

[www.projetoderedes.com.br](http://www.projetoderedes.com.br)

## Aula 9

# Projeto da Rede Lógica: Modelos e Técnicas de Endereçamento

# Diretrizes para Endereçamento

- **Projetar um modelo estruturado antes de atribuir qualquer endereço.**
  - O IP em sua divisão REDE+HOST já é, por natureza, um modelo estruturado.
- **Reservar espaço para o crescimento no modelo. Do contrário, futuramente diversos dispositivos deverão ser renumerados, o que é trabalhoso.**
- **Atribuir blocos de endereço de forma hierárquica, a fim de promover boa facilidade de escalonamento e disponibilidade.**
- **Atribuir blocos baseando-se na estrutura física e não na condição de membros de grupos.**

# Diretrizes para Endereçamento

- **Usar números significativos (i.e., que “signifiquem algo”) sempre que for possível.**
- **Sempre que possível, procurar delegar autoridade para endereçamento de redes, sub-redes e sistemas finais.**
- **Para maximizar a flexibilidade e minimizar a configuração, adotar o endereçamento dinâmico nos sistemas finais.**
- **Para maximizar a segurança e a adaptabilidade em ambientes IP, usar endereços particulares com a tradução de endereços (NAT).**

# Ausência de Modelo de Endereçamento

- **Quando os endereços são atribuídos sob nenhum critério, podem ocorrer os seguintes problemas:**
  - **Duplicação de endereços de redes e hosts.**
  - **Endereços inválidos atribuídos que, conseqüentemente, não podem ser roteados na Internet.**
  - **Falta de endereços suficientes por total ou por grupo.**
  - **Faixas de endereços que não podem ser utilizados e são, portanto, desperdiçados.**

# Endereçamento Dinâmico

## Ambiente IP

- Inicialmente, os protocolos IP não permitiam nenhum mecanismo de endereçamento dinâmico.
- Por volta de 1980 foram desenvolvidos protocolos que permitissem que uma estação sem disco “aprendesse” dinamicamente o seu endereço: RARP (*Reverse Address Resolution Protocol*)
  - Desvantagem do RARP: A única informação retornada é o endereço IP.
- Também surgiu o BOOTP (*BOOTstrap Protocol*), mais sofisticado que o RARP, permitia informações adicionais:
  - Endereço de um roteador padrão;
  - Endereço de um servidor de arquivos (estação sem disco);
  - Nome de um arquivo de inicialização;
  - Campo adicional “*vendor-specific*”.

# Endereçamento Dinâmico

## Ambiente IP

- O RARP opera na mesma camada do protocolo IP, as estações enviam solicitações RARP em *broadcast* e quem responde são as máquinas “autorizadas” para tal, chamadas, informalmente de “*RARP servers*”.
- O BOOTP usa o UDP (isto é, está acima do RARP), portanto pode ser implementado como um “aplicativo”.
- Tanto o RARP quanto o BOOTP exigem a administração de uma tabela com entradas MAC Addr.  $\leftrightarrow$  IP Addr.
- O DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) surgiu com base no BOOTP (a maioria dos campos são idênticos) e elimina a dependência com o *hardware* (*MAC Address*), além de aumentar o campo “*vendor-specific*” e atribuir a designação genérica de “campo de opções”.

# DHCP

- O DHCP ganhou em popularidade pois a sua configuração é mais simples que os outros.
- As metas do DHCP (que usa um modelo cliente/servidor) são:
  - Os clientes não devem exigir nenhuma configuração adicional;
  - O administrador de rede não deve ter de entrar quaisquer parâmetros de configuração do cliente em servidores.
- O DHCP admite três métodos de endereçamento:
  - **Alocação automática:** Servidor DHCP atribui endereço permanente ao cliente, quando este se conecta à rede pela primeira vez.
  - **Alocação manual:** Servidor DHCP atribui endereço específico a um cliente específico. Funcionamento igual ao BOOTP.
  - **Alocação dinâmica:** O cliente “arrenda” ou “loca” um endereço IP do servidor por um tempo determinado.

# Endereçamento Particular + NAT

- **Faixa de endereços particulares, de acordo com a RFC 1918 :**
  - 10.0.0.0 até 10.255.255.255
  - 172.16.0.0 até 172.31.255.255
  - 192.168.0.0 até 192.168.255.255
- **Vantagens:**
  - **Segurança:** Endereços particulares não são (i.e. “não devem ser”) anunciados na Internet. Consequentemente, os hosts não “são vistos”.
  - **Adaptabilidade e flexibilidade:** Os números não estão vinculados a um determinado ISP. Uma eventual troca de ISPs é mais fácil.
  - **Faixa grande de endereços IP:** Reserva-se os já escassos endereços válidos para os servidores públicos e roteadores e tem-se um grande número de IPs para estações finais.

# Endereçamento Particular + NAT

- **Desvantagens:**
  - **Terceirização da administração da rede:** Pode exigir que dispositivos internos à rede sejam “visíveis” a uma empresa externa.
  - **Dificuldade em fusões de empresas/parcerias:** Caso, por exemplo, de duas empresas que usam a mesma faixa de endereços particulares e desejam formar uma VPN entre elas.
  - **Atribuições desordenadas de endereços:** Tendência a não observar um modelo hierárquico e estruturado quando da atribuição de endereços, justamente devido à “abundância” de números...

# Modelo Hierárquico de Endereçamento

- **Em um endereço hierárquico...**
  - Os números mais à esquerda referem-se a grandes blocos de redes ou nós
  - Os números mais à direita referem-se a redes ou nós individuais.
- **Basicamente possui os mesmos benefícios de uma topologia de rede hierárquica.**
- **Permite a totalização (ou agregação) de rotas.**
  - Roteadores agrupam muitos números de rede ao anunciar sua tabela de roteamento.
  - Aumenta o desempenho e estabilidade da rede.
- **Facilita o mascaramento de sub-rede de comprimento variável (VLSM - *Variable-length subnet masking*)**

# Nomenclatura

- **Que tipos de entidades precisam de nomes? Servidores, roteadores, impressoras, hosts...?**
- **Que sistemas finais precisam de nomes? Estes oferecerão qualquer tipo de serviço?**
- **Qual a estrutura de um nome? Ela identifica o dispositivo?**
- **Como os nomes são armazenados, administrados e acessados?**
- **Quem atribui nomes?**
- **Como os hosts mapeiam um nome para um endereço? O sistema será dinâmico ou estático?**
- **De que maneira um host aprende seu próprio nome?**
- **Se o endereçamento é dinâmico, os nomes também serão dinâmicos e mudarão quando um endereço se alterar?**

# Nomenclatura

- **O sistema de nomenclatura usará um modelo ponto a ponto (não hierárquico) ou modelo cliente/servidor?**
- **Se forem usados servidores de nomes, quanta redundância (espelhamento) será exigida?**
- **O banco de dados de nomes será distribuído entre muitos servidores?**
- **Como o sistema de nomenclatura selecionado afetará o tráfego da rede?**
- **Como o sistema de nomenclatura selecionado afetará a segurança da rede?**

# Regras de Nomenclatura

- **Decidir se o endereçamento será centralizado ou distribuído.**
  - Ambos tem suas vantagens e desvantagens...
- **Os nomes devem ser curtos, significativos, não-ambíguos e distintos.**
  - Podem ser usados prefixos como “rtr, sw, svr” ou sigla da localização física dos equipamentos.
  - **CONTRADIÇÃO:** Lembrar que nomes “fáceis” podem comprometer a segurança!!!
- **Evitar o uso de números: “As pessoas preferem nomes!”**
- **Evitar caracteres não usuais: “-, \_, +, \*, \$”**
  - São difíceis de digitar, memorizar e alguns possuem significados especiais para o protocolo de roteamento. Ex. \$ no NetBIOS.
- **Não misturar letras maiúsculas com minúsculas.**

# Pontes x Switches

- **Existem certas características que são comuns tanto à pontes quanto a switches de camada de enlace de dados.**
  - O termo genérico “**ponte**” será associado a estes dois dispositivos.
- **Uma “ponte” não examina informação da camada 3 (e superiores).**
- **As “pontes” segmentam domínios de banda, mas não domínios de difusão (conforme já discutido anteriormente).**
- **Uma “ponte” não encaminha colisões Ethernet, nem estruturas MAC em uma rede Token Ring.**
- **No “processamento de penetração” estruturas inválidas ( *runt frames*) e estruturas com erros de CRC são encaminhadas.**
  - **Alguns switches passam automaticamente do “processamento de penetração” para o modo “armazenar e encaminhar” quando um certo limiar de erros é alcançado. Isso é chamado “comutação de penetração adaptativa” por alguns fornecedores.**

# Switches x Roteadores

- **Atualmente (para gerar mais confusão!) a distinção entre switches e roteadores também está ficando nebulosa:**
  - **Muitos switches admitem módulos de roteamento.**
  - **A maioria dos roteadores também controla protocolos de pontes e comutação.**
- **Fornecedores chamam seus produtos de: Switch de camada 3, switch de roteamento, roteadores de comutação ou switch de várias camadas.**
- **Alguns roteadores modernos podem encaminhar pacotes com extrema rapidez, então os fornecedores acrescentam a palavra “switch” para lembrar que o roteador é (quase) “tão rápido” quanto um “switch” de camada 3.**

# Pontes Transparentes

## Spanning Tree

- O *spanning tree* determina uma “ponte-raiz” e um conjunto de portas de pontes.
- O protocolo seleciona de forma dinâmica as portas de pontes a incluir na topologia da árvore estendida, determinando o caminho de custo mais baixo até a ponte-raiz.
- As portas de pontes que não fazem parte da árvore são desativadas (“podadas”), de forma que exista um e apenas um caminho ativo entre duas estações quaisquer.
- As pontes enviam estruturas BPDU (*Bridge Protocol Data Unit*) umas às outras a fim de construir e manter a árvore estendida.

# Protocolos de Roteamento

- **Idéia geral: Compartilhar informações sobre a possibilidade de alcançar a rede entre roteadores.**
- **Isso é feito por várias formas:**
  - **Roteadores enviam suas tabelas de roteamento completas a outros roteadores.**
  - **Roteadores enviam informações específicas sobre o estado de links conectados diretamente.**
  - **Roteadores enviam pacotes periódicos de “saudações” para manter seu status com roteadores não hierárquicos.**
- **A maioria dos protocolos de roteamento compartilha informações aprendidas dinamicamente, mas em alguns casos, a configuração estática é mais apropriada.**

# Protocolos de Roteamento

- **Muitos protocolos de roteamento se enquadram bem em pequenas inter-redes.**
- **Outros funcionam melhor em ambientes estáticos pois têm dificuldade de convergir em caso de mudanças na topologia.**
- **Alguns protocolos prestam-se para a conexão de redes de campus internos.**
- **Outros prestam-se para conectar WANs (“empresas”)** diferentes.
- **Duas são as “classes” principais de protocolos de roteamento:**
  - **Protocolos de vetor distância**
  - **Protocolos de estado de link**

# Protocolos de Vetor Distância

- **O termo vetor significa direção ou curso.**
- **Um vetor de distância é um curso que inclui informações sobre o seu comprimento.**
- **Normalmente o comprimento é especificado por uma contagem de saltos.**
- **A contagem de saltos pode ser:**
  - **O número de roteadores que devem ser atravessados até o destino. OU...**
  - **O número de links.**
- **O protocolo de roteamento de vetor distância mantém e transmite uma tabela que lista redes conhecidas e a distância até cada uma delas.**

# Protocolos de Vetor Distância

- **Se enquadram nesta categoria (ou derivam dela):**
  - **IP Routing Information Protocol (RIP) - Versão 1 e 2**
  - **IP Interior Gateway Routing Protocol (IGRP)**
  - **Novel NetWare Internetwork Packet Exchange Routing Information Protocol (IPX RIP)**
  - **AppleTalk Routing Table Maintenance Protocol (RTMP)**
  - **AppleTalk Update-Based Routing Protocol (AURP)**
  - **IP Enhanced IGRP**
  - **IP Border Gateway Protocol (BGP)**

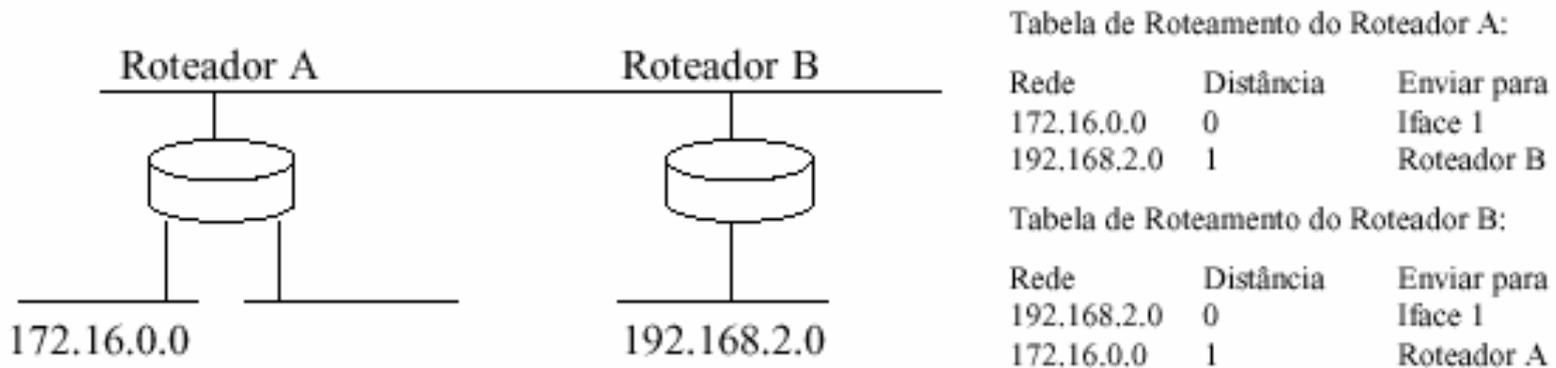
# Vetor Distância – Tabela de Roteamento

Rede	Distância (hops)	Enviar para (next hop)
10.0.0.0	0 (diretamente conectado)	iface #0
172.16.0.0	0 (diretamente conectado)	iface #1
172.17.0.0	1	172.16.0.2
172.18.0.0.	2	172.16.0.2
192.168.1.0	1	10.0.0.2
192.168.2.0	2	10.0.0.2

- A tabela é enviada em uma estrutura de difusão a todos os roteadores vizinhos (dos segmentos locais) ou para hosts que trabalham com informações de roteamento.
- Podem enviar toda a tabela de roteamento cada vez ou então atualizações periódicas.

# Vetor Distância – Problemas

- Um dos problemas típicos dos protocolos vetor distância é o loop.



- A conexão do roteador A para a rede 172.16.0.0 falha.
- O roteador A remove a rede 172.16.0.0 da sua tabela de roteamento.
- Baseado em anúncios anteriores de A, B transmite sua tabela de roteamento dizendo que “B alcança a rede 172.16.0.0”
- O roteador A acrescenta a rede 172.16.0.0 à sua tabela de roteamento com o “next hop” para o roteador B e uma distância de 2.
- O roteador A recebe um pacote destinado à rede 172.16.0.0 e envia-o para B.
- O roteador B envia a estrutura para A, pois na sua tabela, A era o caminho para a rede 172.16.0.0

# Vetor Distância – Recursos Empregados

- **Recurso de dividir o horizonte (*split horizon*).**
  - O roteador só envia rotas que podem ser alcançadas diretamente através de suas portas.
- **Recurso do cronômetro de retenção.**
  - Novas informações sobre uma rota até uma rede suspeita não recebem crédito imediatamente, no caso dessas informações se basearem em dados ultrapassados.
- **Mensagens de contraveneno.**
  - Quando um roteador nota problema com uma rota ele envia imediatamente uma atualização da rota, especificando que o destino não pode ser mais alcançado.

# Protocolos de Estado de Link

- Neste caso não ocorre a troca de tabelas de roteamento.
- Cada roteador troca informações sobre o status de seus links conectados diretamente.
  - São recebidas informações suficientes para que cada roteador construa sua própria tabela de roteamento.
- Normalmente estes convergem mais rapidamente que os protocolos de vetor distância e estão menos propensos a falhas.
- Exigem mais processamento e memória e são mais difíceis de serem depurados.
- Se enquadram nesta categoria:
  - IP Open Shortest Path First (OSPF)
  - IP Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS)
  - NetWare Link Services Protocol (NLSP)

# Métrica de Protocolos de Roteamento

- Quando mais de um caminho é disponível, o protocolo deve empregar uma métrica para determinar qual é o caminho preferível.
- Os protocolos de vetor distância tradicionais usavam apenas a contagem de saltos como métrica.
- Protocolos recentes também levam em conta: retardo, largura de banda, custo (\$), entre outras grandezas.
- A métrica empregada pode limitar o tamanho da rede.
  - Exemplo: O RIP admite no máximo 15 saltos.

# Protocolos Hierárquicos e Não-hierárquicos

- Para alguns protocolos de roteamento todos os roteadores têm as mesmas tarefas e todo roteador é um par de todos os outros roteadores. (Modelo Não-Hierárquico)
- Outros protocolos atribuem tarefas diferenciadas e respeitam uma hierarquia:
  - Certos roteadores comunicam-se com roteadores locais da mesma área.
  - Roteadores que conectam áreas, domínios ou sistemas autônomos podem realizar funções de agregação de rotas.

# Protocolos de Roteamento Interior e Exterior

- Os protocolos de roteamento ainda podem ser classificados de acordo com o “local” em que são usados.
  - Protocolos de roteamento interior são usados por roteadores dentro de uma mesma empresa ou do mesmo sistema autônomo.
  - Protocolos de roteamento exterior executam o roteamento entre vários sistemas autônomos.
- O BGP (protocolo de roteamento exterior) é usado na Internet por roteadores não-hierárquicos em sistemas autônomos diferentes, a fim de manter uma visão consistente da topologia da Internet.
  - Um roteador executando o BGP deverá ter todas as rotas da Internet...

# Protocolos de Roteamento Com Classes e Sem Classes

- **Protocolos de roteamento de classe completa levam em conta apenas os primeiros bits do endereço para enquadrar em uma das classes padrão (A, B ou C)**
  - **Sub-redes e VLSM não são admitidas.**
- **Protocolos de roteamento sem classes transmitem informações sobre o comprimento do prefixo (ou máscara da sub-rede).**
  - **Admite-se sub-redes (inclusive não consecutivas).**
  - **Admite-se o VLSM.**

# Roteamento Estático x Roteamento Dinâmico

- **Existem casos em que o roteamento dinâmico é totalmente desnecessário.**
- **Um roteador conectando-se a uma rede stub, isto é, uma rede que só pode ser acessada através de um caminho, usa rotas estáticas, definidas manualmente.**
  - **Exemplo: Empresa que se conecta na Internet através de um ISP. Não é necessário executar nenhum protocolo de roteamento entre a empresa e o ISP.**

# Escolha do Protocolo de Roteamento

- **Existe algum limite imposto sobre a métrica?**
- **Com que rapidez o protocolo de roteamento pode convergir quando ocorrem atualizações ou mudanças?**
  - **Protocolos de estado de link tendem a convergir mais depressa que protocolos vetor distância.**
- **Com que frequência as atualizações de roteamento ou os anúncios de estado de link são transmitidos?**
  - **A frequência é função de um cronômetro ou as atualizações são disparadas por algum evento, como uma falha de link?**
- **Quantos dados são transmitidos em uma atualização de roteamento? A tabela inteira? Só mundaças? É usada a divisão de horizonte?**

# Escolha do Protocolo de Roteamento

- **Que quantidade de largura de banda é usada para enviar as atualizações de roteamento?**
  - Esta é uma questão particularmente relevante para link seriais de baixa largura de banda.
- **Com que amplitude são distribuídas as atualizações de roteamento?**
  - Aos vizinhos? A uma área delimitada? A todos os roteadores no sistema autônomo?
- **Que proporção de utilização da CPU é exigida para processar atualizações de roteamento ou anúncios de estado de link?**
- **São admitidas rotas estáticas e rotas padrão?**
- **A totalização (agregação) de rotas é admitida?**