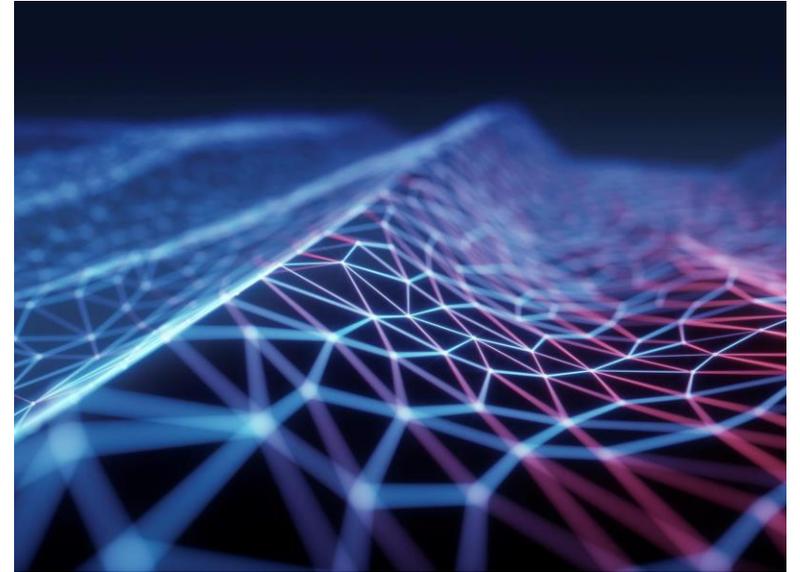


05 – PROJETO LÓGICO E FÍSICO DE REDES – PARTE 2

PROFESSORES:

OSMAR DE OLIVEIRA BRAZ JUNIOR

RICHARD HENRIQUE DE SOUZA



OBJETIVOS

- Correção da atividade aula passada
- Arqutetar subredes utilizando endereços IPv4
- Compreender o funcionamento e configuração de VLANs
- Compreender os algoritmos de roteamento de pacotes inter-redes



CORREÇÃO DA ATIVIDADE!

ATIVIDADE I - CORREÇÃO

1 – Como podem ser divididos os endereços IPs por classes?

2– Qual o valor decimal dos seguintes binários:

a) 11100110

b) 11100000

3- Por que existem IPs públicos e IPs privados? Qual a faixa de IPs privados da classe C?

ATIVIDADE I - CORREÇÃO

4- Considerando os intervalos de endereços classful, qual seria a classe, máscara, endereço de rede, primeiro e último endereço de host e endereço de broadcast para as redes dos IPs abaixo?

A) 10.26.40.12

B) 200.100.10.2

C) 130.44.55.6

D) 180.254.255.254

E) 222.22.2.2

ATIVIDADE 2 - CORREÇÃO

5 - Qual dos Ips não é válido para identificar host?

A) 10.26.40.1 b) 130.5.255.254 d) 192.168.10.2 E) 127.0.0.1

ATIVIDADE 3 - CORREÇÃO

- 6 - Considerando que você precise configurar uma rede com 5 máquinas classe B. Apresente um endereço de rede, os endereços das máquinas (fixo) e o broadcast.

ATIVIDADE 4 - CORREÇÃO

7- Desafio, monte a rede da atividade 5 no Packet Tracer!



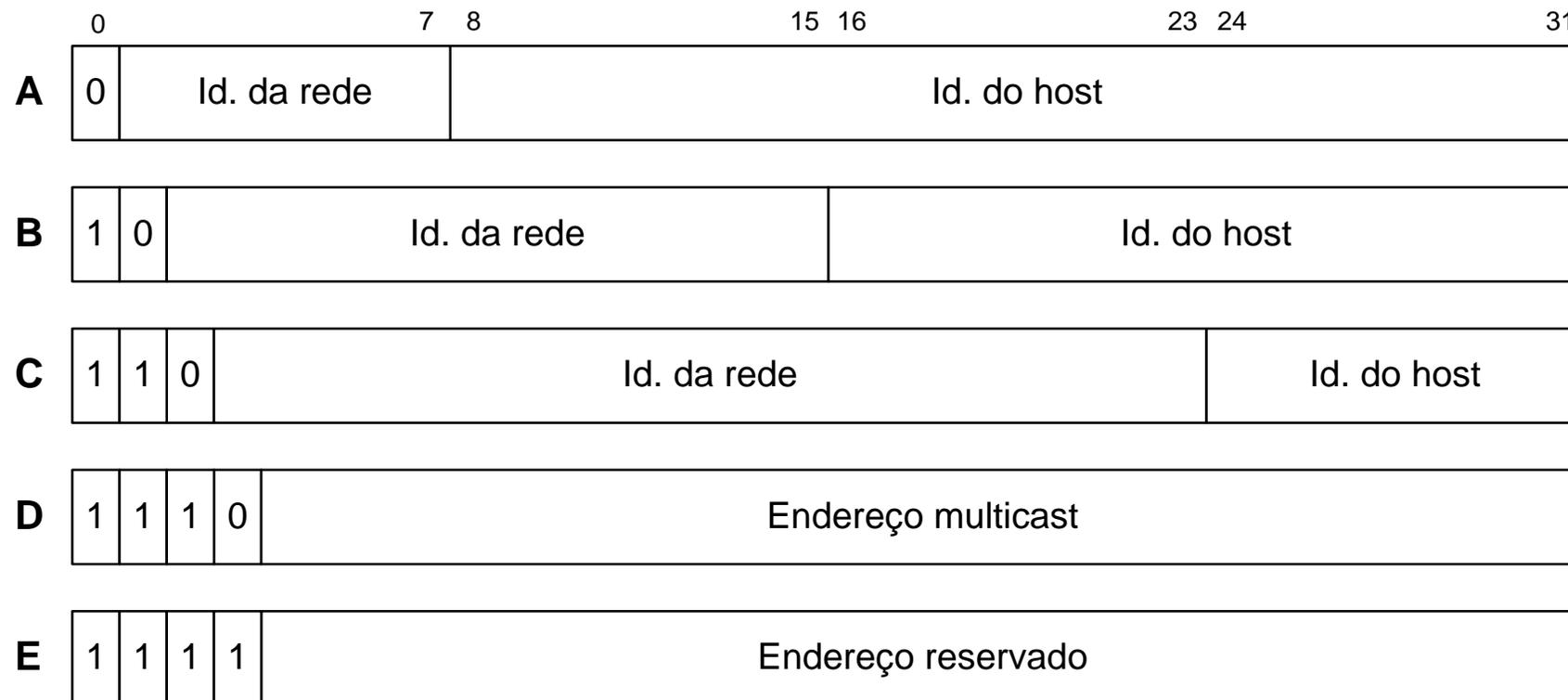
SUB-REDES



ICANN

- É mandatório que não haja problemas de conflitos de endereços na Internet;
 - *ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)*: Entidade que controla e centraliza a distribuição de endereços e nomes
 - Geralmente, para se obter um endereço IP não há contato direto com a ICANN.
 - A tarefa de distribuição de endereços é delegada aos provedores de acesso ou *ISP (Internet Service Provider)*.

CLASSES DE ENDEREÇOS IP



NÚMERO DE REDES E HOSTS POR CLASSE

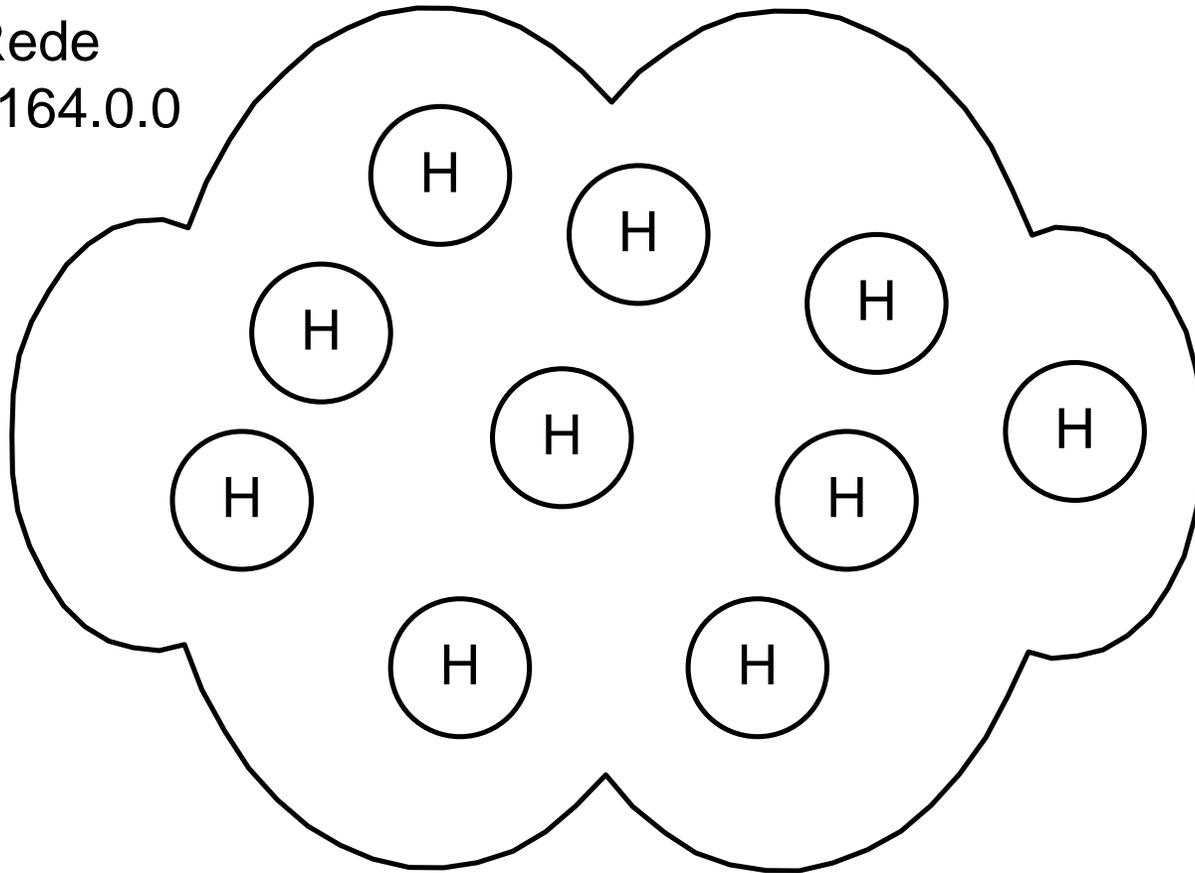
Classe	Redes	Hosts	Descrição
A	128 (2^7)	16777216 (2^{24})	Redes muito grandes
B	16384 (2^{14})	65536 (2^{16})	Redes médias/grandes
C	2097152 (2^{21})	256 (2^8)	Redes pequenas

REDES E SUB-REDES

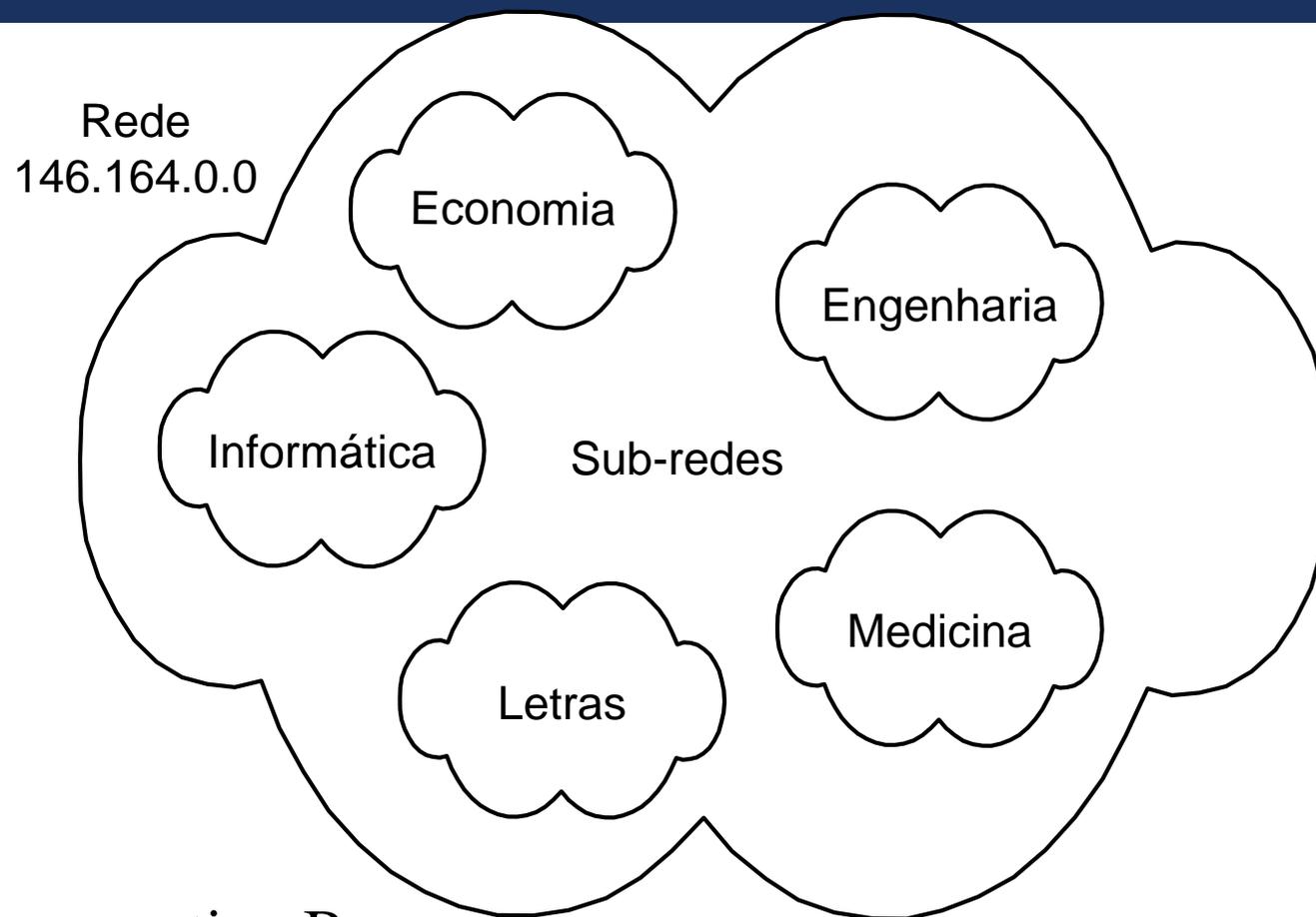
- No esquema de endereçamento IP em apenas dois níveis, o endereço é dividido em duas partes:
 - Identificação da rede e;
 - Identificação do host;
- Esquema com dois níveis pode ser insuficiente;

REDE SEM SUB-REDES

Rede
146.164.0.0



REDE COM SUB-REDES



Rede 146.164.0.0 pertence ao tipo B

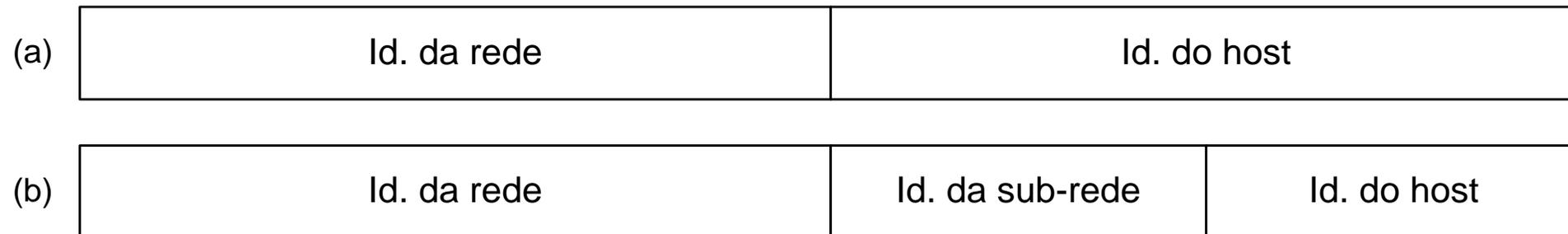
INTRODUÇÃO ÀS SUB-REDES

- As divisões em classe geram um enorme desperdício de endereços
- As sub-redes permitem a otimização do uso das sub-redes classful.
- Como fazer? Isolar um ou mais bits da parte de host do endereço e utilizar para definir redes novas.
- Para serem criadas sub-redes, o administrador deverá manipular a **máscara de sub-rede**, pegando bits emprestados do campo de host.



MAS COMO FAZER A SUB-REDE?

ENDEREÇAMENTO E SUBENDEREÇAMENTO



MÁSCARA DE SUB-REDE

- A máscara sozinha não permite identificar se há utilização de sub-redes.
 - O subendereço é uma combinação da classe do endereço com a máscara de sub-rede.
 - Por exemplo, enquanto a máscara 255.255.255.0 para um endereço classe B implementa o esquema de sub-redes, a mesma máscara para um endereço classe C não implica subendereço.

MÁSCARA DE SUB-REDE

- O exemplo anterior considerou um sub endereçamento com 256 sub-redes e cada uma contendo 254 hosts.
- Mas suponha uma instituição que tenha cerca de 1000 hosts;



MÁSCARA DE SUB-REDE

- O subendereçoamento permite manipular a máscara de sub-rede de forma a refletir as necessidades da instituição.
 - Nesse caso, como são 1000 hosts, basta calcular a potência de dois mais próxima e descobrir o número de bits necessários para representá-los.
 - 1024 (2^{10}), ou seja dez bits para endereçamento dos hosts.

MÁSCARA DE SUB-REDE

- O subendereçoamento permite manipular a máscara de sub-rede de forma a refletir as necessidades da instituição.
- Como existem 16 bits possíveis para subendereçoamento e são necessários dez para hosts, sobram seis bits para endereçamento de sub-redes.
- A máscara de sub-rede em decimal deverá representar essa sequência de bits, tendo, assim, a máscara 255.255.252.0.

ENDEREÇAMENTO SEM CLASSE

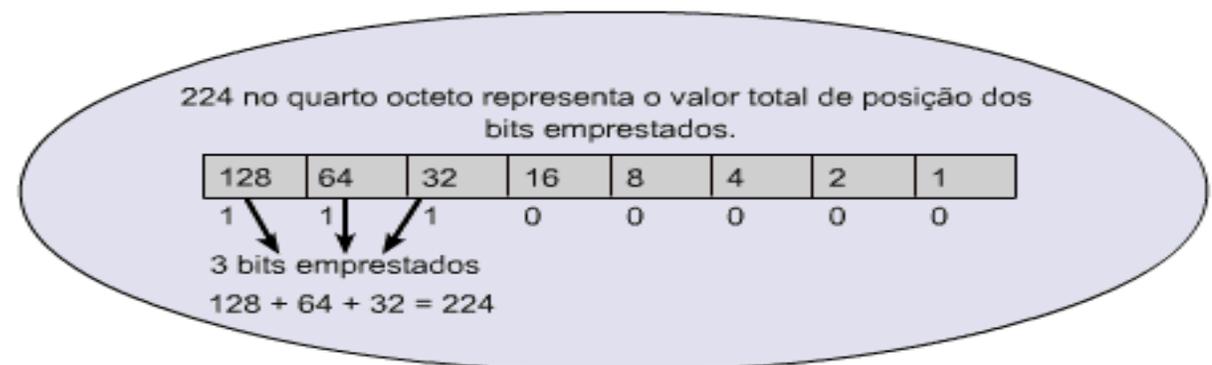
- *A utilização das classes gerou um problema quanto à otimização do uso de endereços;*
 - *Classless Inter-Domain Routing (CIDR);*
 - *Permite a criação de sub-redes com tamanhos variados;*
 - *Uso de uma nova notação;*
 - *200.10.10.0/25*
 - */25 significa a quantidade de bits usados para identificação de redes;*
 - *Possibilidade de máscaras variáveis;*

ENDEREÇO DA MÁSCARA DE SUB-REDE

- É necessário compreender números binários e posições de bits para se criar sub-redes.
- Ao pegar emprestado bits da parte do host, é necessário reservar pelo menos 02 bits no último octeto para permitir 02 endereços utilizáveis por sub-rede.

Bits emprestados	1	2	3	4	5	6	7	8
Valor	128	64	32	16	8	4	2	1

Formato com barras	/25	/26	/27	/28	/29	/30	N/A	N/A
Máscara	128	192	224	240	248	252	254	255
Bits emprestados	1	2	3	4	5	6	7	8
Valor	128	64	32	16	8	4	2	1



ENDEREÇO DA MÁSCARA DE SUB-REDE

- O número de bits que se deve pegar emprestado, depende do número de sub-redes e número de hosts em cada sub-rede desejada.
- Calcula-se da seguinte maneira:
- $(2 \text{ elevado ao núm. de bits emprestados}) = \text{sub-redes}$
- $(2 \text{ elevado ao núm. de bits restantes}) - 2 = \text{hosts utilizáveis.}$

MÁSCARA DE SUB-REDE

- A máscara de rede IPv4 possui 32 bits em sequencia de 0 e 1.
- 1 – representa o endereço de rede
- 0 - determina o que é host
- Classe A – 11111111.00000000.00000000.00000000 /8
- Classe B – 11111111.11111111.00000000.00000000 /16
- Classe C – 11111111.11111111.11111111.00000000 /24

AND

- As máscaras funcionam como um filtro, os dispositivos realizam um AND lógico
- Ex: 10.32.16.1
 - 255.0.0.0
 - 00001010.00100000.00010000.00000000
 - 11111111.00000000.00000000.00000000
 - 00001010.00000000.00000000.00000000

REDE – 192.168.50.0

- 11111111.11111111.11111111.00000000
- Dividir em duas sub-redes
- Pegar 1 bit emprestado da porção de host
- 11111111.11111111.11111111.10000000
- 255.255.255.128 /25
- Quais sub-redes serão criadas?
- 00000000
- 10000000

PERGUNTA-SE

- Quantos hosts em cada sub-rede?
 - $2^7 - 2 = 128 - 2 = 126$ hosts por sub-rede
 - Máscara de subrede 255.255.255.128 /25

No. Rede	End Rede	Intervalo de Host		Broadcast
0	192.168.50.0	1	126	127
1	192.168.50.128	129	254	255

EXERCÍCIO I

- 192.168.50.0 com a máscara 255.255.255.0 quebrar em 4 sub-redes.
- Identifique os endereços de rede, intervalos, endereços de broadcast e máscara

RESOLVENDO...

- 192.168.50.0
- 255.255.255.0
- | | | | | | | | . | | | | | | | | . | | | | | | | | . 00000000
- $2^2 = 4$ sub-redes
- | | | | | | | | . | | | | | | | | . | | | | | | | | . | | 000000
- Quantos hosts? $2^6 = 64 - 2 = 62$

- Quantos hosts em cada sub-rede?
 - $2^6 - 2 = 64 - 2 = 62$ hosts por sub-rede
 - Máscara de subrede 255.255.255.192 /26

No. Rede	End Rede	Intervalo de Host		Broadcast
1	192.168.50.0	1	62	63
2	192.168.50.64	65	126	127
3	192.168.50.128	129	190	191
4	192.168.50.192	193	254	255

EXERCÍCIO 2

- Dado o IP 192.168.9.67 máscara 255.255.255.224 determine qual sub-rede ele pertence, o intervalo de hosts e qual endereço de broadcast.

192.168.9.67 255.255.255.224

- | | | | | | | | . | | | | | | | | . | | | | | | | | . | | | | 00000
- Sobrou 5 bits
- $2^5 - 2 = 32 - 2 = 30$
- Redes:
- 1 – 192.168.9.0
- 2 – 192.168.9.32
- 3 – 192.168.9.64 – 65 – 96 - Broadcast -97
- 4 – 192.168.9.96

ATIVIDADE I - PROPOSTO

1) Uma organização tem designado o endereço de rede 193.1.1.0/24 e necessita de 6 sub-redes.

Especifique a máscara de rede

Liste o range de endereço de host de cada sub-rede

Defina o endereço broadcast de cada sub-rede.

Monte a tabela.

ATIVIDADE 2

2) Considerando a rede de uma empresa 192.168.10.0 com máscara padrão 255.255.255.0 onde deseja-se criar 3 sub-redes :

Especifique a máscara de rede

Liste o range de endereço de host de cada sub-rede

Defina o endereço broadcast de cada sub-rede.

monte a tabela.

ATIVIDADE 3

3) Considerando a rede de uma empresa 192.168.10.0 com máscara padrão 255.255.255.0 onde deseja-se criar 16 sub-redes, defina a máscara de rede e monte a tabela.

ATIVIDADE 4

5) Imagine que uma máquina A, cujo IP é 192.168.1.1 deseja transmitir para uma máquina B cujo o IP é 192.168.1.33, com a máscara 255.255.255.224. Responda: estas máquinas estão na mesma sub-rede? Por quê? (identifique em que sub-rede se encontra cada endereço)

CONFIGURAÇÃO DE ENDEREÇAMENTO

- Os endereços da camada de rede podem ser configurados nos hosts de duas formas diferentes.
 - Endereçamento estático;
 - Endereçamento dinâmico;

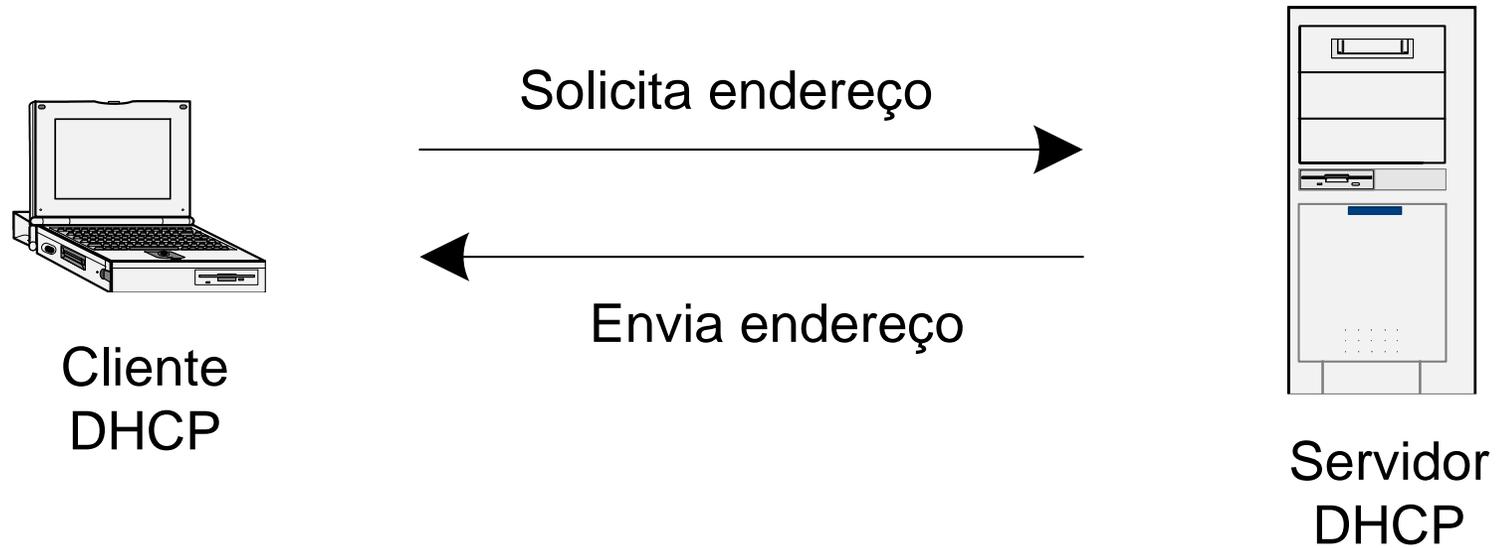
ENDEREÇAMENTO ESTÁTICO

- Configurado manualmente pelo administrador da rede;
- Feito máquina por máquina;
- IP fica permanentemente associado a uma interface de rede;

ENDEREÇAMENTO DINÂMICO

- Os hosts não possuem um endereço predefinido.
- O host, ao ser inicializado, solicita um endereço IP a um servidor de endereços através de uma mensagem do tipo **broadcast** na rede.
- *DHCP (Dynamic Host Control Protocol)*
 - *cliente DHCP;*
 - *servidor DHCP;*

ENDEREÇAMENTO DINÂMICO



DINÂMICO X ESTÁTICO

- Endereçamento estático:
 - Dificuldade na gerência de endereços;
 - Duas máquinas configuradas com mesmo IP pode gerar conflito na rede;
 - Mobilidade limitada de hosts;
- Endereçamento dinâmico:
 - Resolve os problemas relacionados ao endereçamento estático
 - Fragilidade em termos de segurança;

ARP (ADDRESS RESOLUTION PROTOCOL)

- Utilizado para “descobrir” qual endereço MAC está associado ao qual endereço IP;
 - Uso de mensagem de broadcast;
 - Uma vez descoberto o endereço, as informações são guardadas em cache;
 - Periodicamente as informações devem ser renovadas – evita a associação errada de endereço MAC ao trocar uma interface de rede;

COMANDO ARP

```
c:\> arp -a
Interface: 10.41.1.100 --- 0x2
  Endereço IP           Endereço físico       Tipo
  10.41.1.1             00-04-96-34-a6-16    dinâmico
  10.41.1.5             00-30-48-8b-52-e6    dinâmico
  10.41.1.6             00-30-48-8b-55-90    dinâmico
  10.41.1.110          00-40-a7-12-11-c9    dinâmico
```

arp: resolução de endereços IP em endereços MAC. Exibe e modifica as tabelas de traduções dos endereços IP em endereços físicos utilizados pelo protocolo de resolução de endereços (ARP)

TRADUÇÃO DE ENDEREÇOS DE REDE

- Quando a Internet foi concebida, um espaço de endereçamento da ordem de 2^{32} parecia difícil de ser esgotado;
- Crescimento exponencial do número de equipamentos conectados;
- Número de endereços próximo do fim;
 - NAT - *Network Address Translation*;
 - IPV6 – *Internet Protocol Version 6*;

NAT

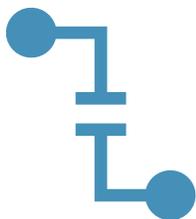
- O *NAT* permite que uma instituição opere com apenas um endereço na Internet, mesmo possuindo inúmeros hosts na rede interna.
 - Necessário um dispositivo que implementa o NAT, geralmente um roteador
 - O NAT utiliza o conceito de endereços privados, que são endereços que não podem ser utilizados na Internet, mas apenas dentro da rede interna.

SOBRE VLANS

São redes lógicas configuradas em um mesmo equipamento (roteadores e switches, por exemplo).

É possível dividir a rede em diversas partes para um projeto de topologia.

VANTAGENS:



Mais desempenho, contenção de broadcast – o domínio de broadcast fica dividido entre as redes;



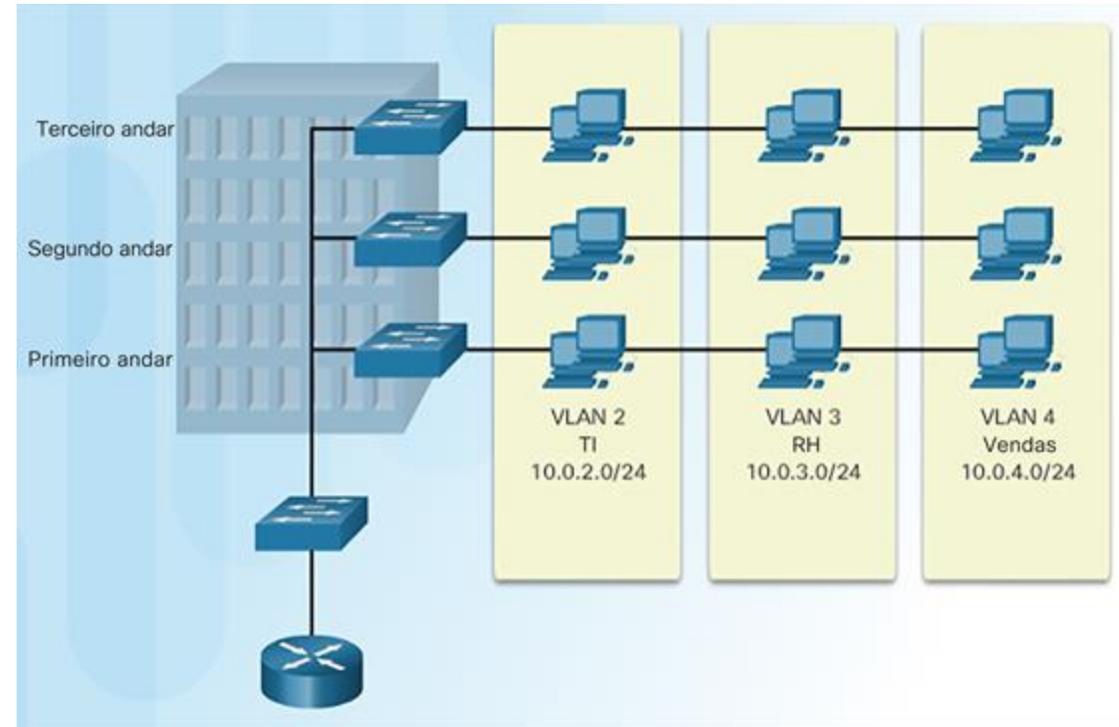
Segurança - apenas os computadores pertencentes a Vlan podem "ver" um ao outro;



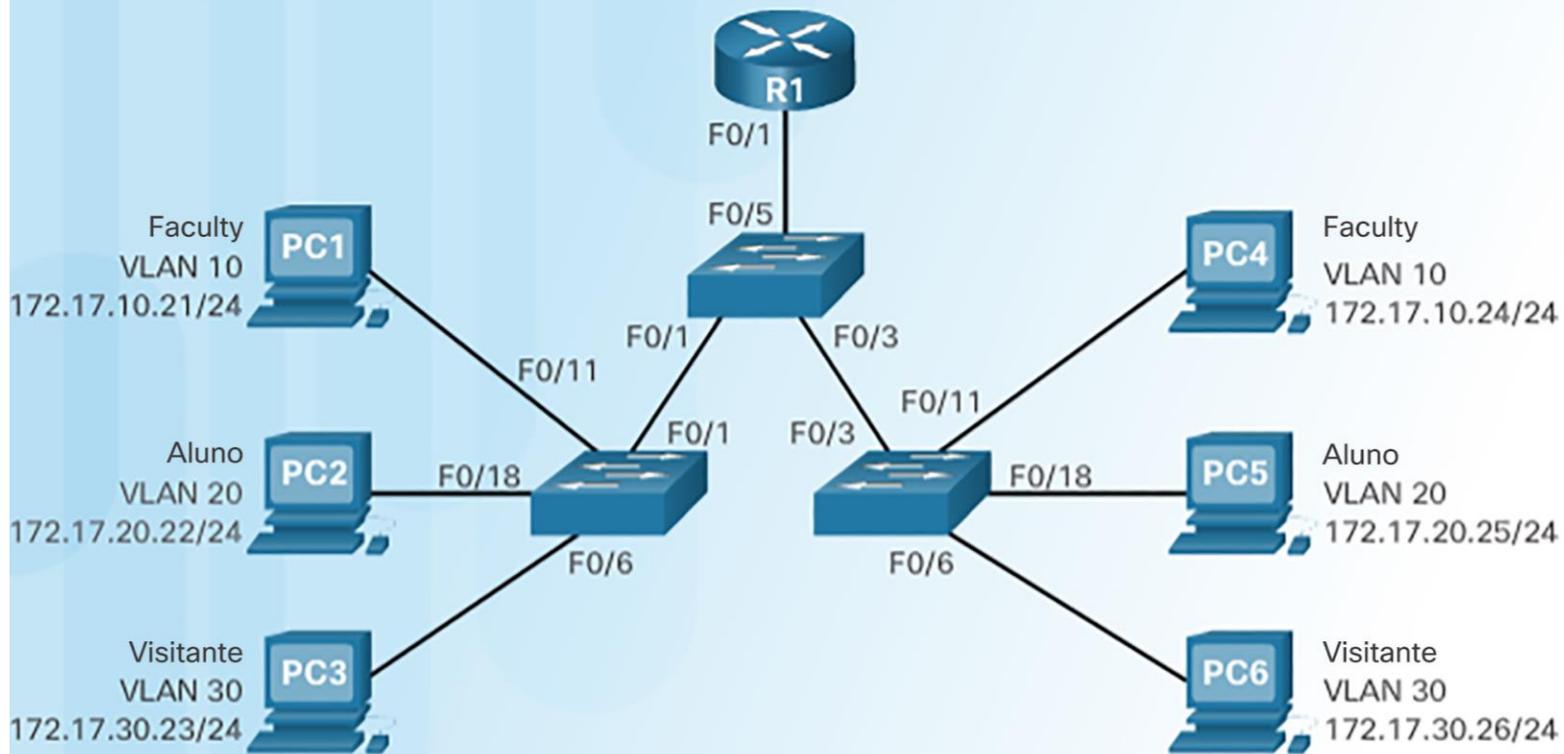
Melhor isolamento dos problemas, como as redes estão separadas, o problema de uma não afeta a outra.

VLANS

- VLANs podem segmentar dispositivos de LAN sem levar em consideração o local físico do usuário ou do dispositivo.
- Na figura, os usuários de TI no primeiro, segundo e terceiro andares estão todos no mesmo segmento de LAN. O mesmo é verdadeiro para os usuários de RH e Vendas.
- Uma VLAN é uma divisão lógica de uma rede de camada 2.
- Múltiplas divisões podem ser criadas e múltiplas VLANs podem coexistir.
- A divisão da rede de camada 2 acontece em um dispositivo de camada 2, normalmente por meio de um switch.
- Uma VLAN é um domínio de broadcast que pode abranger vários segmentos de LAN físicos.



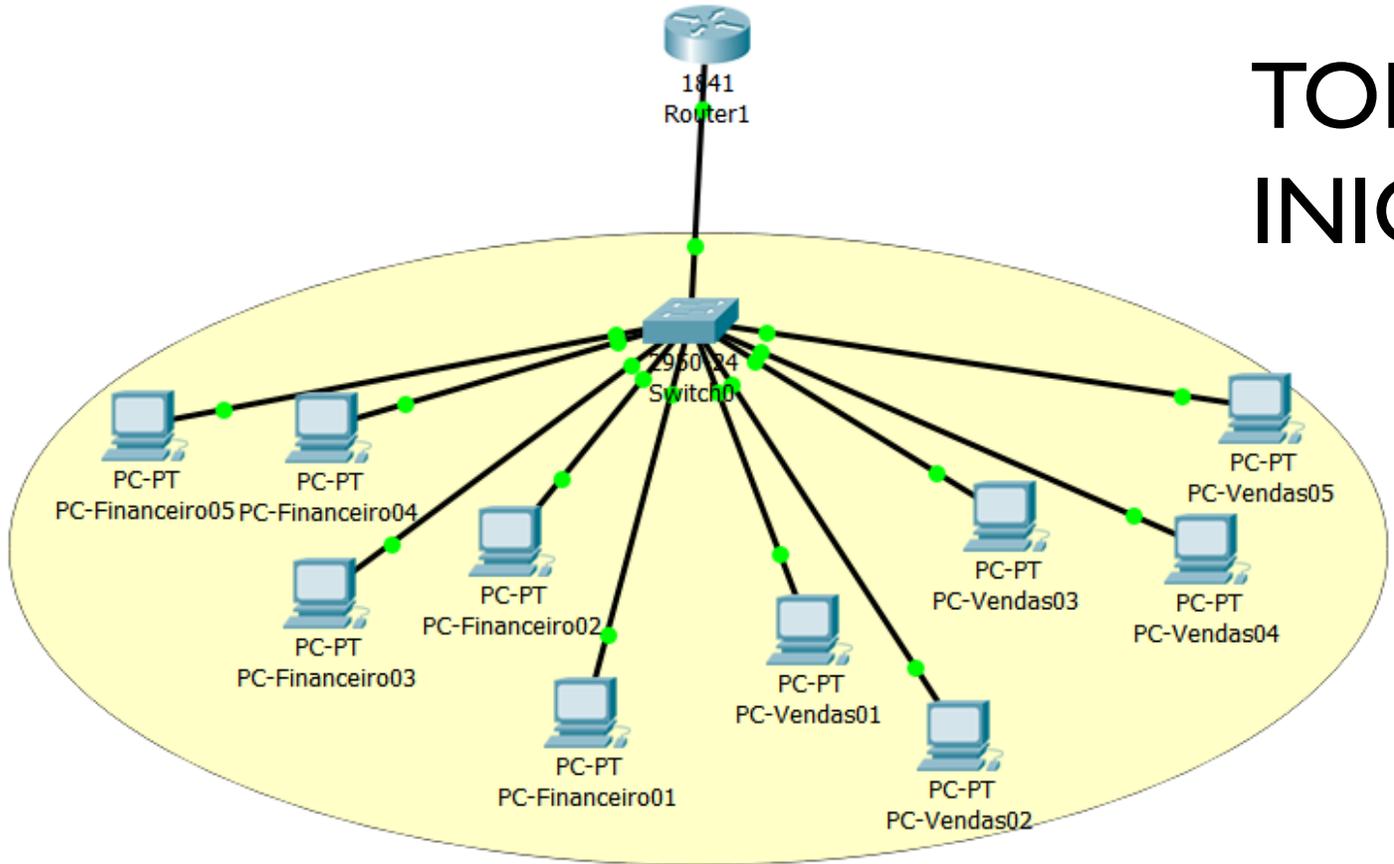
- VLANS são mutuamente isoladas e os pacotes somente podem passar entre elas por meio de um roteador.



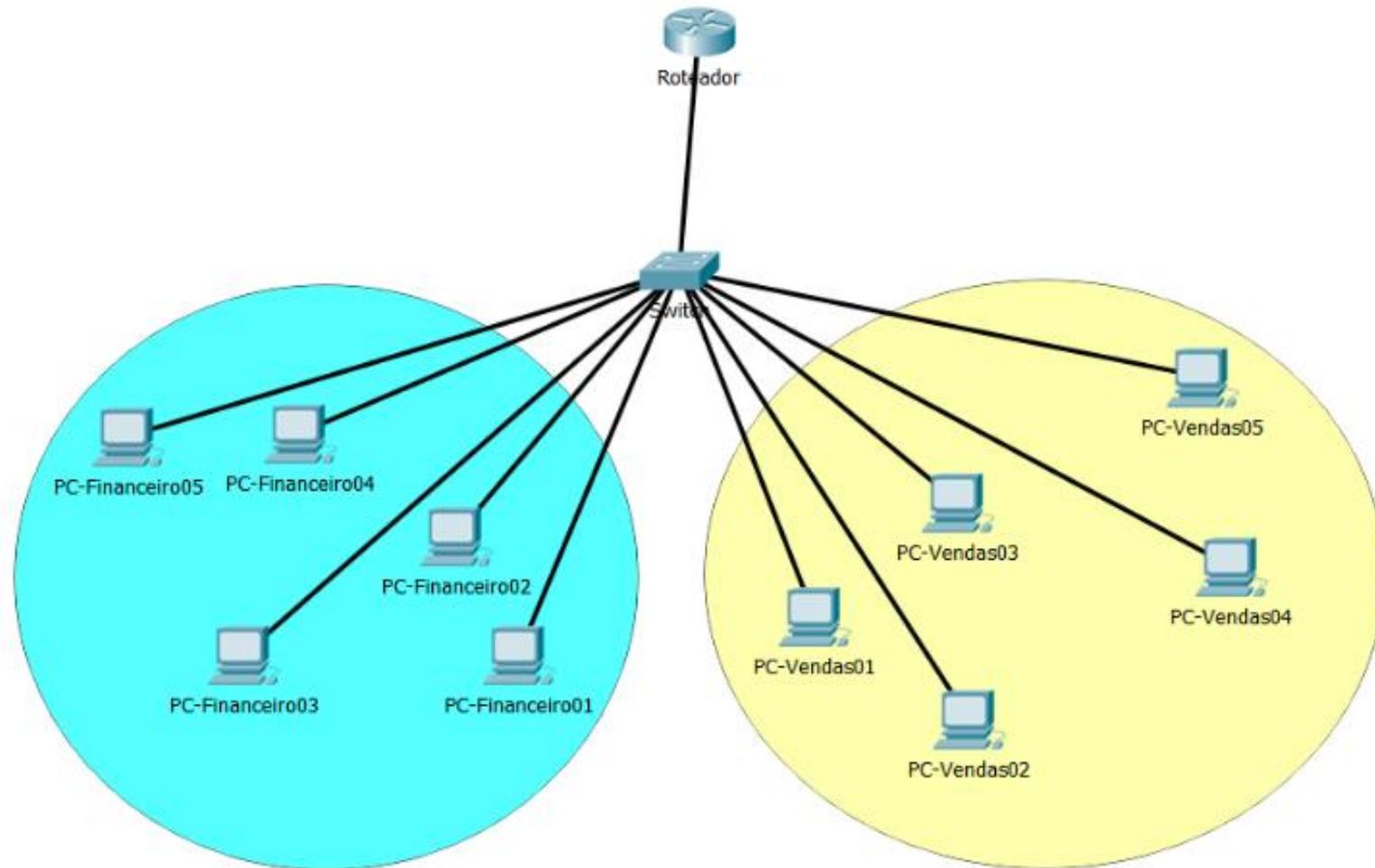
- Maior segurança
- Custo reduzido
- Melhor desempenho
- Menor Domínios de transmissão
- Eficiência de TI
- Eficiência de gerenciamento
- Projeto e gerenciamento de aplicativos mais simples

RESUMO DAS VLANS BENEFÍCIOS DAS VLANS

TOPOLOGIA INICIAL



PARTICIONAR A REDE NO SWITCH



ALGORITMOS DE ROTEAMENTO...



ROTEAMENTO

- O *roteamento* é a tarefa de encaminhar um pacote da origem ao destino utilizando dispositivos intermediários, chamados de *roteadores*, que juntos compõem a rede de interconexão;
 - Algoritmo de roteamento;
 - Tabelas de roteamento;

ROTEADORES

- Equipamento utilizado no processo de roteamento;
 - Possui pelo menos 2 interfaces de redes;
 - Cada roteador mantém sua própria tabela de roteamento;
 - Responsabilidades:
 - Encaminhar pacotes para o destino final;
 - Manter a tabela de roteamento atualizada;

GATEWAY

- Do inglês, *gateway* significa portão ou portal;
 - Atua como um elemento intermediário para ligação entre duas redes;
 - Geralmente definido como host de endereço 1 em uma rede;

CARACTERÍSTICAS DE UM ALGORITMO DE ROTEAMENTO

- Selecionar o melhor caminho;
- Convergir rapidamente;
- Oferecer robustez;
- Oferecer escalabilidade;
- Consumir poucos recursos;

MÉTRICAS DE ROTEAMENTO

- Número de saltos ou hops;
- Taxa de transmissão (bps) e carga da rede (%);
- Atraso ou latência;
- Taxa de Erro – transmitidos / recebidos
- Disponibilidade;
- Custo;

ROTEAMENTO ESTÁTICO

- **Roteamento estático**

Roteamento estático tem como objetivo básico encaminhar pacotes entre redes distintas.

Nas rotas estáticas, as configurações de rotas são inseridas manualmente na tabela de roteamento pelos administradores de rede. Já no roteamento dinâmico os protocolos de roteamentos que ajustam automaticamente as rotas.

- **Rota Default**

Em vez de roteadores armazenarem rotas para todas as redes na Internet, eles podem armazenar uma única rota padrão para representar qualquer rede que não esteja na tabela de roteamento.

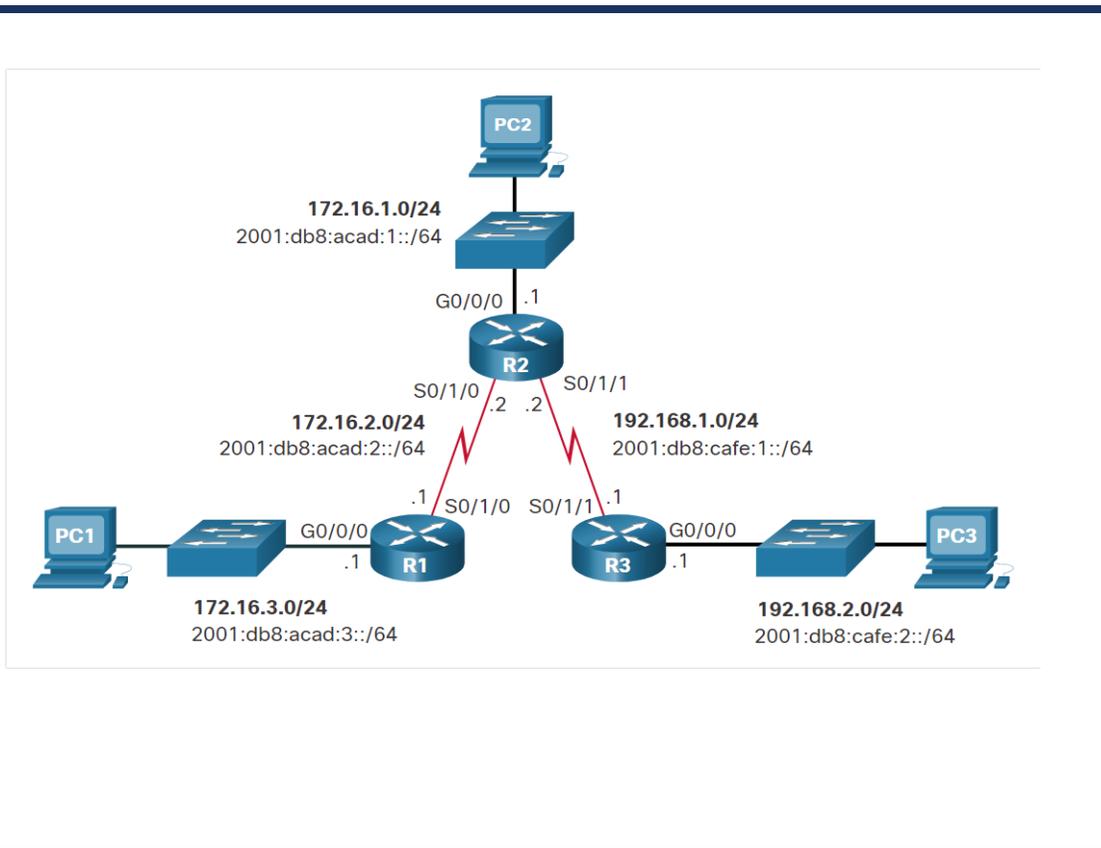
Em uma rota estática, somente o endereço IP do próximo salto é configurado no roteador.

ROTA DEFAULT – ROTA PADRÃO

```
Router(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 {ip-address | exit-intf}
```

```
R1(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.2.2
```

CONFIGURAÇÃO ROTEAMENTO ESTÁTICO



- a. Podemos configurar pelo endereço IP da interface no qual conecta a próxima rede:

```
R1(config)# ip route 172.16.3.0 255.255.255.0 172.16.2.1
R1(config)# ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 172.16.2.2
R1(config)# ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 172.16.2.2
```

Ou podemos configurar o roteamento estático definindo pela interface. Então para pegar a rede 172.16.1.0, por exemplo, acesse a interface s0/1/0:

```
R1(config)# ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 s0/1/0
R1(config)# ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 s0/1/0
R1(config)# ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 s0/1/0
```

ROTEAMENTO DINÂMICO

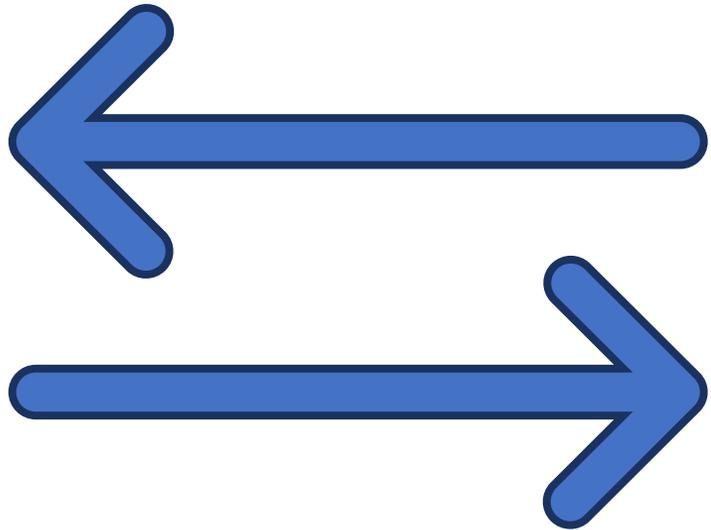
- Duas categorias de roteamento mais comuns:
 - Roteamento por vetor de distância;
 - Roteamento por estado do enlace;

ROTEAMENTO DINÂMICO



- Depende de um protocolo de roteamento para compartilhar as informações
- O protocolo define um conjunto de regras utilizadas no roteamento para o compartilhamento das informações de rotas por meio da comunicação entre os vizinhos.

PROTOCOLOS DE ROTEAMENTO



- Objetivo: fornecer mecanismos para compartilhar informações de roteamento.
- As mensagens de roteamento se movem entre os roteadores.
- Um protocolo de roteamento permite que os roteadores se comuniquem com outros roteadores atualizando as tabelas de rotas.

PROTOSCOLOS DE ROTEAMENTO

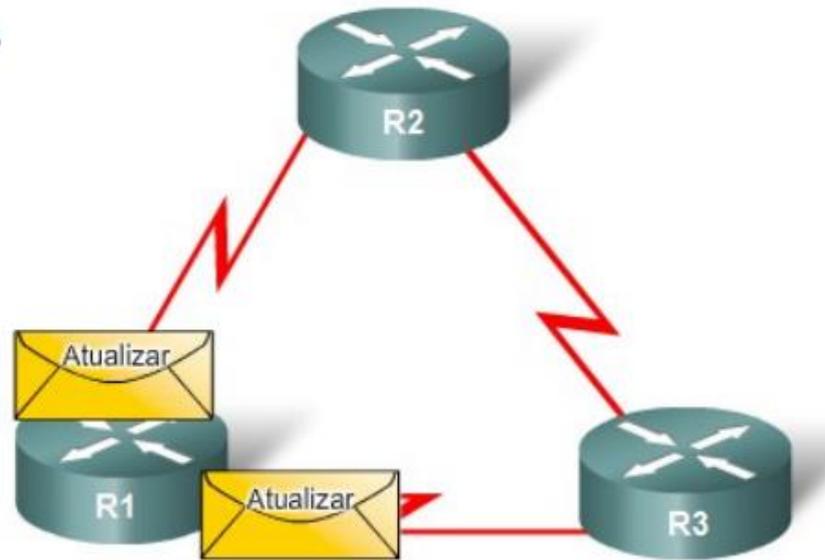
Protocolo de Roteamento	Métrica
Protocolo de Informação de Roteamento (RIP)	<ul style="list-style-type: none">• A métrica é “contagem de saltos”.• Cada roteador ao longo de um caminho adiciona um salto à contagem de saltos.• É permitido um máximo de 15 lúpulos.
Protocolo OSPF	<ul style="list-style-type: none">• A métrica é “custo”, que é o baseado na largura de banda cumulativa da origem ao destino.• Links mais rápidos são cálculos mais baixos custos em comparação com mais lentos (maior custo) links.
Protocolo de roteamento de gateway interno aprimorado (EIGRP)	<ul style="list-style-type: none">• Ele calcula uma métrica com base na largura de banda e atraso mais lentos.• Também pode incluir carga e confiabilidade na métrica Cálculo.

ROTEAMENTO DINÂMICO

FUNÇÃO DO ROTEADOR

Os roteadores transmitem as atualizações dinamicamente

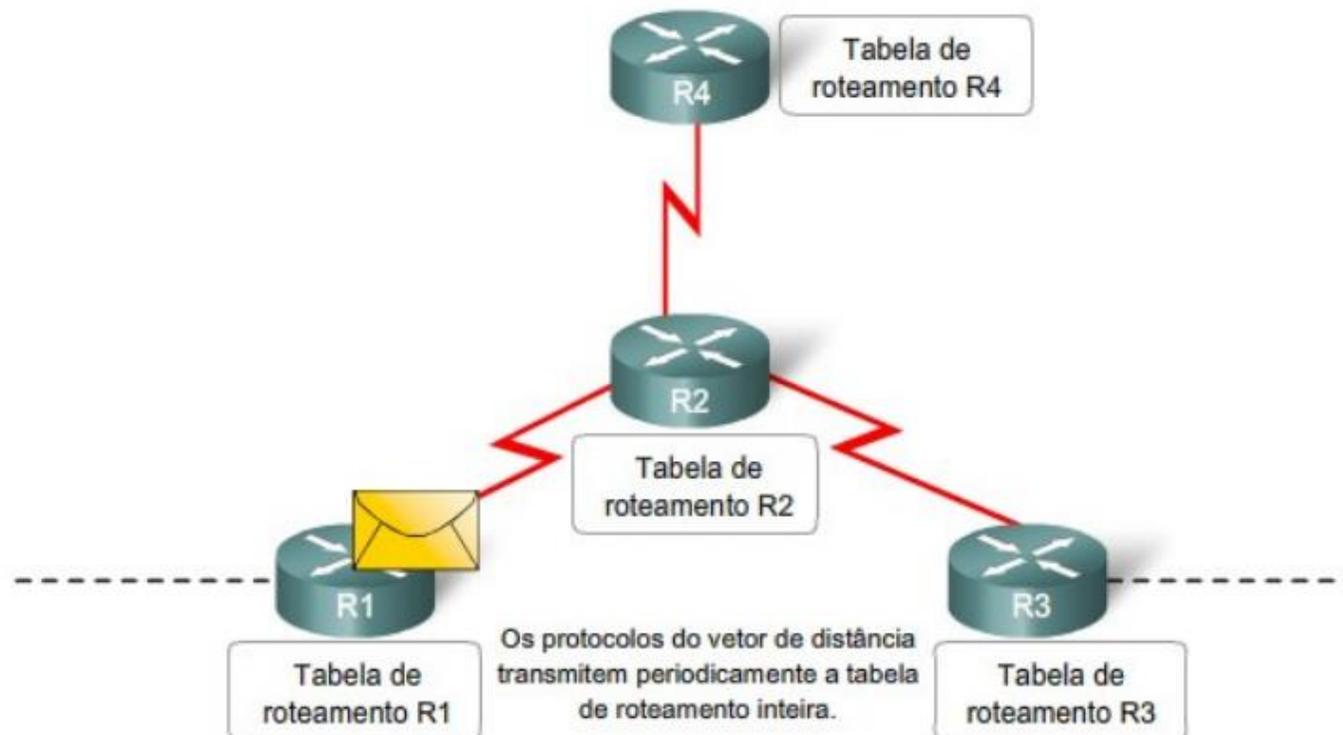
Este é o papel dos protocolos de roteamento



Todos os roteadores comunicam seus vizinhos

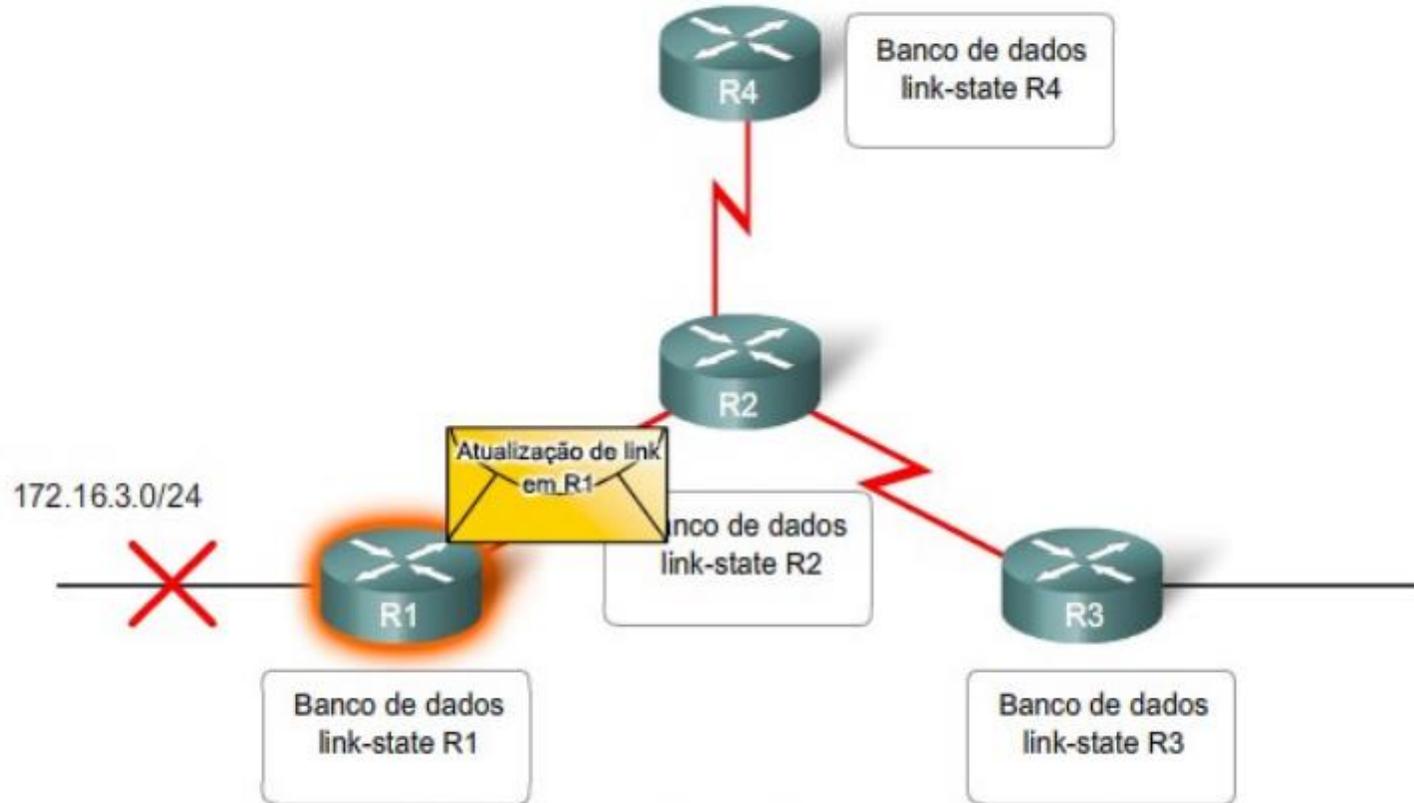
PROTOCOLOS DE VETOR DE DISTÂNCIA

Operação do protocolo do vetor de distância



PROTOCOLO LINK-STATE

Operação do protocolo link-state

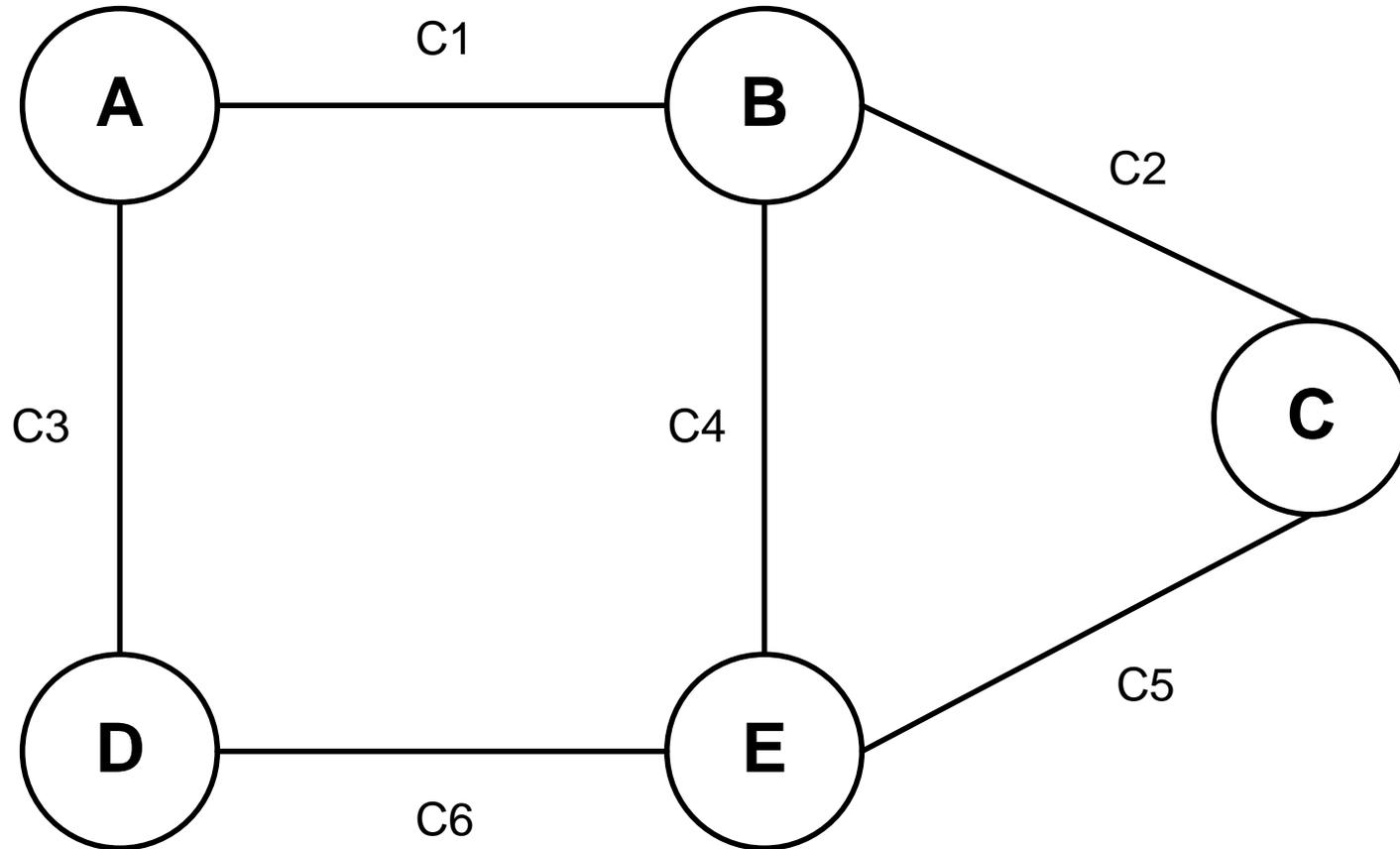


Os protocolos link-state transmitem atualizações quando o estado de um link é alterado.

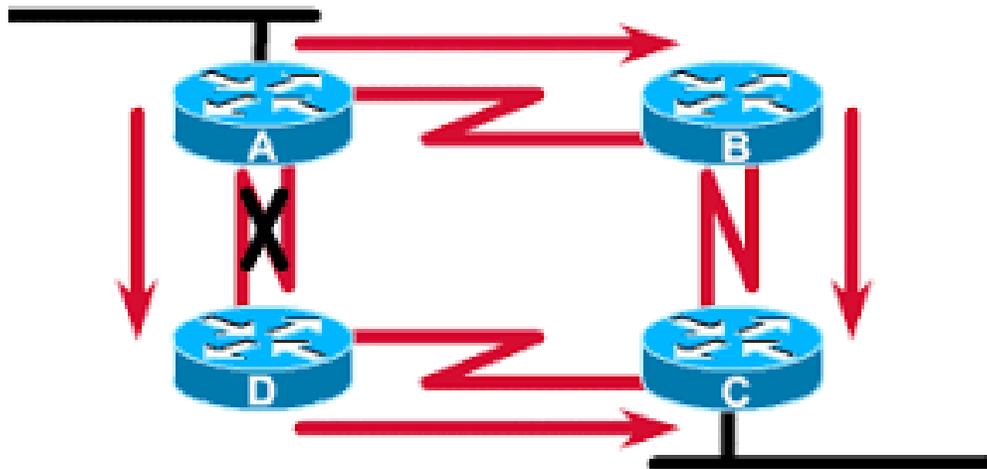
ROTEAMENTO POR VETOR DE DISTÂNCIA

- Primeiro algoritmo usado na internet;
 - Ainda muito usado pela simplicidade e baixo consumo computacional;
 - RIP - *Routing Information Protocol*;
 - *Utiliza o número de saltos como métrica para avaliação da melhor rota;*

EXEMPLO DO ROTEAMENTO POR VETOR DE DISTÂNCIA

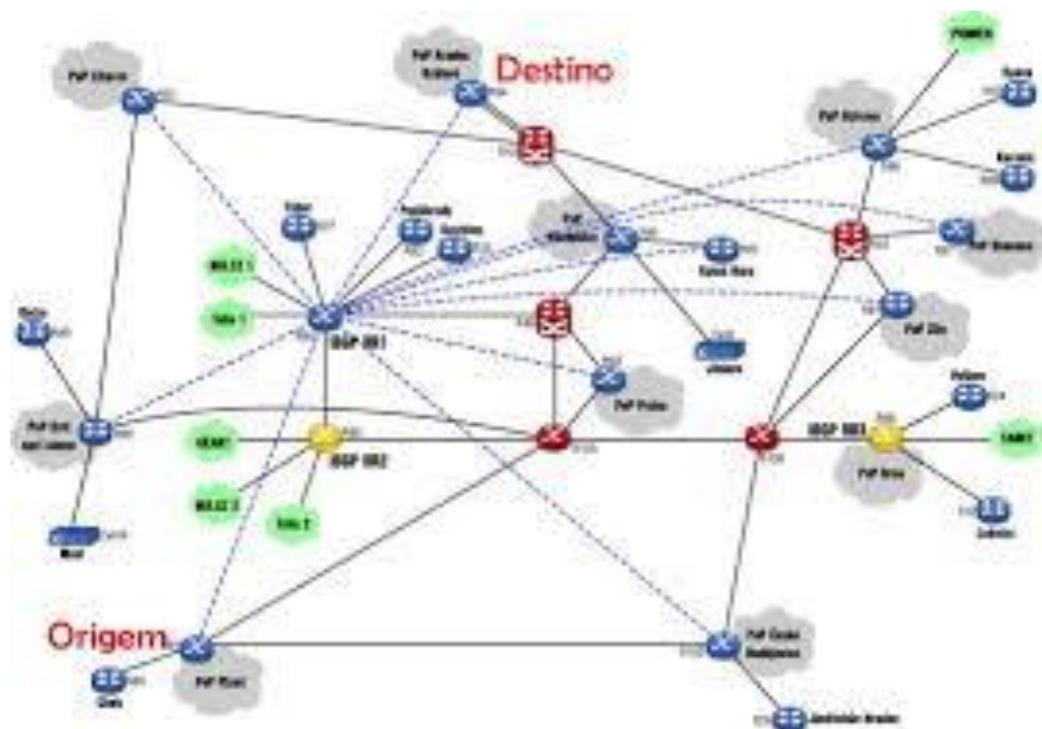


PROTOCOLO DE ROTEAMENTO - RIP



- Foi especificado originalmente pela RFC 1058
- É um protocolo de vetores de distância.
- O contador de saltos é usado como métrica para escolher os caminhos – valor máximo 15 saltos
- Como padrão, as atualizações de roteamento são transmitidas a cada 30s.

PROTOCOLO RIP



- RIP versão 1 e versão 2.
- O primeiro é classfull, ou seja, suporta apenas classes cheias (A, B ou C) ou subrede com a mesma máscara e troca atualizações de roteamento via broadcast.
- Já a versão 2 suporta CIDR (classless) e VLSM (divisão de subredes com várias máscaras de subrede), além disso, troca informações através de multicast no endereço 224.0.0.9.
- Ambas as versões trocam informações utilizando UDP na porta 520.

RIP - VERSÃO 1

- Para configurar o RIP versão 1 basta ativar o protocolo com o comando “router rip”, depois em modo de configuração do roteador definir as redes que serão anunciadas com o comando “network”.
- No comando network utilizar apenas as redes classfull e não subredes, por exemplo, se no roteador você tem as redes 10.0.0.0/24 e 10.0.1.0/24 você deve anunciar “network 10.0.0.0”, ou seja, apenas a classe A cheia, sem subredes.

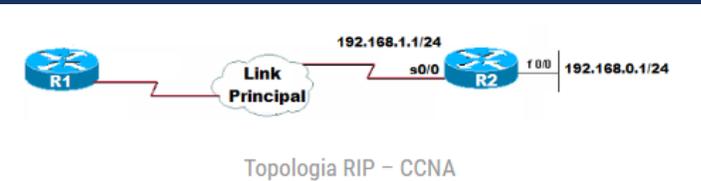
```
R2#conf t
```

```
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
```

```
R2(config)#router rip
```

```
R2(config-router)#network 192.168.1.0
```

```
R2(config-router)#network 192.168.0.0
```



Para ativar a versão 2 basta adicionar o comando “version 2”.
O comando “no auto-summary” desabilita a sumarização automática em redes classfull.

RIP – VERSÃO 2

```
R2#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
R2(config)#router rip
R2(config-router)#version 2
R2(config-router)#no auto-summary
R2(config-router)#network 192.168.1.0
R2(config-router)#network 192.168.0.0
```

ROTEAMENTO POR ESTADO DO ENLACE

- Algoritmo alternativo ao roteamento por vetor de distância
- O roteamento por estado do enlace é implementado nos protocolos OSPF (Open Shortest Path First);
- O algoritmo baseado no estado do enlace tem uma visão global da rede;

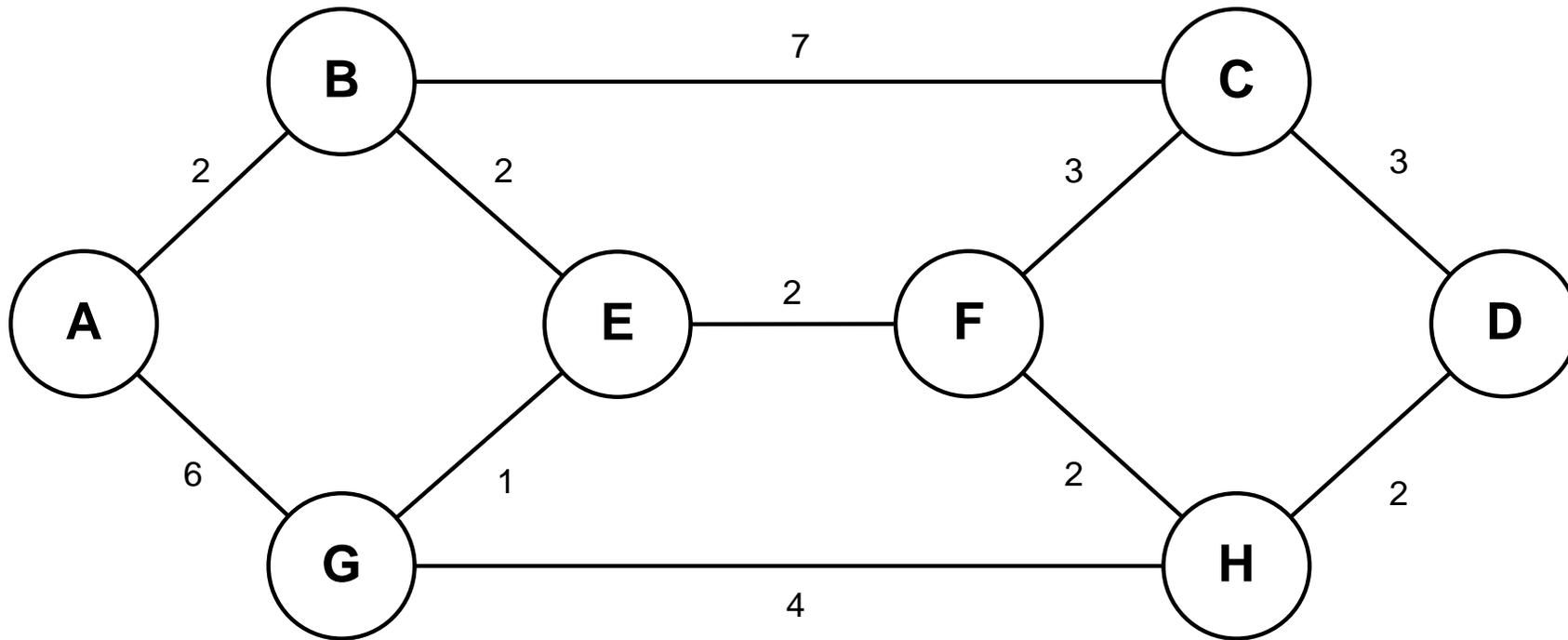
ROTEAMENTO POR ESTADO DO ENLACE

- Todos os roteadores mantêm uma base de dados com informações sobre todos os caminhos disponíveis e seus respectivos custos.
- As informações são, periodicamente, atualizadas;
- Sempre que for necessário reencaminhar um pacote, o roteador pode calcular o melhor caminho com base nessas informações;

MÉTRICAS DO ROTEAMENTO POR ESTADO DO ENLACE

- Número de saltos;
- Taxa de transmissão e carga da rede;
- Atraso;
- Taxa de erro;
- ...

EXEMPLO DO ROTEAMENTO POR ESTADO DO ENLACE



ATIVIDADE

- 1. O que é a rota default? Qual sua função?
- 2. O que diferencia a configuração de roteamento estático do roteamento dinâmico?
- 3. Em qual tipo de roteamento podemos classificar o RIP?
- 4. Qual a diferença básica do algoritmo de roteamento de estado de link e de vetor de distância?

UM OLHAR SOBRE O IPV6

- O principal problema do protocolo IPv4, apresentado anteriormente, é com relação ao espaço de endereçamento disponível;
 - Proposta de uma nova versão IP chamada IPV6;
 - Endereços de 128 bits – 2^{128} endereços;
 - Uso do formato hexadecimal para representação de endereços
 - 2001:DB8::FF00:42:8329

UM OLHAR SOBRE O IPV6

- Esquema de divisão de endereço em rede/host
 - 2001:DB8::FF00:42:8329/64
- Mesmo sendo uma solução definitiva para os problemas apresentados pela versão 4 do protocolo, ainda levará algum tempo para o IPV6 ser implementado em larga escala;

REFERÊNCIAS

- COMER, Douglas E. Redes de Computadores e Internet. Porto Alegre: Bookman, 2016. <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582603734/>
- TANENBAUM, Andrew. Redes de Computadores. 5.ed. São Paulo: Campus, 2011. <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/2610>
- MORAES, Alexandre Fernandes de; Redes de computadores. -- 1. ed. -- São Paulo : Érica, 2014. <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788536532981/>

FIM UNIDADE 5