

Tecnologias de Interligação de Redes Remotas

Tecnologia em Redes de Computadores

Aula 3

Prof. Me. Henrique Martins

Aula 3 – Roteamento

- **Roteamento**
 - Hardware de um Roteador
 - Vantagens do Roteamento
 - Mecanismos de entrega de dados
 - O Roteamento e seus Componentes
 - Algoritmos de Roteamento
- **Protocolos de Roteamento**

Roteamento

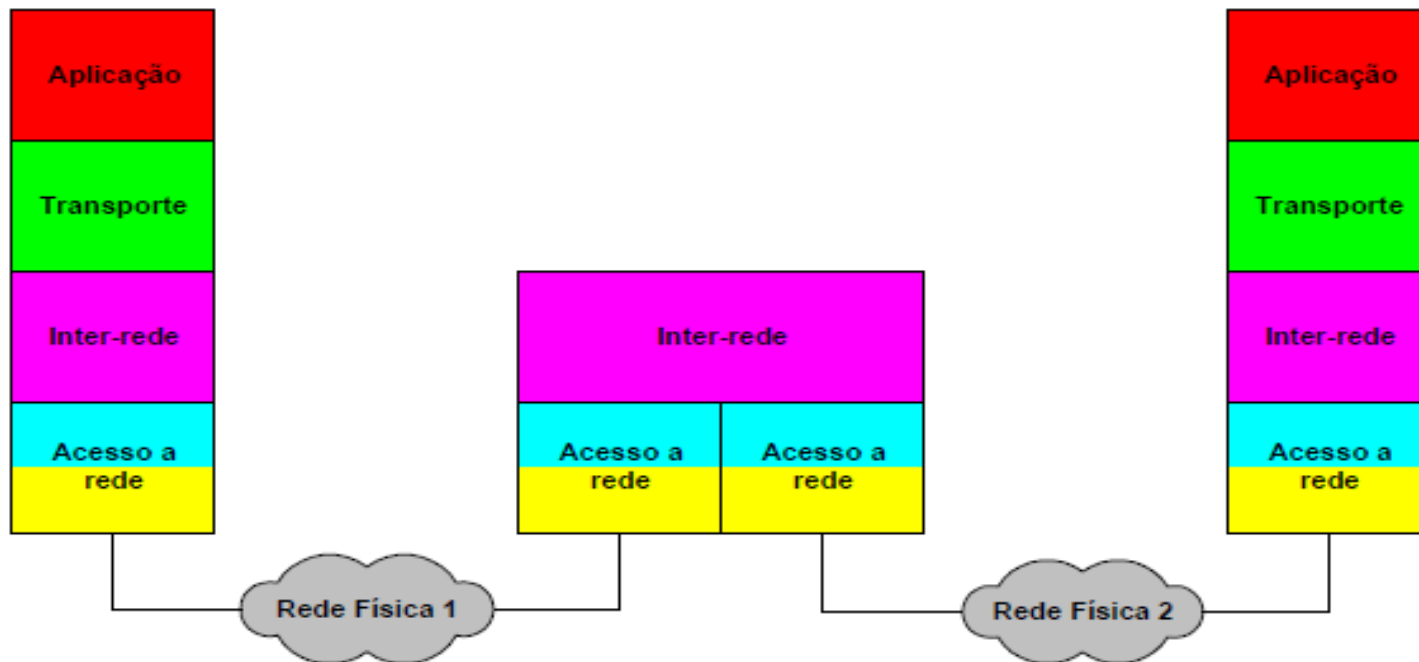
- A Internet é uma coleção de redes interconectadas, e os pontos de ligação são os **roteadores**.
- Os roteadores estão organizados de forma hierárquica, onde alguns são utilizados apenas para trocar dados entre grupos de redes controlados pela mesma autoridade administrativa; enquanto outros fazem também a comunicação entre outras autoridades administrativas.
- A entidade que controla e administra um grupo de redes e roteadores chama-se **Sistema Autônomo**.

Roteamento

- Roteamento é o mecanismo através do qual duas máquinas em comunicação “acham” e usam um caminho ótimo (o melhor) através de uma rede. O processo envolve:
 - Determinar que caminhos estão disponíveis;
 - Selecionar o “melhor” caminho para uma finalidade particular;
 - Usar o caminho para chegar aos outros sistemas;

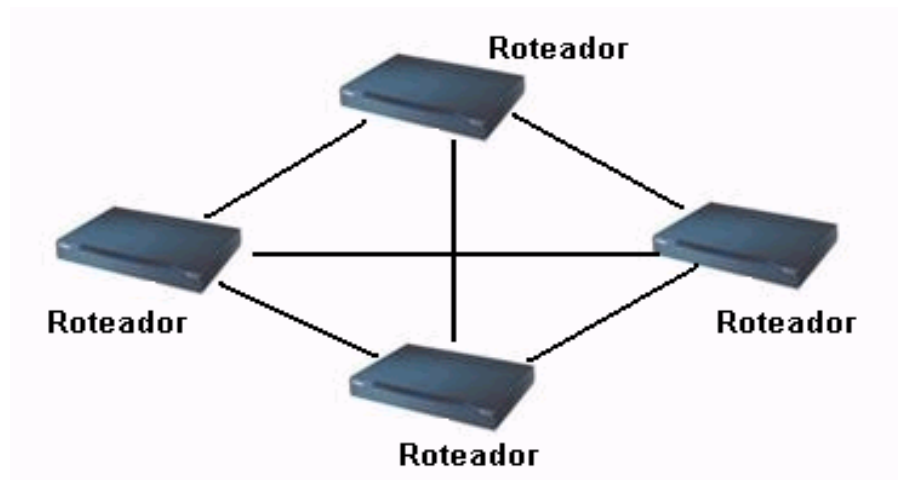
Roteamento com IP

- Na arquitetura TCP/IP, o roteamento é baseado no endereçamento IP, particularmente, na parte de identificação de rede de um endereço IP. Toda a tarefa é desenvolvida na camada Inter-rede da pilha de protocolos TCP/IP.



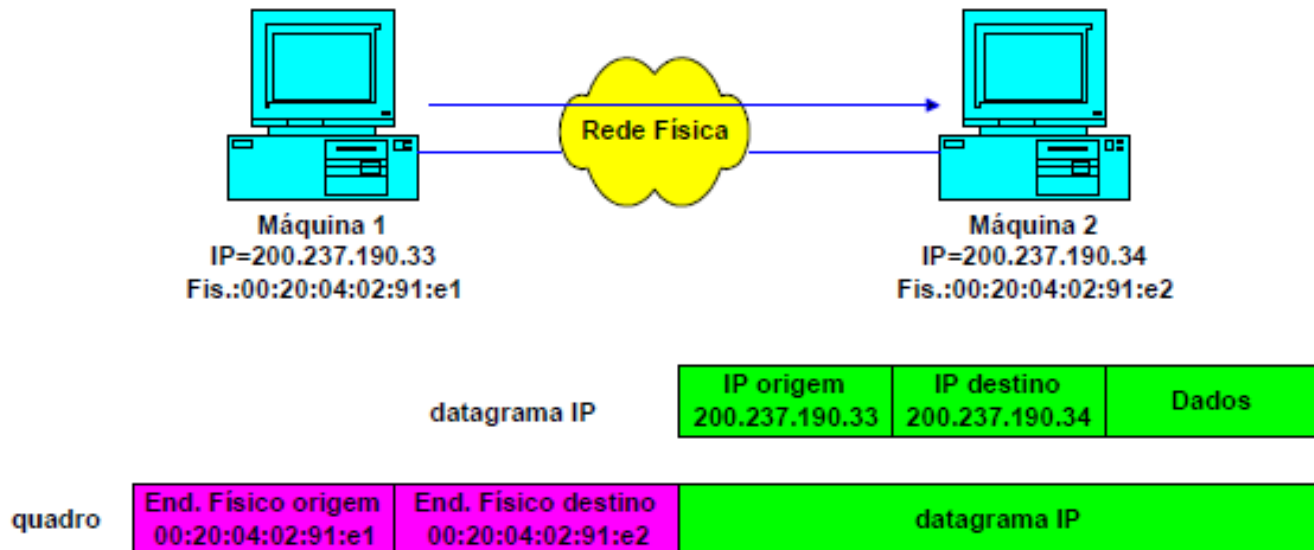
O que é Rotear?

- É o processo de escolha do caminho pelo qual o pacote deve chegar a estação destinatária. O roteamento pode ser **direto ou indireto**.
- Rotear é mover informações através de uma rede desde a origem até o destino, através de pelo menos 1 nodo intermediário.



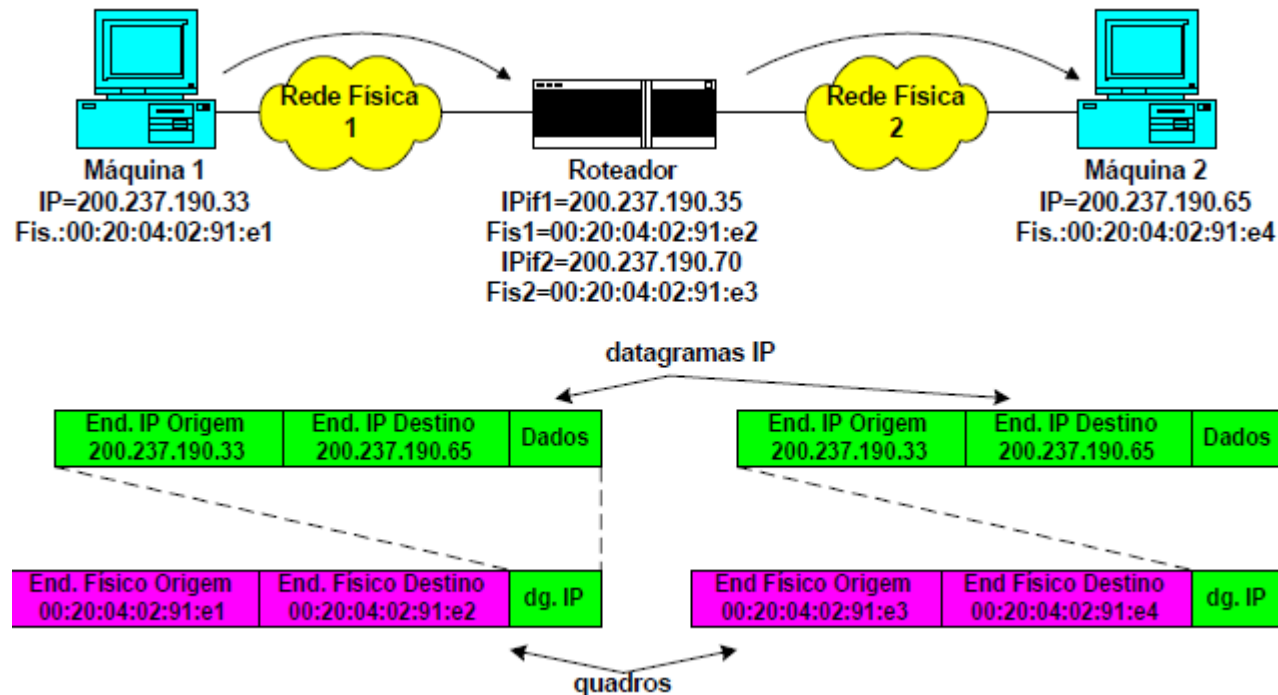
Mecanismos de entrega de dados

- **ENTREGA DIRETA:** feita quando a máquina destino encontra-se na mesma rede física da máquina origem; nesse caso faz-se o mapeamento do endereço lógico (IP) para o endereço físico (Ethernet, Token-ring, ATM), seguido da entrega dos dados.



Mecanismos de entrega de dados

- **ENTREGA INDIRETA:** feita quando a máquina destino não encontra-se na mesma rede física da máquina origem; nesse caso os dados são enviados para o roteador (“gateway”) mais próximo, e assim sucessivamente até atingirem a máquina destino.



Hardware de um Roteador

RAM	<ul style="list-style-type: none">• Memória Volátil• Armazena tabelas de roteamento, buffer e filas de espera de pacotes• Memória temporária e/ou de execução para o arquivo de configuração• Armazena a configuração ativa (running-config)
NVRAM	<ul style="list-style-type: none">• Memória não volátil• Armazena o arquivo de configuração de backup (startup-config)
FLASH	<ul style="list-style-type: none">• Memória ROM programável• Contém a imagem e o microcódigo do S.O.
ROM	<ul style="list-style-type: none">• Memória apenas de leitura• Contém o bootstrap, diagnósticos de power-on e parte do S.O.
Interfaces	<ul style="list-style-type: none">• Ethernet e/ou Serial• Configurações fixas ou flexíveis (depende do modelo)
Console	<ul style="list-style-type: none">• Utilizada para configuração inicial através de um terminal
Auxiliar	<ul style="list-style-type: none">• Utilizada para acesso remoto via modem

Vantagens do Roteamento

- **Melhor escolha de rota:** é possível utilizar protocolos de roteamento, onde pode-se ter múltiplos caminhos operando em paralelo, distribuindo tráfego (multiplexando caminhos) de acordo com critérios especificados pelo administrador da rede ou dos próprios softwares envolvidos;
- **Adaptação a diferentes tecnologias de redes físicas:** independente se a rede é de longa distância (ponto-a-ponto) e sistemas de comunicação de curta distância (os mais variados), com características de performance e forma de transmissão variadas podem ser integrados facilmente;

Vantagens do Roteamento

- **Confiança e controle**: roteadores normalmente não propagam dados oriundos de difusão (“broadcast” ou “multicast”) a nível de enlace de dados; agem como barreiras entre redes distintas prevenindo a propagação de alguns tipos de falhas (por exemplo, uma tempestade de difusão) ou mesmo de alguns tipos de acessos indevidos (baseado em endereços de origem/destino dos dados);
- **Reportagem de erro**: roteadores usam o protocolo ICMP (“Internet Controle Message Protocol”) para relatar/tratar condições de erro (por exemplo, congestionamento de rede).

O Roteamento e seus Componentes

- O roteamento é a principal forma utilizada na Internet para a entrega de pacotes de dados entre hosts (equipamentos de rede de uma forma geral, incluindo computadores, roteadores etc.).
- O modelo de roteamento utilizado é o do salto-por-salto (hop-by-hop), onde cada roteador que recebe um pacote de dados, abre-o, verifica o endereço de destino no cabeçalho IP, calcula o próximo salto que vai deixar o pacote um passo mais próximo de seu destino e entrega o pacote neste próximo salto. Este processo se repete até a entrega do pacote ao seu destinatário

O Roteamento e seus Componentes

- Para que o roteamento em um roteador funcione, são necessários dois elementos:

TABELAS DE ROTEAMENTO

E

PROTOCOLOS DE ROTEAMENTO

Tabelas de roteamento

- Registros de endereços de destino associados ao número de saltos até ele, podendo conter várias outras informações.

Protocolos de roteamento

Determinam o conteúdo das tabelas de roteamento, ou seja, são eles que ditam a forma como a tabela é montada e de quais informações ela é composta.

Existem dois tipos de algoritmo atualmente em uso pelos protocolos de roteamento: o algoritmo baseado em Vetor de Distância (Distance-Vector Routing Protocols) e o algoritmo baseado no Estado de Enlace (Link State Routing Protocols).

Algoritmos de Roteamento

- De forma a transferir pacotes de um host de origem para um host de destino, a camada de rede deve ser capaz de determinar a rota a ser seguida;
- Determinar a rota entre os hosts de origens e destino é tarefa do protocolo de roteamento;
- O núcleo do protocolo de roteamento é o algoritmo de roteamento;
- A função do algoritmo de roteamento é simples - dado um conjunto de roteadores conectados por diversos enlaces com seus custos, o algoritmo de roteamento deve determinar a melhor rota entre origem e destino.

Algoritmos de Roteamento

- Todos os roteadores executam um algoritmo de roteamento. O algoritmo de roteamento é uma parte do programa de nível de rede responsável por decidir para qual linha um pacote deve ser enviada a fim de chegar ao seu destino.
- São características desejáveis para um algoritmo de roteamento:
 - **Correção** - O algoritmo deve calcular corretamente as rotas para alcançar todos os destinos. Esta característica deve ser complementada pela derivação da melhor rota. Não basta que o algoritmo descubra uma rota para um destino, é necessário que ele descubra a melhor rota possível;
 - **Simplicidade** - O algoritmo deve ser eficiente para não sobrecarregar a rede. Além disso, é importante que o administrador da rede possa entender como ele é executado;

Algoritmos de Roteamento

- **Estabilidade** - O algoritmo deve convergir rapidamente. O termo "**convergir**" neste caso significa ficar em um estado correto. Por exemplo, quando ocorre alguma modificação na topologia da rede, as tabelas de roteamento de alguns roteadores apresentarão uma informação desatualizada. No momento em que todos os roteadores estiverem com suas tabelas corretas, diz-se que o algoritmo convergiu. Quanto mais rápido ocorrer este processo, melhor;
- **Robustez** - Uma vez a rede em operação, esta deve permanecer o maior tempo possível sem que ocorram falhas no sistema. As falhas isoladas de hardware e software e mudanças na topologia da rede devem ser tratadas pelo algoritmo de roteamento que deverá ser capaz de resolver tais modificações sem requerer uma reinicialização de todo o sistema;
- **Consideração com o usuário e eficiência global** - Um algoritmo de roteamento deve melhorar a eficiência da rede sem deixar de considerar os diversos usuários e aplicativos dessa mesma rede.

Tipos de algoritmos de roteamento

- **Estático** - Um algoritmo de roteamento do tipo estático não baseia as suas decisões de roteamento em medidas ou estimativas de tráfego ou em topologias correntes. As rotas são predefinidas e carregadas no roteador no processo de inicialização da rede;
- **Dinâmico** - Um algoritmo de roteamento dinâmico tenta mudar as suas decisões de roteamento de acordo com as mudanças de tráfego e de topologia. A tabela de roteamento se modifica com o passar do tempo;

Tipos de algoritmos de roteamento

- **Algoritmos intra-domínios** - Estes são algoritmos executados por roteadores de dentro de um determinado Sistema Autônomo. Eles permitem que sejam definidas as rotas para dentro da rede de uma determinada organização;
- **Algoritmos inter-domínios** - Estes são algoritmos executados por roteadores que estão nos limites dos domínios. Permitem a definição das rotas que são utilizadas para a comunicação com equipamentos de fora de um determinado Sistema Autônomo.

Tipos de Algoritmos de Roteamento

- **Roteamento Vector-Distance;**
- **Roteamento Link-State**

Vetor de Distância **(Vector-Distance)**

- Criado por Bellman-Ford
- Algoritmo original da ARPANET
- Cada roteador deve manter uma tabela de roteamento indexada para cada roteador da rede
- Cada entrada da tabela contém a linha de saída preferencial para cada destino e a estimativa da distância
- A cada intervalo de tempo cada roteador envia para cada vizinho um vetor com os atrasos estimados para cada destino e recebe um vetor de cada vizinho
- A partir destes vetores calcula-se uma nova tabela com os menores retardos
- Originalmente desenhado para pequenas redes com um reduzido número de meios. Muitos dos antigos protocolos de roteamento são Distance Vector.

Estado de Enlace **(Link-State)**

- Link State Routin
- Substituiu o roteamento por vetor de distância que era usado anteriormente na ARPANET (até 1979)
- A substituição foi motivada por dois problemas:
 - O algoritmo por vetor de distância não leva em conta a largura de banda
 - Converge lentamente sempre que ocorre uma mudança
- Desenhados para redes grandes e em crescimento que comumente agregam vários tipos de meios.

Comparando Algoritmos de Roteamento

- Um dos meios de se comparar os dois tipos de protocolos é baseado no tamanho de uma rede, seu potencial de crescimento e sua complexidade.
- Uma rede Ethernet de Pequenas Empresas pode valer-se muito bem de um protocolo **Distance Vector**.
- Grandes empresas com vários sites administrativos, de vendas, pesquisa e desenvolvimento distribuídos pela cidade, estado, país ou ainda pelo mundo possuem grandes redes com os mais diversos sabores de meios e, ainda, com potencial para crescer. Por estes motivos a maior parte delas prefere um protocolo **Link State**.

Procedimentos de Atualização de Roteamento

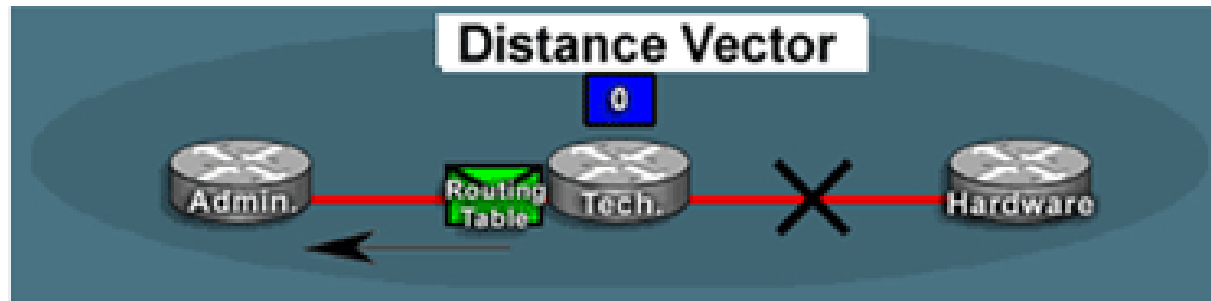
- Distance Vector

- O protocolo Distance Vector assegura a atualização das informações da tabela de roteamento por trocar sua tabela em intervalos periódicos com seus vizinhos.
- Se um roteador detecta uma mudança, ele atualiza sua tabela de roteamento com as mudanças que ele detectou. Os vizinhos incorporam as alterações e então executam o algoritmo Bellman-Ford e então repassam a informação.

- Com o link normal o roteador Tech. envia sua tabela de roteamento para o roteador vizinho, o Hardware.



- Uma vez que o link entre os roteadores Tech. e Hardware torna-se indisponível, o Tech. executa um contador e envia sua tabela de roteamento para o seu outro vizinho, o Admin.



Procedimentos de Atualização de Roteamento

- Link State

- O protocolo Link State atualiza os outros protocolos somente quando há alterações na rede. Quando um roteador detecta uma mudança, ele altera sua tabela Link State. O roteador então enviará somente as alterações do status dos links.
- Estes updates Link States são enviados diretamente para todos os outros roteadores utilizando a tecnologia multicast. Note que isto é totalmente o contrário do caso do Distance Vector. Os roteadores que recebem a alteração executam o algoritmo Shortest Path First e atualizam suas tabelas de roteamento.

Elemento de comutação

- O Elemento de comutação está no coração de um roteador. É por meio do elemento de comutação que os pacotes são comutados (isto é, repassados) de uma porta de entrada para uma porta de saída. A comutação pode ser realizada de inúmeras maneiras:
- Comutação por memória
- Comutação por barramento
- Comutação por uma rede de interconexão

Protocolos de Roteamento

Um pouco de História

- A Internet foi criada pelo Departamento de Defesa dos EUA em 1969, com o objetivo de construir um sistema de comunicação digital para tempos de guerra.
- Entretanto, havia um grande problema: **se uma das estações de transferência fosse atacada?**
- Houve então a necessidade de que as informações pudessem ser rapidamente redirecionadas, para contornar problemas com um dos nós.

Um pouco de História

- A solução encontrada foi a criação de protocolos de roteamento que permitissem a construção e atualização de tabelas de roteamento entre os *gateways*.
- Com o crescimento da rede e consequentemente das tabelas de roteamento, foi necessário a implantação de protocolos de roteamento hierárquicos.
- Assim os roteadores foram divididos em regiões chamadas *Autonomous System* - AS, onde cada roteador conhecia todos os detalhes de sua própria região e não conhecia a estrutura interna de outras regiões.

Protocolos de Roteamento

- Para uma rede local existem dois níveis de comunicação:
 - Interna ao AS, que utiliza algoritmos de roteamento *Interior Gateway Protocol* - IGP e
 - Externa ao AS, que utiliza algoritmos de roteamento *Exterior Gateway Protocol* – EGP

Protocolos de Roteamento

- A função dos protocolos de roteamento é construir as tabelas de roteamento completas nos diversos roteadores de uma rede através da troca de mensagens entre eles.
 - **igp (interior gateway protocol)** - Estes são utilizados para realizar o roteamento dentro de um Sistema Autônomo:
 - **egp (exterior gateway protocol)** - Estes são utilizados para realizar o roteamento entre Sistemas Autônomos diferentes.

igp (interior gateway protocol)

- **RIP (Routing Information Protocol)**
- **IGRP (Interior Gateway Routing Protocol)**
- **Enhanced IGRP**
- **OSPF (Open Shortest Path First)**
- **IS-IS (Intermediate System-to-Intermediate System)**

egp (exterior gateway protocol)

- **EGP (Exterior Gateway Protocol)** - este protocolo apresenta o mesmo nome que o seu tipo.
- **BGP (Border Gateway Protocol)**

RIP (Routing Information Protocol)

- O RIP foi desenvolvido pela Xerox Corporation no início dos anos 80 para ser utilizado nas redes Xerox Network Systems (XNS), e, hoje em dia, é o protocolo intradomínio mais comum, sendo suportado por praticamente todos os fabricantes de roteadores e disponível na grande maioria das versões mais atuais do sistema operacional UNIX.
- Um de seus benefícios é a facilidade de configuração. Além disso, seu algoritmo não necessita grande poder de computação e capacidade de memória em roteadores ou computadores.

RIP (Routing Information Protocol)

- O protocolo RIP funciona bem em pequenos ambientes, porem apresenta serias limitações quando utilizado em redes grandes.
- Ele limita o numero de saltos (hops) entre hosts a 15 (16 é considerado infinito). Outra deficiência do RIP é a lenta convergência, ou seja, leva relativamente muito tempo para que alterações na rede fiquem sendo conhecidas por todos os roteadores.
- Esta lentidão pode causar loops de roteamento, por causa da falta de sincronia nas informações dos roteadores.

RIP (Routing Information Protocol)

- O protocolo RIP é também um grande consumidor de largura de banda, pois, a cada 30 segundos, ele faz um broadcast de sua tabela de roteamento, com informações sobre as redes e sub-redes que alcança.
- Por fim, o RIP determina o melhor caminho entre dois pontos, levando em conta somente o numero de saltos (hops) entre eles. Esta técnica ignora outros fatores que fazem diferença nas linhas entre os dois pontos, como: velocidade, utilização das mesmas (tráfego) e toda as outras métricas que podem fazer diferença na hora de se determinar o melhor caminho entre dois pontos.[RFC 1058]

IGRP (Interior Gateway Protocol)

- O IGRP também foi criado no início dos anos 80 pela Cisco Systems Inc., detentora de sua patente. O IGRP resolveu grande parte dos problemas associados ao uso do RIP para roteamento interno.
- O algoritmo utilizado pelo IGRP determina o melhor caminho entre dois pontos dentro de uma rede examinando a largura de banda e o atraso das redes entre roteadores. O IGRP converge mais rapidamente que o RIP, evitando loops de roteamento, e não tem a limitação de saltos entre roteadores.
- Com estas características, o IGRP viabilizou a implementação de redes grandes, complexas e com diversas topologias.

EIGRP (Enhanced IGRP)

- A Cisco aprimorou ainda mais o protocolo IGRP para suportar redes grandes, complexas e críticas, e criou o Enhanced IGRP.
- O EIGRP combina protocolos de roteamento baseados em Vetor de Distancia (Distance-Vector Routing Protocols) com os mais recentes protocolos baseados no algoritmo de Estado de Enlace (Link-State). Ele também proporciona economia de tráfego por limitar a troca de informações de roteamento aquelas que foram alteradas.
- Uma desvantagem do EIGRP, assim como do IGRP, é que ambos são de propriedade da Cisco Systems, não sendo amplamente disponíveis fora dos equipamentos deste fabricante.

OSPF (Open Shortest Path First)

- Foi desenvolvido pelo IETF (Internet Engineering Task Force) como substituto para o protocolo RIP. Caracteriza-se por ser um protocolo intra-dominio, hierárquico, baseado no algoritmo de Estado de Enlace (Link-State) e foi especificamente projetado para operar com redes grandes.

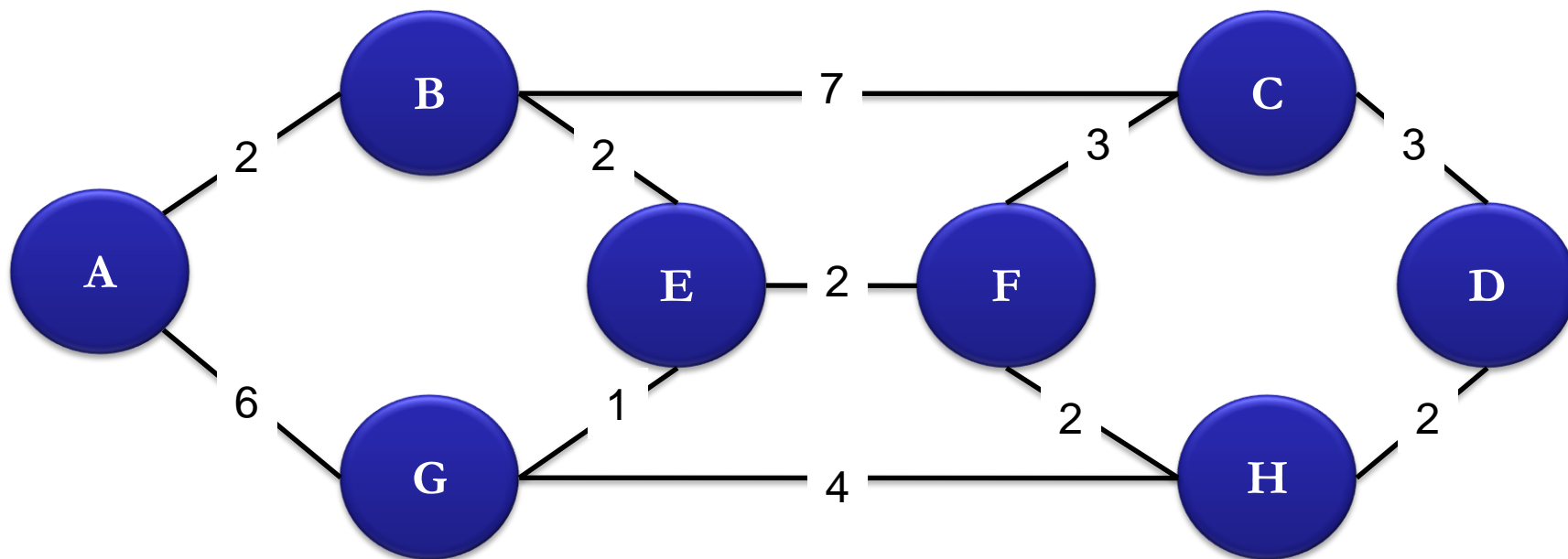
Integrated IS-IS (Intermediate System to Intermediate System Routing Exchange Protocol)

- O IS-IS [OSI 10589], assim como o OSPF, é um protocolo intra-domínio, hierárquico e que utiliza o algoritmo de Estado de Enlace. Pode trabalhar sobre varias sub-redes, inclusive fazendo broadcasting para LANs, WANs e links ponto-a-ponto.
- O Integrated IS-IS é uma implementação do IS-IS que, além dos protocolos OSI, atualmente também suporta o IP. Como outros protocolos integrados de roteamento, o IS-IS convoca todos os roteadores a utilizar um único algoritmo de roteamento.
- Para rodar o Integrated IS-IS, os roteadores também precisam suportar protocolos como ARP, ICMP e End System-to-Intermediate System (ES-IS).

Protocolo de Roteamento Externo (Exterior Routing Protocol)

- BGP (Border Gateway Protocol)
- O BGP assim como o EGP, é um protocolo de roteamento interdomínios, criado para uso nos roteadores principais da Internet.
- O BGP foi projetado para evitar loops de roteamento em topologias arbitrárias, o mais sério problema de seu antecessor, o EGP (Exterior Gateway Protocol). Outro problema que o EGP não resolve - é abordado pelo BGP - é o do Roteamento Baseado em Política (policy-based routing), um roteamento com base em um conjunto de regras não técnicas, definidas pelos Sistemas Autônomos.
- A última versão do BGP, o BGP4, foi projetado para suportar os problemas causados pelo grande crescimento da Internet.

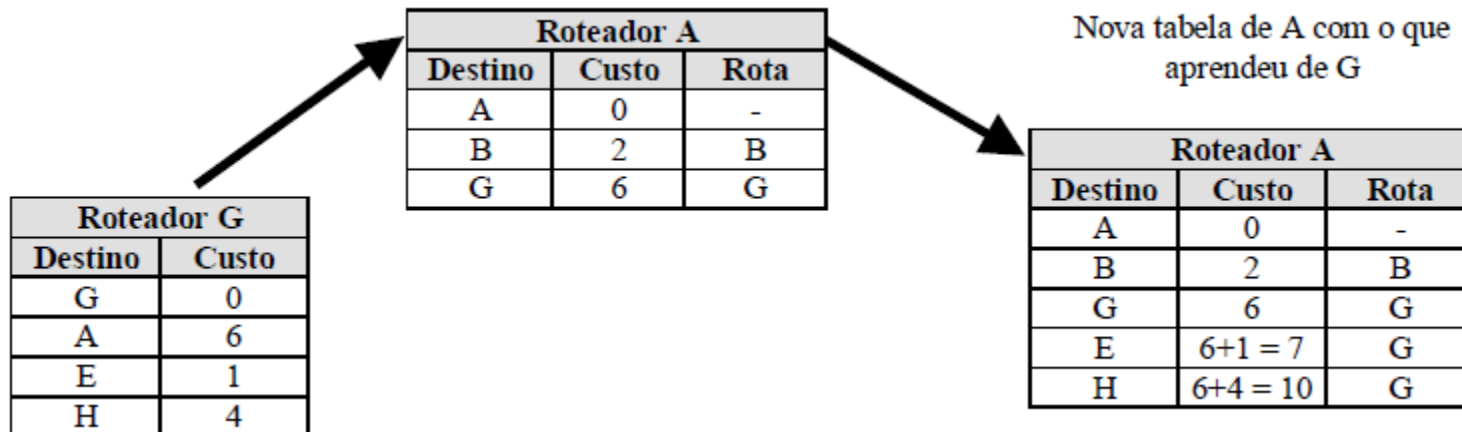
Exemplo de funcionamento *Vetor de Distância*



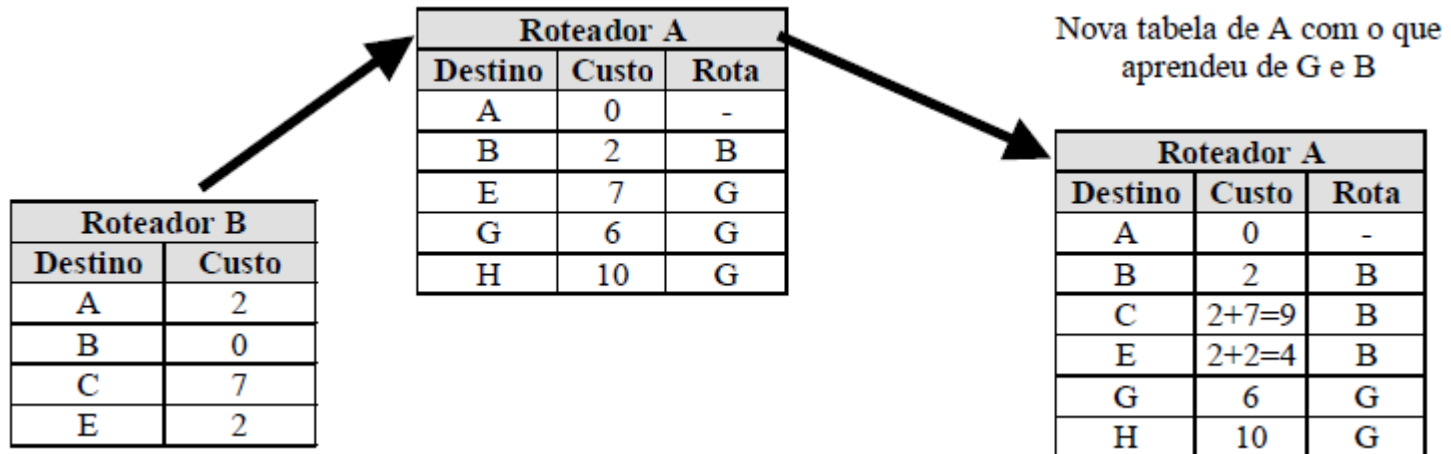
- O roteador A, quando é iniciado, monta uma tabela das rotas conhecidas. Esta tabela é enviada para todos os links do roteador.

Roteador A	
Destino	Custo
A	0
B	2
G	6

- Cada roteador troca suas tabelas com os roteadores vizinhos de tempos em tempos. As novas rotas recebidas são calculadas e adicionadas. No exemplo abaixo, o roteador A recebe a tabela de G, gerando a nova tabela de A. Note que as rotas E e H foram adicionadas e um custo de 6 foi adicionado a cada rota recebida por causa do custo do link entre A e G.



- Quando o roteador A receber a atualização de B, sua tabela fica da seguinte forma:



- A nova rota C foi encontrada. Note que a rota para E também foi modificada, pois existe um caminho com custo menor por B.

Problemas da contagem ao infinito

Vetor de Distância

- O algoritmo de vetor de distância tem um problema na velocidade de convergência quando ocorrem problemas na rede. Pode-se dizer que as boas notícias convergem rápido, mas as más notícias demoram a convergir.
- Falhas na rede demoram a ser eliminadas, podendo ocasionar loops, que são pacotes que ficam sendo repassados de um roteador para outro durante certo tempo. Para o pacote não ficar em loop infinito em uma rede, todo o pacote possui um contador TTL.
- O contador TTL (*Time to Live*) de cada pacote começa com um valor padrão de 15 e vai sendo diminuído à medida que passa por um roteador. Assim, se uma rede esteve em loop, o TTL chegará 0 e o roteador irá descartar o pacote.

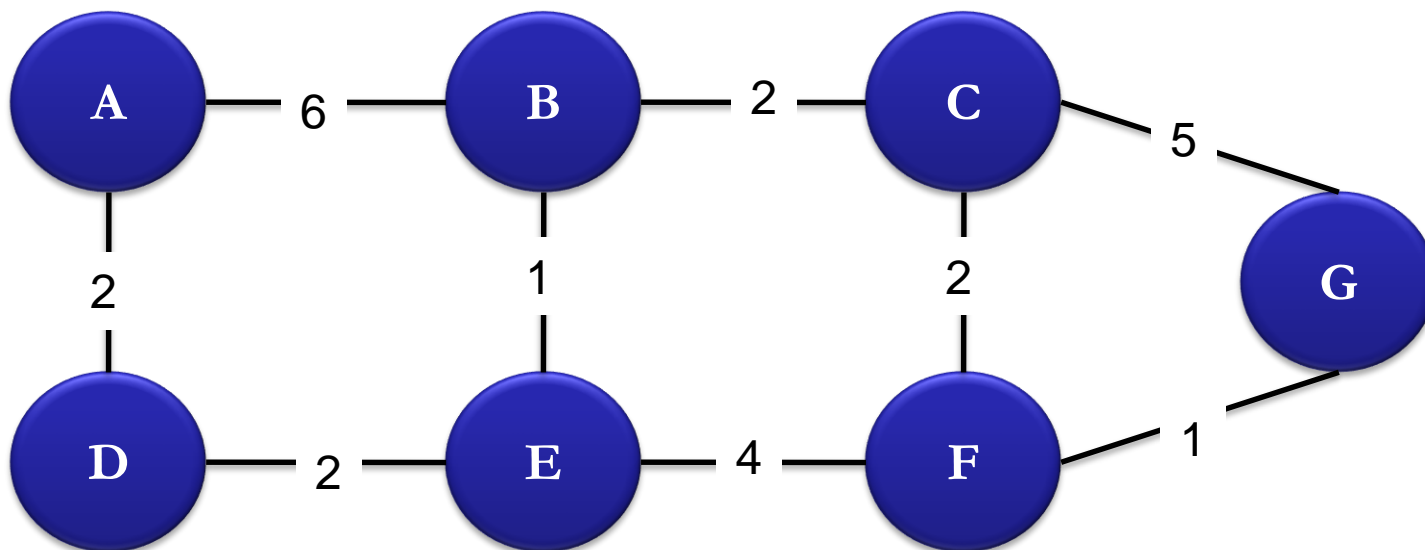
Soluções para a contagem ao infinito

Vetor de Distância

- ***Hold Down*** – Se um link “falhar”, o roteador ignora todas atualizações para aquela rede por um tempo de, por exemplo, 180s. Assim, todos roteadores esquecem o caminho, e um link quebrado não será propagado.
- ***Poison Reverse and Triggered Updates*** – Se um link “falhar”, modifica a informação da rota para uma distância infinita (16) e propaga **imediatamente** essa informação adiante.
- ***Dividir o Horizonte*** – O roteador sempre propaga todas as rotas conhecidas, menos as rotas que foram recebidas pela mesma porta.

Exemplo de funcionamento

Estado de Enlace



Exemplo de funcionamento

Estado de Enlace

- O algoritmo de estado de enlace elimina alguns problemas críticos do vetor de distância, como a lenta convergência no caso de problemas. A idéia básica do algoritmo de estado de enlace é que cada roteador faça o seguinte:
 1. Descobrir seus vizinhos e aprender seus endereços de rede
 2. Medir o retardo para cada um dos vizinhos
 3. Criar um pacote que diga tudo o que acaba de ser aprendido. Cada roteador constrói um pacote chamado de “*Link State Packet*” ou LSP, que contém o seu nome, o nome de seus vizinhos e o custo necessário para chegar até eles.
 4. Enviar esse pacote a todos outros roteadores
 5. Calcular o caminho mais curto para cada um dos roteadores.

Exemplo de funcionamento

Estado de Enlace

- O objetivo é que cada roteador envolvido tenha um banco de dados completo de toda a topologia da rede, para conseguir traçar o caminho mais curto através de um algoritmo.
- Assim, cada roteador deve ter um banco de dados semelhante ao mostrado na tabela a seguir. Este banco de dados deve ser o mesmo em todos os roteadores, a fim de que todos tomem as mesmas decisões.

Origem	Destino	Custo
A	B	6
A	D	2
B	A	6
B	C	2
B	E	1
C	B	2
C	F	2
C	G	5
D	A	2
D	E	2
E	B	1
E	D	2
E	F	4
F	C	2
F	E	4
F	G	1
G	C	5
G	F	1

Roteamento RIP

- Trabalharemos com RIP versão 1.
- Apenas temos que declarar as redes diretamente conectadas ao nosso roteador, assim, o RIP se encarregará de anunciar essas rotas e “aprender” as rotas anunciados pelos vizinhos, após a rede ter convergido totalmente o RIP anunciará automaticamente a sua tabela de roteamento completa para seus vizinhos.

```
Roteador1# conf t
```

```
Roteador1(config)# router rip
```

```
Roteador1(config-router)# network 172.16.0.0
```

```
Roteador1(config-router)# network 172.17.0.0
```

```
Roteador1(config-router)# network 192.168.0.0
```

```
Roteador1(config-router)# network 192.168.1.0
```

Roteamento RIP versão 2

- Para ativar a versão 2 do roteamento RIP, basta executar os seguinte comandos:

Roteador1(config)#**router rip**

Roteador1(config-router)#**version 2**

Roteador1(config-router)#**exit**

Roteador1(config)#**exit**

COPY

Importante

- Após alterar as configuração, sempre rodar o comando abaixo para fazer backup das alterações.

Roteador1#**copy running-config startup-config**

Destination filename [startup-config]?**[Enter]**

Teste de comandos

- Verifique o resultado dos seguintes comandos:

Roteador1#**show ip route**

Roteador1#**show ip interface**

Roteador1#**show ip protocols**

Teste de comandos

show ip interface brief

- O comando show ip interface brief indica se uma interface foi configurada corretamente e ativada com o comando no shutdown.

show controllers serial

- O comando show controllers serial indica o estado dos canais de interface e se um cabo está conectado à interface.

Teste de comandos

show interface serial

- O comando show interface serial fornece mais informações sobre a interface que apresenta falha. Ele retorna um dos cinco estados possíveis:
- Serial x is down, line protocol is down
- Serial x is up, line protocol is down
- Serial x is up, line protocol is up (looped)
- Serial x is up, line protocol is down (disable)
- Serial x is administratively down, line protocol is down
- O comando show interface serial também mostra que encapsulamento está sendo utilizado na interface. Para esta atividade, todos os roteadores devem usar o encapsulamento HDLC.

Usando *debug*

Exibir as opções de depuração IP

- No prompt do modo EXEC privilegiado digite *debug ip ?*.
- Verifique quais protocolos de roteamento podem usar comandos de depuração?

Exibir as opções de depuração IP RIP

- No prompt do modo EXEC privilegiado digite *debug ip rip ?*.
- Quantas opções estão disponíveis para o comando *debug ip rip ?*

Para desativar a depuração digite: *no debug ip rip* ou *undebug all*.

Limpar a tabela de roteamento

- Digite *clear ip route **
- Em seguida digite *show ip route*
- Espere por 30 segundos e execute novamente *show ip route*