

# Implantação de HVPLS (*Hierarchical Virtual Private LAN Services*) na rede GIGA



**Adelmo Avancini  
Luciano Martins**

08 de dezembro de 2006

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



# Agenda

- ❖ **Projeto GIGA**
- ❖ **Topologia da rede GIGA**
- ❖ **VPLS no mercado**
- ❖ **MPLS e VPNs**
- ❖ **MPLS e VPNs na rede GIGA**



# Agenda

- ❖ **Projeto GIGA**
- ❖ Topologia da rede GIGA
- ❖ VPLS no mercado
- ❖ MPLS e VPNs
- ❖ MPLS e VPNs na rede GIGA



# Missão

**Suporte à P&D colaborativo para desenvolvimento de tecnologias, produtos e serviços**

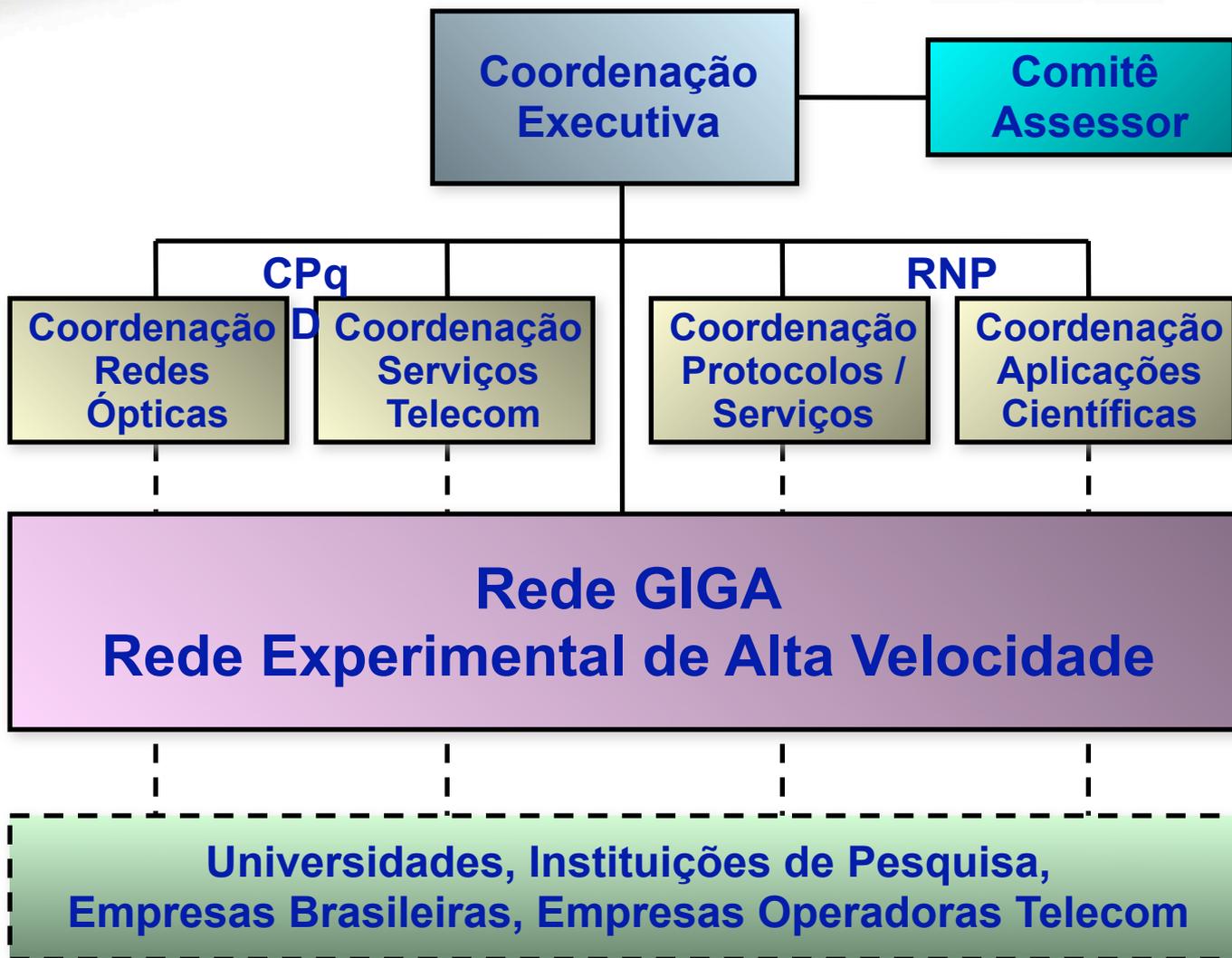
**Geração de protótipos: produtos de rede, protocolos e serviços de telecomunicações**

**Desenvolvimento de uma Rede Experimental de Alta Velocidade para validação dos protótipos – GIGA testbed**

**Transferência dos resultados às Indústrias Brasileiras e Operadoras de Telecomunicação:**

- IP/WDM
- Serviços avançados e aplicações

# Projeto GIGA

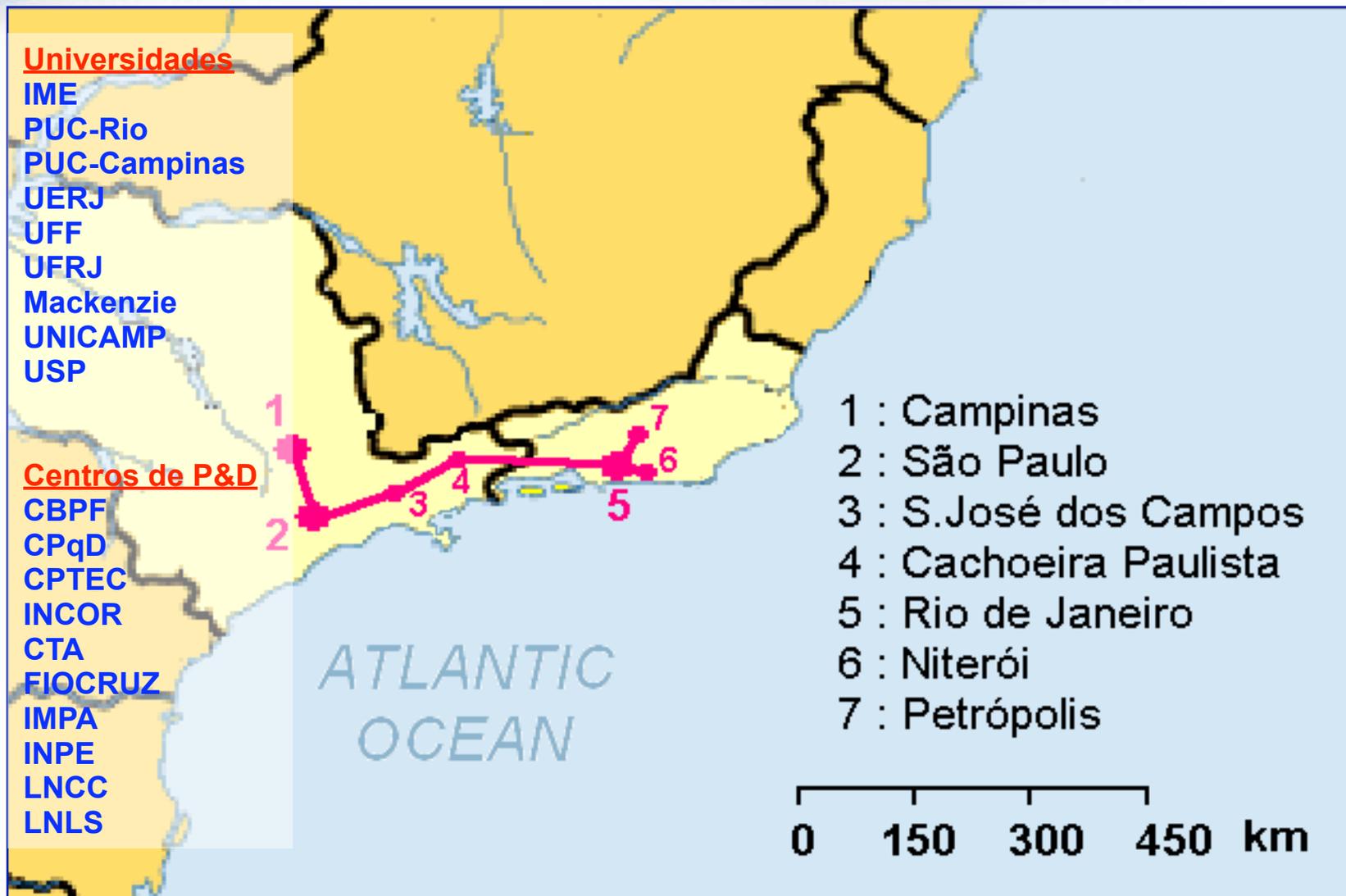




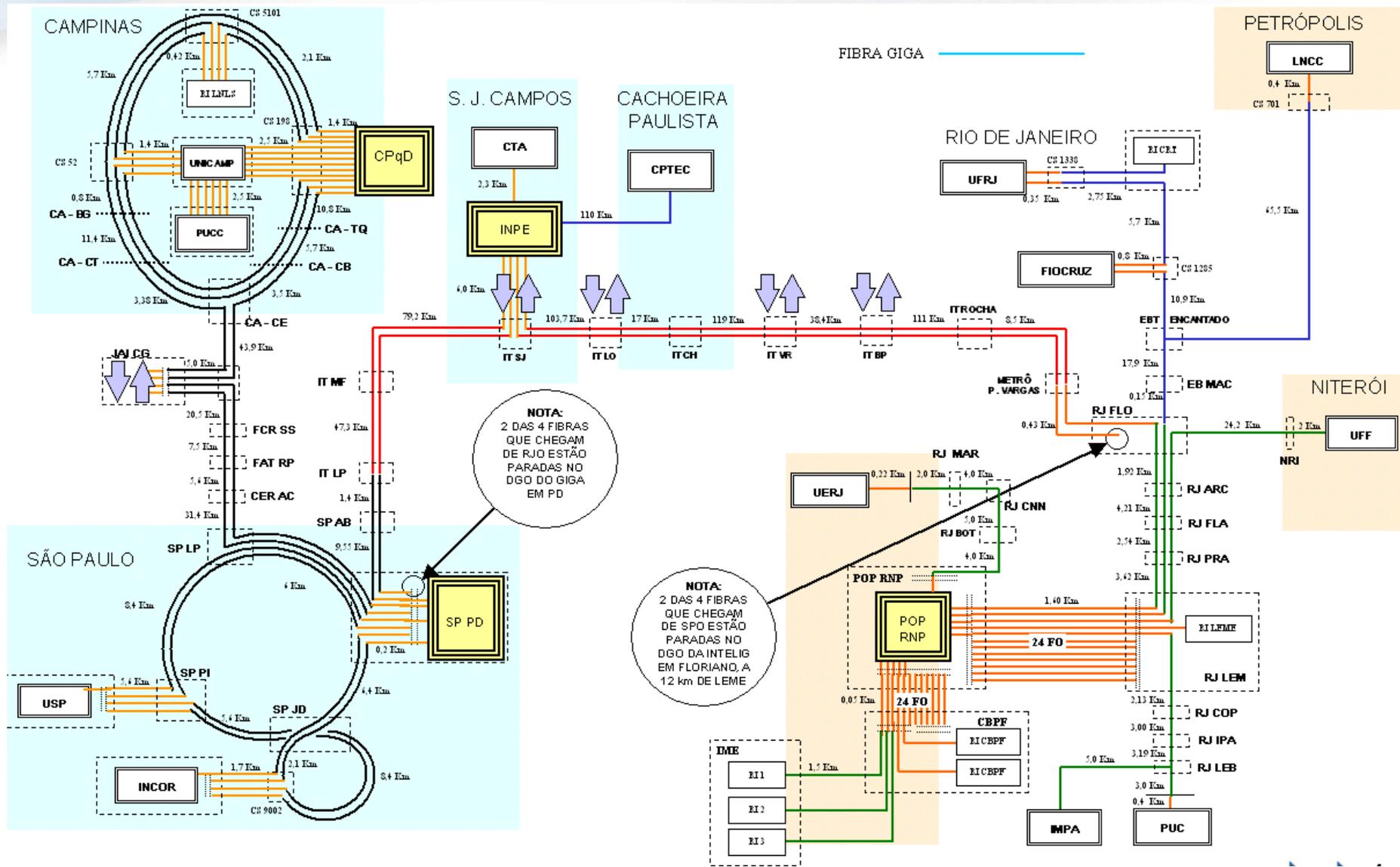
# Agenda

- ❖ Projeto GIGA
- ❖ **Topologia da rede GIGA**
- ❖ VPLS no mercado
- ❖ MPLS e VPNs
- ❖ MPLS e VPNs na rede GIGA
- ❖ Demonstração (L2 VPN MPLS e DMD)

# Cidades



# Topologia – Estações das operadoras





# Equipamentos IP da rede Giga

- Fabricante:
  - Extreme Networks
- Modelos:
  - BlackDiamond 10K (núcleo)
- Módulos no BlackDiamond 10K:
  - 1 Módulo de 60 portas Giga
  - 1 Módulo de gerência MSM
  - Capacidade de 1.28 Tbps





# Equipamentos IP da rede Giga

- Fabricante:
  - Extreme Networks
- Modelos:
  - BlackDiamond 6808 (núcleo/distribuição)
- Módulos no BlackDiamond 6808:
  - 1 Módulo de 8 portas Giga (POPRNP e CPqD tem 1 Módulo de 16 portas Giga)
  - 1 Módulo de gerência MSM
  - 1 Módulo de MPLS
  - 1 Módulo de 48 portas 10/100
  - Capacidade de 385 Gbps





# Equipamentos IP da rede Giga

- Fabricante:
  - Extreme Networks
- Modelos:
  - Summit 200-24 (acesso)
- Algumas Características:
  - 24 portas 10/100 RJ-45 (auto-negociação)
  - 2 portas Giga (portas 25 e 26)
  - Protocolos de camada 3 com algumas limitações
  - Capacidade de 8.8 Gbps





# Equipamentos ópticos da rede Giga



- Fabricante:
  - PADTEC

## • Componentes:

- transponders
- multiplexadores
- demultiplexadores
- amplificadores
- OADM 's
- SOM/SOD's

- Canal 37 = 1547,72nm
- Canal 35 = 1549,32nm
- Canal 33 = 1550,92nm
- Canal 31 = 1552,52nm
- Canal 29 = 1554,13nm
- Canal 27 = 1555,75nm
- Canal 25 = 1557,36nm
- Canal 23 = 1558,98nm

DWDM

- Canal 51 = 1510nm
- Canal 53 = 1530nm
- Canal 57 = 1570nm

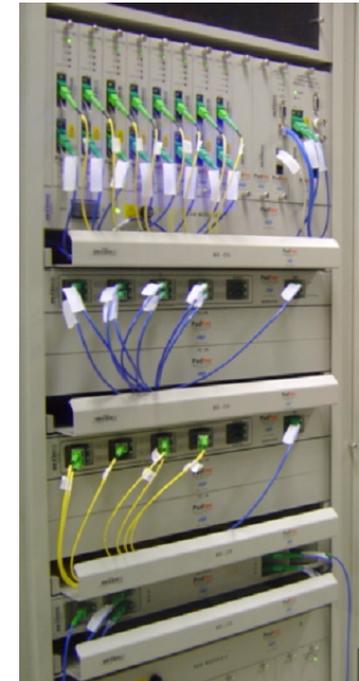
CWDM



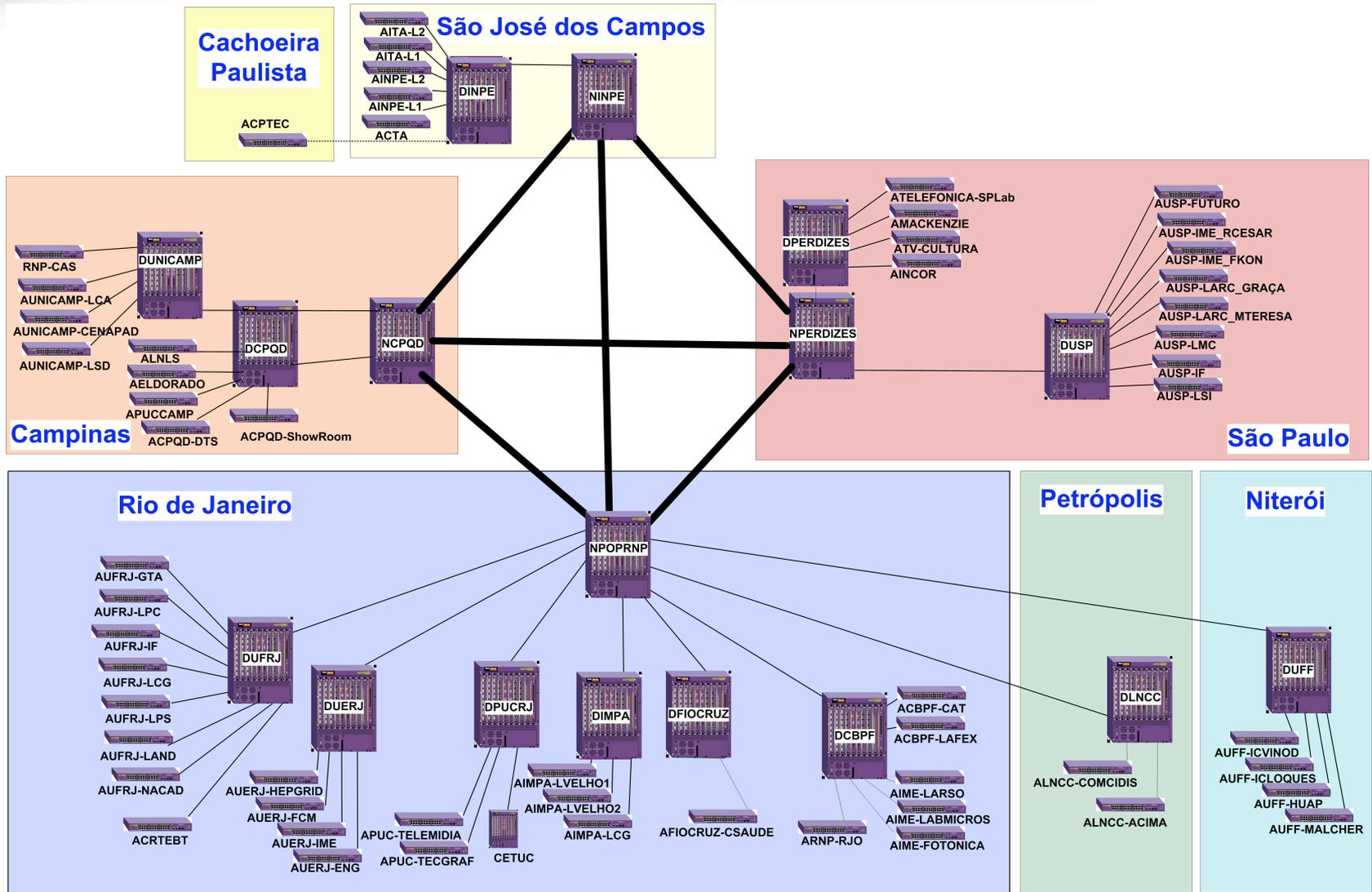
## • Localidades que possuem 1 ou mais componentes

- CPqD Campinas (DWDM)
- Telefonica Jundiaí (DWDM)
- Telefonica São Paulo (DWDM)
- Intelig S.J.Campos (DWDM)
- Intelig Lorena (DWDM)
- Intelig Volta Redonda (DWDM)
- Intelig Barra do Piraí (DWDM)

- Pop RNP Rio (DWDM e CWDM)
- Telemar Leblon (CWDM)
- Embratel Encantado (CWDM)
- FIOCRUZ (CWDM)
- LNCC (CWDM)
- IMPA (CWDM)
- PUC-RJ (CWDM)
- UFF (CWDM)



# Topologia da rede GIGA (IP)





# GIGA PoP - CPqD





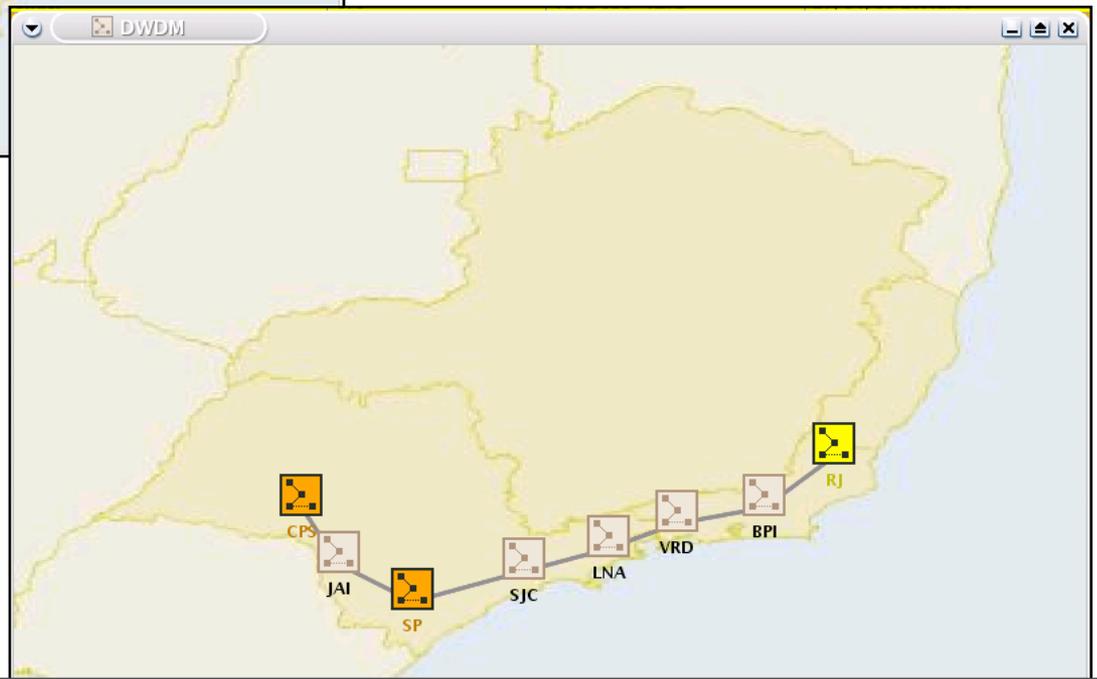
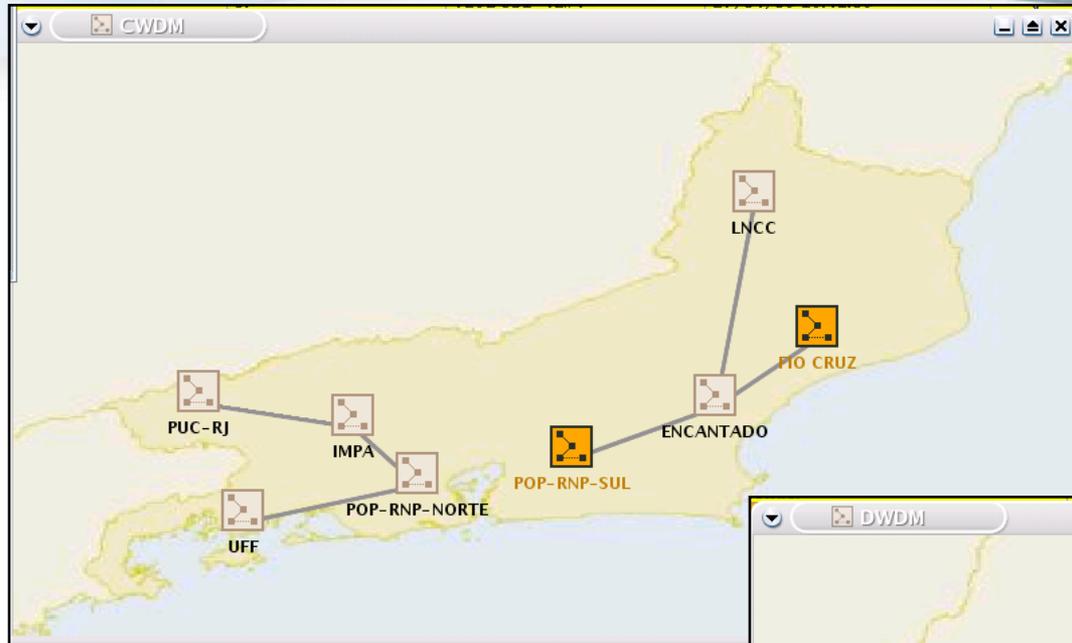
# Centro de Gerência - CORE







# Softwares de Gerência



# Números da rede GIGA



Descrição	Números
<b><i>Equipamentos</i></b>	
<u>Black Diamond 10808</u> – Extreme Networks (núcleo)	2
<u>Black Diamond 6808</u> – Extreme Networks (borda/núcleo)	14
<u>Summit 200-24</u> – Extreme Networks (acesso)	48
<b><i>Cidades</i></b>	
Cidades atendidas até 20/12/2006	5
Cidades que serão atendidas até fase final	7
<b><i>Instituições</i></b>	
Instituições atendidas até 20/12/2006	22
Instituições atendidas até fase final	26
<b><i>Laboratórios</i></b>	
Laboratórios atendidos até 20/12/2006	60
Laboratórios atendidos até fase final	66
<b><i>Eventos</i></b>	
Eventos Internacionais que usaram a rede GIGA	9
Eventos Nacionais que usaram a rede GIGA	5
<b><i>Experimentos</i></b>	
Experimentos diversos na rede GIGA	11



# Eventos Internacionais que usaram a rede

- ❖ *SuperComputing 2004*
- ❖ *IST 2004 (Information Society Thematic)*
- ❖ *SURA\ViDe 2005*
- ❖ *SuperComputing 2005:*
- ❖ *EELA 2005*
- ❖ *Testes de cooperação INCOR e IPI/USC*
- ❖ *22º Congresso Internacional de Educação a Distância:*
- ❖ *Global Grid Fórum (GGF)*
- ❖ *SuperComputing 2006*



# Eventos Nacionais que usaram a rede

- ❖ *Inauguração da rede experimental*
- ❖ *Inauguração do projeto KyaTera (2005)*
- ❖ *SBrT 2005*
- ❖ *FutureCom 2006*



# Agenda



- ❖ Projeto GIGA
- ❖ Topologia da rede GIGA
- ❖ **VPLS no mercado**
- ❖ MPLS e VPNs
- ❖ MPLS e VPNs na rede GIGA
- ❖ Demonstração (L2 VPN MPLS e DMD)



## VPLS no mercado

- ❖ **Provedores como Broadwing (vendedor: Tellabs), Masergy (Alcatel) e Time Warner Telecom (Juniper) já oferecem Virtual Private LAN Service (VPLS) nacionalmente**
- ❖ **Yipes é outro provedor de serviço que oferece VPLS (vendedor: Juniper) regionalmente em alguns mercados metropolitanos**
- ❖ **AT&T também já tem VPLS (vendedor: Cisco) disponível em alguns mercados metropolitanos e planeja lançar o serviço nacionalmente**



## VPLS no mercado

- ❖ **China Telecom oferece VPLS (vendedor: Alcatel) desde 2005**
- ❖ **NTTPC Communications (Japão) oferece serviços VPLS (Alcatel) nacionalmente**
- ❖ **Verizon planeja lançar VPLS no primeiro trimestre de 2007**
- ❖ **No ano passado, a Sprint planeja descontinuar suas redes de dados legadas até 2009**
  - ❖ **Sprint utiliza uma solução L2 alternativa (Layer 2 Tunneling Protocol Version 3) cujo nome comercial é “SprintLink Layer 2”**



# Agenda

- ❖ Projeto GIGA
- ❖ Topologia da rede GIGA
- ❖ VPLS no mercado
- ❖ **MPLS e VPNs**
- ❖ MPLS e VPNs na rede GIGA
- ❖ Demonstração (L2 VPN MPLS e DMD)



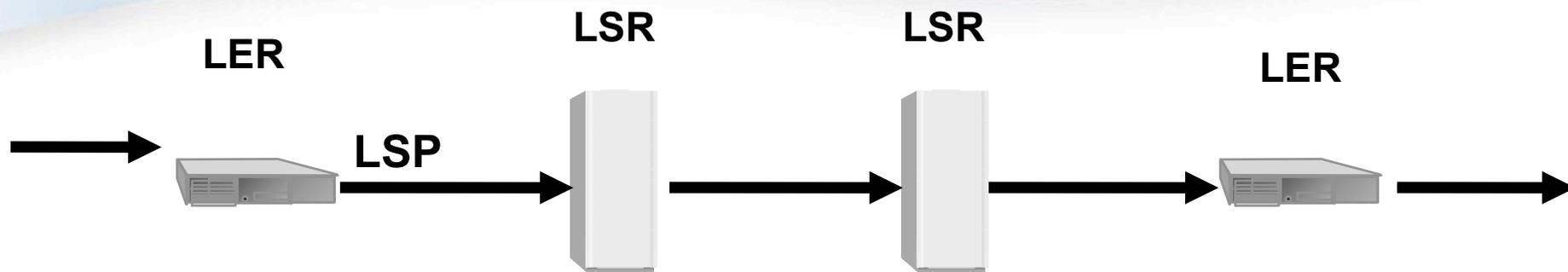
# Motivações MPLS

- ❖ Encaminhamento simplificado baseado na combinação exata de labels de tamanho fixo e pequeno
- ❖ Promove a partição de funcionalidades dentro da rede
  - ❖ move o processamento de pacotes para as bordas
  - ❖ restringe o core ao encaminhamento de pacotes
  - ❖ mantém a escalabilidade do protocolo IP em redes grandes
- ❖ Habilita o uso de roteamento explícito nas redes IP
  - ❖ pode ser facilmente utilizado para outras funções como gerenciamento de tráfego QoS
- ❖ Suporte à Engenharia de Tráfego

- ❖ **LSR (*Label Switch Router*)**
  - ❖ Roteadores de Comutação por Rótulos
  - ❖ nó MPLS que é capaz de encaminhar pacotes de camada 3
- ❖ **LER (*Label Edge Router*)**
  - ❖ LSR de borda (*ingress* ou *egress*)
- ❖ **LSP (*Label Switch Path*)**
  - ❖ Caminhos Comutados por Rótulos
- ❖ Seqüência ordenada de LSRs sendo que o primeiro denomina-se LSR de Ingresso (*ingress LSR*) e o último LSR de Egresso (*Egress LSR*)



# Encaminhamento MPLS

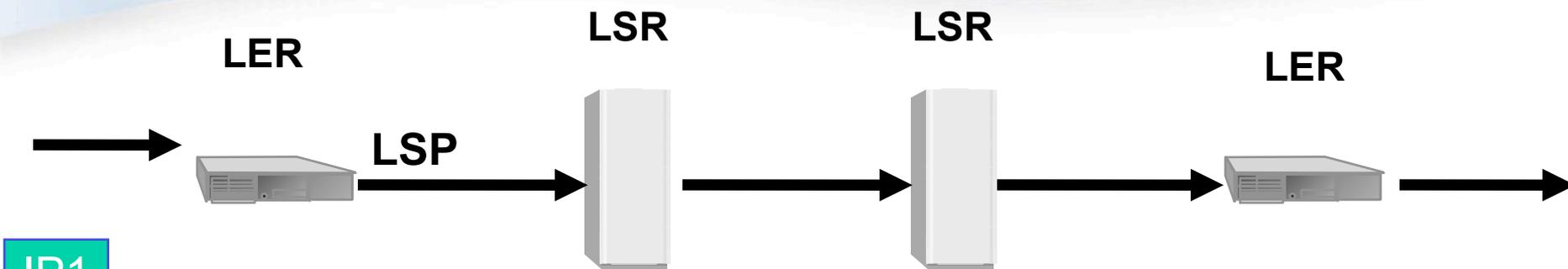


Pacotes com endereços de destino diferentes podem ser mapeados em um caminho comum

- FEC = Um subconjunto de pacotes que são tratados da mesma forma pelo roteador



# Encaminhamento MPLS



IP1

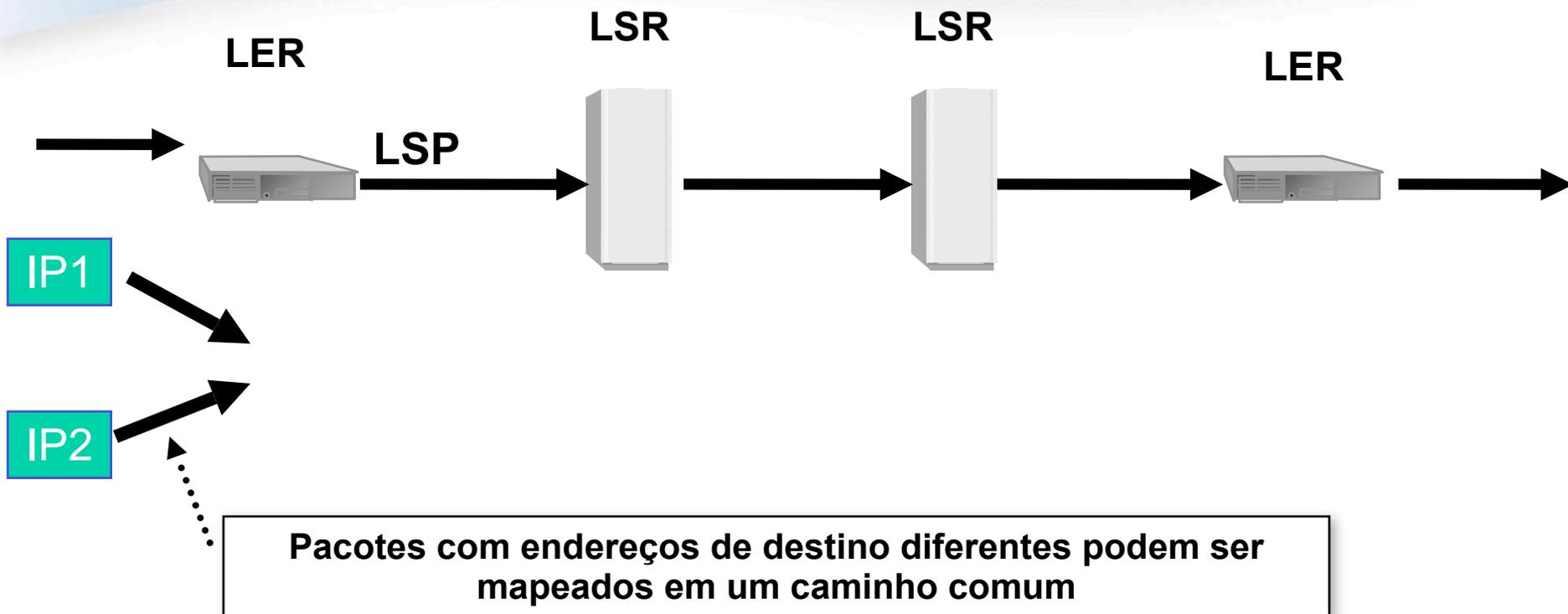
IP2

Pacotes com endereços de destino diferentes podem ser mapeados em um caminho comum

- FEC = Um subconjunto de pacotes que são tratados da mesma forma pelo roteador



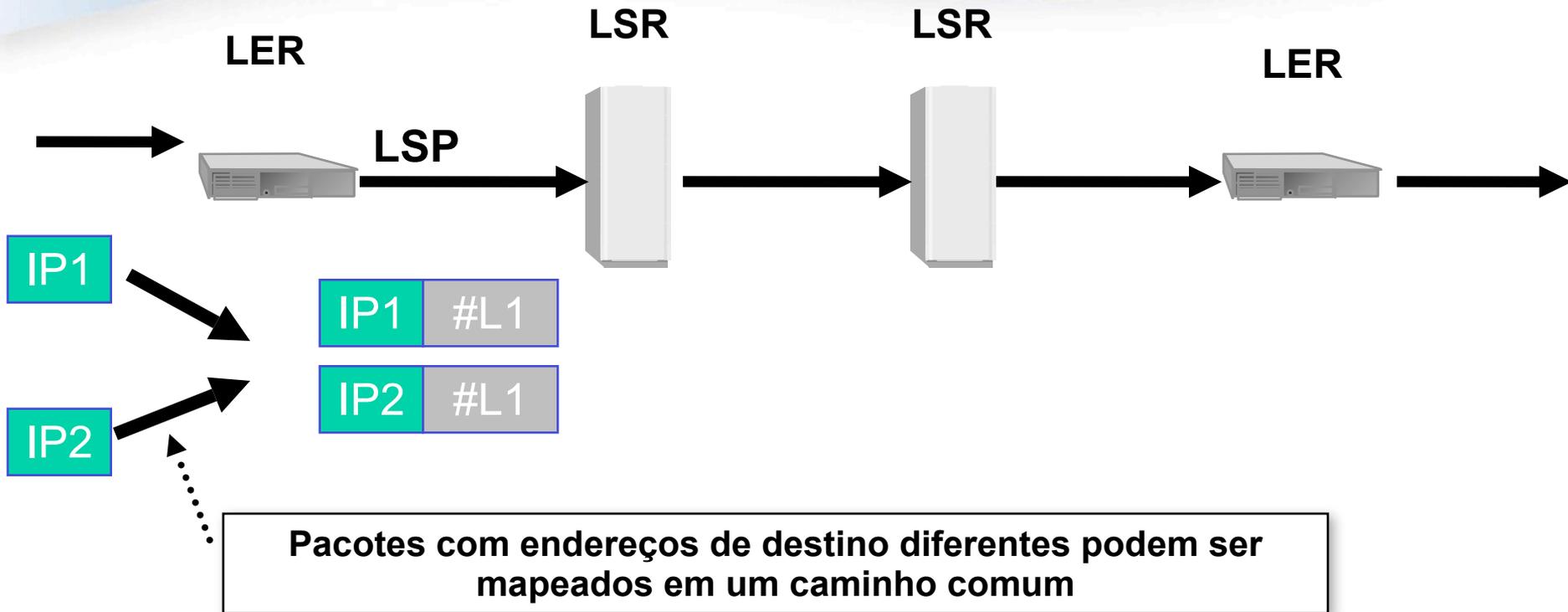
# Encaminhamento MPLS



- FEC = Um subconjunto de pacotes que são tratados da mesma forma pelo roteador



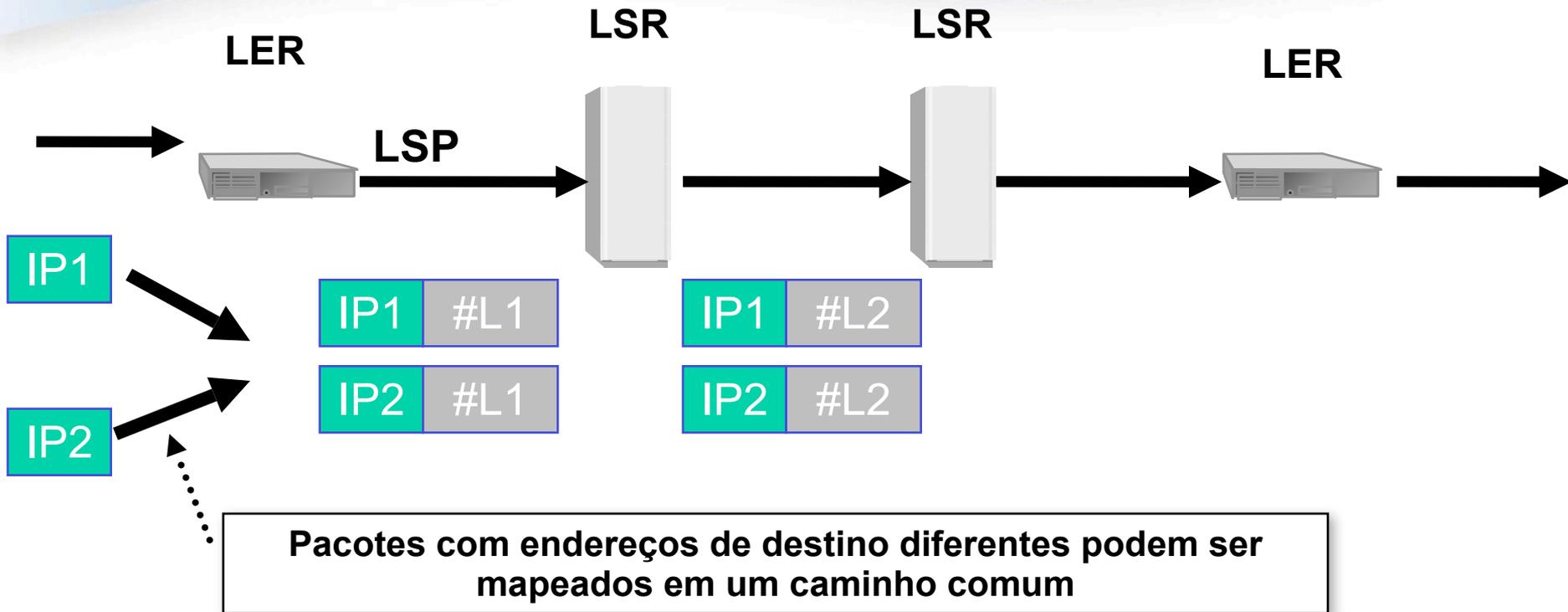
# Encaminhamento MPLS



- FEC = Um subconjunto de pacotes que são tratados da mesma forma pelo roteador



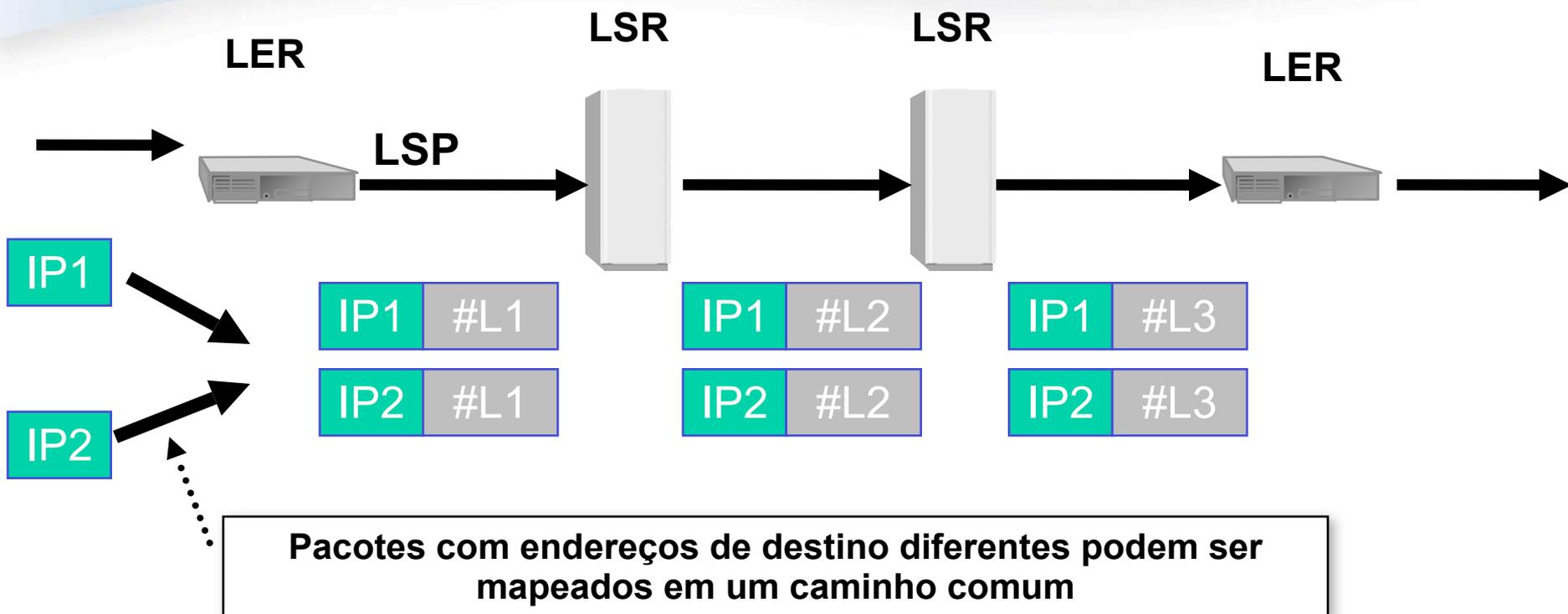
# Encaminhamento MPLS



- FEC = Um subconjunto de pacotes que são tratados da mesma forma pelo roteador



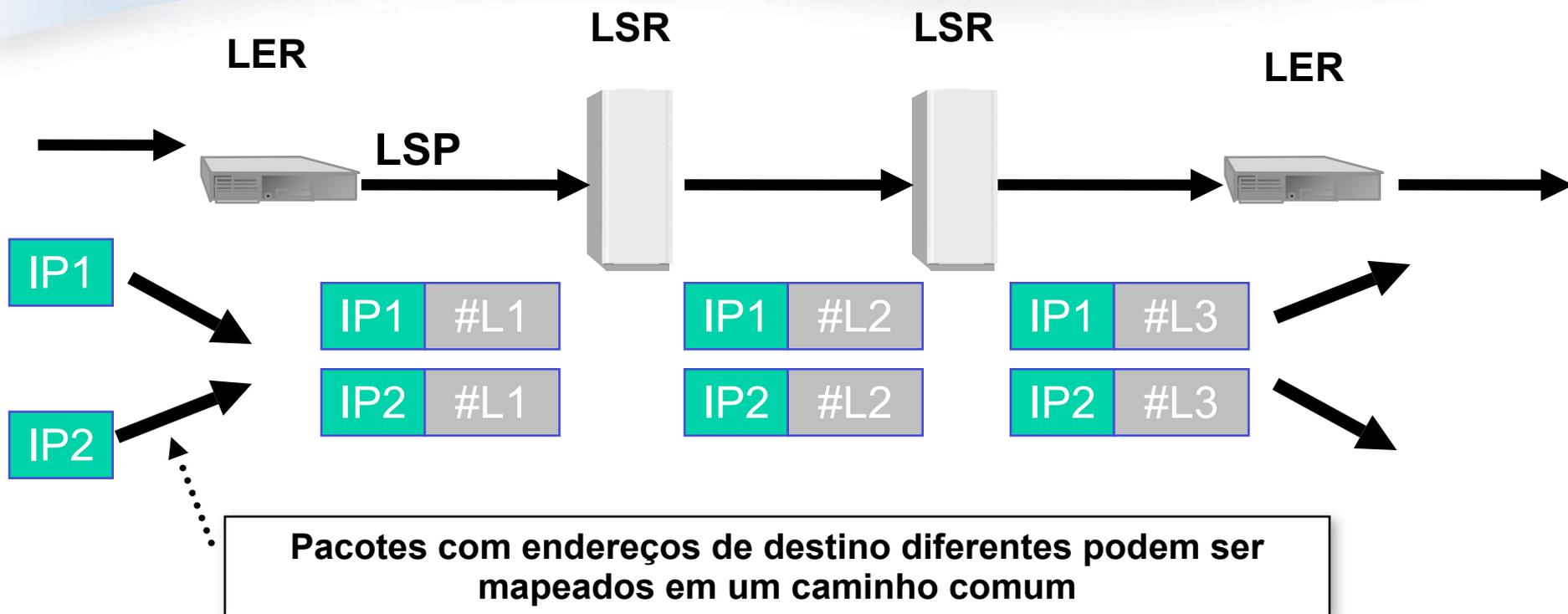
# Encaminhamento MPLS



- FEC = Um subconjunto de pacotes que são tratados da mesma forma pelo roteador



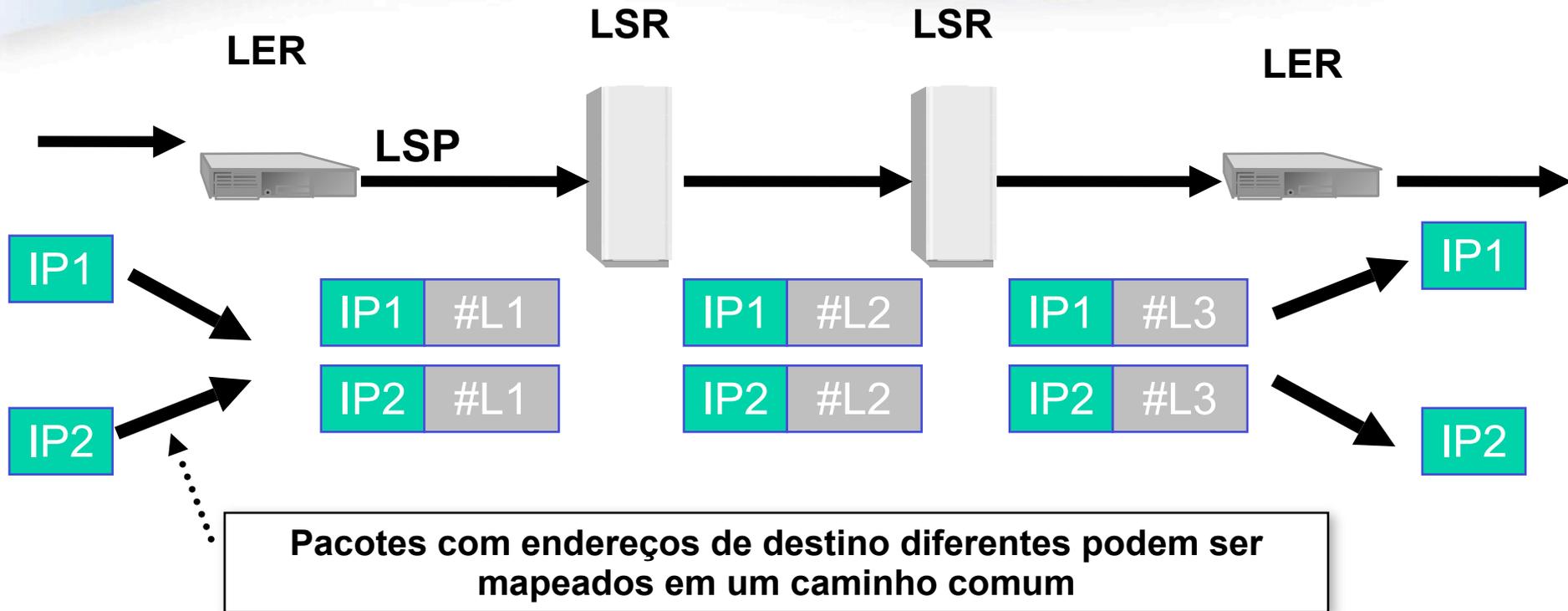
# Encaminhamento MPLS



- FEC = Um subconjunto de pacotes que são tratados da mesma forma pelo roteador



# Encaminhamento MPLS



- FEC = Um subconjunto de pacotes que são tratados da mesma forma pelo roteador

## ❖ Há 2 principais:

### ❖ LDP (*Label Distribution Protocol*)

- ❖ CR-LDP para prover Engenharia de Tráfego. Foi descontinuado

### ❖ RSVP-TE (*Resource reSerVation Protocol – Traffic Engineering*)

- ❖ Já padronizado com características de Engenharia de tráfego

- ❖ Usado na rede GIGA

# ❖ VLANs (IEEE 802.1Q)



- ❖ Virtual LANs são redes criadas logicamente através da configuração de switches. Pode-se associar portas, endereços MAC e protocolos para VLANs diferentes
- ❖ Tagged VLANs: o quadro Ethernet carregará agora uma identificação da VLAN (VID), para que várias VLAN's possam usar uma única porta ligando um switch a outro.
- ❖ Mas qual é a relação entre VLANs e MPLS?

- ❖ Com as Tagged VLANs, consegue-se criar VPNs dentro de um domínio com switches. Todos os equipamentos devem ser configurados manualmente no domínio. Pode ser uma “alternativa” às VPNs MPLS, mas:
  - ❖ escalabilidade pequena
  - ❖ configuração da VLAN em todos os equipamentos, e informação de portas em cada um deles
  - ❖ Sem Engenharia de Tráfego
  - ❖ necessidade de ter endereços MAC dos clientes em todos os equipamentos configurados

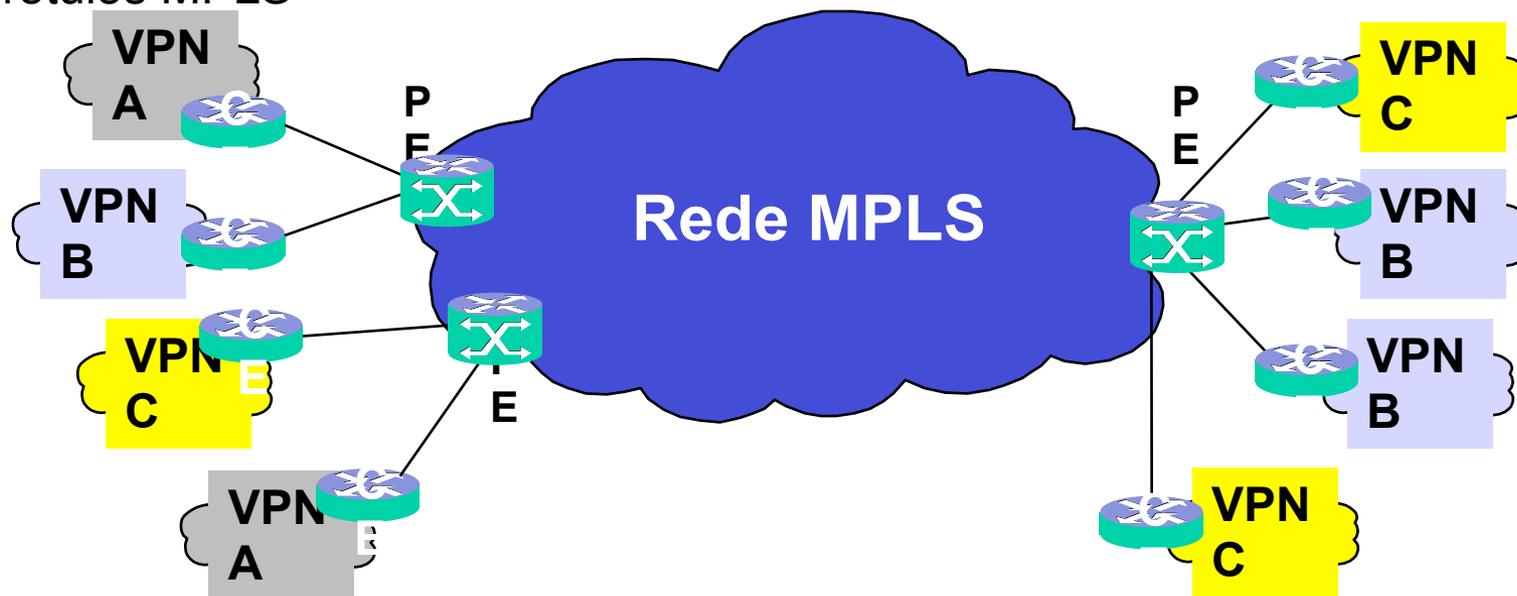
- ❖ VPNs (*Virtual Private Networks*) usam uma infraestrutura de *rede pública compartilhada* para *emular características de rede privada* para um cliente
- ❖ Um único cliente (corporativo) pode ter múltiplas VPNs, cada uma correspondendo a uma diferente comunidade de interesses
- ❖ Um único usuário pode participar de múltiplas VPNs simultaneamente



- ❖ **VPN tradicional**
  - ❖ **Frame Relay (L2)**
  - ❖ **ATM (L2)**
- ❖ **VPN baseada em CPE**
  - ❖ **PPTP e L2TP (L2)**
  - ❖ **IPSec (L3)**
- ❖ **VPN MPLS (aprovisionada pelo provedor)**
  - ❖ **L2 VPN baseada em MPLS**
  - ❖ **L3 VPN baseada em BGP/MPLS**

# Elementos de VPNs MPLS

- ❖ **CE: Cliente Edge:** roteador ou switch localizado no cliente.
- ❖ **PE: Provider Edge:** dispositivo onde a VPN origina-se e termina, onde todos os túneis são estabelecidos para a conexão com todos os outros PEs
- ❖ **Rede MPLS (núcleo):** rede que interconecta os PEs. Não participa da funcionalidade VPN. O tráfego é simplesmente comutado com base em rótulos MPLS



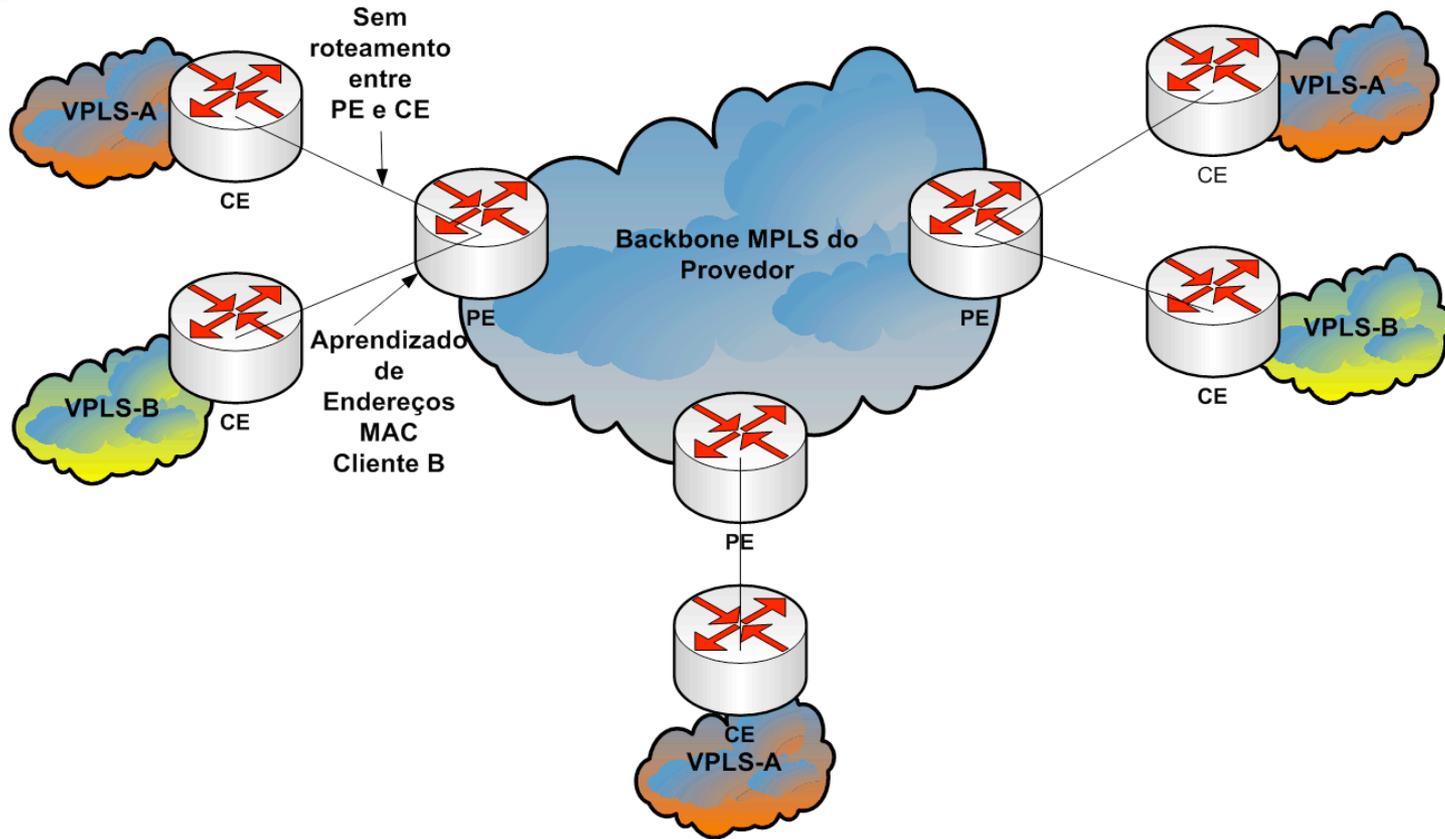


# L2 MPLS VPNs

- ❖ Em uma rede L2 MPLS VPN, o PE não é um *peer* para o roteador CE e não mantém tabelas de roteamento separadas
- ❖ O tráfego L2 entrante simplesmente é mapeado para o túnel apropriado



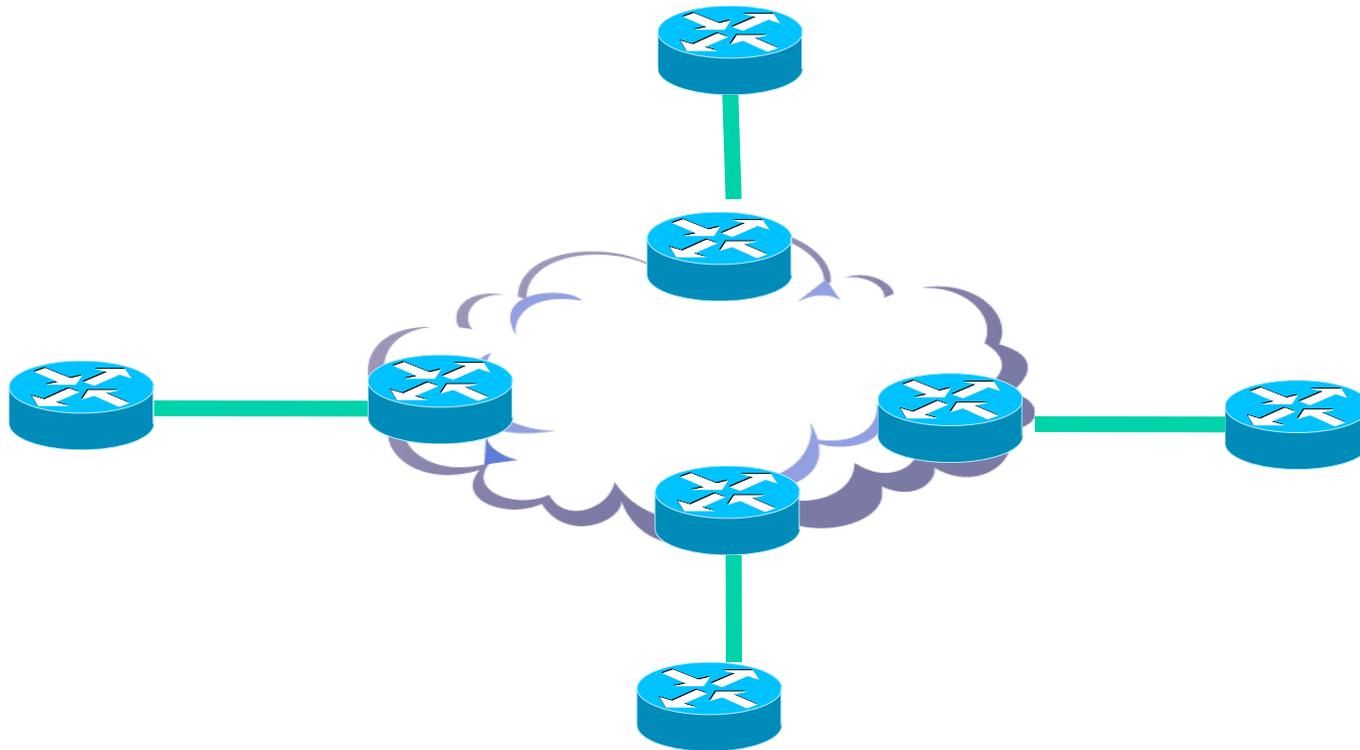
# VPLS



❖ **Virtual Private LAN Services (VPLS) ⇒ tecnologia L2 MPLS VPNs**

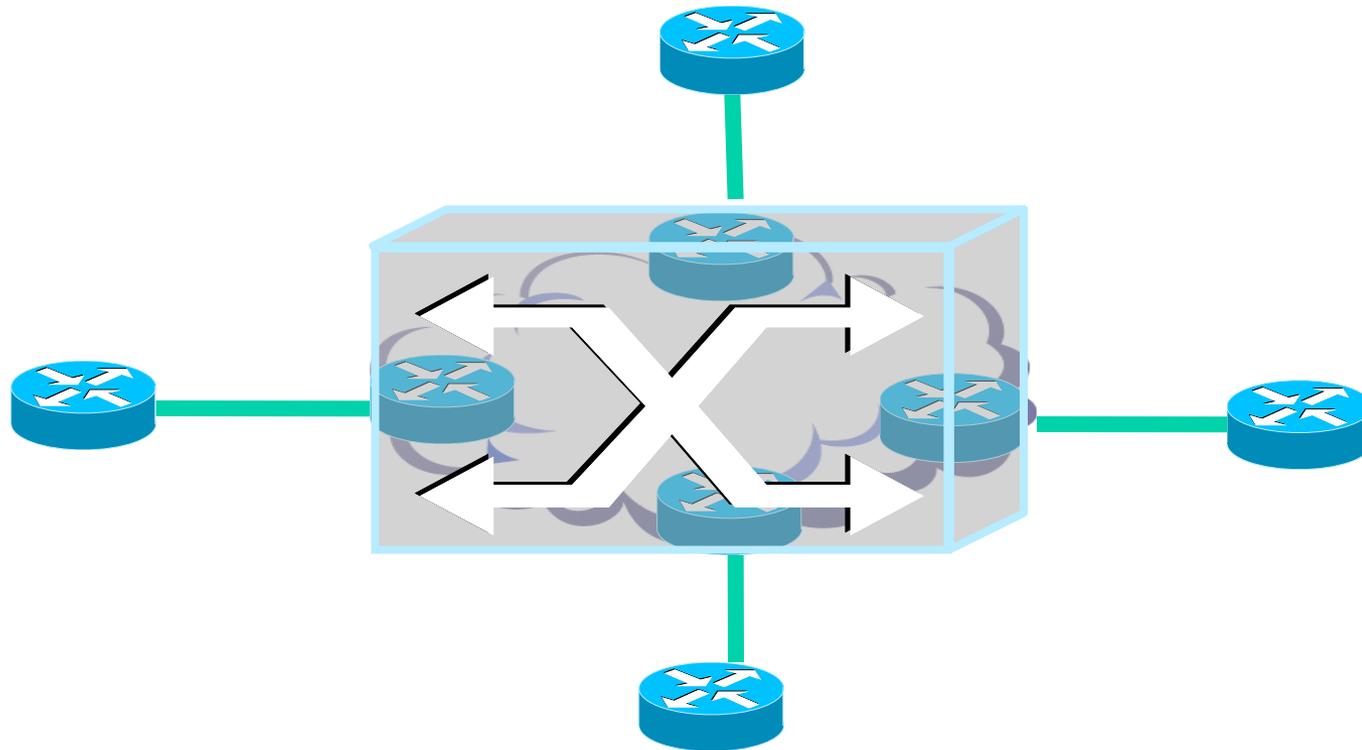


❖ A rede simula um switch (L2)





❖ A rede simula um switch (L2)

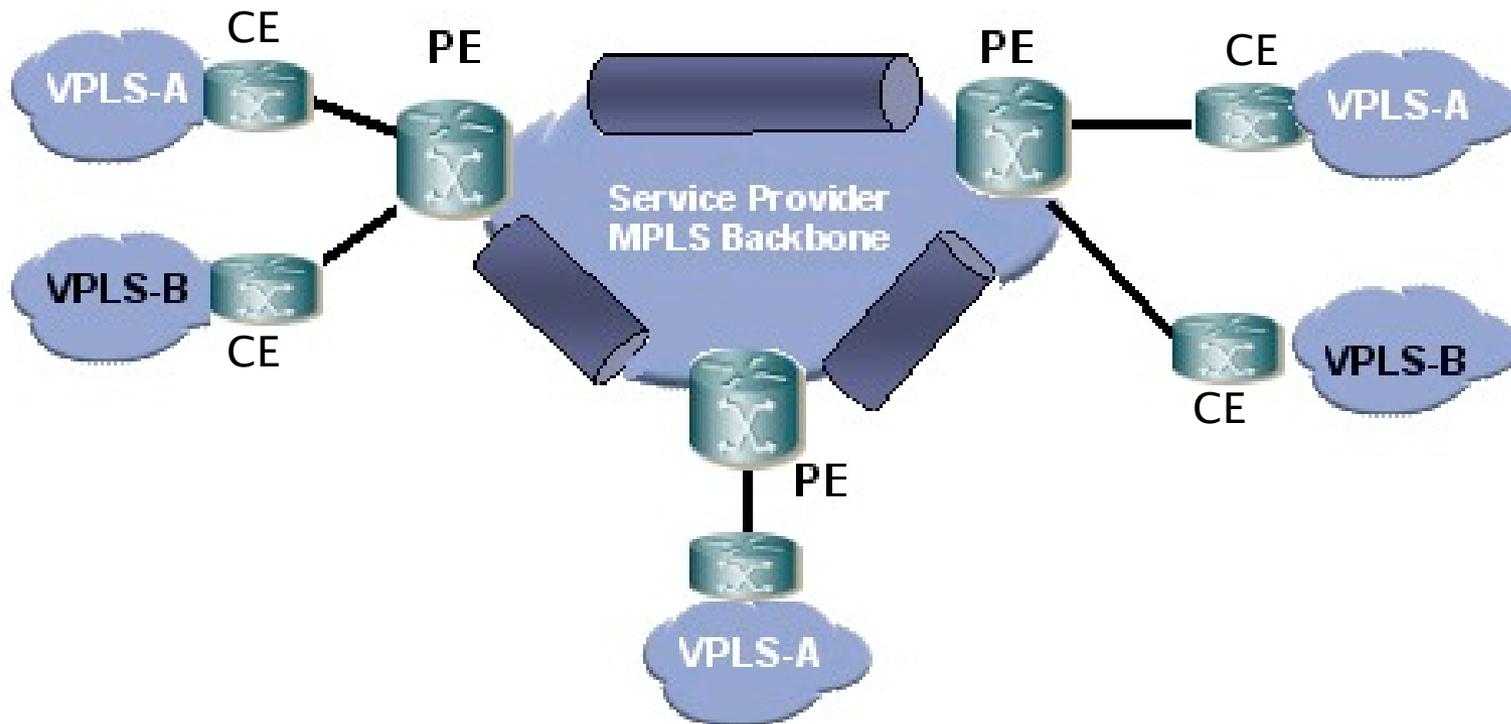




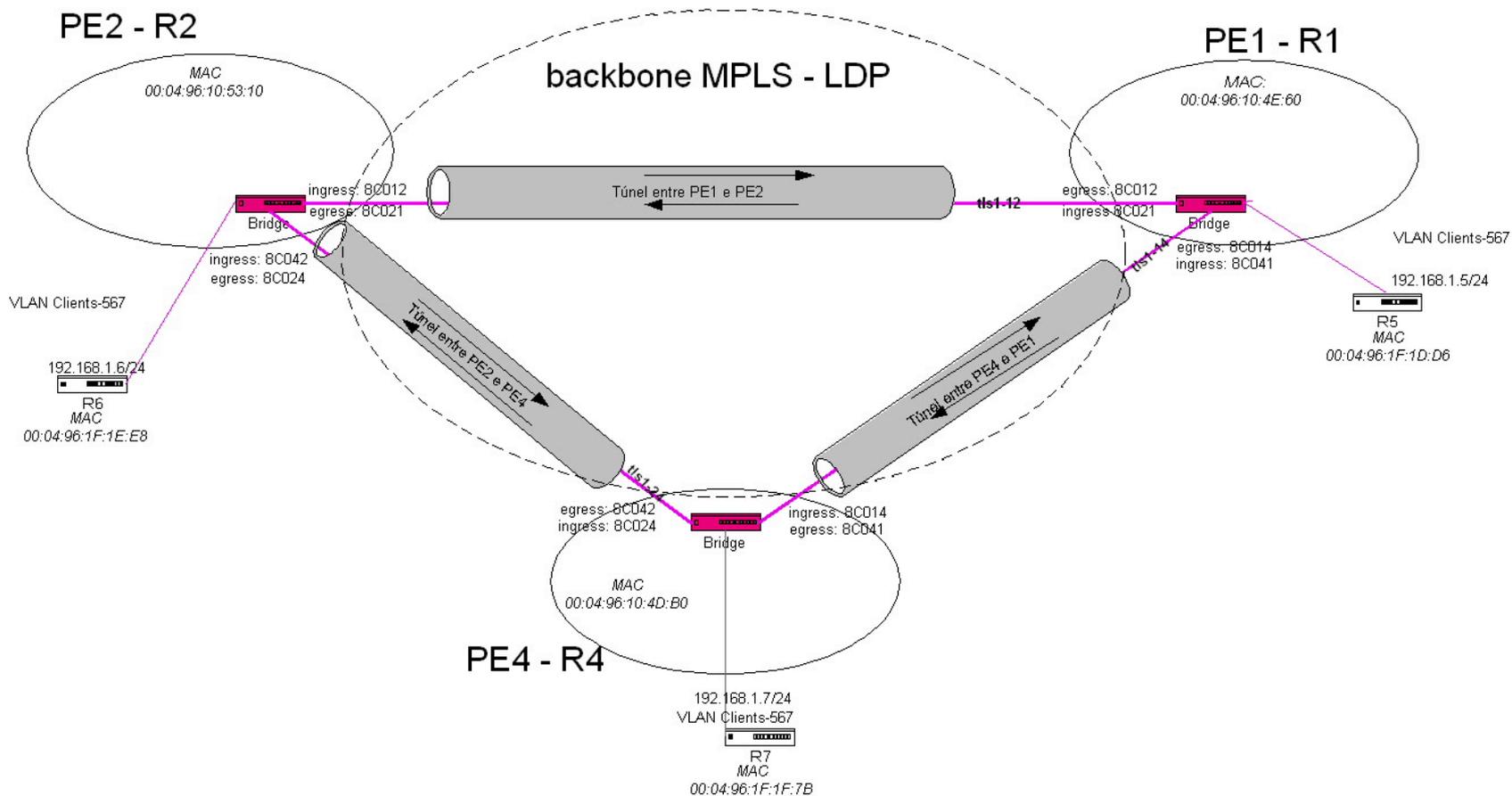
- ❖ **VPLS é um serviço multi-ponto**
- ❖ **Todos os sites em uma instância VPLS parecem estar em uma mesma rede local, independente de sua localização**
- ❖ **Aproveita-se das vantagens da tecnologia Ethernet, como baixo custo e familiaridade do meio corporativo com a tecnologia**

# Full Mesh de MPLS LSPs

- ❖ **Pre-requisito: conectividade IP e MPLS habilitado nas switches**
- ❖ **A primeira ação é o estabelecimento de um full mesh de Label Switched Paths (LSPs) entre todos os PEs participando do serviço VPLS**

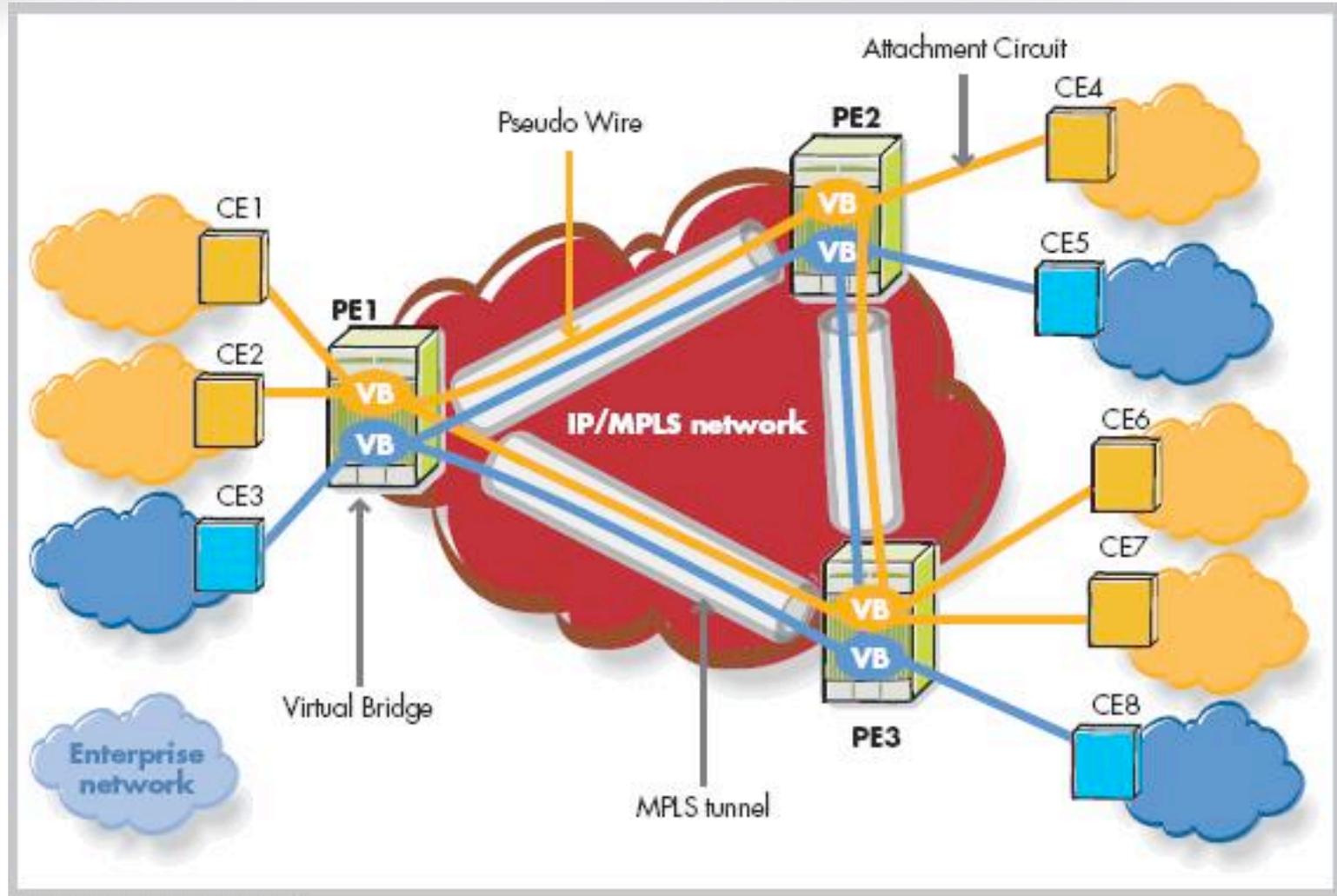


# TLS - cenário 1 (Full Mesh de TLS Tunnel/CORE/TLS Tunnels estaticamente configurados)

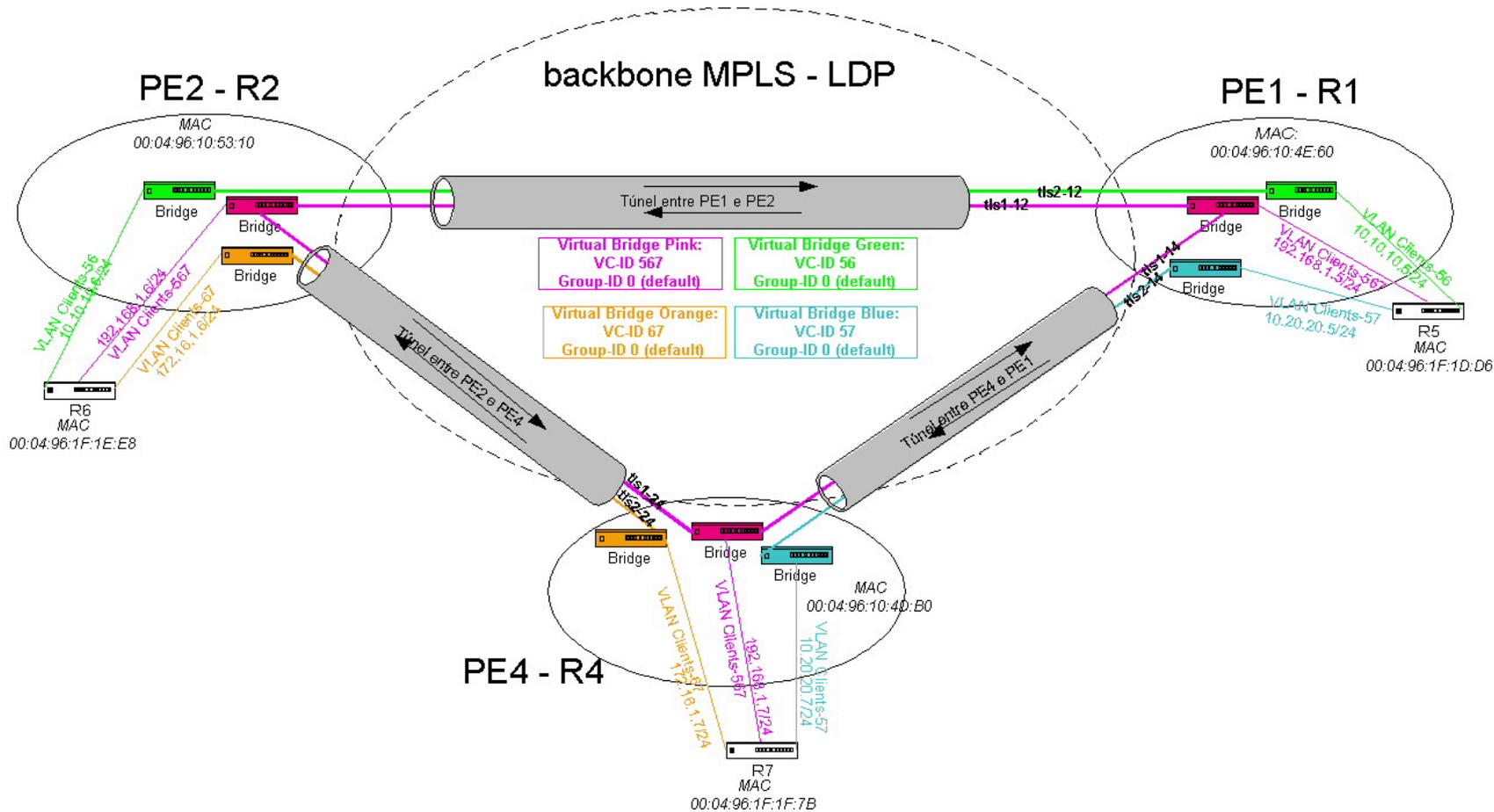


- ❖ **Após a criação dos LSPs unidirecionais, é necessário criar os PWs (Pseudo-Wires) bidirecionais relacionados**
- ❖ **Um PW consiste de um par de LSPs unidirecionais ponto-a-ponto em direções opostas, identificado por um rótulo PW (ou rótulo VC)**
- ❖ **As VLANs dos clientes são mapeadas para PWs correspondentes (relacionados com instâncias VPLS distintas)**

# Modelo de Referência VPLS



# TLS - cenário 3 (Full Mesh de TLS Tunnel/CORE/TLS Tunnels automáticos com LDP/Várias VPN's)

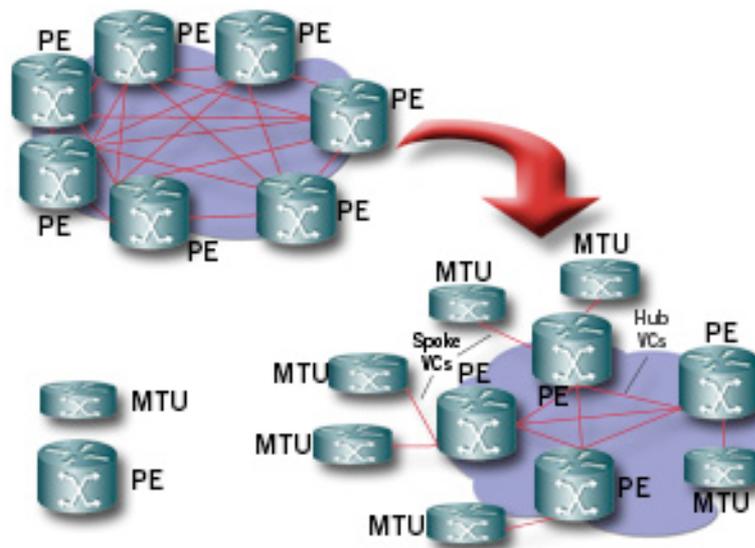




- ❖ **Cada PE aprende os endereços MAC de origem do tráfego entrante**
- ❖ **Quando um PE recebe um frame de um CE, inspeciona o frame e aprende o endereço MAC**
- ❖ **Checa também o endereço MAC de destino: se é desconhecido (ou se é broadcast), o frame é encaminhado para todos os PEs na malha até que a estação de destino responda e o endereço MAC seja aprendido**

# Modelo VPLS Hierárquico

- ❖ O full mesh de todos os PEs é difícil de escalar. Por isso a solução VPLS foi expandida para permitir a criação de hierarquias (hub-and-spoke)
- ❖ Nesta solução, o full mesh de túneis é mantido *apenas entre os sites “hub”* (designados como PEs). O CE é conectado à “MTU (Multi-Tenant Unit)” (“*spoke*”), que é conectada a um PE, criando assim uma hierarquia





# Agenda

- ❖ Projeto GIGA
- ❖ Topologia da rede GIGA
- ❖ VPLS no mercado
- ❖ MPLS e VPNs
- ❖ **MPLS e VPNs na rede GIGA**
- ❖ Demonstração (L2 VPN MPLS e DMD)



# MPLS e VPNs na rede GIGA

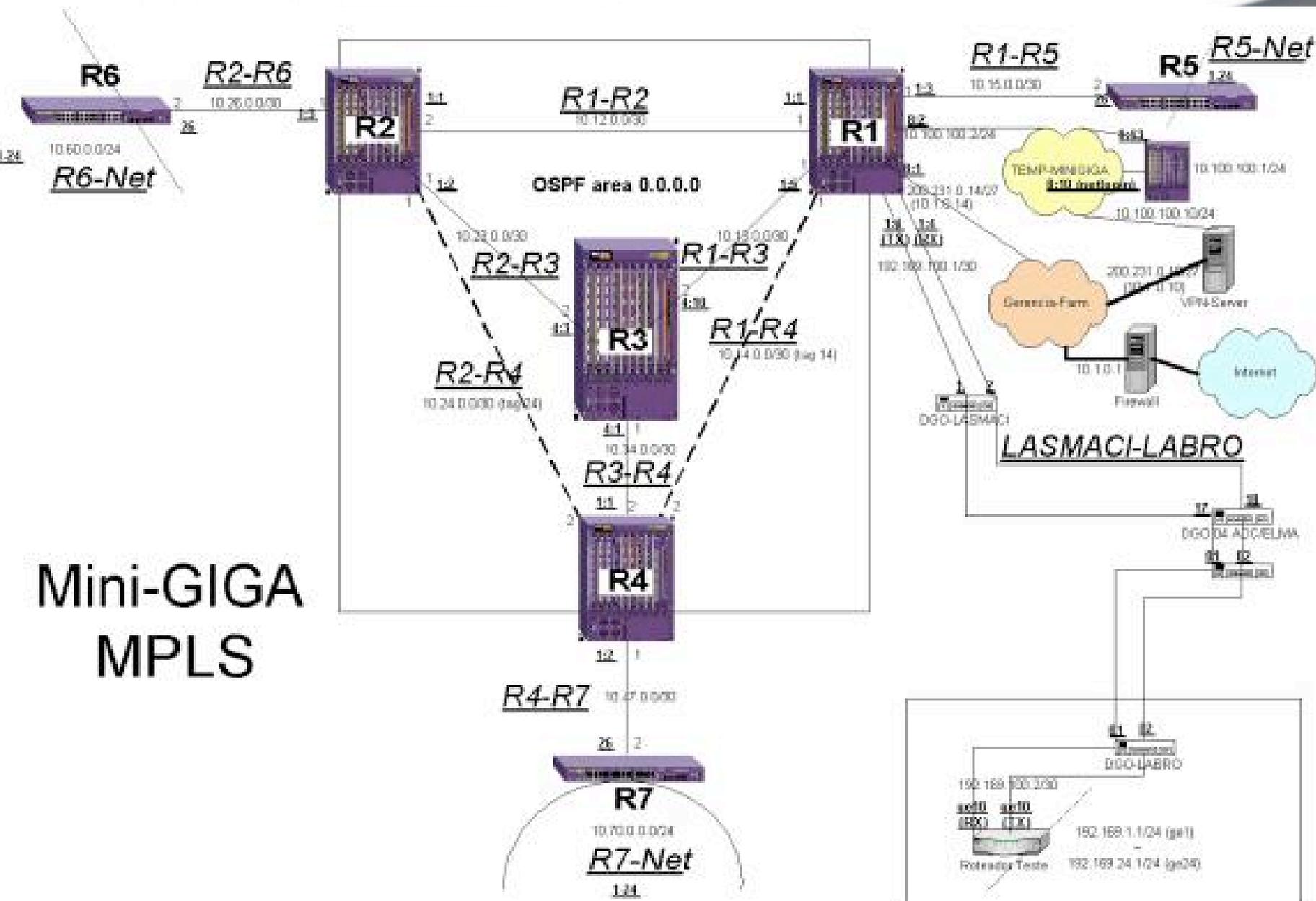
- ❖ **Em junho de 2006, testes com MPLS e VPLS foram iniciados, com os seguintes cenários:**
  - ❖ **MPLS básico**
    - ❖ **Cenário 1: Caminhos RSVP-TE sem redundância.**
    - ❖ **Cenário 2: Caminhos RSVP-TE com redundância em um dos caminhos.**
    - ❖ **Cenário 3: Caminhos RSVP-TE com redundância em dois caminhos.**
  - ❖ **TLS (Transparent LAN Services)**
    - ❖ **Cenário 1: *Full Mesh* de TLS Tunnel/CORE/TLS Tunnels estaticamente configurados.**
    - ❖ **Cenário 2: *Full Mesh* de TLS Tunnel/TLS Tunnels automáticos com LDP.**
    - ❖ **Cenário 3: *Full Mesh* de TLS Tunnel/CORE/TLS Tunnels automáticos com LDP/Várias VPN's).**
    - ❖ **Cenário 4: *Hub/Spoke* TLS Tunnel/TLS Tunnels automáticos com LDP.**



# MPLS e VPNs na rede GIGA

- ❖ Em junho de 2006, testes com MPLS e VPLS foram iniciados, com os seguintes cenários:
  - ❖ VPLS
    - ❖ Cenário 1: Modo *Core-to-Core/Point-to-Point*/Modo VLAN.
    - ❖ Cenário 2: Modo *Core-to-Core/Point-to-Multipoint* e *Point-to-Point*/Modo VLAN.
    - ❖ Cenário 3: Modo *Hub-Spoke (Core-to-Spoke; Spoke-to-Core)*/*Point-to-Point*/Modo VLAN.
    - ❖ Cenário 4: Modo *Hub-Spoke (Core-to-Spoke; Spoke-to-Core)*/*Point-to-Multipoint*/Modo VLAN/*RSVP-TE*/Uso na rede *GIGA* em 5 instituições.

# Mini-GIGA



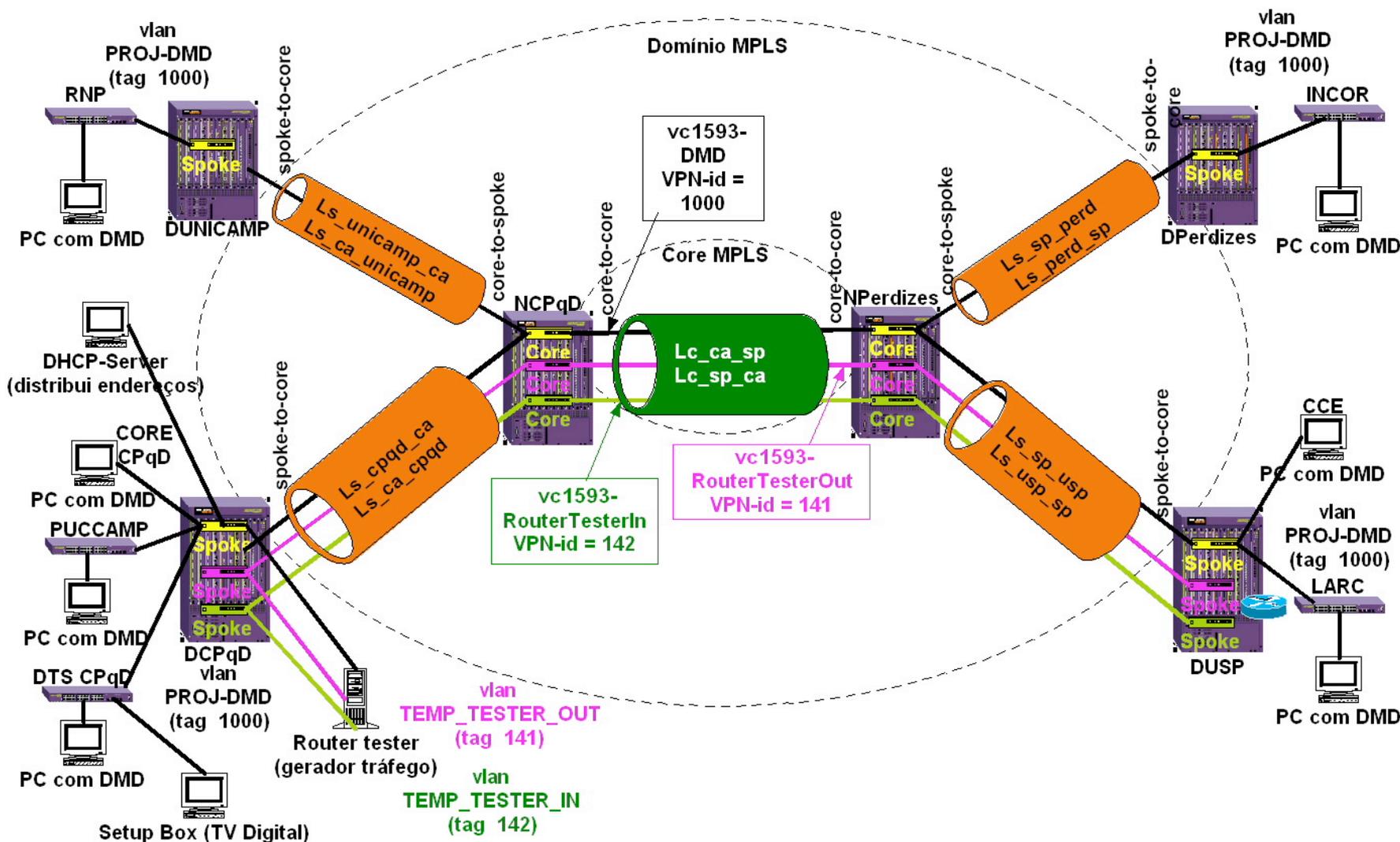
Mini-GIGA  
MPLS



# Cenário 4

- ❖ **HVPLS multiponto**
- ❖ **Instituições participantes:**
  - ❖ **CPqD**
  - ❖ **RNP**
  - ❖ **PUCCAMP**
  - ❖ **INCOR**
  - ❖ **LARC USP**
  - ❖ **CCE USP**
- ❖ **Uso do DMD para distribuição de mídias (DVD, vídeos, etc).**

# MPLS e VPN's na rede GIGA





**Adelmo Avancini**  
**adelmo@cpqd.com.br**  
**telefone: (19) 3705-6763**

**Luciano Martins**  
**lmartins@cpqd.com.br**  
**telefone: (19) 3705-4089**





**Adelmo Avancini**  
**adelmo@cpqd.com.br**  
**telefone: (19) 3705-6763**

**Luciano Martins**  
**lmartins@cpqd.com.br**  
**telefone: (19) 3705-4089**

**Obrigado!**

