



BELLA

Building the Europe Link to Latin America

Roteamento para Internet: Uma abordagem de dentro da rede para fora

Setembro/2019

Instrutores

Bruno Ramos <brunoramos@pop-ba.rnp.br>

Ibirisol Fontes <ibirisol@pop-ba.rnp.br>

Thiago Bomfim <thiagobomfim@pop-ba.rnp.br>

O Curso

- ✓ Preparar o aluno para projetar e implantar um esquema de roteamento para redes de diversos tamanhos, interligando redes a outras redes, sob administração própria ou de terceiros
- ✓ O programa do curso abrange o protocolo OSPF para roteamento interno e o protocolo BGP para roteamento externo
- ✓ Atividades práticas utilizando emulador de redes, open-source, CORE

Dia 1, manhã - fundamentos

- Introdução
- Resumo TCP/IP e OSI
- Endereçamento IPv4 e IPv6
 - Modelo de Classes
 - CIDR
 - VLSM
- Noções Roteamento
 - IGP x EGP
 - RIB e FIB
 - Roteamento IP na Internet

Dia 1, tarde - OSPF

- Protocolo OSPF
- Conceito de Estado do Enlace (Link State)
- Algoritmo Shortest Path First (SPF)- Dijkstra
- Funcionamento e configuração do protocolo OSPF
- Roteadores de borda e de área
- Área única e Multi-área

Dia 2 - BGP

- Como a Internet funciona
- Sistemas Autônomo
- BGP na Internet
- Protocolo BGP
- Roteamento IP com BGP
- Configuração do BGP
- Um pouco mais de BGP
 - Multihoming
 - Políticas de roteamento
 - Mapas de rotas
 - Route servers
- Pontos de troca de tráfego

Introdução

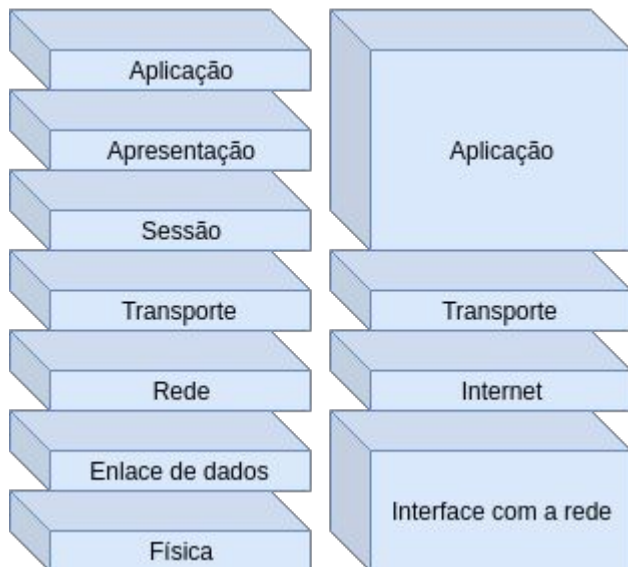


Hand-drawn diagram illustrating the Internet protocol. The central text reads "COMO FUNCIONA A INTERNET" (How the Internet works) inside a cloud shape, with "niebr" logo below it. The text "parte 1" (part 1) is written below the cloud. The diagram is surrounded by various technical terms and acronyms:

- NET
- Jogos
- MAIL
- FTP
- WWW
- IP
- TELENET
- VIDEO
- SECURITY
- COMUNICAÇÕES
- IP

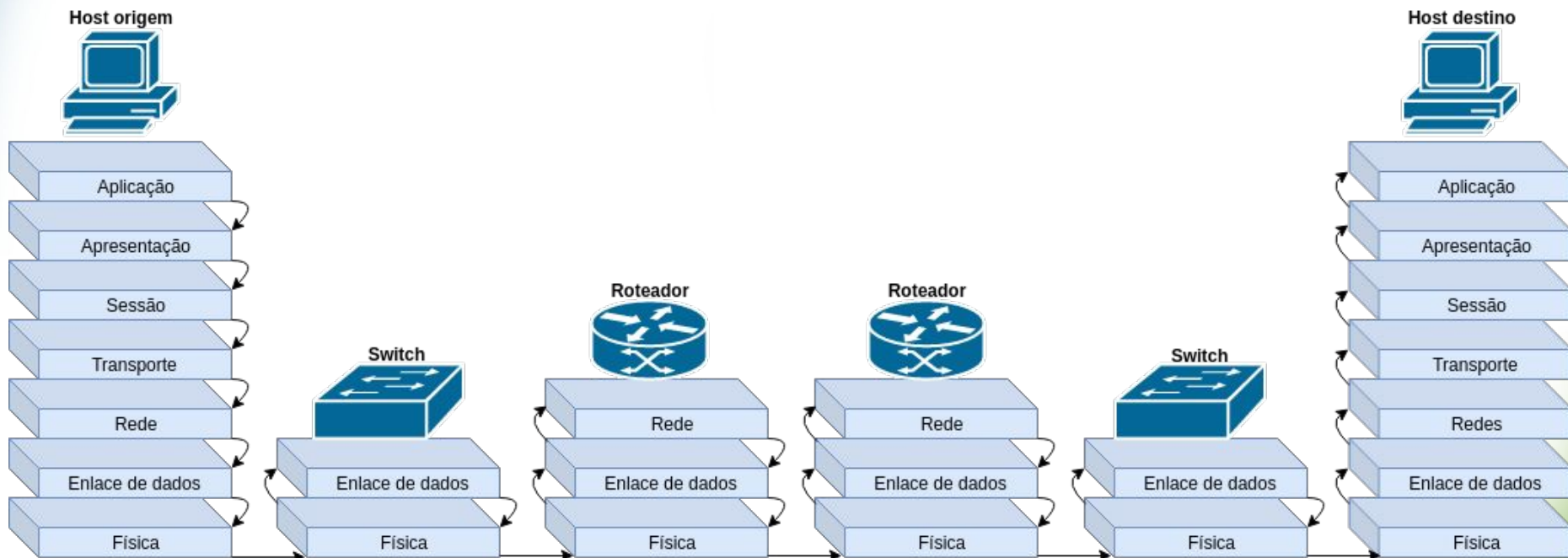
Resumo TCP/IP e OSI

✓ Modelo de referência



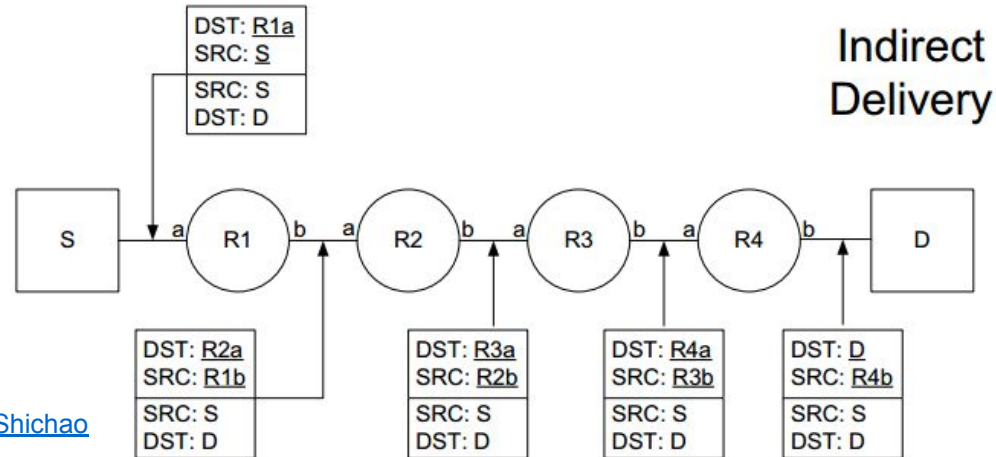
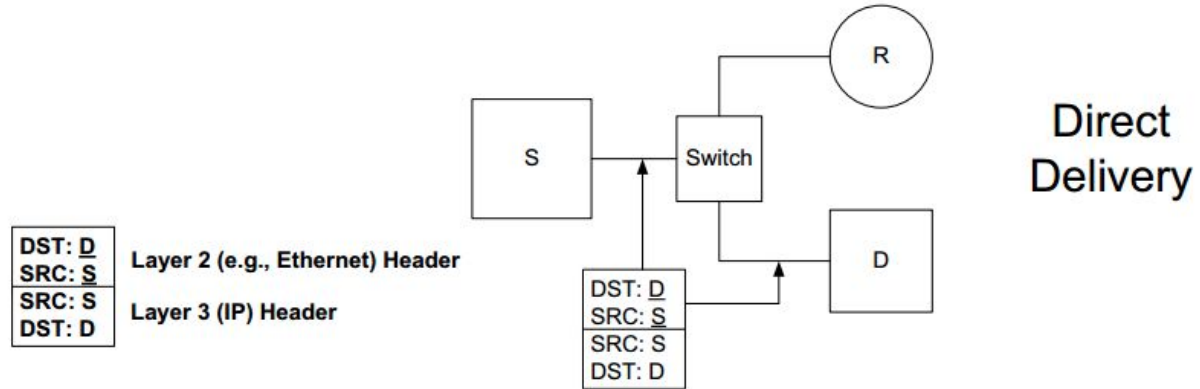
Resumo TCP/IP e OSI

✓ Funcionamento



Resumo TCP/IP e OSI

✓ Funcionamento



Resumo TCP/IP e OSI



ROTEADORES
(CAMADA 3)

“ROUTERS SWITCHES”
(CAMADA 2 + 3)

SWITCHES
(CAMADA 2)

Resumo TCP/IP e OSI

- ✓ Encaminhamento (Forwarding)
 - Envio de um pacote recebido em uma interface de entrada para um interface de saída

- ✓ Roteamento (Routing)
 - Determinação da rota ou caminho que um pacote, e seu fluxo, devem tomar de uma determinada origem até um destino.
 - O algoritmo que calcula esse caminho são considerados algoritmos de roteamento

Resumo TCP/IP e OSI

✓ Comutação (L2) x Roteamento (L3)

	Comutação	Roteamento
Equipamento	Switches	Roteadores
Endereçamento utilizado	Físico (MAC)	Rede (IP)
Transmissão de dados	Endereço de destino muda a cada salto	Endereço de destino permanece o mesmo
Unidade de transmissão	Quadros	Pacotes
Protocolo	FDB	Rotas estáticas ou protocolos de roteamento

Endereçamento

- IPv4
- IPv6
- Modelo de Classes
- Classless Interdomain Routing – CIDR
- Variable Length Subnet Mask (VLSM)

Endereçamento

✓ IPv4

192.168.100.1

- ✓ Formado por 32 bits, dividido em 4 grupos de 8 bits
- ✓ Notação decimal, separado por ponto “.”
- ✓ Baseados nos conceitos de rede e host
- ✓ Endereço composto por:
 - ✓ Identificação da rede
 - ✓ Identificação do host
- ✓ +4 bilhões de endereços distintos

Endereçamento

✓ Modelo de Classes IPv4

Classe	Formato	Redes	Hosts
A	8 (7) bits para rede, 24 bits para host	128	16.777.216
B	16 (14) bits para rede, 16 bits para host	16.384	65.535
C	24 (21) bits para rede, 8 bits para host	2.097.152	254

Endereçamento

✓ Modelo de Classes IPv4

Classe	1° octeto	2° octeto	3° octeto	4° octeto
A	Rede	Host	Host	Host
B	Rede	Rede	Host	Host
C	Rede	Rede	Rede	Host

Exemplos: Classe A: 10.0.0.1, 10.0.1.0

Classe B: 172.16.1.2, 172.16.101.100

Classe C: 192.168.200.5, 192.168.10.76

Endereçamento

✓ Modelo de Classes IPv4

Classe	1° octeto	2° octeto	3° octeto	4° octeto
A	11111111	00000000	00000000	00000000
B	11111111	11111111	00000000	00000000
C	11111111	11111111	11111111	00000000

✓ Máscara de subrede padrão:

- ✓ Classe A: /8 (notação CIDR, veremos adiante)
- ✓ Classe B: /16
- ✓ Classe C: /24

Endereçamento

- ✓ Classless Interdomain Routing – CIDR
 - ✓ Agrupamento de endereços IPs em classes contíguas
 - ✓ Notação:
 - ✓ /(número de bits “1”s de rede)
192.168.10.5 255.255.255.0 (notação classes)
192.168.10.5/24 (Notação CIDR)
 - ✓ Diminui a tabela de roteamento
 - ✓ Supernetting
 - ✓ Agregação de prefixos

Endereçamento

- ✓ Classless Interdomain Routing – CIDR
 - ✓ Agregação de Prefixos:

Rede	Dois últimos octetos em bits
192.168.100.0/26	0110 0100 . 0000 0000
192.168.100.64/26	0110 0100 . 0100 0000
192.168.100.128/26	0110 0100 . 1000 0000
192.168.100.192/26	0110 0100 . 1100 0000

Endereçamento

- ✓ Classless Interdomain Routing – CIDR
 - ✓ Agregação de Prefixos:
 - ✓ Exemplo: 1 bloco /24 é possível ter 4 blocos /26

Rede	Dois últimos octetos em bits
192.168.100.0/26	0110 0100 . 0000 0000
192.168.100.64/26	0110 0100 . 0100 0000
192.168.100.128/26	0110 0100 . 1000 0000
192.168.100.192/26	0110 0100 . 1100 0000
192.168.100.0/24	0110 0100 . 0000 0000

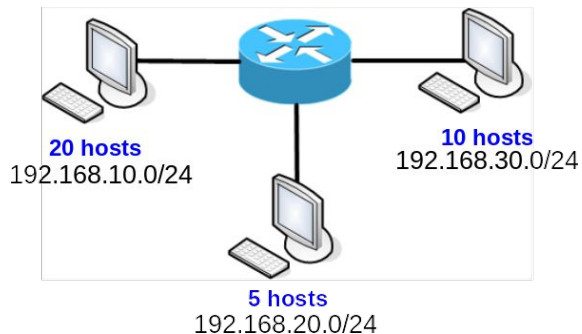
Endereçamento

✓ Variable Length Subnet Mask (VLSM)

- ✓ Divisão de um CIDR em diversas subredes de tamanhos variados
 - ✓ Maior flexibilidade na divisão de redes;
 - ✓ Melhor aproveitamento dos endereços;

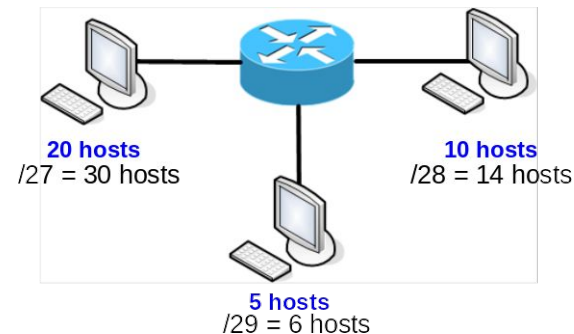
Sem VLSM: 3 blocos /24

Desperdício de 727 endereços



Com VLSM: 2 redes /27

Desperdício de 15 endereços



Endereçamento

✓ IPv6

2001:db8:cade:cafe:f1da:192:baba:1234

- ✓ Formado por 128 bits, dividido em 8 grupos de 16 bits
 - ✓ $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456$ endereços possíveis
 - ✓ ~ 79 octilhões ($7,9 \times 10^{28}$) de vezes a quantidade de IPv4
- ✓ Notação hexadecimal, separada por dois pontos “:”
- ✓ Não é compatível com IPv4, protocolo novo
 - ✓ Analogias diversas podem ser empregadas, por exemplo o uso de VLSM, mas é um novo protocolo

Noções de Roteamento

- ✓ Camada de rede (ou Internet)
 - ✓ Roteamento
 - ✓ Protocolos de Roteamento
 - Roteamento Interno
 - Roteamento Externo

Noções de Roteamento

- ✓ Camada de rede (ou Internet)
 - ✓ Estabelece a troca de pacotes sem conexão através da malha da rede física (Sem ACK)
 - ✓ Define o espaço de endereçamento de Host para localização deste
 - ✓ Padroniza o formato do pacote e protocolo IP (Internet Protocol)
 - ✓ Roteamento entre as diferentes subredes, assim como funções para evitar congestionamento
 - ✓ Encaminhamento de mensagens (forwarding)

Noções de Roteamento

- ✓ Roteamento
 - ✓ Transferência de pacotes, ou também chamados datagramas, entre os nós de origem e destino respectivamente
 - ✓ Ação de encaminhar o pacote ao próximo salto (*hop*) através da execução de um algoritmo

- ✓ Protocolo de roteamento
 - ✓ Algoritmo de roteamento em execução
 - ✓ Determina o trajeto, ou caminho, que um pacote tomará antes de sua transmissão
 - ✓ Possibilita a agregação das informações de alcançabilidade da rede

Noções de Roteamento

- ✓ Protocolo de roteamento
 - ✓ Não-adaptativos (estático)
 - ✓ Não baseia a decisão de roteamento em medidas ou estimativas de tráfego e na topologia
 - ✓ A rota a ser usada para ir de um nó a outro é previamente calculada (off-line)
 - ✓ Adaptativos (dinâmico)
 - ✓ Decisões de roteamento baseados nas mudanças de topologia e, também, no tráfego da rede

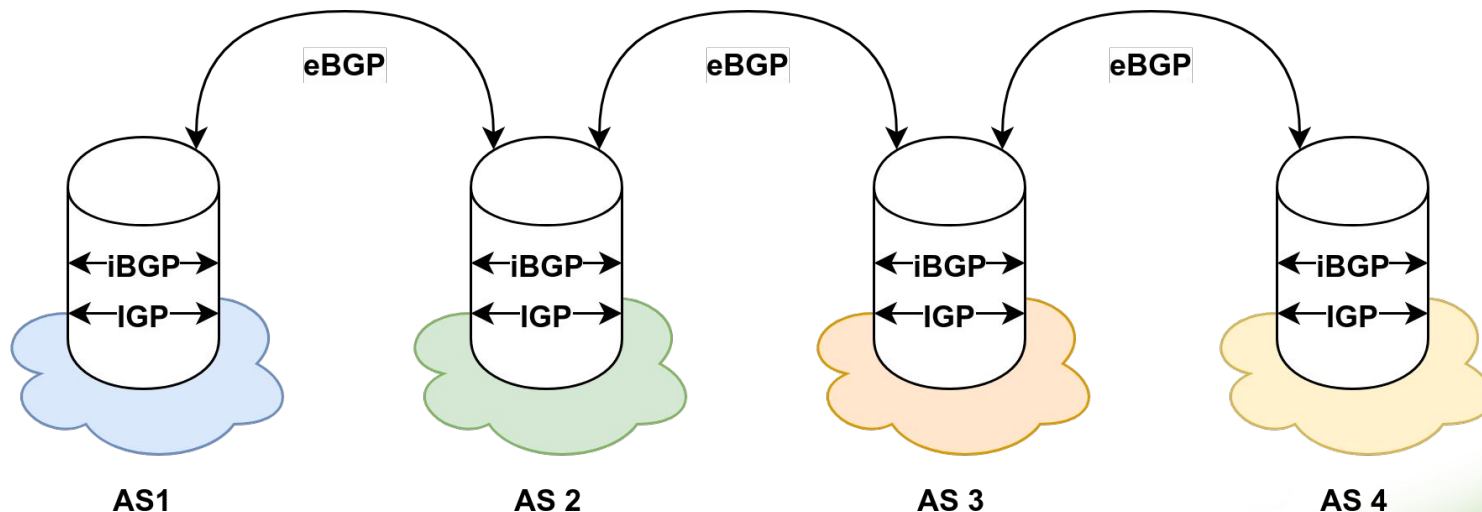
Noções de Roteamento

- ✓ Roteamento interno
 - ✓ Troca de informação de roteamento entre roteadores de um mesmo sistema autônomo
 - ✓ Definido através dos protocolos de roteamento internos (Interior Gateway Protocol - IGP)
 - ✓ Exemplos de protocolos: OSPF, ISIS, RIP, EIGRP e entre outros

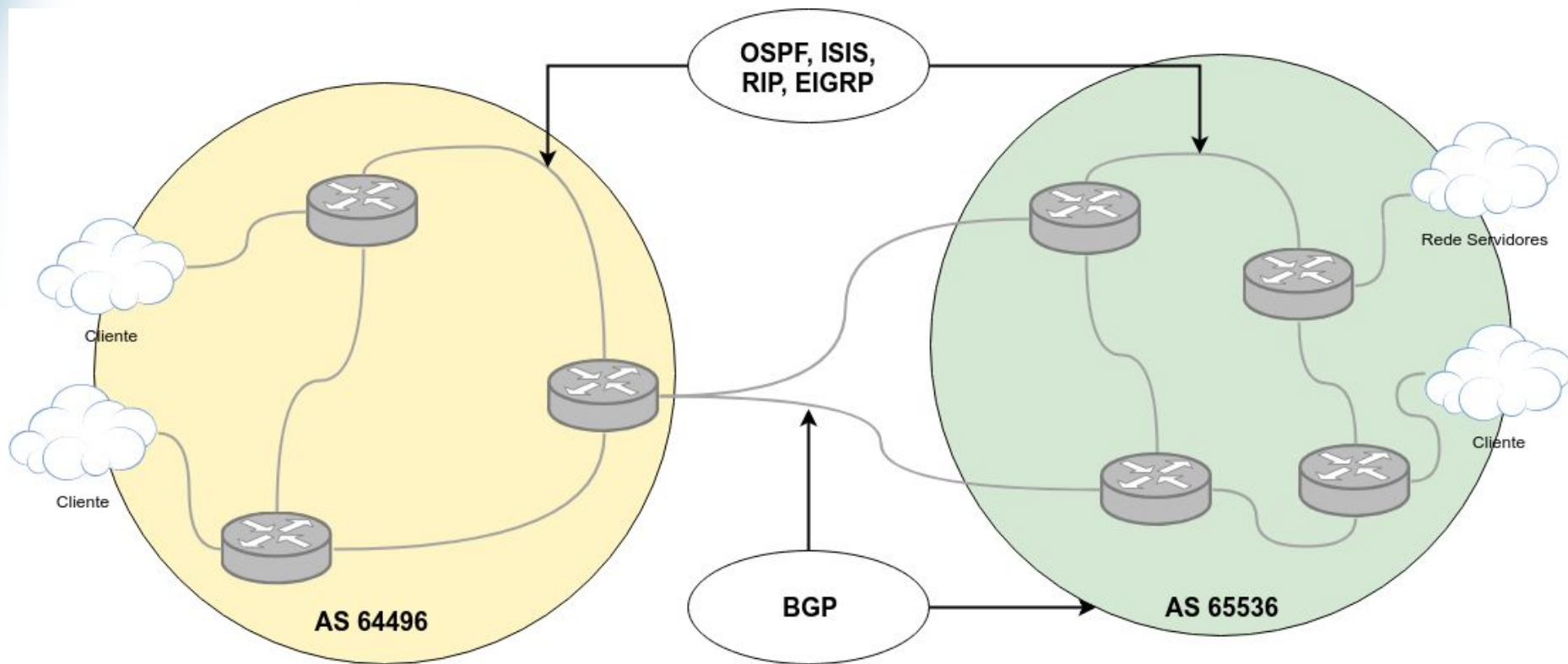
- ✓ Roteamento externo
 - ✓ Troca de informação de roteamento entre roteadores de diferentes sistemas autônomos
 - ✓ Definido através dos protocolos de roteamento externo (Exterior Gateway Protocol – EGP)
 - ✓ Exemplos de protocolos: EGP (homônimo), IDRIP e BGP

Noções de Roteamento

- ✓ Modelo utilizado em um backbone de AS
 - Protocolos IGP (ex: OSPF) e EGP, no nosso caso o BGP, trabalham juntos dentro de um AS.
 - EGP é utilizado no backbone Internet e IGP no backbone do AS sem prejuízo



Noções de Roteamento



Noções de Roteamento

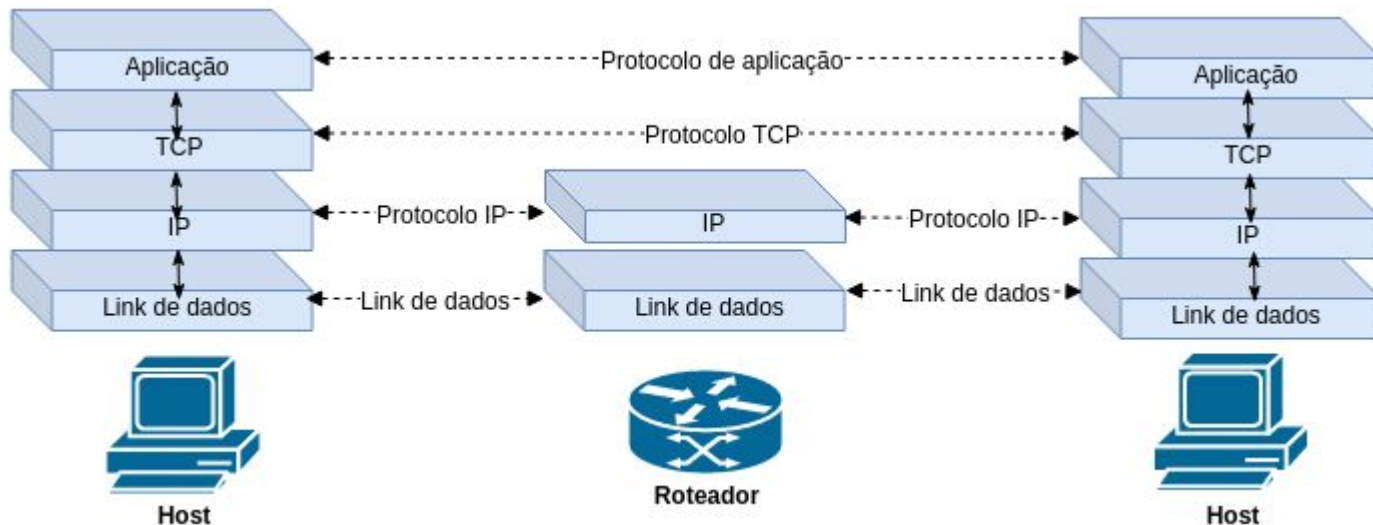
- ✓ Protocolo Internet (Internet Protocol)
 - ✓ Definido na RFC791, é usado entre duas ou mais máquinas em rede para encaminhamento de pacotes, atualmente mantido através da RFC1812
 - ✓ É o principal protocolo da camada de rede
 - ✓ Responsável pelo endereçamento (localização e identificação) no nível de rede
 - ✓ Está em fase de transição (<http://ipv6.nic.br/post/transicao/>)
 - ✓ IPv4
 - ✓ IPv6

Noções de Roteamento

- ✓ Protocolo Internet (Internet Protocol)
 - ✓ Principais características
 - ✓ Sistema de entrega fim-a-fim
 - ✓ Não orientado à conexão
 - ✓ Sem controle de erros e sem reconhecimento
 - ✓ Rede virtual – esconde a característica física da Internet
 - ✓ Não executa
 - ✓ Controle de erros sobre os dados da aplicação
 - ✓ Controle de fluxo
 - ✓ Seqüenciamento de dados
 - ✓ Entrega ordenada

Noções de Roteamento

- ✓ Protocolo Internet (Internet Protocol)
 - ✓ Comunicação fim-a-fim



Noções de Roteamento

- ✓ Um roteador necessita saber três itens para rotear
 - ✓ Deve determinar se ele tem a **suíte de protocolos** ativa
 - ✓ Deve conhecer a **rede de destino**
 - ✓ Deve saber qual **interface de saída** é o melhor caminho para o destino



Noções de Roteamento

- ✓ As informações completas de roteamento ficam armazenadas na Router Information Base – RIB:
 - ✓ A distância administrativa (Cisco) ou Preference (Juniper), que é uma medida da confiança do mecanismo de aprendizado
 - ✓ Indica o mecanismo pelo qual a rota foi aprendida
 - ✓ A métrica, que é uma medida do “custo” de caminho agregado, conforme definido pelo protocolo de roteamento
 - ✓ O endereço do próximo salto
 - ✓ A interface associada para alcançar a interface de destino

Noções de Roteamento

DISTÂNCIA ADMINISTRATIVA

- ✓ É um parâmetro utilizado em roteamento como critério de desempate de rotas iguais recebidas por protocolos de roteamento diferentes

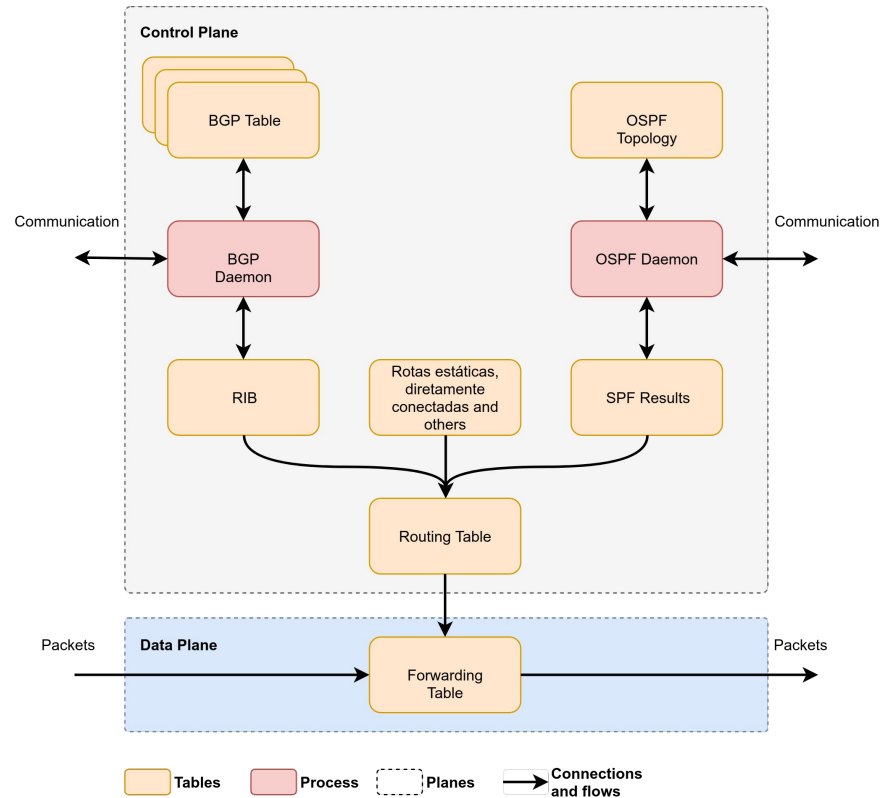
VALORES PADRÃO

Protocolo	Distância Administrativa
Diretamente conectado	0
Rota estática	1
External BGP	20
OSPF	110
RIP	120
Internal BGP	200

Noções de Roteamento

- ✓ Routing Information Base (RIB)
 - ✓ É o conjunto completo de rotas configuradas no roteador
 - ✓ Na RIB é possível ter mais de uma rota para um mesmo destino, que poderá ser utilizada caso a rota principal fique indisponível
 - ✓ Fica instalada no SO do roteador, e utiliza a CPU principal
- ✓ Forwarding Information Base (FIB)
 - ✓ É uma tabela mais “otimizada” pois contém apenas as melhores rotas ativas (as que realmente são utilizadas para o encaminhamento de pacotes pelo roteador)
 - ✓ Fica instalada em CPU’s dedicadas, ou ASIC’s, para uma melhor performance

Noções de Roteamento



Tabelas de rotas de um roteador

Duvidas?

¿...?

Vamos ao roteiro de laboratório 1

Referências

- ✓ BEZERRA, Jerônimo; GALIZA, Humberto. **TREINAMENTO EM REDES IP/MPLS MÓDULO 2 – ROTEAMENTO IP COM BGP**, 2013.
- ✓ BARRETO, Luiz; BOMFIM, Thiago. **Administração de Redes e Conectividade ao PoP-BA**, 2012.
- ✓ LOBATO, Luiz. **Protocolos de Roteamento IP**. Rio de Janeiro: RNP/ESR, 2013.
- ✓ BAKER, F. **Requirements for IP version 4 routers**; RFC-1812. Internet Request For Comments, v. 1812, 1995.