

Redes de Computadores

Camada de Redes - Protocolo ICMP

Kalinka Regina Lucas Jaquie Castelo Branco

O Protocolo ICMP

- ❑ A operação de uma rede IP é monitorada rigorosamente pelos roteadores. Quando algo inesperado ocorre o evento é reportado pelo protocolo **ICMP** (Internet Control Message Protocol) definido na RFC 729. O protocolo ICMP também é utilizado para **testes** de rede através do comando **ping**.

O ICMP utiliza mensagens para realizar suas tarefas. Na sua RFC são definidas 16 mensagens, dentre estas as mais importantes são:

- **Destination Unreachable** - Utilizado quando sub-rede ou roteador não pode localizar o destino;
- **Time Exceeded** - Notifica o descarte do pacote, pois seu TTL atingiu o valor zero;
- **Source Quench** - Essa mensagem solicita ao emissor uma redução dos dados enviados;
- **Redirect** - Um roteador envia esta mensagem quando chega a ele um pacote porém existe uma rota melhor através de outro roteador;
- **Echo** - Usado pelo comando ping para verificar conectividade;
- **Echo Reply** - Resposta à requisição Echo.

Entrega dos Pacotes

- ❑ A entrega de pacotes na camada de rede pode ser dividida em dois tipos:
 - **Entrega Direta** - Entrega de dados quando o remetente e destinatário se encontram na mesma rede lógica. Também conhecida como **Entrega Local**;
 - **Entrega Indireta** - Entrega de dados quando o destinatário e remetente se encontram em redes lógicas diferentes e se faz necessário a utilização de um "destino intermediário". Também conhecida como **Entrega Remota**.

Entrega dos Pacotes

- ❑ Para saber se o host irá executar uma entrega local ou remota basta saber se o remetente encontra-se **na mesma rede que o destinatário**. Esta verificação é feita pelo **remetente** com base em dois dados:
 - o resultado da operação lógica "**sua máscara de rede AND seu endereço**";
 - e da operação lógica "**sua máscara de rede AND o endereço do destino**". Estes dois dados são comparados, se forem **iguais**, ambos estão **na mesma rede**, caso **contrário** estão em **redes distintas**.

Exemplos

- ❑ 1. O host 192.168.1.10/24 que enviar uma mensagem para o host 192.168.1.32.

Primeiro o host de origem calcula a sua própria rede através de um AND entre o seu endereço IP (192.168.1.10) e a sua máscara (255.255.255.0) e obtém o resultado 192.168.1.0. Depois ele calcula a rede do host de destino realizando um AND entre o endereço IP de destino (192.168.1.32) e a sua máscara (255.255.255.0), obtendo o resultado 192.168.1.0. Como os dois resultados são idênticos o host de origem sabe que ambos estão na mesma rede lógica e que pode realizar uma entrega direta/local.

Exemplos

- ❑ **2. O host 192.168.1.10/24 que enviar uma mensagem para o host 192.168.2.20.**

Primeiro o host de origem calcula a sua própria rede através de um AND entre o seu endereço IP (192.168.1.10) e a sua máscara (255.255.255.0) e obtém o resultado 192.168.1.0. Depois ele calcula a rede do host de destino realizando um AND entre o endereço IP de destino (192.168.2.20) e a sua máscara (255.255.255.0), obtendo o resultado 192.168.2.0. Como os dois resultados são distintos o host de origem sabe que ambos não estão na mesma rede lógica e que pode realizar uma entrega indireta/remota.

Entrega Direta

- ❑ Na entrega local o remetente precisa saber **todos** os dados do destinatário. Ao enviar o pacote o remetente preenche o endereço **IP de origem e destino** e o endereço **MAC de origem e destino**. Os Endereços MAC e IP de **origem** são conhecidos pelo remetente. Já o endereço IP de **destino** deve ser informado pela **aplicação** de camada superior, enquanto o endereço **MAC de destino** é descoberto por meio de uma **requisição ARP**. Desta forma a entrega direta pode ser separada em 4 etapas:
 - Preenchimento do endereço IP de origem e destino;
 - Requisição ARP para descobrir qual endereço MAC está vinculado ao endereço IP de destino;
 - Preenchimento do campo endereço MAC de origem e destino;
 - Envio do pacote.

Entrega Indireta

- entrega remota é aquela em que o remetente **não** se encontra no mesmo segmento de rede que o destinatário sendo necessário a entrega indireta isto é, o envio do pacote a um **destino intermediário** que irá redirecioná-lo para o destinatário, caso possível, ou para um **outro** destino intermediário. A esses sucessivos encaminhamentos a destinos intermediários dá-se o nome de **roteamento**. Aos dispositivos (destinos intermediários) que executam este roteamento é dado o nome de **roteador**.

Entrega Indireta

- ❑ O roteamento se baseia no princípio que um grupo **não** estará em duas localizações distintas, isto é todos os hosts de uma mesma rede estarão agrupados em um **único enlace**. Ou seja, todos os hosts da rede 192.168.1.0, por exemplo, estarão agrupados e não espalhados ao longa da rede.
- ❑ O roteamento pode ser interpretado como um processo de 3 etapas:
 - Enviar os dados para um roteador próximo;
 - Passar os dados deste roteador para outro, sucessivamente, até alcançar o último roteador;
 - Passar os dados do último roteador para o destino final.

Entrega Indireta

- ❑ Quando o host de origem não está diretamente conectado ao host de destino e é necessário fazer a entrega remota, o host de origem envia os dados para seu **gateway (roteador)**. Desta forma, mesmo que a origem não tenha informações sobre a rede de destino, ele sabe que pode alcançá-la enviando os dados ao seu gateway.
- ❑ Uma vez que este pacote será enviado a um roteador, mas este não é seu destino, no campo endereço **IP de destino** do cabeçalho IP irá constar o endereço do **host B**, porém o endereço **MAC de destino** será o endereço de **R1**.

Entrega Indireta

- ❑ Este preenchimento é necessário para que o roteador **receba** o quadro (através da camada de enlace) porem não o interprete como sendo **para ele**, pois o IP de destino não é dele, mas sim para que este seja **roteado** de acordo com sua tabela de roteamento.

Protocolos de Roteamento

- ❑ O roteamento é o processo usado por um roteador para encaminhar pacotes para a rede de destino. Todos os dispositivos ao longo do caminho usam o endereço **IP de destino** contido no **cabeçalho do pacote** para orientar-lo na direção correta, a fim de que ele chegue ao seu destino.
- ❑ As decisões são tomadas com base nas rotas contidas em sua tabela de roteamento. Essas rotas podem ser estabelecidas através da utilização de duas classes dos protocolos de roteamento: Protocolos de **Roteamento Dinâmicos** e **Estáticos**.
- ❑ Ao se utilizar um protocolo de **roteamento dinâmico**, essa informação é obtida dos outros roteadores, enquanto que com um protocolo de **roteamento estático**, as informações sobre as redes remotas são configuradas manualmente por meio de comandos na CLI (*command line interface*) ou pela interface gráfica de um roteador.

Roteamento Estático

- ❑ Como as rotas estáticas precisam ser configuradas manualmente, qualquer alteração na topologia da rede requer que o administrador adicione e exclua rotas estáticas para refletir essas alterações.
- ❑ Em uma rede grande, essa manutenção das tabelas de roteamento pode exigir uma quantidade enorme de tempo de administração. Mesmo possuindo desvantagens as rotas estáticas são utilizadas atualmente, porém em conjunto com um protocolo de roteamento dinâmico.

Roteamento Dinâmico

- ❑ O roteamento dinâmico evita o demorado e rigoroso processo de configuração de rotas estáticas, possibilitando que os roteadores **reajam** a alterações na rede e **ajustem** suas tabelas de roteamento adequadamente, sem a **intervenção do ser humano**.
- ❑ Para haver o roteamento dinâmico é necessário que os roteadores estejam utilizando um protocolo de roteamento.
 - Um protocolo de roteamento é escolhido entre diversos outros com base em várias considerações: O tamanho da rede; a largura de banda dos *links* disponíveis; o poder de processamento dos roteadores; as marcas e modelos desses roteadores; e os protocolos que já estão em uso na rede.

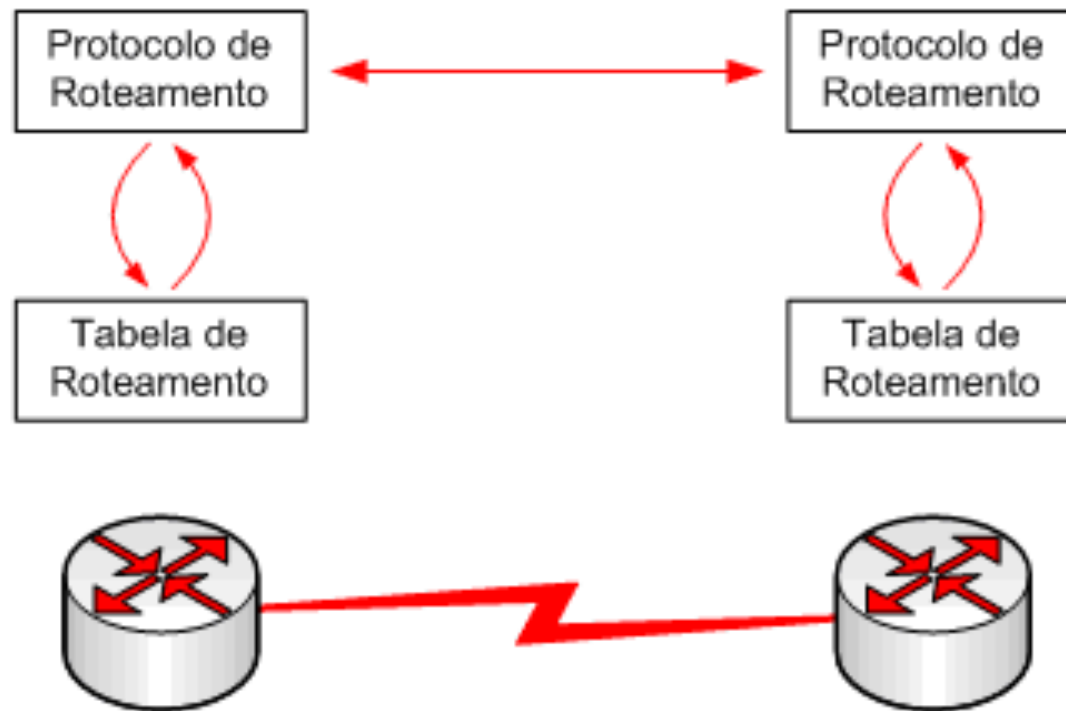
Roteamento Dinâmico

- ❑ Um protocolo de roteamento é a **comunicação** usada entre os roteadores, pode-se dizer que é uma **linguagem** entre roteadores.
- ❑ Um protocolo de roteamento permite que um roteador **compartilhe informações** com outros roteadores a respeito das redes que ele conhece. Essas informações são usadas para construir e manter uma tabela de roteamento de forma dinâmica.
 - Sempre que houver alteração na topologia de uma rede devido à expansão, re-configuração ou falha, a **base de conhecimentos** da rede (*network knowledgebase*) também deve mudar.
 - Quando todos os roteadores de um grupo de redes interconectadas estiverem operando com as **mesmas informações** sobre a topologia da rede, diz-se que esse grupo **convergiu**. É desejável uma convergência rápida, pois isso reduz o período durante o qual os roteadores tomam decisões de roteamento incorretas.

Roteamento Dinâmico

- ❑ Um protocolo de roteamento dinâmico escolhe a melhor rota com base em um fator chamado **métrica de roteamento**.
 - A métrica pode ser composta de vários fatores:
 - Latência,
 - largura de banda,
 - confiabilidade,
 - carga,
 - contagem de saltos; e
 - custo.
 - Cada protocolo de roteamento dinâmico determina quais e como estes valores serão utilizados na fórmula para cálculo da métrica.

Roteamento Dinâmico



- ❑ Comunicação entre os protocolos de roteamento resultando na distribuição e alteração da tabela de roteamento

Tabela de Roteamento

- Uma tabela de roteamento tem, pelo menos, as seguintes informações:

Rede de Destino	Próximo Salto	Interface de Saída
192.168.1.0/24	Diretamente Conectado	eth0
192.168.2.0/24	Diretamente Conectado	eth1
172.16.32.0/24	Diretamente Conectado	eth2
10.1.100.0/24	172.16.32.254	eth2
10.1.200.0/24	172.16.32.254	eth2

- A tabela de roteamento pode dizer muitas coisas sobre um roteador. Por exemplo, olhando essa tabela vemos que esse roteador tem, pelo menos, 3 interfaces (eth0, eth1 e eth2) e muito provavelmente ele está conectado a duas redes locais (192.168.1.0/24 e 192.168.2.0/24) e apenas uma saída (172.16.32.0/24).

Tabela de Roteamento

- ❑ Vemos o conceito de "roteador mais inteligente". Esse roteador considera que o 172.16.32.254 é mais inteligente que ele e pode encontrar as redes 10.1.100.0/24 e 10.1.200.0/24. Ele não precisa se preocupar como esse outro roteador vai fazer isso, ele simplesmente acredita que ele consegue!
- ❑ Aqui entra o conceito de gateway. Dizemos que o gateway da rede 10.1.200.0 é o roteador 172.16.32.254. O gateway é o próximo salto. Traduzindo ao pé da letra gateway é um portal, nesse caso o portal de acesso para uma determinada rede. Diferente de default gateway.

Gateway Default

- ❑ Então o que é default gateway?? Bem, essas duas últimas regras poderiam ser simplificadas utilizando um Default Gateway.
- ❑ As rotas default são usadas para rotear pacotes com destinos que não correspondem a nenhuma das outras rotas da tabela de roteamento. Geralmente, os roteadores são configurados com uma rota default para o tráfego dirigido à Internet, já que normalmente é impraticável ou desnecessário manter rotas para todas as redes na Internet.
- ❑ Uma rota default, na verdade, é uma rota estática especial endereçada a 0.0.0.0 e com máscara 0.0.0.0. Quando um IP de destino é submetido à operação lógica AND com a máscara definida resultará sempre na rede 0.0.0.0.

Gateway Default

- ❑ Utilizando o exemplo anterior podemos reescrever a tabela:

Rede de Destino	Próximo Salto	Interface de Saída
192.168.1.0/24	Diretamente Conectado	eth0
192.168.2.0/24	Diretamente Conectado	eth1
172.16.32.0/24	Diretamente Conectado	eth2
0.0.0.0/0	172.16.32.254	eth2

Outro exemplo

Rede de Destino	Próximo Salto	Interface de Saída
192.168.1.0/24	Diretamente Conectado	eth0
192.168.2.0/24	Diretamente Conectado	eth1
192.168.3.0/24	Diretamente Conectado	eth2
172.16.32.0/24	192.168.2.254	eth1
10.1.100.0/24	192.168.3.254	eth2
0.0.0.0/0	192.168.1.254	eth0

- ❑ Tenha em mente que o roteador varre a tabela de cima para baixo em busca de uma ocorrência:

Pacote com destino a 192.168.3.12:

- Olha na primeira linha: 192.168.3.0/24 é igual a 192.168.1.0/24? Não...
- Olha na segunda linha: 192.168.3.0/24 é igual a 192.168.2.0/24? Não...
- Olha na terceira linha: 192.168.3.0/24 é igual a 192.168.3.0/24? SIM!!!!
- Como sou diretamente conectado a essa rede, só então envio o pacote pela eth2.

Exemplos

❑ Pacote com destino a 10.1.100.33:

- Olha a primeira linha. 10.1.100.0/24 é igual a 192.168.1.0/24? Não...
- Olha a segunda linha. 10.1.100.0/24 é igual a 192.168.2.0/24? Não...
- Olha a terceira linha. 10.1.100.0/24 é igual a 192.168.3.0/24? Não...
- Olha a quarta linha. 10.1.100.0/24 é igual a 172.16.32.0/24? Não...
- Olha a quinta linha. 10.1.100.0/24 é igual a 10.1.100.0/24? Sim!
- Não sou diretamente conectado... Envio pro próximo salto: 192.168.3.254

Exemplos

❑ Pacote com destino a 13.1.1.23:

- Olha a primeira linha. 13.1.1.0/24 é igual a 192.168.1.0/24? Não...
- Olha a segunda linha. 13.1.1.0/24 é igual a 192.168.2.0/24? Não...
- Olha a terceira linha. 13.1.1.0/24 é igual a 192.168.3.0/24? Não...
- Olha a quarta linha. 13.1.1.0/24 é igual a 172.16.32.0/24? Não...
- Olha a quinta linha. 13.1.1.0/24 é igual a 10.1.100.0/24? Não...
- Cheguei no default gateway (0.0.0.0/0)! Acabou minha tabela... O meu Default Gateway deve saber como chegar nessa rede, vou encaminhar pra ele.
- Encaminha pra 192.168.1.254.

Protocolos de Roteamento

- ❑ Os protocolos de roteamento são separados em duas classes:
 - Quanto a onde ele é utilizado, IGP ou EGP,
 - ao comportamento da lógica do protocolo, *Distance Vector* ou *Link-state*.
- ❑ Para tratar deste assunto, devemos primeiro definir Sistema Autônomo ou AS (*Autonomous System*).
 - Um AS é uma coleção de redes sob uma administração comum, que compartilha uma estratégia comum de roteamento. Para o mundo exterior, um AS é visto como uma única entidade.
 - Cada AS tem seu próprio conjunto de regras e diretivas e um número de AS, composto por 16 bits, que o distingue de maneira exclusiva dos outros sistemas autônomos no resto do mundo. O ARIN (*American Registry of Internet Numbers*) gerencia a atribuição destes números de forma a não haver duplicação. O conceito de AS é mais um daqueles conceitos que você simplesmente tem que aceitar e que você entende por osmose.

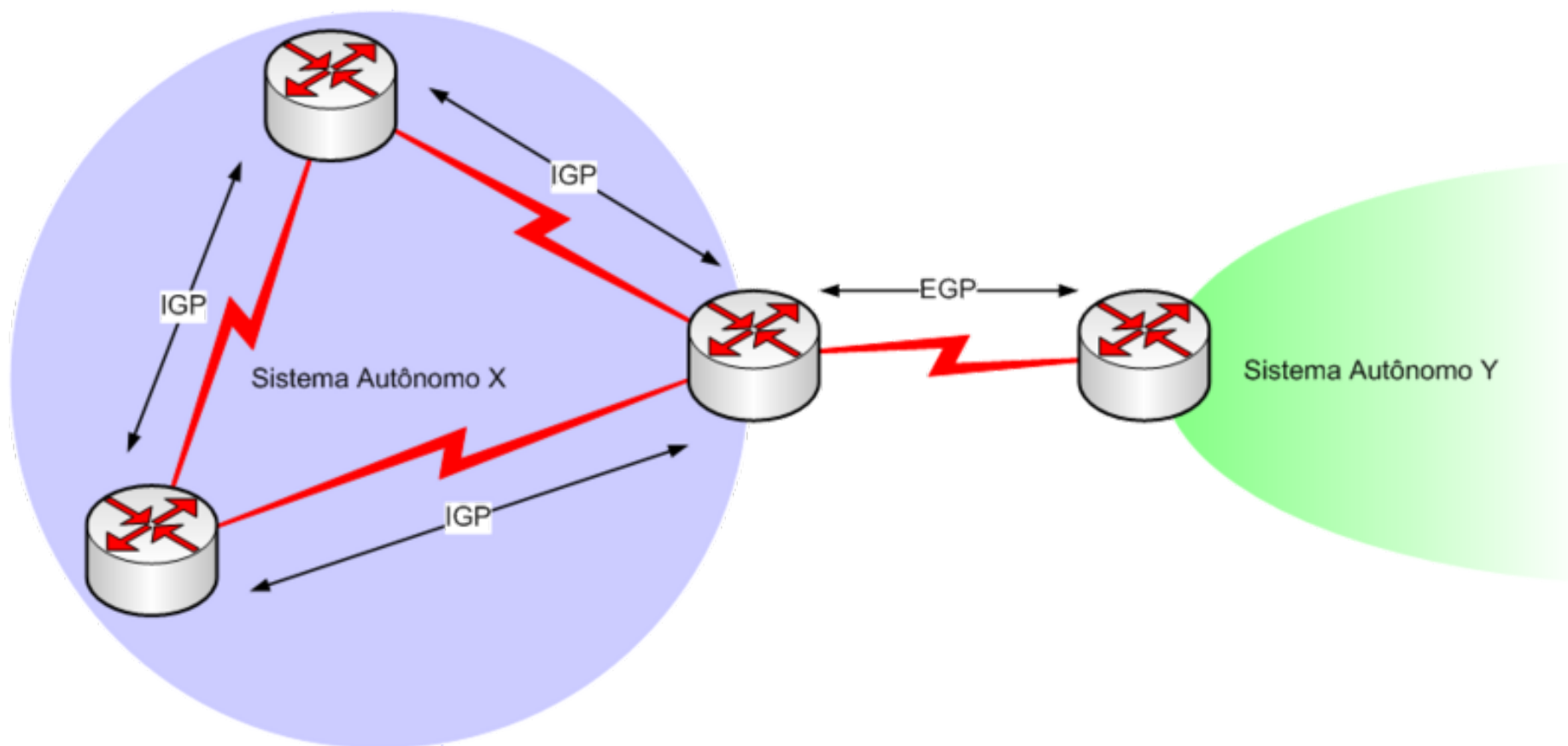
Protocolos IGP e EGP

- ❑ Um protocolo de roteamento do tipo IGP (*Interior Gateway Protocol* - Protocolo de Roteamento Interno) é utilizado na intercomunicação de redes dentro de um mesmo Sistema Autônomo
- ❑ Um protocolo de roteamento EGP (*Exterior Gateway Protocol* - Protocolo de Roteamento Externo) é utilizado, dentre outras coisas, para a intercomunicação de diferentes Sistemas Autônomos.

Protocolos IGP e EGP

- ❑ Geralmente as pessoas pensam que protocolos EGP são somente para interconectar sistemas autônomos ou para ISPs (Internet Service Providers - Provedores de Internet).
 - A verdade é que os protocolos EGP são mais interessantes quando se tem dois links com a internet e o "site" (não é site no sentido de página, mas site no sentido de grupo de ativos) possui um AS cadastrado, o que geralmente ocorre somente para empresas grandes. Dentre outras funções que o EGP pode prover é o balanceamento de links, redundância por rotas alternativas segmentação de tráfego por "sentido", dentre outras coisas.

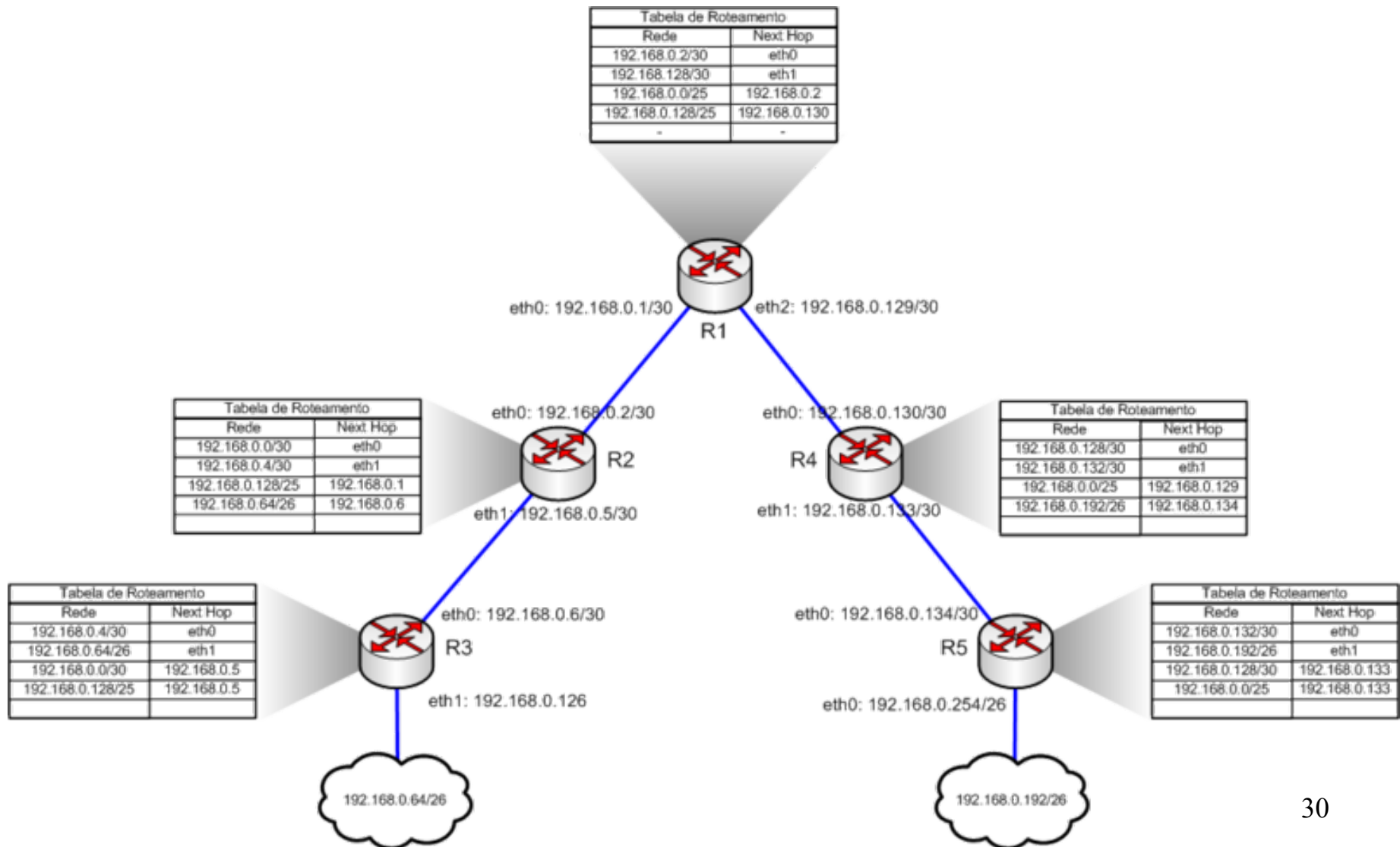
Protocolos IGP e EGP



Sumarização de Rotas

- ❑ A sumarização de rotas é a "abreviação" de rotas. Ela serve para manter uma tabela de roteamento mais limpa. Tomando a imagem do exemplo anterior, podemos ver que cada roteador terá pelo menos 6 rotas (incluindo as redes diretamente conectadas).
- ❑ Quanto mais a rede cresce mais complexa será a tabela de roteamento. Se utilizarmos a sumarização de rotas podemos ter tabelas mais consistentes e simples

Sumarização de Rotas



Sumarização de Rotas

- ❑ Como fazer essa sumarização?
 - Tem-se que projetar a rede de forma a obtê-la, como a Figura anterior. Para configurar a sumarização tem-se que pegar a tabela de roteamento de um roteador e analisar as rotas. Por exemplo, o R1. Sua tabela de roteamento seria a seguinte:

Sumarização de Rotas

Destino	Próximo salto
192.168.0.0/30	eth0
192.168.0.128/30	eth1
192.168.0.4/30	192.168.0.2
192.168.0.64/26	192.168.0.2
192.168.0.132	192.168.0.130
192.168.0.192	192.168.0.130

- ❑ Vamos "agrupar" as rede 192.168.0.0/30, 192.168.0.4/30 e 192.168.64/26. Esse agrupamento só pode ser feito quando ambos possuem o **mesmo gateway**.
Convertendo para binário

Sumarização de Rotas

Endereço	Octeto 1	Octeto 2	Octeto 3	Octeto 4
192.168.0.0	1100 0000	1010 1000	0000 0000	0000 0000
192.168.0.4	1100 0000	1010 1000	0000 0000	0000 0100
192.168.0.64	1100 0000	1010 1000	0000 0000	0100 0000

- Até onde esses 3 endereços IPs são iguais?
Exatamente, todos os bits em verde (25 primeiros bits) são comuns aos 3 endereços IPs, logo podemos sumarizar essas 3 redes em uma única rede: 192.168.0.0/25. Magicamente 3 rotas viram uma!

:

Sumarização de Rotas

- ❑ Fazemos o mesmo com os IPs
192.168.0.128, 192.168.0.132 e
192.168.0.192

Endereço	Octeto 1	Octeto 2	Octeto 3	Octeto 4
192.168.0.128	1100 0000	1010 1000	0000 0000	1000 0000
192.168.0.132	1100 0000	1010 1000	0000 0000	1000 0100
192.168.0.192	1100 0000	1010 1000	0000 0000	1100 0000

Sumarização de Rotas

- ❑ Pode-se ver que novamente os 25 primeiro bits são iguais. logo pode-se resumir essas três redes em uma: 192.168.0.128/25.
- ❑ Uma vez que repetimos esse mesmo processo para os outros hosts é possível ver que será possível sumarizar as tabelas. Muita atenção é requerida pois só se pode sumarizar rotas que possuem o mesmo gateway.
- ❑ Muitos roteadores fazem a sumarização de rotas automaticamente, mas isso depende do fabricante e versão do firmware.

Endereçamento

Essencialmente, existem dois métodos para atribuir endereços IP:

Endereçamento estático

A **configuração** é feita manualmente, máquina a máquina. É importante **manter registros** muito meticolosos, porque podem ocorrer problemas na rede se usar endereços IP duplicados já que nem todos os sistemas operacionais identificam endereços IP duplicados.

Endereçamento dinâmico

Existem alguns métodos para atribuir endereços IP dinamicamente:

- Reverse Address Resolution Protocol (**RARP**)
- Dynamic Host Configuration Protocol (**DHCP**)

Endereçamento

RARP

Este protocolo **liga** endereços MAC a endereços IP. **O dispositivo de origem** cria um pacote de solicitação RARP e o emite na rede. Para garantir que todos os dispositivos vejam a solicitação RARP, ele usa um **endereço IP de broadcast**. **Uma solicitação RARP** consiste em um cabeçalho MAC, um cabeçalho IP e uma mensagem de solicitação ARP. **O servidor RARP** responde à solicitação.

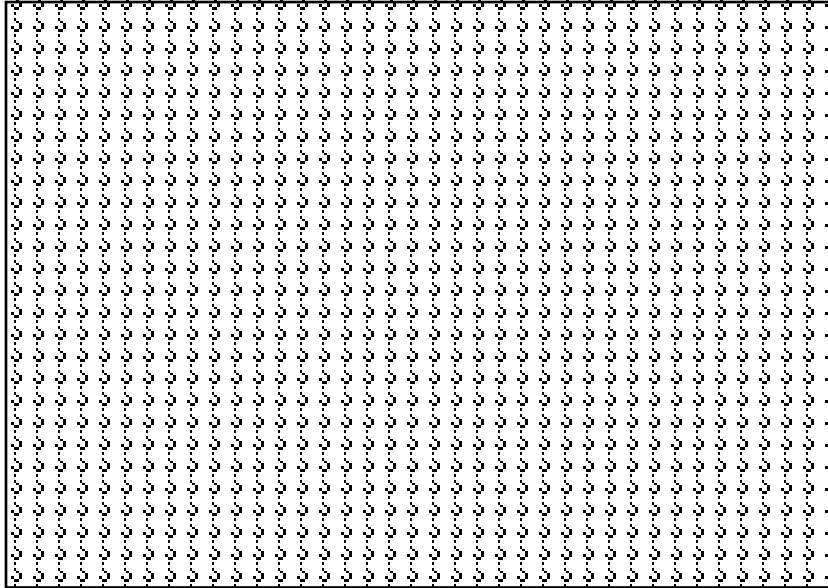
DHCP

Tudo o que é necessário ao usar o DHCP é um **conjunto definido de endereços IP** em um servidor DHCP. **À medida que entram on-line**, os hosts entram em contato com o servidor DHCP e solicitam um endereço. **O servidor DHCP** escolhe um endereço e o aloca nesse host.

ARP

- Para que os dispositivos se comuniquem, os dispositivos de envio precisam dos endereços IP e MAC dos dispositivos de destino. Quando tentam se comunicar com os dispositivos cujos endereços IP são conhecidos, eles precisam determinar os endereços MAC. O conjunto TCP/IP tem um protocolo, chamado **ARP (Address Resolution Protocol)**, que pode obter o endereço MAC automaticamente .
- No protocolo **ARP**, Os dispositivos mantêm tabelas que contêm todos os **endereços MAC e os endereços IP** de outros dispositivos conectados à mesma LAN. **Se não conseguir localizar um endereço MAC** para o destino em sua própria tabela ARP, o host inicia uma **solicitação ARP** que consiste em um pacote broadcast. Se o endereço IP de um dispositivo coincidir com o endereço IP de destino na solicitação ARP, ele responde, enviando seu endereço MAC à origem (**resposta ARP**).

ARP



Para que um dispositivo se comunique com outro em outra rede, é necessário um **gateway padrão**. O ARP dirá o endereço MAC do gateway padrão de forma a permitir o envio dos pacotes.

Um gateway padrão é o endereço IP da interface do roteador que se conecta ao segmento de rede onde se localiza o host de origem. Ele é utilizado sempre que o dispositivo não encontra uma rota definida para o pacote que ele deseja mandar.

ARP

Um dos principais problemas na rede é como se comunicar com dispositivos que não estão no mesmo segmento de rede físico.

- **Há dois pontos no problema.** O primeiro é obter o endereço MAC do host de destino e o segundo é transferir os pacotes de dados de um segmento de rede para outro, para chegar ao host de destino.
- Para que um dispositivo envie dados ao endereço de um dispositivo que está em outro segmento de rede, o dispositivo de origem envia os dados para um **gateway padrão**.

Protocolos roteáveis

- **O IP é um protocolo da camada de rede** e, devido a isso, pode ser roteado por uma *internetwork*, que é uma rede de redes. Os protocolos que fornecem suporte à camada de rede são chamados **protocolos roteados** ou **roteáveis**.
- **Para um protocolo ser roteável**, ele deve propiciar a habilidade de atribuir um número de rede, assim como um número de host, a cada dispositivo individual.
- **IPX**: somente requer um número de rede e usa um endereço MAC de host para o número físico.
- **IP**: requer um endereço completo, assim como uma máscara de sub-rede.

Protocolos roteáveis

- ❑ As tabelas de roteamento contêm:
 - **Tipo de protocolo** - Protocolo de roteamento que criou a entrada da tabela de roteamento.
 - **Associação destino/próximo salto** - Indica se um destino específico está diretamente ligado ao roteador ou se pode ser alcançado com o recurso a outro roteador, chamado *próximo salto* no trajeto até o destino final.

Protocolos roteáveis

- ❑ As tabelas de roteamento contêm:
 - **Métrica** - Protocolos de roteamento diferentes utilizam métricas de roteamento diferentes.
 - RIP - *Routing Information Protocol*, utiliza a contagem de saltos como única métrica de roteamento.
 - IGRP - *Interior Gateway Routing Protocol*, utiliza uma combinação de métricas (largura de banda, carga, atraso e fiabilidade) para criar um valor de métrica composto.
 - **Interface de saída**- A interface na qual os dados devem ser enviados, para que cheguem ao destino final.

Protocolos de roteamento

As métricas de Routing são os valores utilizados para a determinação do melhor caminho até ao próximo salto.

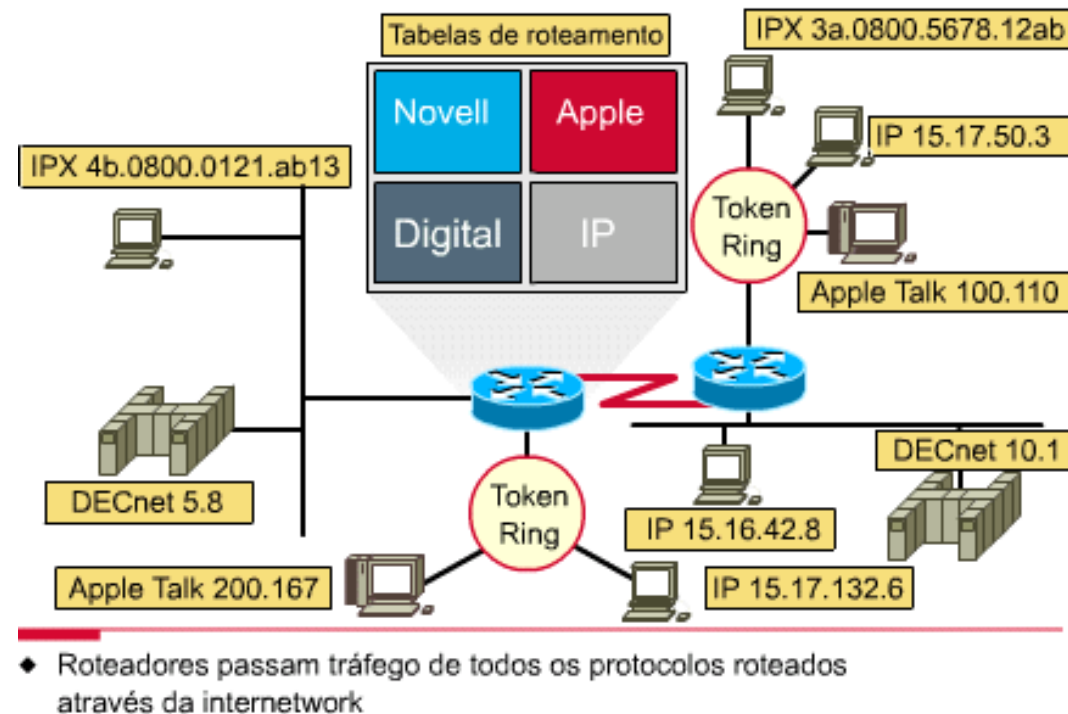
Protocolo	Métrica	Número Máximo de saltos	Origem
RIP	Contagem de saltos	15	Xerox
IGRP	Largura de Banda Carga Atraso Fiabilidade	255	Cisco

Protocolos de roteamento

- **Os protocolos de roteamento** determinam os caminhos que os protocolos roteados seguem para seus destinos.
- **Os protocolos de roteamento** permitem que os roteadores conectados criem um mapa, internamente, de outros roteadores na rede ou na Internet.
- **Os roteadores** usam protocolos de roteamento para trocar tabelas de roteamento e compartilhar informações de roteamento. Em outras palavras, protocolos de **roteamento** determinam como os protocolos roteáveis são roteados.
- **Exemplos** : Routing Information Protocol (RIP), o Interior Gateway Routing Protocol (IGRP), o Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP), o Open Shortest Path First (OSPF) e o Internet System to Internet System (ISIS).

Protocolos de roteamento

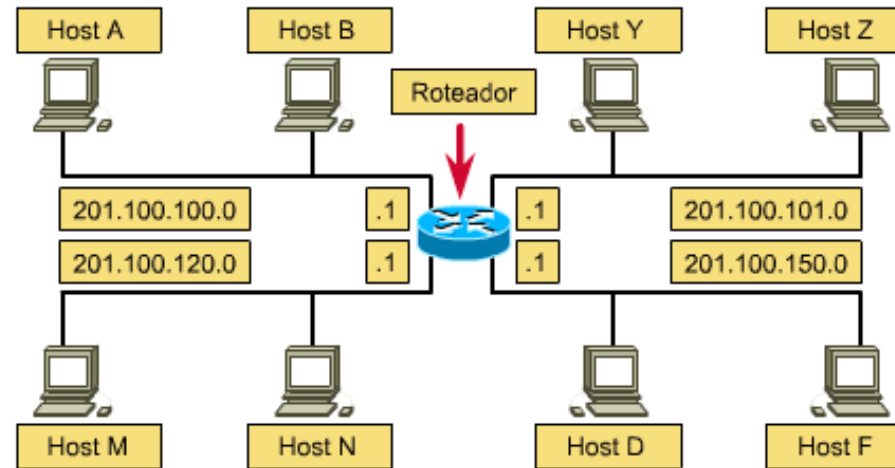
Roteamento multiprotocolo



Os roteadores são capazes de suportar vários protocolos de roteamento independentes e de manter tabelas de roteamento de vários protocolos roteados, simultaneamente.

Protocolos de roteamento

Roteadores: Tabelas de roteamento



- Além de mapear endereços IP para os **endereços MAC**, as tabelas do roteador também mapeiam **portas**.
- **Roteamento indireto**: Se um roteador receber um pacote cujo endereço de destino não está na sua tabela de roteamento, ele o encaminhará para o **endereço de outro roteador** mais provável de conter informações sobre o host de destino em sua tabela de roteamento.

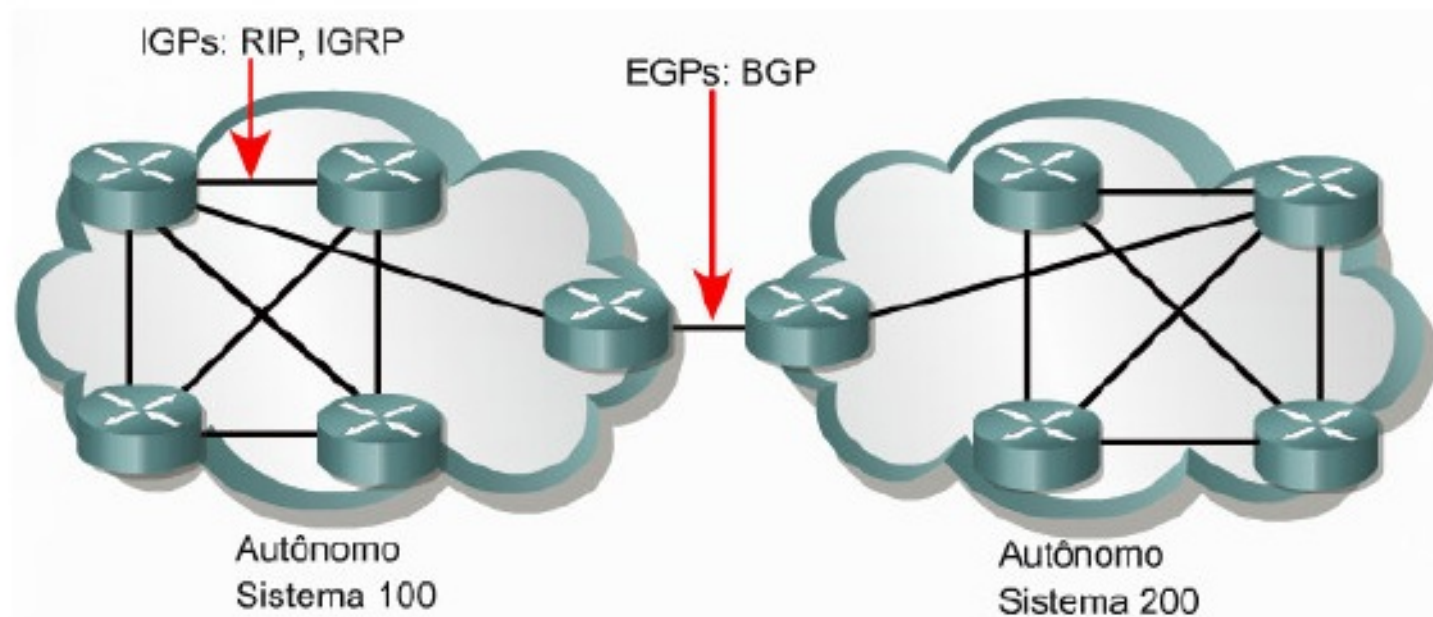
Protocolos de roteamento

Dois tipos de protocolos de roteamento são os **Exterior Gateway Protocols (EGPs)** e os **Interior Gateway Protocols (IGPs)**.

Sistema Autônomo é a designação dada para um conjunto de redes interligadas e sob um mesmo domínio de gerência, responsável pelos blocos IPs configurados nestas redes.

- **Os Exterior Gateway Protocols** roteiam os dados entre sistemas autônomos. Exemplo único: **BGP** (Border Gateway Protocol), o principal protocolo de roteamento externo da Internet.
- **Os Interior Gateway Protocols** roteiam dados em um mesmo sistema autônomo. Exemplos: **RIP**, **IGRP**, **EIGRP**, **OSPF** e **ISIS**.

Protocolos de roteamento



Protocolos de roteamento

- ❑ Os IGP's encaminham pacotes dentro de um sistema autônomo.
 - Routing Information Protocol (RIP) e (RIPv2) Interior Gateway Routing Protocol (IGRP)
 - Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)
 - Open Shortest Path First (OSPF)
 - Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS)
- ❑ Os EGP's encaminham pacotes entre sistemas autônomos.
 - Border Gateway Protocol (BGP).

Protocolos de roteamento

- ❑ Os IGP's podem ser descritos como protocolos de *vetor de distancia* ou de *link state*.
 - Vetor de distancia
 - As tabelas de roteamento contêm a distância e a direção (vetor) para as ligações da rede.
 - A distância pode ser a contagem de saltos até à ligação.
 - Os roteadores enviam periodicamente toda ou parte das suas tabelas de roteamento para os roteadores adjacentes.
 - As tabelas são enviadas mesmo que não haja alterações na rede.
 - Este processo também é conhecido como *roteamento por rumor*.
 - A imagem que um roteador tem da rede é obtida a partir da perspectiva dos roteadores adjacentes.

Protocolos de roteamento

❑ Vetor de distância

○ Exemplos de protocolos *vetor distância*:

- Routing Information Protocol (RIP) - O IGP mais comum na Internet, o RIP usa a contagem de saltos como única métrica de roteamento.
- Interior Gateway Routing Protocol (IGRP) - Este IGP foi criado pela Cisco para atacar problemas associados ao roteamento em redes grandes e heterogêneas.
- Enhanced IGRP (EIGRP) - Este IGP exclusivo da Cisco inclui muitos dos recursos de um protocolo de roteamento *link state*.
 - Por isso, é considerado um protocolo híbrido balanceado mas é, na verdade, um protocolo avançado de roteamento de *vetor de distância*.

Protocolos de roteamento

□ Link State

- Respondem rapidamente a alterações da rede, enviando atualizações somente quando ocorrem alterações.
- São enviadas atualizações periódicas (Link-state advertisements - LSA) em intervalos maiores, por exemplo a cada 30 minutos.

Protocolos de roteamento

□ Link State

- Quando uma rota ou uma ligação muda, o dispositivo que detectou a alteração cria um LSA relativo a essa ligação.
 - O LSA é transmitido a todos os routers vizinhos. Cada router actualiza a sua base de dados de *link states* e encaminha esse LSA a todos os routers vizinhos.
 - Esta inundação de LSAs é necessária para garantir que todos os dispositivos de routing tenham bases de dados que sejam o reflexo da topologia da rede antes de atualizarem as suas tabelas de routing.
- Exemplos de protocolos de routing *link state*:
 - Open Shortest Path First (OSPF)
 - Intermediate System-to-Intermediate System (ISIS)

Protocolos de roteamento

- ❑ RIP
 - Protocolo de routing *distance vector*
 - Contagem de saltos como única métrica.
- ❑ O RIP seleciona aquele com o menor número de saltos. No entanto, como a contagem de saltos é a única métrica de routing nem sempre é selecionado o caminho mais rápido.
- ❑ O RIP não pode encaminhar um pacote além de 15 saltos.
- ❑ O RIP versão 1 (RIPv1) não inclui informações sobre máscaras de rede nas atualizações de routing.
- ❑ Todos os dispositivos da rede têm de utilizar a máscara associada à sua classe.
- ❑ Classful routing - Routing por classes.

Protocolos de roteamento

- ❑ O RIP versão 2 (RIPv2) fornece routing de prefixo e envia informações sobre as máscaras de sub-rede nas atualizações de routing.
- ❑ Este processo é conhecido como classless routing (sem classes).
- ❑ Com os protocolos classless routing, subredes diferentes dentro da mesma rede podem ter máscaras de sub-rede diferentes.
- ❑ A utilização de diferentes máscaras de subrede na mesma rede é definido como variablelength subnet masking (VLSM - mascaramento de sub-redes de tamanho variável).

IGPs

- O IGP mais tradicionalmente usado é o **RIP**. O RIP calcula as distâncias para um host de destino em termos de quantos **saltos** (ou seja, quantos roteadores) um pacote deve passar. Não é muito eficiente e costuma ser usado apenas em redes pequenas.

Características de RIP

- ◆ Protocolo de roteamento do vetor distância
- ◆ Única métrica é o número de saltos
- ◆ Número máximo de saltos é 15
- ◆ Atualiza de 30 em 30 segundos
- ◆ Nem sempre seleciona o caminho mais rápido para os pacotes
- ◆ Gera muito tráfego na rede com atualizações

Protocolos de roteamento

- ❑ IGRP
 - Protocolo de routing distance vector desenvolvido pela Cisco.
- ❑ O IGRP foi criado especificamente para atacar problemas associados ao routing em redes de grande porte que estavam além do alcance de protocolos como o RIP.
- ❑ Pode selecionar o caminho mais rápido disponível com base no atraso, na carga e na fiabilidade.
- ❑ Tem um limite máximo para a contagem de saltos mais alto do que o RIP.
- ❑ Utiliza somente routing classful.

Protocolos de roteamento

O **IGRP** é também um protocolo de vetor de distância entretanto, ao determinar o melhor caminho, ele também leva em consideração itens como **largura de banda**, **carga**, **delay** e **confiabilidade**. Os administradores de rede podem determinar a importância dada a qualquer uma dessas medidas. Ou permitir que o IGRP calcule o melhor caminho automaticamente.

	métrica	número máximo de roteadores	origens
RIP	contagem de saltos	15	Xerox
IGRP	Largura de banda carga atraso confiabilidade	255, executado com total sucesso nas maiores inter-networks do mundo	Cisco

Protocolos de roteamento

- ❑ EIGRP
- ❑ Como o IGRP, o EIGRP é um protocolo exclusivo da Cisco.
- ❑ O EIGRP é uma versão avançada do IGRP.
- ❑ É mais eficiente, converge mais rapidamente e gasta menos largura de banda.
- ❑ É um protocolo *distance vector* avançado que também utiliza funções de protocolos *link state*.
- ❑ Deste modo é por vezes considerado como um protocolo de routing híbrido.

Protocolos de roteamento

- **O EIGRP** é uma versão avançada do **IGRP**. Especificamente, o EIGRP fornece eficiência operacional superior e une as vantagens dos protocolos de **link state** com as dos protocolos de **vetor de distância**.
- **OSPF** significa "open shortest path first", ou "abrir o caminho mais curto primeiro". Uma descrição melhor, entretanto, pode ser "determinação de um caminho ótimo", pois esse protocolo realmente **usa vários critérios para determinar a melhor rota para um destino**. Esses critérios incluem as medidas de custo, que são subdivididas em itens como a velocidade de rota, o tráfego, a confiança e a segurança. Atualmente **é o protocolo mais utilizado em sistemas autônomos**, juntamente com o **ISIS**, muito semelhante ao OSPF.

Protocolos de roteamento

- ❑ OSPF
- ❑ Protocolo de routing *link state* desenvolvido pelo IRTF (Internet Engineering Task Force) em 1988.
- ❑ O OSPF foi escrito para atender às necessidades de redes de grande porte o que não podia ser feito pelo RIP.

Protocolos de roteamento

- Tanto o **OSPF** quanto o **ISIS** são protocolos **link state**. Protocolos **link state** atualizam suas tabelas de acordo com variações no estado dos links. Esta variações são comunicadas através de **Link State Advertisements (LSAs)**, que são mensagens trocadas entre vizinhos.

Protocolos de roteamento

- ❑ IS-IS
- ❑ O Intermediate System-to-Intermediate System (ISIS) é um protocolo de routing *link state* utilizado para protocolos roteados diferentes do IP.
- ❑ O Integrated IS-IS é uma implementação expandida do IS-IS que suporta vários protocolos roteados, inclusive IP.

Protocolos de roteamento

- O BGP (Border Gateway Protocol) é considerado “the glue that keeps the Internet together”.
- É um protocolo EGP (External Gateway Protocol).
- Permite a troca informações de routing entre sistemas autónomos, ao mesmo tempo que garante a selecção de caminhos livre de loops
- O BGP é o principal protocolo de routing utilizado pelas maiores empresas e ISPs (Internet Service Providers) na Internet.

Protocolos de roteamento

- ❑ O BGP4 é a primeira versão do BGP que suporta routing entre domínios (CIDR) e agregação de rotas. Ao contrário dos protocolos Internal Gateway Protocols (IGPs), como o RIP, OSPF e EIGRP, o BGP não utiliza métricas como a contagem de saltos, largura de banda ou atraso.
- ❑ O BGP toma decisões de routing com base em políticas de rede ou regras.