

# Avanços em IP multicast



**Fernando Garcia**  
**NCE - Cisco**

# Agenda

- **Novos Serviços (Soluções):**
  - Video IP
  - Rede do Saber (Intragov)
  - Bolsa de Valores
- **Tecnologias**
  - SSM
  - Multicast VPN - mVPN
  - LSM – Label Switch Multicast
    - mLDP (multicast LDP)
    - P-to-MP RSVP-TE

# Pré-requisitos

- É necessário conhecimento básico em:
  - Roteamento IP (IGP, BGP)
  - Roteamento Multicast
    - PIM (SM)
    - MSDP
    - IGMP
  - Tecnologia MPLS
    - LSP
    - L3VPN
    - TE

# Agenda

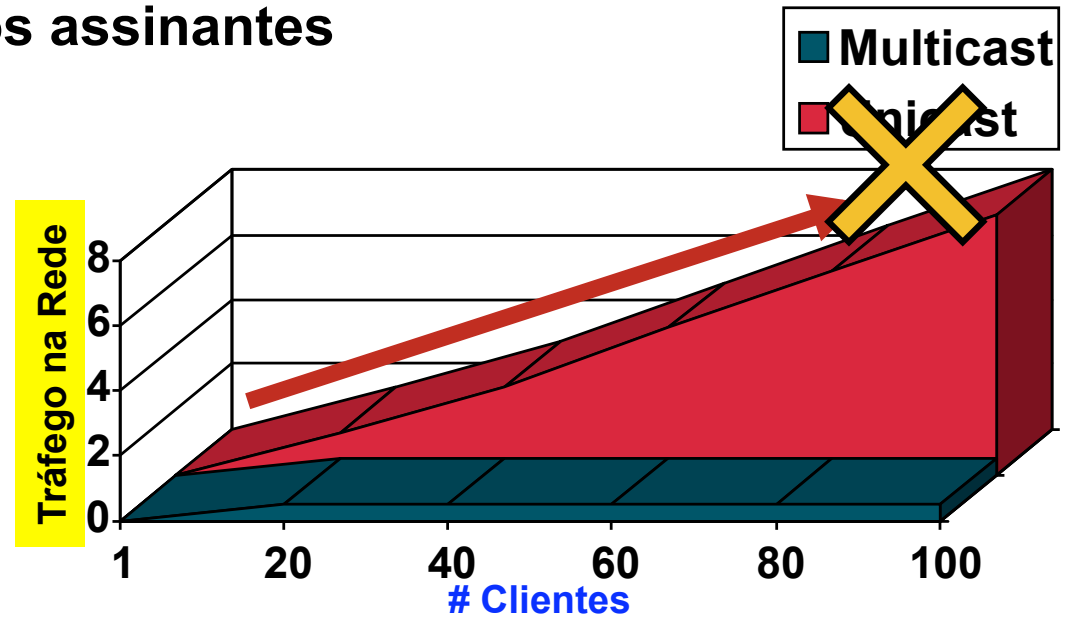
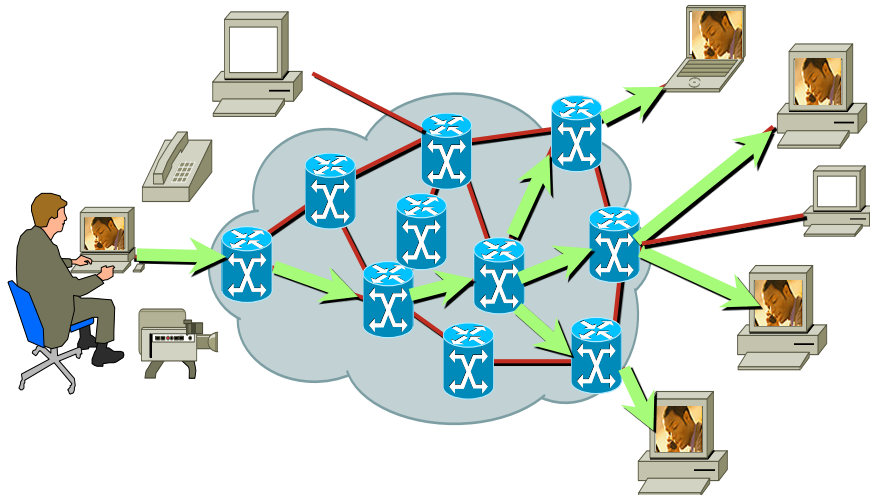
- **Novos Serviços (Soluções):**
  - Video IP
  - Rede do Saber (Intragov)
  - Bolsa de Valores
- **Tecnologias**
  - SSM
  - Multicast VPN - mVPN
  - LSM – Label Switch Multicast
    - mLDP (multicast LDP)
    - P-to-MP RSVP-TE

# Soluções de Video IP Multicast

- **Broadcast TV (ou IPTV)**
- **Video-Conferencia**
- **Telepresence**
- **Serviço de Monitoramento - “Surveillance”**
- **Anúncio Digital – “Digital signage”**

# Replicação Multicast - IPTV

Distribuição de canais para vários assinantes



## Vantagens replicação Multicast

1. Controle eficiente do tráfego de rede
2. Redução da carga nos servidores
3. Elimina tráfego redundante
4. **Multicast torna possível esse tipo de aplicação Multipoint**

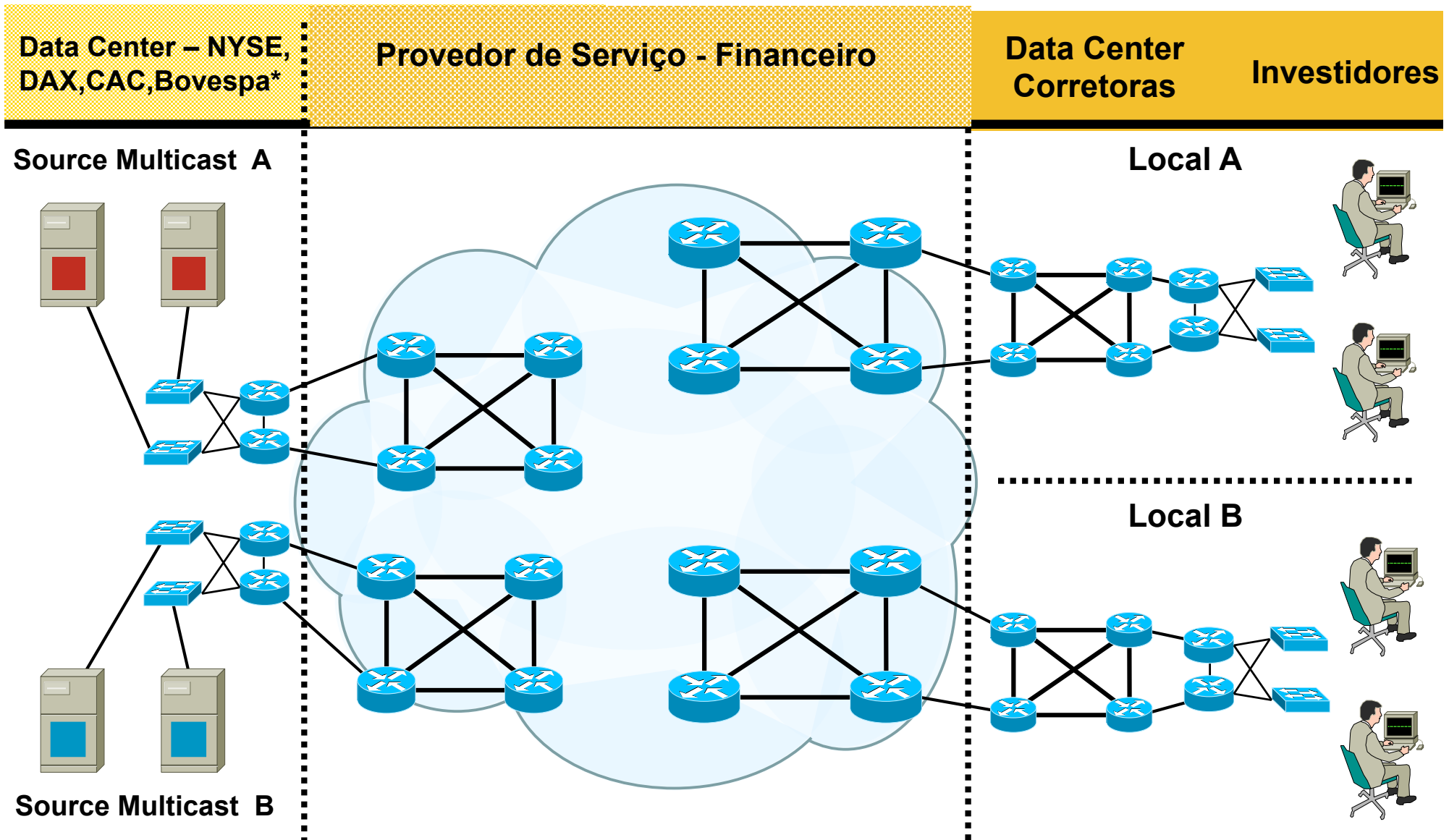
## Benefícios

- **Redução de Custos – Banda, Servidores**
- **Possibilidade de fornecer mais e mais canais**

## Multicast – Rede do Saber (Intragov)

- O governo de Sao Paulo possui um serviço de Video-Conferencia conectando várias escolas e Universidades.
- Esse serviço é usado para treinamento (curso à distância), capacitação de professores.
- O serviço é chamado “Rede do Saber“, cujo transporte é via mVPN
- Existem mais de 100 pontos nesta rede e suporte para 10 video-conferências simultâneas
- Cada ponto em uma video-conferência atua como “source” e “receiver” – Comunicação Any-to-Any

# Aplicação Multicast – Bolsa de Valores





# Agenda

- **Novos Serviços (Soluções):**

- Video IP
- Bolsa de Valores
- Rede do Saber (Intragov)

- ***Tecnologias***

- ***SSM***
- Multicast VPN - mVPN
- LSM – Label Switch Multicast
  - mLDP (multicast LDP)
  - P-to-MP RSVP-TE

# Source Specific Multicast (SSM)

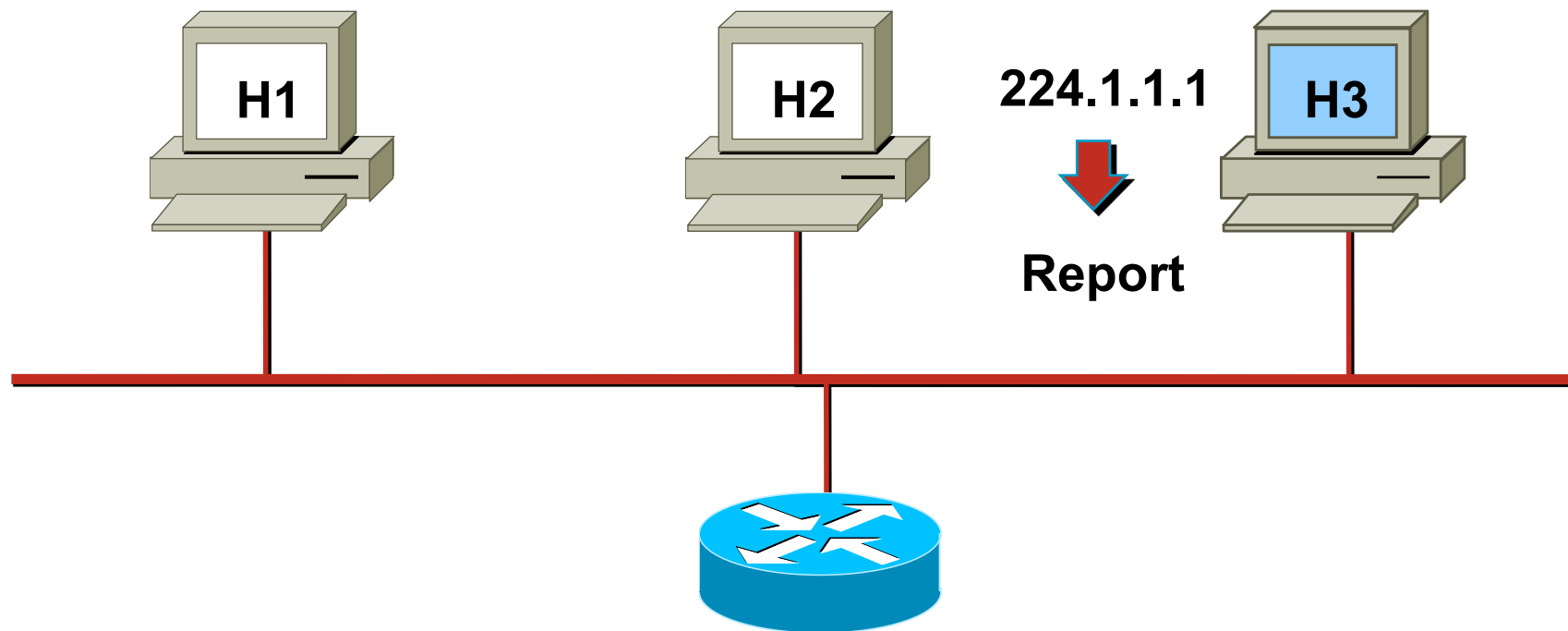
- Modelo de Serviço Multicast adequado para aplicações “One-to-Many”
  - Maioria das aplicações Multicast da Internet se encaixam neste Modelo
  - Incluso IPTV
- A priori, os Hosts(Recievers) devem saber o source (end. IP origem), não somente o Grupo
  - Tipicamente através de algum mecanismo “out of band” (página Web, Servidor de Conteúdo)
- Não é necessário RP, ou Shared Tree ou MSDP
- Hosts/Roteadores devem suportar IGMPv3

# Sinalização IGMP - overview

- Hosts sinalizam aos roteadores - via IGMP –interesse de se juntar em um grupo Multicast
- 3 Versões IGMP
  - Versão 1 - RFC 1112
    - Suportado em Windows 95
  - Versão 2 - RFC 2236
    - Suportado em Windows2000/2003/XP/etc, Unix
  - Versão 3 - RFC 3376
    - Suportado em XP/Vista e várias plataformas UNIX

# Sinalização IGMPv2 – “Join” no Grupo

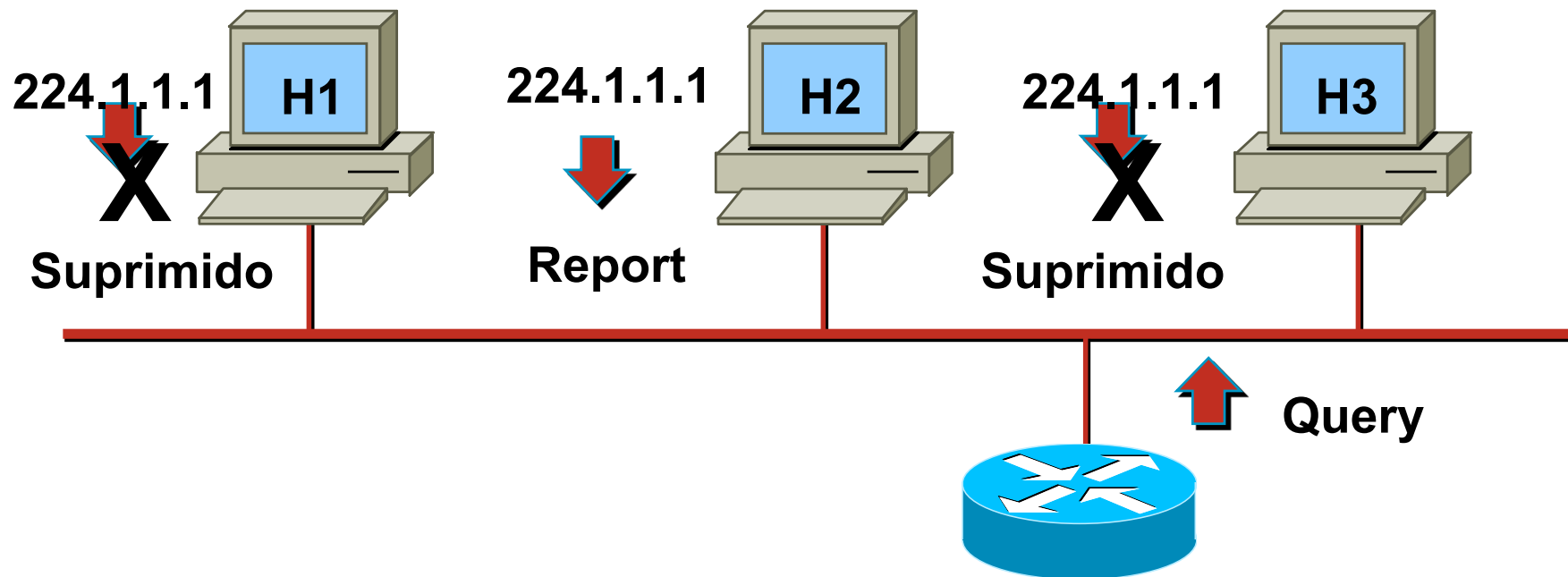
## “Joining” um Group



- Host envia um “report” IGMP para se juntar ao Grupo 224.1.1.1

# Sinalização IGMPv2 – Manutenção

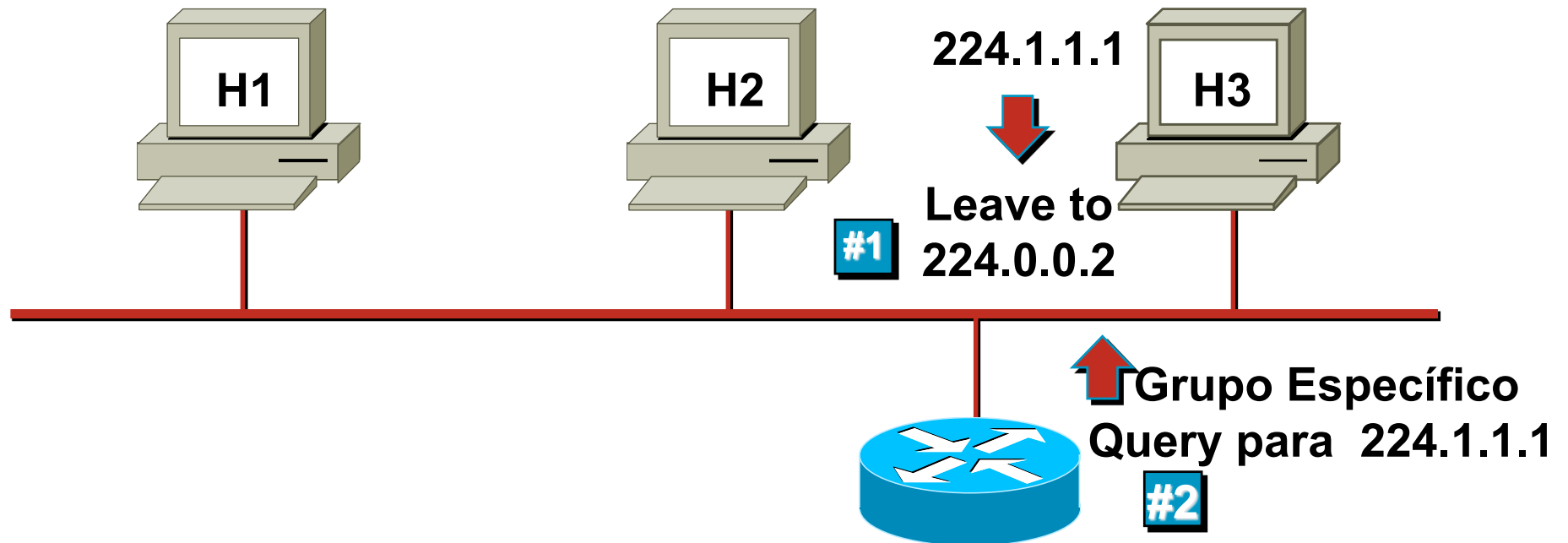
## Manutenção de um Grupo



- O roteador envia “queries” periódicos para 224.0.0.1 (end reservado – “All-Hosts”)
- Um membro do grupo multicast responde
- Demais Membros, que participam do mesmo grupo, “escutam” a resposta e suprimem resposta → “Report Suppression”

# Sinalização IGMPv2 – “Leaving” de um grupo

## “Leaving” um Grupo (IGMPv2)

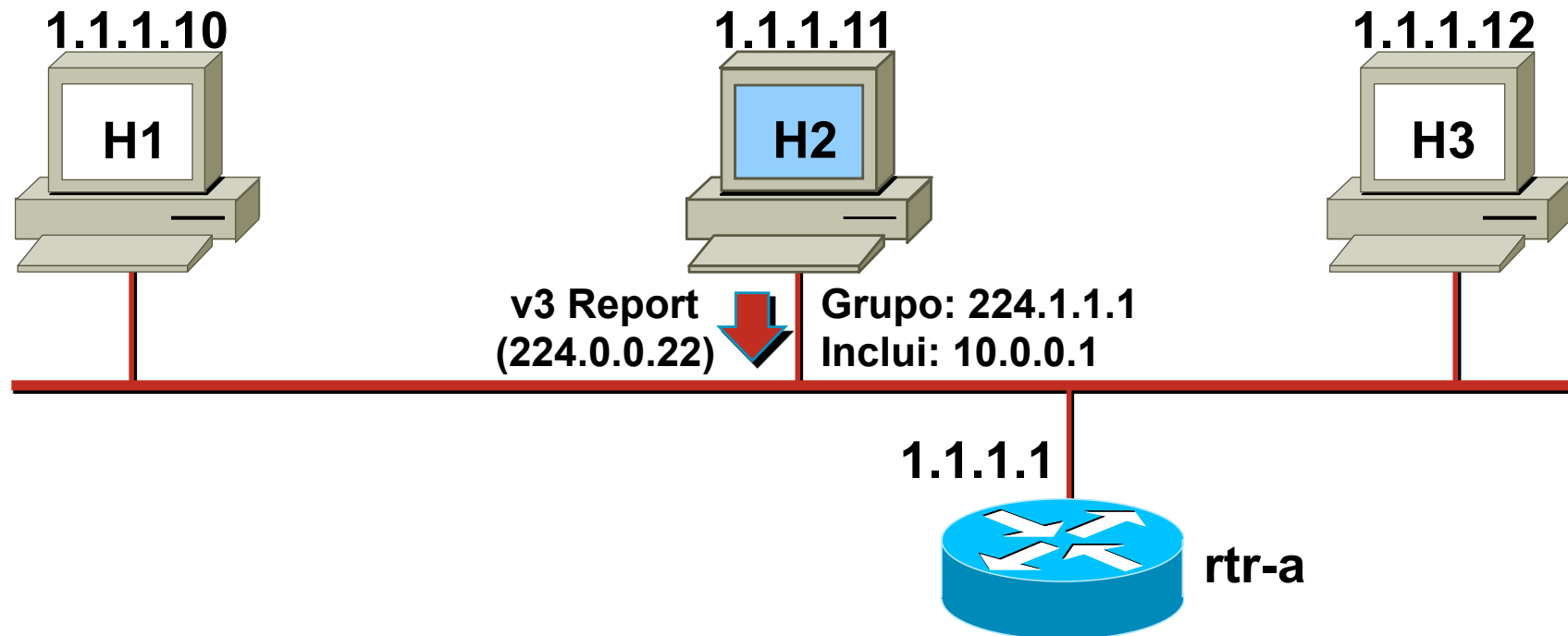


- Host envia uma mensagem de “Leave” para o Endereço 224.0.0.2
- Roteador envia um “query” para o grupo 224.1.1.1
- Se nenhum Host responde em 3 seg, o grupo 224.1.1.1 é retirado da tabela de roteamento Multicast (timeout)

# Sinalização IGMPv3

- RFC 3376
  - “Report” inclui lista de “sources” que pode ser incluído ou excluído
- Endereço reservado 224.0.0.22 para “report”
  - IGMPv1/v2 usa o próprio grupo como destino do “report”
  - Somente Roteadores respondem para este endereço
- Não há “report suppression”
  - Todos os Hosts respondem aos Queries do Roteador
  - Resposta do query com “report” – 224.0.0.22

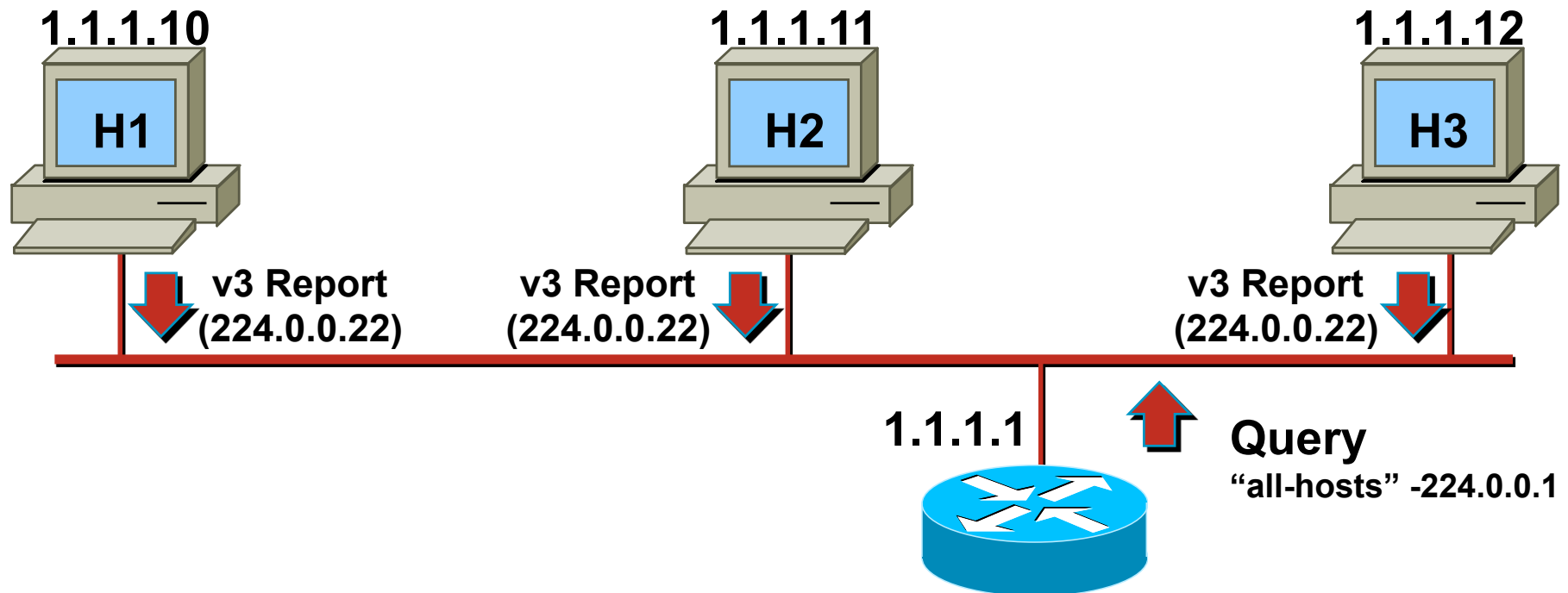
# IGMPv3 - Joining um Source Específico



- Report IGMPv3 contém os sources pretendidos
- Árvore Multicast SPT montada somente para os grupos com Sources incluídos



# IGMPv3 – Manutenção dos Estados

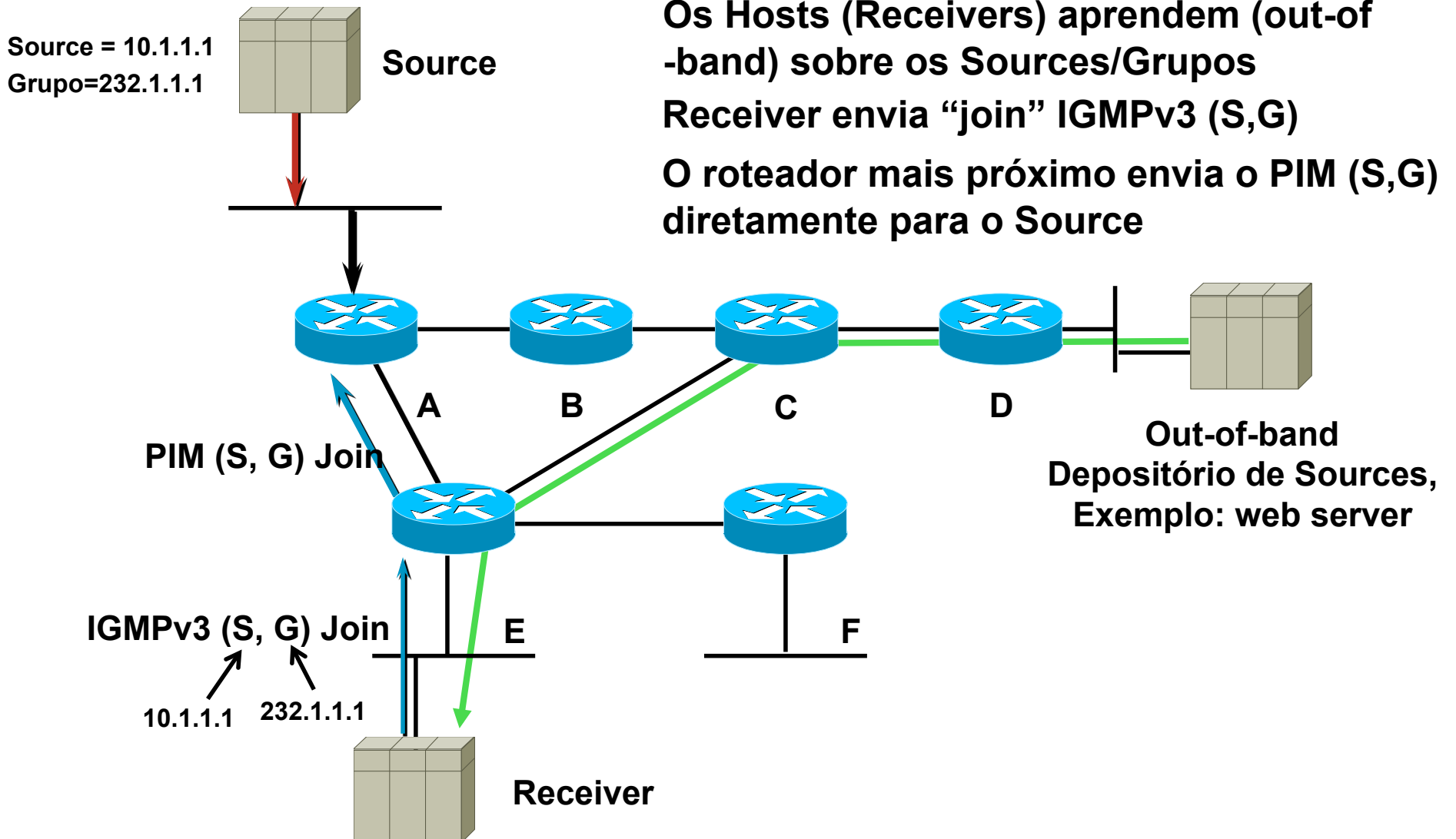


- Roteador envia “queries” periodicamente
- TODOS os Hosts IGMPv3 respondem ao “query”, usando mensagem de “report”
- O “report” contém todos os Grupos e Sources de interesse

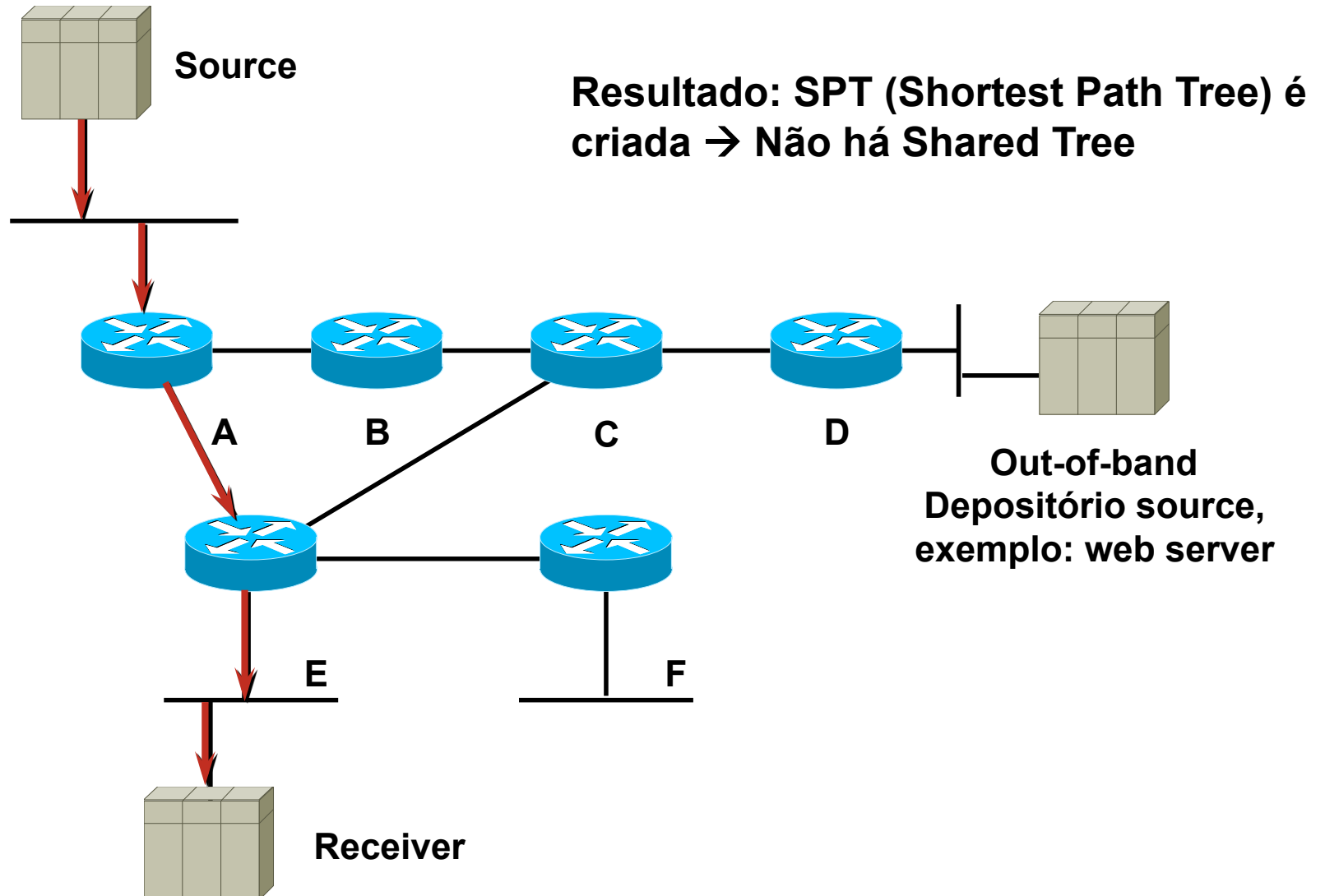
## Características Source Specific Multicast (SSM)

- Hosts necessitam suporte ao IGMPv3
- Hosts se juntam a um grupo multicast especificando o Grupo com os respectivos Sources
- O roteador que conecta ao Host envia o PIM join (S,G) diretamente para o Source
  - Não há montagem da árvore “Shared Tree”
  - Somente fluxos (S,G) são encaminhado ao host
- Simplicidade endereçamento multicast
  - Diferentes conteúdos (ou canais) podem ser encaminhados usando o mesmo grupo multicast, sem perigo de um fluxo interferir no outro

# PIM Source Specific Mode



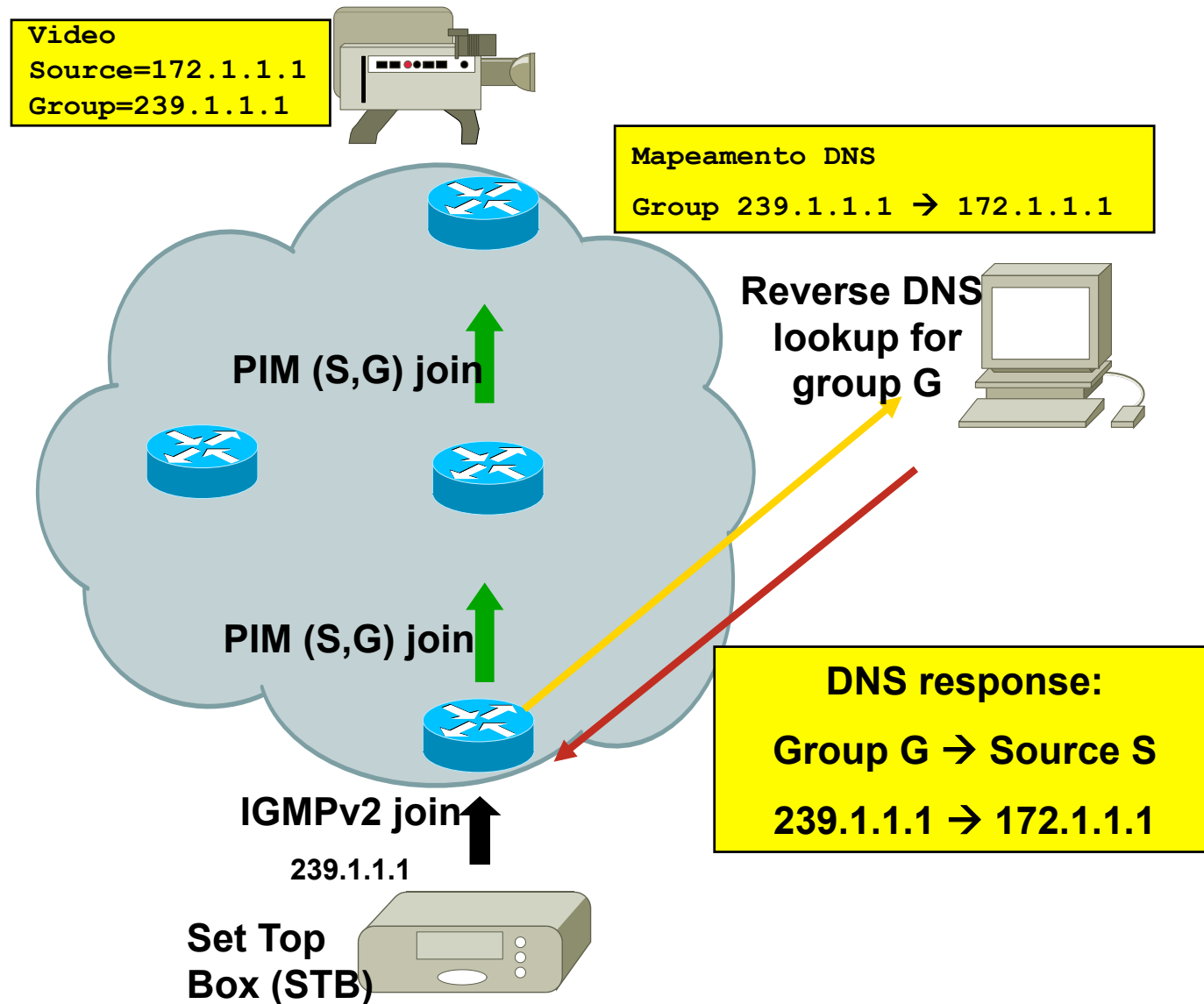
# PIM Source Specific Mode



# Mapeamento SSM

- Caso Host/App não suportem IGMPv3
  - Workaround: Mapeamento SSM
  - Rotador mapeia (\*,G) para (S,G)
- Mapeamento pode ser estático ou dinâmico
- Mapeamento dinâmico via DNS
- Limitação Mapeamento SSM → Um conteúdo (canal) por grupo

# Mapeamento SSM- DNS



# Benefícios SSM

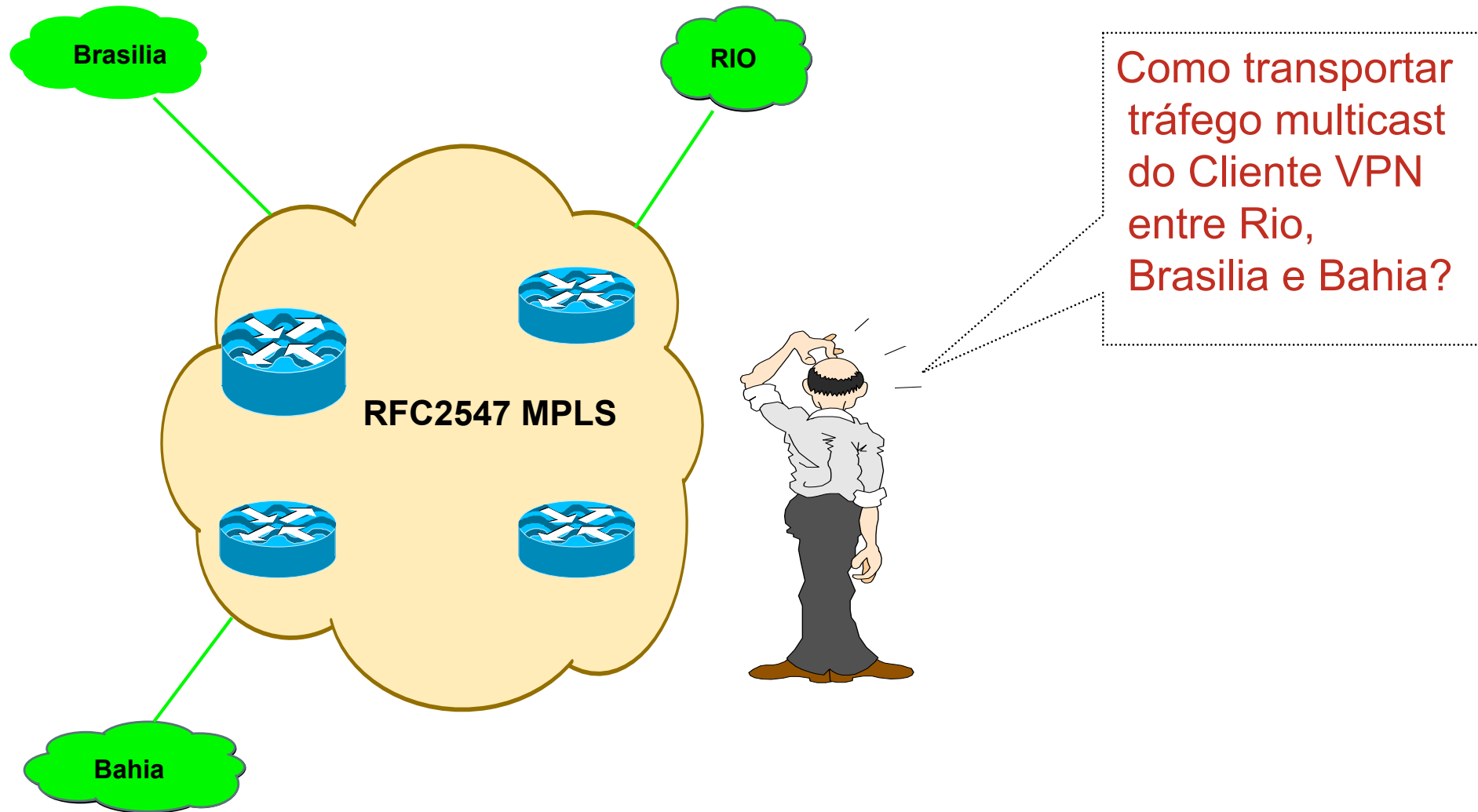
- Gerenciamento de Endereços:
  - Possibilidade de “overlap” → Vários conteúdos com um Único Grupo
- Provê maior segurança:
  - Core da rede SP – proteção (D)DoS
  - Hosts – tráfego indesejado
- Simplifica plano de controle → “no shared tree”
  - Estados (\*,G)
  - Gerenciamento RP
  - SPT switchover
  - MSDP – Multicast Source Discovery Protocol
- Melhor convergência comparado ao ASM
- Possibilita rastreamento dos receivers
- Redução da tabela de roteamento multicast – 1 entrada por fluxo
- Melhor Controle de Admissão
- Simplifica comutação mVPN
  - Sem RP no Core

# Agenda

- **Novos Serviços (Soluções):**
  - Video IP
  - Bolsa de Valores
  - Rede do Saber (Intragov)
- ***Tecnologias***
  - SSM
  - *Multicast VPN - mVPN*
  - LSM – Label Switch Multicast
    - mLDP (multicast LDP)
    - P-to-MP RSVP-TE

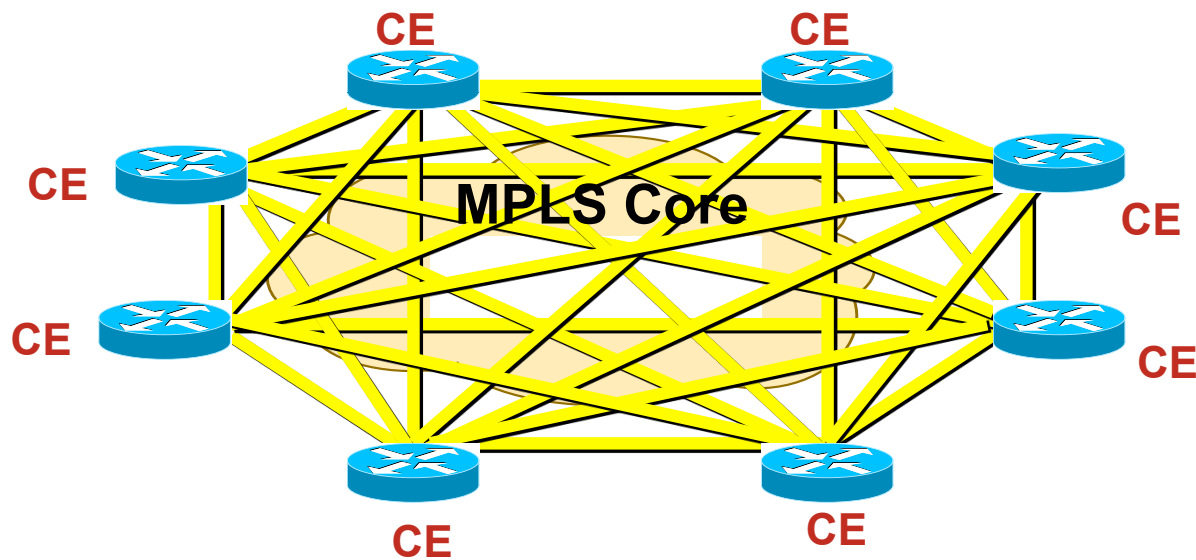


# Multicast e MPLS L3VPN?



# Multicast em L3VPN – Desafios

- Multicast não é suportado em MPLS(\*)
- Workaround – Tunel GRE ponto-a-ponto CE - CE
  - Solução não escalável
  - Difícil gerenciamento/provisionamento e controle



## Solução – mVPN

- Baseado na espec draft-rosen-vpn-mcast-09.txt
- Comutação é feita em Multicast IPv4
  - Utiliza tunelamento GRE PtoMP
- Permite:
  - Independência dos modos de operação PIM no Core e na rede do cliente (mVPN)
  - A implementação deve suportar qualquer modo de operação PIM, tanto no Core do SP quanto na rede do Cliente
    - PIM Bidirectional (PIM-BIDIR)
    - PIM Source Specific Multicast (PIM-SSM)
    - PIM Sparse-Mode (PIM-SM – ou ASM)

# Benefícios para o Cliente e SP

- Clientes:

- Roteadores CE fazem adjacência PIM somente com o PE
- Sem overlay de tuneis GRE CE-CE
- Roteamento Multicast do cliente atual não sofre afetação
  - Modo de operação PIM
  - Posicionamento do RP
  - Mecanismos de descoberta do RP

- SP:

- Core continua rodando o mesmo modo multicast
  - PIM ASM
  - PIM SSM
  - PIM-Bidir
- Simplicidade → Roteador P não participa do roteamento multicast do Cliente

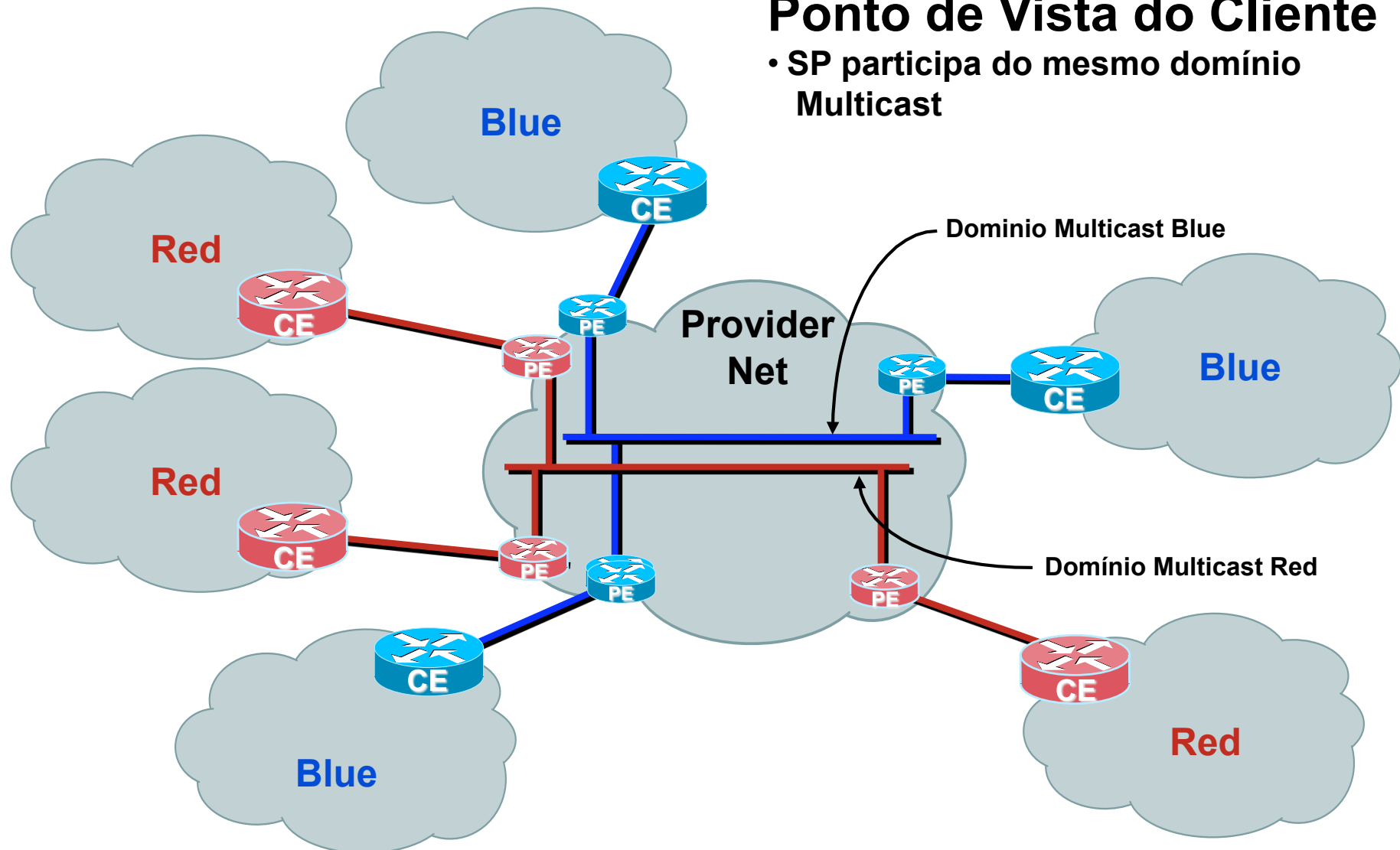
# Alguns Conceitos

- Multicast VRF (MVRF)
- Multicast Domain (MD)
  - MTI Multicast Tunnel Interfaces
    - Interface PtoMP GRE
- Multicast Distribution Trees (MDT)
  - Default-MDT
  - Data-MDT

# Multicast VPN – Overview

## Ponto de Vista do Cliente

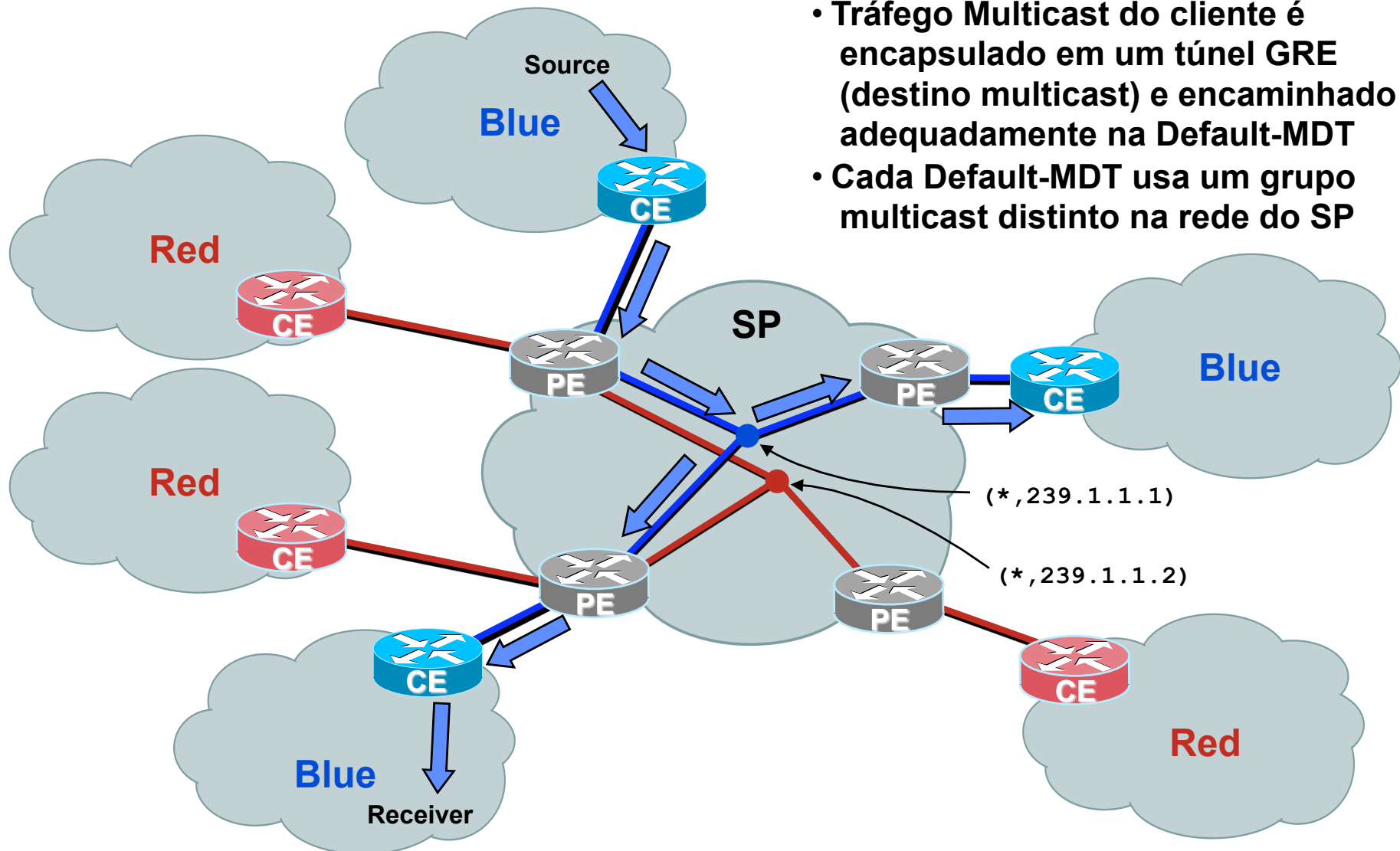
- SP participa do mesmo domínio Multicast



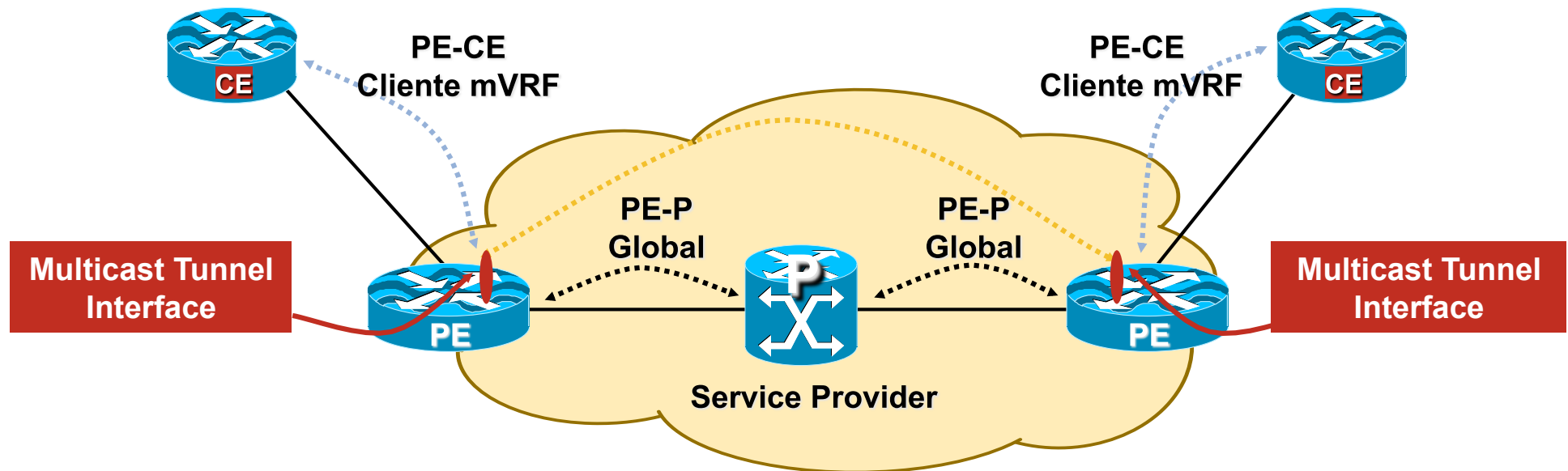
# Multicast VPN – Overview

## Ponto de Vista do SP

- Tráfego Multicast do cliente é encapsulado em um túnel GRE (destino multicast) e encaminhado adequadamente na Default-MDT
- Cada Default-MDT usa um grupo multicast distinto na rede do SP



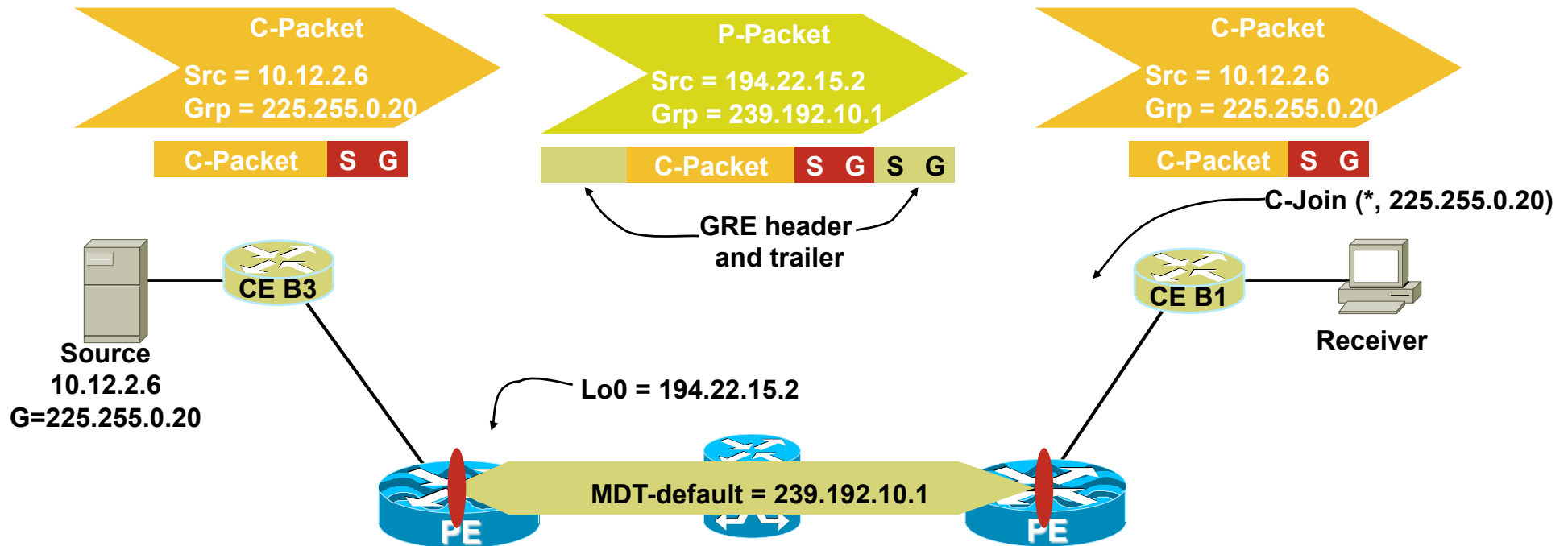
# Instâncias PIM & Adjacências



- **No Core**
  - Adjâncias PIM PE-P e P-P
- **Na mVPN**
  - Instância PIM PE-CE
  - Instância PE-PE via MTI



# Encapsulamento MVPN

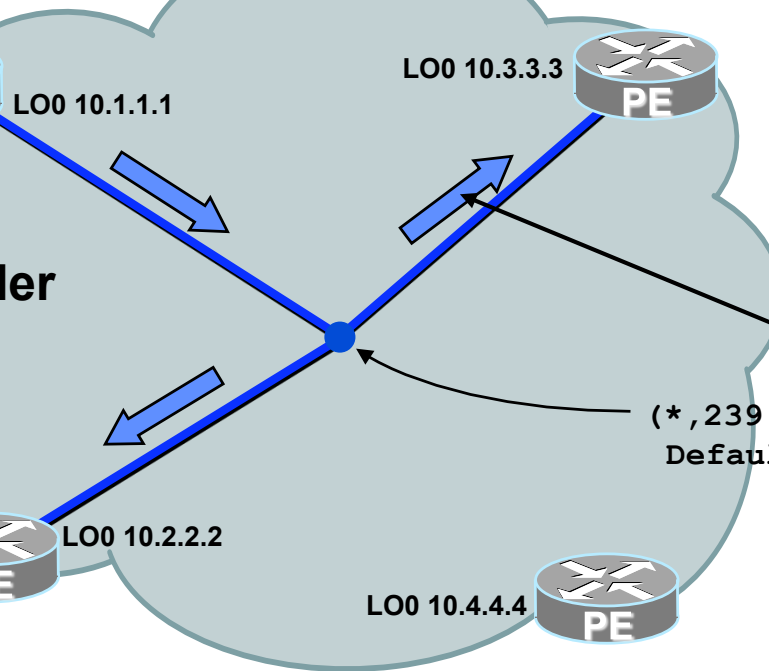


- Comutação na MDT usa GRE → C-Packet encapsulado em um P-packet
- P-Packet      Source = End IP do PE usado para peering BGP  
                    Grupo = Endereço do Grupo MDT (Default or Data)
- TOS/DSCP do C-Packet é copiado para o P-Packet
- MPLS labels não é usado no Core, somente multicast nativo

# Detalhamento - Default MDT

## Vantagens e Desvantagens

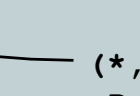
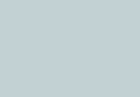
Source  
S=192.1.1.1  
G=225.1.1.1



Fluxo Multicast  
descartado

(\* ,239.1.1.1)  
Default-MDT

Receiver  
S=192.1.1.1  
G=225.1.1.1



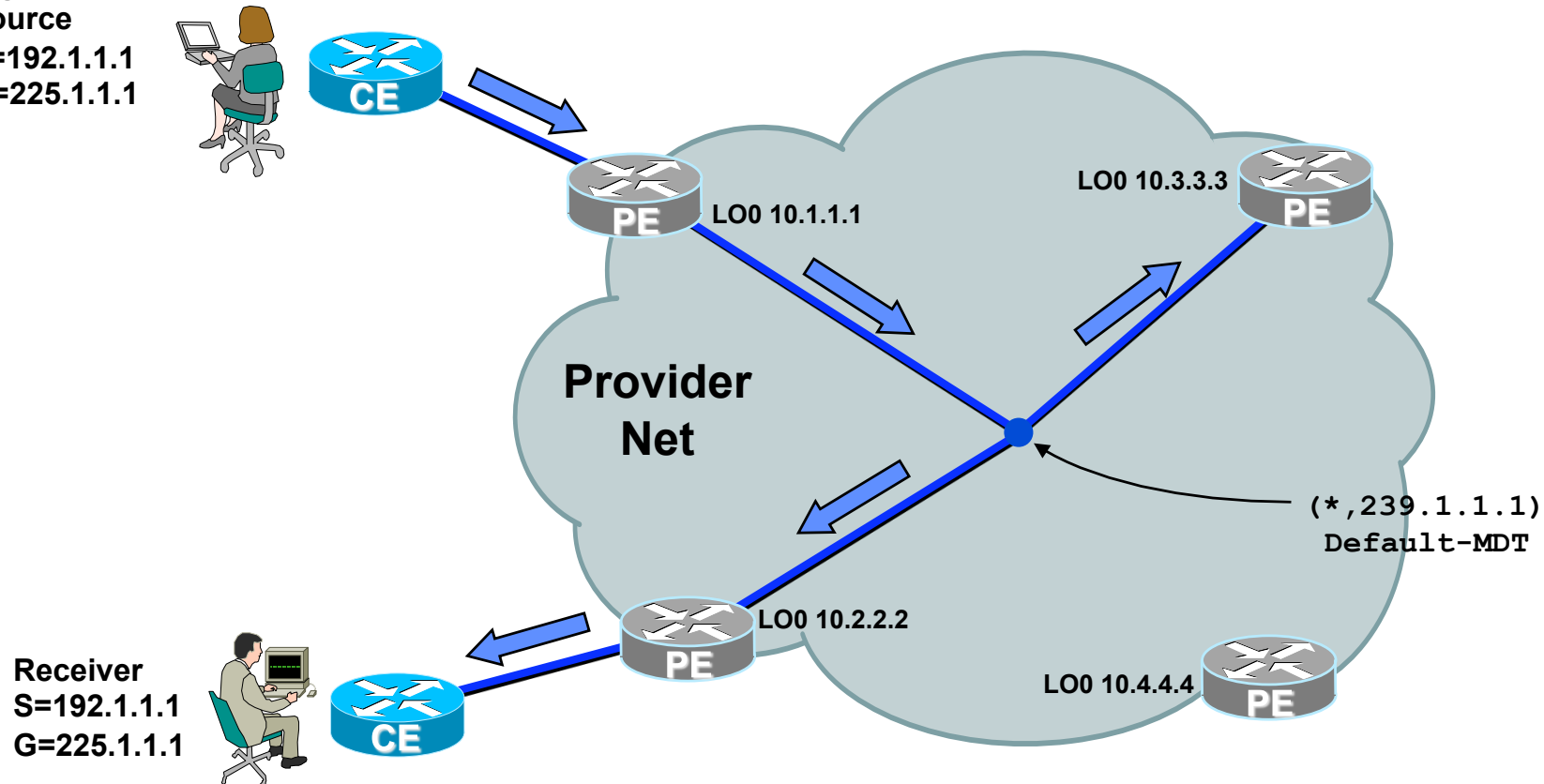
**Vantagem :** Reduz a tabela roteamento Multicast no Core (Roteadores P)

**Desvantagem :** Pode resultar em desperdício de banda.

**Solução → Usar data-MDT para os sources com alta taxa**

# Data MDTs – Conceitos

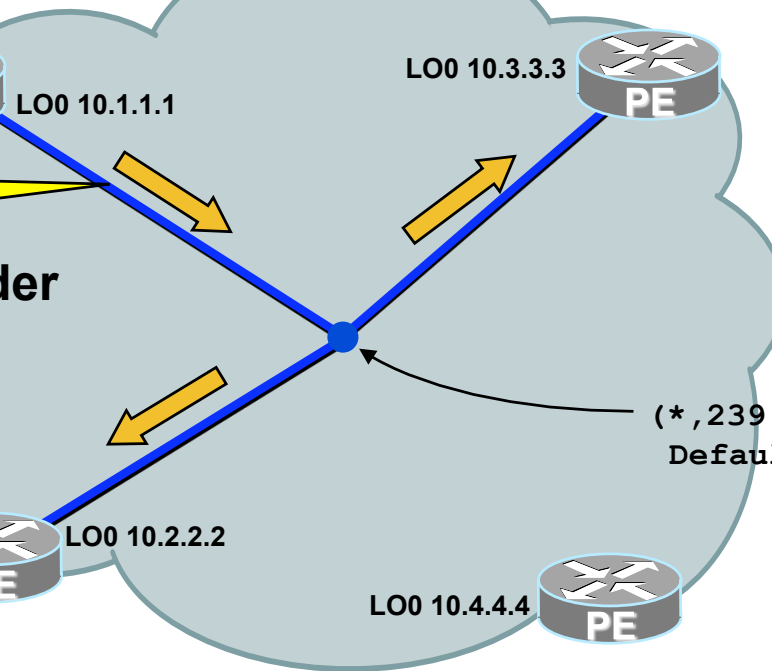
High-Rate  
Source  
S=192.1.1.1  
G=225.1.1.1



- Se o fluxo Multicast exceder um threshold configurado no PE Headend → montagem da árvore Data-MDT

# Data MDTs – Conceitos

High-Rate  
Source  
S=192.1.1.1  
G=225.1.1.1



**P- control packet**  
S=10.1.1.1  
D=224.0.0.13  
Payload: (PIM MDT-Data)  
S=192.1.1.1, G=225.1.1.1  
MDT Group = 232.2.2.1

Receiver  
S=192.1.1.1  
G=225.1.1.1



(\*,239.1.1.1)  
Default-MDT

- PE sinaliza troca da comutação para a Data-MDT usando um novo Grupo
  - No exemplo, grupo 232.2.2.1

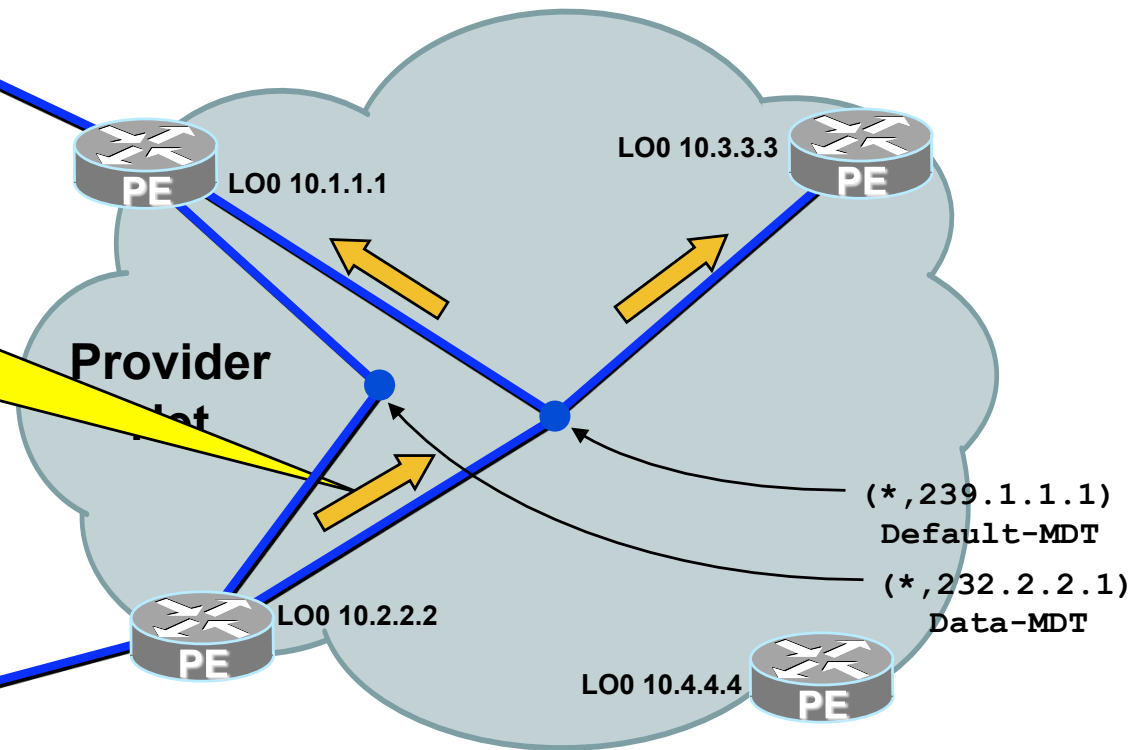
# Data MDTs – Conceitos

High-Rate  
Source  
S=192.1.1.1  
G=225.1.1.1



**P- control packet**  
S=10.2.2.2  
D=224.0.0.13  
Payload: (PIM Join)  
S=10.1.1.1, G=232.2.2.1

Receiver  
S=192.1.1.1  
G=225.1.1.1



- Todos PEs da mVPN que possuem receivers enviam “join” para o grupo 232.2.2.1
- Data-MDT é construída usando o grupo 232.2.2.1.

# Data MDTs – Conceitos

High-Rate  
Source  
S=192.1.1.1  
G=225.1.1.1



Provider  
Net

LOO 10.3.3.3



LOO 10.2.2.2



LOO 10.4.4.4



Receiver  
S=192.1.1.1  
G=225.1.1.1



(\*,239.1.1.1)  
Default-MDT  
(\*,232.2.2.1)  
Data-MDT

- Fluxos com alta taxa passam a fluir via Data-MDT
- Fluxo Multicast chega apenas aos PEs que possuem clientes para este fluxo

# Data MDTs – Conceitos

High-Rate

Source

S=192.1.1.1

G=225.1.1.1



**C - data packet**

S=192.1.1.1

D=225.1.1.1

Payload: (multicast data)

**P- data packet**

S=10.1.1.1

D=232.2.2.1

Payload: (C - data packet)

Receiver

S=192.1.1.1

G=225.1.1.1



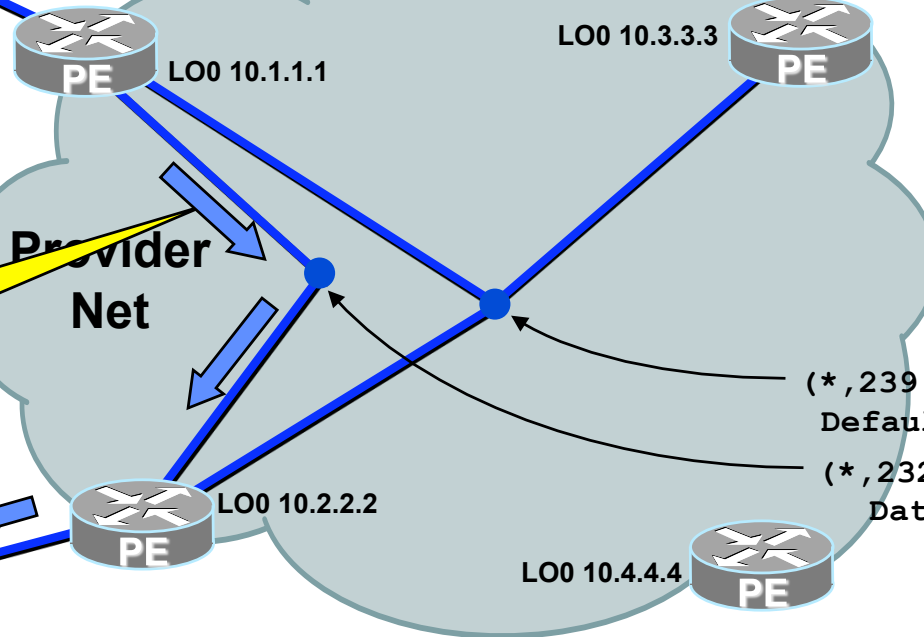
**C - data packet**

S=192.1.1.1

D=225.1.1.1

Payload: (multicast data)

**Provider  
Net**



(\*,239.1.1.1)  
Default-MDT

(\*,232.2.2.1)  
Data-MDT

# MVPN : Default MDT

- Default-MDT:
  - Emula uma “LAN” entre as várias vrfs de uma VPN.
    - Nenhum protocolo novo – apenas PIM, GRE...
    - Usa tunelamento GRE-Multicast
      - Source → Loopback do peering BGP
      - Destino → Grupo Multicast default-MDT
    - Todos os PEs da VPN são senders e receivers
    - Mais comum usar ASM para formar Default-MDT
- Default-MDT com SSM
  - Requer novo tipo de mensagem BGP trocada entre os PEs
  - Novo “address-family” BGP - MDT



# MVPN - Data-MDT

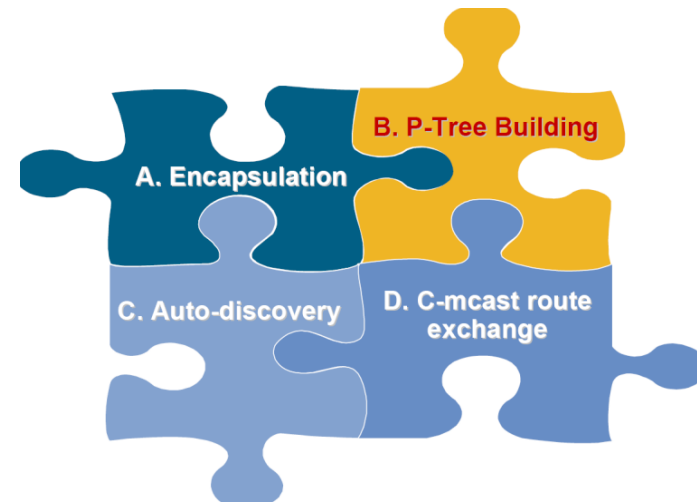
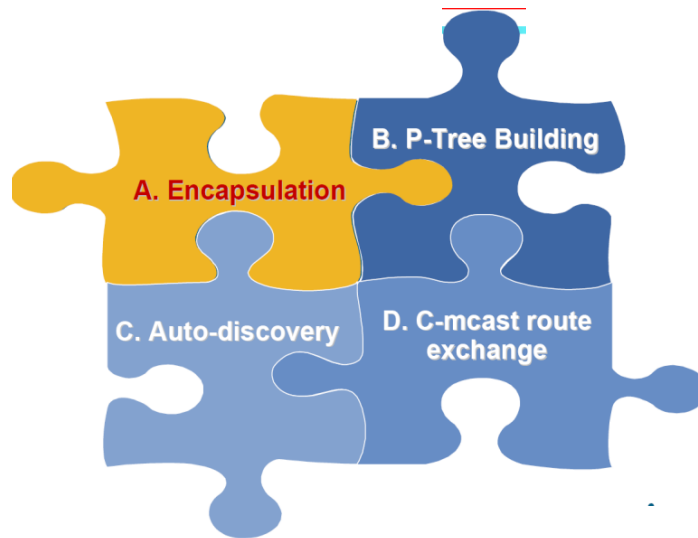
- Resolve possível problema de desperdício de banda na rede
- Árvore multicast dedicada do PE headend para os demais PEs que possuem clientes interessados no fluxo
- Headend-PE determina qual tráfego colocar em cada Data-MDT, baseado no threshold configurado
- Sinalização do PE-Headend para demais PEs é feito na Default-MDT
- Somente tráfego (S,G) no Data-MDT
  - Todo tráfego de Controle é feito na Default-MDT

# Agenda

- **Novos Serviços (Soluções):**
  - Video IP
  - Bolsa de Valores
  - Rede do Saber (Intragov)
- ***Tecnologias***
  - SSM
  - Multicast VPN - mVPN
  - *LSM – Label Switch Multicast*
    - *mLDP (multicast LDP)*
    - *P-to-MP RSVP-TE*

# LSM(Label Switch Multicast)

## ■ Componentes Solução Multicast em redes MPLS



- Há duas opções de encapsulamento em túnel:
  - GRE (mVPN desta apresentação)
  - MPLS
    - mLDP – Extensão Multicast para LDP
    - Extensão Multicast para RSVP-TE

- Tipos de árvore multicast MPLS:
  - P2MP LSP
  - MP2MP LSP

# LSM - Protocolos

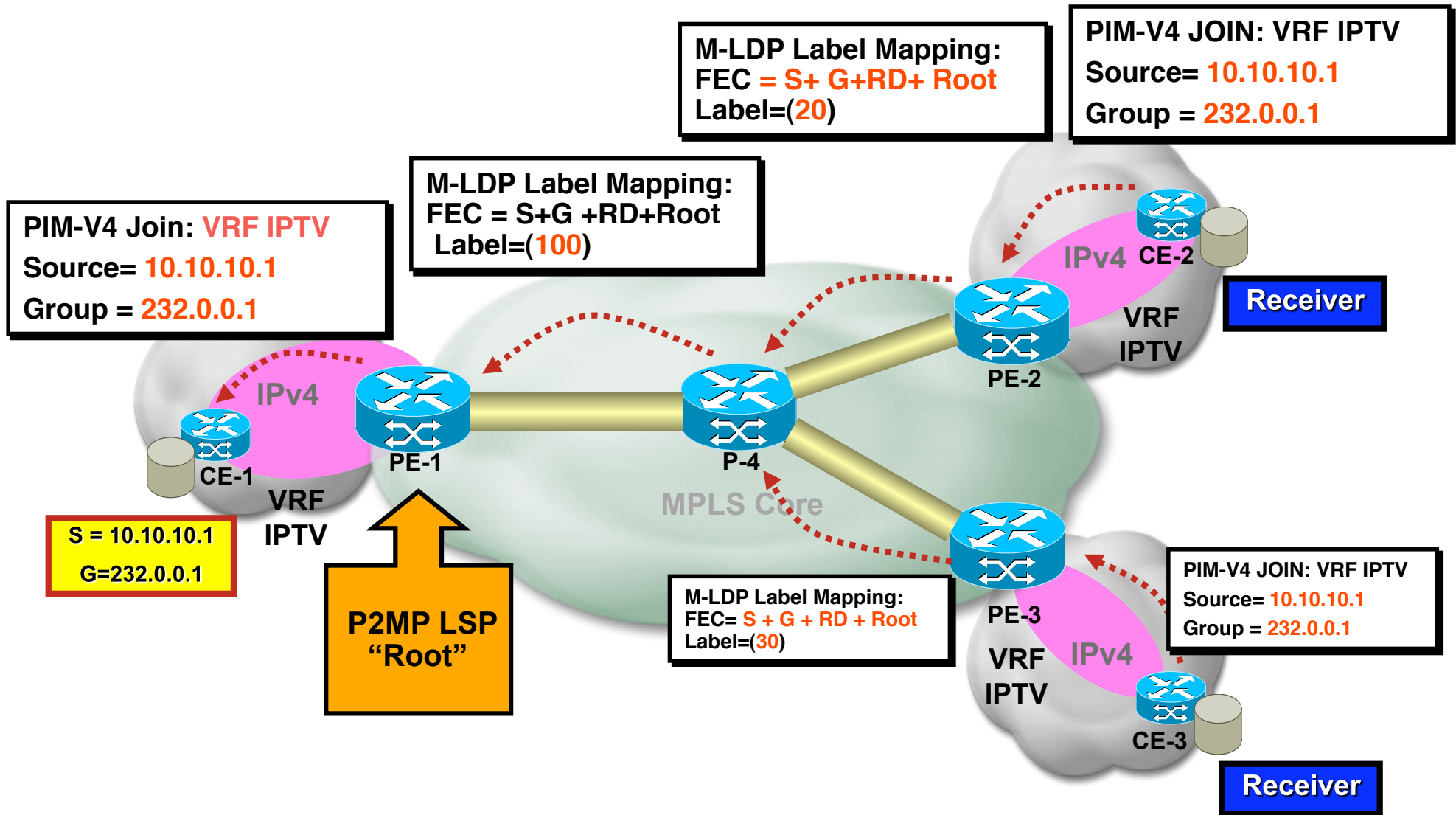
## ■ mLDP

- Extensão ao LDP para construção de árvores P2MP ou MP2MP
- Bastante similar ao PIM
  - Árvore construída a partir do receiver
- Adequada para várias aplicações – ex. mVPN
- FRR é opcional

## ■ P2MP RSVP-TE

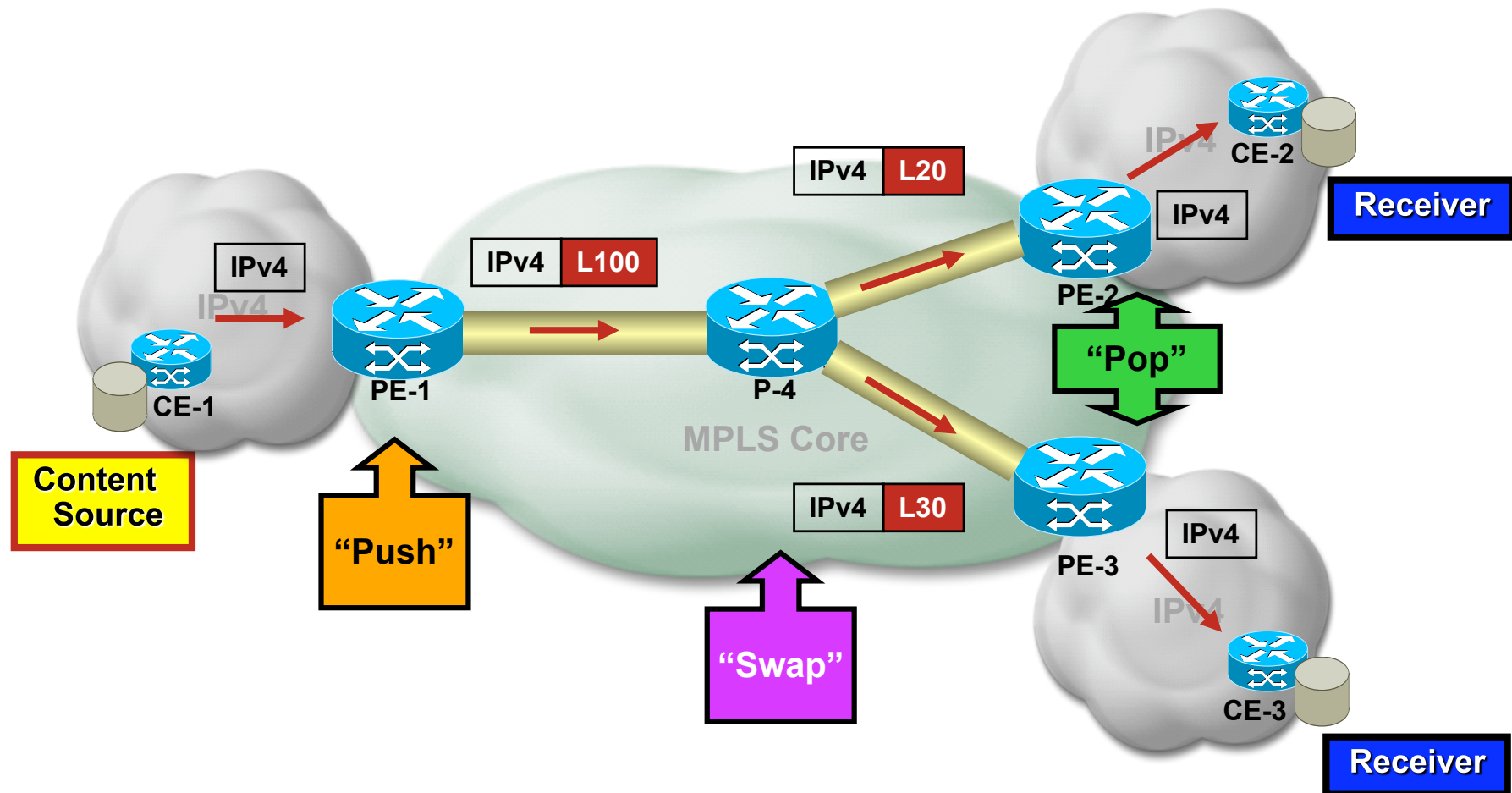
- Extensão do RSVP-TE para construção de árvores P2MP
- Fornece garantia de banda para a árvore – identico ao TE
- Oposto ao PIM
  - Árvore construída a partir do source
- Suporte nativo à FRR
- Adequada para aplicações multicast cuja árvore são fixas

# Join PIM SSM – via mLDP



# mLDP – Comutação de Tráfego

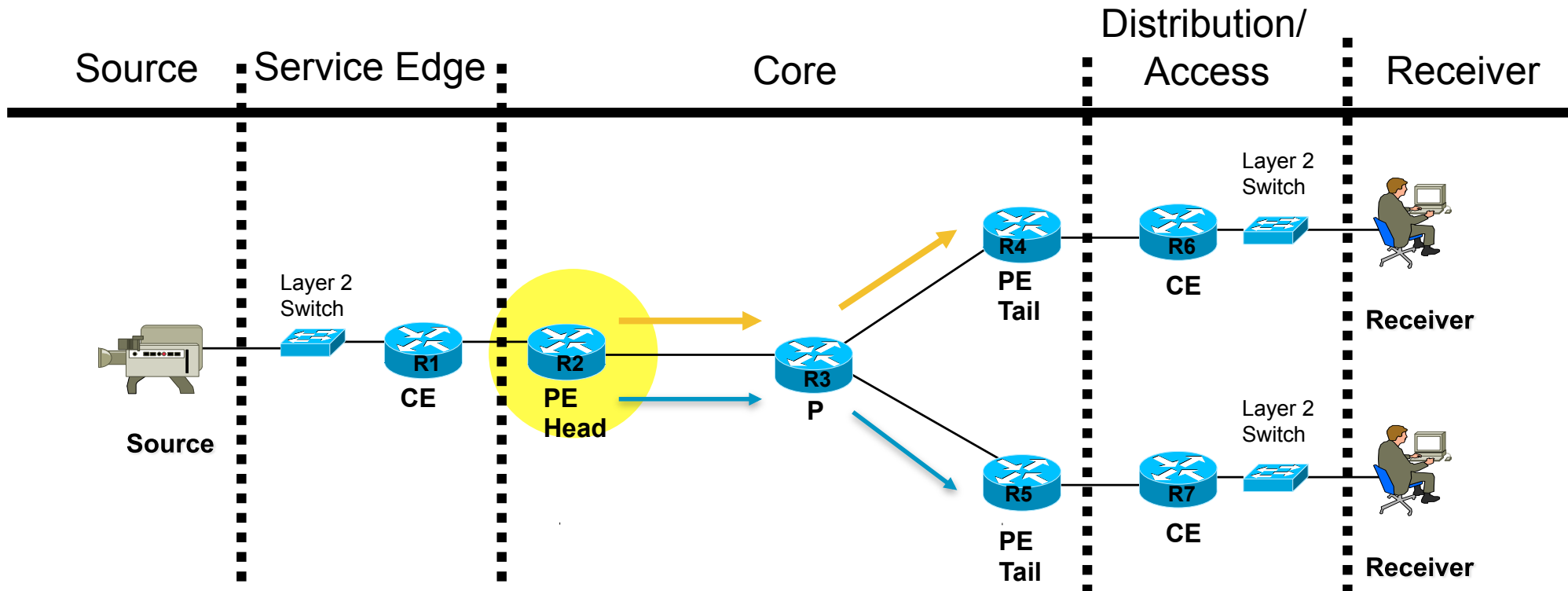
- Segue o modelo de comutação MPLS – baseado em Label
- Não há PHP → Tailend precisa do Label para identificar a árvore



# P2MP RSVP-TE – Overview Sinalização

- Semelhante ao RSVP-TE
  - LSP construído do headend para o tailend.
  - ERO, cSPF, link protection
- Headend (Source) constrói LSP P2MP (via cSPF)
  - Cada destino é um “sub-LSP”
  - Mesmas mensagens do RSVP-TE : PATH e RESV
- Modos de Sinalização PATH suportados:
  - Não agregado
    - Headend envia uma mensagem de PATH por destino
  - Agregado
    - Headend envia uma única mensagem com todos “sub-LSPs”

# P2MP RSVP-TE – Sinalização PATH (ñ agregado)



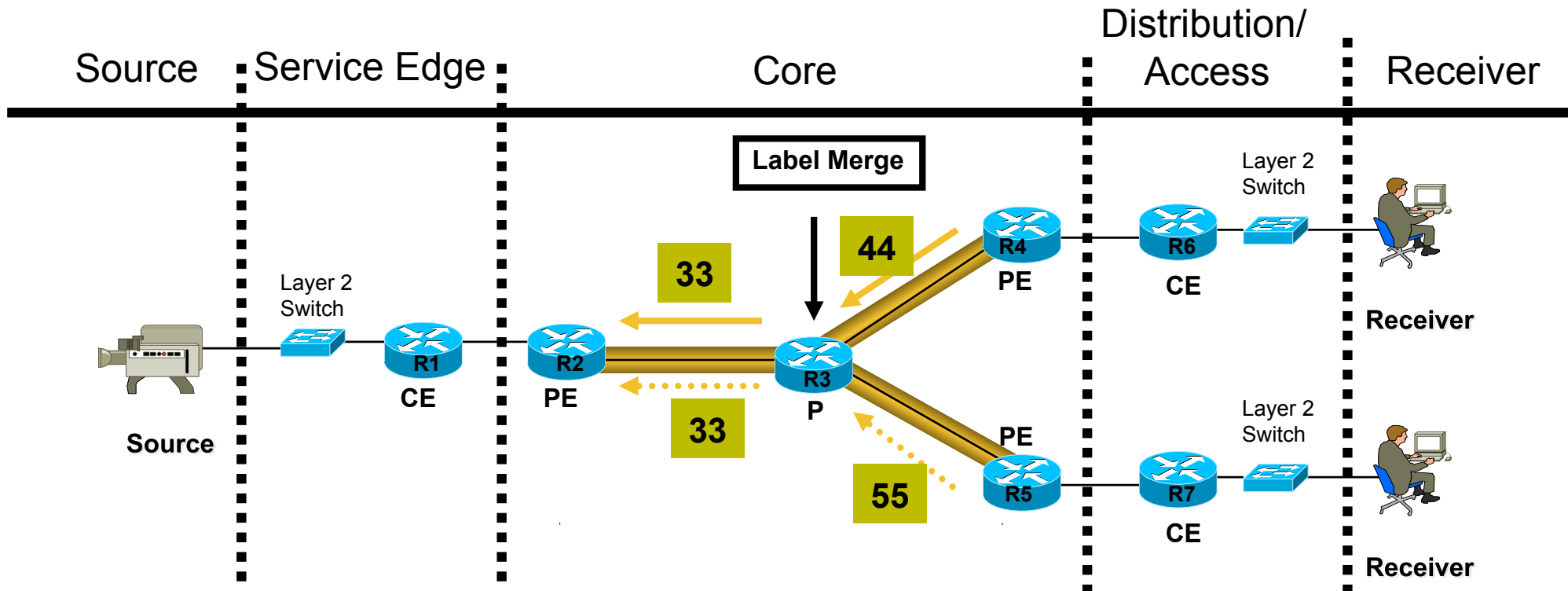
**Headend envia uma mensagem PATH por destino**

**PATH Message : ERO -> R2-R3-R4**

**PATH Message : ERO -> R2-R3-R5**



# P2MP RSVP-TE – Sinalização RESV



**Mensagens RESV são enviadas pelos Tailend;  
Label alocado & reserva de BW em cada link**



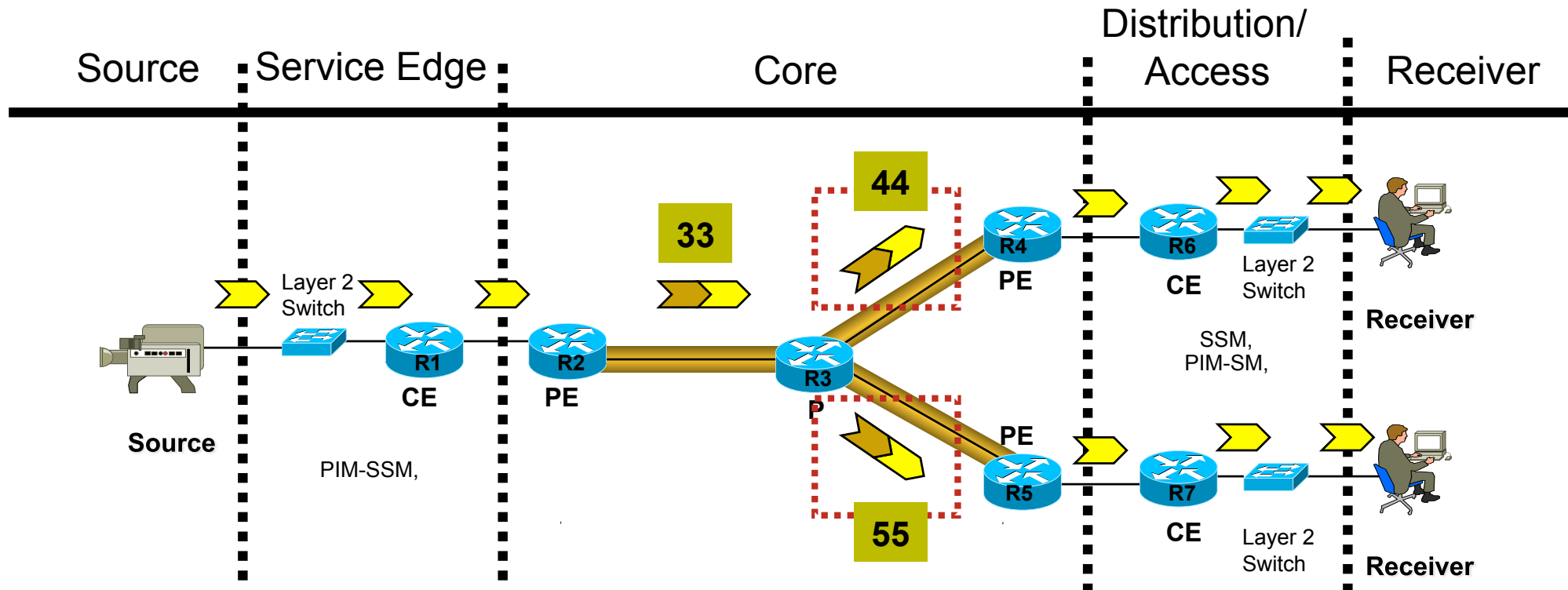
RESV Msg Initiated by R4

RESV Msg Initiated by R5

55

Label Advertisement carries in the RESV Message

# P2MP RSVP-TE – Comutação



- Identica ao mLDP
- Não há PHP → Tailend precisa do Label para identificar a árvore

Multicast Packet      Labeled Packet

Yellow arrow      Yellow arrow with yellow box

# Conclusão

- Multicast é um protocolo fundamental para várias aplicações
  - Tanto no ambiente SP quanto Enterprise
- O modo de operação Multicast SSM se adequa muito bem para aplicações “One-to-Many”
  - Modo PIM-Bidir é mais adequado para aplicações “Many-to-Many”
- mVPN disponível hoje via draft-rosen
  - Não usa MPLS como transporte
  - Tunelamento PtoMP GRE
- Multicast MPLS disponível via 2 novos protocolos:
  - mLDP
    - Construção de árvores multicast (LSP) PtoMP e MPtoMP – “receiver driven”
  - PtoMP RSVP-TE
    - Árvores multicast (LSP) PtoMP - “sender driven”

Dúvidas ?

