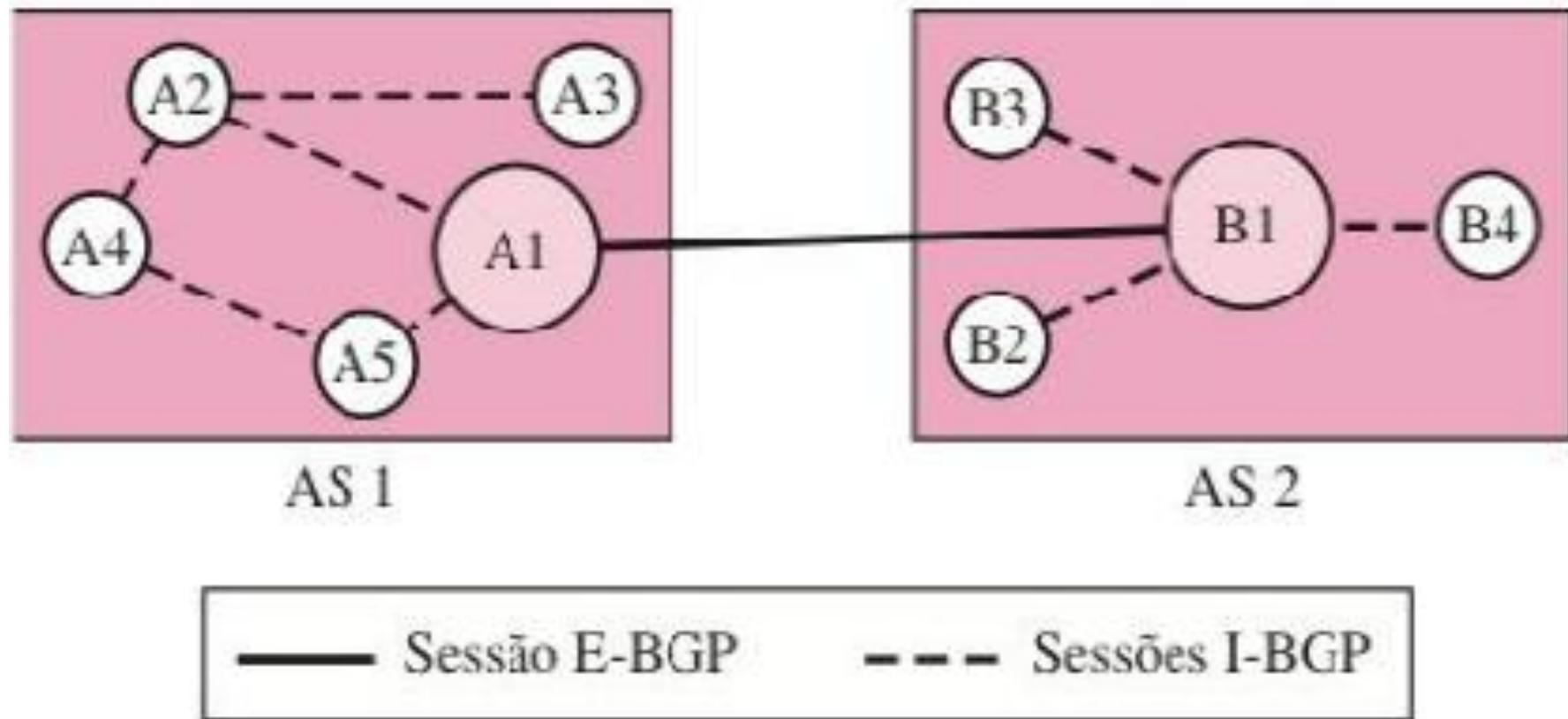
Dest.	Rota
A1	AS3-AS1
...	
A5	AS3-AS1
B1	AS3-AS2
...	...
B4	AS3-AS2
C1	AS3
...	...
C3	AS3
D1	AS3-AS4
...	...
D4	AS3-AS4

C1 Tabela

Dest.	Rota
A1	AS4-AS3-AS1
...	
A5	AS4-AS3-AS1
B1	AS4-AS3-AS2
...	...
B4	AS4-AS3-AS2
C1	AS4-AS3
...	...
C3	AS4-AS3
D1	AS4
...	...
D4	AS4

D1 Tabela

Figura 22.32 Sessões BGP internas e externas



22-4 PROTOCOLOS DE ROTEAMENTO MULTICAST

Esta sessão trata de multicast e protocolos de roteamento.

Tópicos discutidos nessa seção:

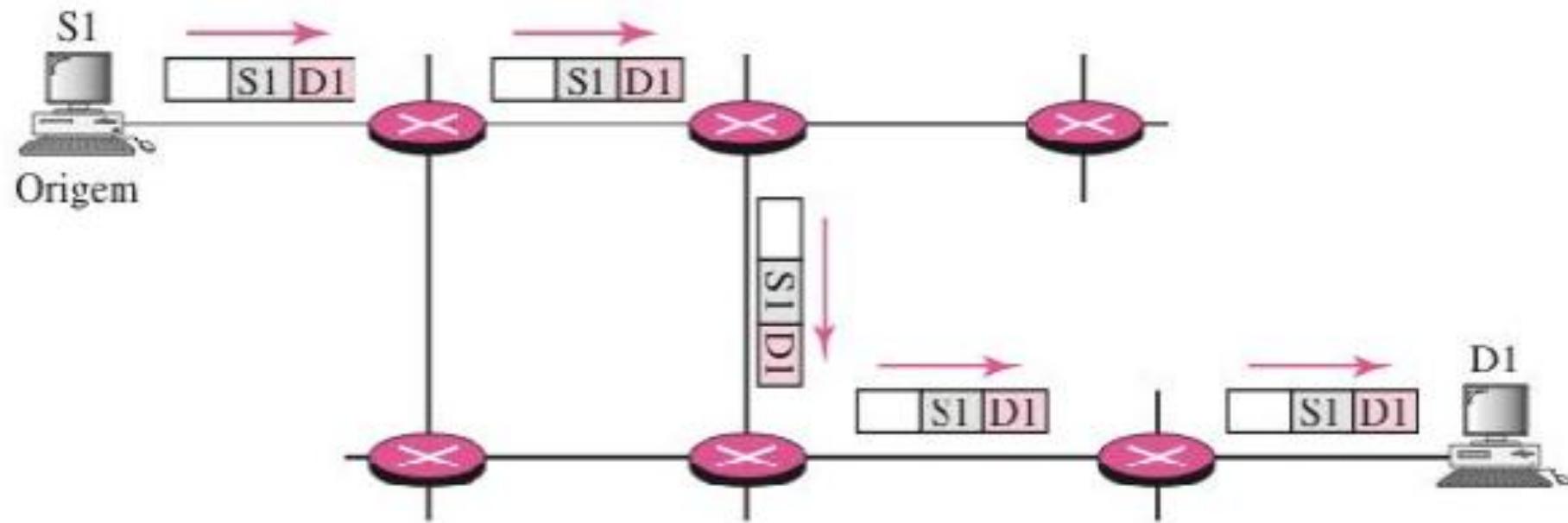
Unicast, Multicast e Broadcast

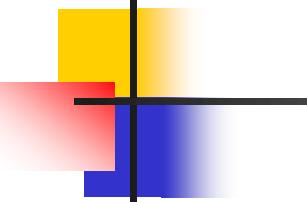
Aplicações

Roteamento Multicast

Protocolos de Roteamento Multicast

Figura 22.33 *Unicast*

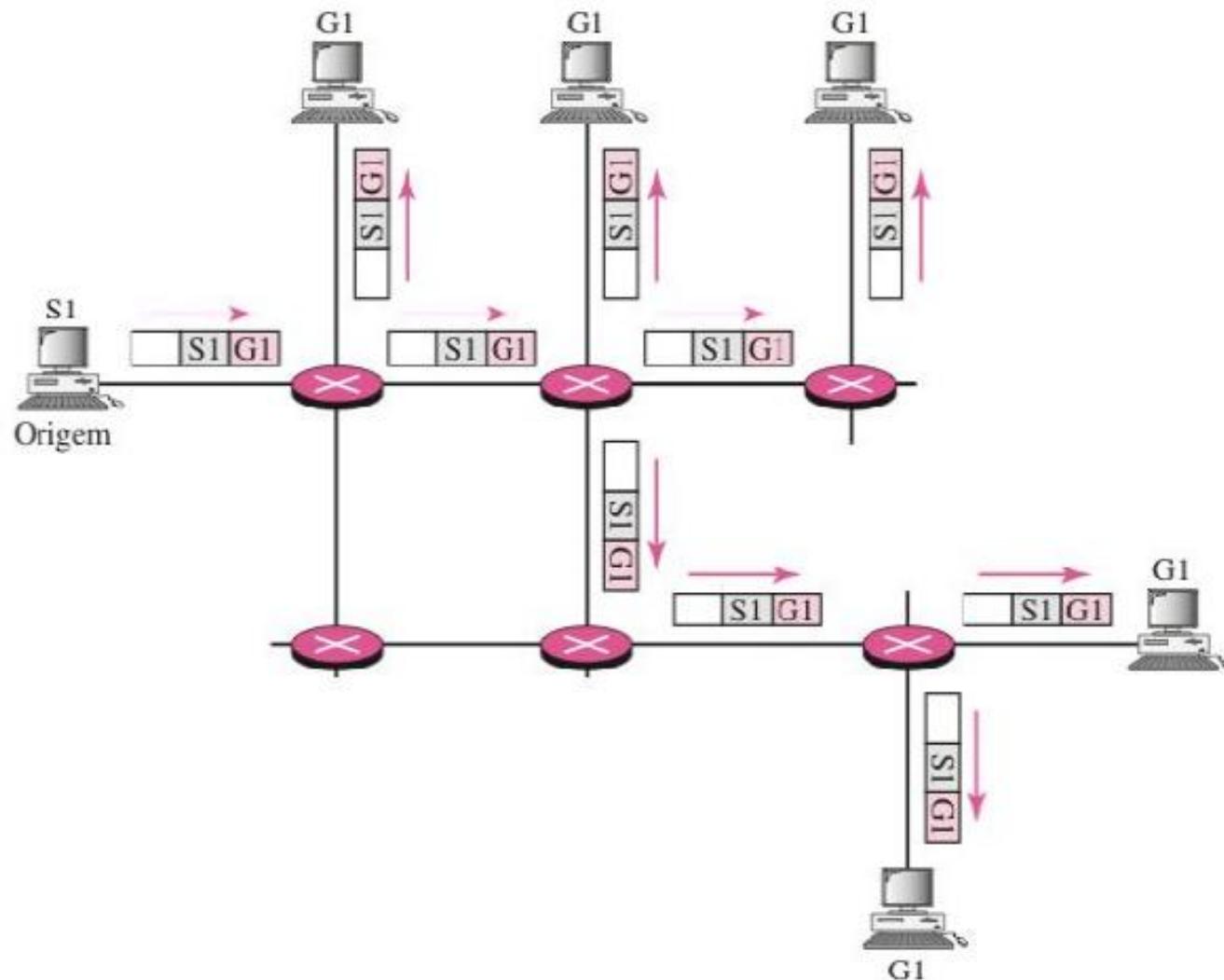


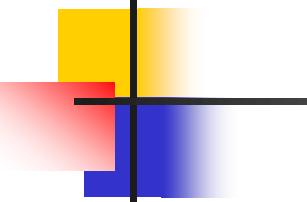


Nota

No unicast o roteador encaminha o pacote recebido por meio de apenas uma interface.

Figura 22.34 Multicast

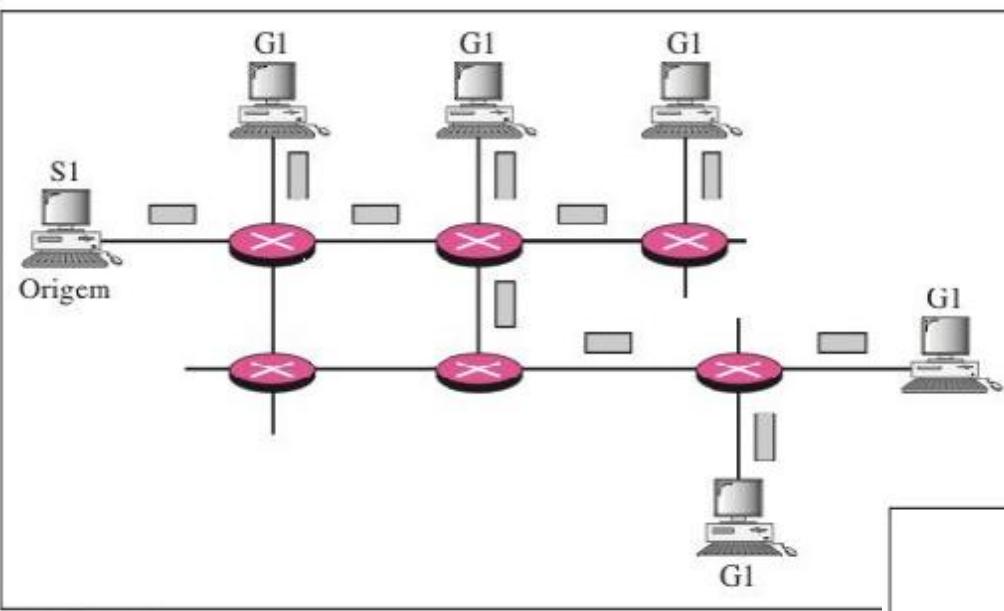




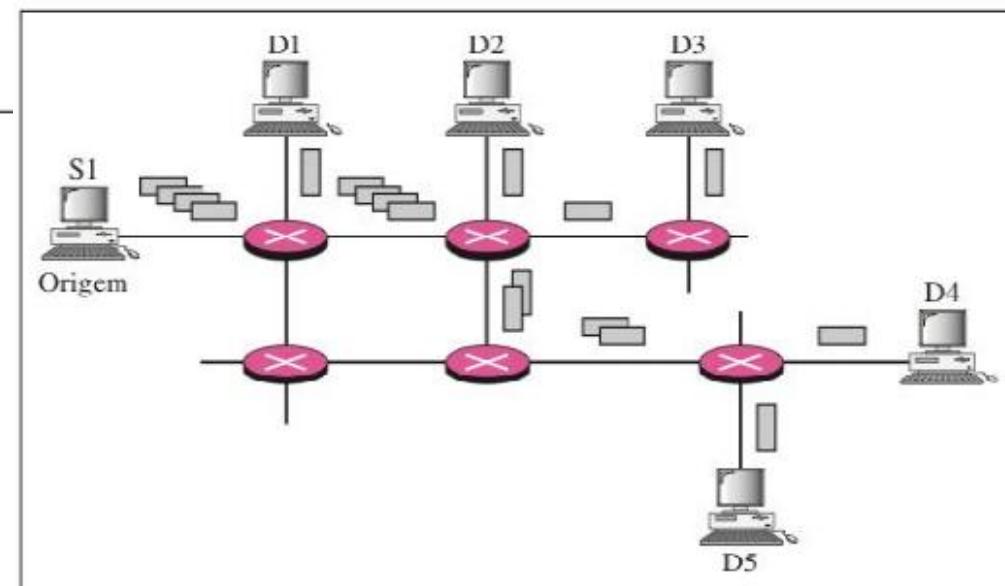
Nota

No multicast o roteador pode encaminhar o pacote recebido por meio de várias de suas interfaces.

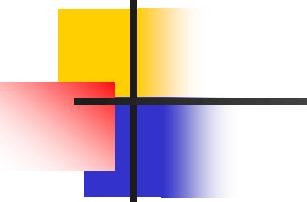
Figura 22.35 Multicast vs múltiplos unicasts



a. Multicast

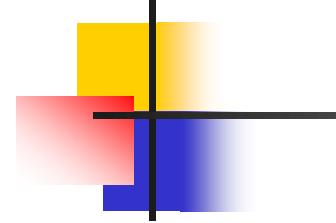


b. Unicast múltiplos



Nota

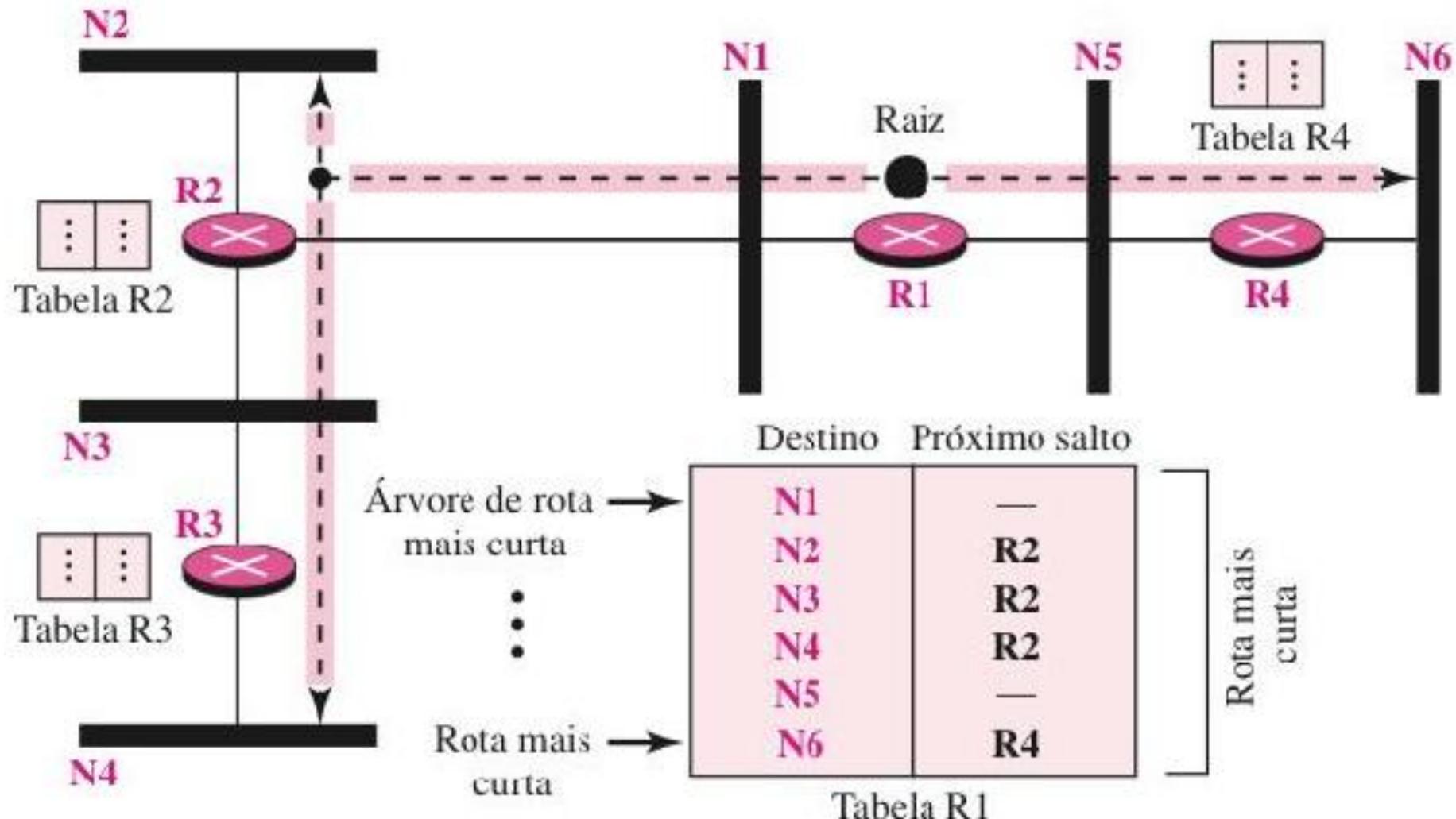
A emulação de multicast através de unicast múltiplo não é eficiente e pode vir a criar grandes atrasos, principalmente em um grupo grande.

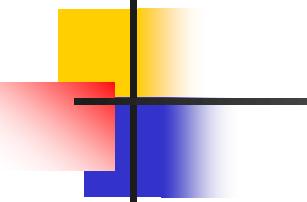


Nota

No roteamento unicast, cada roteador no domínio tem uma tabela que define uma árvore de rota mais curta para possíveis destinos.

Figura 22.36 Árvore de rota mais curta no roteamento unicast





Nota

No roteamento multicast, cada roteador envolvido precisa construir uma árvore de rota mais curta para cada grupo.

Figura 22.37 Multicast: Método da árvore baseada na origem

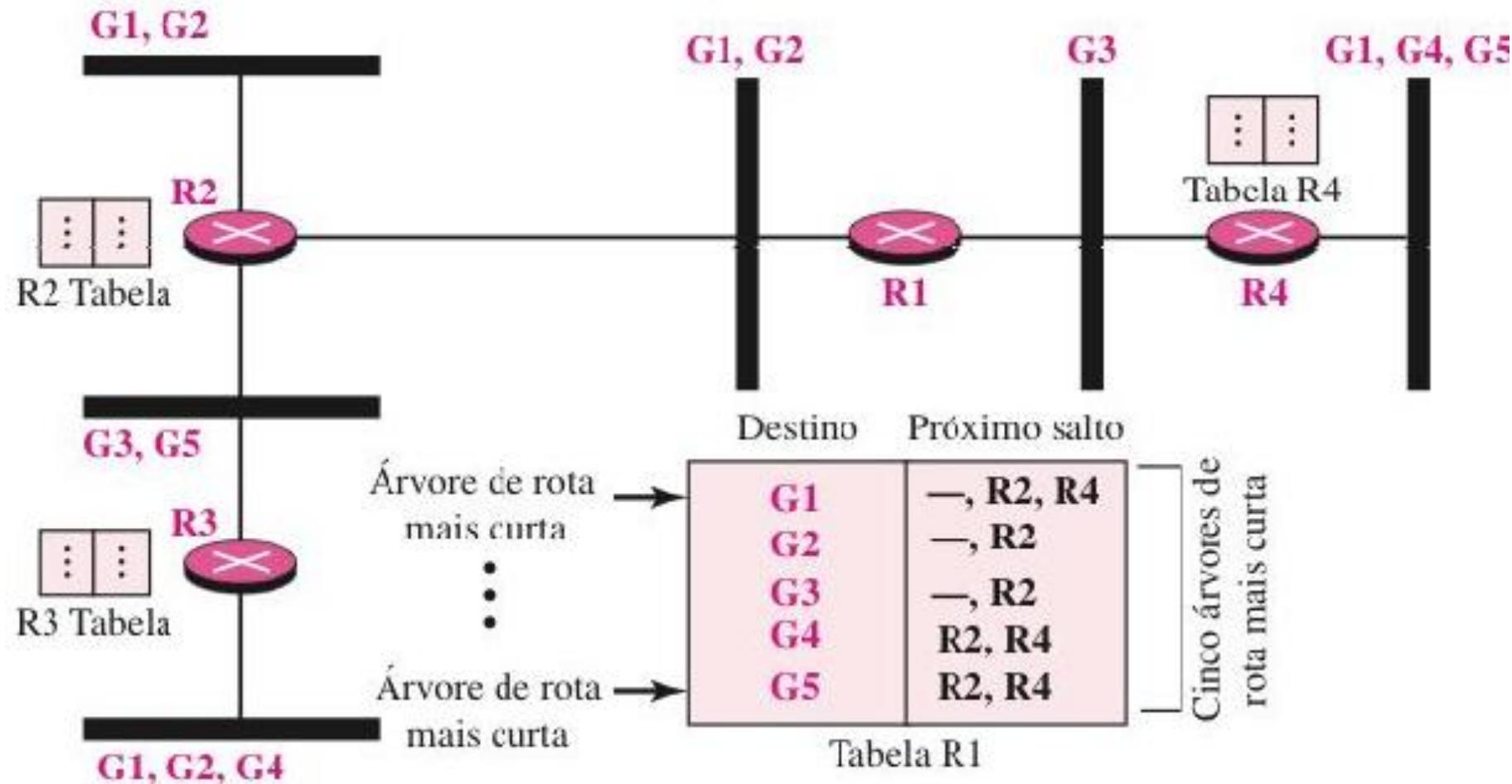
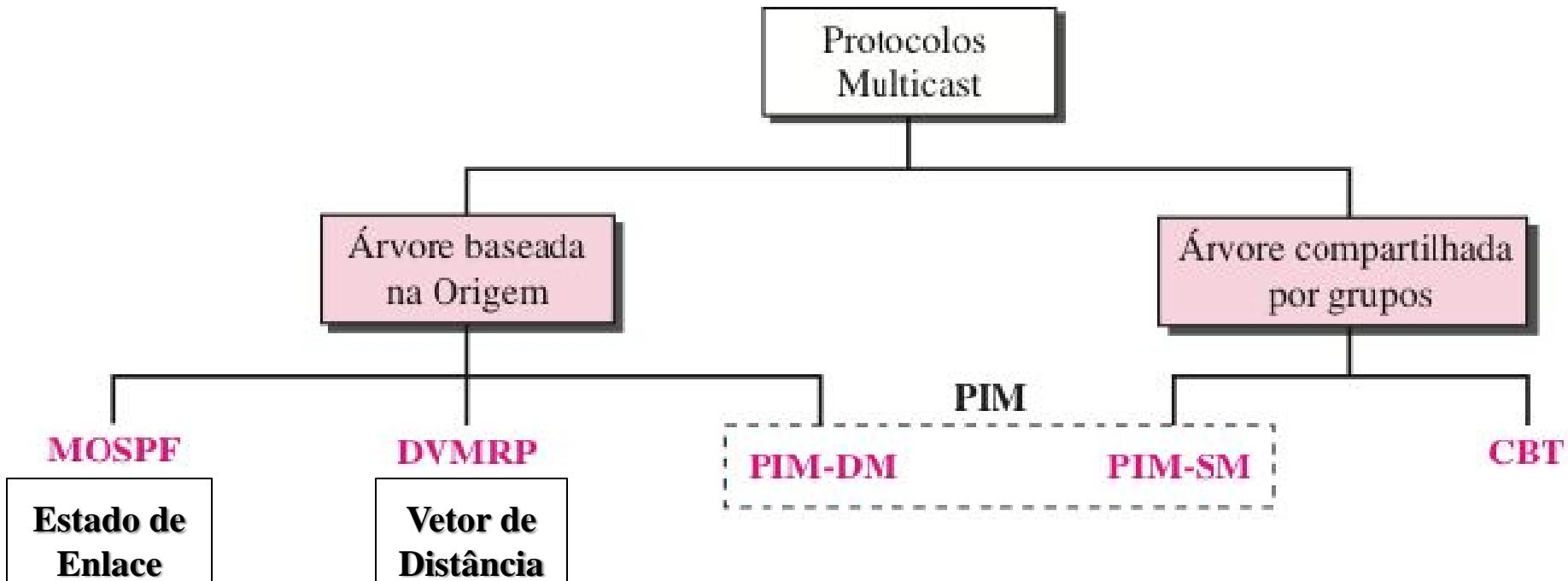
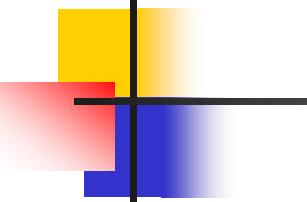


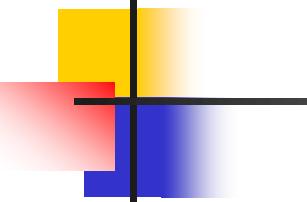
Figura 22.39 Taxonomia dos protocolos de roteamento multicast





Nota

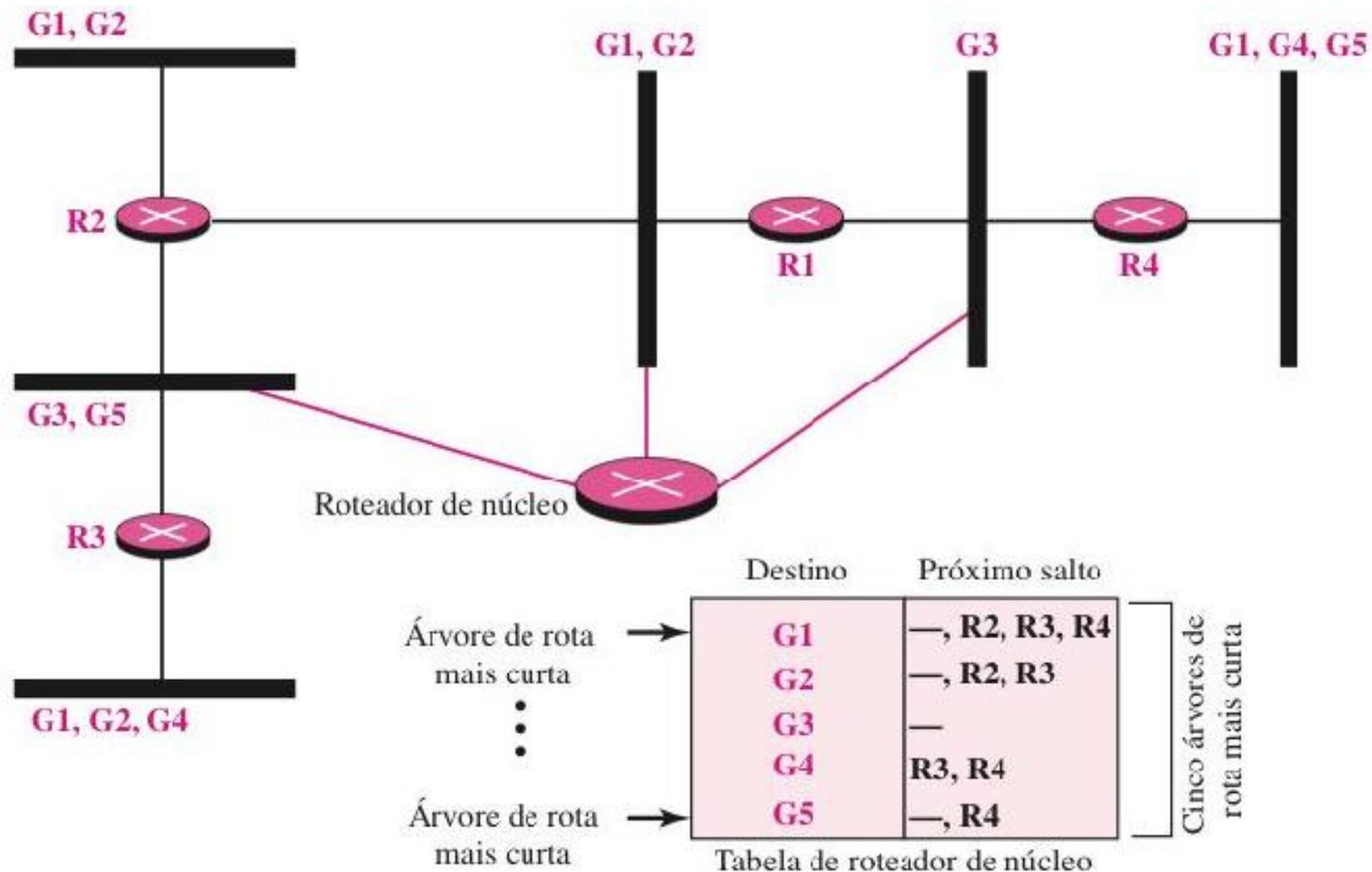
No método da árvore baseada na origem, cada roteador precisa ter uma árvore de rota mais curta para cada grupo.



Nota

No método da árvore compartilhada por grupos, apenas o roteador de núcleo, que tem uma árvore de rota mais curta para cada grupo, é envolvido no processo de multicast.

Figura 22.38 Multicast: Método da árvore compartilhada por grupos



Protocolo MOSPF

Estado do enlace no Unicast:

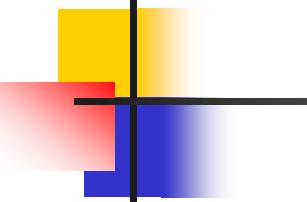
Cada roteador deve anunciar o estado dos seus enlaces. É baseado no OSPF.

Estado do enlace no Multicast:

Cada roteador deve anunciar todos os grupos que tem um membro ativo em seus enlaces, ou seja, quais grupos estão ativos em cada enlace.

Quando os roteadores recebem essa informação ele cria n árvores, uma cada grupo, cada uma com a rota mais curta, utilizando o algoritmo de Dijkstra. Esse cálculo é feito usando os endereços unicast pertencentes a cada grupo multicast.

O problema desse protocolo é o tempo e o espaço necessário para criar e salvar as várias árvores de rota mais curta.



Nota

O roteamento multicast com estado de enlaces (MOSPF) usa o métodos de árvore baseada na origem.

Roteamento Multicast Vetor de Distância:

Para cada pacote que chega no roteador, é criada uma tabela com base na tabela de roteamento unicast. O pacote multicast é encaminhado consultando essa de tabela de roteamento, que depois é destruída. É baseado no RIP

Estratégias para tomada de decisão:

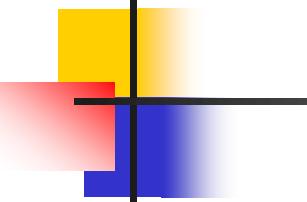
Inundação: o roteador envia o pacote para todas as portas de saída, exceto aquela que o pacote foi recebido.

RPF (encaminhamento de rota inversa): inundação modificada, o roteador encaminha apenas a cópia que percorreu a rota mais curta da origem até o roteador, consultando a tabela de roteamento unicast.

Estratégias para tomada de decisão (continuação):

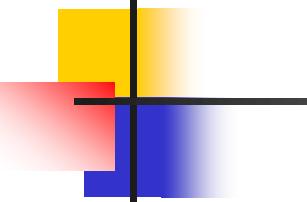
RFB (broadcast de rota inversa): o RPF (rota inversa) evita os loops, mas não garante que cada rede receba apenas uma cópia do pacote (figura 22.41). O RFB evita esse problema por meio de um roteador pai designado, que é o roteador responsável por armazenar as informações de associação do IGMP.

RPM (multicast de rota inversa): como o RFB faz broadcast e não multicast, para aumentar a eficiência o RPM atinge apenas as redes que possuem membros ativos no grupo multicast. Para isso o RPM faz a poda e o enxerto. Essa é a estratégia utilizada no DVMRP.



Nota

A inundação (flooding) transmite pacotes por broadcast, porém cria loops nos sistemas.



Nota

O RPF elimina o loop no processo de inundação (flooding).

Figura 22.40 Encaminhamento de rota inverso (RPF)

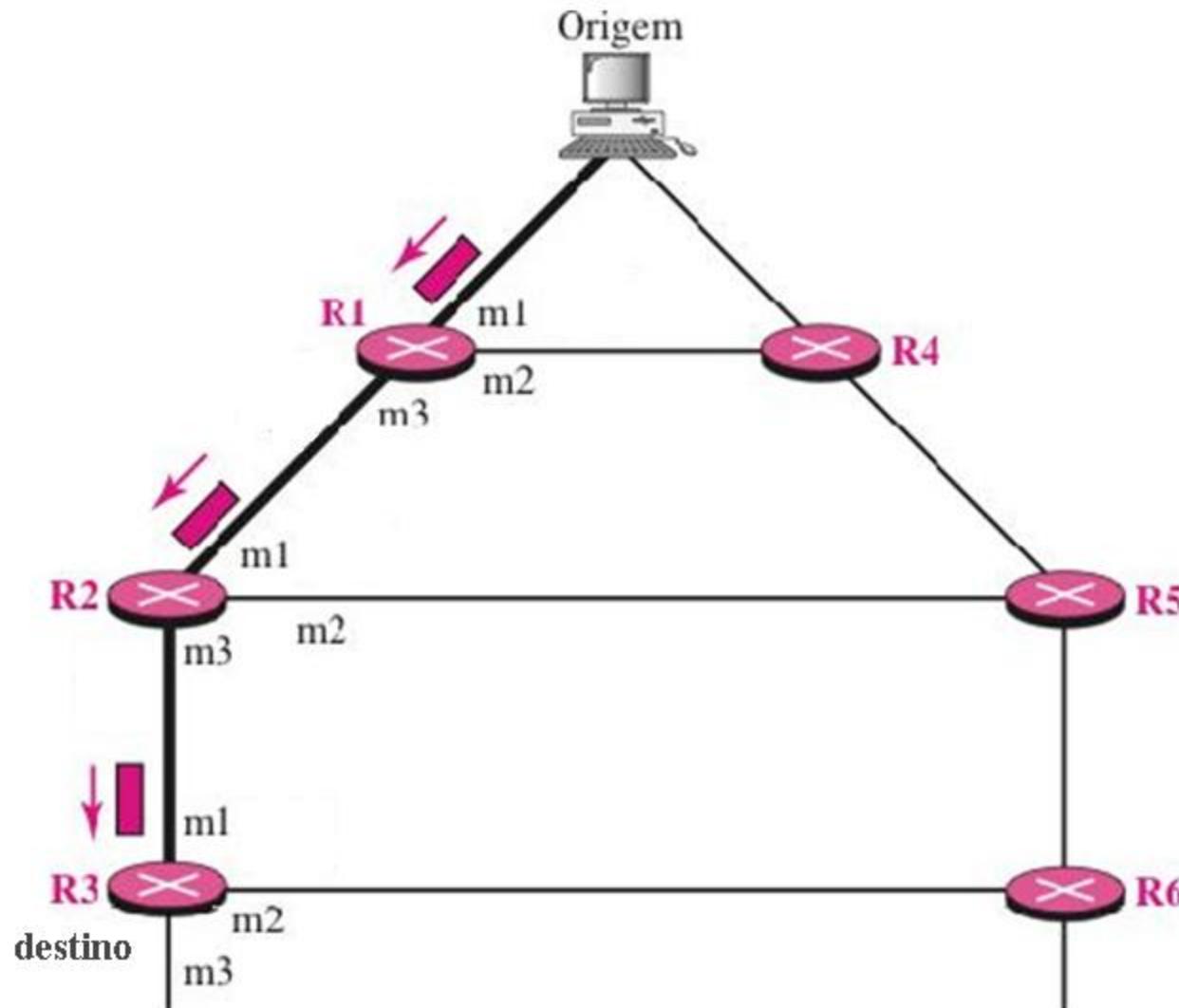
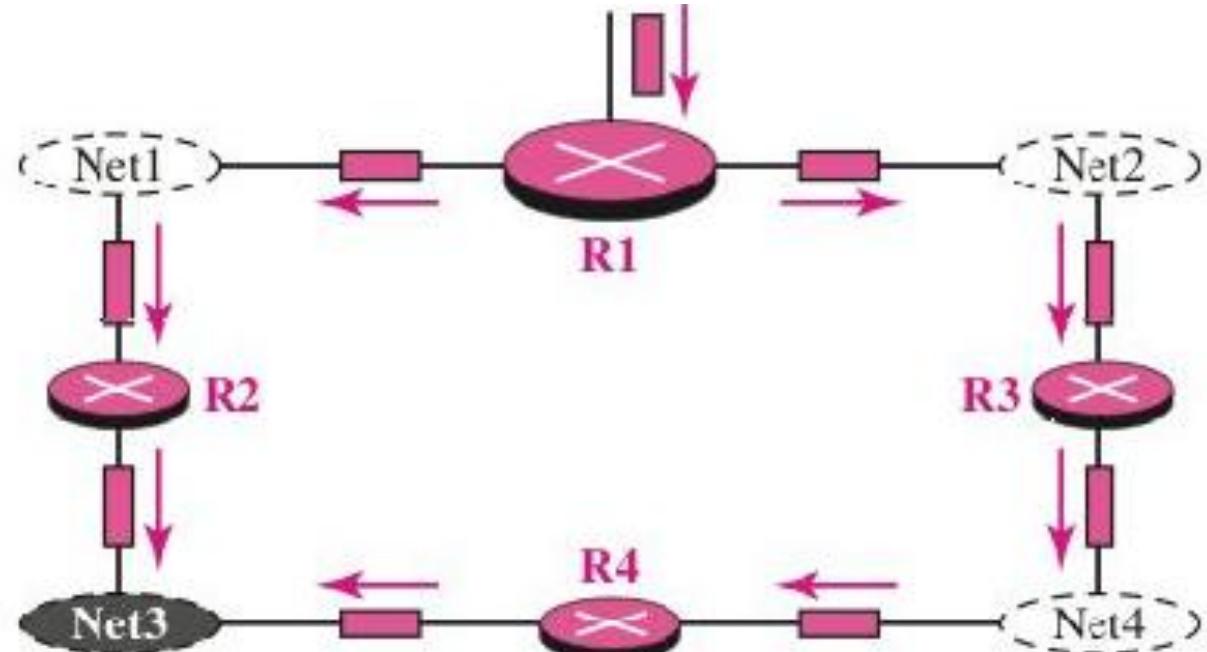
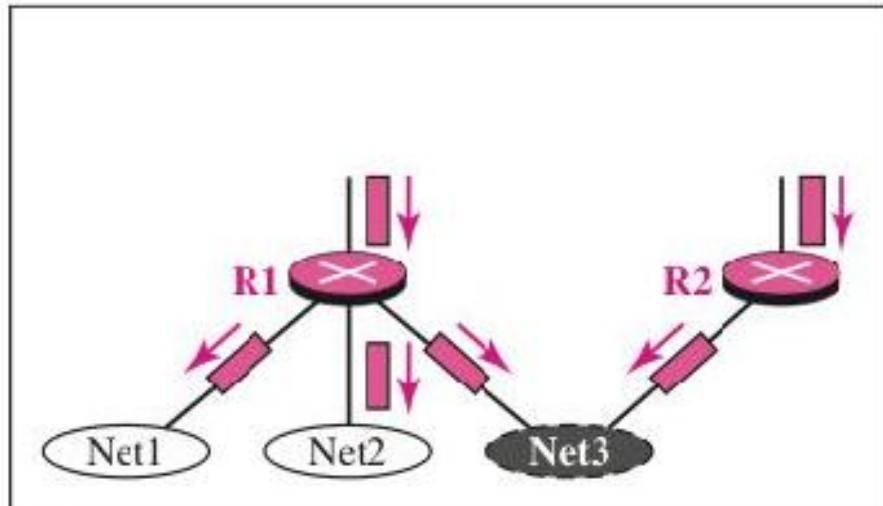


Figura 22.41 Problems com o RPF

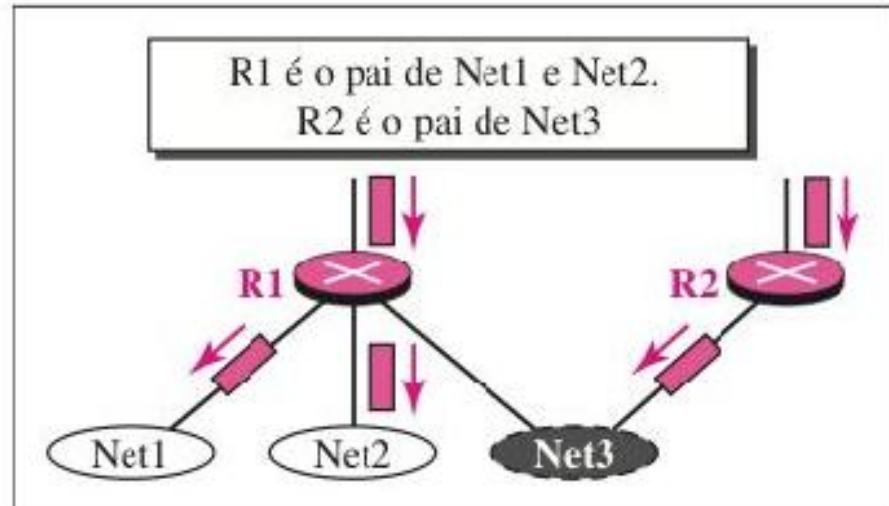


Net3 recebe duas
cópias do pacote

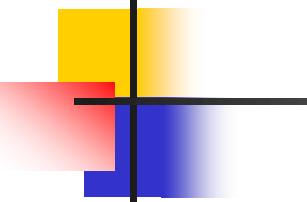
Figura 22.42 RPF Vs RPB



a. RPF



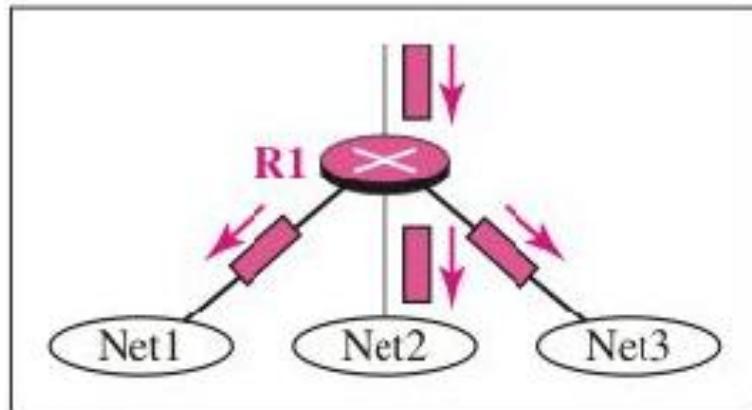
b. RPB



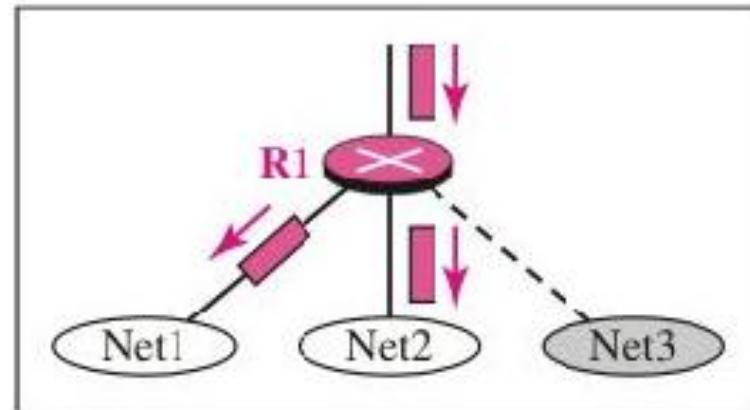
Nota

O RPB cria uma árvore de broadcast mais curta, da origem para cada destino. Ela garante que cada destino receba somente uma cópia do pacote.

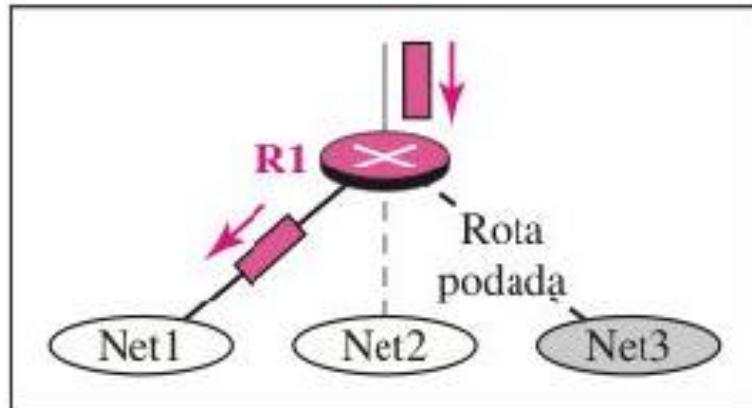
Figura 22.43 RPF, RPB e RPM



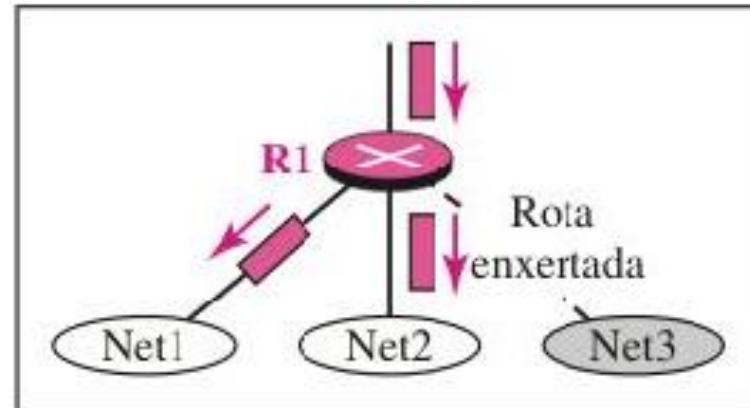
a. RPF



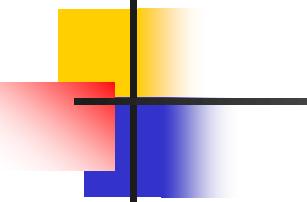
b. RPB



c. RPM (após a poda)



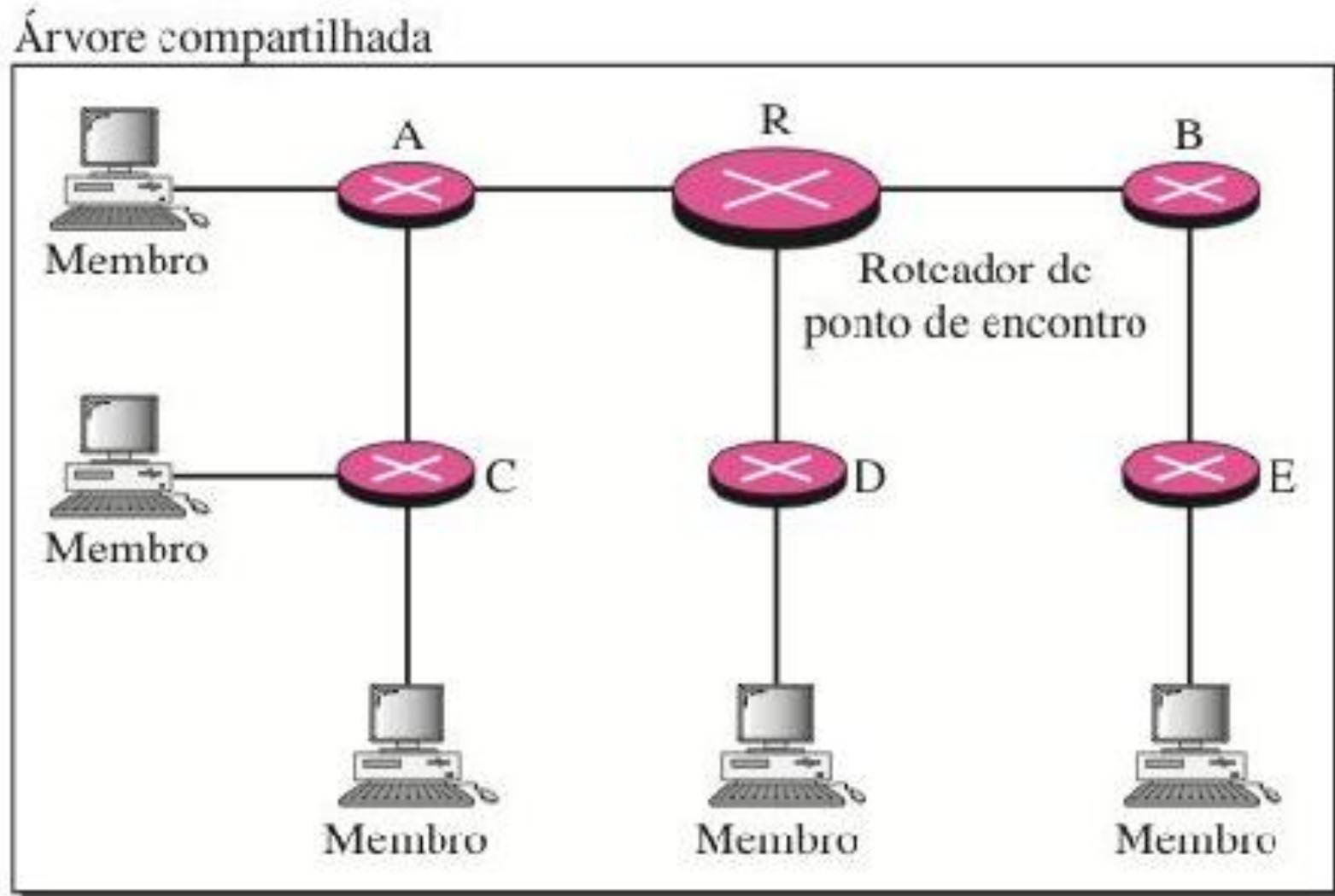
d. RPM (após o enxerto)



Nota

O RPM acrescenta poda e enxerto ao RPB para criar uma árvore de rota mais curta multicast que oferece suporte a mudanças dinâmicas de associação de membros ao grupo multicast.

Figura 22.44 Árvore compartilhada por grupos com o roteador de encontro



Árvore baseada no núcleo

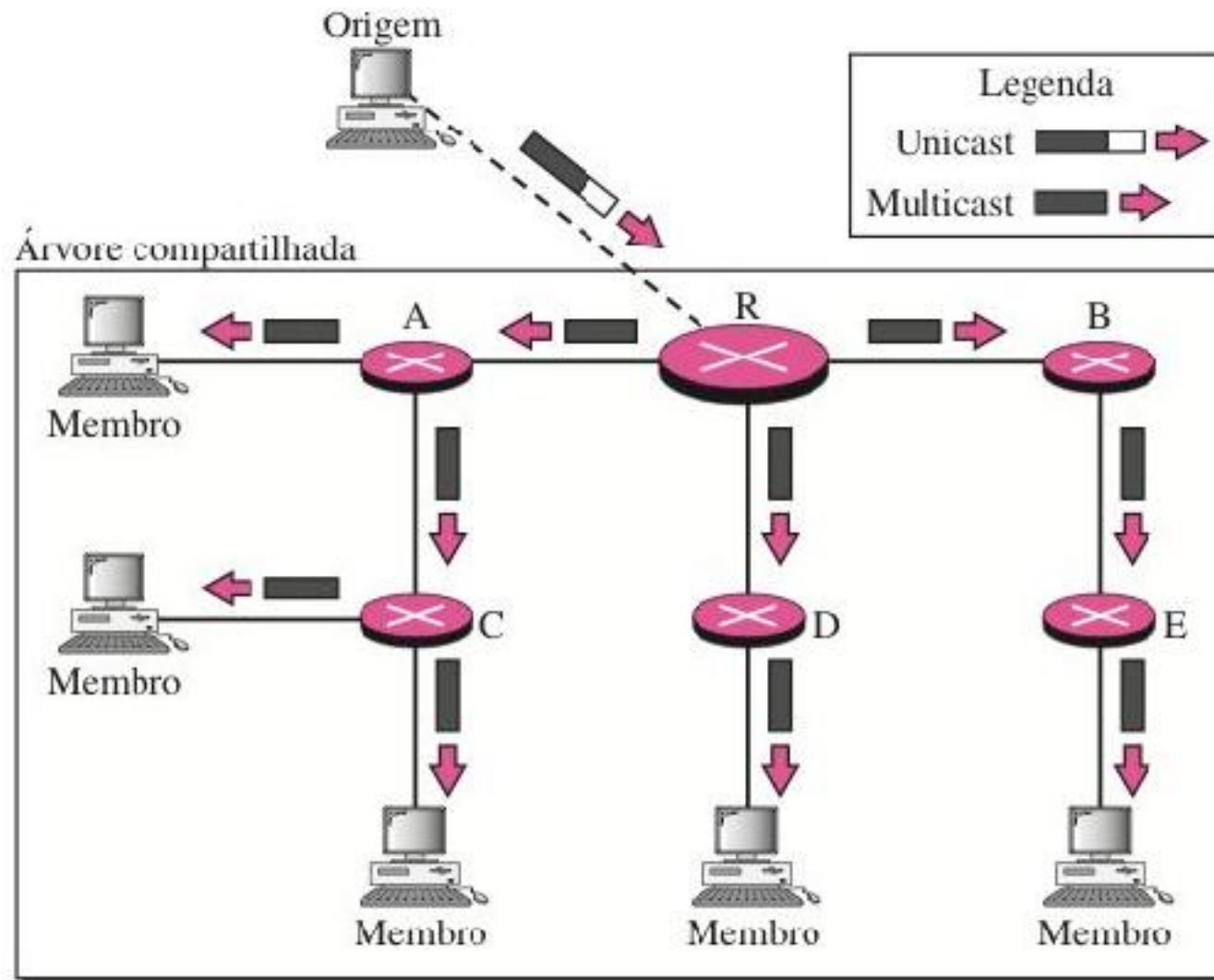
Usa um roteador de núcleo como raiz da árvore (roteador central ou roteador de ponto de encontro).

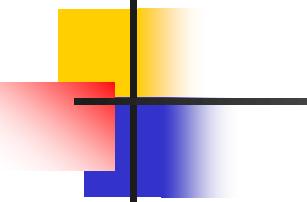
Após o roteador de ponto de encontro ter sido escolhido, ele envia a todos os roteadores da região o seu endereço unicast. Cada roteador que deseje se filiar ao grupo deve enviar uma mensagem de filiação.

Os roteadores intermediários extraem da mensagem de filiação o endereço unicast do remetente e a interface que recebeu a mensagem e depois repassa a mensagem para o próximo roteador até chegar no roteador de ponto de encontro.

Quando o roteador de ponto de encontro receber todas as mensagens de filiação, a árvore é formada.

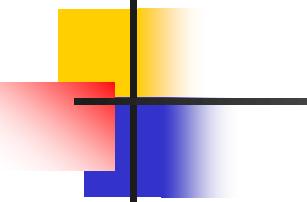
Figura 22.45 Envio de um pacote multicast para o roteador de encontro





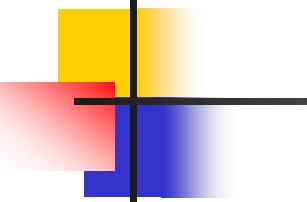
Nota

No CBT, a origem envia o pacote multicast (encapsulado em um pacote unicast) para o roteador de núcleo. O roteador de núcleo desencapsula o pacote e o encaminha para todas as interfaces interessadas.



Nota

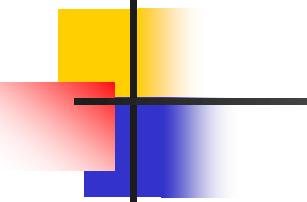
O PIM-DM é usado em um ambiente multicast denso, como por exemplo, uma LAN.



Nota

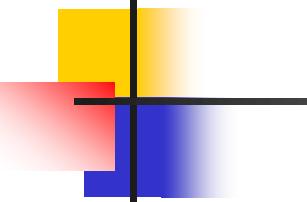
O PIM-DM usa RPF e estratégias de poda e enxerto para manipular o multicast.

Entretanto, ele é independente do protocolo unicast subjacente.



Nota

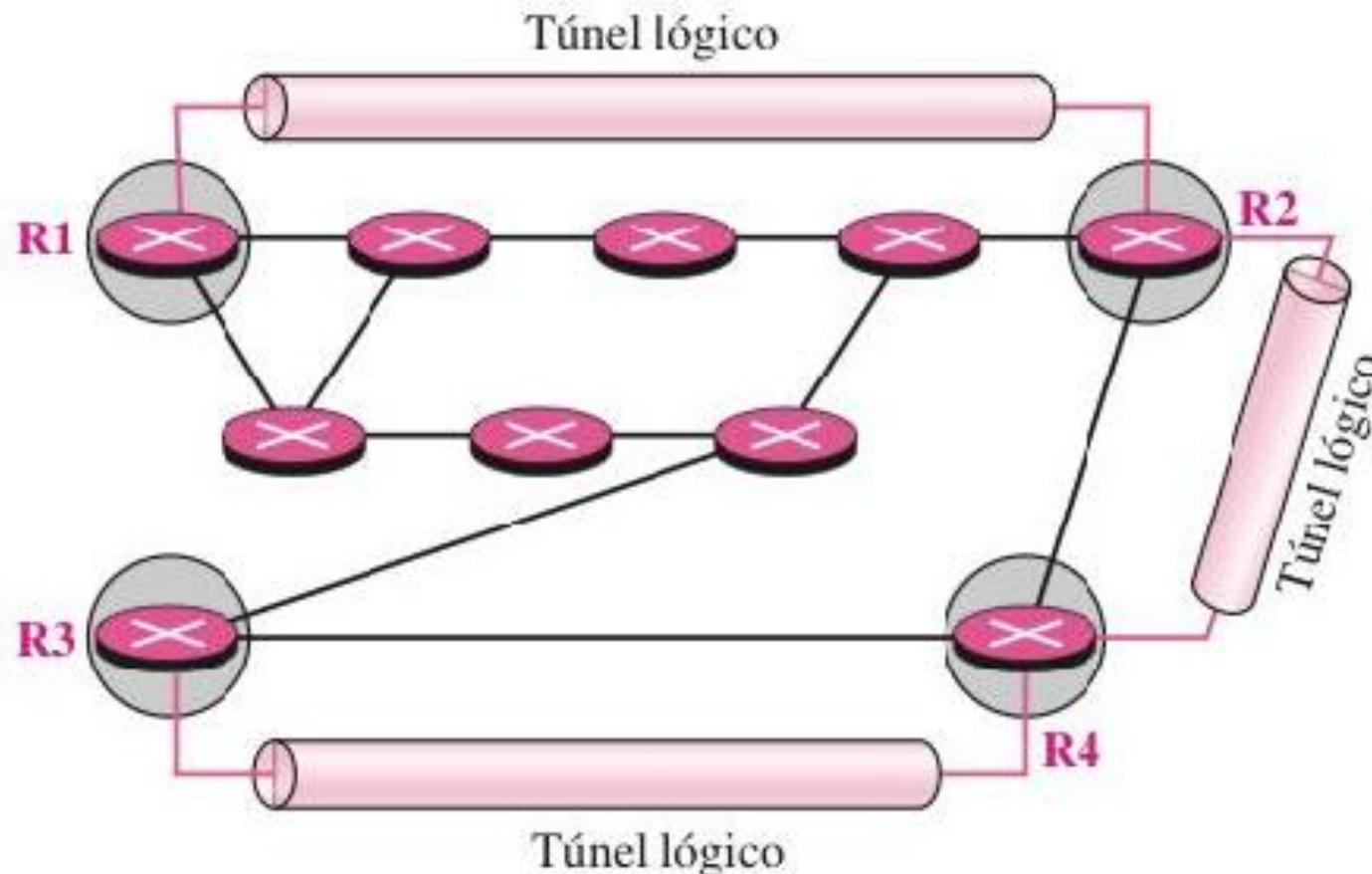
O PIM-SM é usado em um ambiente multicast esparsão, como por exemplo, nas WANs.



Nota

O PIM-SM é similar ao CBT mas usa um procedimento mais simples.

Figura 22.46 Tunelamento lógico



R1, R2, R3, R4: roteadores multicast

Demais roteadores: roteadores sem suporte ao multicast

Figura 22.47 MBONE

