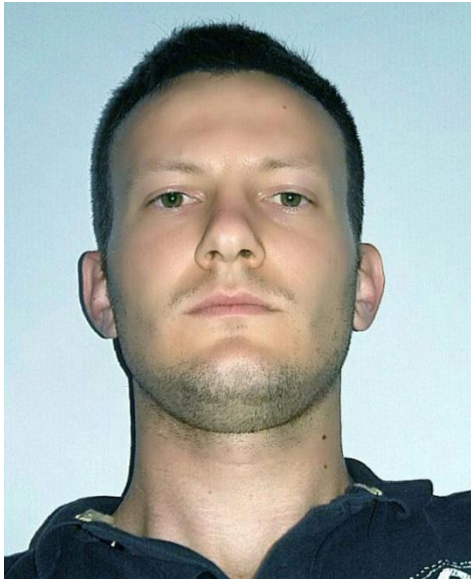


# Redes de Computadores

Roteamento

# Rafael Barão



- Mini – CV
  - Administrador de Redes do Poder Legislativo da cidade de Guarulhos-SP
  - Graduado em Ciência da Computação pela UNISO em 2010
  - Principais Aprovações:
    - PF 2013 – Perito Criminal Federal
    - SERPRO 2013 – Analista de Suporte
    - ANP 2012 – Analista Administrativo
    - CNJ 2012 – Analista Judiciário
    - CMG 2012 – Administrador de Redes
    - DATAPREV 2008 – Analista de TI (Banco de Dados)

# Rafael Barão

- Contatos:



<http://www.itnerante.com.br/profile/RafaelBarao>

<http://www.provasdeti.com.br/por-professor/rafael-barao.html>

<https://twitter.com/rafbarao>

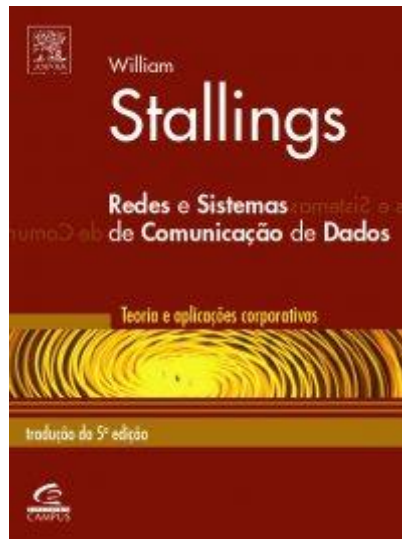
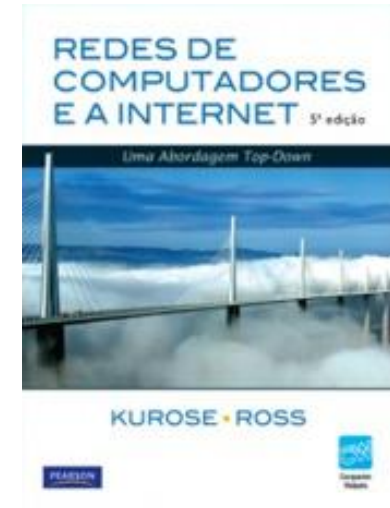
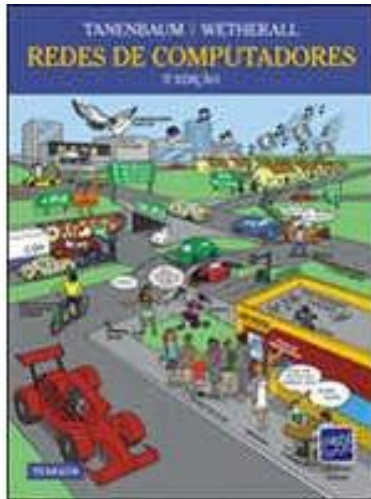


[rafbarao@hotmail.com](mailto:rafbarao@hotmail.com)

# Escopo

- Abordar os assuntos mais recorrentes e com fortes tendências para concursos atuais
- Familiarizar o concursando com os tipos de questões mais frequentes.
- Abordar as metodologias de resolução de questões das principais bancas

# Bibliografia



# Roteamento – Carga Horária

- **11 vídeo aulas (03h54m09s / 00h22m05s)**

- Conceitos iniciais sobre roteamento
  - Algoritmos estáticos e dinâmicos
- Roteamento Hierárquico
  - Sistemas Autônomos
- RIP - Routing Information Protocol
  - Características e funcionamento
  - Limitações e versões
- OSPF - Open Shortest Path First
  - Mensagens e métricas
  - Hierarquia e classificações
- Primeira bateria de questões de aprendizagem
- BGP - Border Gateway Protocol
  - Mensagens e atributos de caminhos
  - RIB, Políticas, iBGP e eBGP
- Segunda bateria de questões de aprendizagem
- Outros protocolos de roteamento
  - IGRP, EIGRP, VRRP
- Terceira bateria de questões de aprendizagem



# Redes de Computadores

Roteamento

# Conceitos Iniciais

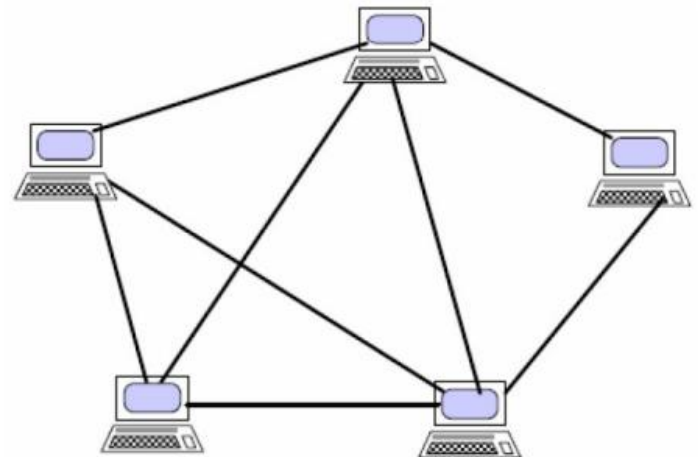
- Camada de rede
  - Rotear pacotes de um host de origem até um host de destino
  - Enviar pacotes para redes distintas
- O que é roteamento?
  - Parte do software da camada de rede responsável pela decisão sobre a linha de saída a ser usada na transmissão do pacote de entrada





# Conceitos Iniciais

- Por que rotear?
  - Topologia parcialmente ligada/grafu
- Quando rotear?
  - Serviço de comutação por pacotes
    - Circuitos virtuais
      - Roteamento por sessão
      - Apenas no estabelecimento
    - Datagramas
      - Roteamento constante



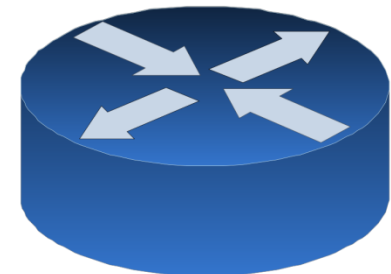
# Conceitos Iniciais

- Roteamento ideal
  - Capaz de aceitar as alterações na topologia e no tráfego
  - Sem interromper as tarefas de outros hosts
  - Não necessita que a rede seja reinicializada em caso de mudança ou falha



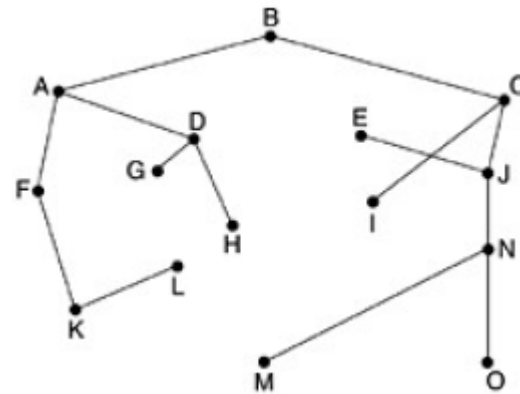
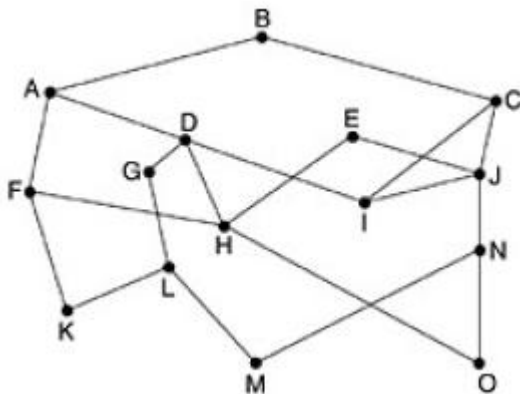
# Conceitos Iniciais

- Roteador possui 2 processos
  - Roteamento
    - Tomada de decisão sobre quais rotas utilizar
    - Responsável pelo preenchimento e pela atualização das tabelas de roteamento
  - Encaminhamento/Repasse
    - O que acontece quando um pacote chega
    - Procura a linha de saída a ser usada
      - Tabela de roteamento
    - Roteador default



# Algoritmos de Roteamento

- Objetivo
  - Descobrir e utilizar as melhores árvores de escoamento
- Árvore de escoamento
  - Não é necessariamente exclusiva
  - Não contém loops

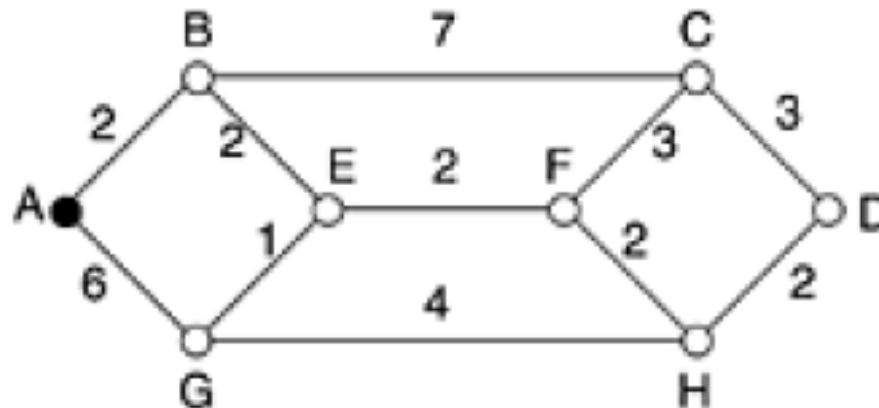


# Classes de Algoritmos de Roteamento

- Estáticos / Não adaptativos
  - Não reagem a mudanças na topologia ou tráfego
  - Rotas estabelecidas previamente
  - Utilizado em redes muito pequenas
  - Baixa complexidade dos roteadores
  - Pouca utilização da banda
  - Rotas mudam pouco

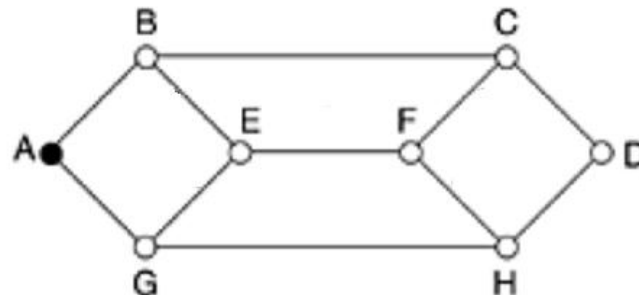
# Classes de Algoritmos de Roteamento

- Estáticos / Não adaptativos
  - Dijkstra
    - Caminho mais curto
    - Independe da métrica utiliza
    - Deve ser acionado



# Classes de Algoritmos de Roteamento

- Estáticos / Não adaptativos
  - Inundação (flooding)
    - Cada pacote de entrada é enviado para todas as linhas de saída
      - Exceto para a linha em que o pacote chegou
    - Sempre utilizará o melhor caminho
    - Vasta quantidade de pacotes duplicados
    - Inundação Seletiva



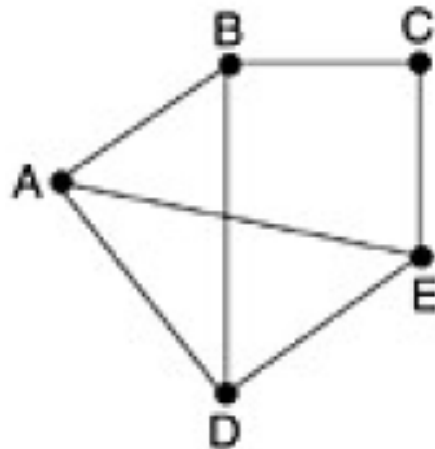
# Classes de Algoritmos de Roteamento

- Dinâmicos / Adaptativos
  - Refletem as mudanças na topologia ou no tráfego
  - Não há necessidade de intervenção humana
  - Busca da rota mais viável
  - Atualização da tabela de roteamento
  - Base dos protocolos de roteamento
    - RIP, OSPF, BGP



# Classes de Algoritmos de Roteamento

- Dinâmicos / Adaptativos
  - Algoritmos de roteamento globais
    - Conhecem completamente a rede
    - Centralizado
    - Duplicado
  - Algoritmos de roteamento descentralizados
    - Conhecem apenas informações de seus vizinhos
    - Cálculo iterativo e distribuído



# Classes de Algoritmos de Roteamento

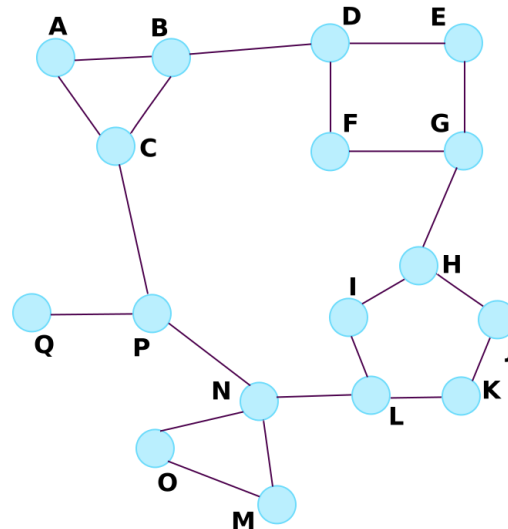
- Dinâmicos / Adaptativos
  - Vetor de distância
    - Custo medido com base na contagem de saltos (hops)
    - Roteamento descentralizado
    - Implementação simples
    - Troca muitas mensagens entre roteadores
  - Estado de enlace
    - Considera largura de banda e carga do link
    - Roteamento global
    - Troca poucas mensagens

# Roteamento Hierárquico

- Dois problemas
  - Escala
    - Aumento do tamanho das tabelas de roteamento
    - Aumento do tráfego
    - Maior capacidade de armazenamento dos roteadores
    - Maior tempo de propagação
  - Autonomia administrativa
    - Controle dos equipamentos por parte das empresas
    - Independência do algoritmo de roteamento
    - Restrição de tráfego

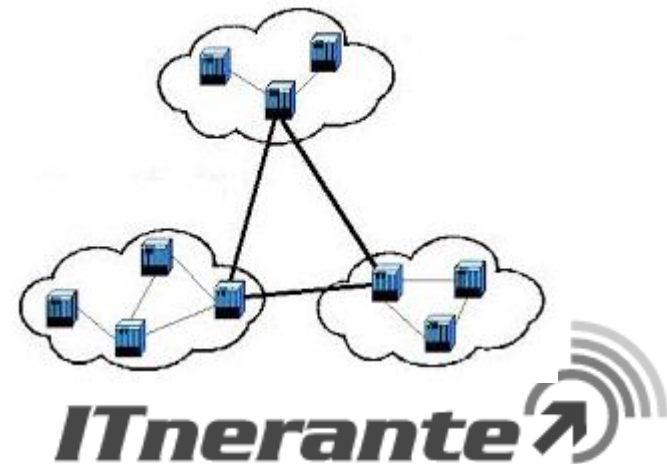
# Roteamento Hierárquico

- Grupos de roteadores são divididos em regiões
  - Cada roteador mantém informações das rotas de sua região
  - Roteadores não conhecem nada sobre outras regiões



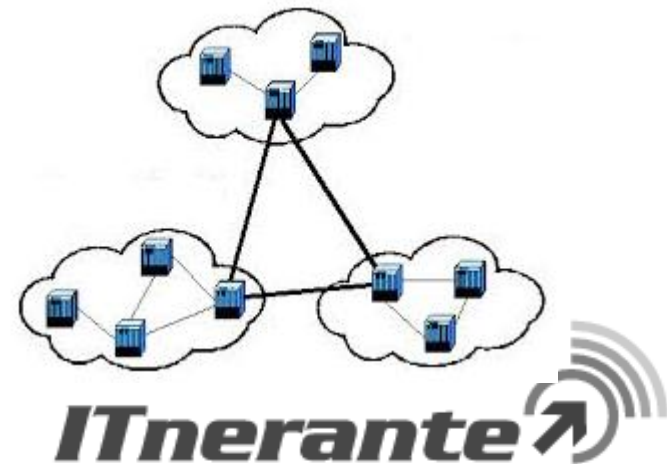
# Roteamento Hierárquico

- Sistema Autônomo
  - Conjunto de redes com roteadores que possuem políticas de roteamento comuns
  - Mesma autoridade administrativa
  - Roteadores rodam o mesmo protocolo de roteamento
  - Reduz a tabela de roteamento



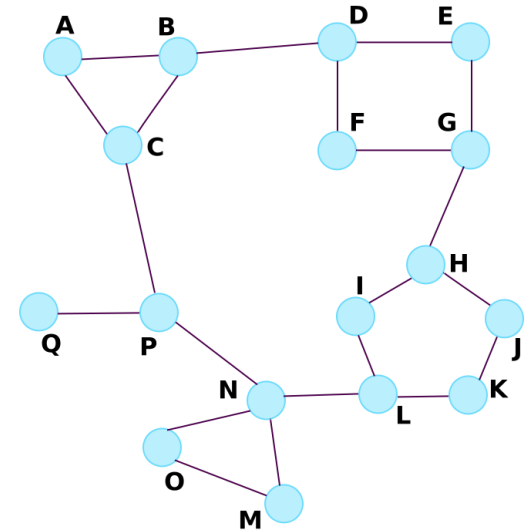
# Roteamento Hierárquico

- Interior Gateway Protocol (IGP)
  - Atua dentro de um SA
  - Protocolo Intra-AS
    - RIP, OSPF
- Exterior Gateway Protocol (EGP)
  - Atua entre SAs
  - Protocolo Inter-AS
    - BGP
- Roteadores de borda / fronteira
  - Portão de saída/entrada para um SA
  - Roteadores multiprotocolo
  - Default Gateway



# Roteamento Hierárquico

- Categorias de SAs
  - STUB ou single homed
    - Um único ponto de saída
  - Multihomed no-transit
    - Possui mais de um ponto de saída
    - Não permite tráfego de trânsito através dele
  - Multihomed transit
    - Possui mais de um ponto de saída
    - Permite tráfego através dele



# Protocolos de Roteamento

RIP



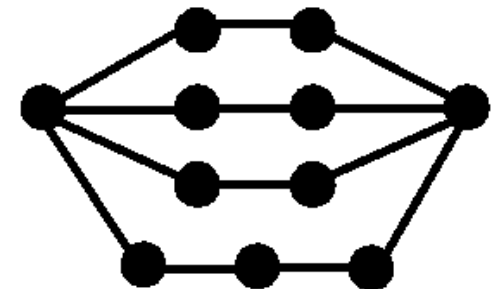
# Protocolo RIP

- Características
  - Routing Information Protocol
  - Protocolo antigo
    - Ainda utilizado em redes pequenas
  - Camada de aplicação - UDP 520
  - Utiliza contagem de saltos (hops) como métrica de custo
  - Propaga a tabela de roteamento inteira
    - Resposta RIP / Anúncio RIP
    - Rotas só são substituídas em caso de serem melhores



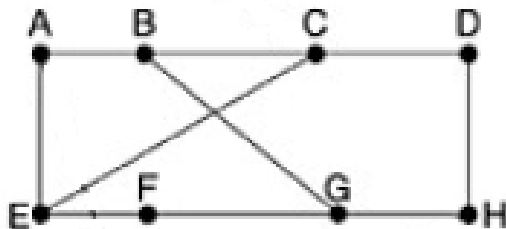
# Protocolo RIP

- Características
  - Tabelas de roteamento enviadas a cada 30 segundos para seus vizinhos
    - Passados 180 segundos sem anúncios de vizinhos, estes são considerados inativos
  - Não reconhece a topologia da rede
    - Descentralizado
  - Realiza balanceamento de carga
    - Mesmo custo
    - Até 6 caminhos



# Protocolo RIP

- Algoritmo de vetor de distância
  - Algoritmo de roteamento original da ARPANET
  - Bellman- Ford
  - Ford-Fulkerson
- Funcionamento

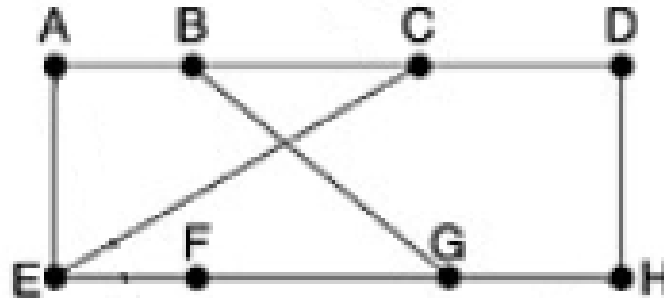


Rotas	E	B
B	2	0
C	1	1
D	2	2
E	0	2
F	1	2
G	2	1
H	3	2

Rotas	A	Int.
B	1	B
C	2	B
D	3	B
E	1	E
F	2	E
G	2	B
H	3	B

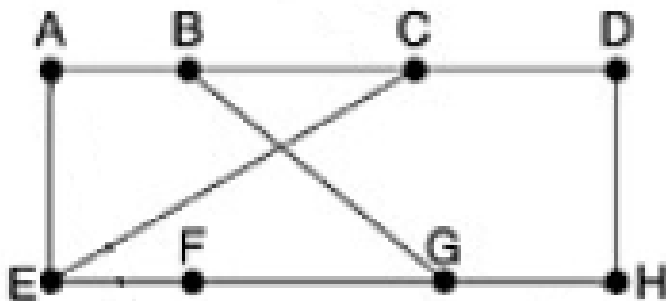
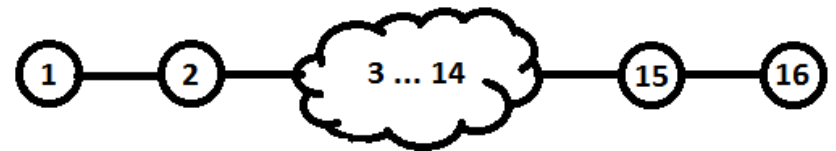
# Protocolo RIP

- Problemas e Limitações
  - Convergência lenta
    - Converge de forma proporcional ao número de nós da rede



# Protocolo RIP

- Problemas e Limitações
  - Contagem até o infinito
    - Máximo de 15 hops

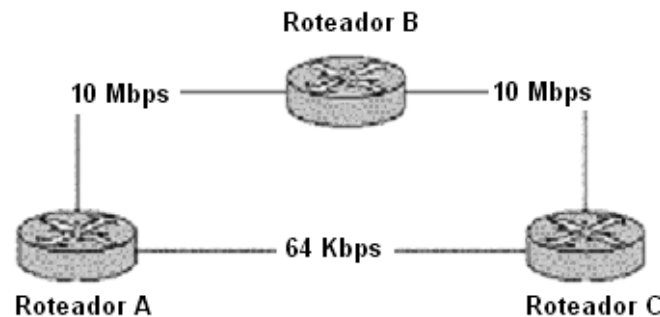


Rotas	A	Int.
B	1	B
C	2	B
D	3	B
E	1	E
F	2	E
G	2	B
H	3	B

Rotas	B
B	0
C	1
D	2
E	2
F	2
G	1
H	2

# Protocolo RIP

- Problemas e Limitações
  - Muitas trocas de mensagens
    - Cada entrada na tabela de roteamento contém uma entrada para cada rede
    - Aceita até 25 rotas de destino dentro do AS
  - Não suporta roteamento hierárquico
    - Intra-AS
  - Largura de banda não era considerada
    - O menor caminho nem sempre é o melhor caminho



*Decisão do melhor caminho segundo o RIP*

# Protocolo RIP

- Versões
  - RIPv1
    - Não suporta endereços de sub-rede nem classless
    - Difusão via broadcast
    - Não suporta autenticação
  - RIPv2
    - Acomoda máscaras de sub-rede
      - Suporte a CIDR
    - Difusão via multicast
    - Possui autenticação
      - Senha
      - MD5

# Protocolos de Roteamento

OSPF



# Protocolo OSPF

- Características
  - Open Shortest Path First
  - Versão 3
    - IPv6
  - Camada de Rede
    - Diretamente sobre o IP
    - Protocol = 89
  - Conhece a topologia da rede
    - Roteamento global
  - Métrica baseada em custo
    - Largura de banda, carga, distância, etc
    - Não há limite de saltos



# Protocolo OSPF

- Características
  - Melhor convergência
    - Proporção logarítmica ao número de enlace
  - Não depende de cálculos intermediários
    - Propaga apenas os custos para alcançar seus vizinhos
  - Atualização das tabelas é incremental
    - Alterações de rotas
    - A cada 30 minutos
  - Poucas trocas de mensagens
    - Consome menos banda



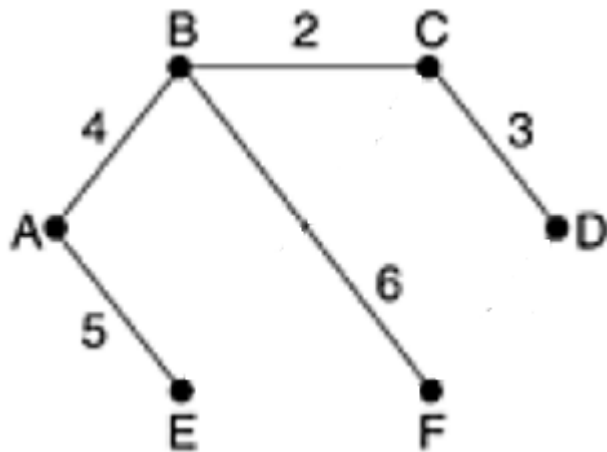
# Protocolo OSPF

- Algoritmo de estado de enlace
- Tarefas
  1. Descobrir seus vizinhos
    - Mensagem HELLO
  2. Medir o retardo até seus vizinhos
    - Mensagem ECHO
  3. Criar um pacote com o que foi aprendido
    - ID do transmissor
    - Nº de sequência
    - Idade
    - Lista de vizinhos com o retardo para alcançá-los
  4. Enviar esse pacote a todos os outros roteadores
    - Inundação
    - LINK STATE UPDATE
  5. Calcular o caminho mais curto até outros roteadores
    - Cria o grafo completo da rede
    - Calcula o caminho mais curto
      - **Dijkstra** (Shortest Path First)



# Protocolo OSPF

- Algoritmo de estado de enlace
- Funcionamento
  1. Descobrir seus vizinhos
  2. Medir o retardo até seus vizinhos
  3. Criar um pacote com o que foi aprendido
  4. Enviar esse pacote a todos os outros roteadores
  5. Calcular o caminho mais curto até outros roteadores



A	
Seq.	
Age	
B	4
E	5

B	
Seq.	
Age	
A	4
C	2
F	6

C	
Seq.	
Age	
B	2
D	3
E	1

D	
Seq.	
Age	
C	3
F	7

E	
Seq.	
Age	
A	5
C	1
F	8

F	
Seq.	
Age	
B	6
D	7
E	8

# Protocolo OSPF

- Algoritmo de estado de enlace
  - Vantagens
    - Roteador conhece a topologia de toda rede
    - Cada roteador calcula suas rotas com independência
      - Consome mais CPU que processos RIP
    - Maior escalabilidade
      - Não há limite de hops
      - Troca de dados é menor
    - Trabalha com larguras de banda heterogêneas
    - Escolhe sempre a melhor rota

# Protocolo OSPF

- Mensagens
  - Hello
    - Usada para descobrir quem são os vizinhos
  - Link state update
    - Fornece os custos do transmissor a seus vizinhos
  - Link state ack
    - Confirma a atualização do estado do enlace
  - Database description
    - Anuncia quais são as atualizações do transmissor
  - Link state request
    - Solicita informações do parceiro



# Protocolo OSPF

- Outras características
  - Protocolo Intra-AS \*
    - iGP
  - Segurança
    - Autenticação simples em texto claro
    - Integridade/autenticação via MD5
  - Suporte a multicast
    - Multicast OSPF (MOSPF)
  - Compatibilidade com CIDR



# Protocolo OSPF

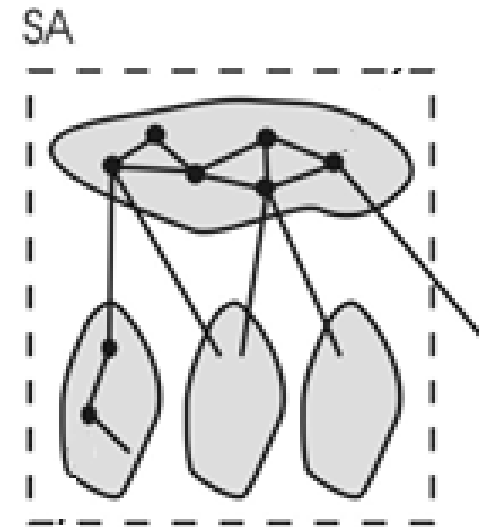
- Custo dos enlaces
  - Suporte a métricas
    - Largura de banda
    - Delay
    - Distância
    - Confiança
  - Gera múltiplas tabelas de roteamento
    - Com foco em Type of Service (ToS) diferentes
  - Inseridos pelo administrador da rede
  - Caminhos múltiplos de mesmo custo
    - Balanceamento de carga
    - Equal Cost MultiPath (ECMP)





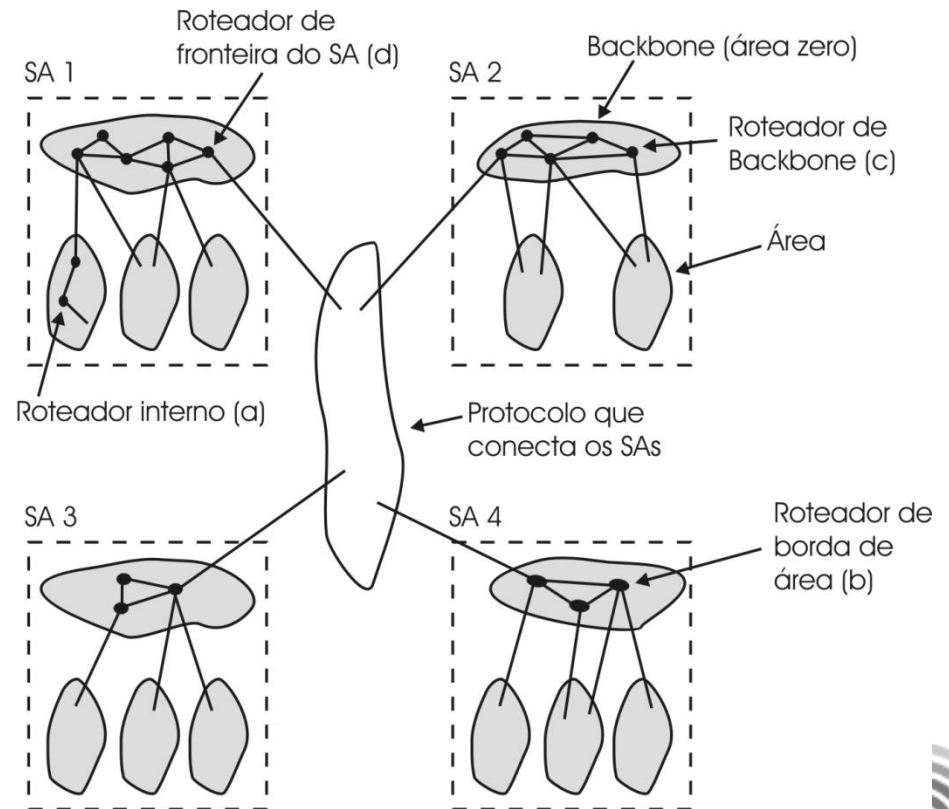
# Protocolo OSPF

- Suporte hierárquico
  - Divisão lógica de um SA em áreas
    - Uma ou mais redes em um domínio administrativo
    - Cada área possui um BD de estado de enlace distinto
      - Uma área não conhece a topologia da outra
      - Mesmo protocolo de roteamento
  - Área de backbone ou Área 0
    - Área obrigatória
    - Responsável pelo roteamento entre outras áreas do AS
  - Link virtual
    - Situações em que não é possível estabelecer conexão direta com a área 0



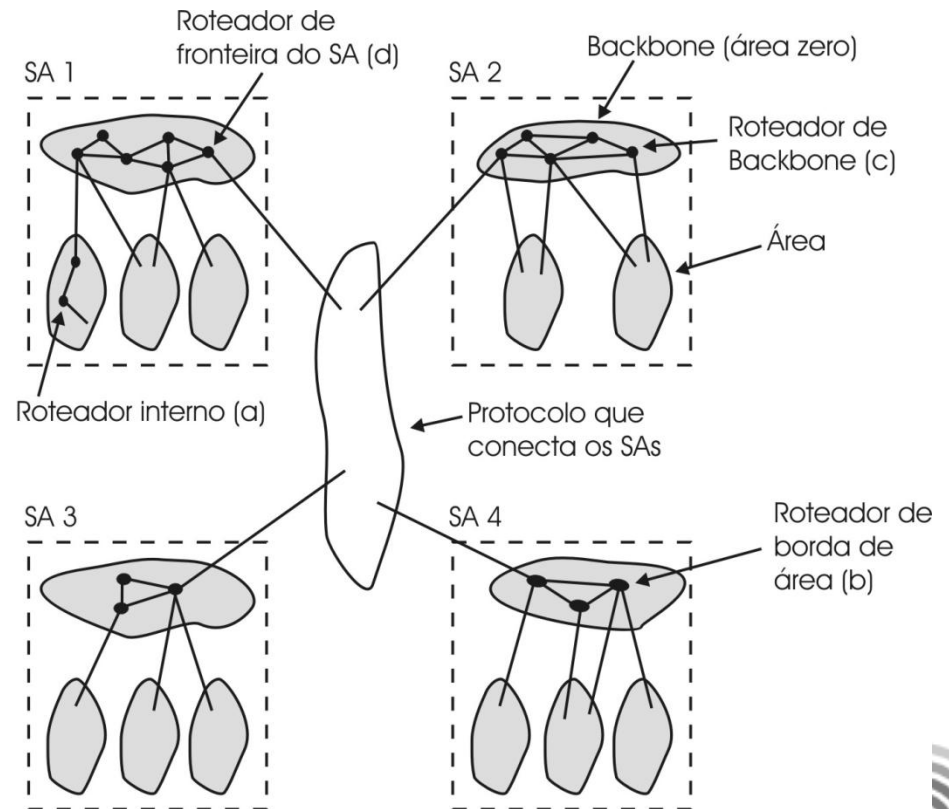
# Protocolo OSPF

- Classes de roteadores
  - Internos (única área)
  - Borda de área
  - De backbone
  - De fronteira do SA



# Protocolo OSPF

- Tipos de rota
  - Entre sistemas autônomos
  - Entre áreas
  - Na mesma área



# Protocolo OSPF

- Centralização

- Vizinhos

- Estão conectados fisicamente
    - Descoberta por meio da mensagem HELLO

- Adjacentes

- Trocam informações de roteamento entre si

- Designados

- Adjacente a todos os roteadores
    - Calcula e distribui todas as rotas
    - Necessidade de roteador de backup



# RIP vs OSPF

Propriedade	RIP	OSPF
Categoria	Intra-AS (iGP)	Intra-AS (iGP)
Tipo	Vetor de distância	Estado de enlace
Camada	Aplicação (UDP 520)	Rede
Contagem máxima de saltos	15	Não há limite
Tamanho da rede	Pequena	Pequena até grande
IPv6	RIPng	OSPFv3
Principal algoritmo para cálculo	Bellman-Ford	Dijkstra
Convergência	Lenta	Rápida
CIDR	RIPv2	Sim
Atualização de roteamento	30 s	30 min ou alteração
Uso de banda	Muito	Pouco
Hierarquia	Não	Sim
Métrica	Contagem de saltos	Custo
Topologia	Descentralizado	Global
Balanceamento de carga	Sim	Sim
Multicast	RIPv2	Sim
Autenticação	RIPv2	Sim

# Questões de Aprendizagem

Protocolos RIP e OSPF

## **TJ/ES – CESPE 2011 – Analista Judiciário 2 – Informática**

A infraestrutura de redes de computadores de determinado tribunal apresenta topologia em anel, arquitetura token ring no padrão IEEE 802.5 e cabeamento do tipo cabo coaxial. Essa rede necessita ser modificada, com a aquisição e instalação de novos dispositivos de redes, switches e hubs, a fim de apresentar as características seguintes:

- I velocidade de 1 Gbps em determinados segmentos de rede;
- II rede wireless para visitantes e para equipamentos cadastrados de servidores;
- III serviços de voz e vídeo sobre IP;
- IV segmento na rede interna exclusivamente para gerenciamento e armazenamento de dados em massa;
- V segurança em alguns serviços disponibilizados no sítio do tribunal;
- VI serviço de diretórios na rede interna.

- 1) Considere que a rede atual do tribunal seja composta por três redes internas (LANs), independentes entre si, e que cada LAN seja um sistema autônomo ( SA ). Nessa situação, caso seja necessário avaliar as técnicas de roteamento internas e externas, é adequado utilizar o protocolo RIP, se o roteamento for interno, ou seja, dentro do SA; e os protocolos OSPF e BGP, se o roteamento for entre SAs.

2) Cada nó de uma rede com arquitetura TCP/IP precisa dispor de uma tabela de roteamento para poder encaminhar corretamente datagramas IP através da rede. Cada máquina/roteador mantém uma tabela de roteamento onde é indicada a menor distância conhecida até cada rede destino e que conexão usar para chegar lá. Essa menor distância é a chamada métrica do roteamento dinâmico, e, no caso do RIP, é definida como sendo

- A. o caminho com menor tempo de entrega dos datagramas.
- B. a quantidade de nós intermediários que um datagrama tem de atravessar até chegar ao seu destino.
- C. o caminho com menor taxa de congestionamento e de erro.
- D. a quantidade de computadores existentes nas redes envolvidas.
- E. o caminho que oferece sempre a maior velocidade de transmissão, considerando o tipo de meio de transmissão utilizado.



## **Correios – CESPE 2011 – Analista – Engenharia de Redes de Comunicações**

Com relação ao OSPF e ao RIP, protocolos de rede do tipo iGP (interior gateway protocol), julgue os itens.

- 3) Dois roteadores que pertençam à mesma área irão conter bases de dados de estado de enlace distintas, pois cada roteador executa o seu próprio processo OSPF.
- 4) Considere que, após análise de um projeto para a implantação de rede com o OSPF, tenha se recomendado que a área backbone ou área 0 não seja configurada, por se tratar de um número de roteadores inferior a 20. Nesse caso, seguindo-se essa recomendação, a rede poderá ser implantada com êxito.
- 5) Se uma rede for dotada de equipamentos roteadores que possuam apenas funcionalidade de roteamento RIP v1, então as sub-redes ligadas a esses roteadores deverão ser configuradas com base em endereços do tipo CIDR.
- 6) O RIP v1 é embasado no algoritmo Bellman-Ford e opera com desempenho adequado para redes em pequena escala; porém, para redes com um maior número de elementos na camada de rede, o seu desempenho é ruim, se comparado ao tempo de convergência do OSPF.

7) Marque a opção correta.

- A. O RIP (**Routing Information Protocol**) é um exemplo de um protocolo de roteamento interdomínio que utiliza algoritmo de vetor de distância.
- B. O RIP é um exemplo de um protocolo de roteamento intradomínio que utiliza algoritmo de estado de enlace.
- C. O OSPF (**Open Shortest Path First**) é um exemplo de um protocolo de roteamento intradomínio que utiliza algoritmo de estado de enlace.
- D. O OSPF (**Open Shortest Path First**) é um exemplo de um protocolo de roteamento intradomínio que utiliza algoritmo de vetor de distância.
- E. O OSPF funciona bem em sistemas pequenos, mas normalmente é substituído pelo RIP em redes maiores.

Acerca dos protocolos de roteamento, julgue os itens seguintes.

- 8) A segurança do protocolo OSPF (open shortest path first) permite que a troca de informações entre roteadores seja autenticada e que somente os roteadores de confiança participem de um sistema autônomo.
- 9) O protocolo de roteamento RIP (routing information protocol) emprega um vetor de distância e limita-se ao custo máximo de um caminho de 45 saltos.

Julgue os itens que se seguem com referência a protocolos de roteamento.

- 10) Tanto no protocolo de roteamento OSPF quanto no RIP, a rota que um pacote de dados faz é sempre a mesma, já que os roteadores não percebem que há mais de um caminho para atingir o destino.
- 11) Uma das desvantagens do protocolo RIP V.1 é que ele define o caminho para atingir as redes com base na distância que é necessária para chegar até elas, não levando em conta o desempenho da rota.

**TRE/MS – CESPE 2013 – Analista Judiciário – Analista de Sistemas**

12) Acerca dos protocolos de roteamento de redes, assinale a opção correta.

- A. Os protocolos da classe Link State mantêm registros de todas as mudanças ocorridas nas redes, por meio de mensagens de broadcast periodicamente trocadas entre os roteadores de borda.
- B. O RIP é um protocolo da classe Distance Vector que utiliza contagem de saltos para determinação da melhor rota para uma rede remota. Caso se encontre mais de um link para a mesma rede com o mesmo número de saltos para ambas, o referido protocolo executará, automaticamente, o round-robin load balance.
- C. O RIP v2, diferentemente do RIP v1, não envia sua tabela completa de roteamento periodicamente. Ao contrário, ele envia somente os registros que foram alterados na última atualização por meio de broadcast.
- D. Os protocolos da classe Distance Vector utilizam o conceito Hop, pois quanto maior o número de hops necessários para se alcançar uma rede remota, mais bem classificada é a rota.
- E. O OSPF é um tipo de protocolo híbrido, pois guarda características do Distance Vector e Link State.

**CGU – ESAF 2012 – Analista de Finanças e Controle – TI - Infraestrutura**

13) O protocolo de roteamento que funciona transformando o conjunto de redes, roteadores e linhas reais em um grafo orientado, no qual se atribui um custo (distância, retardo etc.) a cada arco, para, em seguida, calcular o caminho mais curto com base nos pesos dos arcos é o

- A. IP.
- B. OSPF.
- C. AODV.
- D. IPX.
- E. RIP.

14) O RIP (routing information protocol) utiliza o algoritmo vetordistância, que informa as possíveis rotas dentro da rede e gera tabelas de roteamento. Nesse sentido, quando uma rota não é atualizada,

- A. a distância é removida imediatamente das tabelas de roteamento.
- B. a distância é colocada como zero e o pacote é desviado para outro switch.
- C. um broadcast é enviado para toda a rede até que a tabela se atualize.
- D. a rede sofre interrupção devido ao grande número de pacotes.
- E. a distância é colocada em infinito e a entrada será posteriormente removida das tabelas de roteamento.

**TRT 1ª – FCC 2011 – Analista Judiciário – Tecnologia da Informação**

15) Considere:

I. RIP usa muita largura de banda quando usado em redes pequenas e tem configuração mais complexa em relação ao OSPF.

II. As mensagens OSPF são transportadas como o payload de datagramas IP usando o valor de identificador de protocolo 89 (0x59) no campo de próximo protocolo no cabeçalho IP.

III. Todas as mensagens OSPF começam com um cabeçalho de mensagem comum.

É correto o que consta em

- A. I, apenas.
- B. II, apenas.
- C. II e III, apenas.
- D. III, apenas.
- E. I, II e III.



## MPE/AM – CESPE 2008 – Agente Técnico – Analista de Rede

Quanto aos protocolos de roteamento, julgue os itens subseqüentes.

- 16) Os protocolos de roteamento podem ser de gateway interior ou exterior, que operam, respectivamente, inter e intradomínio.
- 17) Protocolos distance vector mantêm, durante a operação, uma tabela com informações da menor distância para determinado destino e o caminho que deve ser utilizado. As informações dessa tabela são atualizadas por meio de troca de mensagens sobre o estado dos enlaces de comunicação.
- 18) A operação de protocolos link-state obedece às seguintes fases: descoberta dos roteadores vizinhos e de suas redes; cálculo do custo do envio de mensagens para cada vizinho; formatação e envio das informações coletadas para os vizinhos; cálculo do menor caminho para os outros roteadores.
- 19) RIP é um protocolo embasado no algoritmo distance vector que utiliza a porta 520 UDP.
- 20) OSPF é um protocolo embasado no algoritmo link-state que roda diretamente sobre o IP e que utiliza a designação 89 para protocolo nos datagramas IP.


# Gabarito

- |                         |       |
|-------------------------|-------|
| 1. Era E, passou para C | 11. C |
| 2. B                    | 12. B |
| 3. E                    | 13. B |
| 4. E                    | 14. E |
| 5. E                    | 15. C |
| 6. C                    | 16. E |
| 7. C                    | 17. E |
| 8. C                    | 18. C |
| 9. E                    | 19. C |
| 10. C                   | 20. C |

# Protocolos de Roteamento

BGP

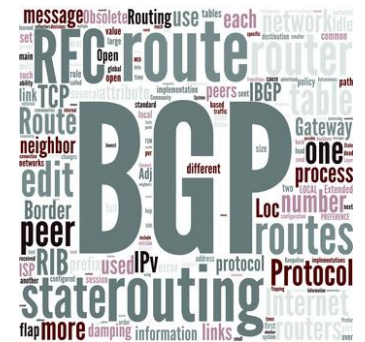
# Protocollo BGP

- Características
    - Border Gateway Protocol
    - Versão 4
    - Substituto do Exterior Gateway Protocol (EGP)
      - Primeiro protocolo inter-AS
      - Problema de loops
      - Não tem suporte a roteamento baseado em políticas
    - Camada de Aplicação - TCP 179
    - Agregação de rotas
      - CIDR
    - Autenticação dos roteadores
      - MD5
- 



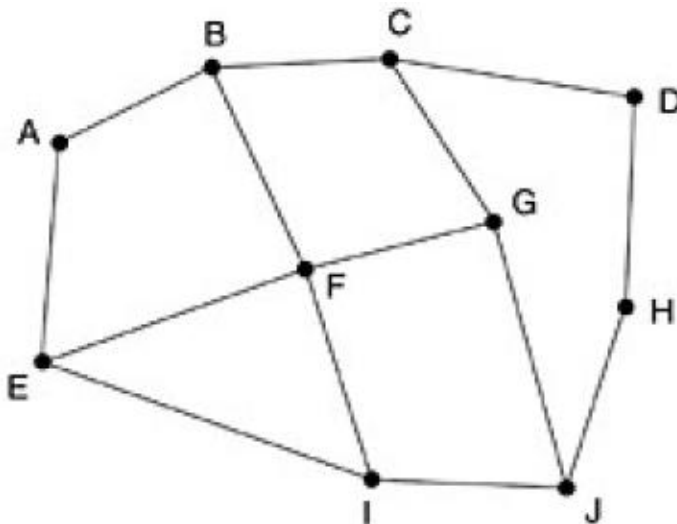
# Protocollo BGP

- Objetivo
  - Anuncia rotas para outros SAs
  - Políticas
    - Restrições de roteamento
    - Imposições humanas
      - Configuração manual ou via script
- Limitações
  - Não define custo para as rotas
    - Foco na alcançabilidade entre SAs
    - Desempenho possui papel secundário
  - Não suporta balanceamento de carga entre SAs



# Protocolo BGP

- Algoritmo vetor caminho
  - Derivação do vetor de distância
  - O roteador conhece o caminho a ser utilizado
    - Não gera loops
    - Não possui contagem até o infinito
  - Não há atualizações periódicas, apenas em mudanças
    - Atualizações incrementais - Deltas



B: Eu uso BCD  
G: Eu uso GCD  
I: Eu uso IJHD  
E: Eu uso EFGCD

# Protocolo BGP

- Mensagens
  - OPEN
    - Estabelece a sessão BGP entre os roteadores
  - UPDATE
    - Envia informações de alcance de rotas
    - Apenas em caso de mudanças
  - KEEP-ALIVE
    - Notifica os vizinhos que o roteador BGP está ativo
  - NOTIFICATION
    - Reporta erros
  - ROUTE-REFRESH
    - Solicita todas as informações de roteamento de um vizinho BGP



# Protocolo BGP

- Atributos de caminho
  - Rota no BGP
    - Prefixo da rede + atributos
  - Conjunto de parâmetros que descrevem as características de um caminho para determinado prefixo IP de destino
  - Usado para seleção de rotas no BGP
    - Quais caminhos irá percorrer?
    - Qual linha de saída utilizar?
    - Quem criou a rota?





# Protocolo BGP

- Atributos de caminho
  - AS-PATH
    - SAs que o rota anunciada percorre
    - ASN - Autonomous System Number
      - Número único para cada SA no mundo
  - NEXT-HOP
    - Interface a ser enviado o pacote
  - ORIGIN
    - Fonte de informações de roteamento



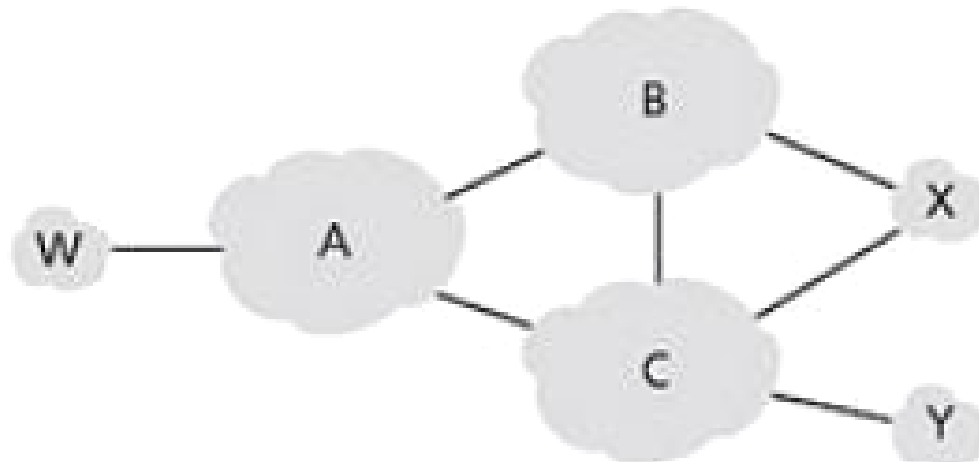
# Protocolo BGP

- Routing Information Base (RIB)
  - O BGP
    - pressupõe a existência de um iGP
    - não possui algoritmos próprios para o cálculo das tabelas de rotas
    - importa rotas de outras fontes
  - A RIB armazena todas essas rotas
  - Políticas de Importação
    - Filtram as rotas que irão para a RIB
  - Políticas de Exportação
    - Filtram as rotas que serão anunciadas pelo BGP



# Protocolo BGP

- Política de Importação X Política de Exportação
  1. W não quer rotear pacotes para X passando por B
  2. X não deseja trafegar dados que não possuam como origem/destino seu próprio AS
  3. B é concorrente de C



# Protocolo BGP

- Routing Information Base (RIB)
  - Adj-RIBs-In
    - Informações de roteamento não editadas recebidas por roteadores vizinhos
  - Loc-RIB
    - Informações usadas pelo roteador para encaminhamento
    - Aplicação das políticas de roteamento
  - Adj-RIBs-Out
    - Informações que o roteador escolhe para anunciar aos seus vizinhos



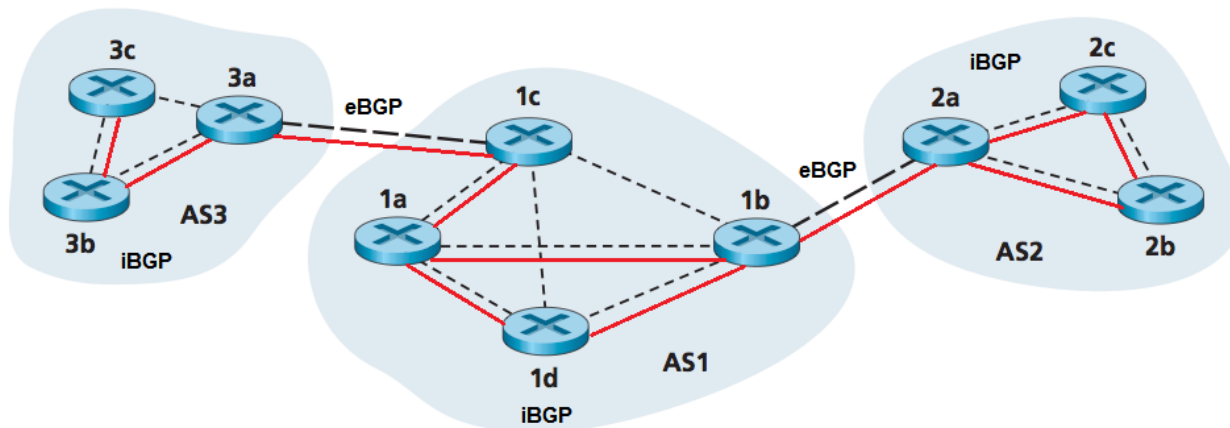
# Protocolo BGP

- Sessões BGP
  - Estabelecimento da conexão TCP entre roteadores
  - Conexões semipermanentes
  - Envio da tabela de rotas apenas uma vez
    - Atualização parcial da tabela
  - Mensagens KEEP-ALIVE mantêm a sessão aberta
  - Mensagens de aviso são enviadas nos casos de erros ou outras situações especiais



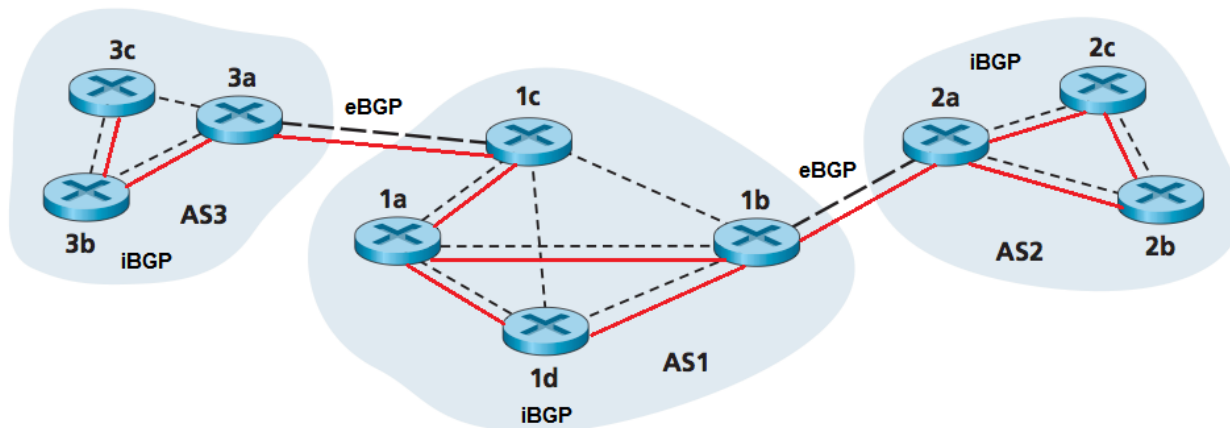
# Protocolo BGP

- Sessões BGP
  - Vizinhos / Neighbors
    - Roteadores que possuem uma sessão BGP estabelecida
  - Pares / Peers
    - Definem as fronteiras políticas dos SAs
    - Também são vizinhos



# Protocolo BGP

- Sessões BGP
  - External BGP (eBGP)
    - Interliga roteadores de dois SAs distintos
    - Devem estar fisicamente ligados
    - Basicamente anuncia as rotas que conhece

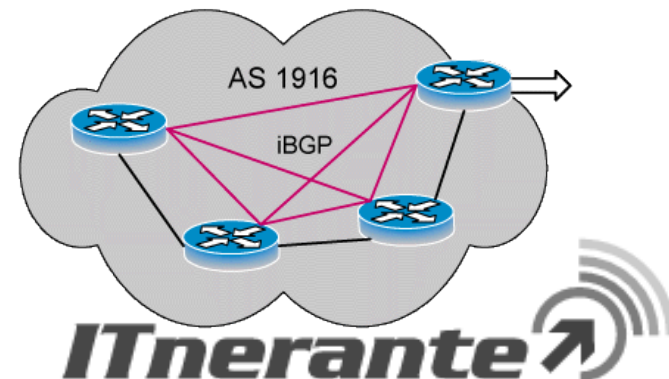


# Protocolo BGP

- Sessões BGP

- Internal BGP (iBGP)

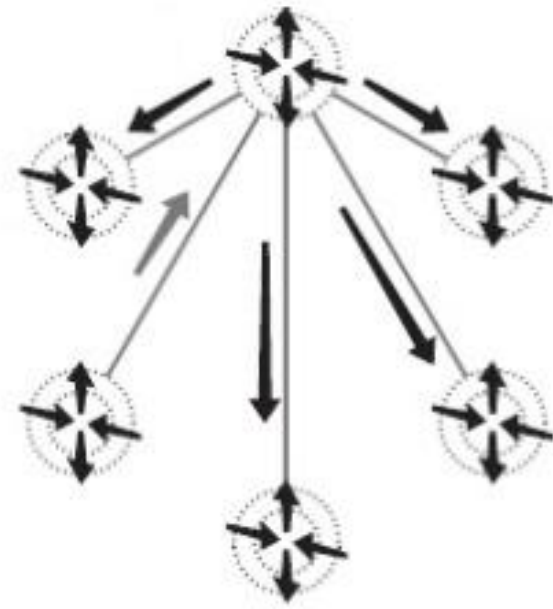
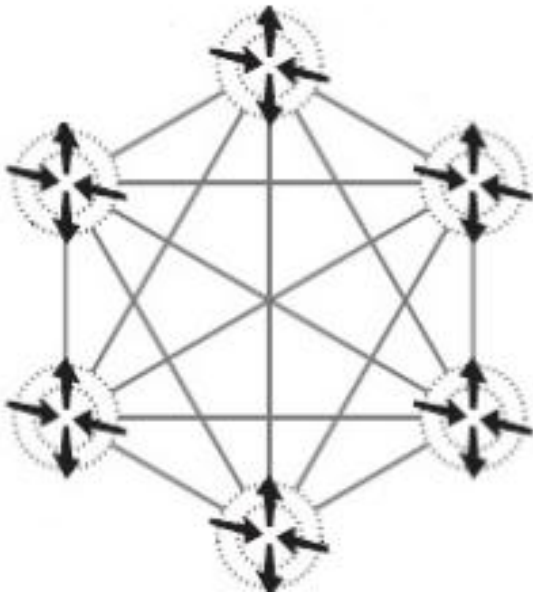
- Conecta roteadores BGP de um mesmo SA
    - Não há necessidade de estar fisicamente conectado
    - Não anuncia rotas
      - Necessário estabelecer uma sessão BGP entre todos os roteadores iBGP
        - » Evitar loops
        - » Malha completa / Full Mesh
      - Provê informações de atingibilidade diretamente a seus vizinhos BGP





# Protocolo BGP

- Reflexão de rotas
  - Número de sessões iBGP cresce com base na fórmula  $n(n-1)/2$
  - Apenas um roteador é eleito Route Reflector
  - Novos atributos
    - Cluster-ID
    - Originator-ID



# Questões de Aprendizagem

Protocolos RIP, OSPF e BGP

## TRANSPETRO – CESGRANRIO 2012 – Engenheiro Júnior – Telecomunicações

21) BGP é um protocolo de gateway de borda para roteamento interdomínios que usa vetor caminho. No que diz respeito às rotas, o BGP utiliza três atributos conhecidos e obrigatórios. O primeiro define a fonte de informações do roteamento, o segundo estabelece a lista de sistemas autônomos por meio dos quais o destino é alcançado, e o terceiro define o próximo roteador para o qual o pacote de dados deve ser enviado. Esses três atributos são, respectivamente,

- A. NEXT\_HOP, ORIGIN e AS\_PATH
- B. NEXT\_HOP, AS\_PATH e ORIGIN
- C. AS\_PATH, ORIGIN e NEXT\_HOP
- D. ORIGIN, NEXT\_HOP e AS\_PATH
- E. ORIGIN, AS\_PATH e NEXT\_HOP

**PREVIC – CESPE 2011 – Analista Administrativo – TI (adaptada)**

A respeito dos protocolos RIP, OSPF, BGP julgue os próximos itens.

- 22) O protocolo de roteamento de borda - border gateway protocol (BGP) - é um sistema de roteamento entre sistemas autônomos - autonomous systems (AS) - que pode ser usado de duas maneiras, IBGP - usado na troca de rotas entre sistemas autônomos - e EBGP - usado dentro de um sistema autônomo.
- 23) São vantagens do protocolo OSPF, em relação ao RIP, a convergência rápida e a ausência de loop. Enquanto o RIP converge proporcionalmente ao número de nós da rede, o OSPF converge em uma proporção logarítmica ao número de enlaces, o que torna a convergência do OSPF muito mais rápida.

24) Assinale a opção correta a respeito de protocolos e tecnologias de roteamento.

- A. Na métrica usada pelo RIP, a distância até um destino é definida como o número de enlaces para alcançar esse destino: por essa razão, essa métrica é denominada contagem de nós.
- B. Em um sistema autônomo que utilize o BGP, o valor infinito exprime o fato de que não há limites para o número de nós na constituição de uma rota.
- C. Na implementação do RIP, se cada nó no domínio possuir a lista dos nós e enlaces do domínio, a forma como eles são interligados, o custo e condição dos enlaces, então os nós poderão usar o algoritmo de Dijkstra para construir a tabela de roteamento.
- D. No RIP, as alterações da rede são rapidamente conhecidas por todos os nós participantes, o que permite a rápida convergência e sincronia nas informações dos roteadores.
- E. O algoritmo de roteamento utilizado pelo RIP determina o melhor caminho entre dois pontos dentro de uma rede examinando a largura de banda dos diversos caminhos e o atraso entre roteadores presentes nesses caminhos.

**DPE/SP – FCC 2013 – Agente de Defensoria Pública – Administrador de Redes**

25) Assinale a afirmativa correta.

- A. Roteadores que utilizam os protocolos RIP (Routing Information Protocol), OSPF (Open Shortest Path First) ou BGP (Border Gateway Protocol) trocam dados entre Sistemas Autônomos.
- B. Protocolo Link State é mais indicado para redes pequenas.
- C. Protocolo Distance Vector é mais indicado para redes com múltiplos domínios.
- D. O protocolo OSPF permite a criação de uma topologia virtual, independentemente das conexões físicas.
- E. O protocolo RIP realiza atualizações de suas tabelas através de um streaming podcast.

## **Banco da Amazônia – CESPE 2010 – TI – Suporte Técnico**

Acerca dos protocolos de roteamento dinâmico, julgue os itens a seguir.

- 26) No protocolo OSPF ( open shortest path first ), uma rota interárea é sempre preferível a uma rota intra-área, independentemente da métrica adotada.
- 27) No contexto do protocolo BGP ( border gateway protocol ), a troca de informações de roteamento entre dois roteadores ocorre por meio de uma sessão estabelecida entre eles. Essa sessão corresponde a uma conexão TCP.
- 28) O protocolo RIP (routing information protocol) utiliza a contagem de enlaces de rede como métrica. Dessa forma, se um pacote precisar passar por N redes para chegar ao seu destino final, o custo total dessa rota será N.
- 29) A versão 2 do protocolo RIP é menos vulnerável a certos tipos de ataques, já que permite a autenticação dos roteadores durante a troca de informações de roteamento, diferentemente da versão 1.

## **Correios – CESPE 2011 – Analista – Engenharia de Redes de Comunicações**

Acerca do uso do protocolo IP, julgue os itens seguintes.

- 30) O estabelecimento de uma sessão BGP depende do estabelecimento de conectividade entre os diversos elementos que compõem a rede. Dessa forma, é necessário que exista uma rota ativa entre os peers (pontos) que estabelecerão a sessão TCP.
- 31) O estabelecimento de uma sessão BGP v4 é efetuado sempre ponto a ponto; portanto, todos os roteadores internos a uma rede que tenham necessidade de receber rotas diretamente do protocolo BGP deverão ter rotas entre si. Essa é uma configuração topológica do tipo full-meshed.
- 32) A funcionalidade de reflexão de rotas no ambiente do BGP é usada apenas nas conexões externas, pois estas são responsáveis pela recepção do maior número de rotas que o roteador irá armazenar.
- 33) A grande vantagem do uso do BGP v4 para o roteamento em um AS é a possibilidade do controle total do tráfego em toda a Internet, tanto com relação aos caminhos de entrada quanto aos de saída nas conexões entre os ASs.
- 34) Um AS (autonomous system), ao se comunicar com outro AS, deverá efetuar uma troca de todas suas rotas internas, usando protocolos iGP, que podem ser o OSPF ou RIP, por exemplo.



35) O protocolo OSPF (open shortest path first) é utilizado para roteamento dentro de um sistema autônomo na Internet. O OSPF

- A. troca informações entre pares de roteadores sobre o roteamento por conexões TCP (transmission control protocol) por meio da porta 179.
- B. obtém de sistemas autônomos vizinhos dados de atingibilidade de sub-redes.
- C. é capaz de propagar a informação de atingibilidade a todos os roteadores internos ao sistema autônomo.
- D. é um protocolo de estado de enlace, que utiliza broadcasting de informação de estado de enlace e algoritmo de caminho de menor custo.
- E. determina a melhor rota para sub-redes, de acordo com as informações de atingibilidade e na política do sistema autônomo.

## SERPRO – CESPE 2008 – Técnico – Qualificação Operação de Redes

Acerca de roteamento estático e dinâmico, julgue os itens que se seguem.

- 36) Um protocolo de roteamento dinâmico pode ser implementado com o algoritmo de vetor distância, também definido como algoritmo de Bellman-Ford. Esse algoritmo trabalha baseado na idéia de que cada roteador propaga periodicamente uma tabela com todas as redes conhecidas, bem como a distância para alcançá-las. Geralmente, a distância é calculada pelo valor de uma métrica associada a cada enlace que faz parte da rota percorrida para alcançar determinada rede.
- 37) Os EGP (exterior gateway protocol) são um grupo de protocolos utilizados para a comunicação entre roteadores que se encontram em diferentes sistemas autônomos. Os protocolos desse tipo garantem que todos os sistemas autônomos mantenham informações consistentes para garantir o funcionamento do roteamento global. Um exemplo de protocolo desse grupo é o BGP ( Border Gateway Protocol ).
- 38) O algoritmo SPF (Shortest Path First) de Dijkstra, utilizado nos protocolos de roteamento de estado do enlace, utiliza as informações de cada roteador para o cálculo das melhores rotas para todos os destinos a partir de uma mesma origem. Em termos de expansão, esse algoritmo tem vantagem sobre o de vetor distância, pois o cálculo do melhor caminho é feito localmente e não depende do cálculo de roteadores intermediários.
- 39) O RIP (routing information protocol) foi um dos primeiros protocolos LSP ( link state protocol ). A cada unidade pré definida de tempo, cada roteador RIP envia atualizações contendo todos os prefixos de sua tabela de rotas aos demais roteadores.

# Gabarito

21. E

22. E

23. C

24. A

25. D

26. E

27. C

28. C

29. C

30. C

31. C

32. E

33. E

34. E

35. D

36. E

37. C

38. C

39. E

# Protocolos de Roteamento

Outros Protocolos

# Protocolo IS-IS

- Intermediate System-Intermediate System
- Proposta ISO
- Protocolo iGP
- Algoritmo de estado de enlace
  - Similar ao OSPF
- Roteamento global
- Suporta vários protocolos de rede
  - IP
  - IPX
  - AppleTalk



# Protocolo IGRP

- Interior Gateway Routing Protocol
- Propriedade da CISCO
- Algoritmo de vetor de distância
- Substituiu o RIP em muitos ambientes
  - Possui várias métricas
  - Convergência mais rápida
  - Evita loops
- Suporta múltiplos protocolos de rede
- Classfull
  - Não usa CIDR
- Considerado obsoleto pela CISCO



# Protocolo EIGRP

- Enhanced Interior Gateway Routing Protocol
- Propriedade da CISCO
- Algoritmo de vetor de distância
- DUAL - Diffusing Update Algorithm
- Suporta múltiplos protocolos de rede
- Classless
  - Faz uso do CIDR
- Compatibilidade com IGRP
- Convergência rápida
- Balanceamento de carga



# Distância Administrativa

- Valor de prioridade utilizado pelos roteadores entre protocolos de roteamento
  - Nos casos em que há duas ou mais rotas para o mesmo destino criadas por protocolos distintos
- Quanto menor o valor da distância administrativa, mais confiável é o protocolo
  - Ex. RIP vs IS-IS
    - IS-IS possui valor 115
    - RIP possui valor 120





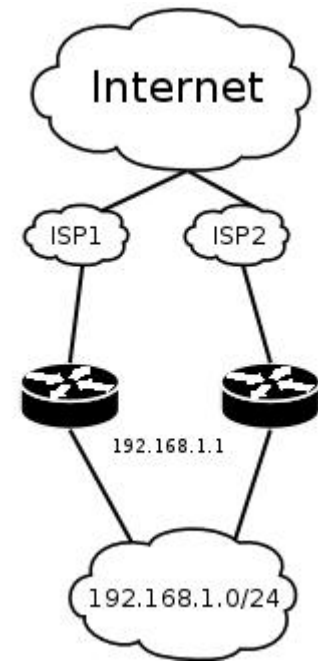
# Distância Administrativa

- Valores padrão de distância administrativa

Origem da Rota	Distancia Adm
Interface diretamente conectada	0
Rota estática com IP como referência	1
Rota estática com Interface como referência	0
EIGRP – rota sumário	5
External Border Gateway Protocol (BGP)	20
EIGRP interno	90
IGRP	100
OSPF	110
Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS)	115
Routing Information Protocol (RIP)	120
Exterior Gateway Protocol (EGP)	140
On Demand Routing (ODR)	160
EIGRP – rota externa	170
BGP interno	200
Desconhecido	255

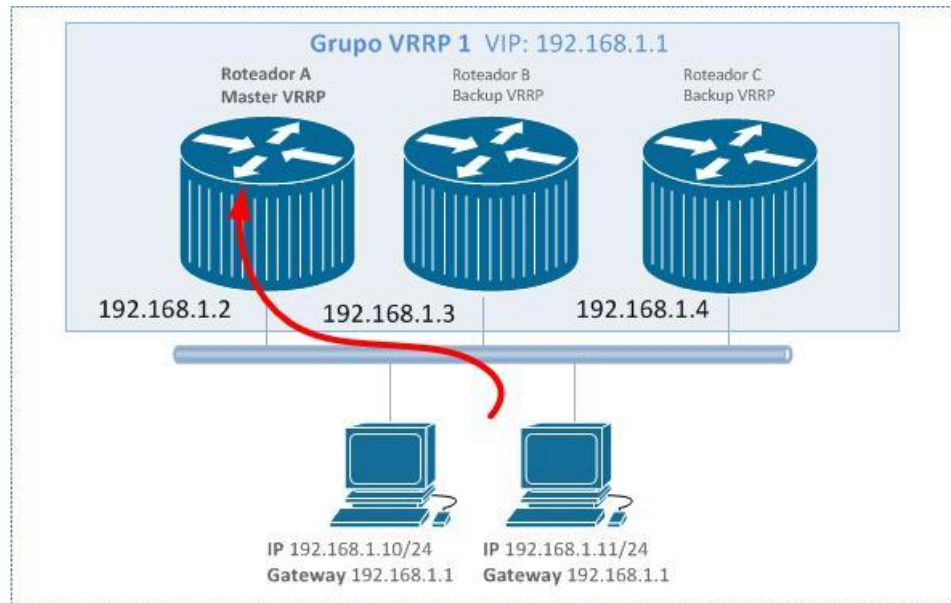
# Protocolo VRRP

- Virtual Router Redundancy Protocol
- Protocolo de gateway redundante
- Protocolo aberto
- Link-State Advertisement (LSA)
  - Troca de mensagens entre roteadores
  - Utiliza endereço multicast
    - 224.0.0.18
- Personagens
  - Virtual Router Master
    - envia LSAs para os roteadores de backup
    - a cada 1 segundo
  - Virtual Router Backup
    - aguarda alguma falha do mestre para assumir
    - holdtime de 3 segundos
    - backup de maior prioridade se torna mestre



# Protocolo VRRP

- Virtual Router/IP Virtual
  - Processo de transição transparente
    - IP do gateway será sempre o mesmo
- Balanceamento de carga
  - Evita o backup dedicado



# Protocolos de Gateway Redundante

- Hot Standby Router Protocol (HSRP)
  - Propriedade da CISCO
  - Apenas alta disponibilidade
  - Obsoleto
- Gateway Load Balancing Protocol (GLBP)
  - Propriedade da CISCO
  - Ótimo desempenho
  - Alta disponibilidade
  - Balanceamento de carga
- Common Address Redundancy Protocol (CARP)
  - Funciona apenas no OpenBSD

# Questões de Aprendizagem

Roteamento

## INMETRO – CESPE 2009 – Analista Executivo em Metrologia e Qualidade - Redes

Com relação às tecnologias de redes e protocolos de roteamento, julgue os itens.

- 40) No protocolo BGP4, uma mensagem OPEN enviada por um peer a outro peer abrindo uma conexão TCP na porta 179, se aceita, será respondida com uma mensagem UPDATE.
- 41) Entre outras características do protocolo OSPF, pode-se listar: suporte à hierarquia dentro de um mesmo domínio de roteamento; uso de autenticação nas mensagens; permissão para o uso de múltiplos caminhos de mesmo custo; suporte integrado a tráfego unicast e multicast; permissão para o uso de diferentes métricas para tipos de serviço (TOS) diferentes.
- 42) A distância administrativa atribui um valor que reflete quão confiável é a informação de rota provida por cada protocolo de roteamento. É usada como critério para escolha de rotas quando há mais de uma rota provida por diferentes protocolos de roteamento.
- 43) Em termos de tempo de convergência, é correto afirmar que os protocolos link state convergem mais rapidamente que os distance vector.

## **Banco da Amazônia – CESPE 2012 – Técnico Científico - Suporte**

Com relação a roteamento, julgue os itens seguintes.

- 44) Entre as vantagens do protocolo OSPF sobre o RIP, destaca-se o desempenho; enquanto o primeiro faz um balanceamento de carga entre as melhores rotas, o segundo envia os dados por meio de rota estática, desconsiderando o delay do próximo roteador.
- 45) Empregado para interligar vários SAs (sistemas autônomos), o BGP utiliza uma porta UDP, não tendo, assim, de se ocupar da transmissão correta das informações de roteamento.
- 46) O RIP, protocolo de roteamento comumente utilizado na comunicação via Internet, caracteriza-se, especialmente, por definir uma rota única entre origem e destino, o que minimiza a perda de pacotes.
- 47) Uma das principais diferenças entre o BGP e o OSPF consiste no fato de o BGP possibilitar a implementação de diversas políticas de roteamento, enquanto o OSPF ocupa-se apenas da eficiência no encaminhamento dos pacotes.

Acerca das camadas de enlace, redes e transporte, julgue o próximo item.

- 48) O uso do protocolo VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) permite manter a disponibilidade de tráfego de rede, por intermédio dos roteadores que atuam com o VRRP, cujo formato de verificação entre os roteadores é o envio de broadcast.



## TRE/MS – CESPE 2013 – Analista Judiciário – Análise de Sistemas

49) Assinale a opção correta, acerca de roteamento de redes.

- A. O roteamento dinâmico, em relação ao estático, apresenta maior controle da internetwork, necessidade de maior conhecimento por parte do administrador de rede do processo de roteamento. Esse tipo de roteamento é mais indicado para redes de grande porte.
- B. Ainda que o administrador de redes realize uma configuração de rota estática em um roteador de borda, ele irá encontrar e sobrepor, ao negociar com outro roteador de borda por meio do protocolo BGP, a tabela de roteamento atual, aprendendo, assim, por meio dos links inter-routers.
- C. A adição de rotas default por meio de protocolos de roteamento entre Sistemas Autônomos ( SA ) distintos não é recomendável, dado que esse tipo de roteamento não é compatível quando se utilizam os tipos estático e dinâmico na mesma rede e, também, porque as rotas default não podem ser configuradas em redes do tipo stub.
- D. Em relação ao roteamento dinâmico, o roteamento estático oferece, entre outras vantagens, redução do overhead na CPU do roteador, menor utilização de largura de banda entre os roteadores e maior segurança, uma vez que o administrador de redes possui controle no processo de roteamento.
- E. O roteador guarda e gerencia tabela de roteamento de redes e, no caso de um roteamento IP, se um pacote for direcionado para uma rede que não se encontra nessa tabela, o pacote é direcionado para o roteador de borda mais próximo daquele que recebeu o pacote por meio de envio de mensagens de unicast.

## **Corpo de Bombeiros Militar – CESPE 2007 – Engenheiro de Redes de Comunicações**

Uma das tarefas necessárias em um projeto de rede é a seleção de protocolos de pontes e de roteamento, em que sejam considerados aspectos como características do tráfego de rede, largura de banda e memória disponíveis, e o número aproximado de roteadores ou switches admitidos. Acerca desses protocolos, bem como das técnicas e dos algoritmos neles empregados, julgue os itens que se seguem

- 50) O RIP e o OSPF são protocolos do tipo IGRP (Internet gateway routing protocol) utilizados na Internet, sendo o OSPF considerado menos eficiente que o RIP, especialmente em redes de grande porte.
- 51) Para emprego do OSPF, cada sistema autônomo possui uma área de backbone, denominada área zero. O OSPF define três classes de roteadores: internos (que ficam inteiramente em uma área), de borda de área e de backbone.
- 52) Um algoritmo de roteamento que tem sido utilizado para melhoria da qualidade de serviços QoS em redes é o flooding seletivo, em que cada pacote de entrada em um roteador é enviado para toda a linha de saída, exceto para aquela em que chegou.

**TCU – CESPE 2008 – Analista de Controle Externo - Tecnologia da Informação (adaptada)**

No item abaixo é apresentada uma situação hipotética acerca de redes de computadores, seguida de uma assertiva a ser julgada.

- 53) Em decorrência da manifestação, por parte do administrador, de que a rede da organização está sofrendo com problemas de roteamento, um analista avaliou minuciosamente o tráfego de pacotes, procurando identificar os protocolos de roteamento empregados. Com os dados de tráfego coletados, esse analista produziu um relatório que indicava apenas o fato de que estavam em uso, no interior da rede, os protocolos RIPv2 e OSPF. Um outro analista, após receber esse relatório, produziu um segundo relatório, no qual apontou o uso dos algoritmos de roteamento empregados pelos roteadores que implementam cada um dos protocolos indicados como origem dos problemas de roteamento na rede da organização. Nessa situação, o segundo analista agiu de modo tecnicamente correto, uma vez que protocolos de roteamento normalmente ditam quais algoritmos de roteamento são usados.

No que concerne a soluções de alta disponibilidade, julgue o item seguinte.

- 54) A solução de alta disponibilidade para roteadores VRRP (virtual router redundancy protocol) tem um VRM (virtual router master), responsável por encaminhar pacotes enviados para o endereço IP associado com o VR (virtual router).

55) Em termos de roteamento é correto afirmar:

- A. No roteamento dinâmico, todos os protocolos trabalham sempre avaliando os congestionamentos, os caminhos mais curtos e os caminhos mais rápidos.
- B. O protocolo RIP escolhe o melhor caminho baseado na análise de desempenho de cada alternativa, por meio da verificação de existência de congestionamento.
- C. No roteamento estático, o roteador é impedido de procurar a rota mais curta e também a rota mais rápida.
- D. Procurar caminhos mais curtos é característica típica do protocolo OSPF.
- E. A exemplo do RIP e OSPF, o protocolo BGP replica todas as suas tabelas de roteamento aos demais roteadores.

# Gabarito

40. E

41. C

42. C

43. C

44. C

45. E

46. E

47. C

48. E

49. D

50. E

51. E

52. E

53. C

54. C

55. C