



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

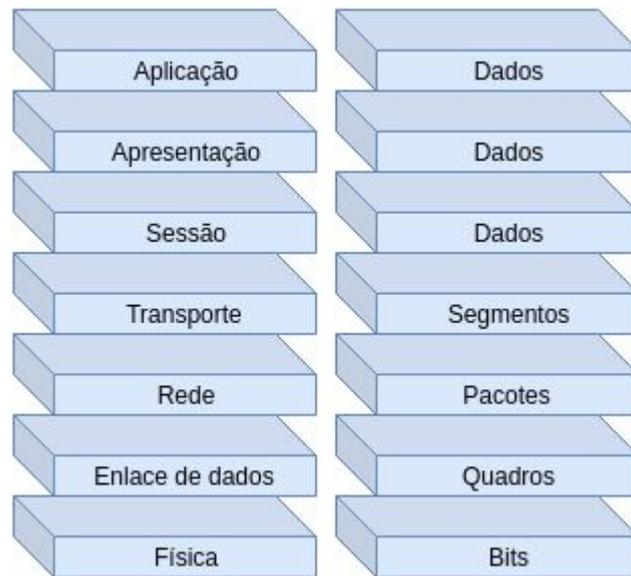
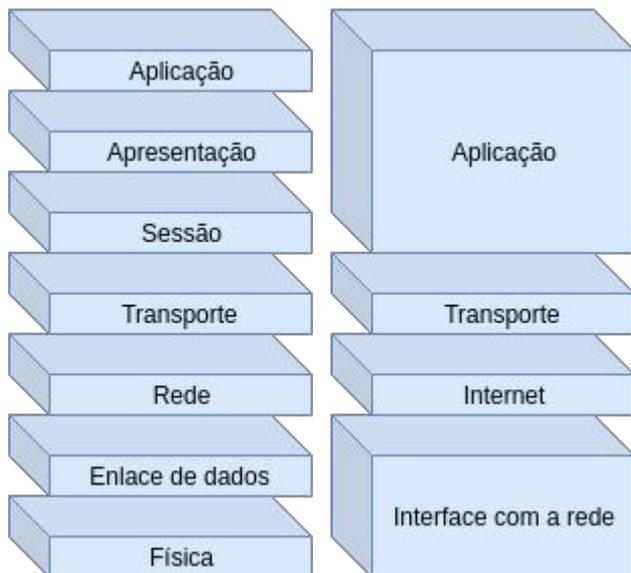
Introdução



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 main title "O Protocolo Internet" (The Internet Protocol) is written in bold black text at the bottom. On the left side, there is a vertical list of terms: "NET", "Jogos", "MAIL", "FTP", "WWW", "IP", "REQUEST", "INFO", "SERVIÇOS", "COMUNICAÇÕES", and "IP". On the right side, there are small sketches of a person's head and a vertical list of terms: "F", "A", "B", "C", "D", "E", "F", "G", "H", "I", "J", "K", "L", "M", "N", "O", "P", "Q", "R", "S", "T", "U", "V", "W", "X", "Y", "Z".

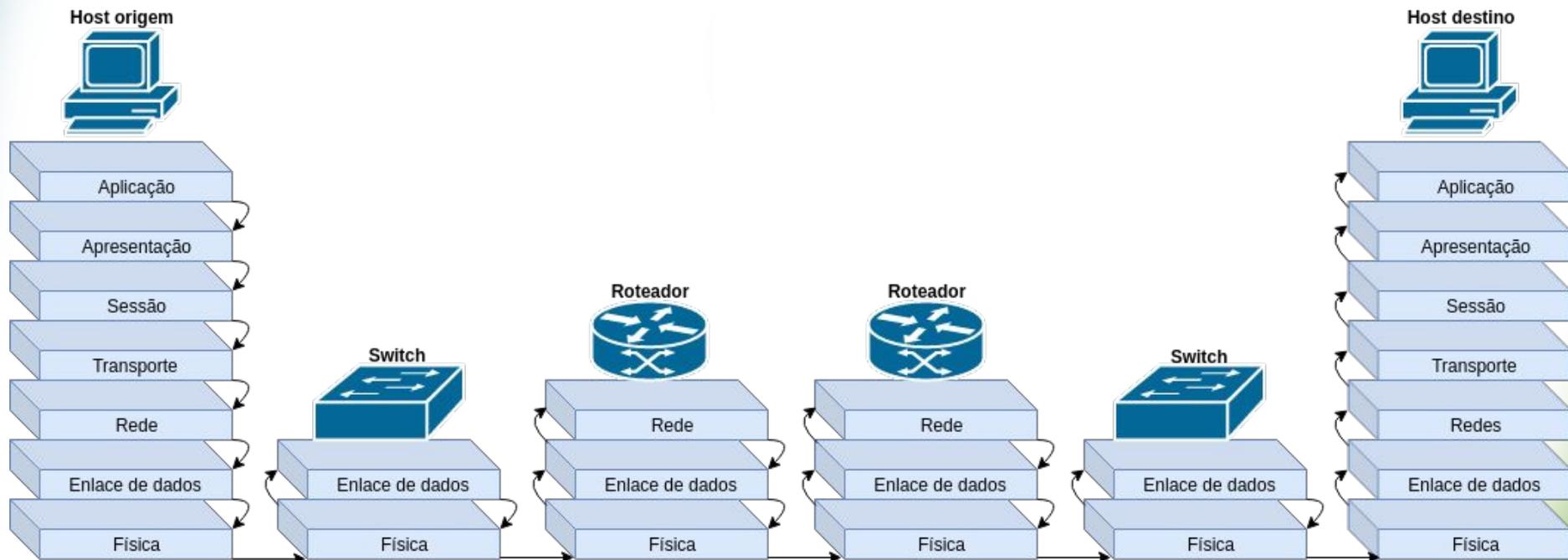
Resumo TCP/IP e OSI

✓ Modelo de referência



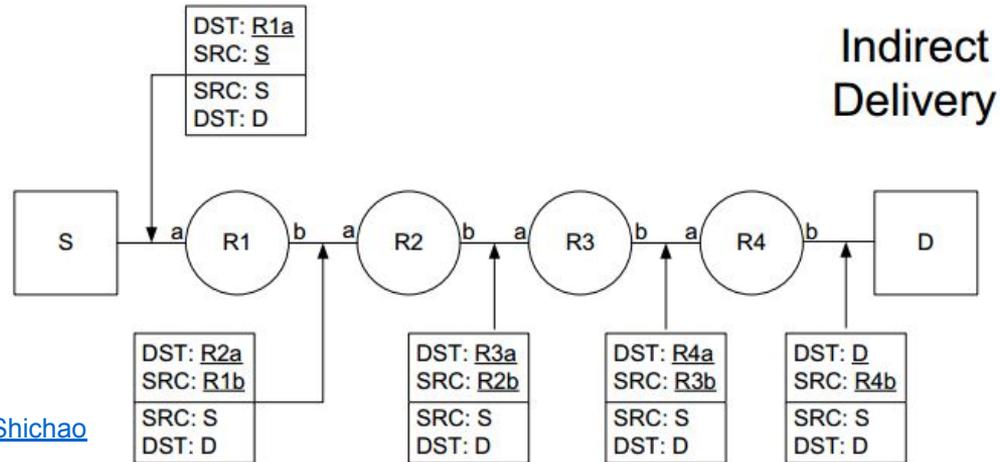
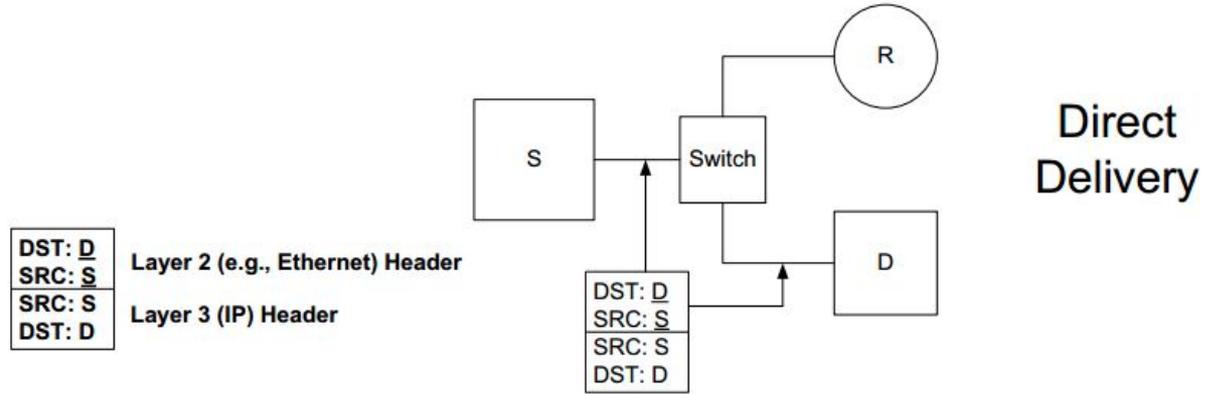
Resumo TCP/IP e OSI

✓ 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

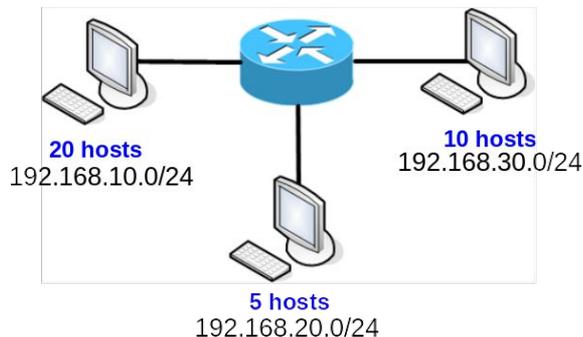
Endereçamento

✓ 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;

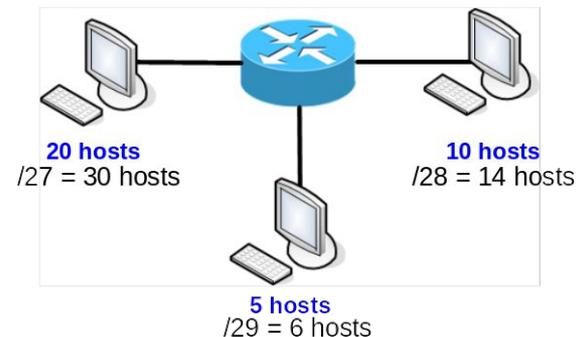
Sem VLSM: 3 blocos /24

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

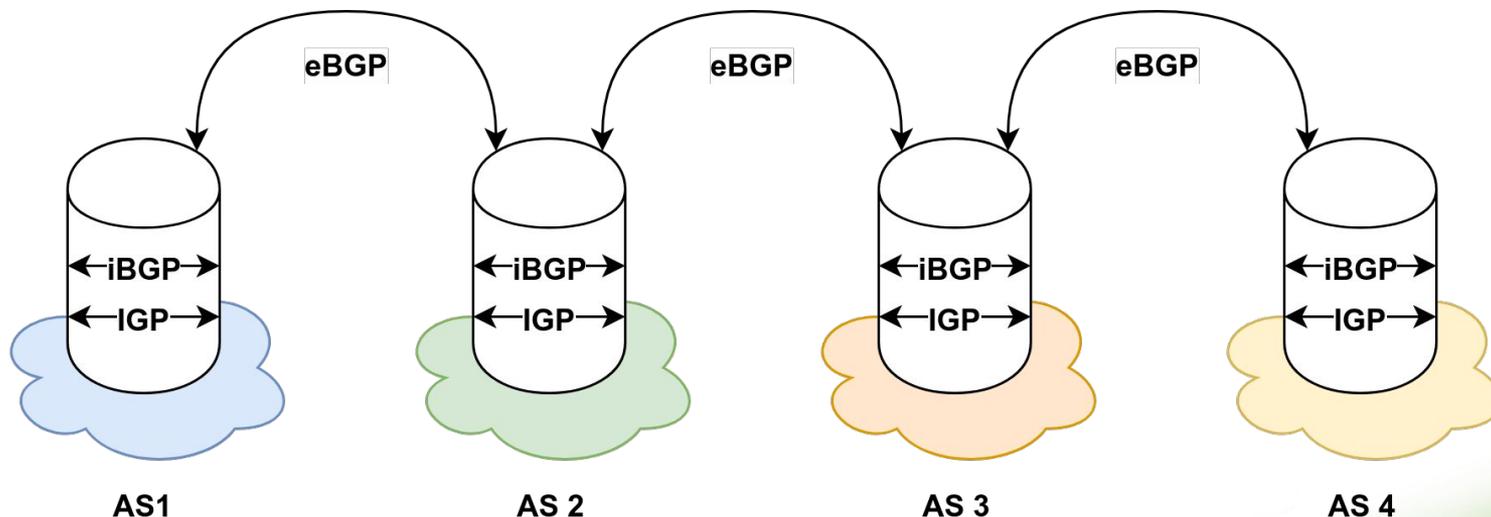
Noções de Roteamento

- ✓ 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

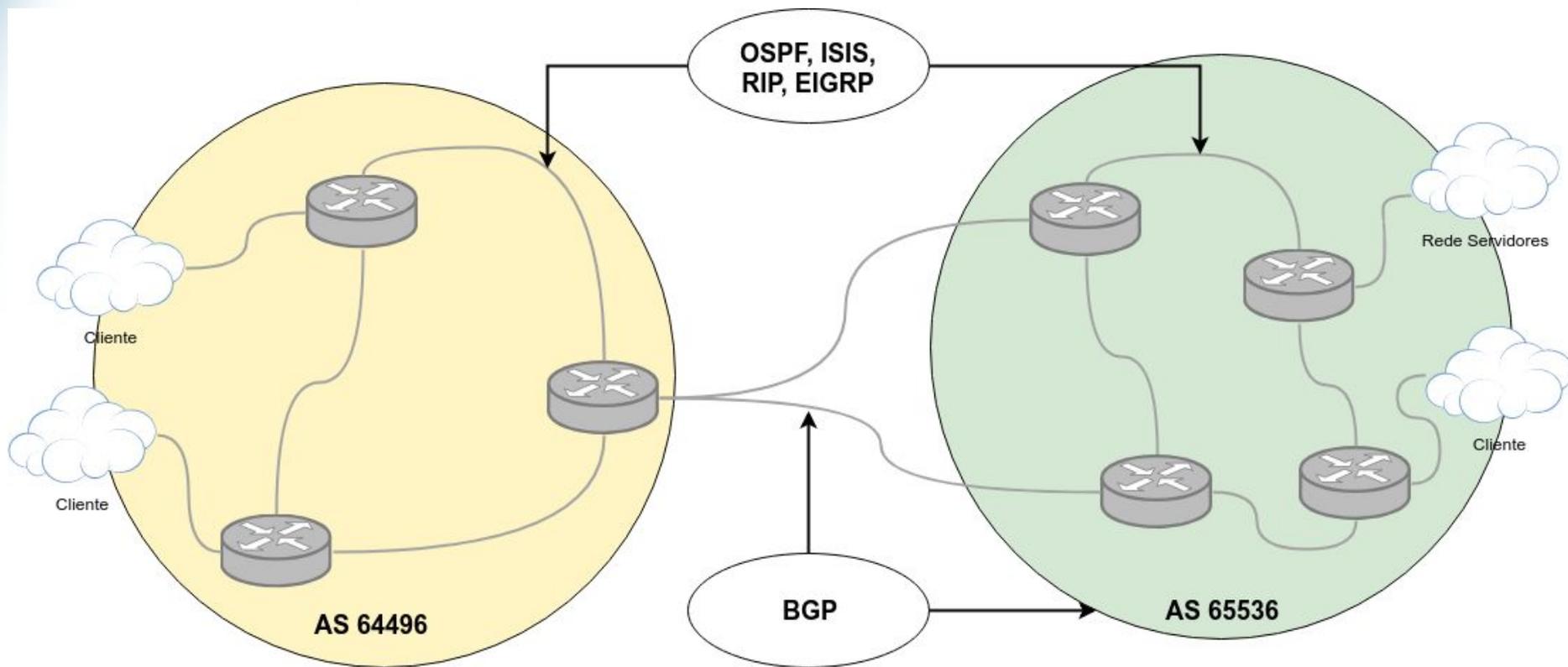
- ✓ Roteamento externo
 - ✓ Troca de informação de roteamento entre roteadores de diferentes sistemas autônomos
 - ✓ Definido através dos protocolos de roteamento externo (Exterior Gateway Protocol – EGP)
 - ✓ Exemplos de protocolos: EGP (homônimo), IDRIP e BGP

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

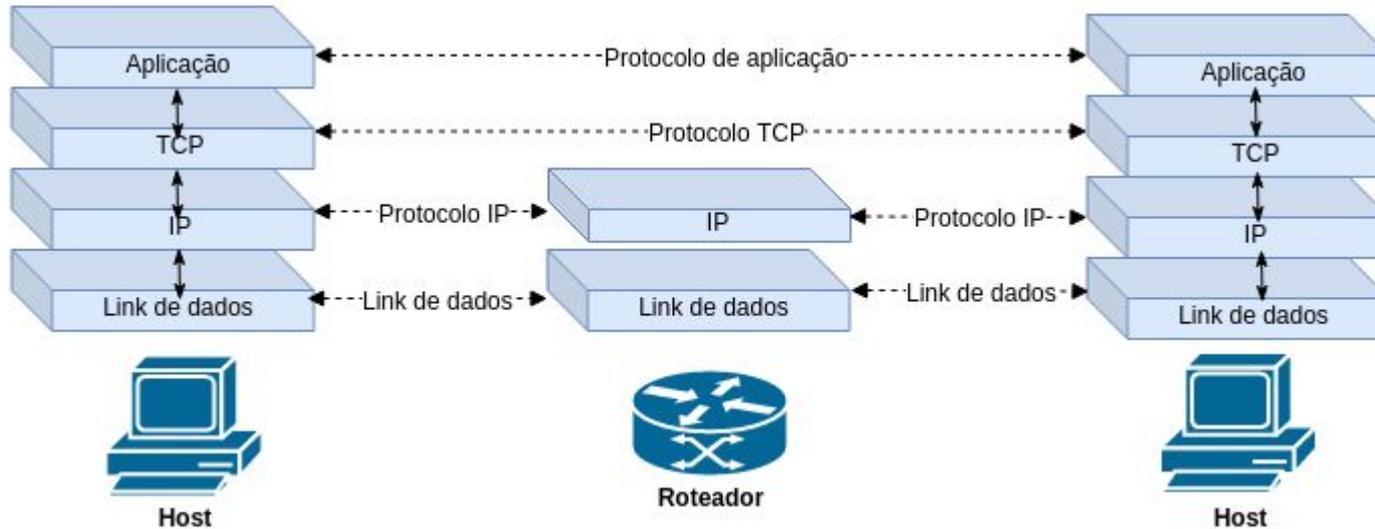
- ✓ Protocolo Internet (Internet Protocol)
 - ✓ Definido na RFC791, é usado entre duas ou mais máquinas em rede para encaminhamento de pacotes, atualmente mantido através da RFC1812
 - ✓ É o principal protocolo da camada de rede
 - ✓ Responsável pelo endereçamento (localização e identificação) no nível 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

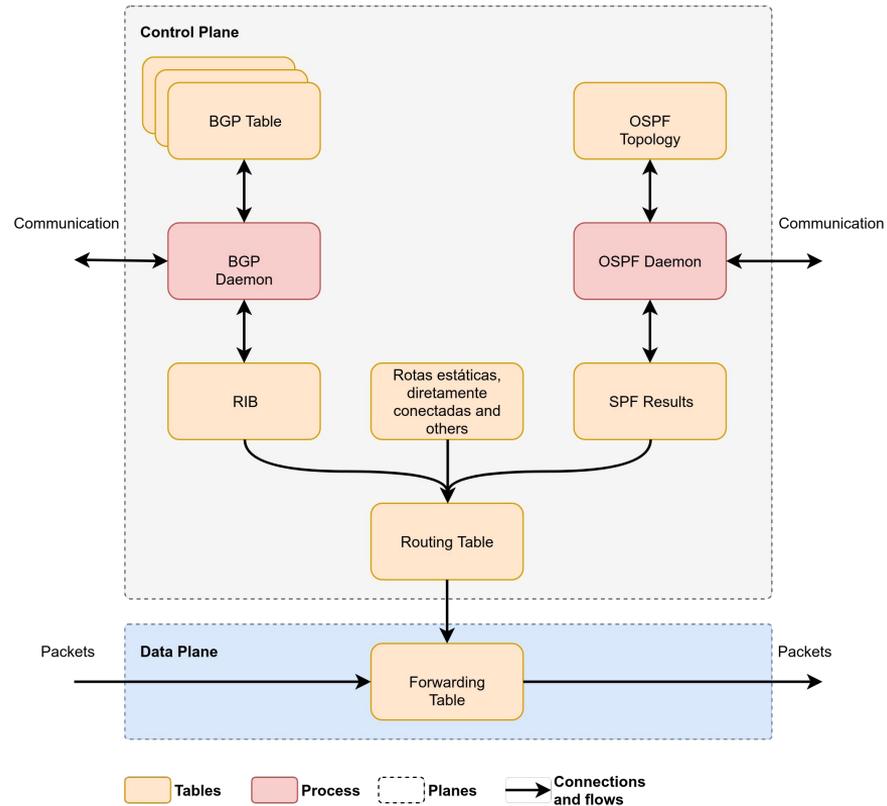
VALORES PADRÃO

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.