



# Cisco Support Community Expert Series Webcast

## Desvendando o MPLS

**Leonardo Furtado**  
Setembro 21, 2016

# Expert Series Webcast ao vivo

## Desvendando o MPLS

Leonardo Furtado é Instrutor e Facilitador do High Touch Delivery Learning Services (Cisco Advanced Services Education), onde atua em diversos países lecionando para clientes da Cisco sobre treinamentos avançados de plataformas tais como ASR 9000, Carrier Routing System (CRS), ASR 1000, ASR 900, dentre outras, além das tecnologias determinantes para as arquiteturas Carrier Ethernet de última geração.

Possui formação em Ciência da Computação e 21 anos de experiência em diversos segmentos de mercado e verticais tecnológicas, de routing & switching, wireless, segurança a colaboração, até Service Providers e Data Centers, sendo estes dois últimos seus segmentos de maior especialidade e interesse. Atuou por empresas com perfil de missão crítica por alta disponibilidade, resiliência e segurança, incluindo New York Stock Exchange (NYSE/Euronext), instituições financeiras e operadoras de telecomunicações. É um Certified Cisco Systems Instructor (CCSI).



**Leonardo Furtado**

# Obrigado por estar conosco hoje!

Durante a apresentação, serão feitas algumas perguntas para o público.  
Dê suas respostas, participe!



# Obrigado por se juntar a nós hoje!



Se você quiser uma cópia dos slides da apresentação, clique no link do arquivo PDF na caixa de chat à direita ou acesse:

<https://supportforums.cisco.com/pt/document/13125541>





# Envie suas perguntas agora!

Use o Q & A do painel para enviar suas perguntas e o painel de especialistas irá responder.

**Por favor, tome um momento para concluir a pesquisa de satisfação ao final do webcast**

# Pergunta 1

## Qual é o seu grau de experiência com a tecnologia MPLS?

1. Utilizo frequentemente na infraestrutura de redes de minha empresa.
2. Tenho experiência como profissional de redes.
3. Não possuo qualquer experiência sobre este tema.



# Desvendando o MPLS

Cisco Support Community Expert Series Webcast

**Leonardo Furtado**

Setembro 21, 2016

# Agenda

- Limitações do roteamento IP tradicional
- Benefícios da tecnologia MPLS
- Funcionamento do MPLS label switching: control plane e data plane
- Configuração e verificação de um cenário típico com MPLS
- Exemplos de cenários com aplicações baseadas no MPLS



# Limitações do roteamento IP tradicional

# Revisão: Como Funciona um Roteador?

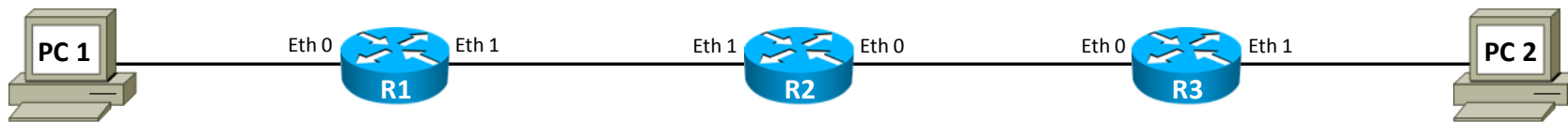
- Um roteador, em suas funções mais básicas, realiza duas ações fundamentais:
  - **Determinação de caminhos** (“path determination”)
    - Consulta uma tabela contendo prefixos IP e localiza a rota mais específica (operação “longest match”) sobre o endereço IP de destino contido no cabeçalho IP.
    - Determina a interface de saída associada à melhor rota encontrada, assim como as instruções necessárias para reescrever o cabeçalho de Camada 2.
  - **Encaminhamento de pacotes** (“packet switching”)
    - O roteamento do pacote propriamente dito.
    - Subtrai -1 do campo TTL do cabeçalho IP, calcula o CRC do referido cabeçalho.
    - Reescreve o cabeçalho de Camada 2 com base nas instruções de adjacência L2 associadas com a interface de saída (ex: endereços MAC, tag de VLAN).
    - Encaminha o pacote.

# Revisão: Como Funciona um Roteador? (cont.)

1. O roteador recebe o frame e valida a integridade do mesmo.
2. O cabeçalho IP é verificado (CRC) e o campo “Destination IP Address” é consultado.
3. O roteador buscará por uma rota mais específica para atender ao endereço IP de destino. A consulta realizada é do tipo “longest match”.
4. Determina as informações de adjacência (interface de saída e instruções L2 associadas à esta interface), consultando primeiro o ARP cache, ou fazendo a resolução Endereço IP  $\leftrightarrow$  MAC.
5. Modifica o campo TTL (-1) do IP header, recomputa o CRC do mesmo, encapsula o pacote com base nas instruções L2 da interface de saída (encapsulamento do frame L2), e transmite o pacote.

Endereço IP: **192.168.1.1**  
Máscara Subrede: **/24**  
Default Gateway: **192.168.1.254**  
Endereço MAC: **0001.0001.1111**

**172.16.1.1** :Endereço IP  
**/24** :Máscara Subrede  
**172.16.1.254** :Default Gateway  
**0002.0002.2222**:Endereço MAC



CABEÇALHO DE CAMADA 2

CABEÇALHO DE CAMADA 3

# Revisão: Como Funciona um Roteador? (cont.)

- Para questões de objetividade, foram suprimidos detalhes acerca dos seguintes:
  - Pipelines “ingress” e “egress” de pacotes em trânsito em um roteador.
    - Utilização de instruções L2 e/ou L3 para classificação e posterior processamento com ações adicionais sobre pacotes.
      - Input e output ACL, classificação para QoS, policiamento QoS, marcação QoS, NetFlow, uRPF, NAT, IPsec, WCCP, NBAR e muitos outros.
- Focamos apenas na revisão de como um roteador comum funciona e em suas ações mais básicas: **determinação de caminhos** e **encaminhamento de pacotes**.

# Qual é Então o Problema com o Roteamento IP?

- Basicamente, “nenhum”!
- Note que o roteamento IP tem que ser executado “salto a salto”, em todos os dispositivos de rede ao longo do caminho.
- Considerações acerca de possíveis problemas ou restrições com o roteamento IP tradicional:
  - Não acomoda sobreposição de endereços de subredes/redes (overlapping), exceto por meios de NAT dos endereços de origem ou destino. Do contrário, poderá ocorrer possível blackholing do tráfego.
  - A engenharia de tráfego é tipicamente feita com mecanismos tais como manipulação de métricas dos protocolos de roteamento, roteamento estático e roteamento baseado por políticas.

# Qual é Então o Problema com o Roteamento IP?

- Os roteadores somente encaminham pacotes através da rota de melhor custo, mesmo que haja outras alternativas.
  - Em diversas ocasiões, isto poderá resultar em gargalos e na saturação de determinados enlaces na rede.
- Todos os roteadores ao longo do caminho entre dois pontos precisam conhecer/possuir as devidas rotas: para o destino e para o tráfego de retorno.
  - Isto é particularmente muito relevante em cenários de BGP em Transit AS, pois todos os routers que estiverem “em linha” com o tráfego deverão possuir full routes.
- Para todos estes casos, o MPLS oferece alternativas e cenários mais inteligentes.

# Benefícios da Tecnologia MPLS



# Principais Benefícios do MPLS

1. O MPLS oferece uma classificação flexível dos pacotes, e a consequente otimização dos recursos de rede.
2. Introduz novas aplicações e serviços de valor agregado, tais como MPLS Traffic Engineering (TE), MPLS QoS, Any Transport over MPLS (AToM), as VPNs de Camada 2 incluindo VPLS/H-VPLS e VPWS, e o MPLS L3VPN.
3. Unificação dos Control Planes de optical e roteamento para o GMPLS, para a evolução dos serviços SONET/SDH sobre diversos tipos de transportes.

# Principais Benefícios do MPLS (cont.)

4. O MPLS provê maior previsibilidade do desempenho do roteamento em uma rede, o que é requerido para suportar serviços diferenciados e o SLAs mais agressivos e competitivos.
5. O MPLS facilita a integração de múltiplos serviços sobre uma arquitetura de comutação comum.
  - O que promove simplificação da infraestrutura e a redução do esforço operacional, com notória redução de custos neste sentido.
6. O MPLS implementa ações mais simples e computacionalmente menos onerosas no data plane: push, swap e pop.
7. O MPLS e suas tecnologias associadas viabilizam cenários de conectividade bastante flexíveis, que em muitos casos seriam até mesmo inviáveis com o roteamento IP tradicional.

# Funcionamento do MPLS

# O MPLS em “Miúdos” ...

- O MPLS emprega um mecanismo de tomada de decisões para o encaminhamento de pacotes baseado em Labels.
  - Instruções mais simples de executar que o “routing lookups” padrão.
- O MPLS combina o melhor dos dois mundos:
  - Layer 2: eficiência de encaminhamento e engenharia de tráfego.
  - Layer 3: flexibilidade e escalabilidade.
- O plano de encaminhamento do MPLS:
  - Usa labels para encaminhar o tráfego Layer 2 e Layer 3.
  - Pacotes com labels são comutados, ao invés do uso de roteamento padrão.
    - Aproveita a eficiência dos mecanismos Layer 2.

# O MPLS em “Miúdos”... (cont.)

- O MPLS atua no Control Plane para:
  - Usa as extensões dos protocolos de controle IP existentes, além de novos protocolos para realizar a troca de informações sobre labels.
    - Aproveita e se beneficia das capacidades, flexibilidade e escalabilidade dos protocolos de roteamento.
- O MPLS atua no Data Plane para:
  - Implementar um mecanismo de encaminhamento de pacotes com ações mais simples e menos onerosas nos backbones.
  - Historicamente, o MPLS foi responsável por maximizar o throughput de backbones.
  - As decisões para o encaminhamento de pacotes não são feitas com consultas dos cabeçalhos IP; as ações com labels são mais simples e viabilizam cenários de conectividade mais flexíveis.

# Comparando as Tecnologias

	IP	Ethernet Nativo	MPLS
Encaminhamento	Tabela de encaminhamento baseada em endereços de destino (FIB), a qual é preenchida com as informações aprendidas do control plane (RIB). Suporte a TTL	Tabela de encaminhamento (MAC ou CAM) baseada em endereços de destino, a qual é preenchida com as informações aprendidas do data plane. Não há Suporte a TTL	Tabela de encaminhamento baseada em Labels (LFIB), a qual é preenchida com as informações aprendidas do control plane (LIB). Suporte a TTL
Control Plane	Protocolos de Roteamento (RIP, OSPF, EIGRP, BGP, etc.)	Protocolos de prevenção de Loop Ethernet (STP, REP, G.8032)	Protocolos de Roteamento Protocolos MPLS
Encapsulamento do Pacote	Cabeçalho IP	Cabeçalho 802.3	MPLS shim header
QoS	8 bits no campo TOS do cabeçalho IP	Campo 802.1p de 3 bits contido no tag de VLAN	Campo de 3 bits TC contido no label
OAM	IP ping, traceroute	E-OAM	MPLS OAM

# Segmentos de Mercado Atendidos pelo MPLS

	Motivadores de sua Adoção	Objetivos de Negócios	Capacidades MPLS
Service Provider	<ul style="list-style-type: none"><li>• Confiabilidade dos serviços de rede</li><li>• Uso mais inteligente dos recursos de rede e banda</li><li>• Flexibilidade para a adoção de novos serviços e serviços existentes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aproveita uma mesma rede para fornecer múltiplos serviços escaláveis</li><li>• Otimiza a capacidade da rede para atender as demandas por banda atuais e futuras</li><li>• Entrega de serviços “premium” com SLAs mais agressivos</li></ul>	Layer-3 VPN Layer-2 VPN MPLS TE MPLS OAM, QoS
Enterprise	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fusões e aquisições</li><li>• Consolidação de redes</li><li>• Serviços compartilhados</li><li>• Conformidade</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Segmentação da rede</li><li>• Integração da rede</li></ul>	Layer-3 VPN
Data Center	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hospedagem Multi-tenant</li><li>• Data Center Interconnect (DCI)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aproveita uma mesma infraestrutura de data center para atender múltiplos clientes e serviços</li><li>• Fornece serviços de qualquer data center, independentemente de sua localização geográfica</li></ul>	Layer-2 VPN Layer-3 VPN

# Conhecendo os Protocolos de Distribuição de Labels do MPLS

- **Label Distribution Protocol (LDP)**
  - Definido nos RFCs 3036 e 3037
  - Usado para distribuir Labels em uma rede MPLS
  - Forwarding Equivalence Class (FEC)
    - Como os pacotes são mapeados para Label Switched Paths (LSPs)
  - Anúncio de Labels por FEC
    - Ex: alcance para o destino 192.168.1.0/24 com Label “X”
  - Descoberta e estabelecimento de vizinhanças
    - Descoberta básica e estendida



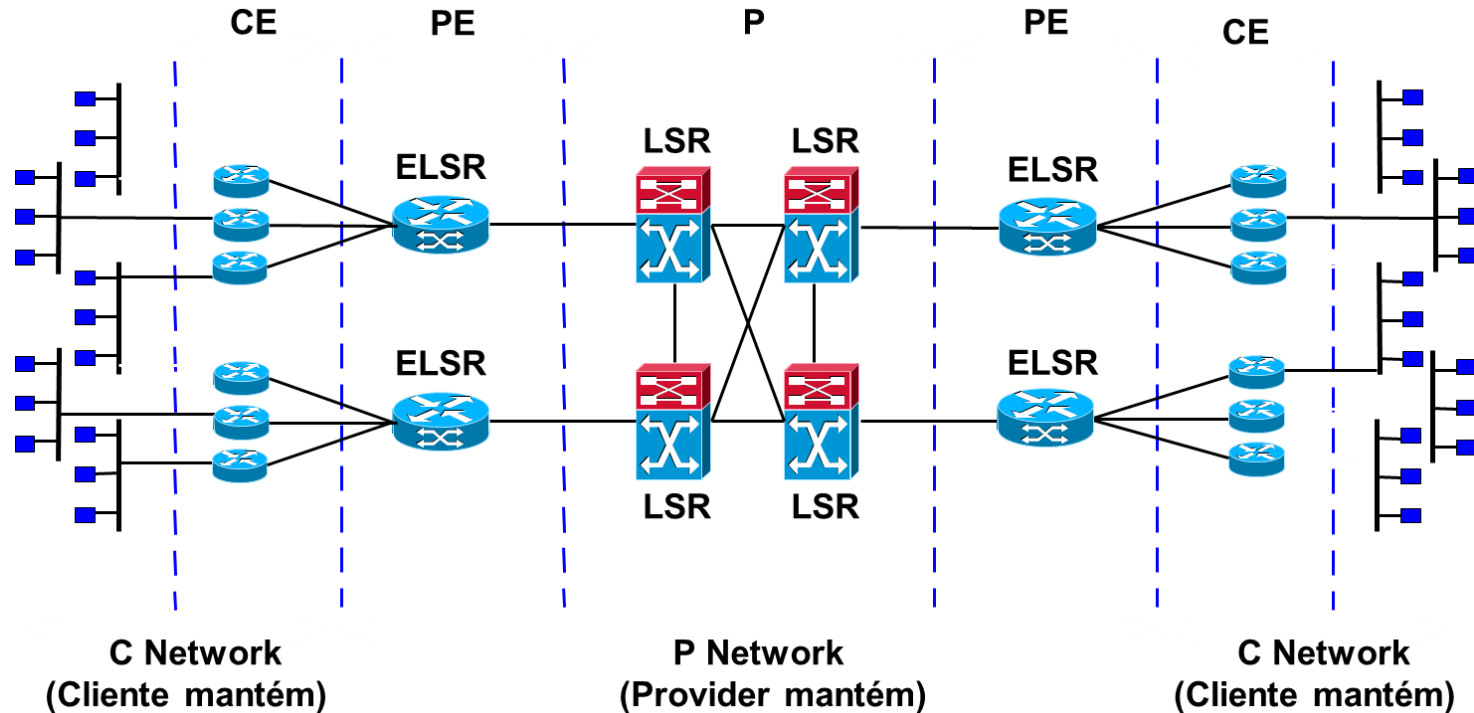
# Distribuição de Labels no MPLS (cont.)

- **Resource Reservation Protocol (RSVP)**
  - Usado no MPLS Traffic Engineering (TE)
  - Aproveita os mecanismos de controle de admissão do RSVP
  - Requisições por Labels são enviadas nas mensagens PATH e os bindings são feitos com mensagens RESV
  - Objetos EXPLICIT-ROUTE definem o caminho sobre o qual as mensagens setup deverão ser encaminhadas

# Distribuição de Labels no MPLS (cont.)

- **Distribuição de Labels baseada no BGP**
  - Usado no contexto de MPLS VPNs
  - Emprega as extensões multiprotocolos do BGP
  - Routers precisam ser vizinhos por BGP, em ambientes RR ou não-RR
  - As informações de mapeamento de Labels são transportadas como parte do NLRI (Network Layer Reachability Information)
  - Mais recentemente, usado em Seamless MPLS / Unified MPLS

# Componentes de uma Rede MPLS Típica

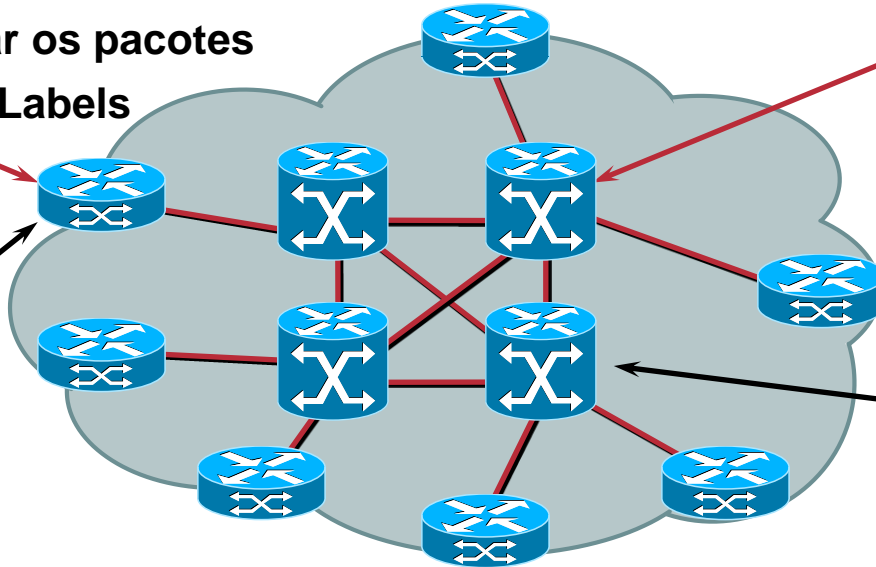


# Conceitos Básicos e Operação do MPLS

- **Na Borda:**

Classificar os pacotes  
Impor os Labels

**Edge Label  
Switch Router  
Router**



**Label Distribution  
Protocol (LDP)**

- **No Core:**

Encaminhar pacotes  
usando os Labels (ao  
invés de consultar  
endereços IP)

O Label indica uma  
classe de serviço e  
destino

**Label Switch  
Router (LSR)**

**Router**

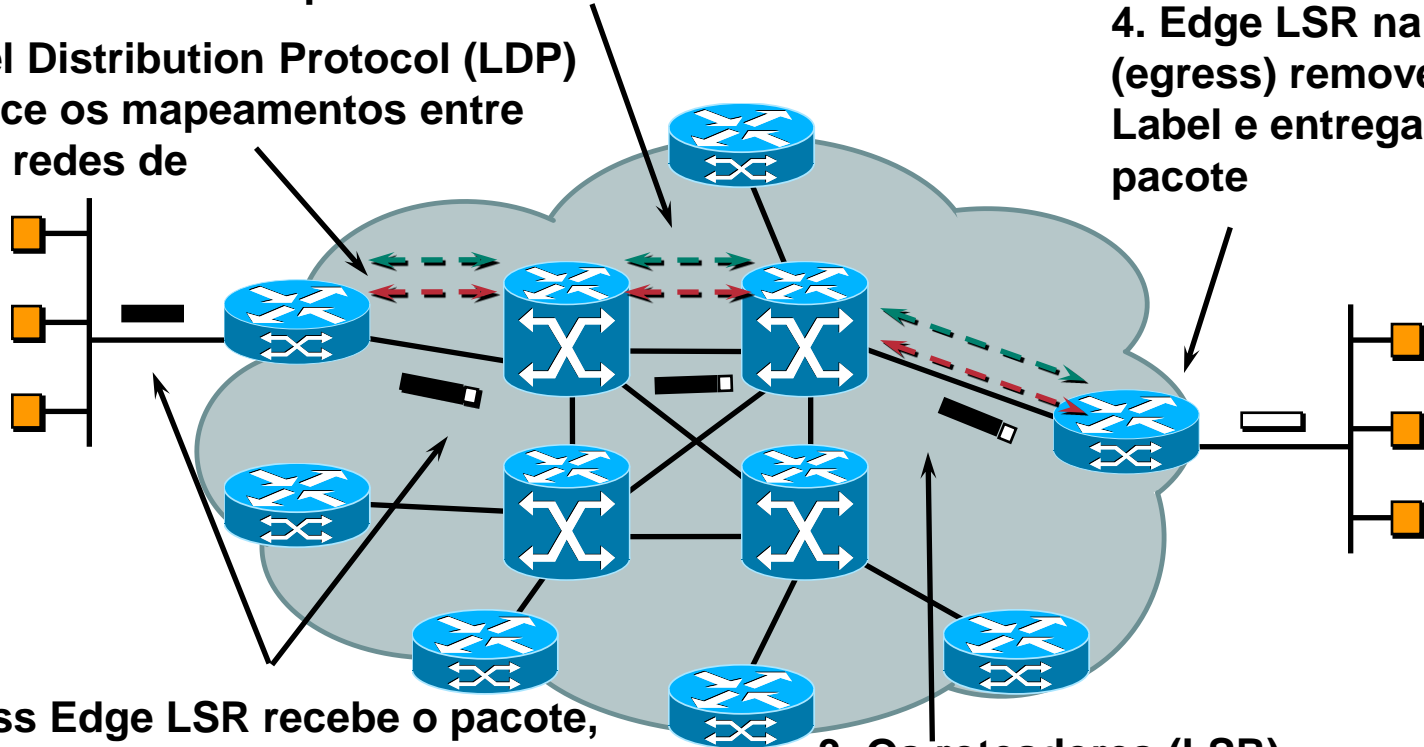
**1a. Protocolos de roteamento existentes (ex: OSPF, IS-IS) estabelecem o alcance para as redes de destino**

**1b. Label Distribution Protocol (LDP) estabelece os mapeamentos entre Labels e redes de destino**

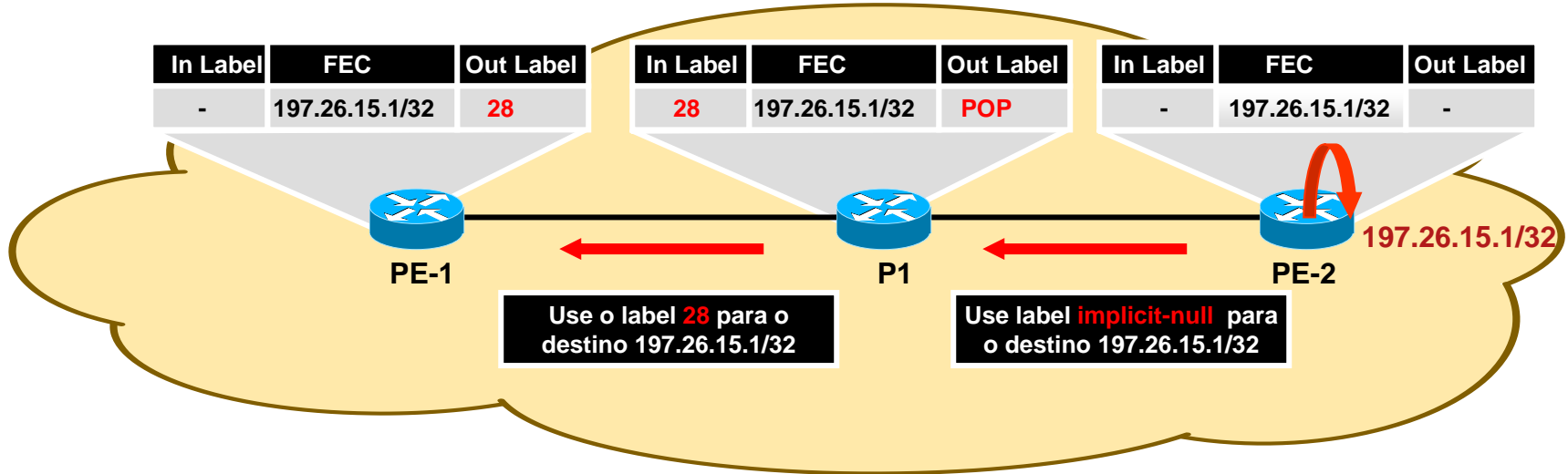
**2. Ingress Edge LSR recebe o pacote, executa os serviços Layer 3, e impõe o Label no pacote**

**3. Os roteadores (LSR) encaminham os pacotes usando as instruções dos Labels**

**4. Edge LSR na saída (egress) remove o Label e entrega o pacote**



# Penultimate Hop Popping (PHP)

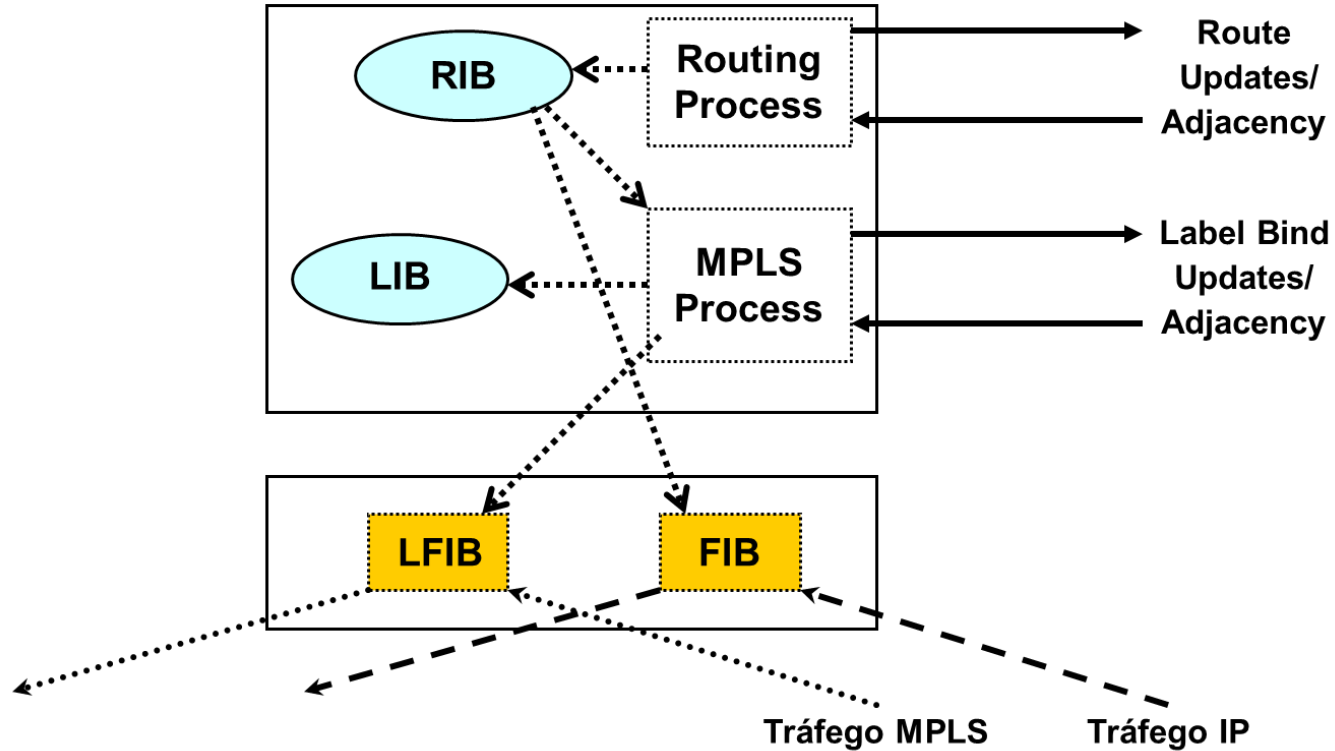


# Pergunta 2

**Cite os protocolos que implementam distribuição de labels em uma rede MPLS:**

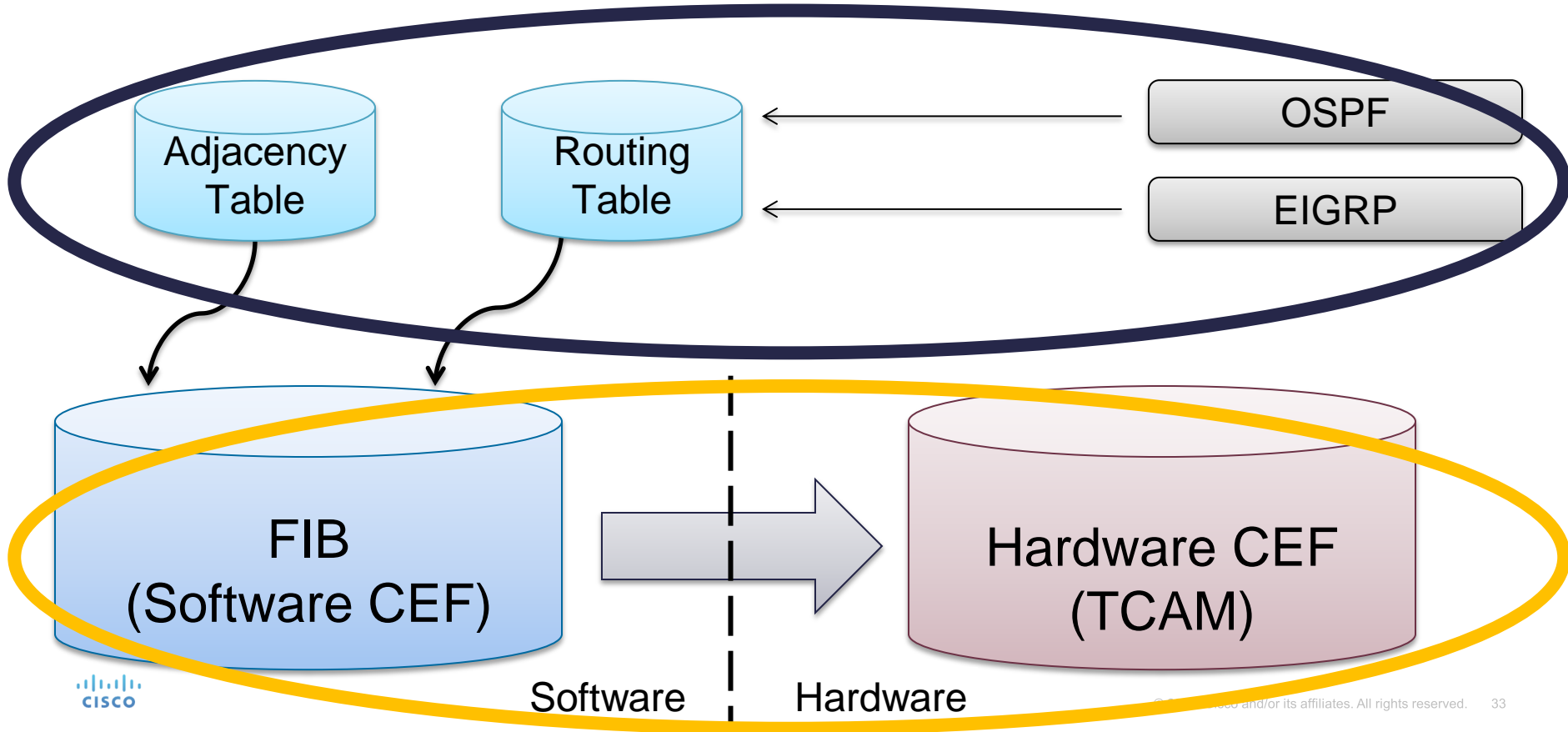
1. LDP
2. STP
3. OSPF
4. RSVP
5. BGP

# Esclarecendo Control Plane e Data Plane

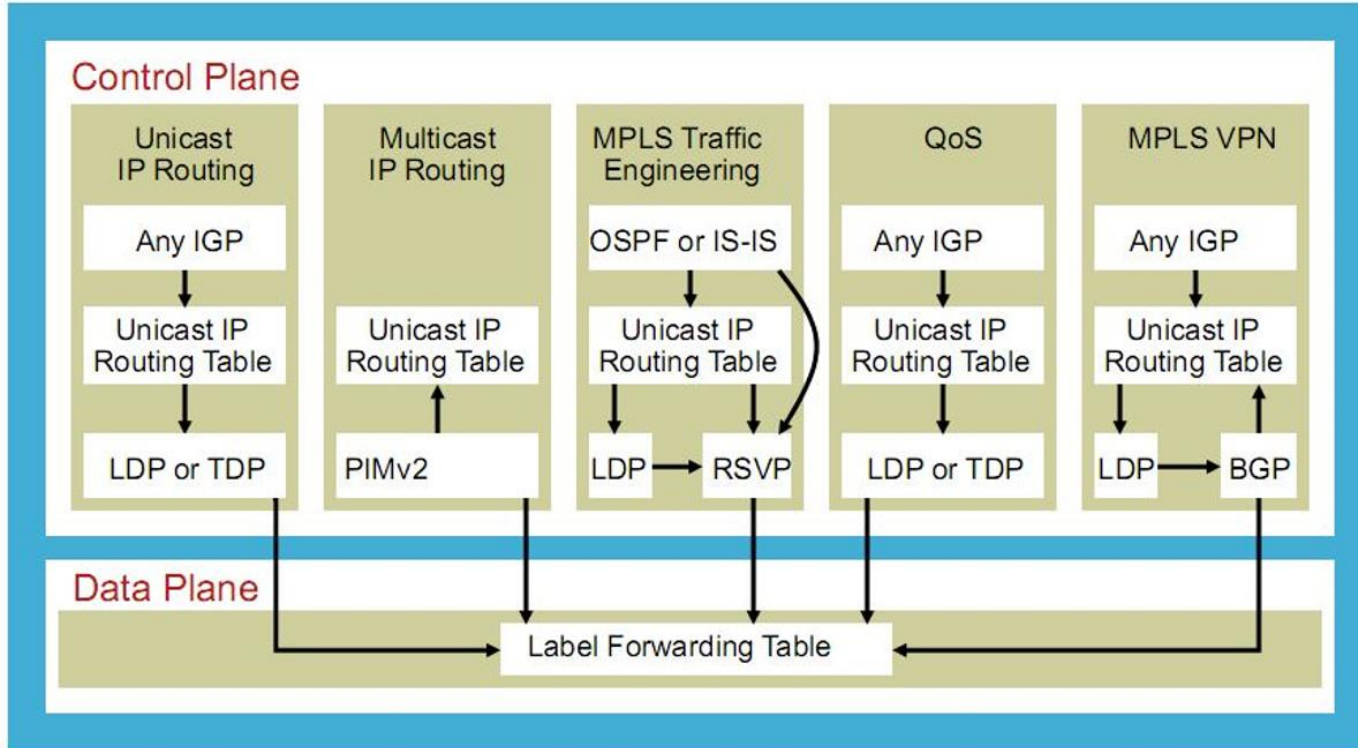




# Separação entre Control Plane e Data Plane

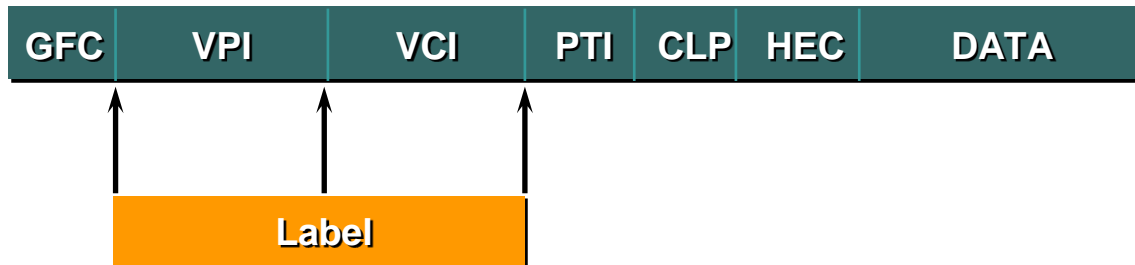


# Como as Aplicações MPLS diferem no Control Plane e no Data Plane



# Encapsulamentos do MPLS

**ATM Cell Header**



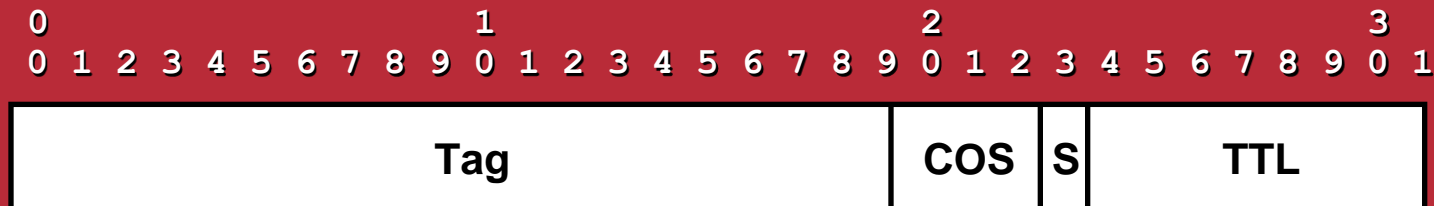
**PPP Header  
(Packet over SONET/SDH)**



**LAN MAC Label Header**



# O Label Header do MPLS



**Label = 20 bits**

**S = Bottom of Stack, 1 bit**

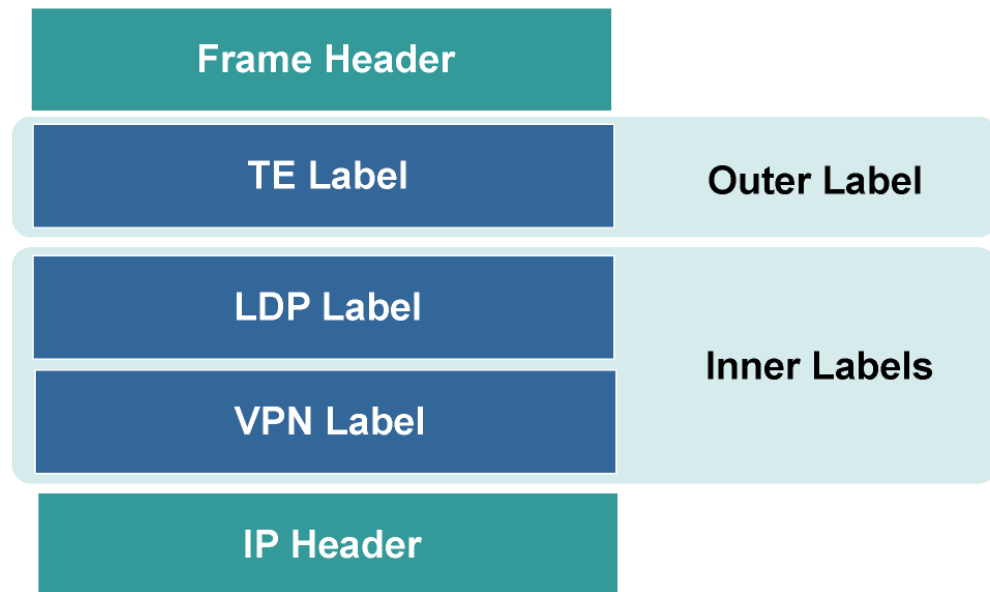
**COS/EXP = Class of Service, 3 bits**

**TTL = Time to Live, 8 bits**

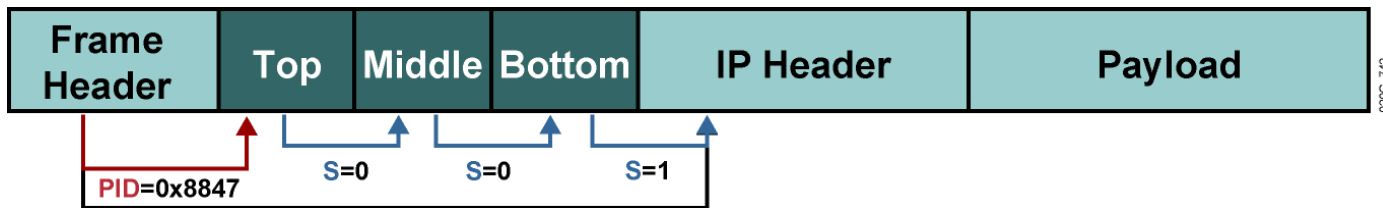
- **Pode ser usado sobre Ethernet, 802.3 ou enlaces PPP**
- **Utiliza dois novos PIDs para Ethertypes: 0x8847 (unicast) e 0x8848 (multicast)**
- **Contém as instruções necessárias para encaminhamento de pacote**

# O Label Stack do MPLS

- O “outer” label é usado para o encaminhamento do pacote na rede MPLS.
- Os “inner” labels são usados para separar os pacotes no ponto de saída (egress).
  - Tipicamente para serviços de L2VPN e L3VPN.
  - Permitindo entregar o pacote para o serviço correto.

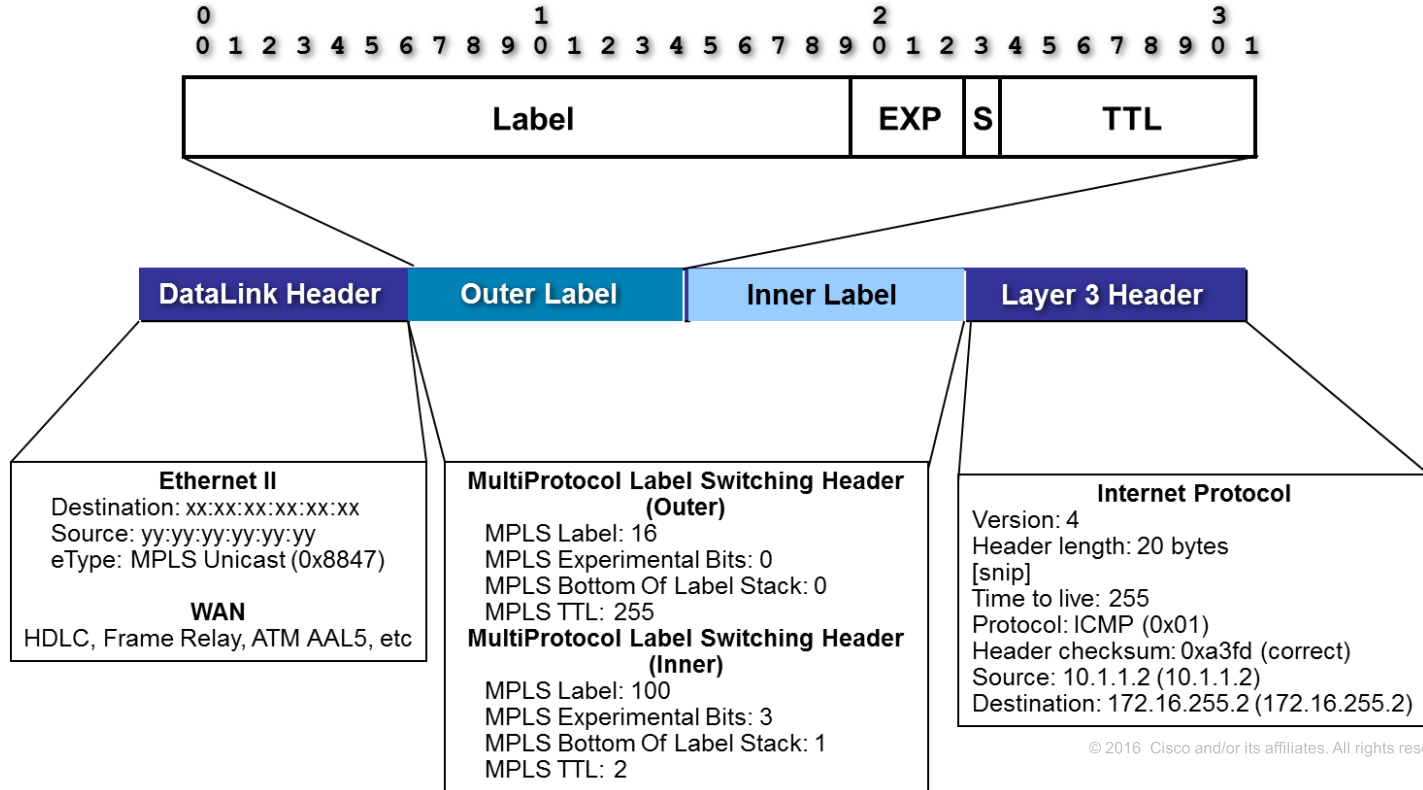


# Formato do Label Stack



- O cabeçalho L2 especifica que o payload que se inicia após ele é um pacote que possui labels.
- O bit bottom-of-stack indica se aquele label é o último da pilha (stack).
- O roteador que recebe o pacote usa somente o top label.

# Exemplos de Encapsulamento



# Algumas Informações sobre os Labels...

- O label reside entre os cabeçalhos L2 e L3, conforme já demonstrado.
- O MPLS vincula (bind) labels para todas as rotas instaladas por IGP.
- O label possui significância local, e é trocado com os vizinhos através de um protocolo específico (ex: LDP).
- Somente o label do “topo” (outermost label ou top label) é usado para decisões de encaminhamento de pacotes.
  - Os demais Labels não são usados para encaminhamento, apenas o top label.
  - O “labeled path” ou LSP é unidirecional.



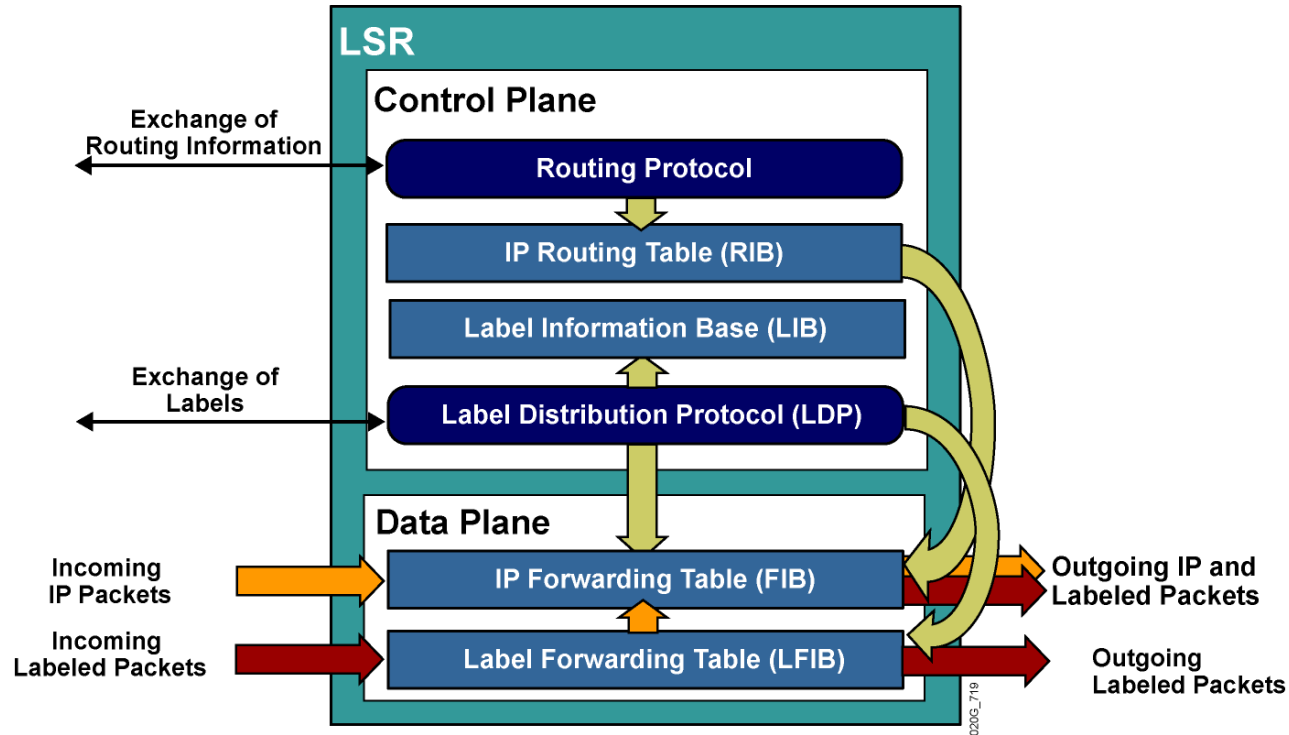
# Algumas Informações sobre os Labels... (cont.)

- O MPLS define os labels entre 0 e 15 como reservados:
  - Implicit Null (3)
    - Apenas remova o top label e encaminhe o pacote com os demais labels (se houver).
  - Explicit Null (0)
    - Faça o swap para o label 0 para preservar as marcações de QoS.
- Plataformas Cisco iniciam a atribuição de labels a partir do 16.
  - Fora da faixa tida como labels reservados, e fazendo isto de forma arbitrária.

# Operações com Labels no MPLS

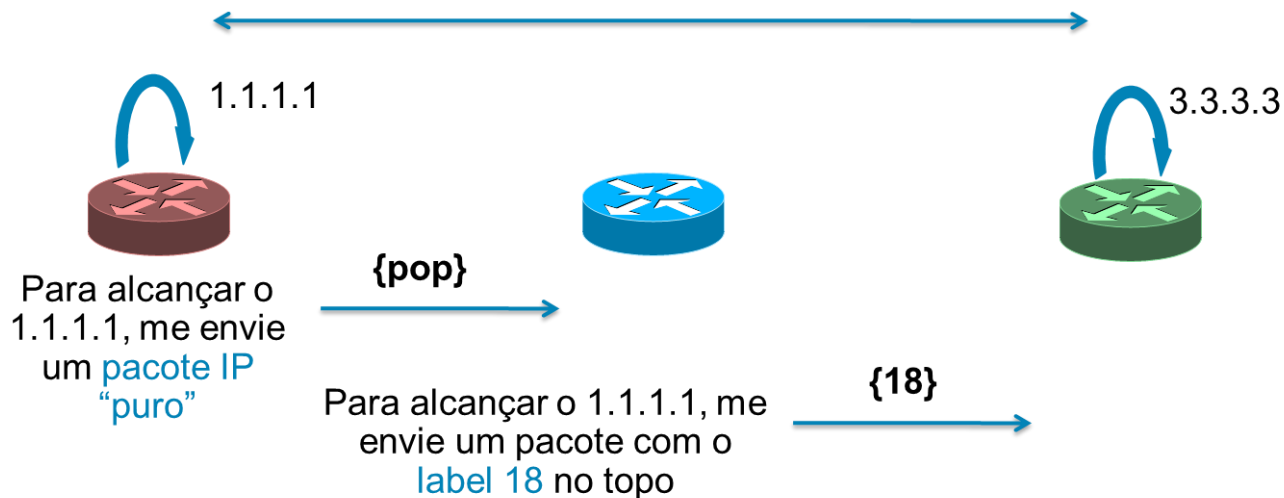
- Um LSR realiza uma das três funções com relação ao encaminhamento de pacotes em uma rede MPLS:
  - Push (inserção ou imposição): insere um label ou uma pilha e labels para o pacote.
  - Swap (troca): troca o top label recebido por um label fornecido pelo next-hop ou um stack de labels.
  - Pop (disposição, remoção): remove o top label.

# Visão Geral do Control Plane e do Data Plane do MPLS



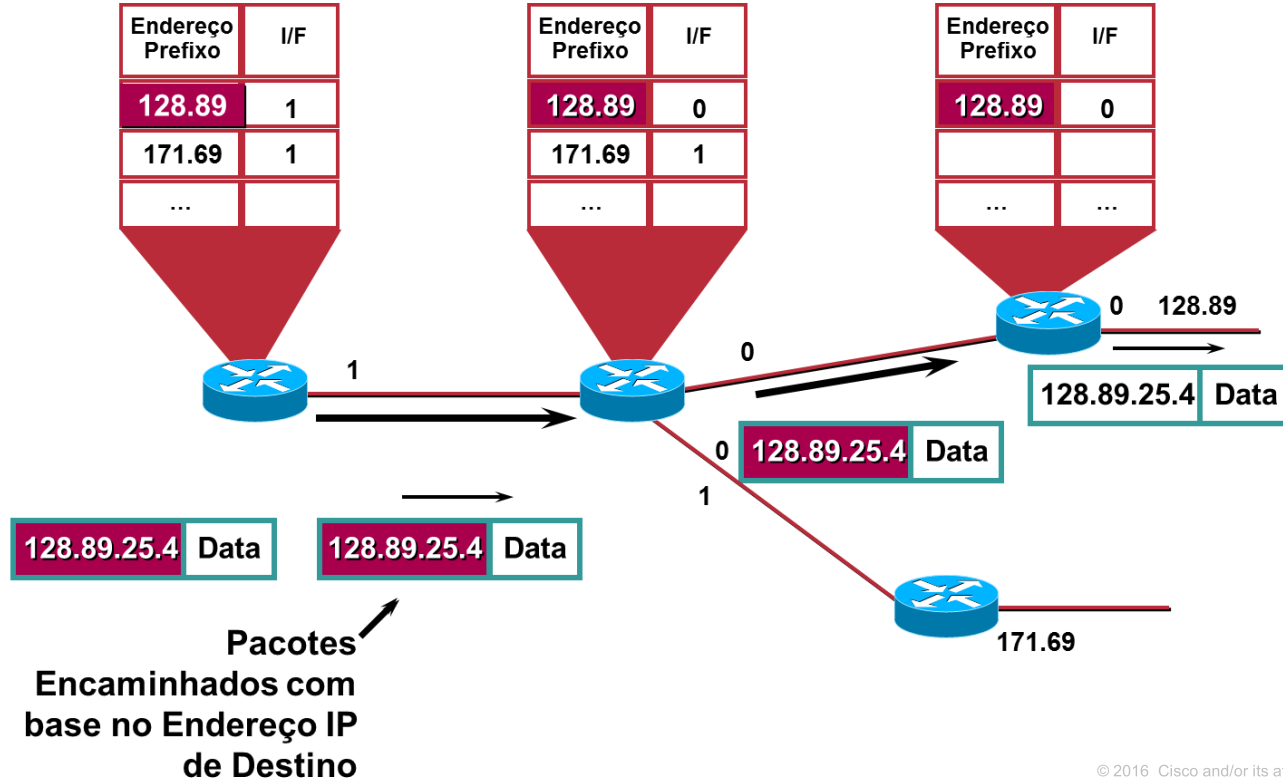
# Exemplificando a Troca de Labels

Protocolo de Roteamento (OSPF, EIGRP, RIP, Static ou Connected)  
Trocam Rotas

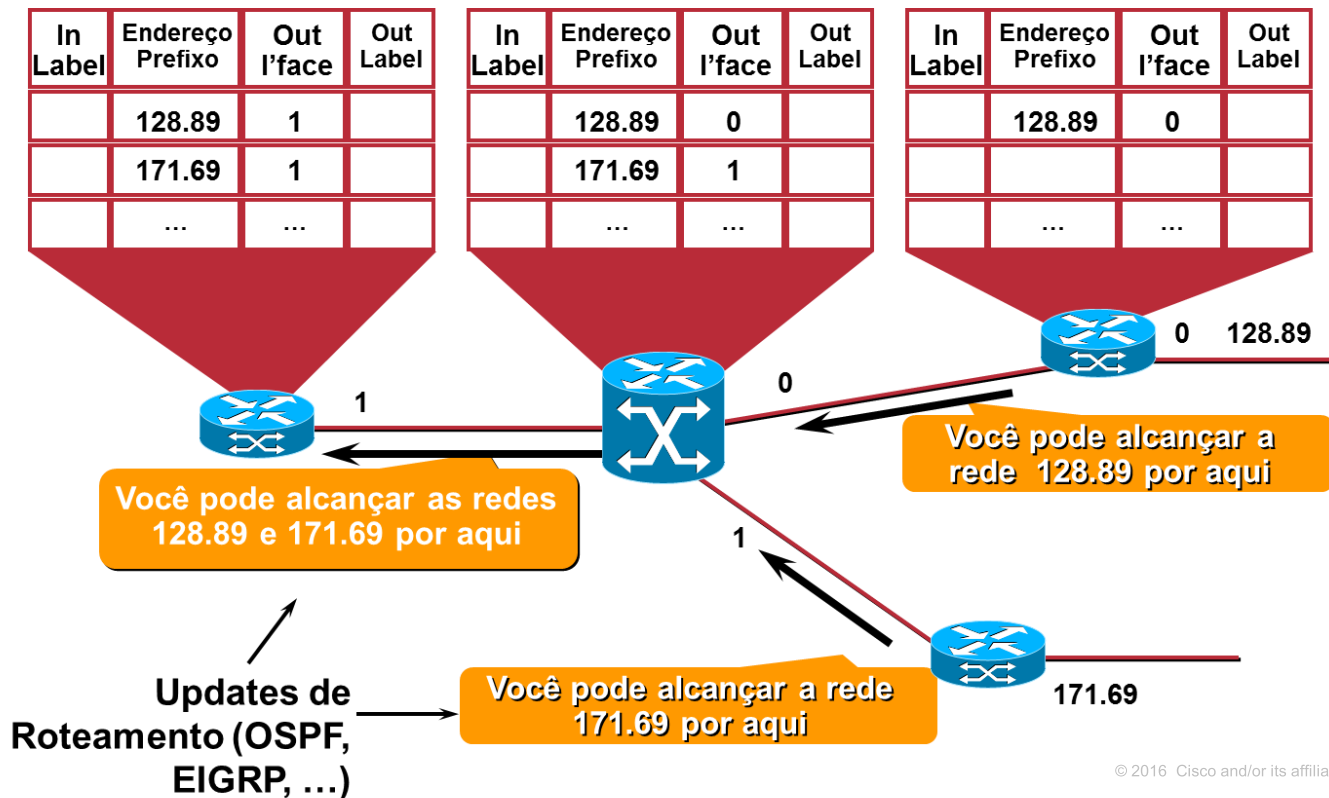


- O **local label** do Vermelho e o **remote label** do Azul é {pop}
- O **local label** do Azul e o **remote label** do Verde é {18}

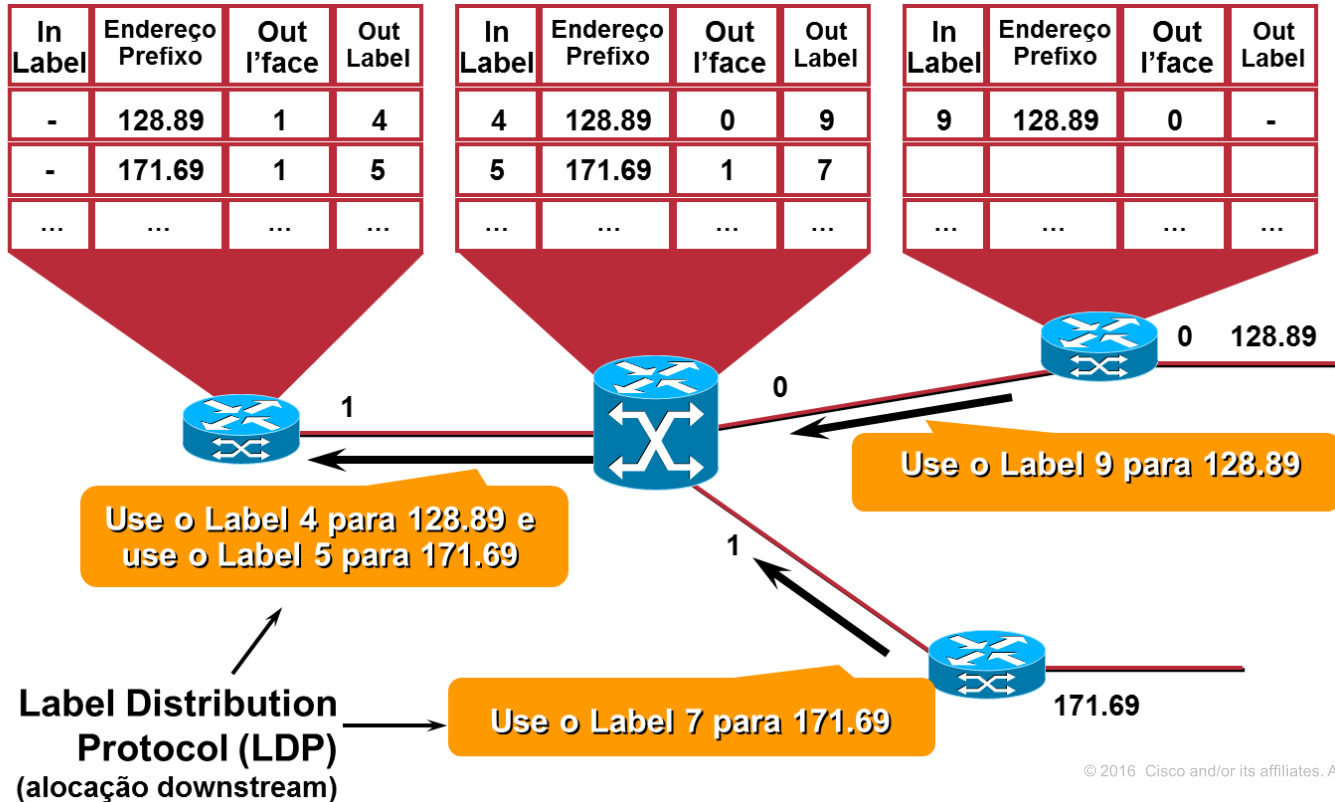
# Roteamento IP Padrão: Distribuição de Rotas e Encaminhamento de Pacotes



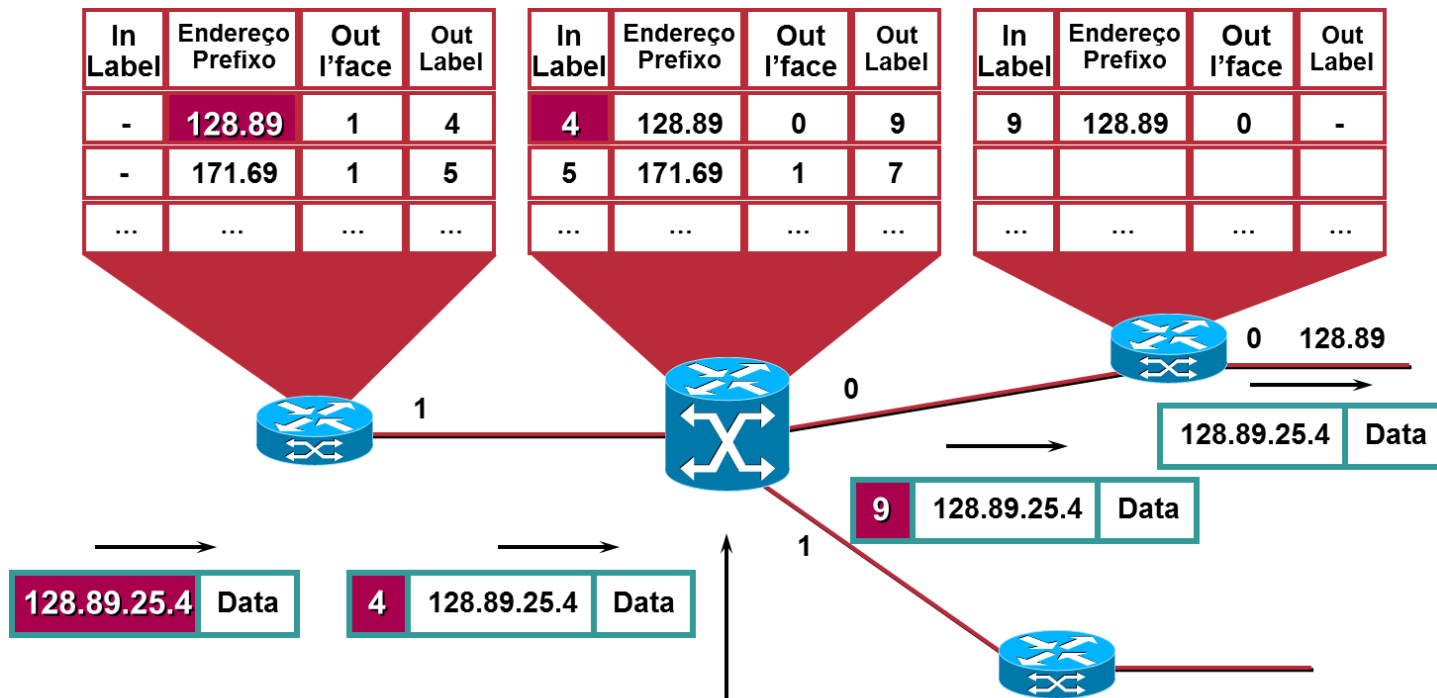
# MPLS: Distribuição de Informações



# MPLS: Atribuição de Labels



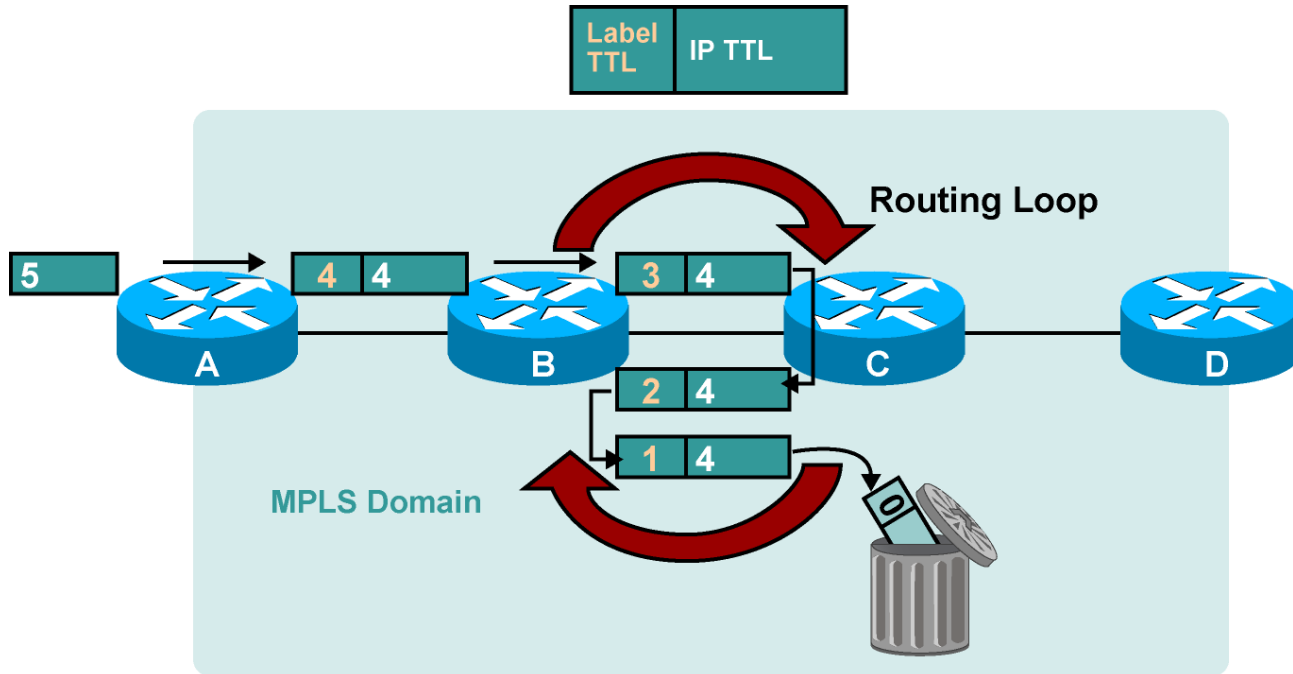
# MPLS: Encaminhamento de Pacotes



Routers LSR encaminham pacotes conforme instruções dos Labels



# Detecção e Prevenção de Loops no MPLS



02003\_731

# Pergunta 3

**Cite as estruturas de dados de Control Plane e Data Plane usadas na arquitetura MPLS**

1. BGP Table
2. RIB
3. LSDB
4. LIB
5. TCAM
6. FIB
7. LFIB

# Exemplos de Cenários com Aplicações baseadas no MPLS

# Aplicações do MPLS

- O MPLS é utilizado em uma variedade de cenários e aplicações, incluindo aplicações nativamente MPLS e cenários de conectividade:
  - Roteamento IP unicast
  - Roteamento IP multicast
  - MPLS Traffic Engineering
  - MPLS QoS
  - MPLS Layer 2 VPNs
  - MPLS Layer 3 VPNs
  - GMPLS
  - Seamless MPLS, Unified MPLS

# Roteamento IP Unicast com MPLS

- É o serviço básico suportado pelo MPLS.
- Provê melhorias sobre o roteamento IP padrão:
  - A habilidade de empregar labels para o encaminhamento de pacotes.
  - Utiliza FECs, que correspondem os endereços de destino armazenados nas tabelas de roteamento.
  - Implementa ações mais simples para o encaminhamento de pacotes.
  - Suporta o conceito de label stacks para a implementação de cenários de conectividade mais flexíveis e arrojados.

# Roteamento IP Multicast com MPLS

- Um protocolo de roteamento adicional para o MPLS não é requerido.
- As extensões do protocolo PIM com suporte para MPLS podem ser utilizados para propagar informações e labels.
- O FEC corresponde ao endereço multicast armazenado na tabela de roteamento multicast.

# MPLS L2VPNs

- Tecnologia de emulação de serviço Ethernet sobre infraestrutura MPLS.
- Permite o transporte transparente de serviços Ethernet ponto a ponto e multiponto, excelente para conectividade LAN-2-LAN e DCI.
- Se beneficia da excelente escalabilidade das redes L3 e da simplicidade de encaminhamento de pacotes implementada pelo MPLS label switching.
- Permite o tunelamento de protocolos de controle L2 transparentemente (STP, VTP, BFD, LACPDU, etc.)

# MPLS L3VPNs

- Serviços Layer 3 com excelente privacidade, segregação e escalabilidade para clientes que compartilham uma mesma infraestrutura de backbone.
- Permite uma variedade de cenários de conectividade ponto a ponto, multiponto, serviços gerenciados e serviços centralizados.
- Os labels são propagados via MP-BGP e a FEC é equivalente ao VPN site descriptor ou tabela de roteamento de VPN.



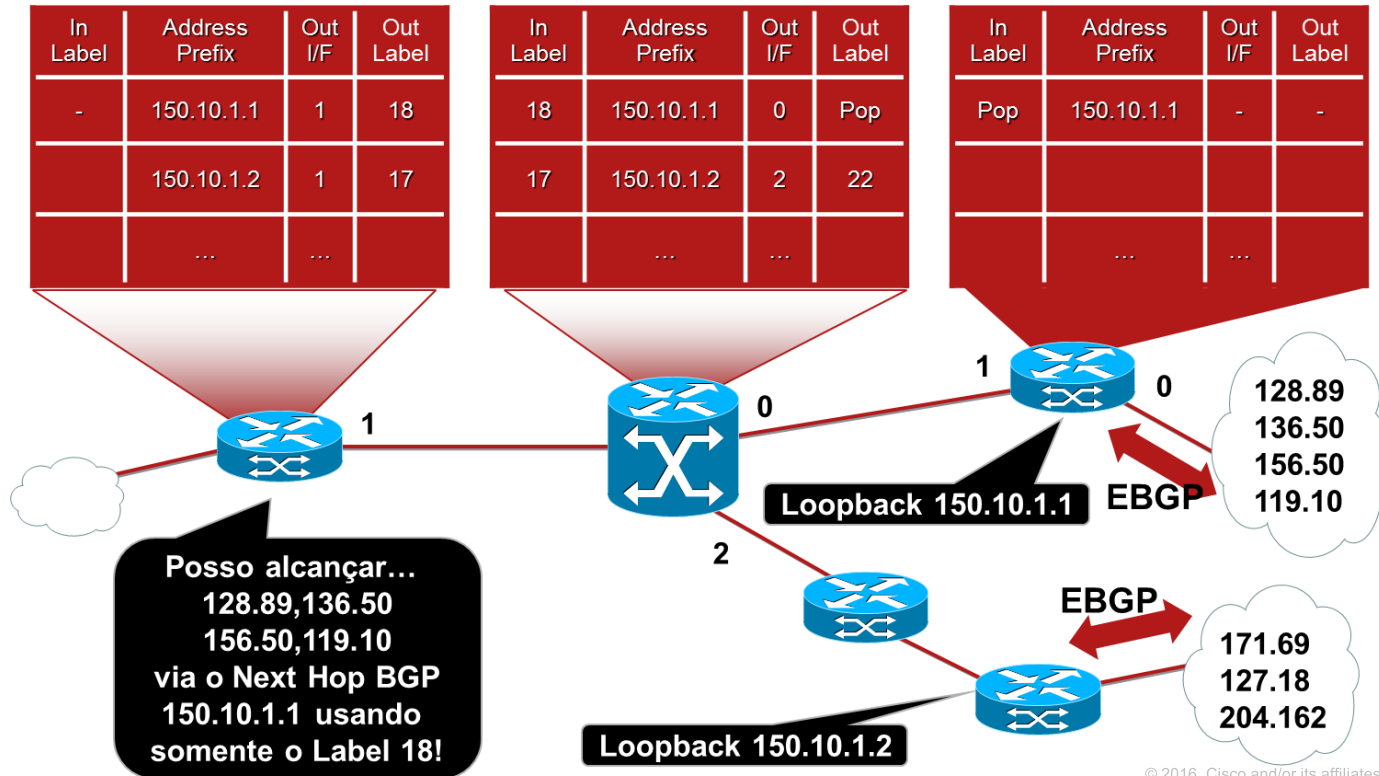
# MPLS TE

- O MPLS TE suporta o chamado roteamento “constraints-based”.
- O MPLS TE permite que administradores da rede:
  - Controlem os fluxos de tráfego da rede.
  - Reduzam o congestionamento dos recursos de rede, especialmente enlaces de rede.
- O MPLS requer o protocolo de roteamento ISIS ou OSPF com as devidas extensões de TE para o seu funcionamento.
- O protocolo RSVP é usado para estabelecer os túneis de TE e a propagação dos devidos labels.
- O MPLS TE oferece serviços adicionais tais como o Fast Reroute (FRR)

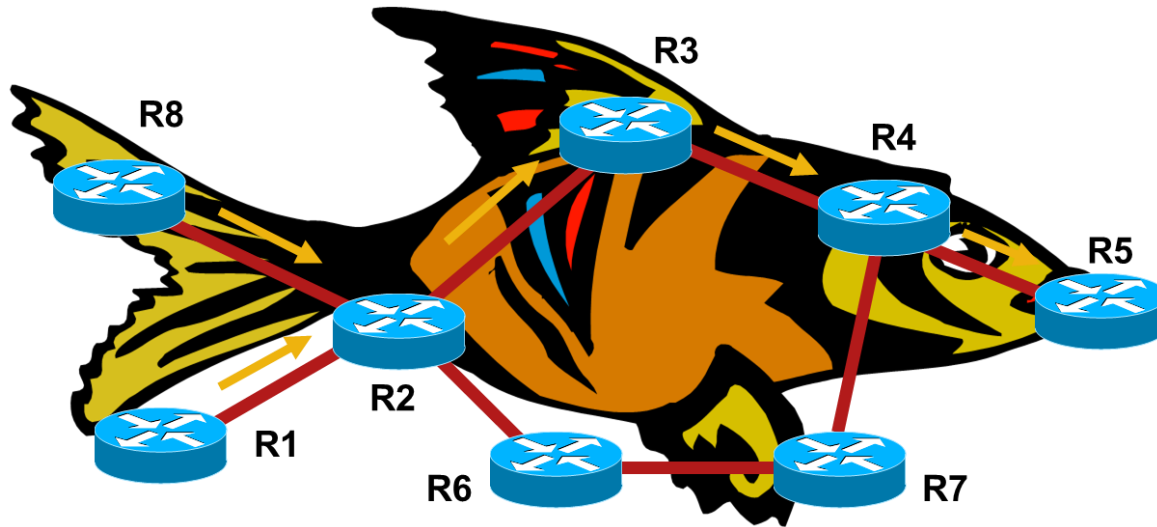
# MPLS QoS

- O MPLS QoS facilita a diferenciação de diversos serviços através de uma rede MPLS.
- O MPLS QoS oferece:
  - Classificação de pacotes.
  - Controle de congestionamentos.
  - Gerenciamento de congestionamentos.
- Extensões do LDP são usadas para propagar diferentes labels para diferentes classes de tráfego, permitindo assim esta diferenciação.
- O FEC é uma combinação de endereço IP de destino e classe do serviço.

# BGP Free Core

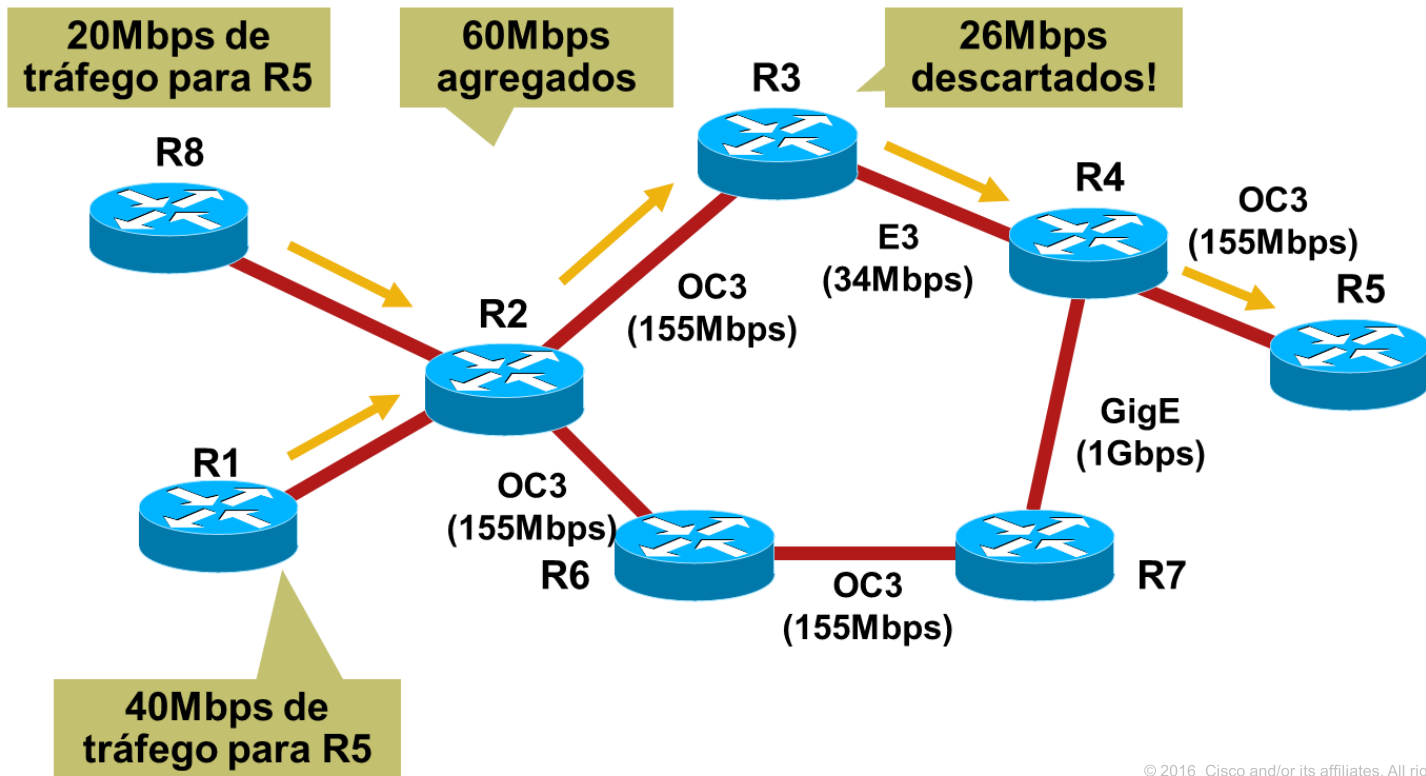


# MPLS TE: a Questão “The Fish Problem”

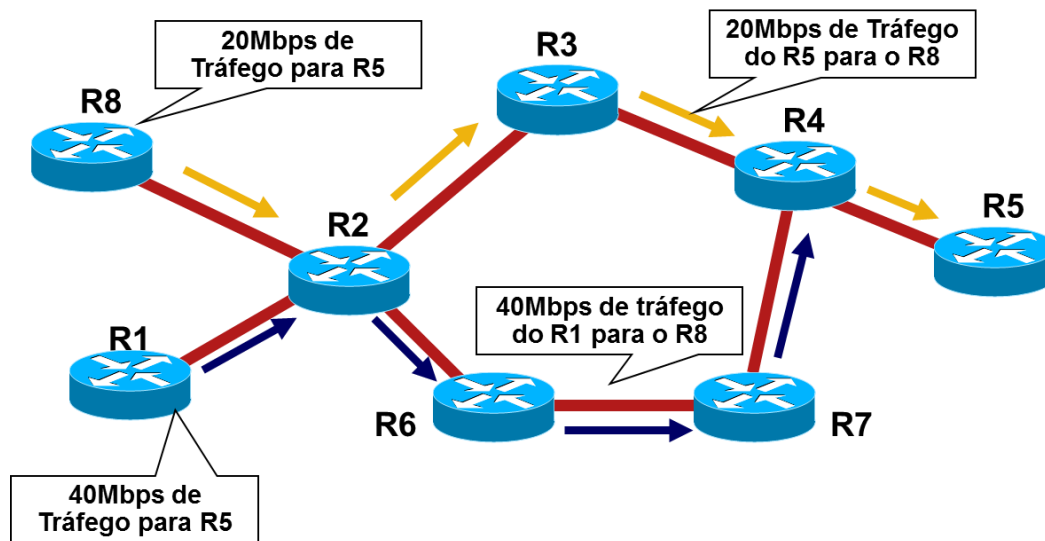


- O IP emprega roteamento baseado no endereço de destino, e encaminha pacotes através do caminho ou rota de menor custo
- Poderá haver outros caminhos além do caminho de melhor custo
- Os caminhos alternativos poderão ficar subutilizados
- Enquanto o caminho de menor custo poderá ficar sobrecarregado

# MPLS TE: o Congestionamento sobre a Rota de Menor Custo



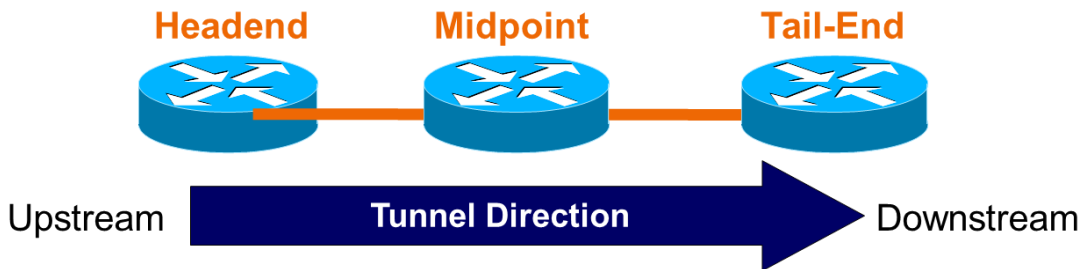
# MPLS TE: a Solução



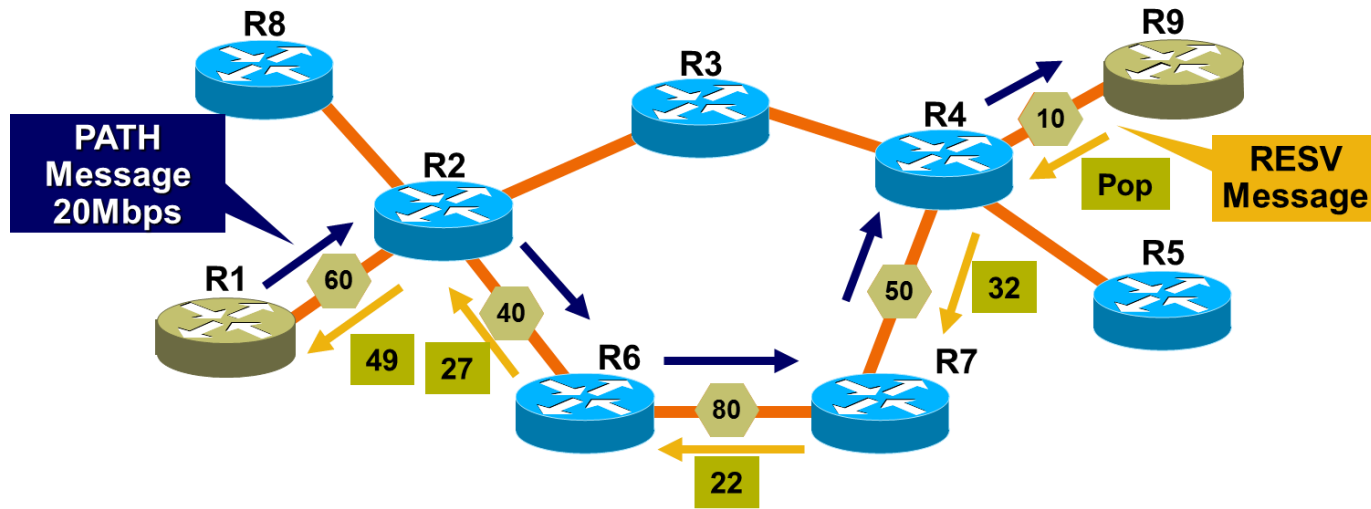
- MPLS Labels podem ser usados para Engenharia de Tráfego
  - Túneis são **UNIDIRECIONAIS**
- Caminho Normal: R8 → R2 → R3 → R4 → R5
- Caminho Tunnel: R1 → R2 → R6 → R7 → R4

# Terminologia do MPLS TE

- Constrained-Based Shortest Path First (CSPF)
  - MPLS-TE usa CSPF para criar o seu caminho baseado em uma série de parâmetros ou restrições:
    - Bandwidth
    - Affinity/link attributes
    - ... ou um caminho explicitamente definido/configurado
- Túneis são **unidirecionais!**



# MPLS TE: Exemplo de Path Setup

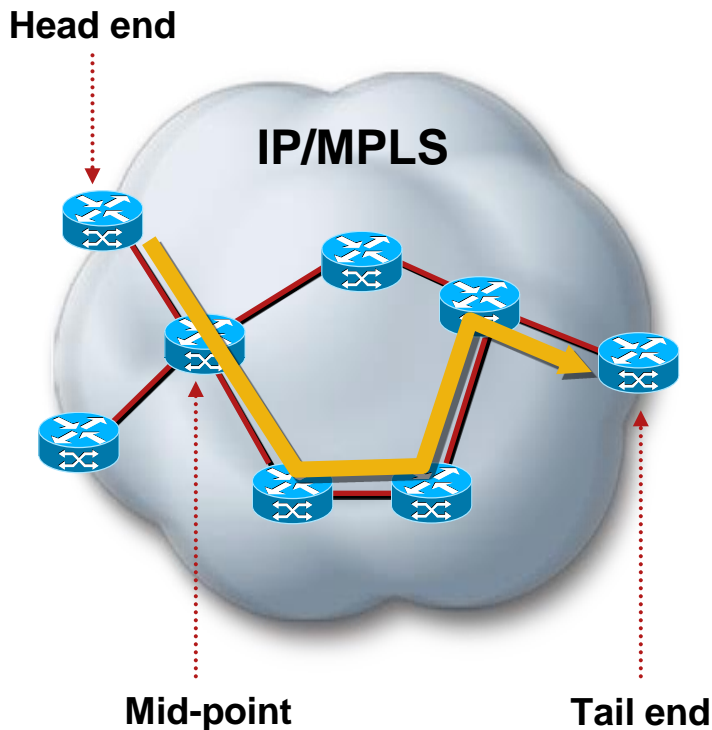


- RSVP PATH: R1 → R2 → R6 → R7 → R4 → R9
- RSVP RESV: retorna labels e reserva a banda de cada link
- 80 Banda disponível
- 49 Label retornado via mensagem RESV



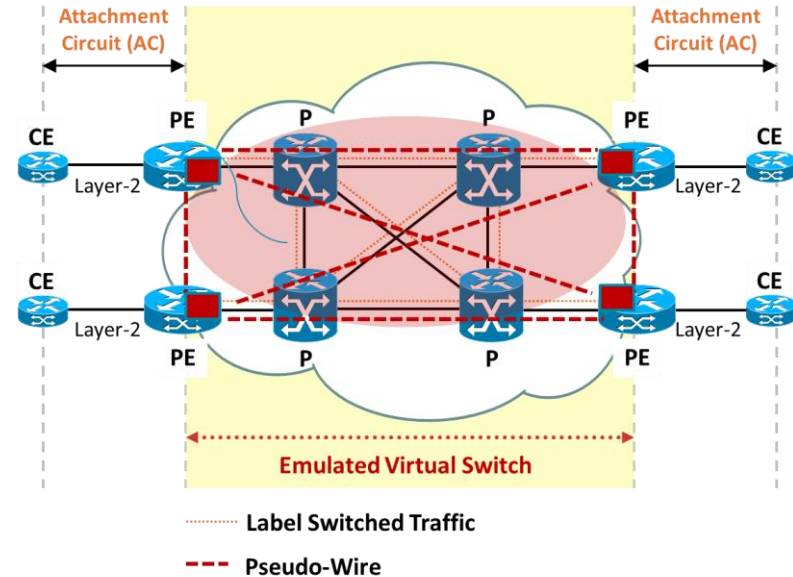
# MPLS TE: componentes

- Distribuição de informações sobre a rede e atributos de engenharia de tráfego.
  - ISIS-TE
  - OSPF-TE
- Cálculo e seleção de caminhos (CSPF)
- Path setup (RSVP-TE)
- Controle de admissão de túneis
- Mapeamento de tráfego para túneis
  - Autoroute
  - Rotas estáticas
  - PBR
  - Pseudowire Tunnel Selection
  - Class-Based Tunnel Selection
  - Forwarding Adjacency
- Manutenção de caminhos

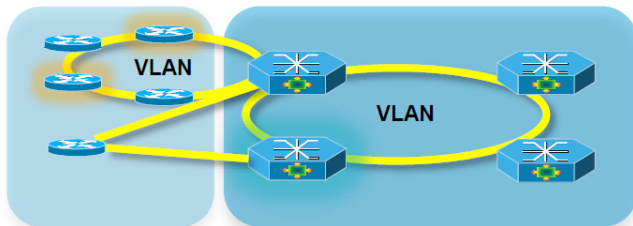


# L2VPN: Virtual Private LAN Services (VPLS)

- Arquitetura para Serviços Ethernet Multiponto sobre MPLS
- Uma rede VPLS age como se fosse um switch virtual que emula uma bridge L2 convencional
- Topologias suportadas incluem Fully Meshed e Hub-Spoke
- O enlace PE-CE é referenciado como um Attachment Circuit (AC)
- Sempre Ethernet

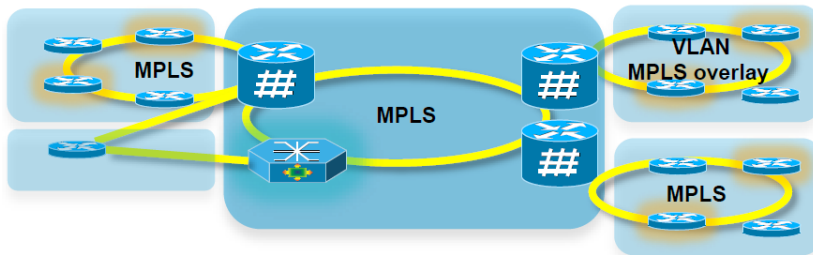
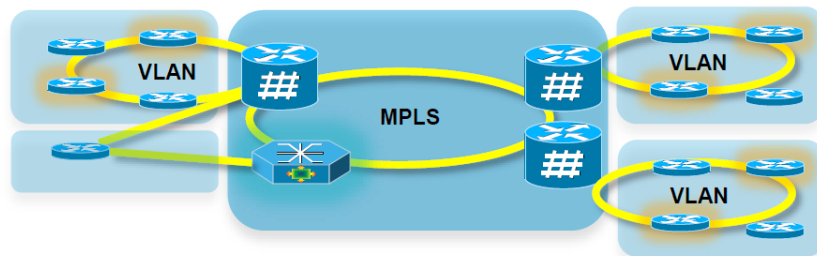


# L2VPN Utilizado para Redes de Acesso em Ambientes de Service Providers



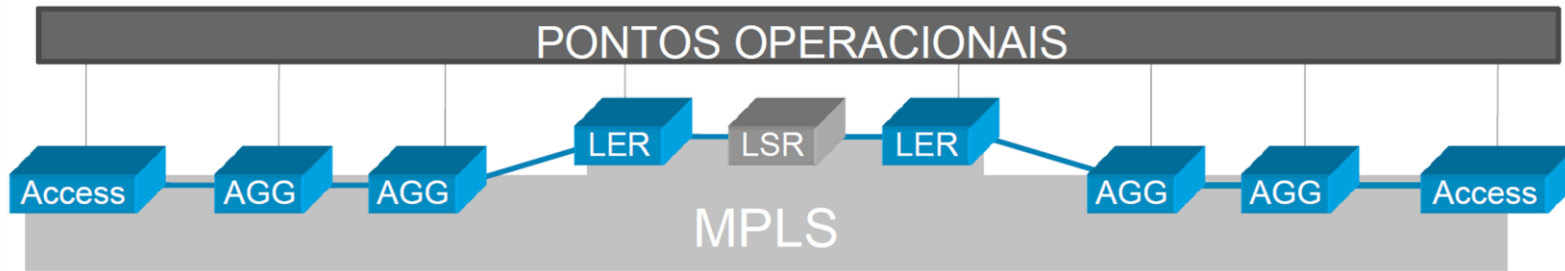
- 1 Rede de CPEs Existente baseado em L2.  
Um "grande" domínio L2 legado
- VLAN, QinQ
  - STP/MST, G.8032, REP, MCLAG

- 2 Inserir equipamento de agregação e "particionar" o domínio L2 grande em domínios L2 pequenos e isolados.
- com STP/REP e recurso access gateway



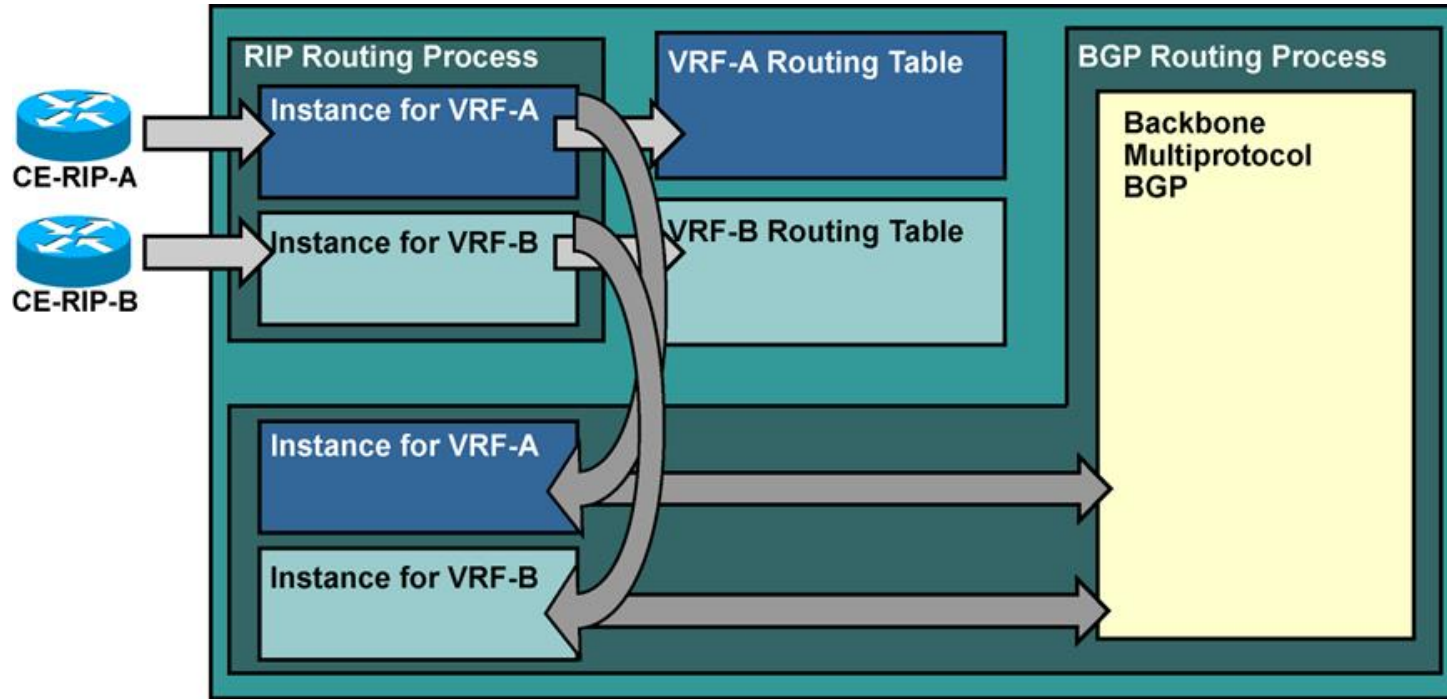
- 3 Migração tranquila de L2 para MPLS para cada domínio L2 isolado sem impactar no restante da rede.
- A migração poderá ser através de MPLS over L2 overlay no início, depois para MPLS nativo.
- com MPLS completo sobre recurso IRB.

# L2VPN: Simplificação das Redes de Acesso de Service Providers

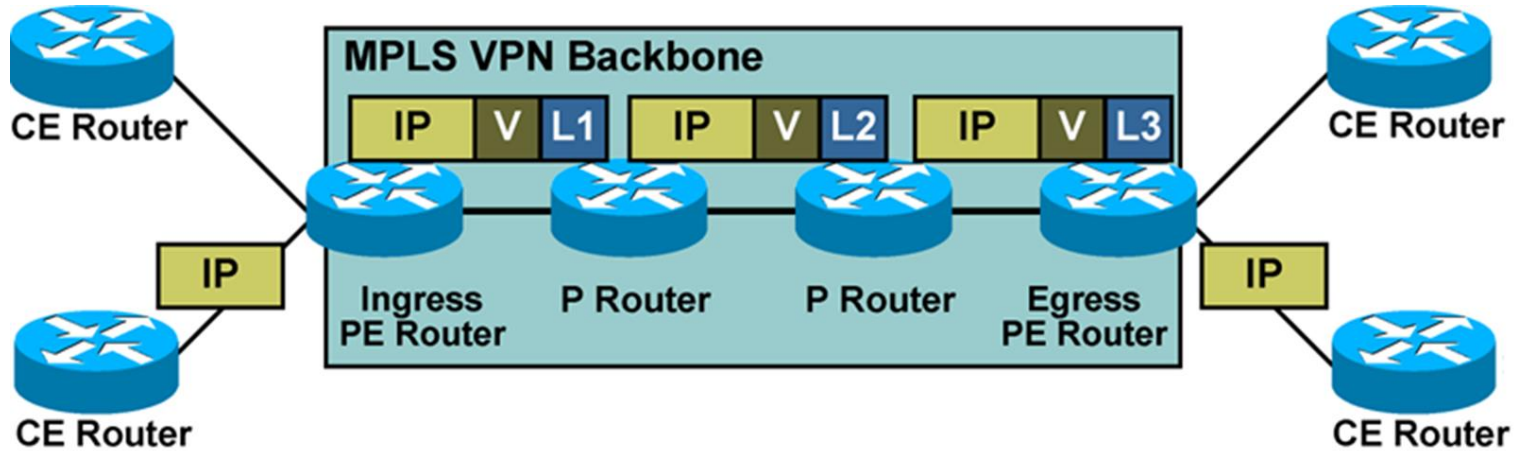


- Nas plataformas “comuns”, um serviço precisa ser configurado em cada elemento de rede via os “pontos operacionais”. O sistema de gerenciamento precisa conhecer toda a topologia.
- O nosso objetivo aqui é reduzir os pontos operacionais e aumentar a escalabilidade.
- Com a introdução do MPLS na Agregação, uma boa parte da configuração estática “por serviço” pode ser evitada.
- Uma infraestrutura convergida fornece um modelo operacional unificado para serviços unicast e multicast.

# L3VPN: Visão Geral

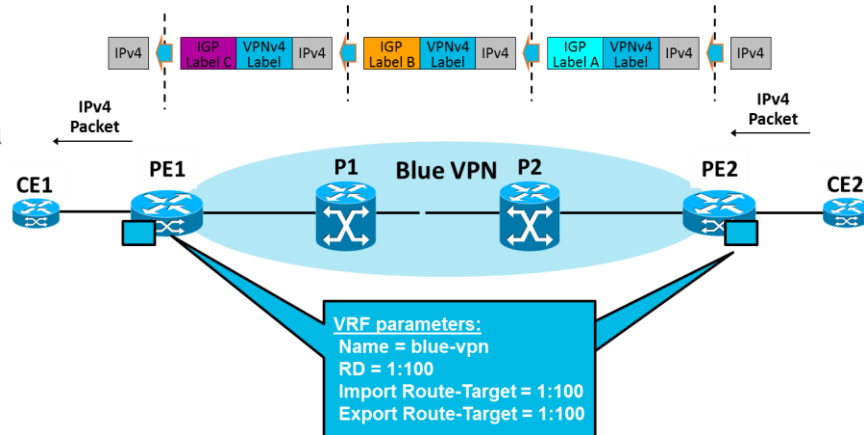


# L3VPN: Data Plane



# Processamento do Forwarding Plane de VPN, sem PHP

1. CE2 encaminha pacote IPv4 para o PE2
2. PE2 impõe o VPN label pré-alocado para o pacote IPv4 recebido do CE2
  - Aprendido via MP-IBGP
3. PE2 impõe o outer IGP label A (aprendido via LDP) e encaminha o pacote com estes dois labels (VPN + LDP) para o next-hop P-router P2
4. P-routers P1 e P2 realizam o swap do outer IGP label e encaminham o pacote com label para o PE1
  - A->B (P2) e B->C (P1)
5. Router PE1 retira o VPN label e IGP label, e encaminha o pacote IPv4 para o CE1



# Configuração e Verificação de um Cenário Típico com MPLS



# Procedimentos e Pré-requisitos para a Configuração do MPLS Label Switching

- O Cisco Express Forwarding (CEF) é mandatório.
- Configuração do LDP nas interfaces participantes.
- Configuração do MPLS Router ID (recomendado).
- Configuração da propagação de TTL (recomendado)
- Configuração do anúncio condicional de labels (recomendado)
- Caso haja switches Layer 2 posicionado entre dois roteadores MPLS, este switch deverá suportar Jumbo Frames

# Exemplos de Configuração do MPLS

- Configuração do MPLS Router ID

Router(config)#

```
mpls ldp router-id interface [force]
```

- Configuração do LDP nas interfaces participantes

Router(config-if)#

```
mpls ip
```

# Exemplos de Configuração do MPLS (cont.)

- Configuração do MPLS Router ID

Router(config)#

```
mpls ldp router-id interface [force]
```

- Configuração do LDP nas interfaces participantes

Router(config-if)#

```
mpls ip
```

# Exemplos de Configuração do MPLS (cont.)

- Configuração do Label Switching MTU

```
Router(config-if) #
```

```
mpls mtu bytes
```

- Desabilitando a propagação de TTL para o tráfego “forwarded”

```
Router(config) #
```

```
no mpls ip propagate-ttl forwarded
```

# Exemplos de Configuração do MPLS (cont.)

- Configuração do anúncio condicional de labels

```
no mpls ldp advertise-labels
mpls ldp advertise-labels for 90 to 91
!
access-list 90 permit ip 192.168.254.0 0.0.0.255
access-list 91 permit ip any
```

# Monitorando o MPLS

- Configuração do anúncio condicional de labels

```
no mpls ldp advertise-labels
mpls ldp advertise-labels for 90 to 91
!
access-list 90 permit ip 192.168.254.0 0.0.0.255
access-list 91 permit ip any
```

# Verificação do MPLS Label Switching

- Os principais comandos usados são:
  - `show mpls ldp parameters`
  - `show mpls interfaces`
  - `show mpls ldp discovery`
  - `show mpls ldp neighbor`
  - `show mpls ldp bindings`
  - `show mpls forwarding-table`

# Verificação dos Parâmetros do LDP

```
Router#show mpls ldp parameters
Protocol version: 1
Downstream label pool: min label: 16; max label:
    100000
    [Configured: min label: 1000; max label: 1999]
Session hold time: 180 sec; keep alive interval: 60
    sec
Discovery hello: holdtime: 15 sec; interval: 5 sec
Discovery targeted hello: holdtime: 180 sec; interval:
    5 sec
Downstream on Demand max hop count: 255
LDP for targeted sessions
LDP initial/maximum backoff: 15/120 sec
LDP loop detection: off
```



# Verificação as Interfaces Habilitadas para LDP

```
Router#show mpls interfaces
Interface Serial0/0:
  IP labeling enabled (ldp)
  LSP Tunnel labeling enabled
  Tag Frame Relay Transport tagging not enabled
  Tagging operational
  Fast Switching Vectors:
    IP to MPLS Fast Switching Vector
    MPLS Turbo Vector
  MTU = 1500
Interface Serial0/3:
  IP labeling enabled (ldp)
  LSP Tunnel labeling not enabled
  Tag Frame Relay Transport tagging not enabled
  Tagging operational
  Fast Switching Vectors:
    IP to MPLS Fast Feature Switching Vector
    MPLS Feature Vector
  MTU = 1500
```

# Verificando a Comunicação Bidirecional com Vizinhos LDP

```
Router#show mpls ldp discovery
Local LDP Identifier:
  192.168.3.102:0
Discovery Sources:
  Interfaces:
    Serial1/0.1(ldp) : xmit/recv
      LDP Id: 192.168.3.101:0
    Serial1/0.2(ldp) : xmit/recv
      LDP Id: 192.168.3.100:0
```

# Verificando a Comunicação Bidirecional com Vizinhos LDP

```
Router#show mpls ldp neighbor detail
Peer LDP Ident: 192.168.3.100:0; Local LDP Ident 192.168.3.102:0
  TCP connection: 192.168.3.100.646 - 192.168.3.102.11000
  State: Oper; Msgs sent/rcvd: 3117/3112; Downstream;
  Last TIB rev sent2
  Up time: 2w4d; UID: 4; Peer Id 0;
  LDP discovery sources:
    Serial0/0; Src IP addr: 130.0.0.2
      holdtime: 15000 ms, hello interval: 5000 ms
  Addresses bound to peer LDP Ident:
    192.168.3.10      192.168.3.14      192.168.3.100
  Peer holdtime: 180000 ms; KA interval: 60000 ms; Peer
  state: estab
```

# Verificando a LIB

```
Router#show mpls ldp bindings
```

```
tib entry: 10.102.0.0/16, rev 29
    local binding:  label: 26
    remote binding: lsr: 172.27.32.29:0, label: 26
tib entry: 10.211.0.7/32, rev 32
    local binding:  label: 27
    remote binding: lsr: 172.27.32.29:0, label: 28
tib entry: 10.220.0.7/32, rev 33
    local binding:  label: 28
    remote binding: lsr: 172.27.32.29:0, label: 29
```

# Verificando a FIB

```
Router#show ip cef 192.168.20.0 detail
192.168.20.0/24, version 23, cached adjacency to Serial1/0.2
0 packets, 0 bytes
  tag information set
    local tag: 33
    tag rewrite with Se1/0.2, point2point, tags imposed: {32}
  via 192.168.3.10, Serial1/0.2, 0 dependencies
  next hop 192.168.3.10, Serial1/0.2
  valid adjacency
  tag rewrite with Se1/0.2, point2point, tags imposed: {32}
```

# Verificando a LFIB

```
Router#show mpls forwarding-table detail
```

Local tag	Outgoing tag or VC	Prefix or Tunnel Id	Bytes tag switched	Outgoing interface	Next Hop
70	Pop tag	192.168.3.3/32	0	Se0/0.111	point2point
	MAC/Encaps=4/4, MTU=1504, Tag Stack{ 18F18847 No output feature configured Per-packet load-sharing				
71	Pop tag	192.168.3.4/32	0	Se0/0.111	point2point
	MAC/Encaps=4/4, MTU=1504, Tag Stack{ 18F18847 No output feature configured Per-packet load-sharing				
72	16	192.168.1.97/32	0	Se0/0.111	point2point
	MAC/Encaps=4/8, MTU=1500, Tag Stack{16} 18F18847 00010000 No output feature configured Per-packet load-sharing				



# Faça suas perguntas agora!

Use o painel de P&R para enviar sua pergunta e nossos especialistas irão responder

# Programa Participantes em destaque



O reconhecimento como "Participantes em Destaque" da comunidade é entregue para os membros que demonstrem liderança e compromisso como participantes de cada comunidade.

## Categorias:

O Novato

Melhor Publicação

Escolha da audiência

Como participar? Postando conteúdos: Documentos, Blogs, vídeos.

Classificação	Usuário	Pontos
1	 Bruno Rangel   	207
2	 Lisandro Quinteros	48
3	 Leonardo Tadeu 	18
4	 Edson Ferreira	13
5	 sergio rodrigo ...	10



# Colabore com nossos canais de Mídias Sociais

Saiba sobre os  
próximos eventos



Portugal: <http://www.facebook.com/ciscoportugal>  
Brasil: <http://www.facebook.com/CiscoDoBrasil>



Portugal: <https://twitter.com/CiscoPortugal>  
Brasil: <http://twitter.com/CiscoDoBrasil>



Portugal: <http://www.youtube.com/user/ciscoportugal>  
Brasil: <http://www.youtube.com/user/ciscoDoBrasilTV>



Portugal: <http://ciscoportugalblog.wordpress.com/>

# A Cisco possui Comunidades de Suporte em outras linguas!

Se você fala Inglês, Espanhol, Japonês, Russo ou Chinês, nós convidamos você para participar e colaborar em outras linguas.



## Spanish

<https://supportforums.cisco.com/community/spanish>

## Portuguese

<https://supportforums.cisco.com/community/portuguese>

## Japanese

<https://supportforums.cisco.com/community/csc-japan>

## Russian

<https://supportforums.cisco.com/community/russian>

## Chinese

<http://www.csc-china.com.cn>

## Avalie Nosso Conteúdo

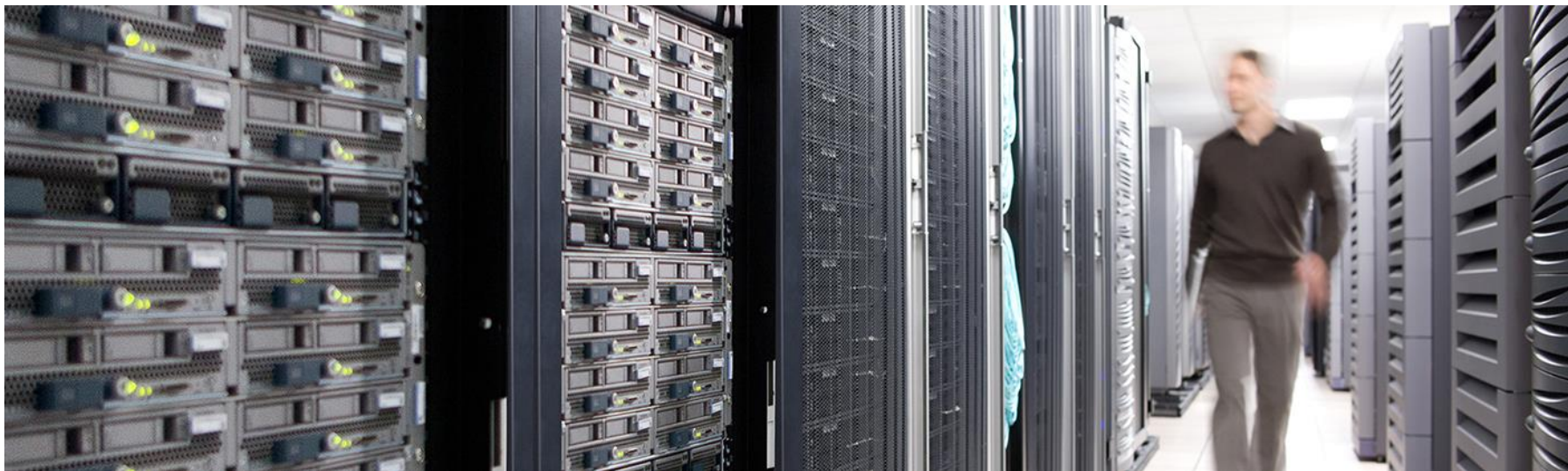


Incentivar e reconhecer as pessoas que generosamente compartilham seu tempo e experiência

Agora suas avaliações sobre os documentos, vídeos e blogs darão pontos aos autores !!!

Então, quando você contribuir e receber ratings, você poderá obter os pontos em seu perfil.

Ajude-nos a reconhecer o conteúdo de qualidade na comunidade e tornar as suas pesquisas mais fácil. Avalie o conteúdo na comunidade.



## A sua opinião é importante para nós!

Para preencher a pesquisa de satisfação, aguarde um momento e a pesquisa aparecerá automaticamente ao fechar o browser da sessão.



Obrigado!



**CISCO**

*TOMORROW starts here.*