

# Engenharia de Tráfego



**Professor: Lacier Dias**

## Profº. Lacier Dias



- ✓ Formado em Segurança da Informação
- ✓ Pós-Graduado em Segurança de Rede de Computadores
- ✓ MBA em Gerenciamento de Projetos - FGV
- ✓ Alguns dos Treinamentos e Certificações:
  - IPV6 - [nic.br](http://nic.br) e He.net
  - MikroTik Consultant, MTCNA, MTCWE, MTCTCE, MTCUME, MTCRE e MTCINE;
  - Microsoft Certified Professional;
  - ITIL, Cobit;
  - BSC (Balanced Scorecard);
  - ISO 27001 e 27002;
  - Motorola e UBNT;
  - Allied Telesis, Cisco e Juniper;
  - Hughes Networks.

# Porque Engenharia de tráfego e não de rede?

\* Engenharia de rede é, manipular a rede visando atender o tráfego.

O que precisa para aplicar: Investimento.

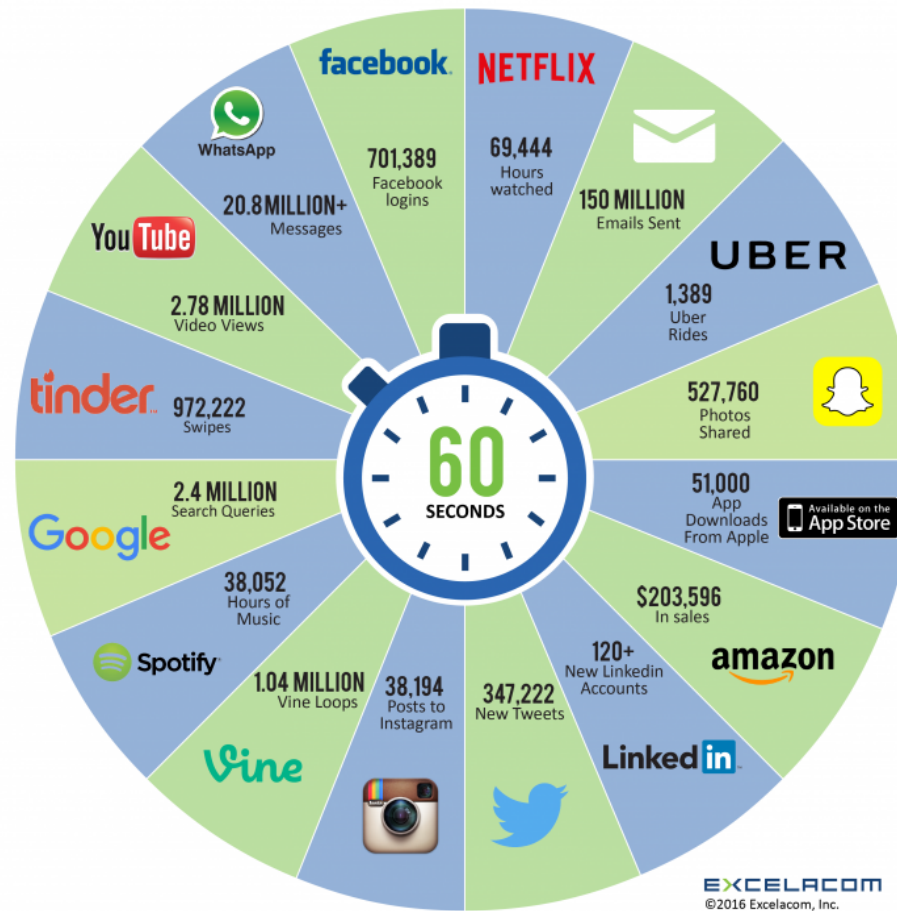
\* Engenharia de tráfego é, manipular o tráfego visando atender a rede.

O que precisa para aplicar: Conhecimento.



# No que você está envolvido???

## 2016 What happens in an INTERNET MINUTE?



# No que você está envolvido???

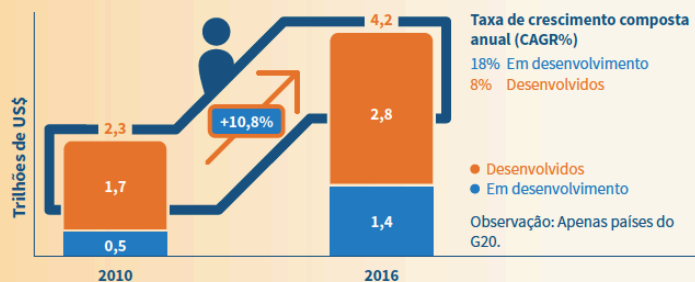
## O CRESCIMENTO DA ECONOMIA DIGITAL



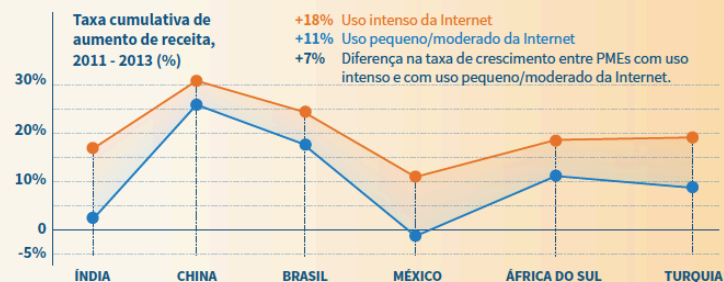
Em 2015, havia mais de 345 milhões de usuários de Internet na região da América Latina e Caribe (LAC).<sup>1</sup>



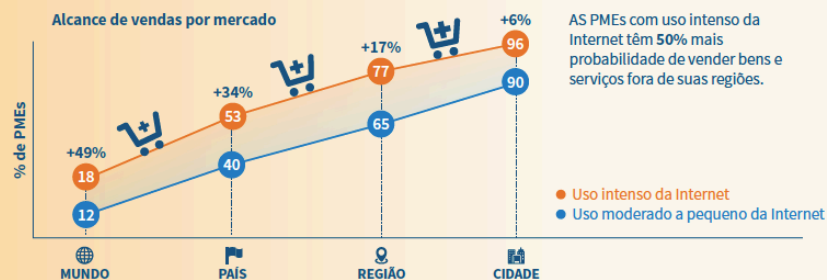
### O CRESCIMENTO DA ECONOMIA DIGITAL: US\$ 4,2 TRILHÕES (2016)



### A INTERNET AJUDA A AUMENTAR A RECEITA DAS PMES



### A INTERNET AJUDA AS PMES A EXPANDIR SEU ALCANCE GEOGRÁFICO



### POR QUE PARTICIPAR?

Os assuntos sobre a Internet debatidos na ICANN têm impacto sobre seus negócios.

Participe de alguma associação de negócios que acompanhe a ICANN.

### FALE CONOSCO!

- @ businessengagement@icann.org
- icann.org/resources/pages/business
- linkedin.com/company/icann
- icannlac.org

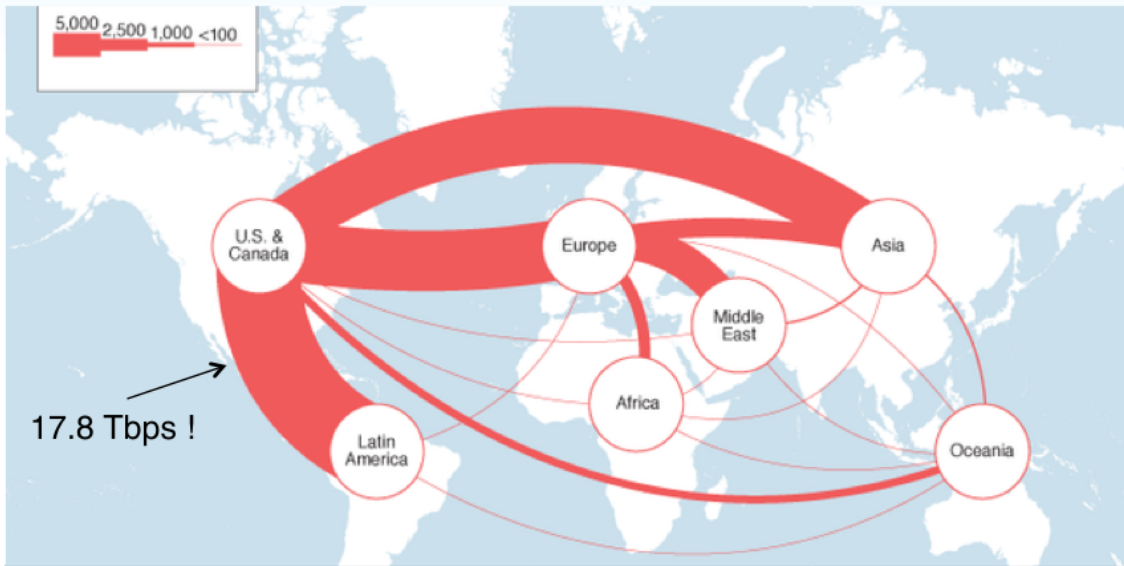
PMEs: empresas de pequeno e médio porte.

Fontes:

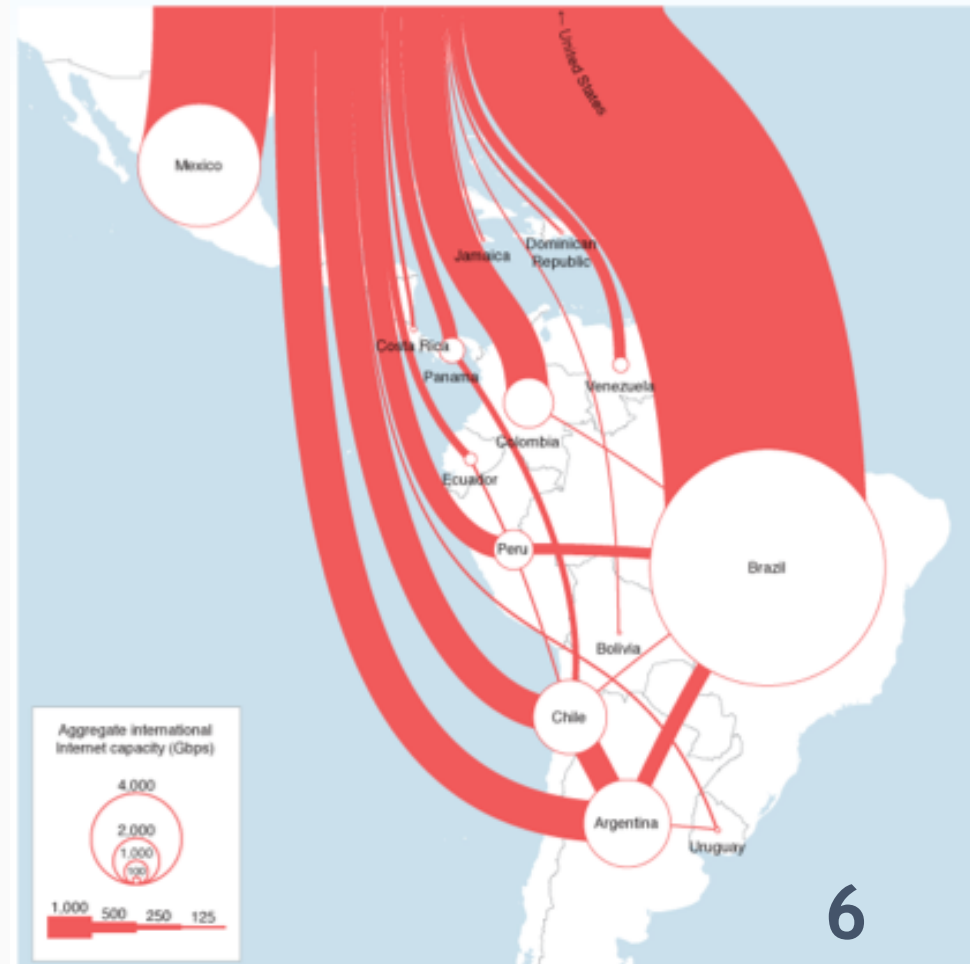
1. Usuários de Internet nas Américas 2015. Internet World Stats, acessado em janeiro de 2016, internetworldstats.com.
2. The Boston Consulting Group. Greasing the Wheels of the Internet Economy. (Boston: BGC, 2014). bit.ly/1rQVOBO

# Tráfego no Brasil em 2015/2016

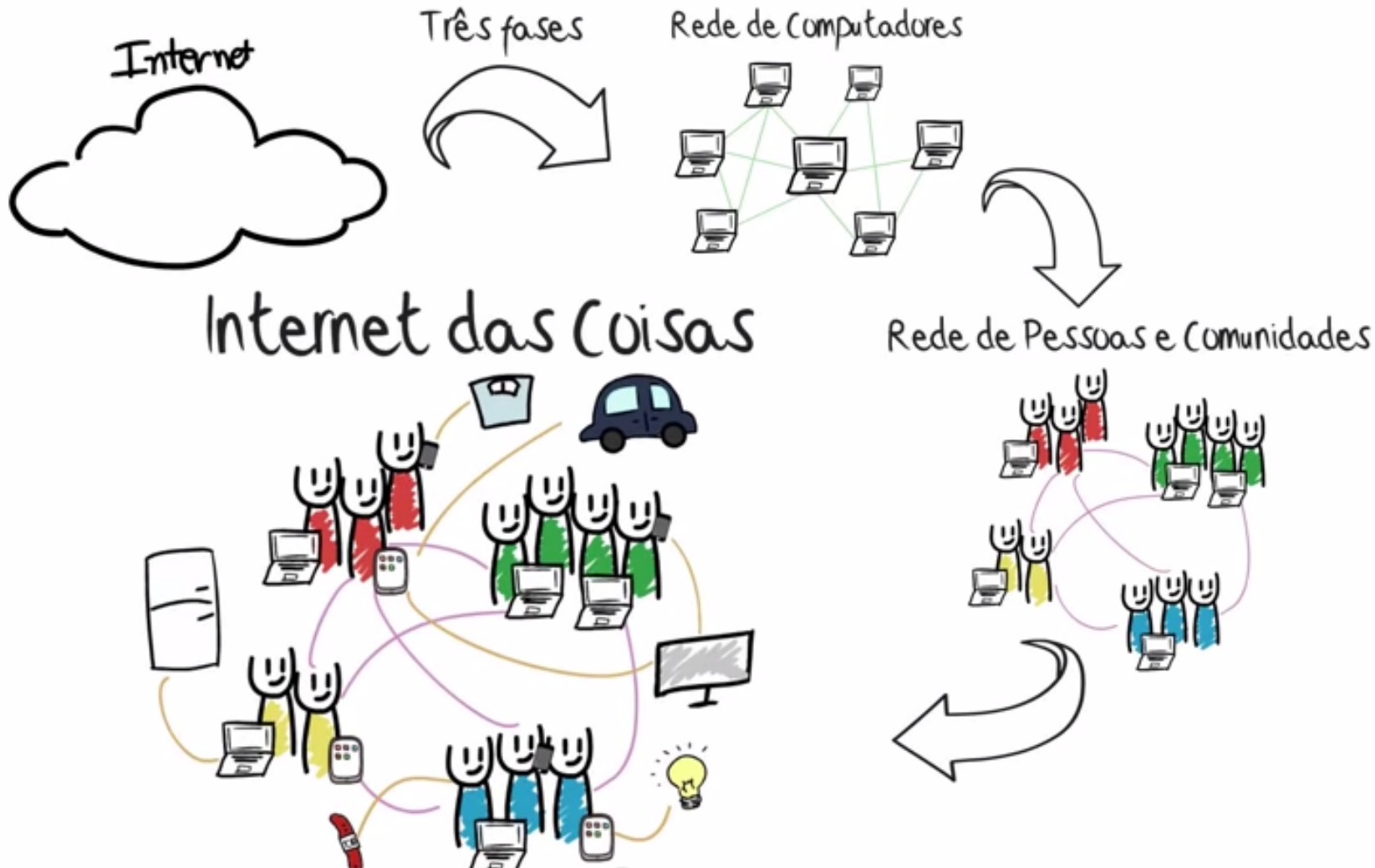
## Internet Global - 2015



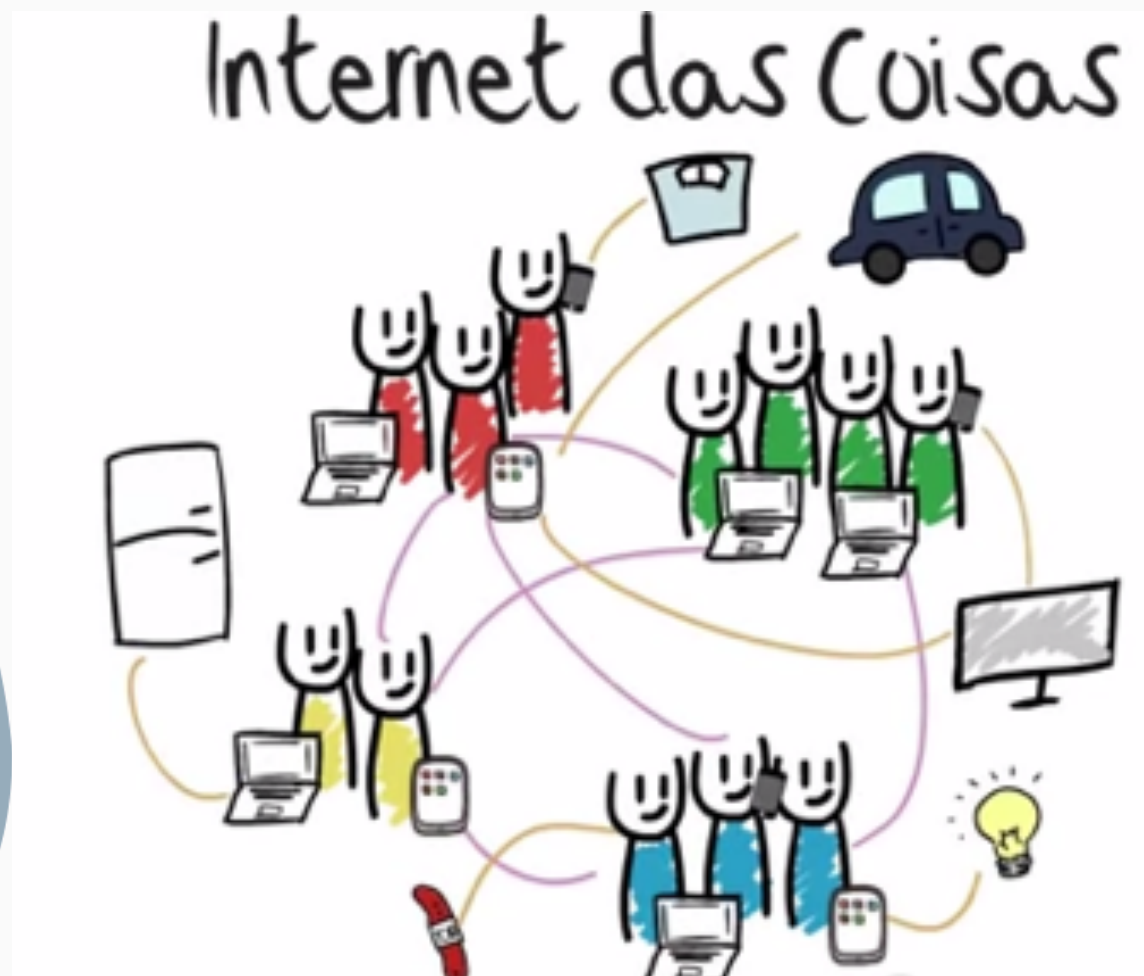
## Internet Internacional, 2016



# Para aonde estamos caminhando????



Para internet das coisas não há aumento de banda e sim com a disponibilidade do provedor.





# Vamos abrir a mente...



**Arquitetura** é um conceito diferente de **Topologia**

**Topologia:**

Desenho da rede ilustrando as conexões;

**Arquitetura:**

Topologia;  
Tecnologias;  
Objetivos e propósitos;  
Hierarquia da rede;

# Reflexões.....



## ● Arquitetura de um Backbone

### Propósito do Backbone:

Objetivo, negócio a que se propõe, etc.

### Perfil dos clientes-alvo:

Corporativo, Residencial, Misto?

### Serviços que serão ofertados aos clientes:

Internet, Lan to Lan, Telefonia, TV?

### Área de abrangência do Backbone:

Municipal, Estadual, Nacional, Internacional (continental ou transcontinental)

### Locais e tipo de equipamento:

Torres, Salas comerciais, Rack de Poste?

Como fazer? Roteadores, switches, sistemas ópticos???

# Reflexões.....



## Facilidades da rede de transporte:

Rádio, Coaxial, Fibra, acordo de capacidade, xPON, PacPon ou Rede UTP?

## Capilaridade da rede de acesso:

Bairros Centrais, Periferia, todo o Município?

## Níveis de SLA com os clientes:

Fator de grande peso no desenho e tecnologias a serem utilizadas;

## Overhead dos protocolos:

Quanto da rede você está disposto a gastar com cabeçalho?

## Conhecimento técnico das equipes que administram e operam o Backbone:

É melhor gastar mais para fazer ou para manter?

# Reflexões.....



## Longevidade da Rede:

Arquitetura para evitar retrabalho no curto/médio prazo.

## Entender os motivadores para reconstruir ou modificar o Backbone já existente:

O backbone atual foi construído pensando em crescimento?  
A Arquitetura atual garante a continuidade do negócio?

## Grandes AR e/ou vários PEs (Authentication Router / Provider Edge)? Autenticação centralizada ou descentralizada?

## Escoamento do tráfego:

PTT, Transito, Peerings, CDN e etc.

# Reflexões.....



## → Escalabilidade

O objetivo é criar uma arquitetura replicável e totalmente adaptável que possa ser modificada visando o crescimento do Backbone com mudanças mínimas.

## → Resiliência e SLA

Proteção de tráfego, restauração de tráfego, alto MTBF (Mean Time Between Failures / Tempo médio entre falhas) e baixa latência.

## → TCO (Total Cost of Ownership / Custo Total do Produto)

Baixo custo por nó/porta, baixo custo de suporte, manutenção e operação e proteção ao investimento.

## → Design Inteligente

Simplicidade operacional, rápida depuração de problemas e monitoração eficiente.

## Itens indispensáveis....



### → Foco no Core das Redes

Independente do objetivo da rede o papel do core continua o mesmo:

Convergência de serviços

### → Simplificação das topologias

Redução de cabeçalhos e outros desperdícios,

Evitar a concentração em PEs muito grande,

Uso de redes em anel para coleta do tráfego local gerando mais disponibilidade,

Convergência rápida em caso de falha em parte da rede,

### → OSPF/MPLS administrando a rede, aliando a inteligência do MPLS com a versatilidade do OSPF.

# Objetivos



## ● Disponibilidade e Resiliência

Redes confiáveis possui tempo de convergência muito baixo em caso de falha;

É de grande importância a arquitetura da rede, os processos operacionais e a padronização;

Assegurar na construção ou migração uma boa hierarquia e uma ótima política de roteamento;

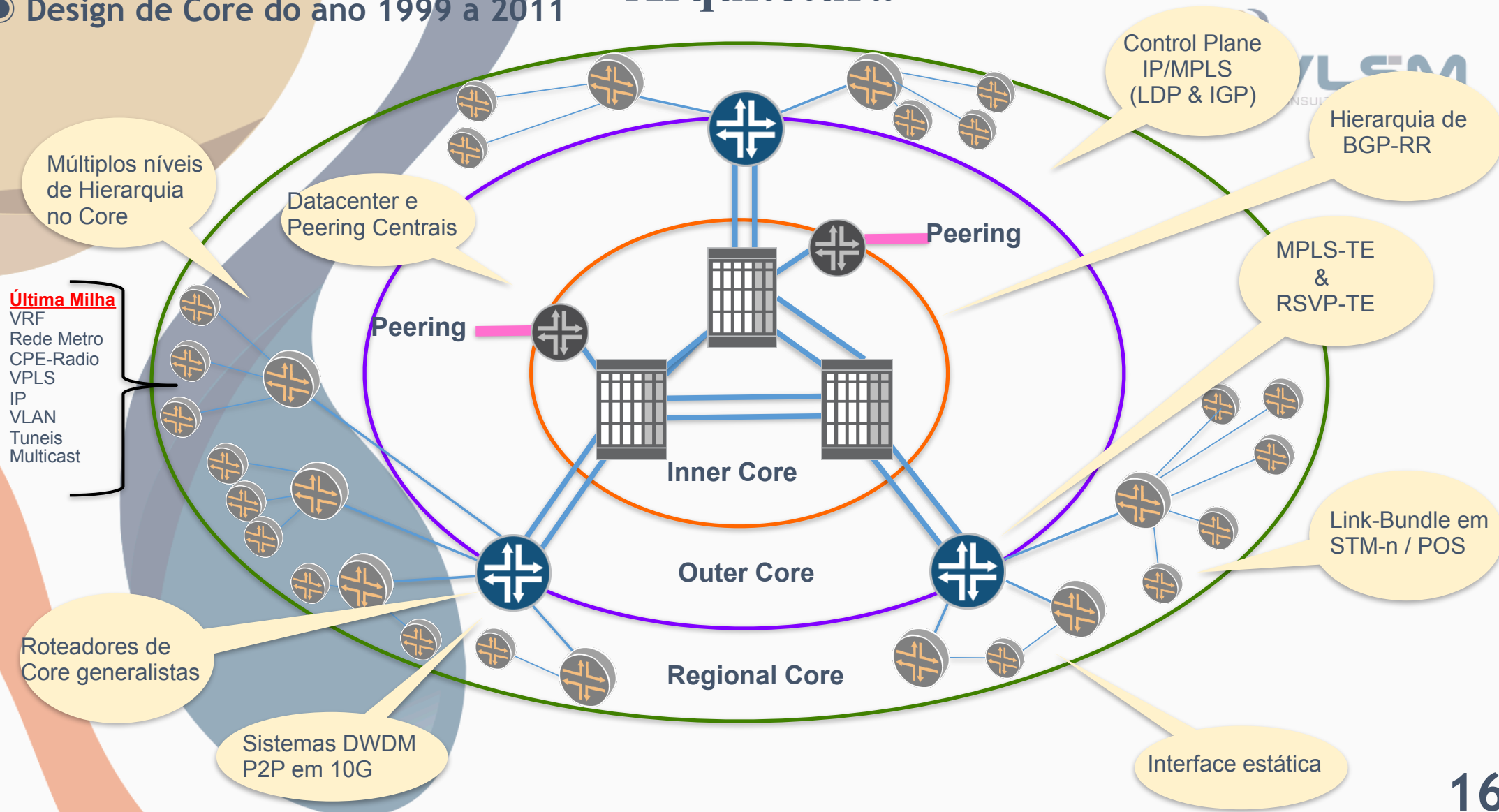
Uma boa política para usar todos os caminhos primários e secundários da rede;

Uma excelente visão da Matriz de Tráfego;

Para construir ou modificar a rede é fundamental um bom planejamento estratégico e experiência no assunto;

# Arquitetura

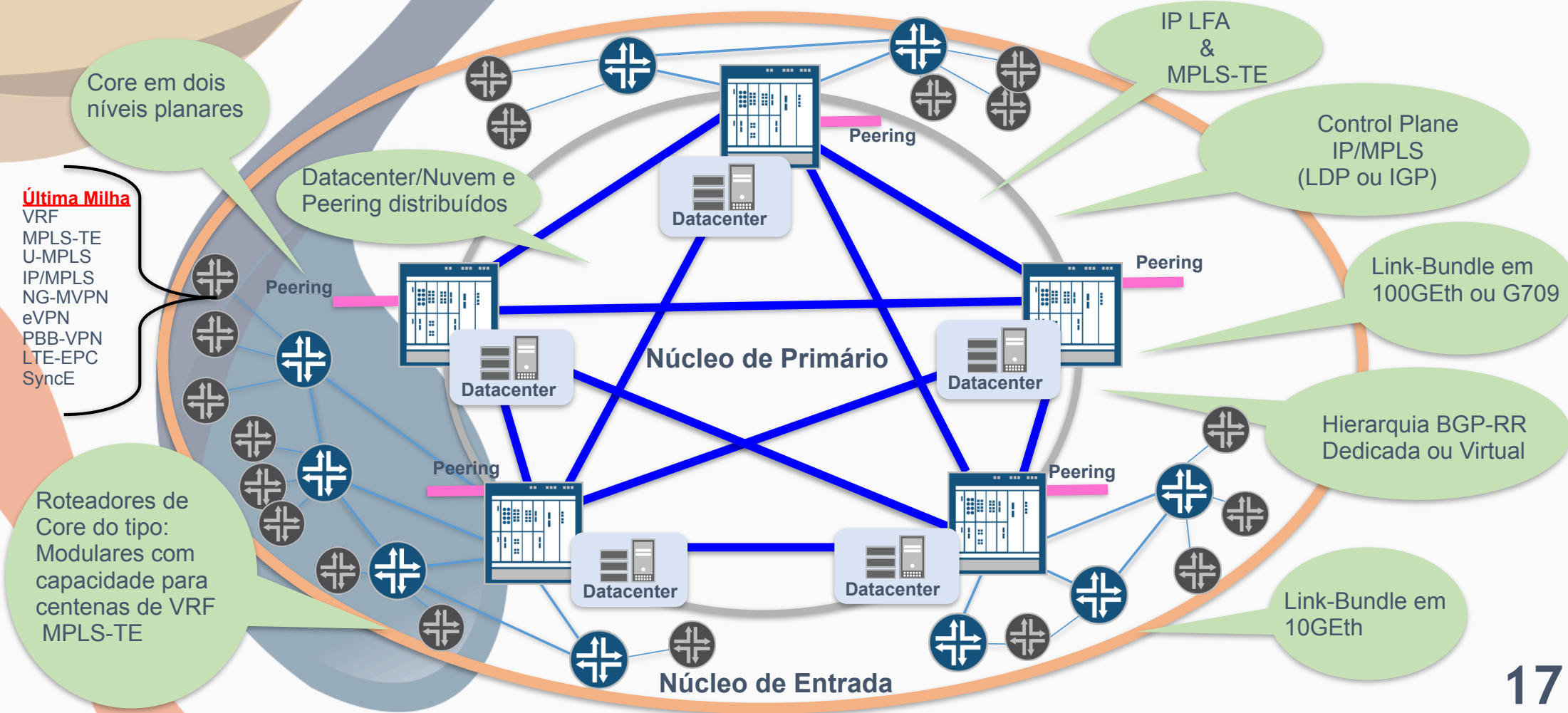
## Design de Core do ano 1999 a 2011





● Design de Core, a nova realidade.  
(2012 até os dias atuais)

# Arquitetura



Core em dois níveis planares

Datacenter/Nuvem e Peering distribuídos

IP LFA & MPLS-TE

Control Plane IP/MPLS (LDP ou IGP)

Link-Bundle em 100GEth ou G709

Hierarquia BGP-RR Dedicada ou Virtual

Link-Bundle em 10GEth

**Última Milha**  
VRF  
MPLS-TE  
U-MPLS  
IP/MPLS  
NG-MVPN  
eVPN  
PBB-VPN  
LTE-EPC  
SyncE

Roteadores de Core do tipo: Modulares com capacidade para centenas de VRF MPLS-TE

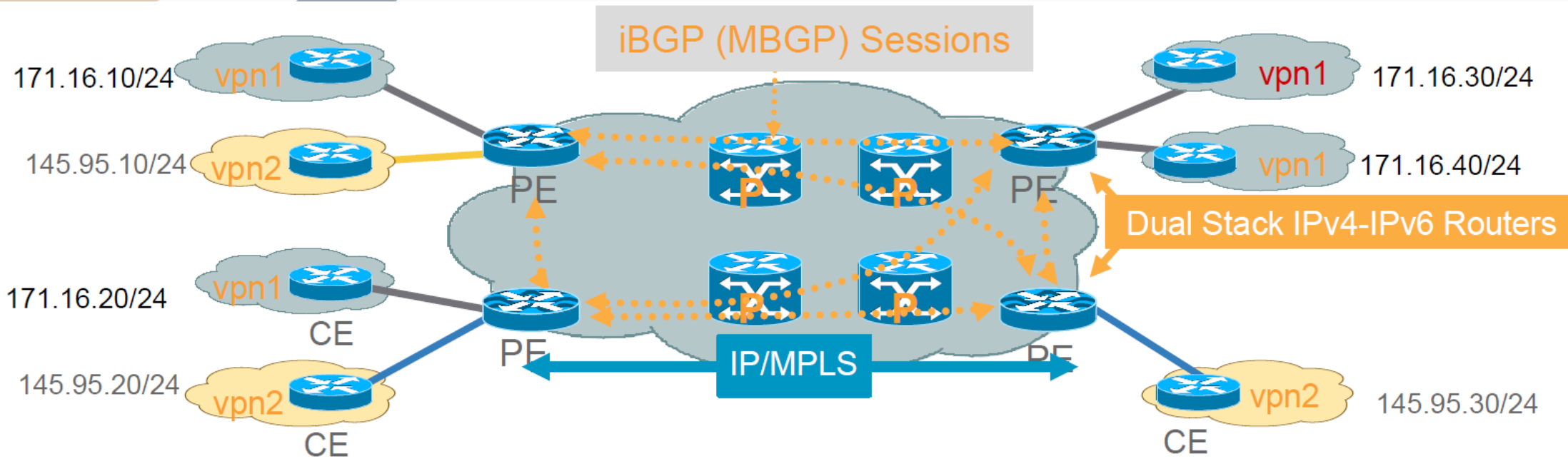
Núcleo de Primário

Núcleo de Entrada

# Arquitetura



## Design de Core - RFC 4364/2547



# Modelos de Core



## ● Multi-Planar Core (avaliação do design do Core Multi-plano)

### → PROS

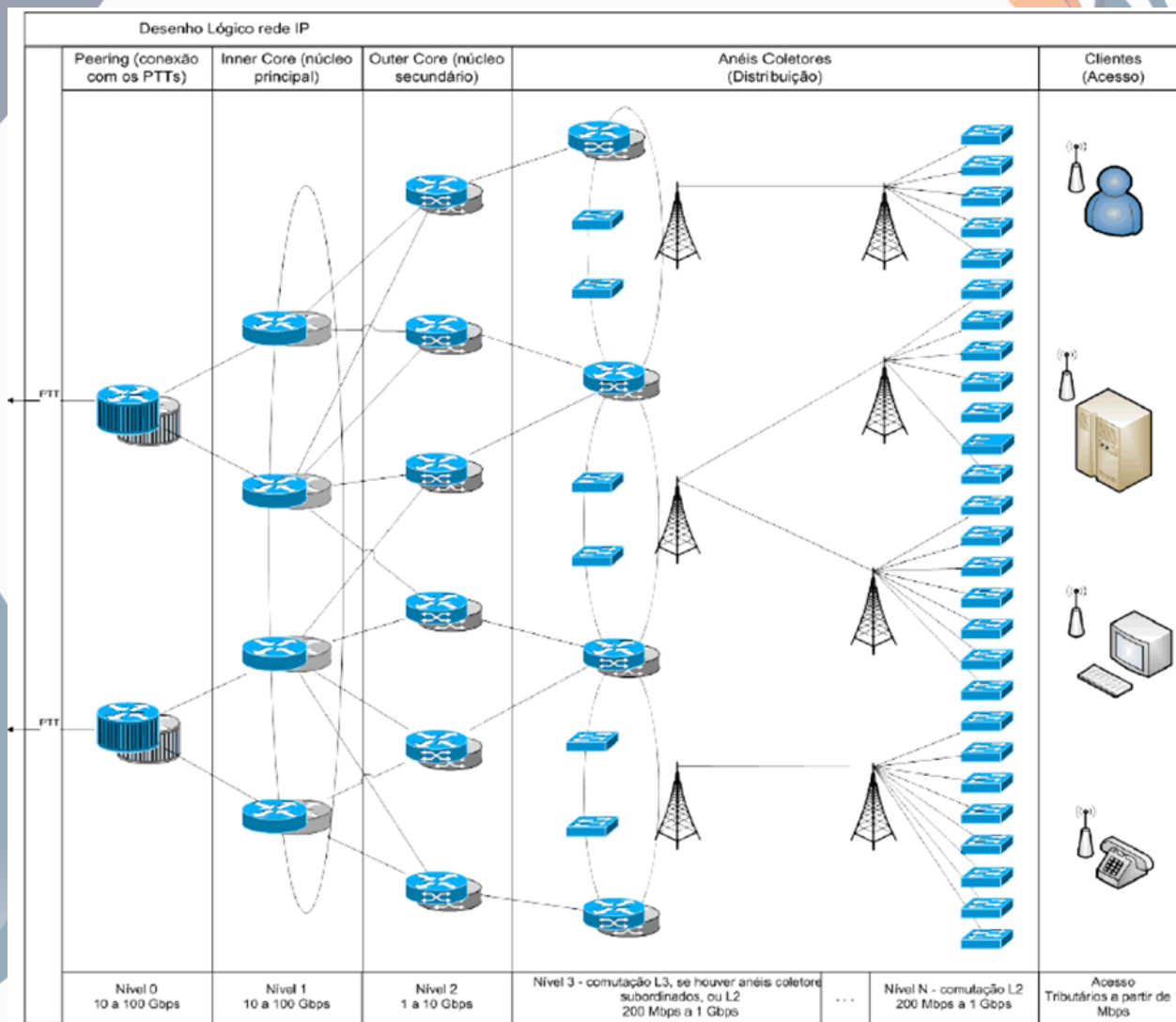
- Suporta múltiplos IGP
- Suporta múltiplos ASN BGP-4
- Suporta múltiplos Modelo de QoS
- Redundância de Link e de Nó de rede
- Convergência rápida
- Suporta arquiteturas Determinísticas e Estatísticas
- Roteamento durante falhas eficiente
- Operacionalmente simples de inserir ou remover serviços
- Simples para Multicast e MPLS-TE
- Simplicidade de manutenção
- Alto grau de confiabilidade na rede

### → CONTRA

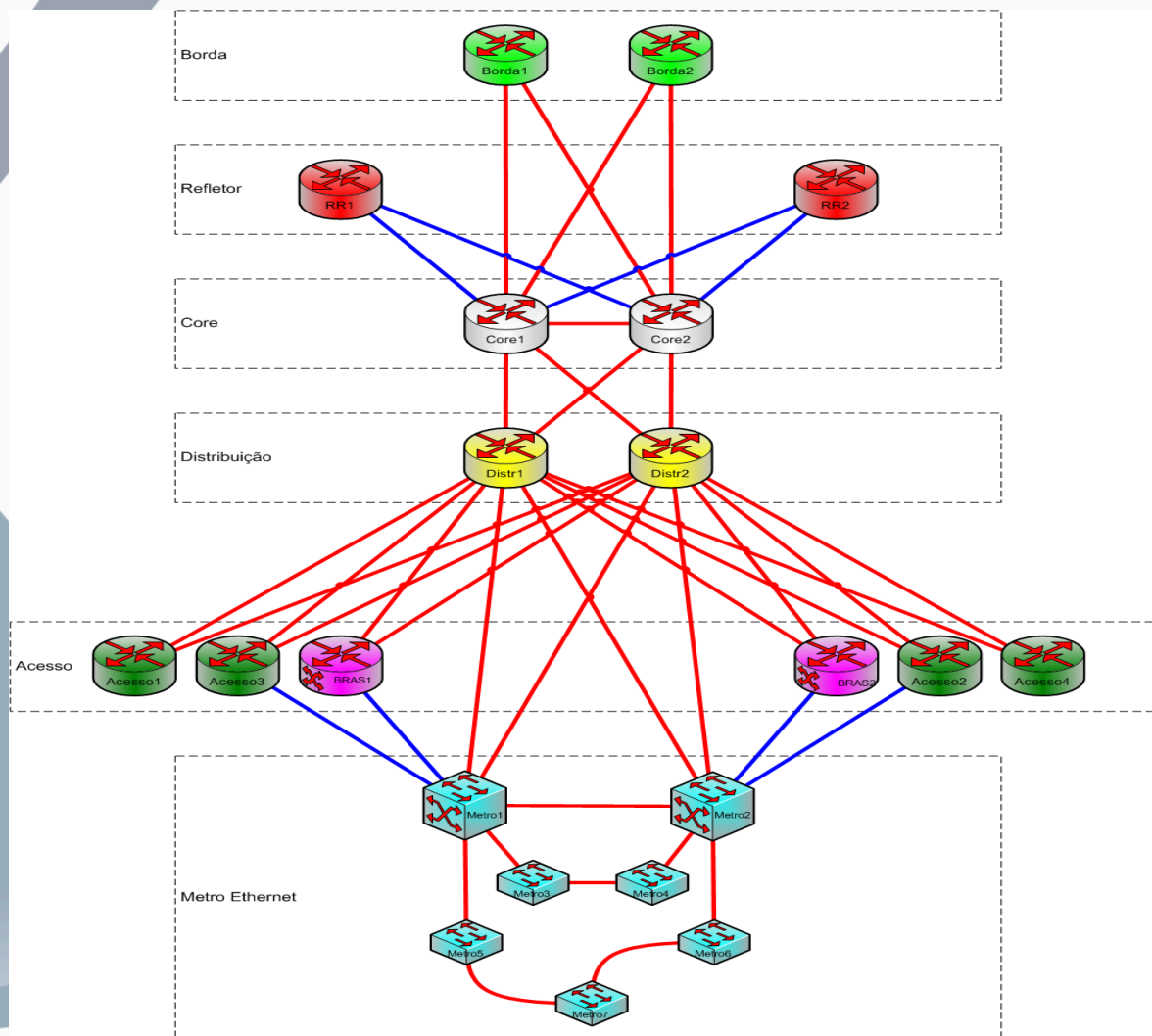
- Exige equipe multidisciplinar
- De 15% a 25% mais caro que as arquiteturas Mono Core

# Exemplos de Mercado

# Modelos de Core

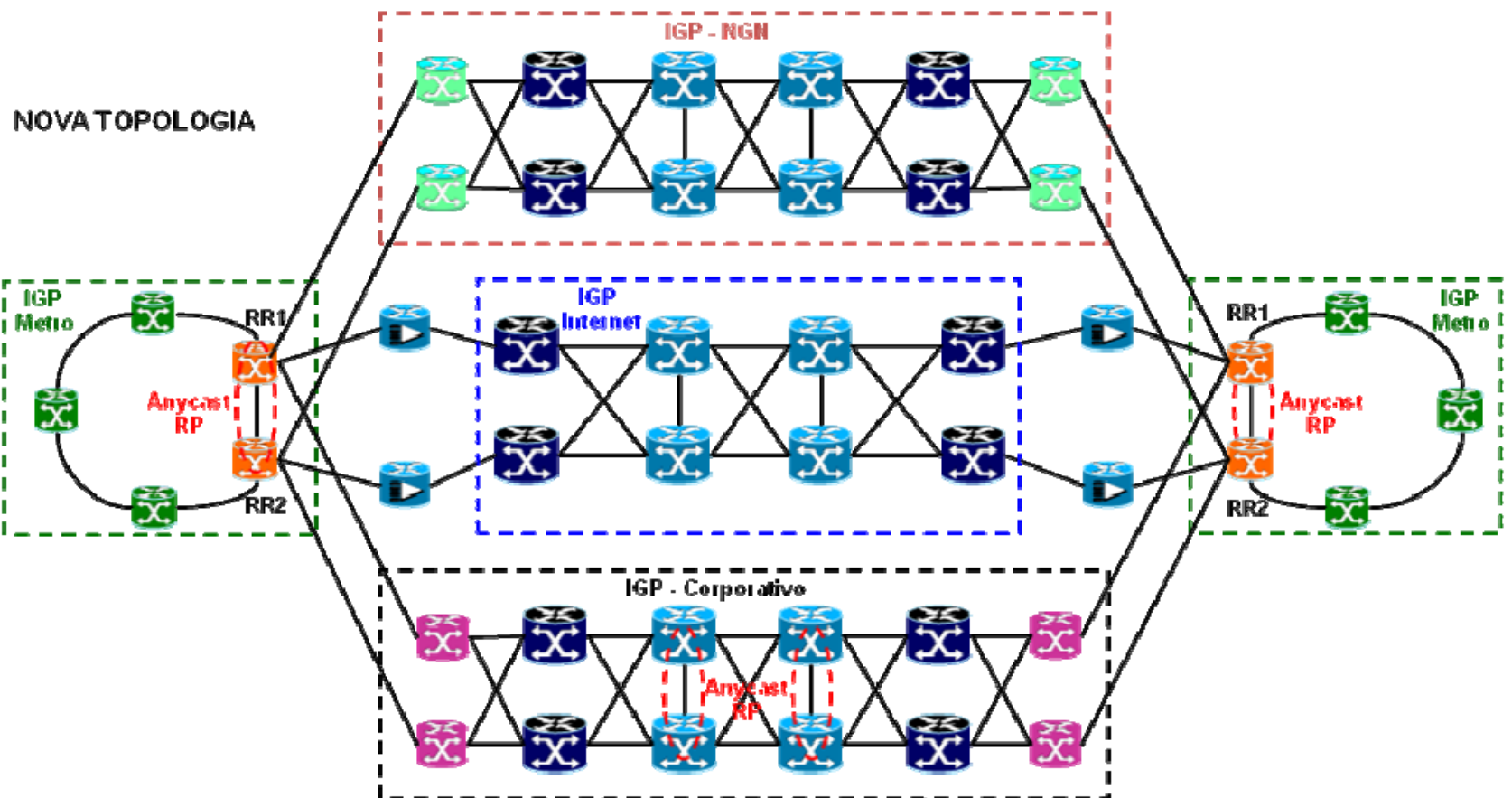


# Modelos de Core



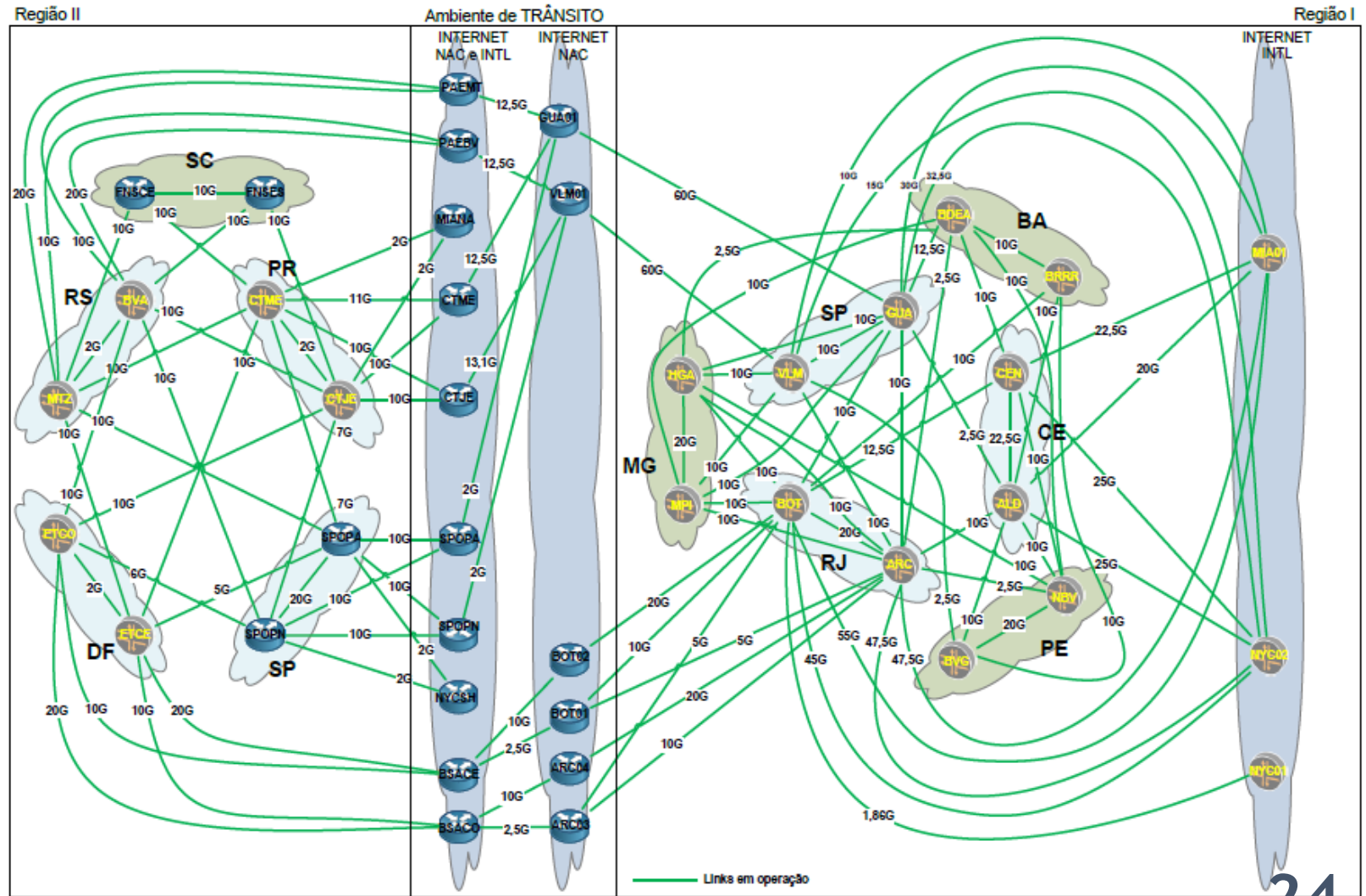
# Modelos de Core

● Embratel



# Modelos de Core

● OI (Fusão BRT)





**Você consegue pagar por uma rede assim?**

**Esta rede deve ser muito cara?**

**O Ótimo não é inimigo do bom?**

**Deve ser super complicado isso?**

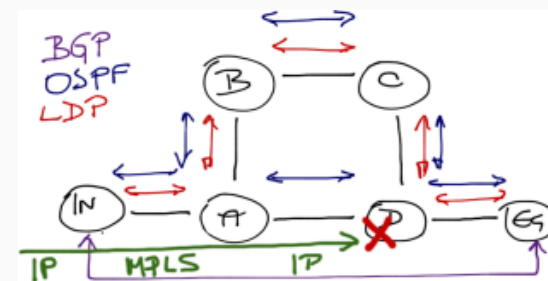


# Para que a Engenharia de Tráfego foi pensada ?



O uso de Engenharia de Tráfego pode ser aplicado em várias situações, tais como:

- Balanceamento de Carga;
- Proteção de Tráfego para Links, clientes críticos e Pop's.
- QoS (Qualidade de Serviço);
- Desvio de Tráfego Emergencial ;
- Melhorar o Tempo de Convergência da Rede;
- Aumentar a eficiência dos recursos de banda, evitar o congestionamento dos caminhos primários, enquanto outros links são subutilizados;
- Fornecer o caminho mais desejável para o tipo de tráfego e substituir o caminho mais curto;
- O objetivo final é a economia de custo!



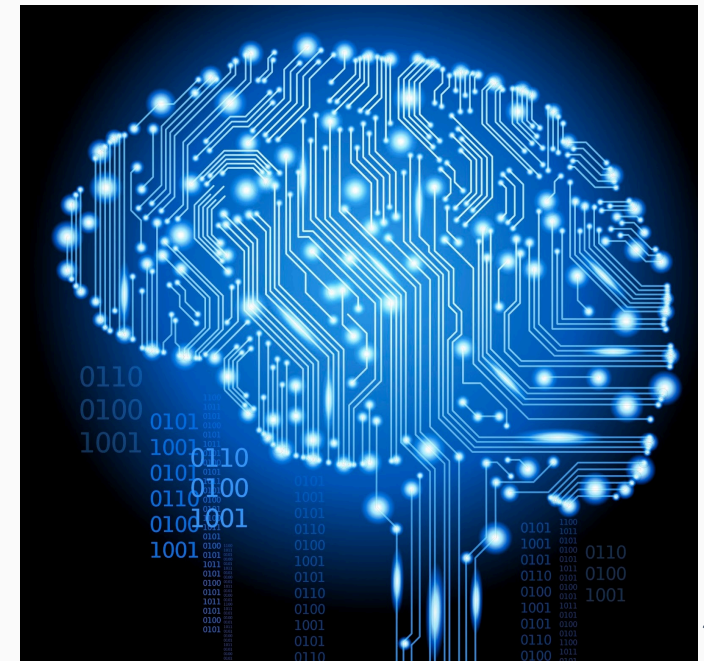
# Aonde buscar informação?



<https://www.broadband-forum.org/>

Se você combinar Mikrotik com cérebro, você terá uma rede altamente performática que caberá no seu bolso.

**MikroTik**



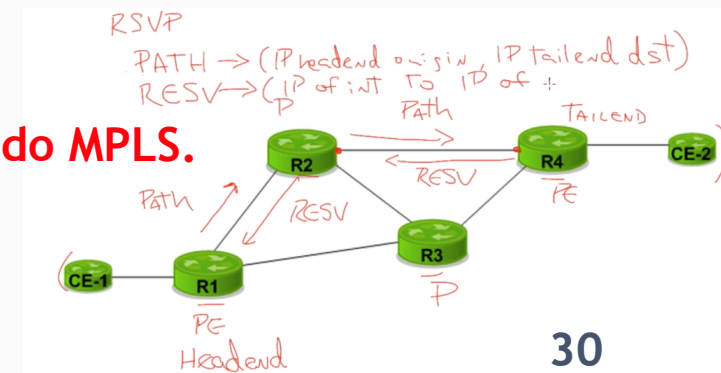
Como???????



# OSPF + MPLS

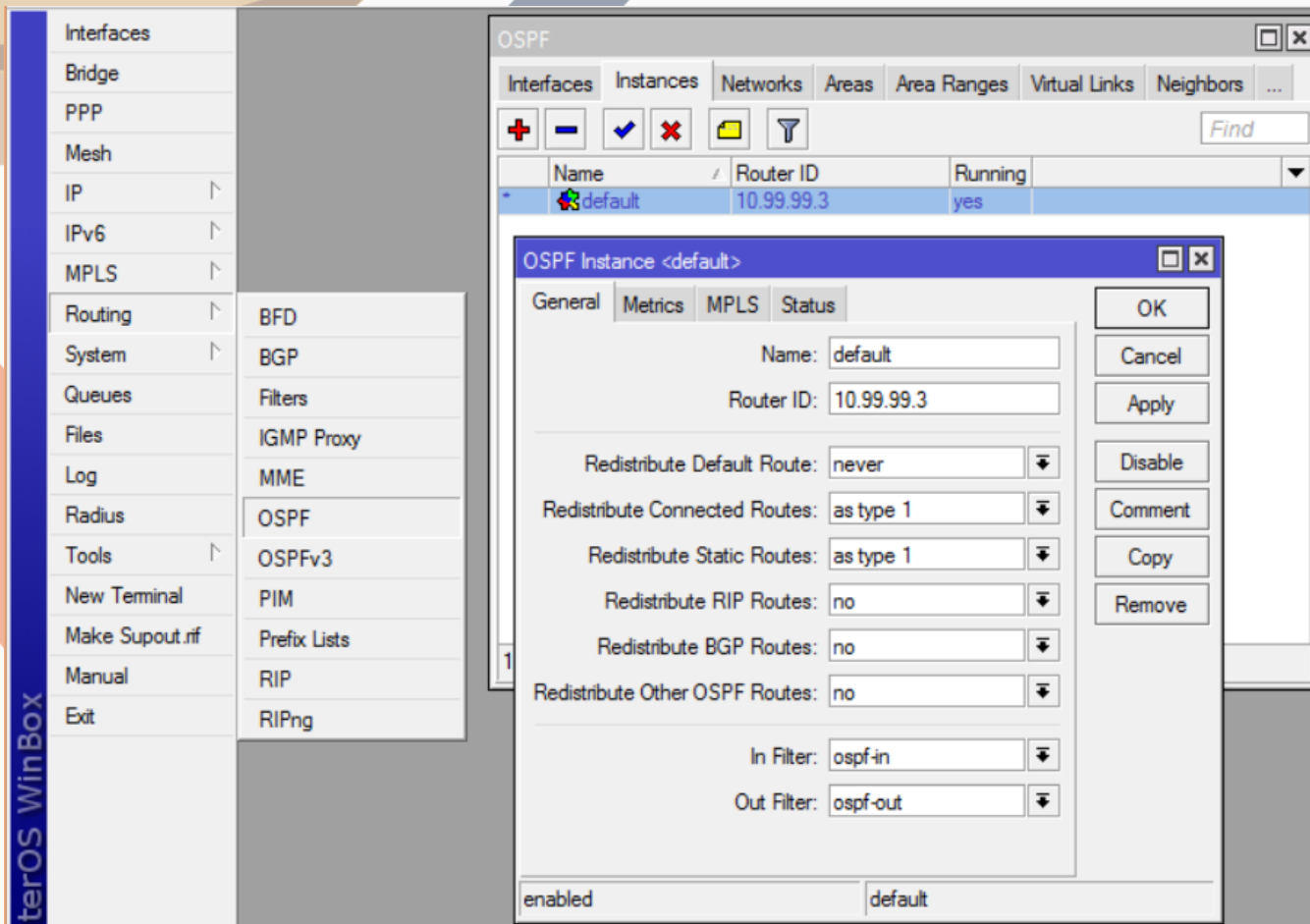


- OSPF: O protocolo Open Shortest Path First (Abra primeiro o caminho mais curto) é um protocolo do tipo “link-state”. Ele usa o algoritmo de Dijkstra para calcular o caminho mais curto para todos os destinos.
- MPLS é uma tecnologia de encaminhamento de pacotes baseada em rótulos (labels) que funciona, basicamente, com a adição de um rótulo nos pacotes de tráfego e, a partir daí, todo o roteamento pelo backbone passa a ser feito com base neste rótulo.
- Substitui a decisão de roteamento IP por pacotes que é baseada no endereço IP de destino e tabelas de roteamento é substituída pela tabela de label que acelera o processo de roteamento porque a pesquisa do próximo salto (hop) se torna muito simples comparado ao roteamento tradicional.
- **A eficiência do encaminhamento de pacotes é a maior vantagem do MPLS.**



# Guia OSPF:

- 1º Criar a instância OSPF com o Router ID o mesmo IP da Bridge e com a publicação das rotas conectadas e estáticas.



The screenshot shows the Mikrotik WinBox interface. On the left is a navigation tree with categories like Interfaces, Bridge, PPP, Mesh, IP, IPv6, MPLS, Routing, System, Queues, Files, Log, Radius, Tools, New Terminal, Make Supout.rtf, Manual, and Exit. The 'Routing' category is expanded to show protocols: BFD, BGP, Filters, IGMP Proxy, MME, OSPF, OSPFv3, PIM, Prefix Lists, RIP, and RIPng. The 'OSPF' protocol is selected.

The main window displays the OSPF configuration. At the top, there are tabs for 'Interfaces', 'Instances', 'Networks', 'Areas', 'Area Ranges', 'Virtual Links', and 'Neighbors'. Below these is a toolbar with icons for adding, deleting, and finding instances. A table lists the OSPF instances:

Name	Router ID	Running
default	10.99.99.3	yes

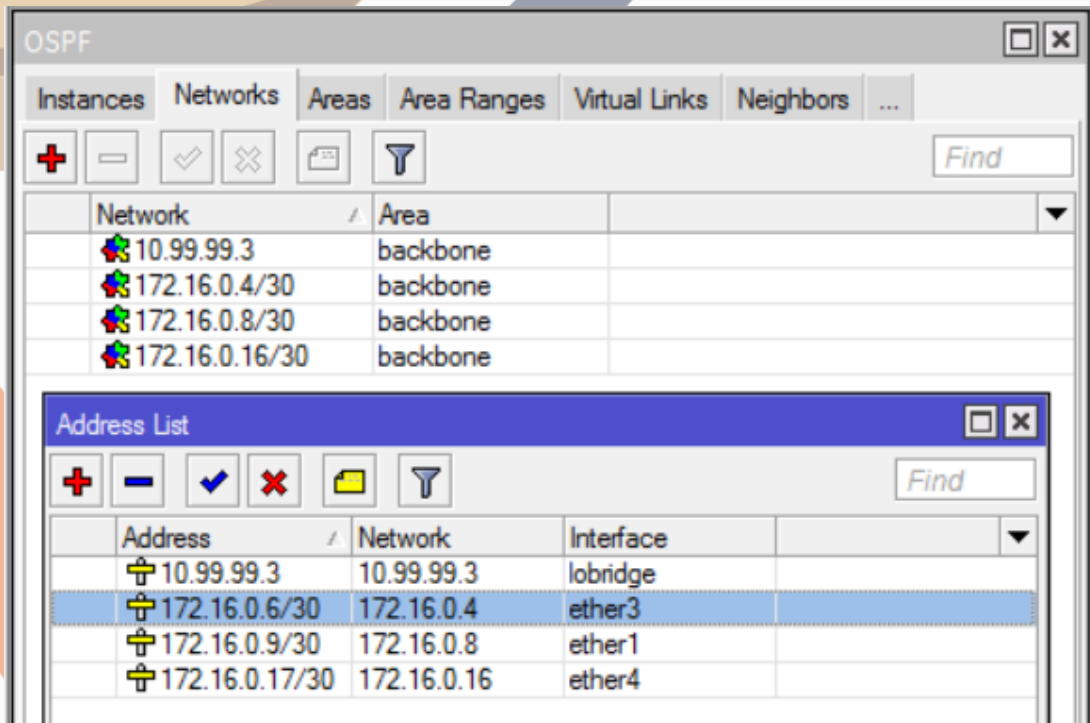
The 'OSPF Instance <default>' dialog box is open, showing the 'General' tab. The configuration includes:

- Name: default
- Router ID: 10.99.99.3
- Redistribute Default Route: never
- Redistribute Connected Routes: as type 1
- Redistribute Static Routes: as type 1
- Redistribute RIP Routes: no
- Redistribute BGP Routes: no
- Redistribute Other OSPF Routes: no
- In Filter: ospf-in
- Out Filter: ospf-out

Buttons for 'OK', 'Cancel', 'Apply', 'Disable', 'Comment', 'Copy', and 'Remove' are visible on the right side of the dialog. At the bottom of the dialog, the status is 'enabled' and the area is 'default'.

# Guia OSPF:

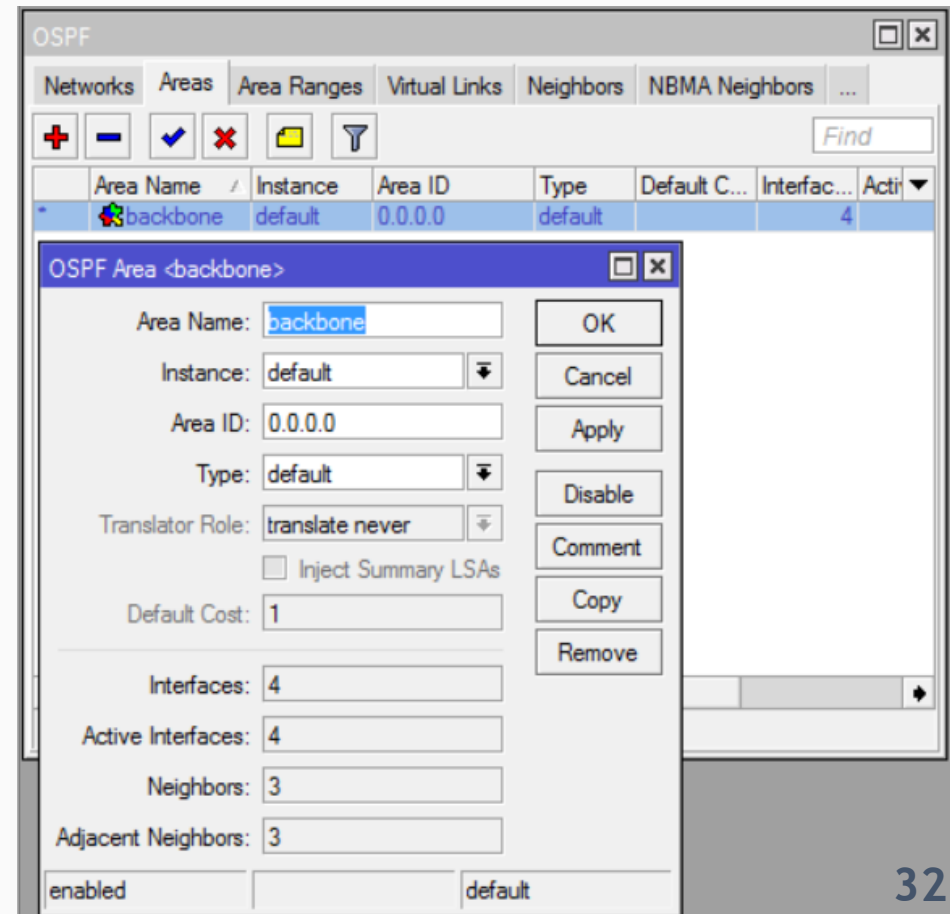
- 2º Declarar as Networks das redes de transito e lobridge.



The screenshot shows the OSPF configuration window with the 'Networks' tab selected. Below it, the 'Address List' dialog is open, showing a table of addresses and their associated interfaces.

Address	Network	Interface
10.99.99.3	10.99.99.3	lobridge
172.16.0.6/30	172.16.0.4	ether3
172.16.0.9/30	172.16.0.8	ether1
172.16.0.17/30	172.16.0.16	ether4

3º Declarar as instâncias em áreas.



The screenshot shows the OSPF configuration window with the 'Areas' tab selected. The 'OSPF Area <backbone>' dialog box is open, displaying configuration details for the backbone area.

Area Name	Instance	Area ID	Type	Default C...	Interfac...	Acti
backbone	default	0.0.0.0	default		4	

OSPF Area <backbone> configuration details:

- Area Name: backbone
- Instance: default
- Area ID: 0.0.0.0
- Type: default
- Translator Role: translate never
- Inject Summary LSAs
- Default Cost: 1
- Interfaces: 4
- Active Interfaces: 4
- Neighbors: 3
- Adjacent Neighbors: 3
- enabled
- default



# Guia Introdução ao MPLS



- 1° MPLS -> LDP Settings + LDP Interface

The screenshot displays the MPLS configuration interface. The main window shows a table of LDP Interface settings:

Interface	Hello Interval	Hold Time	Transport Address	Accept Dy...
ether1	00:00:05	00:00:15		yes
ether3	00:00:05	00:00:15		yes
ether4	00:00:05	00:00:15		yes
lobridge	00:00:05	00:00:15		yes

Two configuration windows are open:

- MPLS Interface <ether1>**: Shows fields for Interface (ether1), Hello Interval (00:00:05), Hold Time (00:00:15), and Transport Address. The "Accept Dynamic Neighbors" checkbox is checked.
- LDP Settings**: Shows fields for LSR ID (10.99.99.3), Transport Address (10.99.99.3), Path Vector Limit (255), and Hop Limit (255). The "Enabled" checkbox is checked, and "Distribute For Default Route" is also checked.

# Guia MPLS-TE



- 1° Entrar em todos os “P” e “PE”s na instância OSPF e informar que Área e qual interface vai transportar o MPLS-TE.

OSPF

Interfaces Instances Networks Areas Area Ranges Virtual Links Neighbors NBMA Ne

Name	Router ID	Running
* default	10.99.99.0	yes

OSPF Instance <default>

General Metrics MPLS Status

MPLS TE Area: backbone

MPLS TE Router ID: loopback

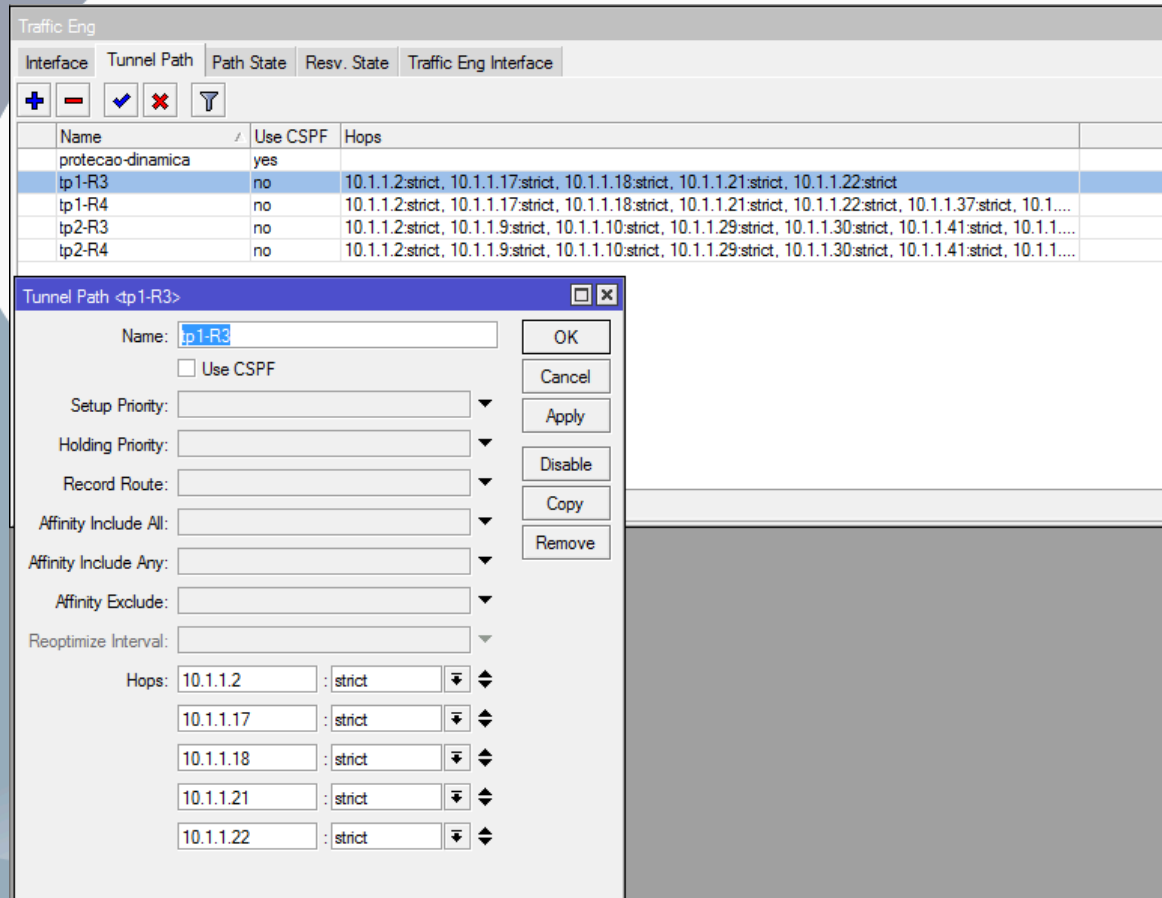
Routing Table:

1 item

OK  
Cancel  
Apply  
Disable  
Comment  
Copy  
Remove

# Guia MPLS-TE

- 3° Na Aba “Tunnel Path” vamos fazer os caminhos que queremos mandar nosso trafego apenas nos “PE`s” que vão receber ou originar trafego.



The screenshot displays the Traffic Eng configuration interface. The main window shows a table of Tunnel Paths. The 'tp1-R3' entry is selected, and a detailed configuration dialog is open for it.

Name	Use CSPF	Hops
protecao-dinamica	yes	
tp1-R3	no	10.1.1.2:strict, 10.1.1.17:strict, 10.1.1.18:strict, 10.1.1.21:strict, 10.1.1.22:strict
tp1-R4	no	10.1.1.2:strict, 10.1.1.17:strict, 10.1.1.18:strict, 10.1.1.21:strict, 10.1.1.22:strict, 10.1.1.37:strict, 10.1....
tp2-R3	no	10.1.1.2:strict, 10.1.1.9:strict, 10.1.1.10:strict, 10.1.1.29:strict, 10.1.1.30:strict, 10.1.1.41:strict, 10.1.1....
tp2-R4	no	10.1.1.2:strict, 10.1.1.9:strict, 10.1.1.10:strict, 10.1.1.29:strict, 10.1.1.30:strict, 10.1.1.41:strict, 10.1.1....

**Tunnel Path <tp1-R3>**

Name:

Use CSPF

Setup Priority:

Holding Priority:

Record Route:

Affinity Include All:

Affinity Include Any:

Affinity Exclude:

Reoptimize Interval:

Hops:  :

:

:

:

:

# Guia MPLS-TE



- 2º Entrar em “MPLS -> Traffic Eng”, na aba Interface e adicionar as interfaces que participam do MPLS e sua Banda em todos os “P” e “PE`s”

Traffic Eng

Interface Tunnel Path Path State Resv. State Traffic Eng Interface

+ - ✓ ✗ ⏏

Interface	Bandwidth (bps)	TE Metric	Remaining Bw.
ether1	10M	1	0 bps
ether2	10M	1	10.0 Mbps
ether3	10M	1	10.0 Mbps
loopback	10M	1	10.0 Mbps

MPLS

LDP Interface LDP Neighbor Accept Filter Advertise Filter Forwarding Table MPLS Interface Local Bindir

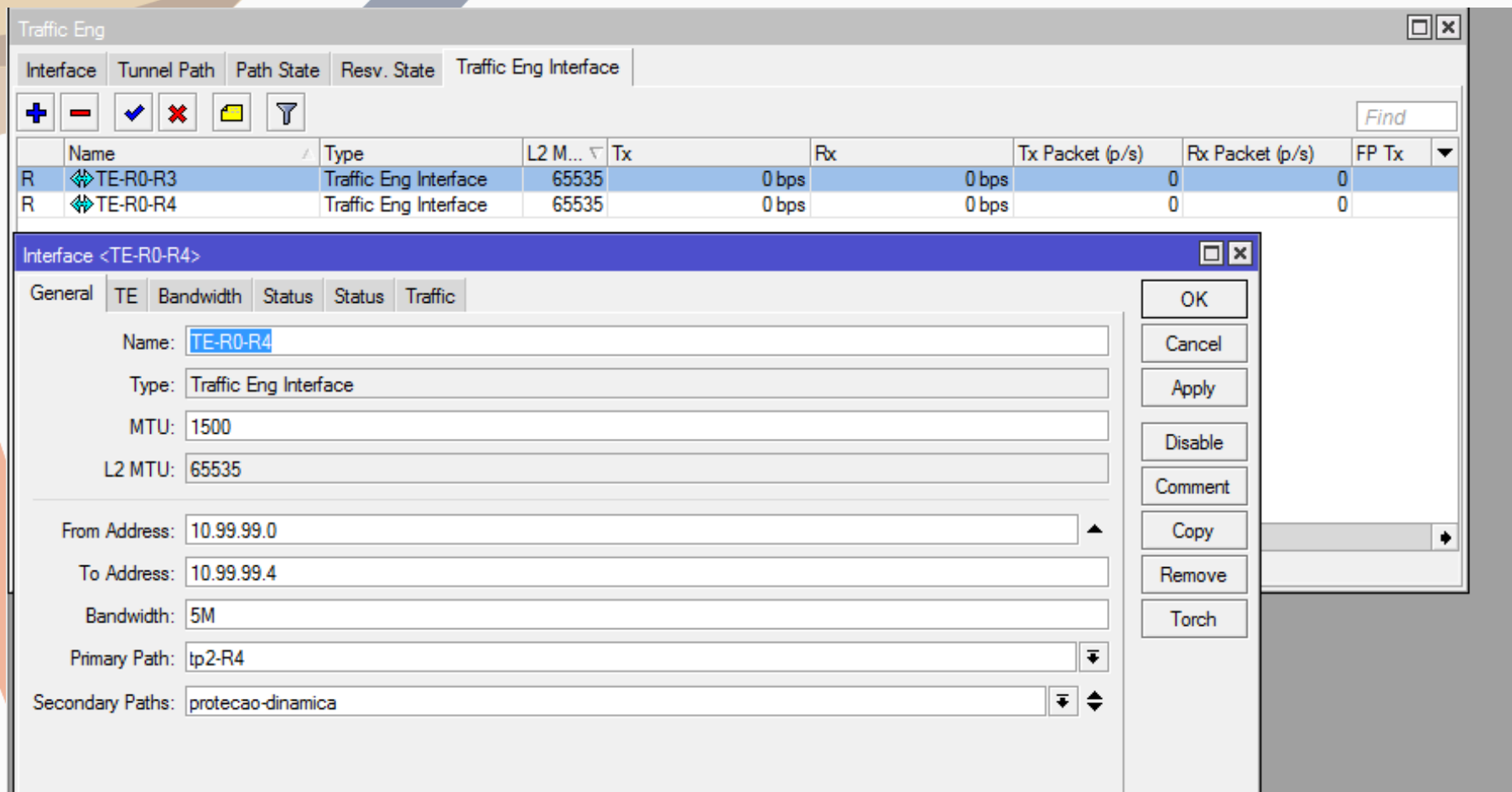
+ - ✓ ✗ ⏏ MPLS Settings LDP Settings

Interface	Hello Interval	Hold Time	Transport Address	Accept Dy...
ether1	00:00:05	00:00:15		yes
ether2	00:00:05	00:00:15		yes
ether3	00:00:05	00:00:15		yes
loopback	00:00:05	00:00:15		yes

- OBS: A informação de banda é necessários mais só é usual caso se queira limitar o trafego dos MPLS-TE, caso contrário basta informar a velocidade da porta.

# Guia MPLS-TE

- 4° Na Aba “Traffic Eng Interface” vamos fazer a interface que vai orientar nosso fluxo de dados apenas nos “PE`s” que vão receber ou originar trafego.



The screenshot shows the 'Traffic Eng' configuration window. At the top, there are tabs for 'Interface', 'Tunnel Path', 'Path State', 'Resv. State', and 'Traffic Eng Interface'. Below the tabs is a toolbar with icons for adding, deleting, and filtering, along with a 'Find' search box. A table lists the configured interfaces:

	Name	Type	L2 M...	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)	FP Tx
R	TE-R0-R3	Traffic Eng Interface	65535	0 bps	0 bps	0	0	
R	TE-R0-R4	Traffic Eng Interface	65535	0 bps	0 bps	0	0	

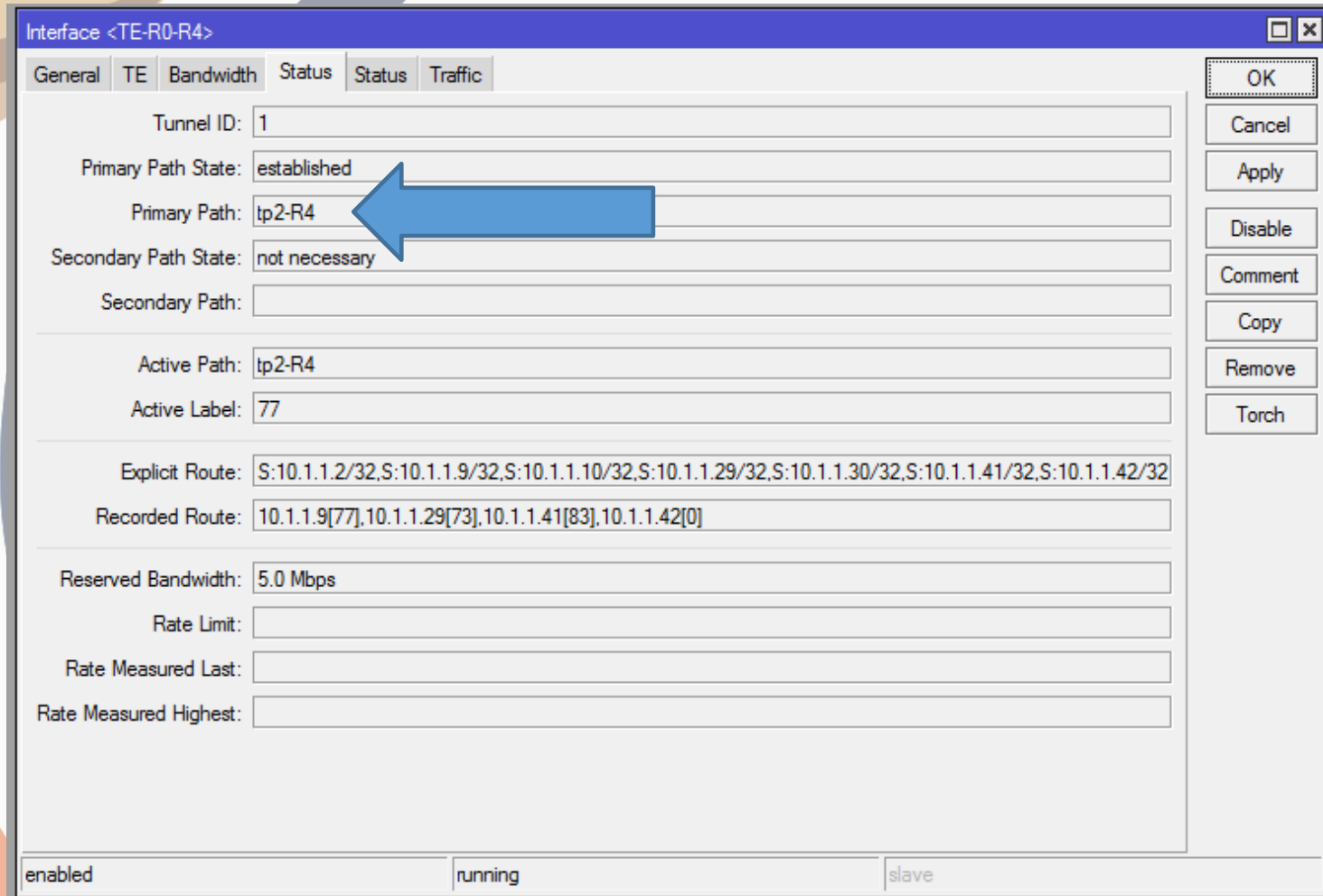
Below the table, the 'Interface <TE-R0-R4>' configuration window is open, showing the following settings:

- General tab selected
- Name: TE-R0-R4
- Type: Traffic Eng Interface
- MTU: 1500
- L2 MTU: 65535
- From Address: 10.99.99.0
- To Address: 10.99.99.4
- Bandwidth: 5M
- Primary Path: tp2-R4
- Secondary Paths: protecao-dinamica

On the right side of the configuration window, there are buttons for: OK, Cancel, Apply, Disable, Comment, Copy, Remove, and Torch.

# Guia MPLS-TE

- 5° Acessando a interface criada podemos ver na primeira aba “status” qual Traffic Path está sendo utilizado.



Interface <TE-R0-R4>

General TE Bandwidth Status Status Traffic

Tunnel ID: 1

Primary Path State: established

Primary Path: tp2-R4

Secondary Path State: not necessary

Secondary Path:

Active Path: tp2-R4

Active Label: 77

Explicit Route: S:10.1.1.2/32,S:10.1.1.9/32,S:10.1.1.10/32,S:10.1.1.29/32,S:10.1.1.30/32,S:10.1.1.41/32,S:10.1.1.42/32

Recorded Route: 10.1.1.9[77],10.1.1.29[73],10.1.1.41[83],10.1.1.42[0]

Reserved Bandwidth: 5.0 Mbps

Rate Limit:

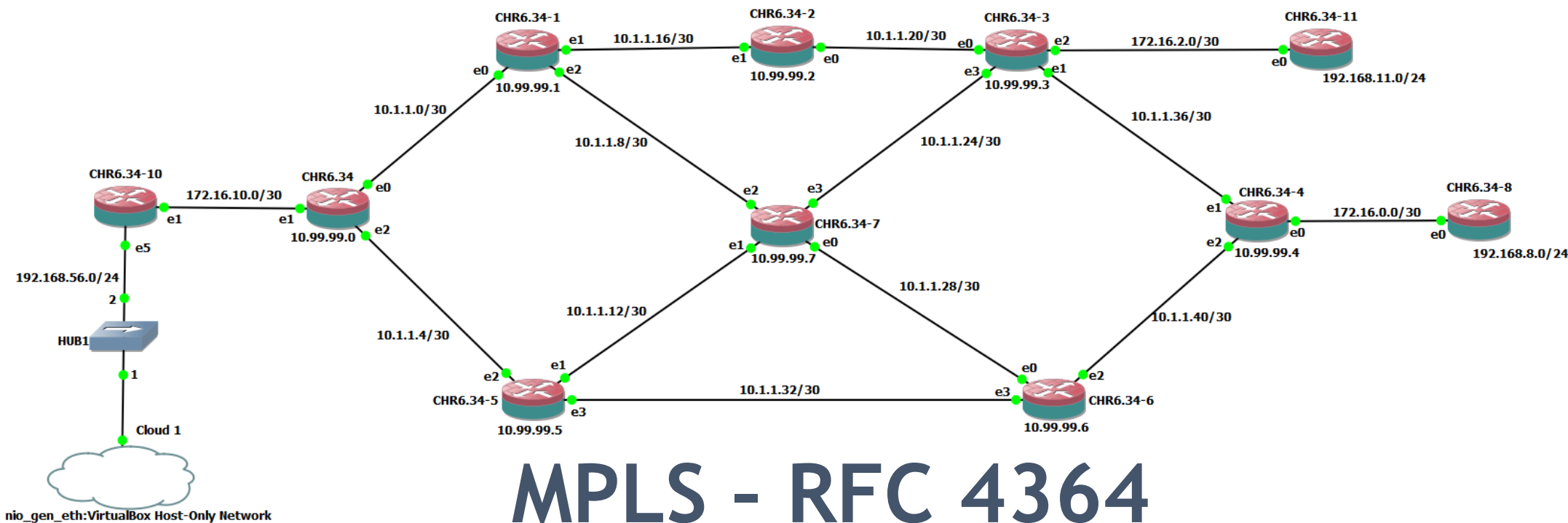
Rate Measured Last:

Rate Measured Highest:

OK  
Cancel  
Apply  
Disable  
Comment  
Copy  
Remove  
Torch

enabled running slave

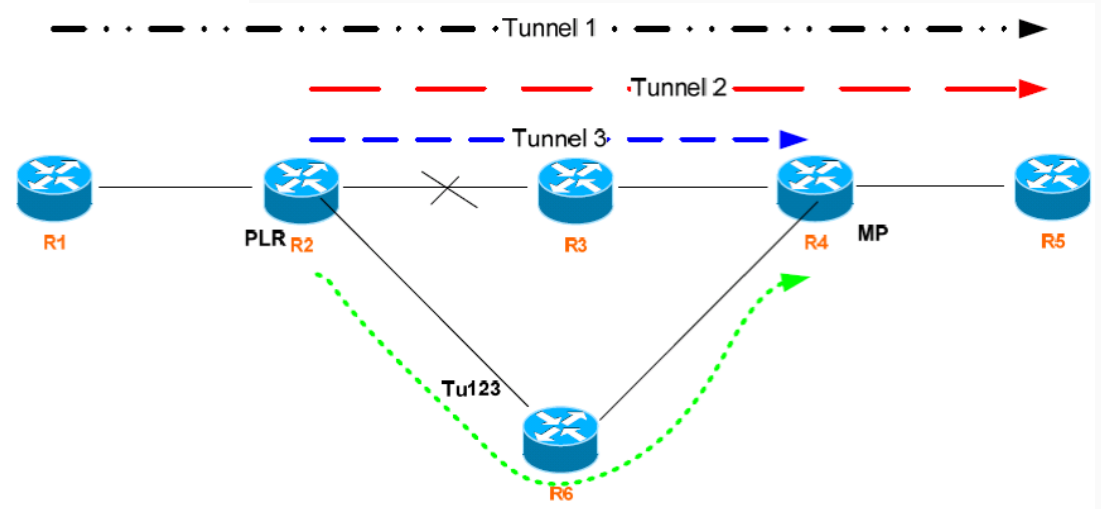
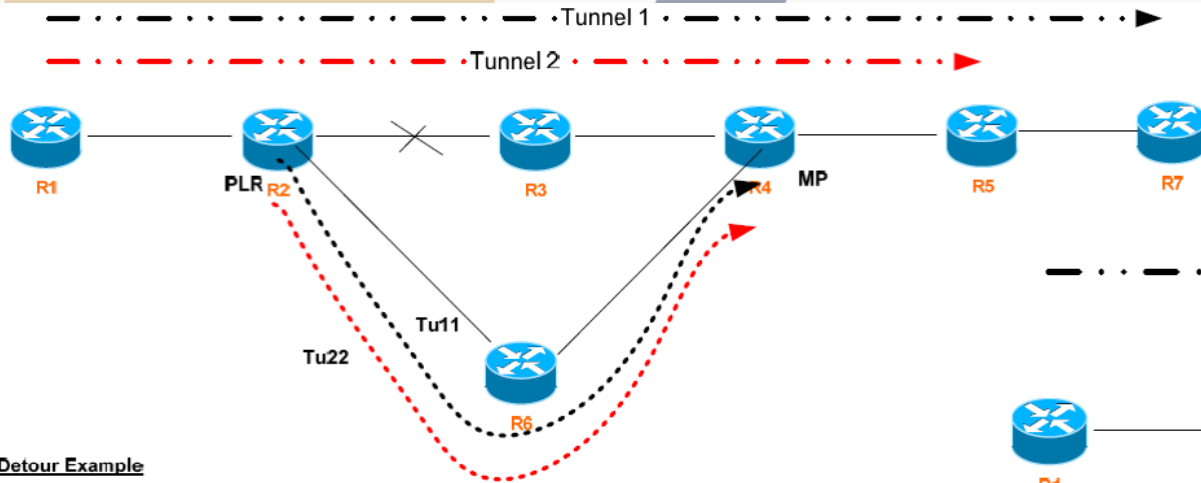
# Exemplo 100% Mikrotik



## MPLS - RFC 4364

<https://datatracker.ietf.org/doc/rfc4364>

# MPLS-TE. Possibilidades?

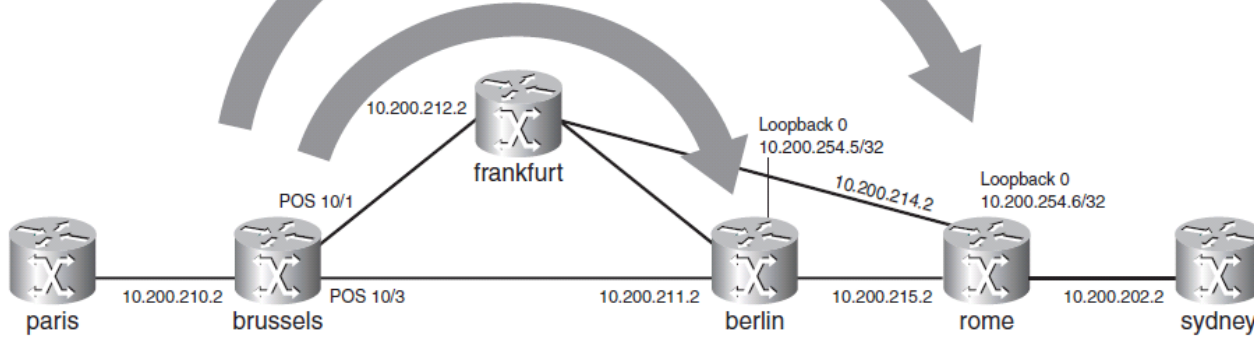


## Detour Example

Protected LSP - T1 - R1-R2-R3-R4-R5-R7  
 Protected LSP - T2 - R1-R2-R3-R4-R5-R7

NNHOP Backup Tunnel

NHOP Backup Tunnel





# Conclusão

# Lembre-se.....



- Fazer Engenharia de Tráfego com OSPF/MPLS puro ainda é eficaz e simples, porém só conseguimos extrair tudo da rede com MPLS-TE.
- A maior demanda para Engenharia de Tráfego ainda estão nos links de clientes. (PE-CE)
- Monte sua Matriz de Tráfego.
- A base de uso é a topologia é o OSPF para Backbone e VRF para “PE-CE”.
- Políticas de Roteamento são essenciais a qualquer aplicação de Engenharia de Tráfego.
- Importante ter ferramentas de planejamento para fornecer fazer simulação e otimização de trafego.
- A Equipe de Planejamento precisa ter total domínio da topologia.

# Lembre-se.....



- Todas as de falha devem ser consideradas críticas e analisadas.
- Qual o objetivo de otimização ? Qual a abordagem ?
- OSPF/MPLS é o início, MPLS-TE/VRF é a engenharia da rede trabalhando para uma rede mais veloz e sem desperdícios.
- Engenharia de Tráfego não gera recursos, ele faz a realocação da demanda de tráfego.
- \* Engenharia de rede é para manipular a rede visando atender o tráfego....
- \* Engenharia de tráfego é para manipular o tráfego visando atender a rede....

# Perguntas?



**mum**  
MIKROTIK USER MEETING

# Obrigado.



**Prof. Lacier Dias**



**lacier@vlsm.com.br**



**lacier.dias**



**(43) 99185-5550**



**<https://www.linkedin.com/in/lacierdias>**



**<https://www.facebook.com/lacier.dias>**