

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 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.

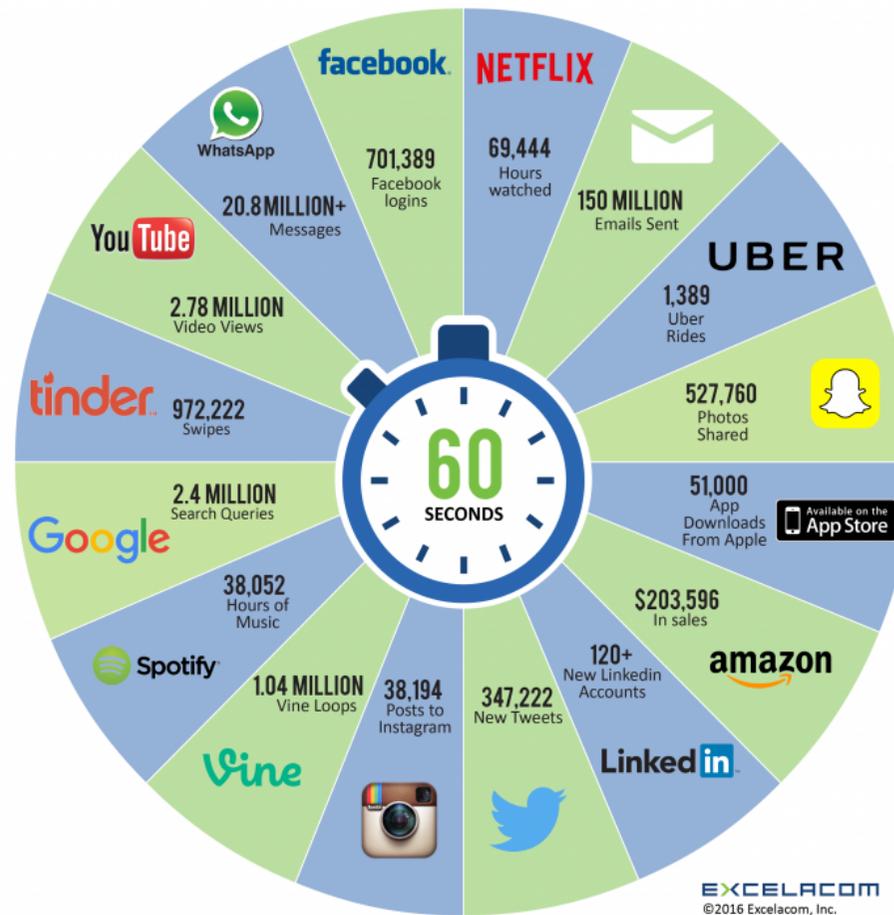
* Engenharia de tráfego é, manipular o tráfego visando atender a rede.

O que precisa para aplicar: Conhecimento.



No que você está envolvido???

2016 What happens in an INTERNET MINUTE?



No que você está envolvido???

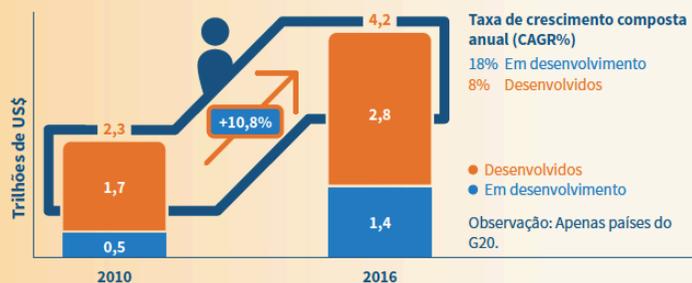
O CRESCIMENTO DA ECONOMIA DIGITAL



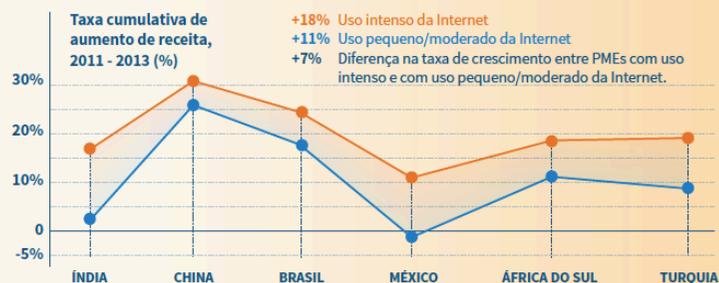
Em 2015, havia mais de 345 milhões de usuários de Internet na região da América Latina e Caribe (LAC).¹



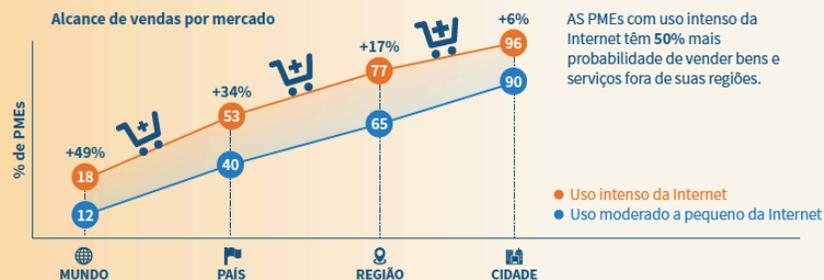
O CRESCIMENTO DA ECONOMIA DIGITAL: US\$ 4,2 TRILHÕES (2016)



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!

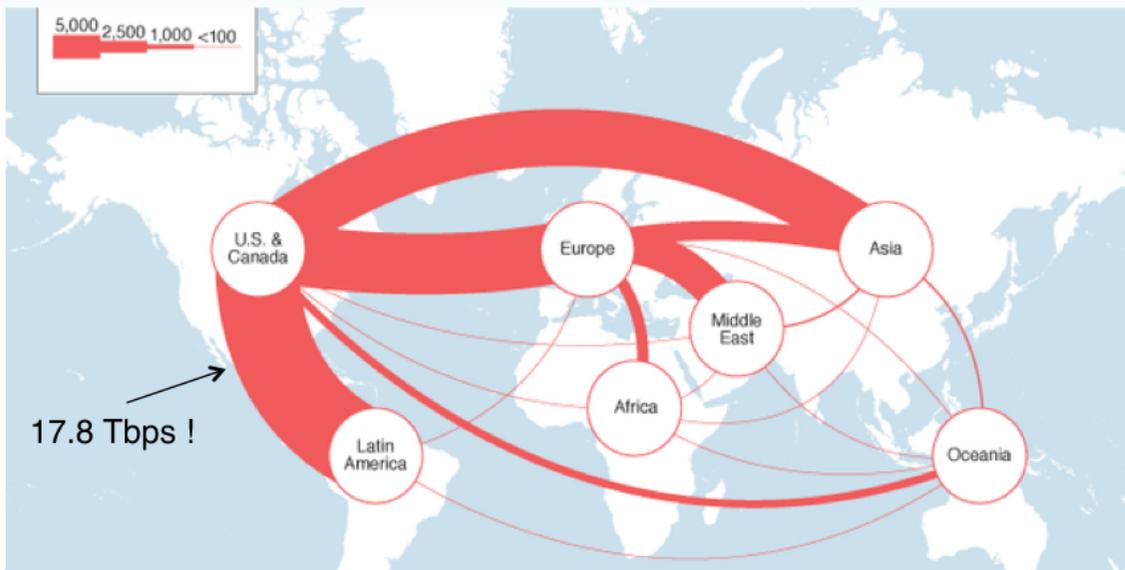
- @ businessengagement@icann.org
- icann.org/resources/pages/business
- linkedin.com/company/icann
- icannlac.org

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

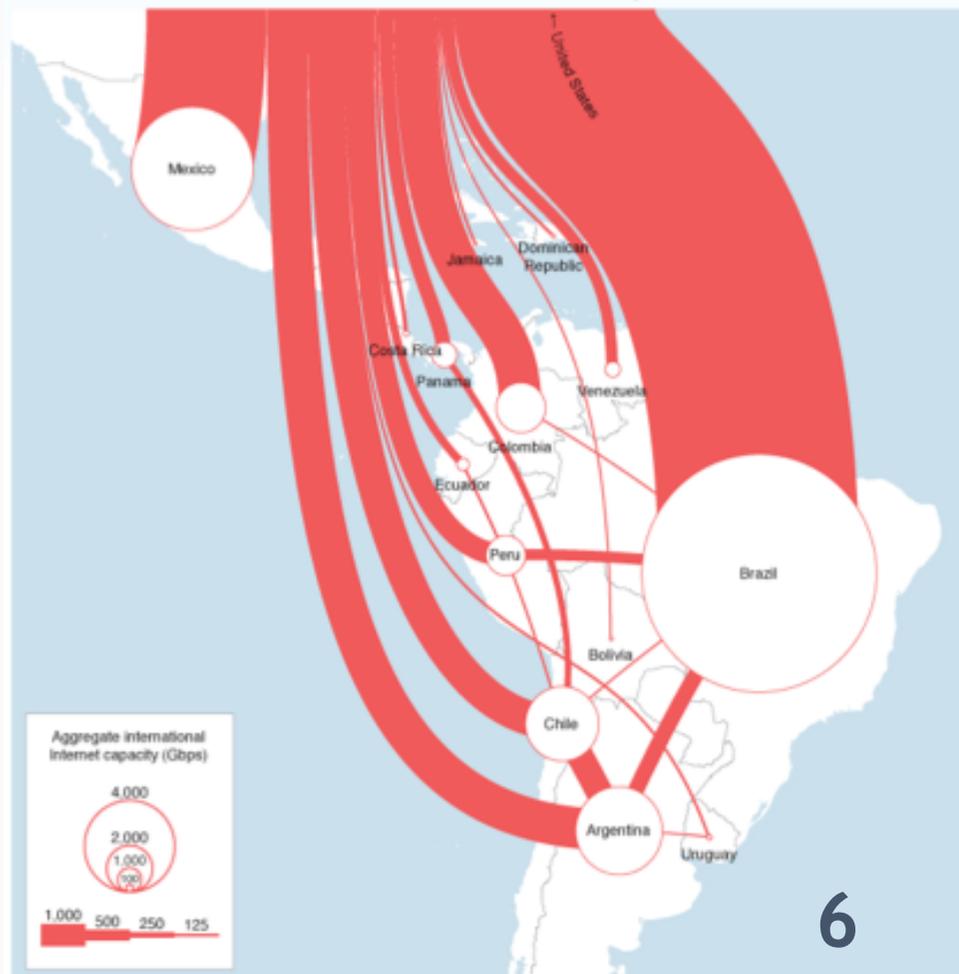
Internet Global - 2015



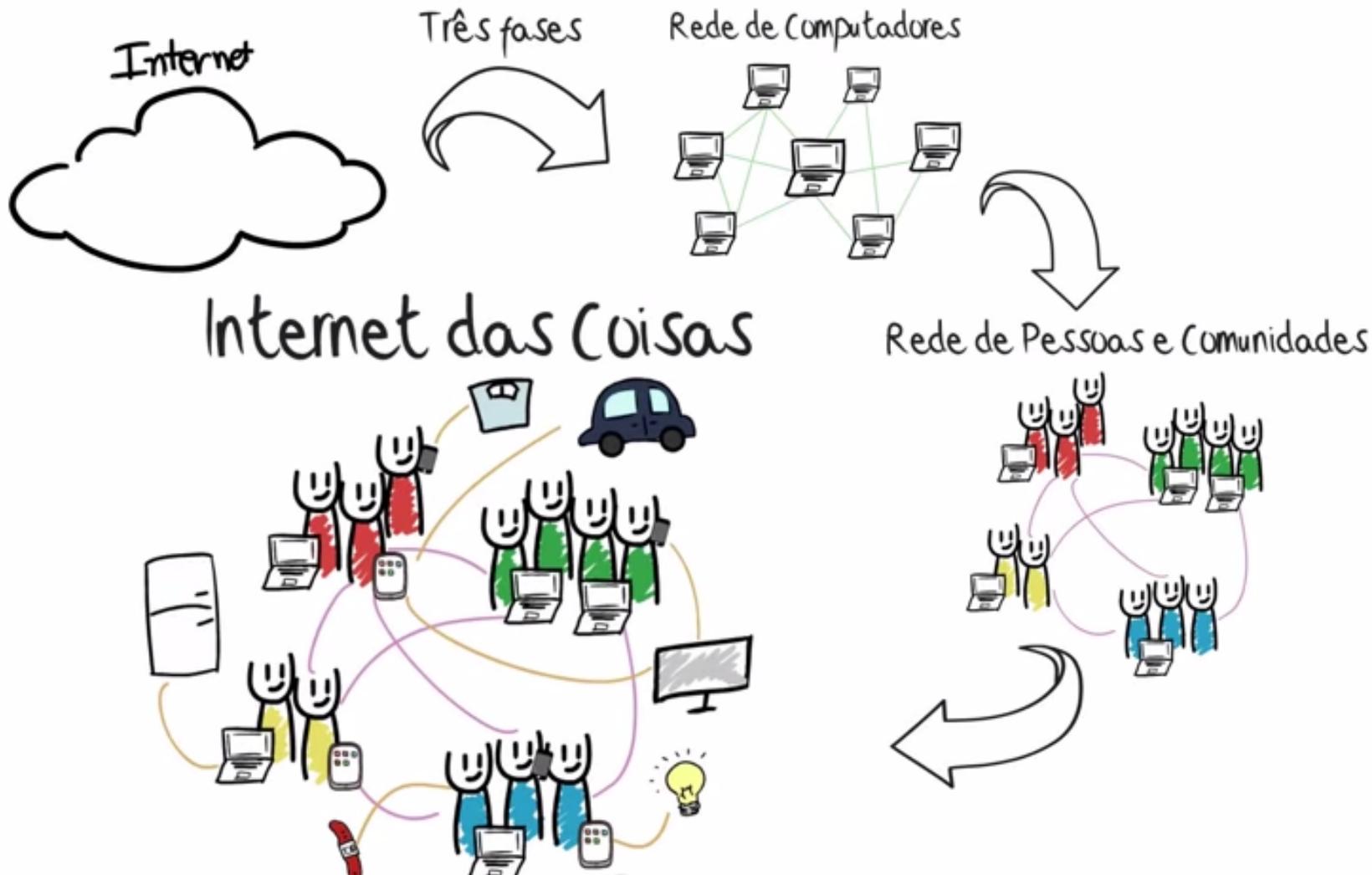
TeleGeography

Carlsbad, CA | Washington, DC | Exeter, UK | Singapore | www.telegeography.com | info@telegeography.com

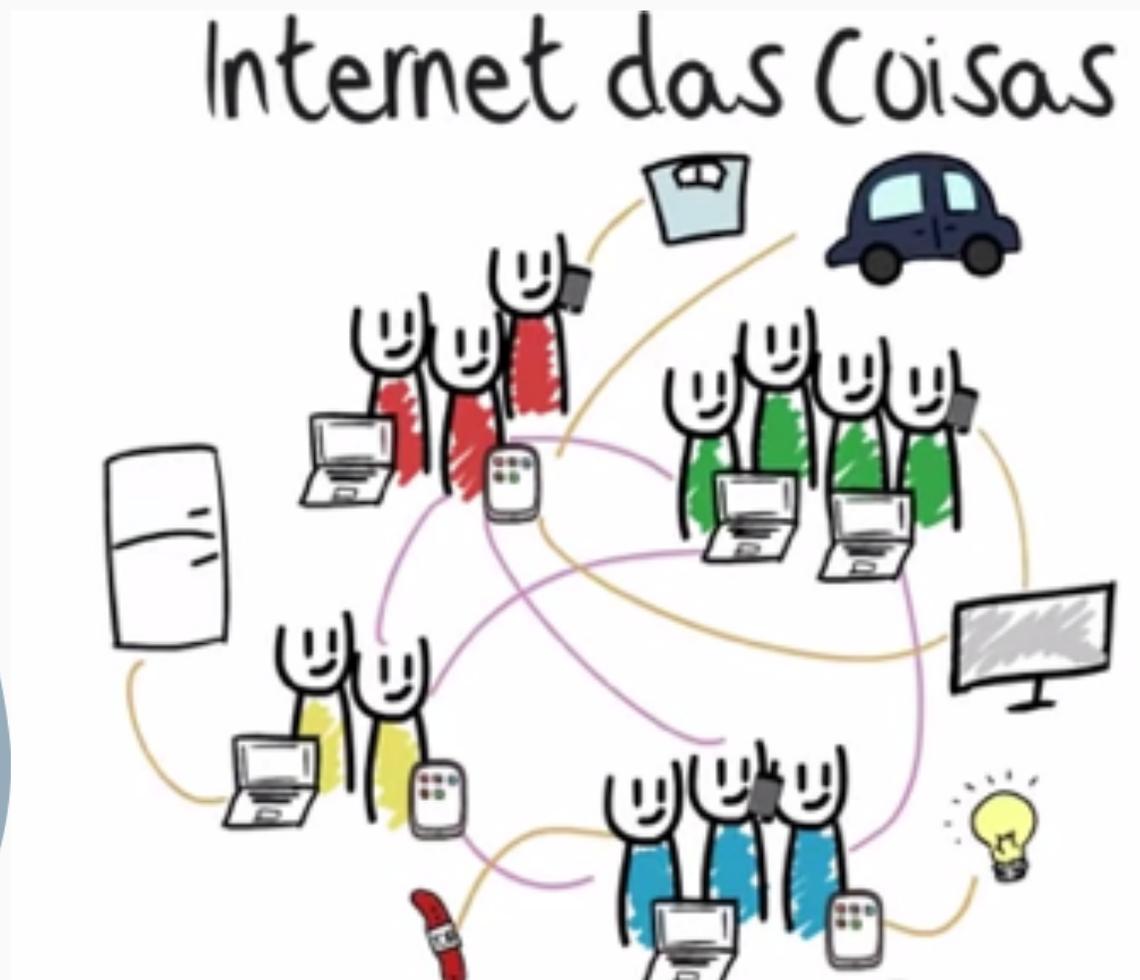
Internet Internacional, 2016



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;

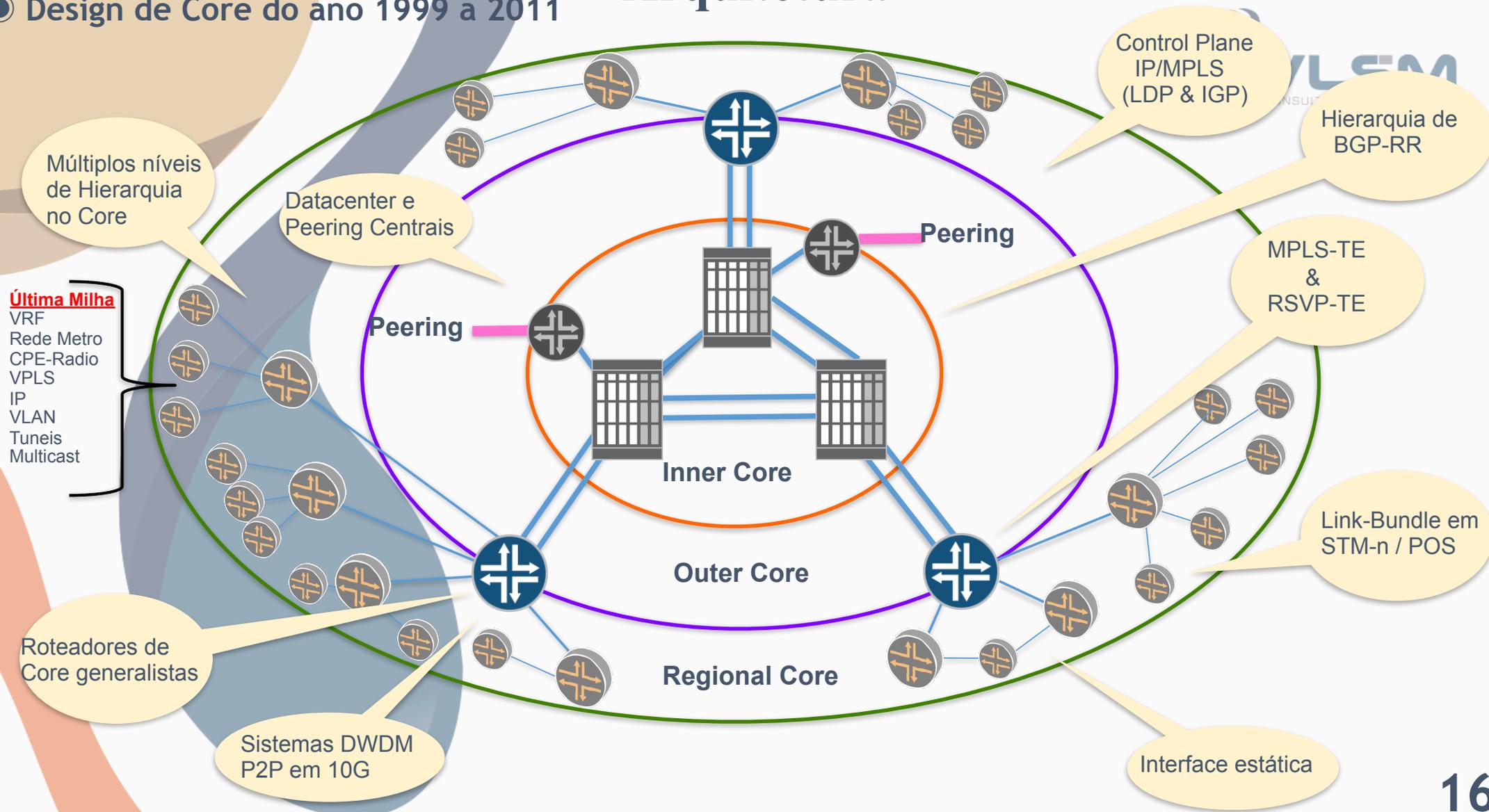
Uma boa política para usar todos os caminhos primários e secundários da rede;

Uma excelente visão da Matriz de Tráfego;

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

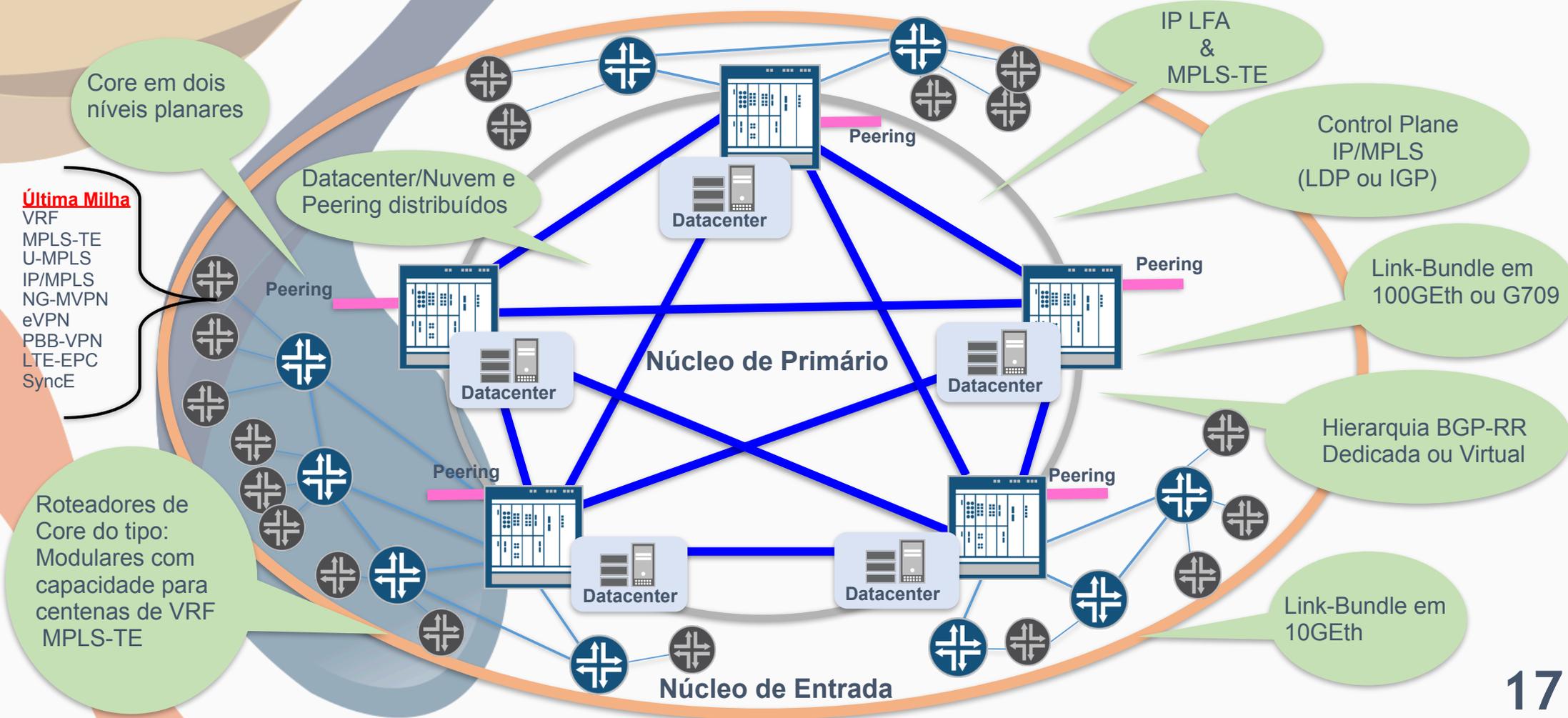
Arquitetura

Design de Core do ano 1999 a 2011



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

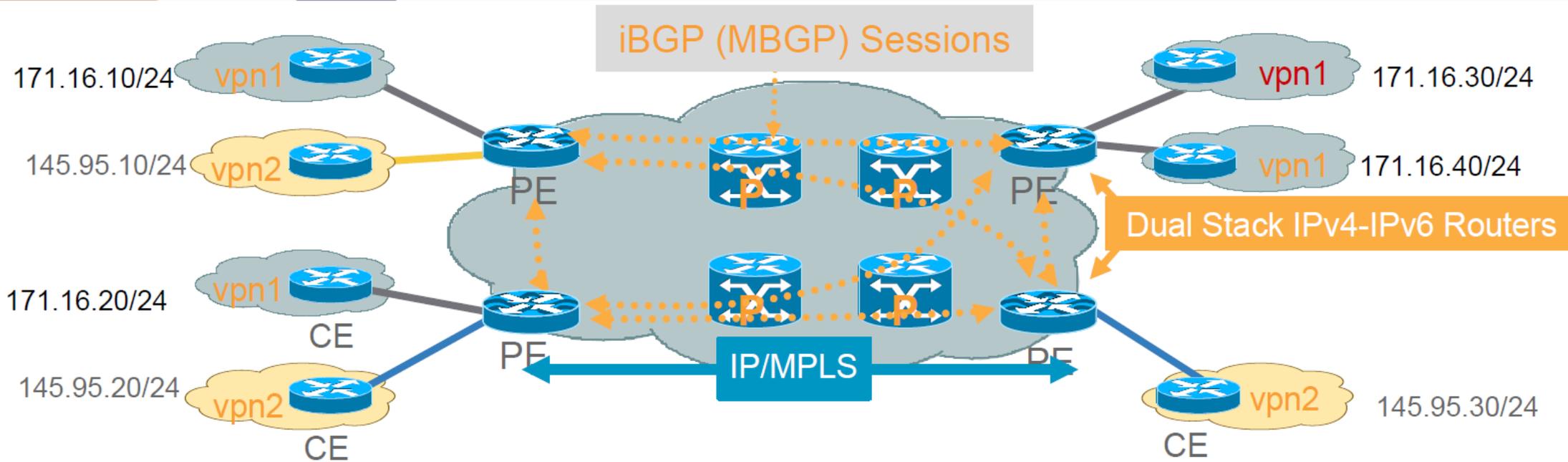
Arquitetura



Arquitetura



Design de Core - RFC 4364/2547



Modelos de Core



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

→ PROS

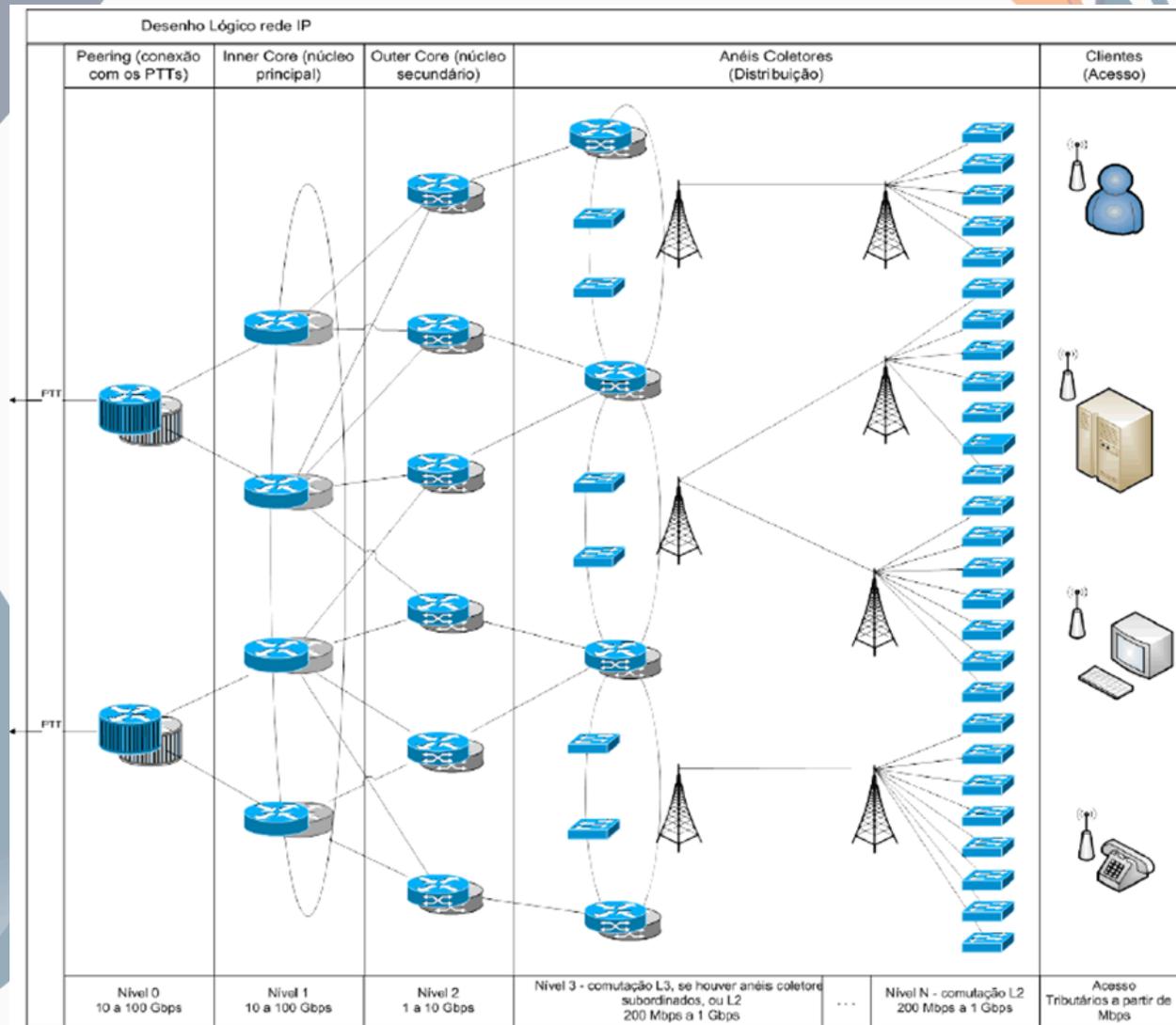
- Suporta múltiplos IGP
- Suporta múltiplos ASN BGP-4
- Suporta múltiplos Modelo de QoS
- Redundância de Link e de Nó de rede
- Convergência rápida
- Suporta arquiteturas Determinísticas e Estatísticas
- Roteamento durante falhas eficiente
- Operacionalmente simples de inserir ou remover serviços
- Simples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

→ CONTRA

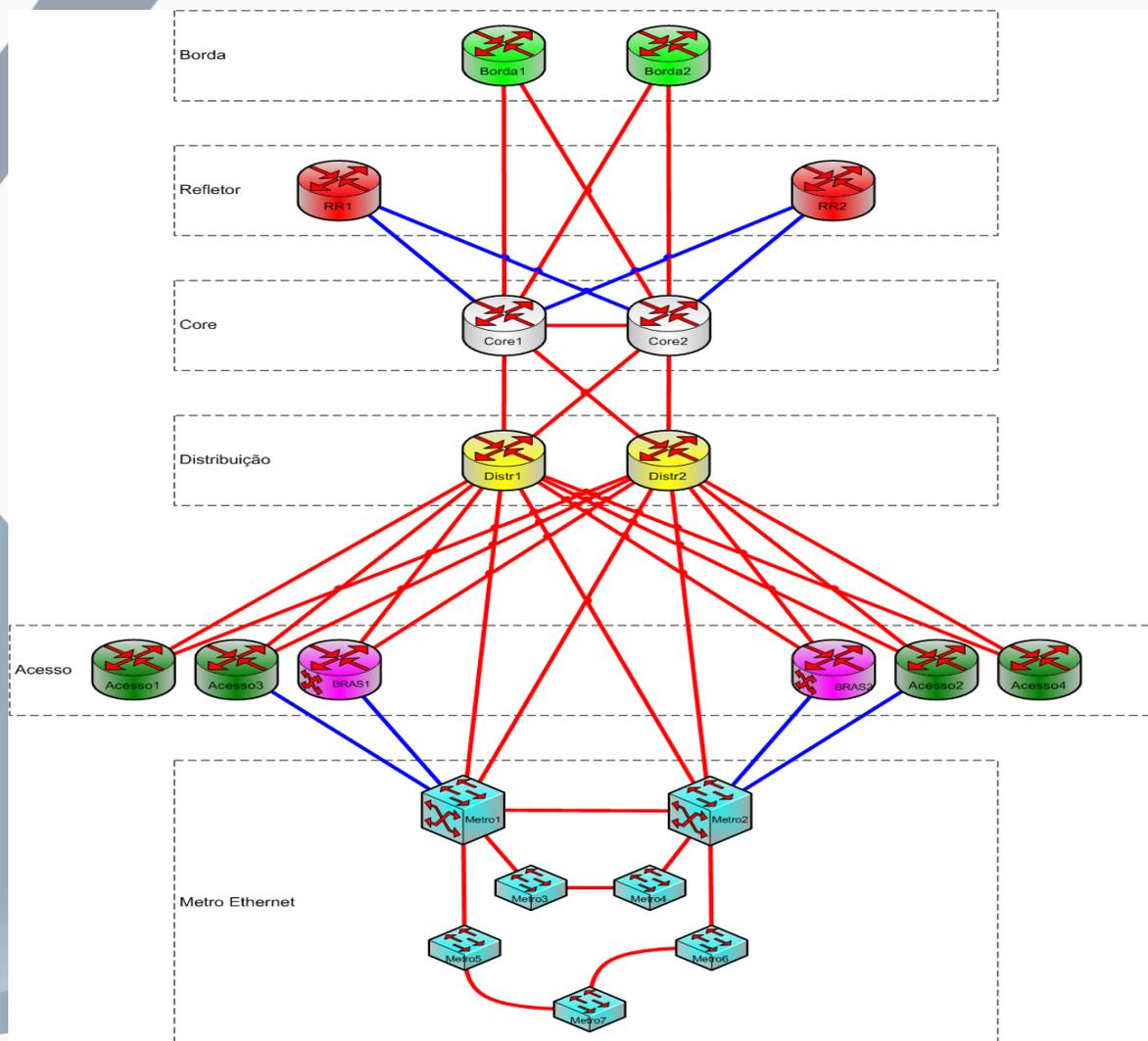
- Exige equipe multidisciplinar
- De 15% a 25% mais caro que as arquiteturas Mono Core

Exemplos de Mercado

Modelos de Core

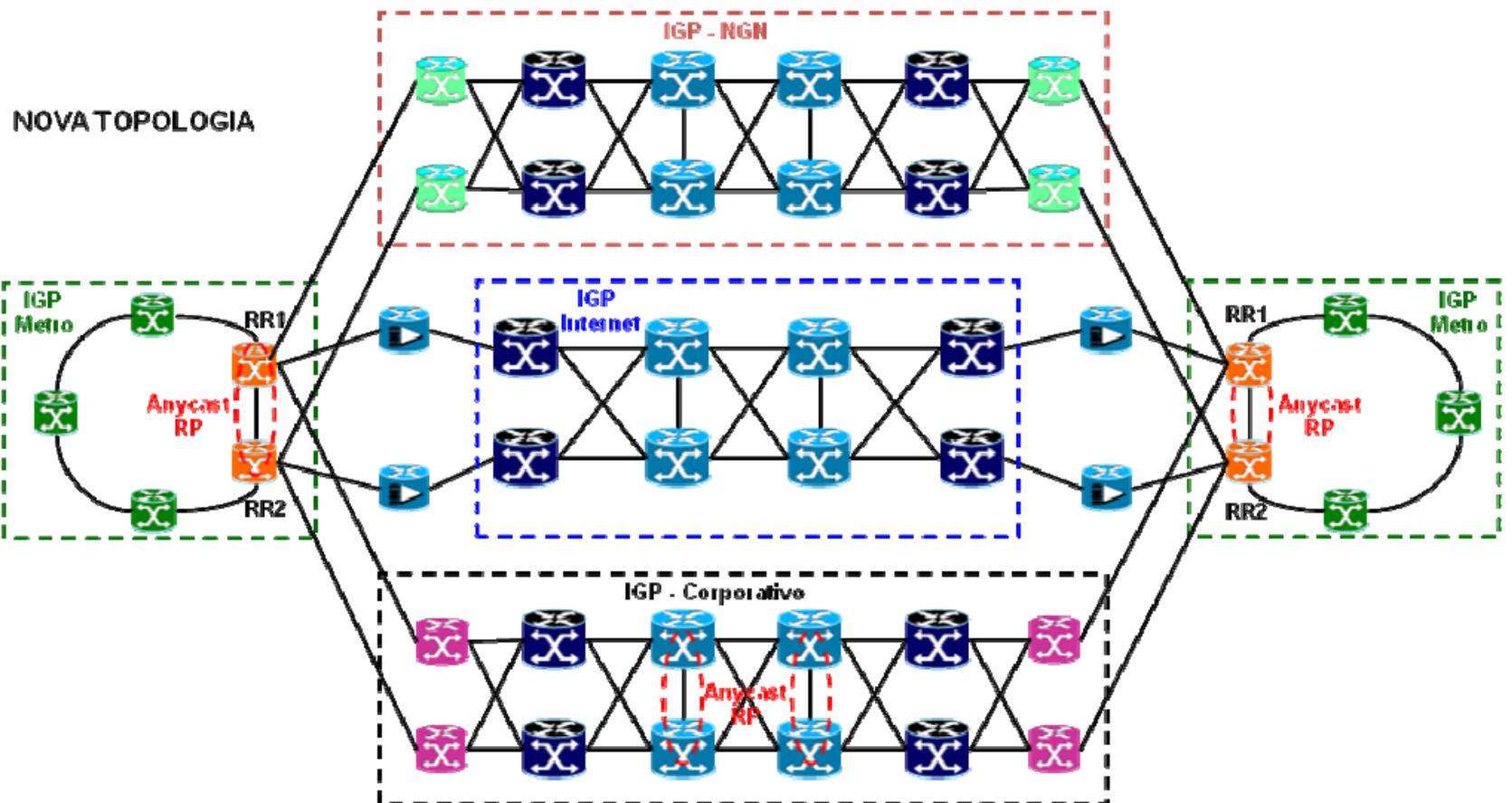


Modelos de Core



Modelos de Core

● Embratel



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?

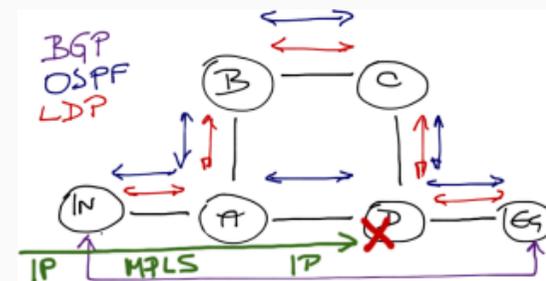


Para que a Engenharia de Tráfego foi pensada ?



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!



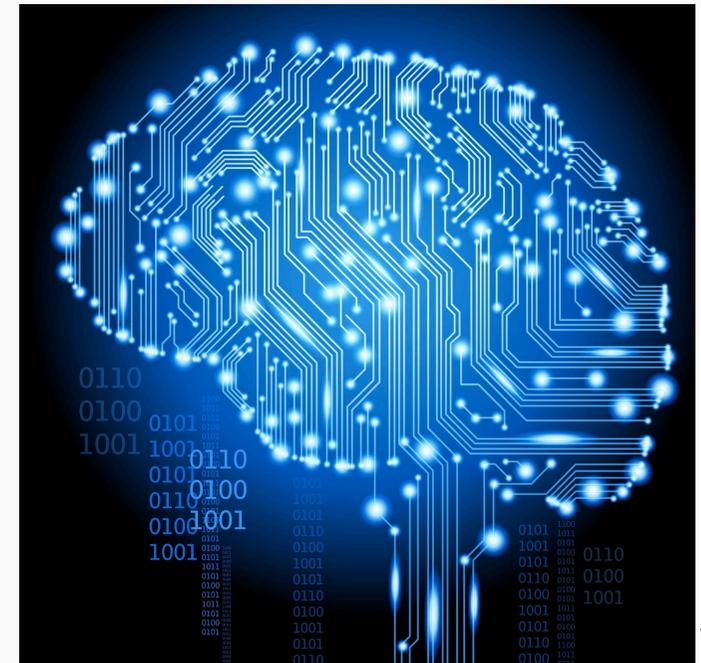
Aonde buscar informação?



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

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

MikroTik



Como???????

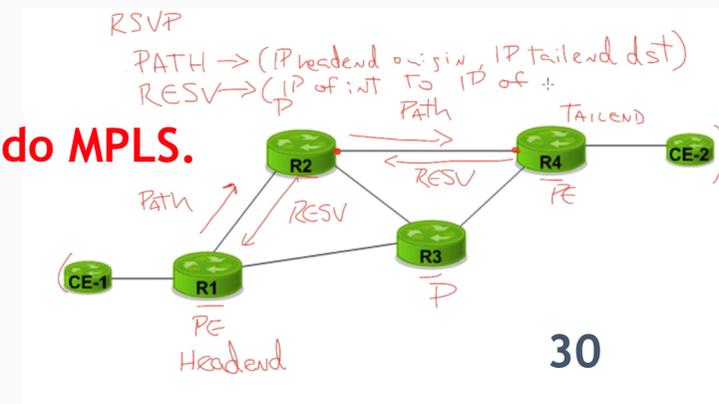


OSPF + MPLS



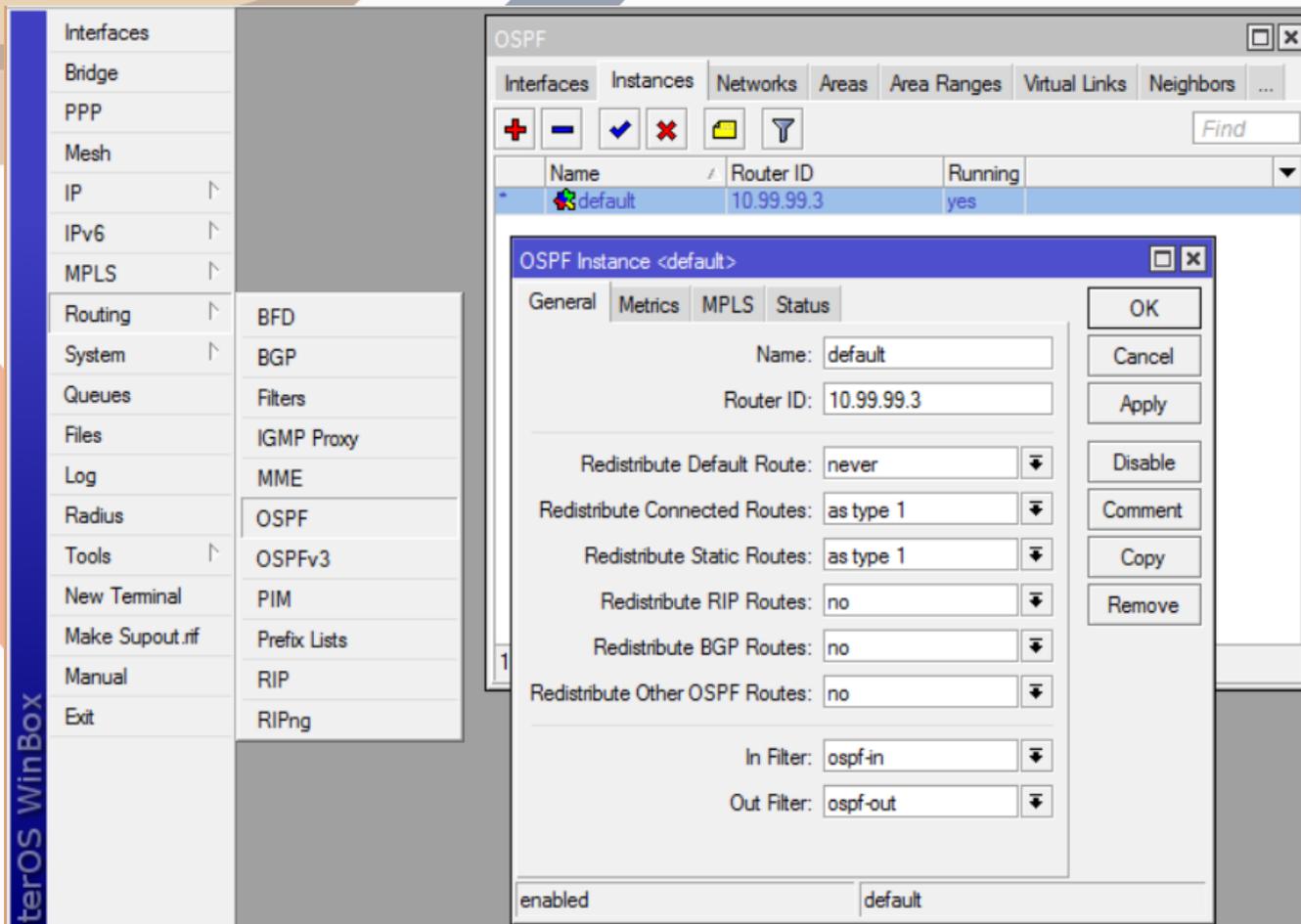
- OSPF: O protocolo Open Shortest Path First (Abra primeiro o caminho mais curto) é um protocolo do tipo “link-state”. Ele usa o algoritmo de Dijkstra para calcular o caminho mais curto para todos os destinos.
- MPLS é uma tecnologia de encaminhamento de pacotes baseada em rótulos (labels) que funciona, 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 displays the Mikrotik WinBox interface. On the left is a navigation tree with categories like Interfaces, Routing, and System. The 'Routing' category is expanded, showing 'OSPF' selected. The main window shows the 'OSPF' configuration page with tabs for 'Interfaces', 'Instances', 'Networks', 'Areas', 'Area Ranges', 'Virtual Links', and 'Neighbors'. A table lists the OSPF instances:

| Name | Router ID | Running |
|---------|------------|---------|
| default | 10.99.99.3 | yes |

Below the table is a configuration dialog for the 'default' instance. The 'General' tab is active, showing the following settings:

- 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 networks and interfaces.

| Network | Area |
|----------------|----------|
| 10.99.99.3 | backbone |
| 172.16.0.4/30 | backbone |
| 172.16.0.8/30 | backbone |
| 172.16.0.16/30 | backbone |

| 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 is open, showing configuration details for the backbone area.

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

| | | |
|--|-----------------|---------|
| Area Name: | backbone | OK |
| Instance: | default | Cancel |
| Area ID: | 0.0.0.0 | Apply |
| Type: | default | Disable |
| Translator Role: | translate never | Comment |
| <input type="checkbox"/> Inject Summary LSAs | | Copy |
| Default Cost: | 1 | Remove |
| Interfaces: | 4 | |
| Active Interfaces: | 4 | |
| Neighbors: | 3 | |
| Adjacent Neighbors: | 3 | |
| enabled | | default |

Guia Introdução ao MPLS



- 1º 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.

The screenshot shows the OSPF configuration interface. The main window is titled "OSPF" and has several tabs: Interfaces, Instances, Networks, Areas, Area Ranges, Virtual Links, Neighbors, and NBMA Neighbors. Below the tabs is a toolbar with icons for adding, deleting, checking, unchecking, saving, and filtering. A table below the toolbar shows the OSPF instances:

| Name | Router ID | Running |
|-----------|------------|---------|
| * default | 10.99.99.0 | yes |

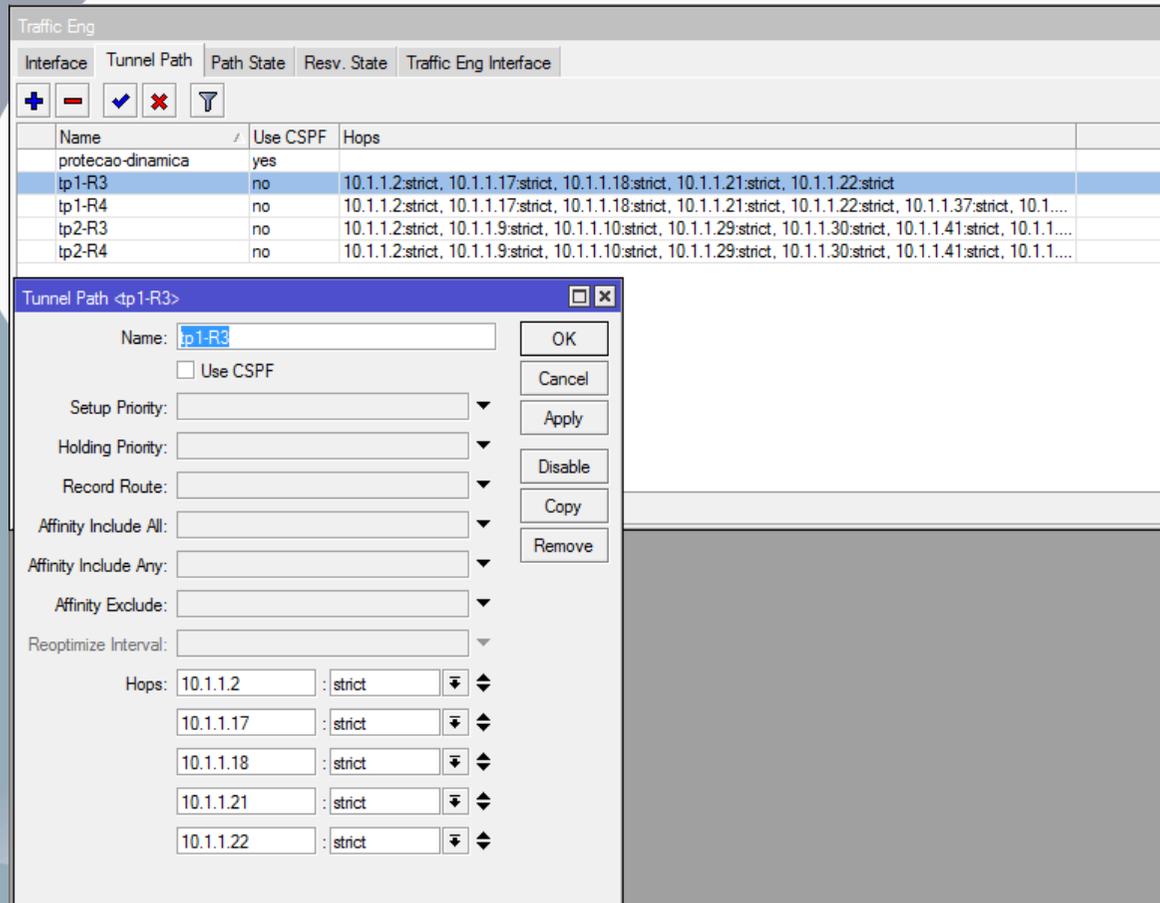
An "OSPF Instance <default>" dialog box is open, showing the configuration for the default instance. The dialog has four tabs: General, Metrics, MPLS, and Status. The MPLS tab is selected, and the following fields are visible:

- MPLS TE Area: backbone
- MPLS TE Router ID: loopback
- Routing Table: (empty)

On the right side of the dialog, there are several buttons: OK, Cancel, Apply, Disable, Comment, Copy, and Remove. At the bottom left of the main window, it says "1 item".

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' path is selected, and its configuration is shown in a pop-up window.

| 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.... |

The pop-up window for 'Tunnel Path <tp1-R3>' shows the following configuration:

- Name: tp1-R3
- Use CSPF
- Setup Priority: []
- Holding Priority: []
- Record Route: []
- Affinity Include All: []
- Affinity Include Any: []
- Affinity Exclude: []
- Reoptimize Interval: []
- Hops: 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

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

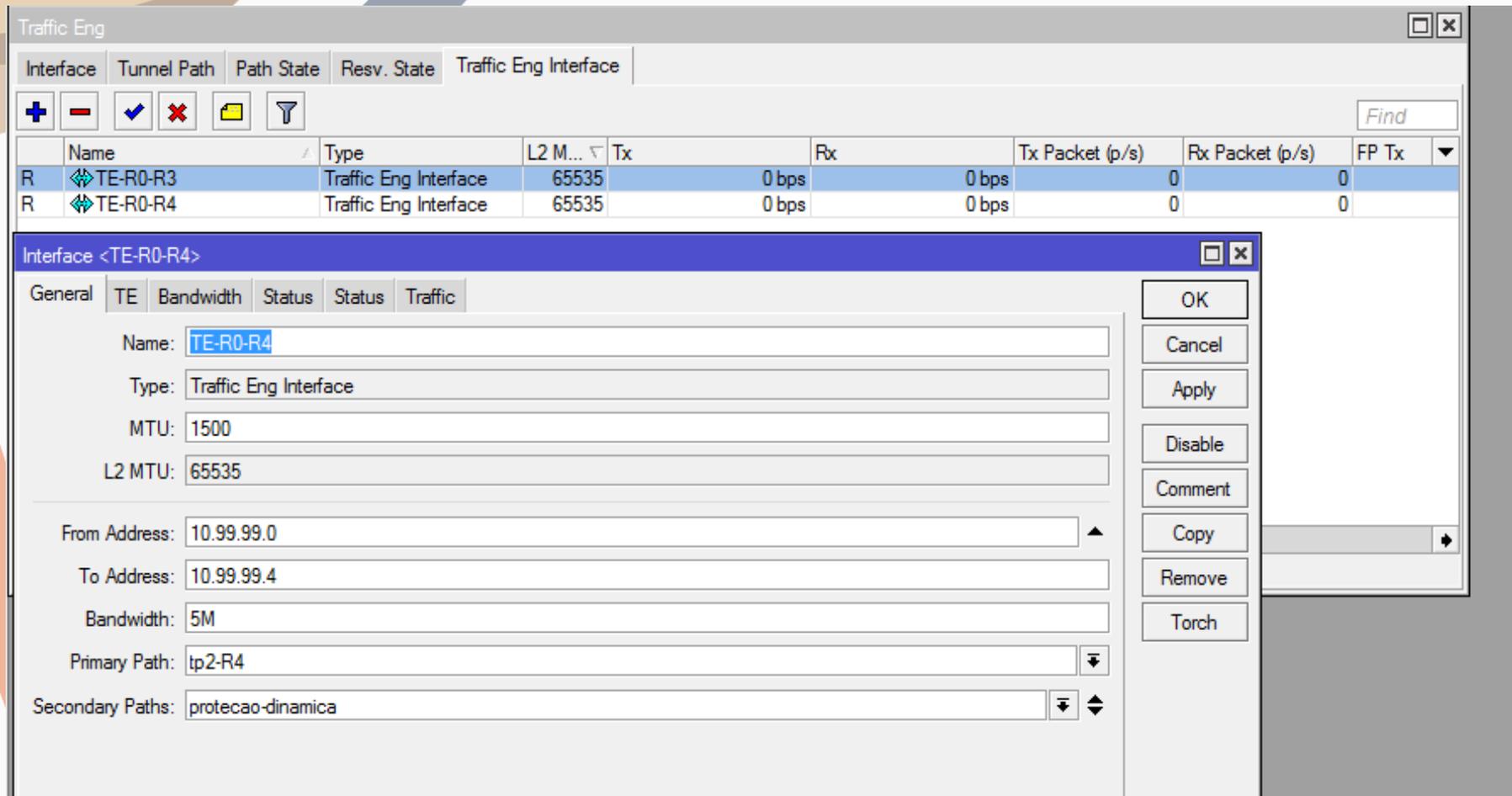
+ - ✓ ✗ ⏏ MPLS Settings LDP Settings

| 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 | |

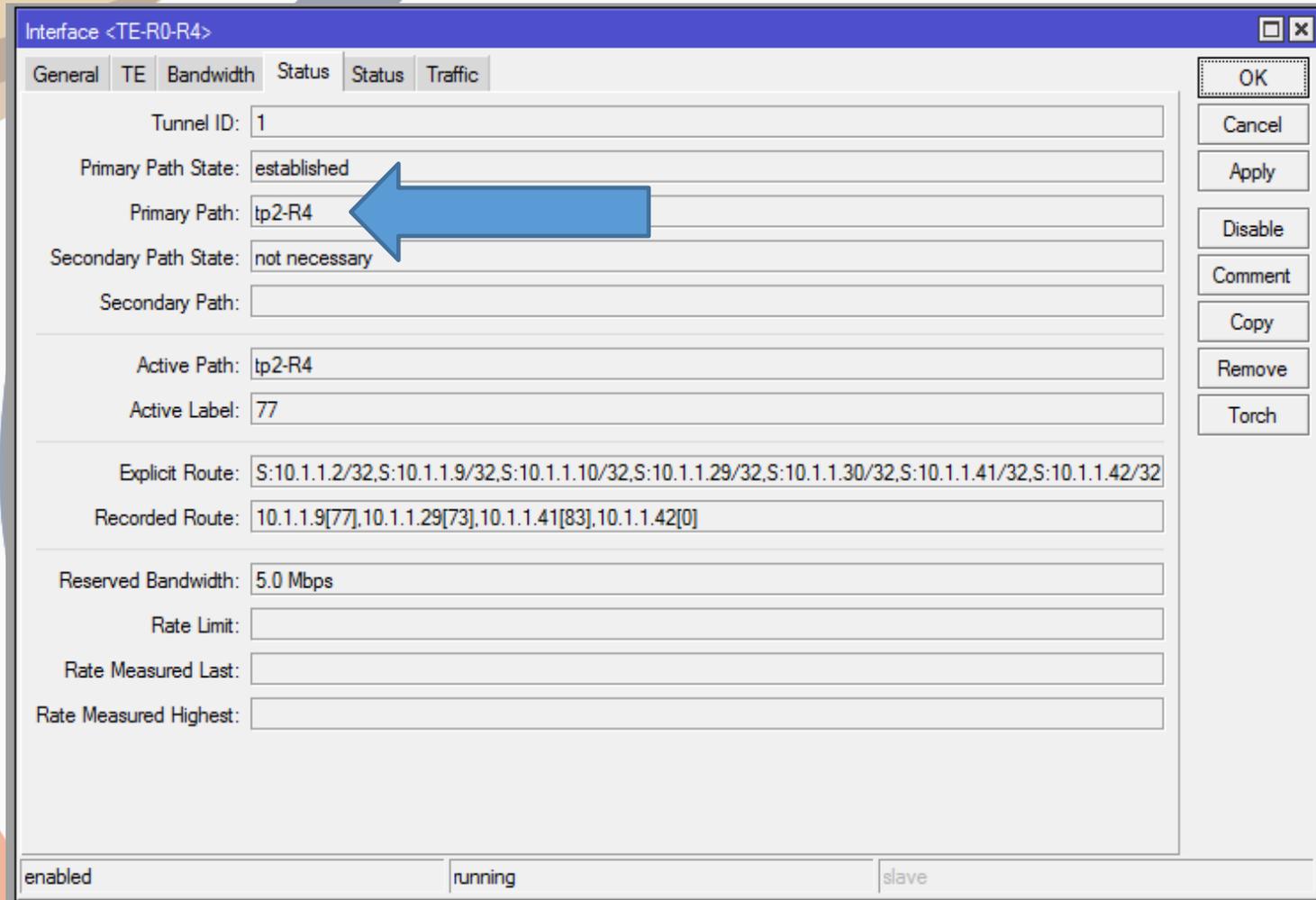
Below the table, the 'Interface <TE-R0-R4>' configuration window is open, showing the following settings:

- 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:

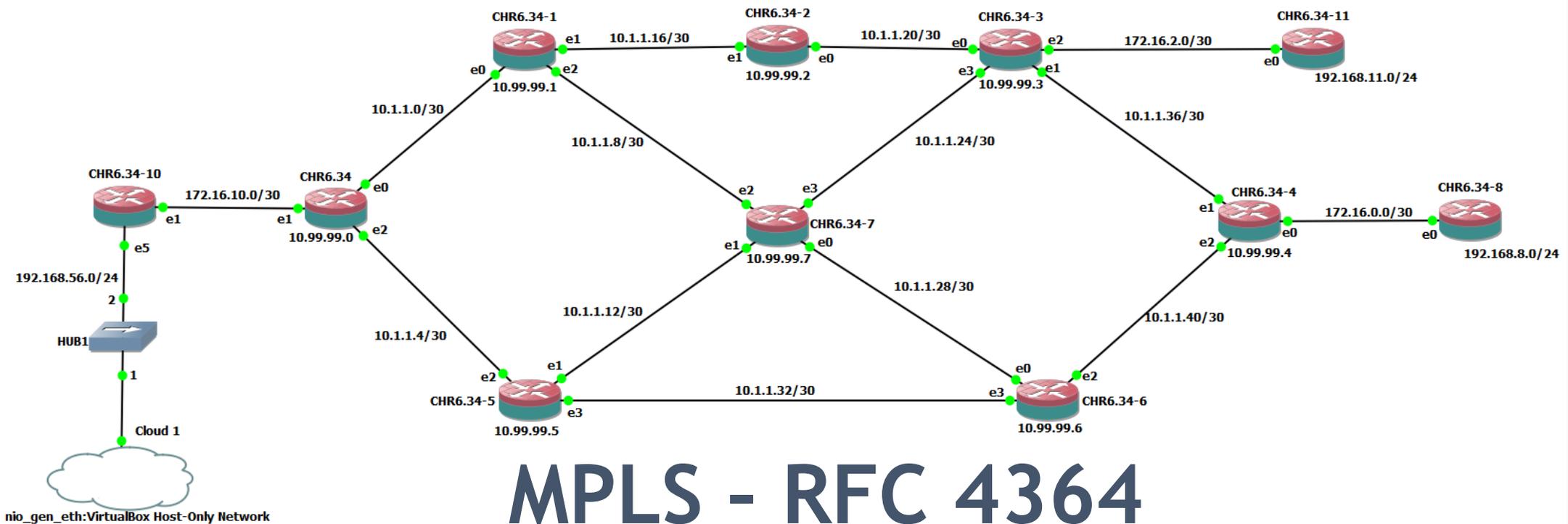
Rate Measured Last:

Rate Measured Highest:

OK
Cancel
Apply
Disable
Comment
Copy
Remove
Torch

enabled running slave

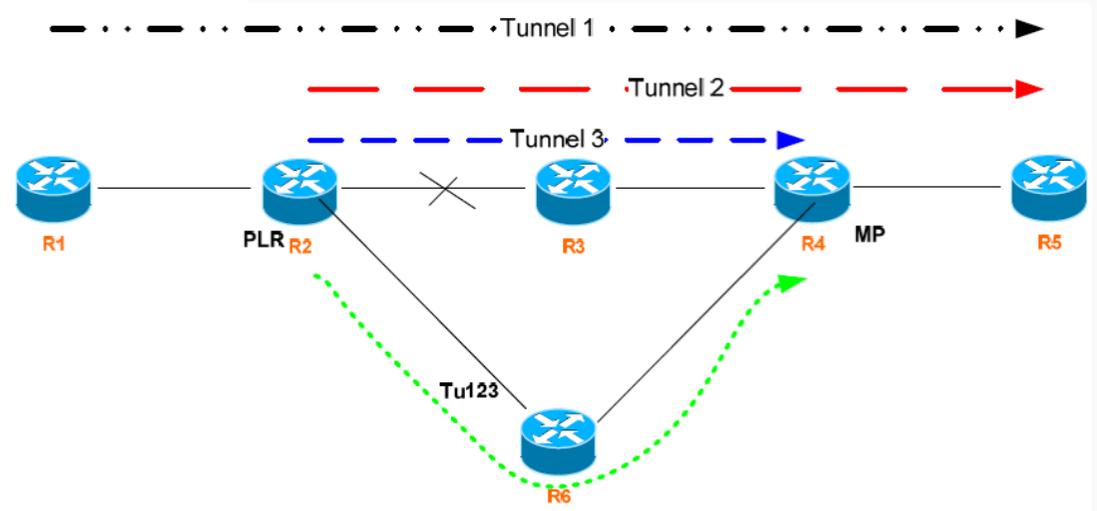
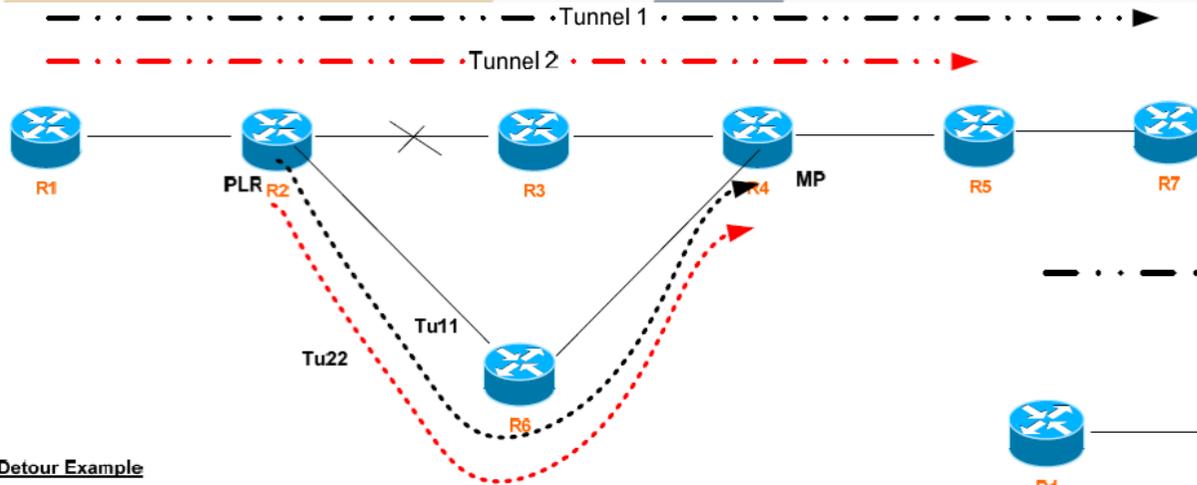
Exemplo 100% Mikrotik



MPLS - RFC 4364

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

MPLS-TE. Possibilidades?

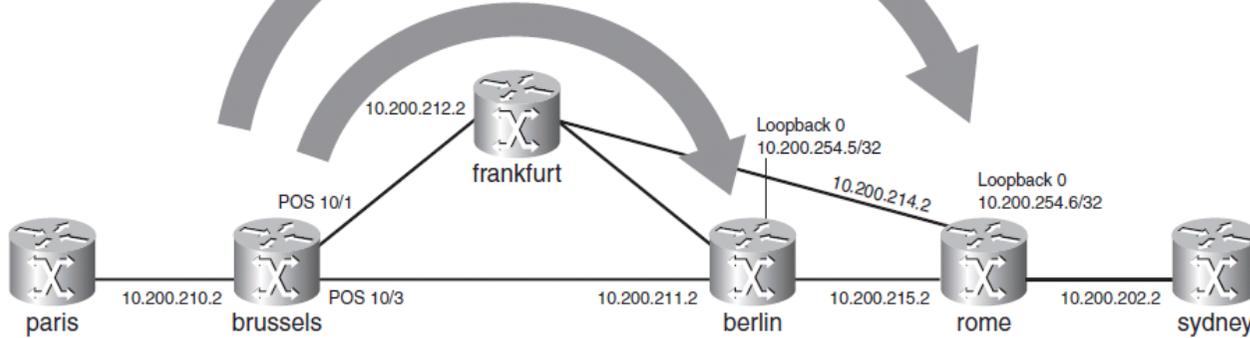


Detour Example

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>