

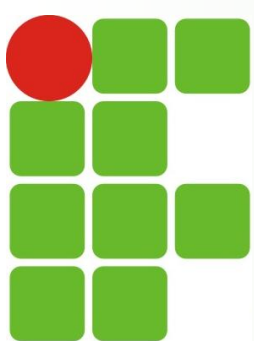
**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
RIO GRANDE DO NORTE



Curso Superior em Redes de Computadores

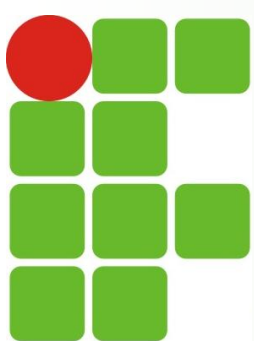
Roteamento IP UNICAST DINÂMICO

Prof. Sales Filho <salesfilho@cefetrn.br>



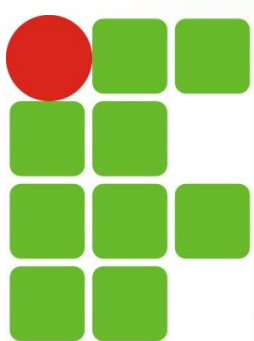
Objetivo

- Apresentar o conceito de Sistemas Autônomos (AS)
- Apresentar os conceitos de roteamento IGP e EGP
- Apresentar o algoritmo de roteamento Vetor-Distância
- Estudo do protocolo de roteamento RIP (*Routing Information Protocol*)



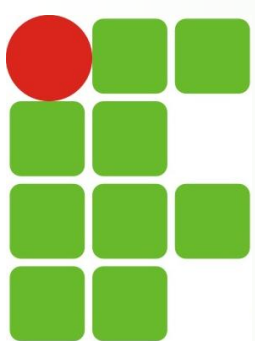
Conceito de Sistema Autônomo

- Sistema Autônomo (*Autonomous System*)
 - Um conjunto de redes e roteadores controlados por uma única autoridade administrativa
- Segundo a RFC 1930 (Definição formal)
 - Um conjunto de roteadores controlados por uma **única administração técnica**, usando um **protocolo interior e métricas comuns** para rotear pacotes dentro do **AS**, e usando um **protocolo exterior** para rotear pacotes para **outros ASs**.
 - Requisito básico: uma política de roteamento única
 - A política de roteamento define como são tomadas as decisões de roteamento na internet.



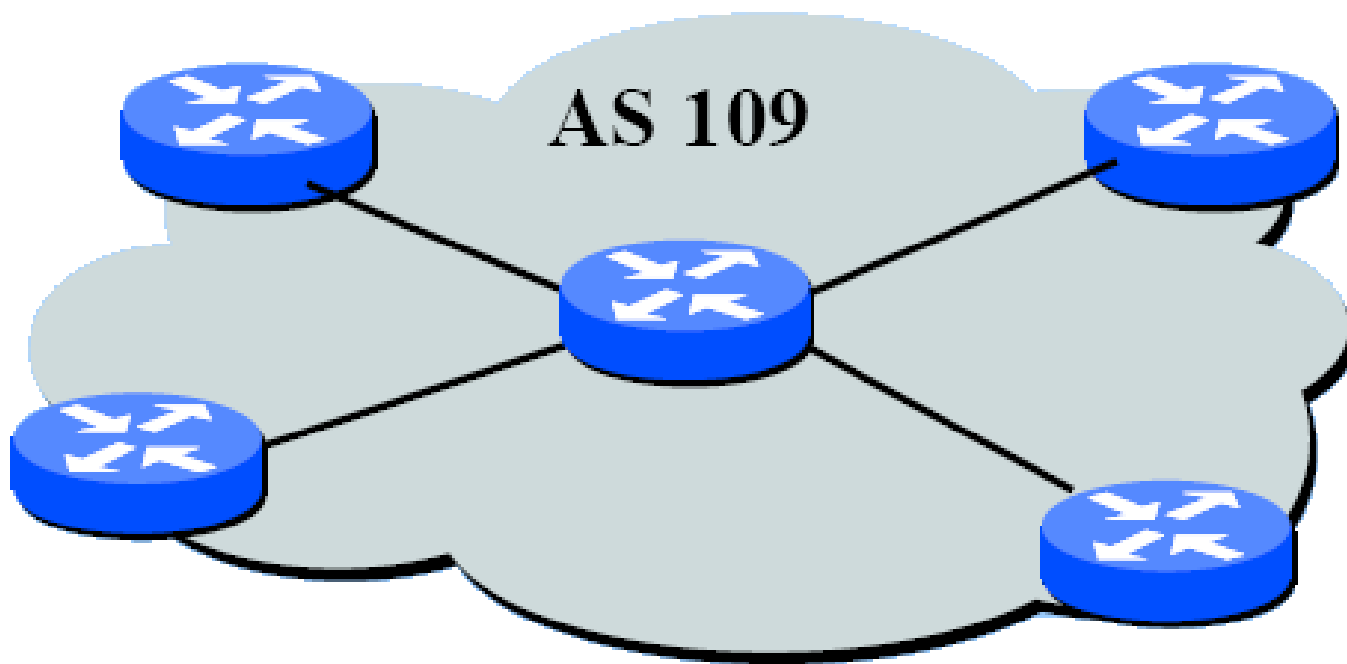
Conceito de Sistema Autônomo

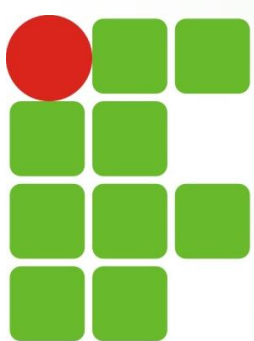
- O AS é identificado por um número inteiro de 2 octetos, portanto é um número entre 1 e 65535
- Na época da publicação da RFC 1930 existiam 5.100 AS autorizados, porém menos de 600 eram efetivamente roteados na internet global
- Os Ass são controlados pela Internet *Assigned Numbers Authority* – IANA (<http://www.iana.org>)
- Obtenha informações de como registrar um AS em <http://www.iana.org/protocols/>



Conceito de Sistema Autônomo

- Conjunto de redes compartilhando a mesma política
- Utilizam um único protocolo de roteamento
- Estão sob a mesma administração técnica



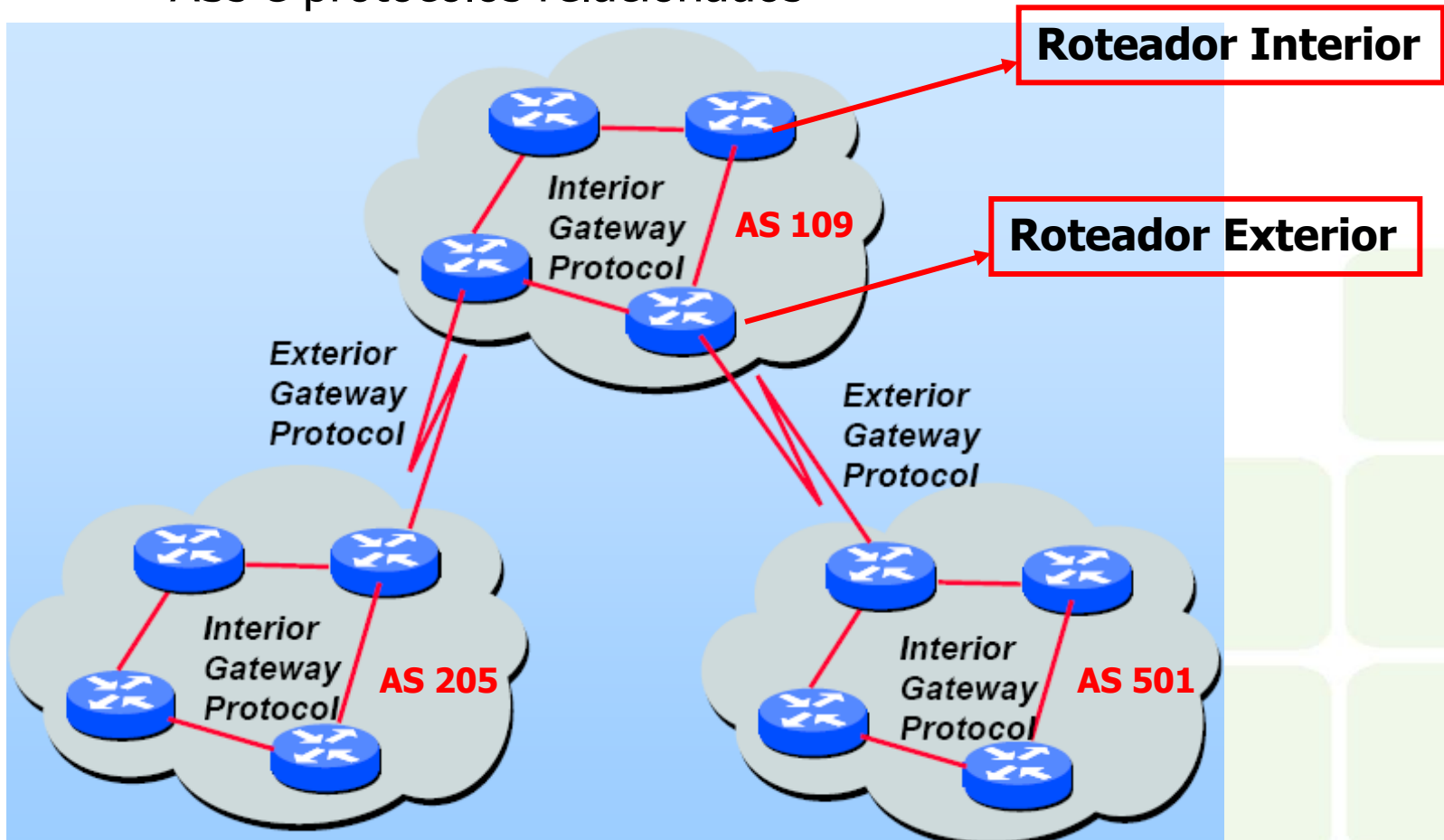


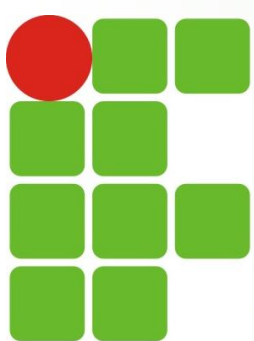
Classificação de protocolos de roteamento

- Protocolos de roteamento podem ser
 - Interiores (*Interior Gateway Protocol - IGP*)
 - Utilizados para comunicação entre roteadores de um mesmo AS
 - Exemplos: RIPv2 (RFC 2453), OSPF (RFC 2328)
 - Exteriores (*Exterior Gateway Protocol - EGP*)
 - Usado para comunicação entre roteadores de ASs diferentes
 - EGP (Obsoleto), BGP-4 (RFC 4271)

Classificação de protocolos de roteamento

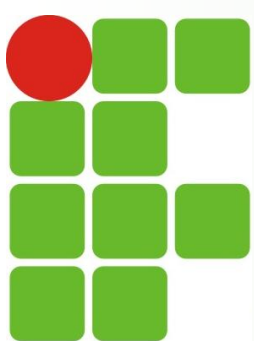
- ASs e protocolos relacionados





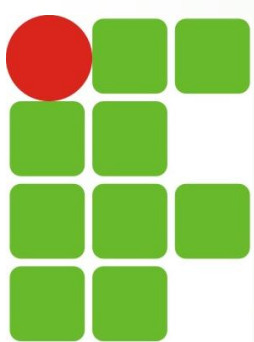
Roteamento dinâmico

- Métrica de roteamento
 - Contador de *hops* (saltos)
 - Indica o número de paradas intermediárias que um pacote faz em um caminho para seu destino. Passando-se através de um roteador/gateway conta-se um *hop*.
 - *Bandwidth* (Largura de banda)
 - Indica a capacidade de transportar dados de um meio. Usualmente medido em Mbps ou alguma fração dessa média
 - Atraso (Delay)
 - Indica a quantidade de tempo associado com o uso de um meio em particular. Expresso em ms (10^{-3} seg.)



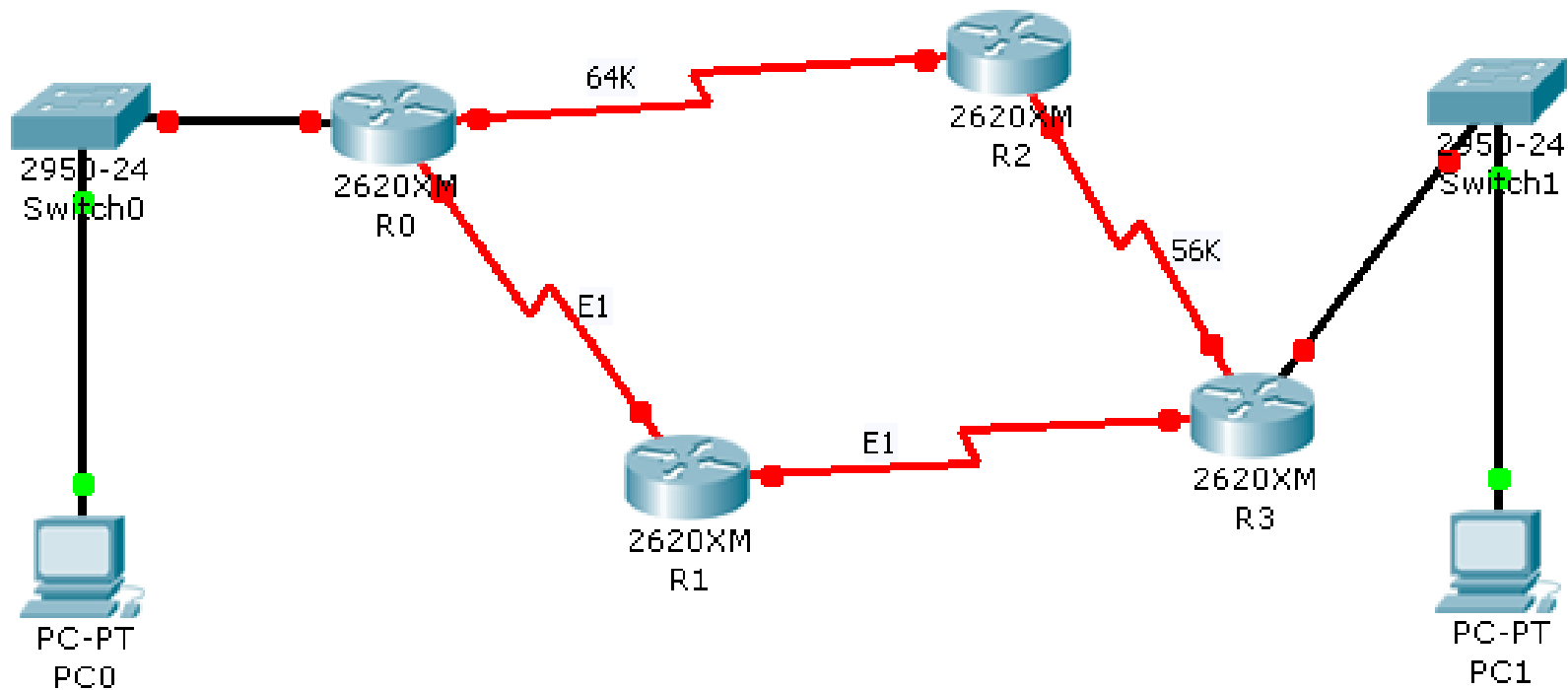
Roteamento dinâmico

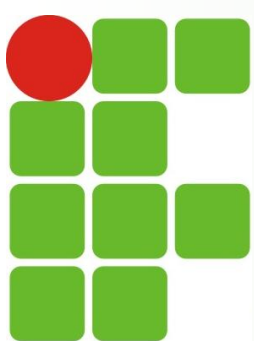
- Métrica de roteamento (Cont.)
 - Confiabilidade
 - Indica a probabilidade dos dados serem entregues. O valor associado a essa métrica é um valor fracionário, usualmente utiliza-se algum número dividido por 255
 - Carga
 - Representado por um valor dinâmico que indica a utilização do meio. O valor associado a essa métrica é um valor fracionário, usualmente utiliza-se algum número
 - MTU
 - Unidade máxima de transmissão. Indica o maior tamanho do pacote para um meio particular
 - Ticks
 - Um valor arbitrário associado com o delay quando do uso dos links das interfaces. Usualmente 1/18 de seg.



Roteamento dinâmico

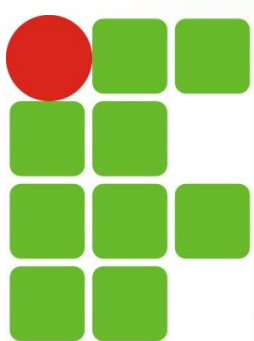
- Qual a melhor métrica a ser usada neste exemplo ?





Algoritmo de roteamento

- Vetor-Distância (Bellman-Ford)
 - Cada roteador mantém uma lista de rotas conhecidas
 - Cada roteador divulga sua tabela para os vizinhos
 - Cada roteador seleciona os melhores caminhos dentre as rotas conhecidas e divulgadas
- A escolha do melhor caminho é baseada na métrica
 - Regra: menor caminho, melhor rota



Algoritmo de roteamento

- Processo de montagem da tabela de rotas:
 - 1 – Quando o roteador inicia, armazena na tabela informações sobre cada uma das redes que estão diretamente conectadas;
 - 2 – Periodicamente cada roteador envia uma cópia de sua tabela de rotas para seus vizinhos;
 - 3 – Cada roteador que recebe uma cópia da tabela verifica as rotas divulgadas e suas métricas. O roteador soma à métrica divulgada o custo do enlace entre ele e o roteador que fez a divulgação. Em seguida compara a tabela divulgada com sua própria tabela. Rotas novas são adicionadas, rotas existentes são selecionadas pela sua métrica:
 - 3.1 – Se a rota já existe, verifica se a métrica divulgada é menor que a existente, se for substitui;
 - 3.2 – Se a métrica da rota divulgada for igual a existente, despreza a divulgada
 - 3.3 – Se a rota divulgada tiver métrica maior que a existente, então:
 - 3.3.1 – Verifica se o gateway para essa rota é o mesmo que está fazendo a divulgação, se for altera a métrica
 - Senão, despreza a rota anunciada

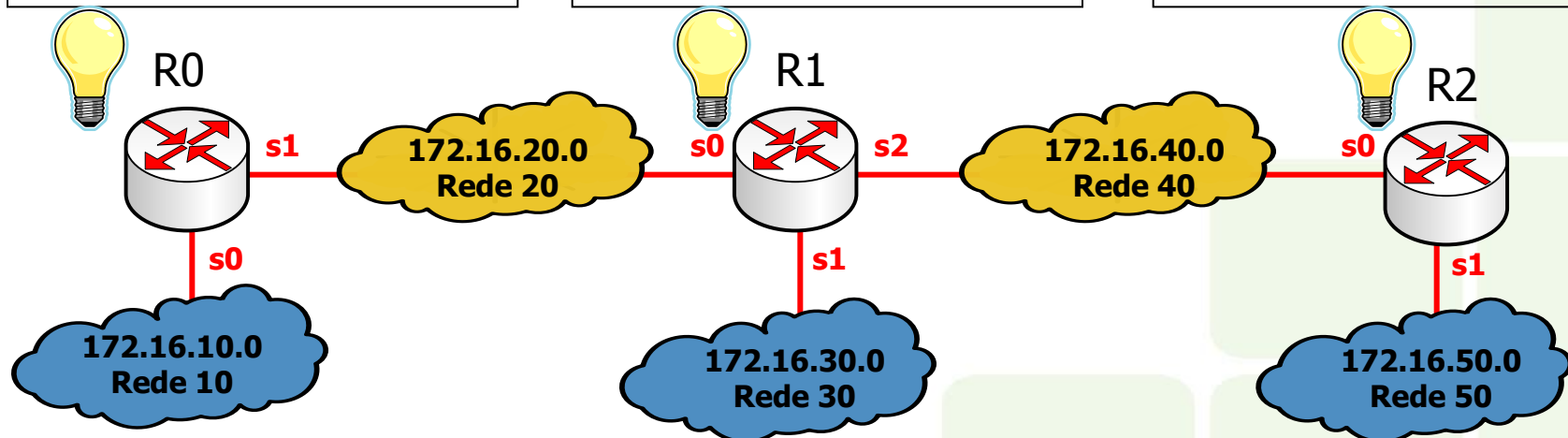
Tabela de Roteamento – VD(1)

■ Tabelas de rotas na inicialização dos roteadores

Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 10	Direct	1
Rede 20	Direct	1

Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 20	Direct	1
Rede 30	Direct	1
Rede 40	Direct	1

Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 40	Direct	1
Rede 50	Direct	1



OBS1.: Todas as redes têm métrica 1 porque há rotas apenas para redes diretamente conectadas

OBS2.: A RFC 2453 recomenda o uso de métrica 1 para redes diretamente conectadas, embora teoricamente esse valor deve ser ZERO

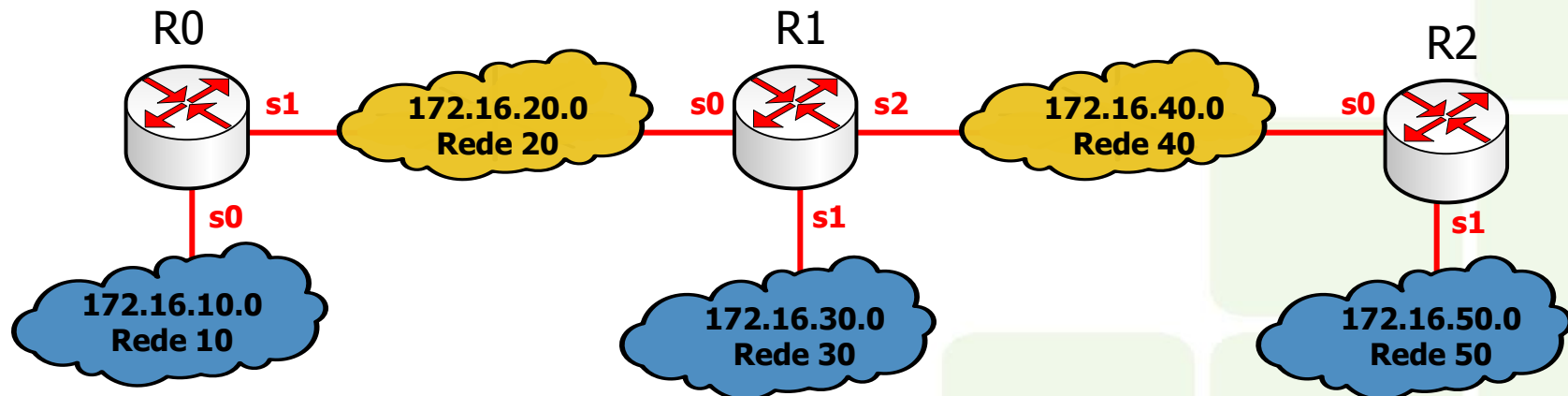
Tabela de Roteamento – VD(2)

- Anúncio de rotas (modificação das tabelas)

Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 10	Direct	1
Rede 20	Direct	1

Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 20	Direct	1
Rede 30	Direct	1
Rede 40	Direct	1
Rede 10	R0	2

Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 40	Direct	1
Rede 50	Direct	1



R0 Publica sua tabela para seus vizinhos

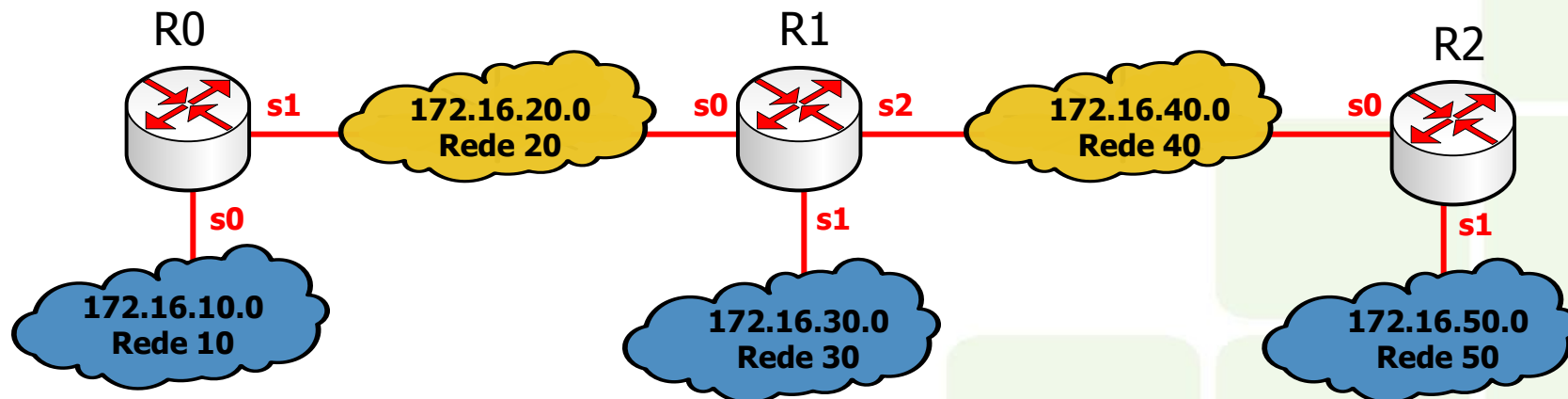
Tabela de Roteamento – VD(3)

- Anúncio de rotas (modificação das tabelas)

Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 10	Direct	1
Rede 20	Direct	1
Rede 30	R1	2
Rede 40	R1	2

Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 20	Direct	1
Rede 30	Direct	1
Rede 40	Direct	1
Rede 10	R0	2

Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 40	Direct	1
Rede 50	Direct	1
Rede 20	R1	2
Rede 30	R1	2
Rede 10	R1	3



R1 Publica sua tabela para seus vizinhos

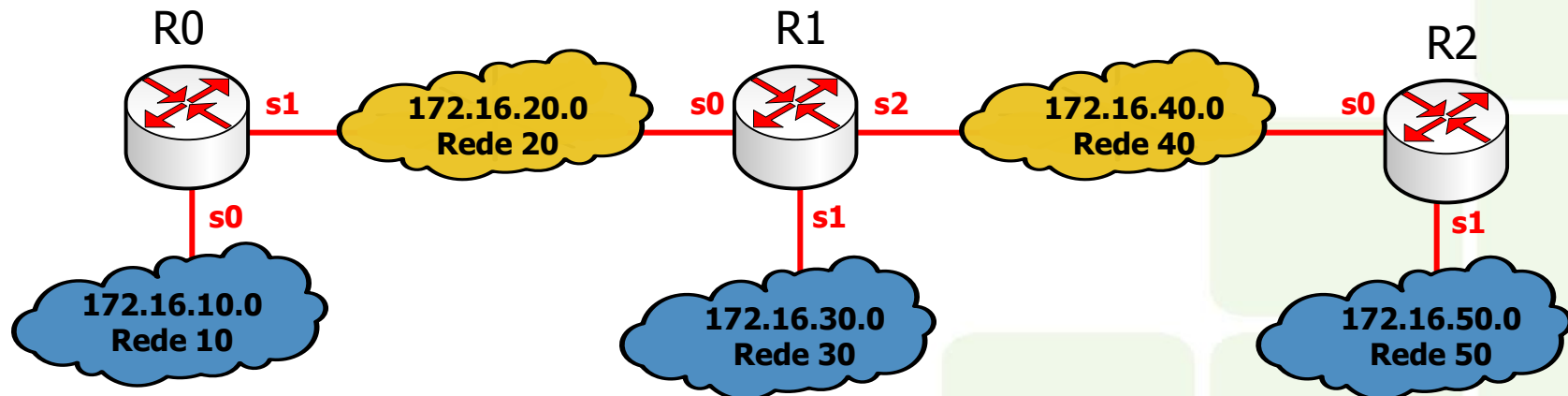
Tabela de Roteamento – VD(4)

- Anúncio de rotas (modificação das tabelas)

Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 10	Direct	1
Rede 20	Direct	1
Rede 30	R1	2
Rede 40	R1	2

Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 20	Direct	1
Rede 30	Direct	1
Rede 40	Direct	1
Rede 10	R0	2
Rede 50	R2	2

Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 40	Direct	1
Rede 50	Direct	1
Rede 20	R1	2
Rede 30	R1	2
Rede 10	R1	3



R2 Publica sua tabela para seus vizinhos

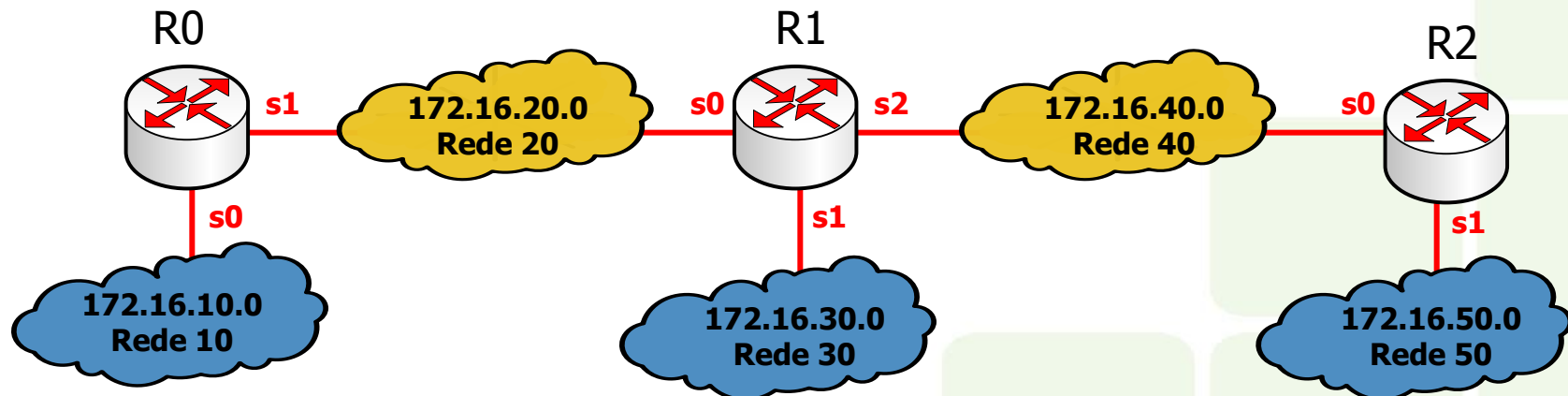
Tabela de Roteamento – VD(5)

■ CONVERGÊNCIA

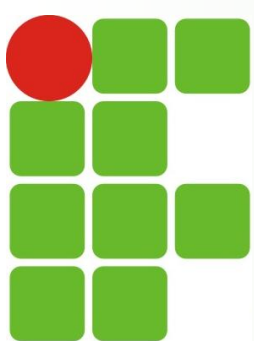
Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 10	Direct	1
Rede 20	Direct	1
Rede 30	R1	2
Rede 40	R1	2
Rede 50	R1	3

Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 20	Direct	1
Rede 30	Direct	1
Rede 40	Direct	1
Rede 10	R0	2
Rede 50	R2	2

Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 40	Direct	1
Rede 50	Direct	1
Rede 20	R1	2
Rede 30	R1	2
Rede 10	R1	3

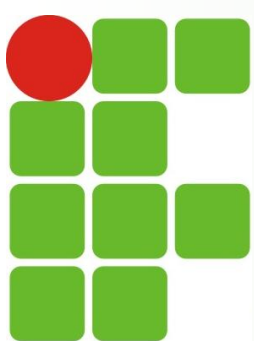


R1 Publica sua tabela para seus vizinhos



Protocolo RIPv2 - Características

- Distribuído em 1982 com o BSD Unix (v1)
- RFC 2453 – RIPv2
- Protocolo Interior (IGP)
- Vetor-Distância (Contagem de hops)
- Limite de 15 hops (16 = Destino inalcançável)
- Administrador pode definir métricas das rotas
- Cada roteador divulga sua tabela de rotas a cada 30 segundos
- Tempo máximo para atualização da rota: 180 segundos
- A divulgação é por *multicast* (224.0.0.9) para os vizinhos



Protocolo RIPv2 - Características

■ Vantagens

- Simples de configurar
- Funciona bem em redes pequenas
- Baixo consumo de largura de banda

■ Desvantagem

- Limitado a 15 hops, sendo inviável em redes grandes
- Não suporta rotas alternativas
 - O RIP mantém apenas a melhor rota
- Problemas de estabilidade
 - Tempo de convergência alto
 - *Loops*

Contagem ao infinito

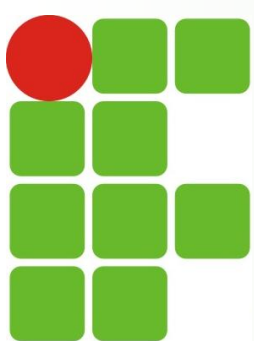
■ Problema de contagem ao infinito

Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 10	Direct	1
Rede 30	Direct	1
Rede 50	R1	2

Rede	Nex-hop	Métrica
Rede 50	Direct	1
Rede 30	Direct	1
Rede 10	R0	2

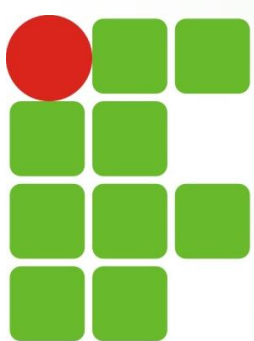


- Suponha que a Rede 10 esteja fora do ar (caiu o link)
 - **R0** atualiza a rota para a **Rede 10** via **R1** com métrica = 3 (2+1)
 - **R1** atualiza a rota para a **Rede 10** via **R0** com métrica = 4 (3+1)
 - **R0** atualiza a rota para a **Rede 10** via **R1** com métrica = 5 (4+1)
 - E assim por diante, até atingir métrica = 16 (Infinito)



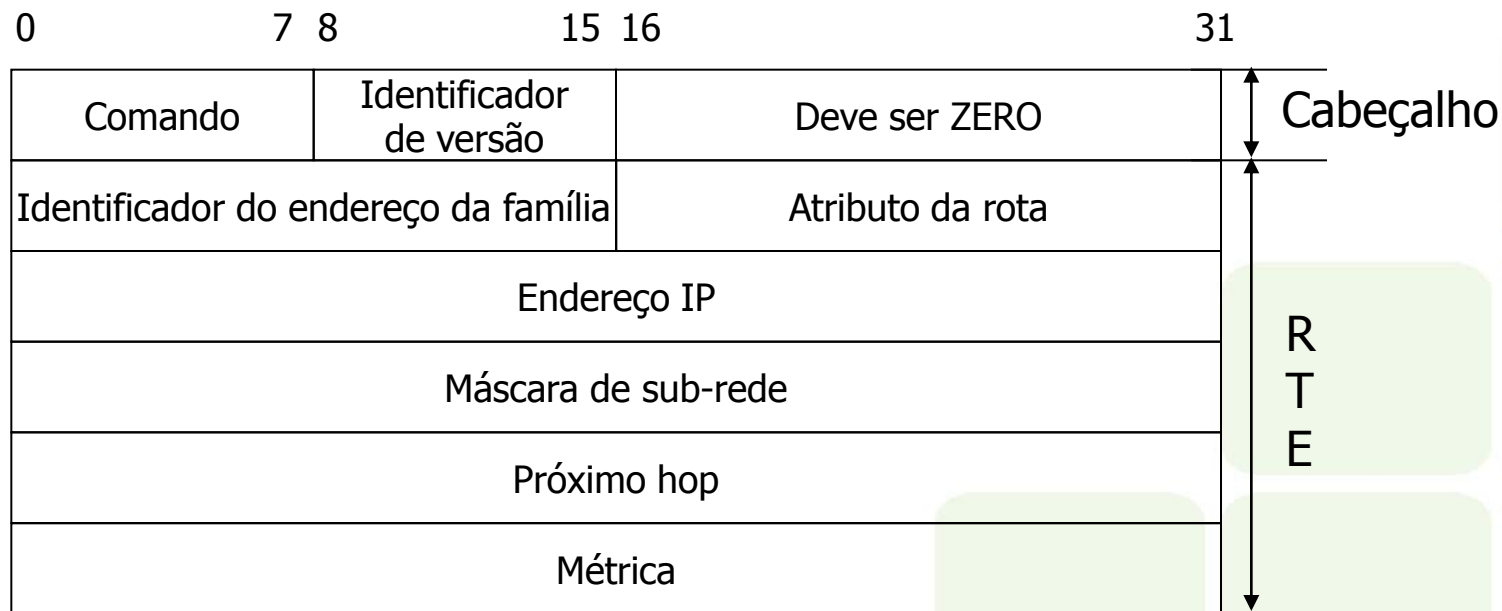
Implementações especiais do RIPv2

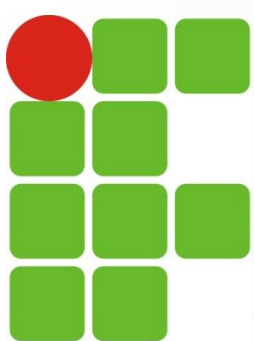
- Solução do problema de contagem ao infinito
 - Horizonte Dividido (*Split horizon*)
 - O roteador não retorna informações de uma rota ao roteador do qual aprendeu essa rota
 - Horizonte dividido com inversão envenenada (*Split horizon with poison reverse*)
 - Retorna informação de uma rota com métrica = 16 para o roteador de quem aprendeu essa rota
 - Atualizações imediatas (*Triggered updates*)
 - Informa imediatamente modificações de rotas, sem esperar o próximo período de anúncio
 - Redes que se tornam indisponíveis são imediatamente anunciadas com métrica = 16



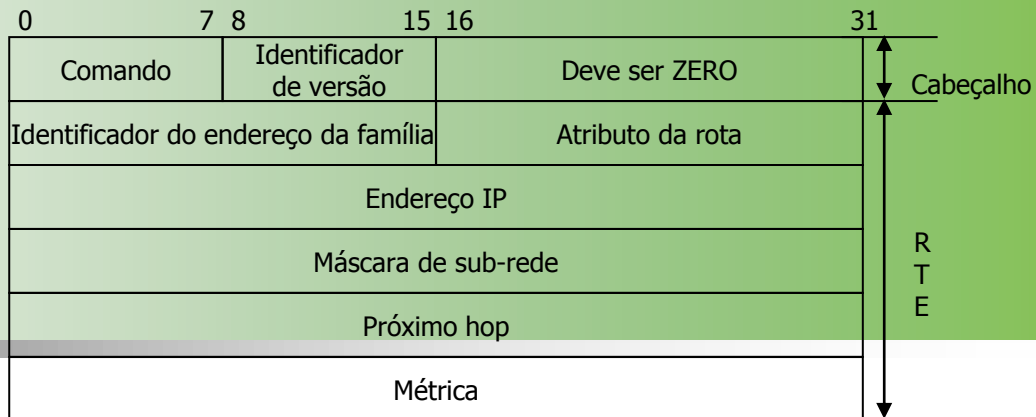
Pacote RIP

- RIP usa o protocolo UDP porta 520 para enviar e receber mensagens de atualização de rota



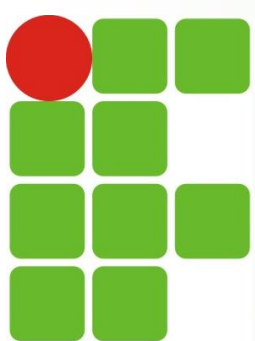


Pacote RIP



■ RTE – RouTe Entry

- Permitidos até 25 RTE por pacote, caso o roteador tenha que anunciar mais de 25 rotas, deve enviar mais de 1 pacote
- Comando (Propósito da mensagem)
 - 1 (Pedido), 2 (resposta)
- Atributo de rota (Route tag)
 - Flag para diferenciar rotas internas (IGP) de outros protocolos ou de rotas externas (EGP) – BGP ou OSPF
- Endereço IP
 - Endereço da rede para a qual a rota está sendo anunciada
- Máscara
 - Máscara da rede que está sendo anunciada
- Próximo hop
 - Endereço IP do próximo hop imediato
- Métrica
 - Deve conter um valor entre 1 e 15



Referências

- Comer, Douglas E., Interligação de Redes Com Tcp/ip
- James F. Kurose, Redes de Computadores e a Internet
- Escola Superior de Redes, Arquitetura e Protocolos de Redes TCP/IP
- Escola Superior de Redes, Roteamento avançado