

# Intserv, Diffserv, MPLS TE e Roteamento por Segmentos

## Redes WAN de Banda Larga

Amaury Krueel Budri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CECS  
UFABC

Redes WAN de Banda Larga

# Sumário - Tec4intro.mp3

- 1 **Introdução**
  - Fundamentos
  - Classificação
- 2 **Intserv**
  - Introdução
  - RSVP
- 3 **Diffserv**
  - Introdução
  - PHB
- 4 **MPLS-TE**
  - Introdução
  - Mecanismos
- 5 **Roteamento por Segmentos**

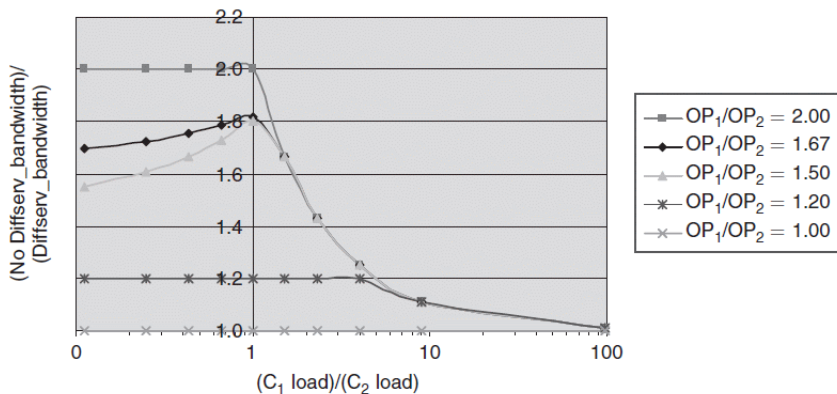
# Difserv no Backbone - Tec4why.mp3

## Usar Difserv?

- No backbone tem-se agregados de tráfego.
- Qual o ganho em se utilizar o Difserv?
- Estudo de caso:
  - Classe 1 mais prioritária que Classe 2
  - Necessidade de Over-provisioning
  - $OP = \text{Banda Efetiva} / \text{Banda Média}$
  - Banda sem Difserv:  $\text{MAX}(OP1, OP2) * (C1 + C2)$
  - Banda com Diffserv:  $\text{MAX}((C1 * OP1), (C1 + (C2 * OP2)))$

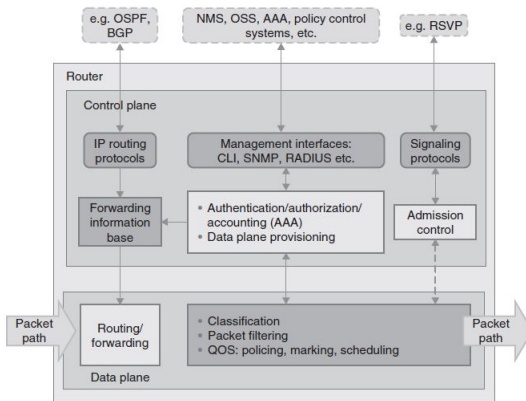
# Difserv no Backbone?

## Difserv x Over-provisioned ( $c1=EF, c2=AF$ )



## Planos - Tec4planos.mp3

# QOS nos Planos de Dados e Controle



## Mecanismos - Tec4mec.mp3

### Mecanismos do Plano de Dados

- Classificação: associação a uma classe de serviço.
- Marcação: atribuição dos campos de QOS dos pacotes.
- Policiamento e shaping: garantia dos limites de taxa.
- Priorização: prioridade dos tráfegos sensíveis a atraso.
- Garantia de taxa mínima.

### Mecanismos do Plano de Controle

- Intserv: reserva de recursos e controle de admissão.
- MPLS-TE: usa Intserv para túnel MPLS.
- Diffserv: Controle de admissão.

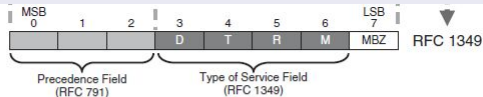
# Classificação - Tec4class.mp3

## Classificação e Marcação

- Critérios de Classificação
  - Endereço de origem e destino, porta e tipo de protocolo (outros critérios são possíveis).
  - Fragmentação, criptografia e tunelamento podem tornar inviável.
- Campos de Marcação
  - IPV4 - TOS/DS (8bits)
  - IPV6 - Traffic Class/DS (8bits) + Flow Label (20bits)
  - MPLS - EXP (3bits)

# TOS - Tec4tos.mp3

## Type of Service



Binary	Decimal	Name
111	7	Network Control
110	6	Internet work Control
101	5	Critical and Emergency Call Processing (ECP)
100	4	Flash Override
011	3	Flash
010	2	Immediate
001	1	Priority
000	0	Routine

Bit	Meaning
3	Minimize Delay (D)
4	Maximize Throughput (T)
5	Maximize Reliability (R)
6	Minimize Monetary Cost (M)

# DS - Tec4ds.mp3

## Campo DS



Codepoint	DSCP
Default/CS0	000000
EF PHB	101110
CS1	001000
CS2	010000
CS3	011000
CS4	100000
CS5	101000
CS6	110000
CS7	111000
AF PHB Group	
Drop Precedence	
AF Class	Low (AFx1)    Medium (AFx2)    High (AFx3)
AF1x	AF11 = 001001    AF12 = 001010    AF13 = 001011
AF2x	AF21 = 010001    AF22 = 010010    AF23 = 010011
AF3x	AF31 = 011001    AF32 = 011010    AF33 = 011011
AF4x	AF41 = 100001    AF42 = 100010    AF43 = 100011

ECN Field	Meaning
0 0	Not ECT
0 1	ECT(0): not defined in [RFC 2481]
1 0	ECT(1)
1 1	CE

## DSCP - Tec4dscp.mp3

### DSCP

- 7 Permanece igual (manutenção de atividade na camada de link e no Routing Protocol)
- 6 Permanece igual (usado em protocolos de IP Routing)
- 5 EF (Express Forwarding)
- 4 Classe 4
- 3 Classe 3
- 2 Classe 2
- 1 Classe 1
- 0 O melhor esforço

## ECN - Tec4ecn.mp3

# Explicit Congestion Notification (ECN)

- Permite o TCP determinar se há congestionamento de fato
- ECT indica que está em uso mecanismo de controle de congestionamento (RED-WED-TAIL DROP)
- CE indica que pacote foi marcado para eliminação
- Not ECT - Not ECN-capable
- ECT 0 - ECN-capable
- ECT 1 - ECN-capable
- CE - Congestion experienced

## Policiamento de Tráfego - Tec4pol.mp3

### Mecanismos de Policiamento

- Simples/Taxa única: Token Bucket
- Três cores/Taxa única: Dois Token Buckets, mesma taxa
- Três cores/Duas Taxas: Dois Token Buckets, duas taxas
- Pacotes podem ser excluídos ou marcados.
  - Tail Drop - Limite da fila
  - Weighted Tail Drop - Limites diferentes
  - Random Early Detection (RED) - Exclui pacotes aleatoriamente em função do tamanho médio da fila.
  - Weighted Random Early Detection (WRED) - Várias políticas de exclusão

## Filas - Tec4filas.mp3

### Disciplinas de Filas/Shaping

- FIFO/FCFS - Ordem de chegada.
- Filas com prioridade - Tráfego prioritário é servido antes.
- Weighted Round Robin - O agendamento de pacotes é proporcionalmente ao peso.
- Weighted Fair Queuing - O agendamento leva em consideração o tamanho dos pacotes.
- Deficit Round Robin - O agendamento leva em conta a taxa passada.

# Intserv - Tec4intserv.mp3

## Princípio do Intserv

- Reserva de recursos no caminho de um fluxo.
  - Alocação determinística (PCR)
  - Alocação estatística (entre PCR e SCR)
- Cada fluxo é associado a uma classe de serviço
- É um protocolo nativo IP
- É adaptativo (atualizado periodicamente)
- Unicast ou multicast

# Filosofia - Tec4intcs.mp3

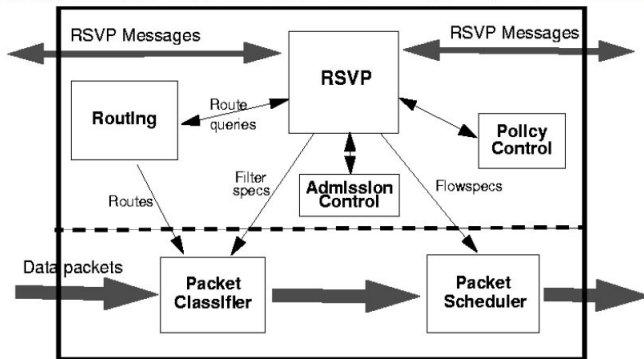
## Classes de Serviço

- Serviço Garantido
  - Atraso fixo.
  - Tráfego real time com prioridade.
  - Pacotes adiantados esperam no buffer.
- Serviço de carga controlada
  - Atraso probabilístico.
  - Dá a ilusão de reserva de recursos.
  - Baseado em disciplinas de filas e controle de admissão.
- Best effort service
  - Utiliza a capacidade disponível

# Modelo - Tec4intmodeko.mp3

## Modelo Intserv

**Setup, routing, background control** (on end systems, impl. on user-level)



**Traffic control** (on end systems, impl. in the OS kernel)

# Componentes - Tec4intcomp.mp3

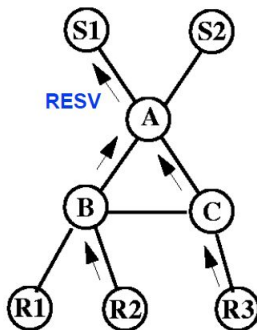
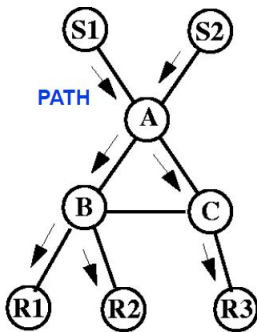
## Componentes do Sistema

- Reserva de recursos - RSVP
- Controle de admissão
- Policiamento
- Classificação de pacotes
- Agendamento de pacotes

# RSVP-PATH/RESV - Tec4intrsvp.mp3

## Mecanismo de Reserva

PATH and RESV messages:



# Parâmetros - Tec4intrsvppar.mp3

## Parâmetros RSVP

- RSpec - Requisito de QOS
  - atraso
- TSpec - Características de tráfego
  - Taxa média
  - Fator de pico

# Problemas - Tec4introprob.mp3

## Pontos Fracos

- Escalabilidade.
  - Um sistema 2,5Gbps  $\Rightarrow (2.5 * 10^9)/(64 * 10^3) = 39000$  fluxos de 64kbps
  - Número de fluxos proibitivo nas grandes redes
- Complexidade: protocolo de reserva complicado, uso de memória e capacidade de processamento.
  - Interoperabilidade: QOS fim a fim.
- Implementação
  - todos nós da rede precisam implementar o protocolo

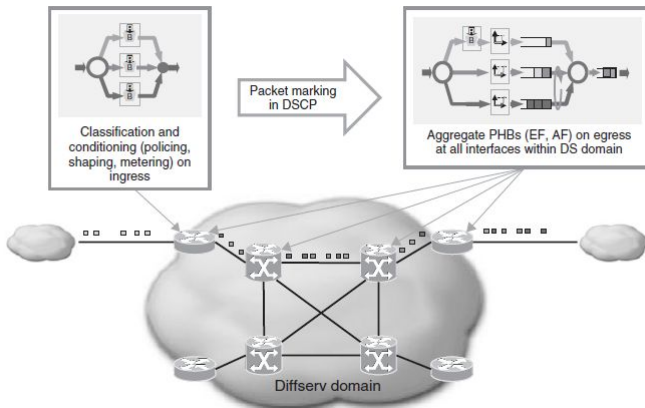
# Diffserv - Tec4diffserv.mp3

## Características Fundamentais

- Mais simples que Intserv.
- Mais leve e escalável.
- Agregação do tráfego em classes de prioridades.
- Foco nos agregados, não nos fluxos.
- Especificação inicial simples.

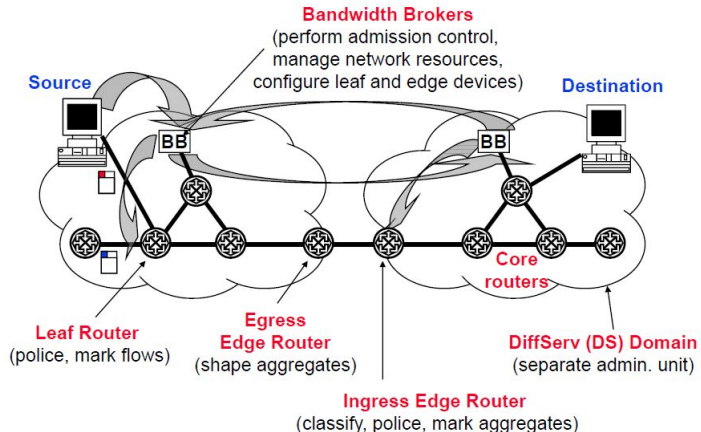
# Arquitetura - Tec4difarq.mp3

## Arquitetura Diffserv



# Modelo - Tec4difmodelo.mp3

## Modelo Diffserv



## SLA e BB - Tec4difbb.mp3

### Service Level Agreement

- Negociador de Banda (Bandwidth Broker - BB)]
  - Aceita o SLA.
  - Aloca os recursos no domínio.
  - Solicita alocação para os BB adjacentes (RSVP).
  - Configura o PHB (prioridade) nos equipamentos do domínio

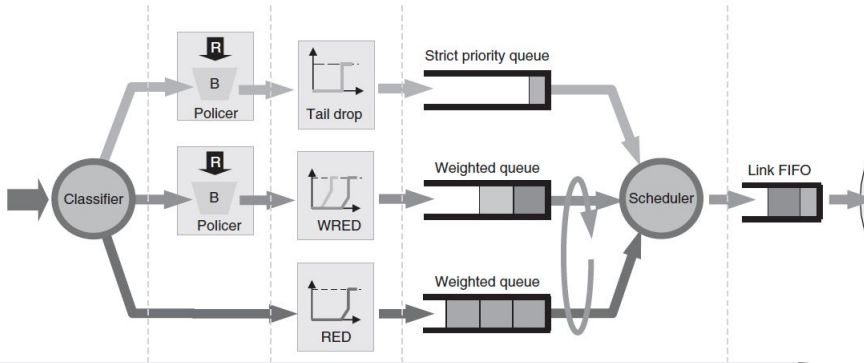
# SLA e SLS - Tec4difs1s.mp3

## Service Level Agreement

- SLA Service Level Agreement (papelático)
  - Especifica as classes de serviço.
  - Banda necessária.
  - SLS
  - Estático ou dinâmico.
- SLS Service level specification (informático)
  - Detalhes de QOS
  - Traffic Conditioning Agreements/Specs. (TCA/TCS)

# PHB - Tec4difphb.mp3

## Per-Hop Behaviour



# Intserv x Diffserv - Tec4intxdiff.mp3

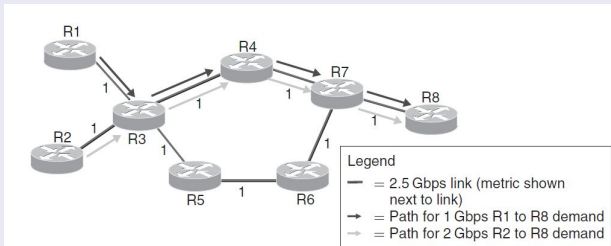
## Comparação de Características

	Intserv	Diffserv
Coordenação	end-to-end	per-hop
Diferenciação	caminho	qualquer pto
Escalabilidade	No de Fluxos	No de Classes
Alocação de Banda	Fluxo e QOS	Classe
Gerência	Rede Comutada	Rede IP
Negociação de SLA	Multilateral	Bilateral

# Traffic Engineering TE - Tec4te.mp3

## IP TE

- Interior gateway protocol (IGP) como OSPF levam em conta métricas simples e aditivas. Não leva em conta a banda disponível nos enlaces.



## Estado do Enlace - Tec4telink.mp3

### Parâmetros de um Enlace

- Interface address - Endereço IP do enlace
- Neighbor address - Endereço IP da outra ponta
- Maximum link bandwidth - Capacidade efetiva do enlace (saída)
- Reservable link bandwidth - Máxima banda disponível que pode ser reservada (saida)
- Unreserved bandwidth - Banda de saída disponível para cada uma das 8 prioridades.
- TE metric - Métrica associada ao enlace para TE
- Administrative group - Classificação do Enlace

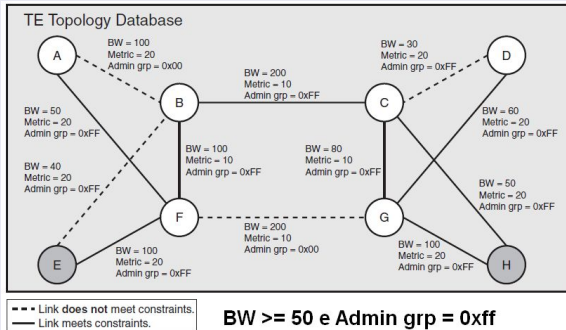
# MPLS TE - Tec4temec.mp3

## Mecanismos TE

- Distribuição de Informação de Enlaces
  - OSPF-TE e IS-IS-TE (flooding)
  - Conceito de áreas (múltiplos SA)
- Cálculo de Caminhos
  - Constraint-based, shortest path first (CSPF).
  - Leva em conta a capacidade dos enlaces.
- Sinalização LSP
  - Cria os caminhos e labels associados
- Seleção de tráfego
  - Encaminha o tráfego na origem para o LSP adequado

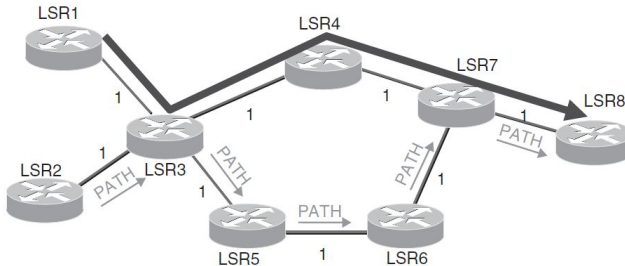
# CSPF - Tec4tecspf.mp3

## Cálculo de Caminho pelo CSPF



# RSVP-TE PATH - Tec4tepath.mp3

## Mensagem Path

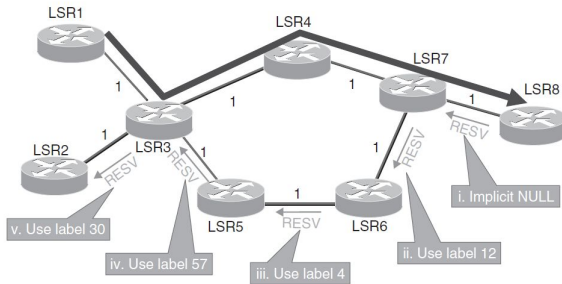


### Legend

- = 2.5 Gbps link (metric shown next to link)
- ➡ = 1 Gbps tunnel from LSR1 to LSR8

# RSVP-TE RESV - Tec4teresv.mp3

## Mensagem RESV



### Legend

— = 2.5 Gbps link (metric shown next to link)

➔ = 1 Gbps tunnel from LSR1 to LSR8

RESV = Resv message and advertised label

iii. Use label 4

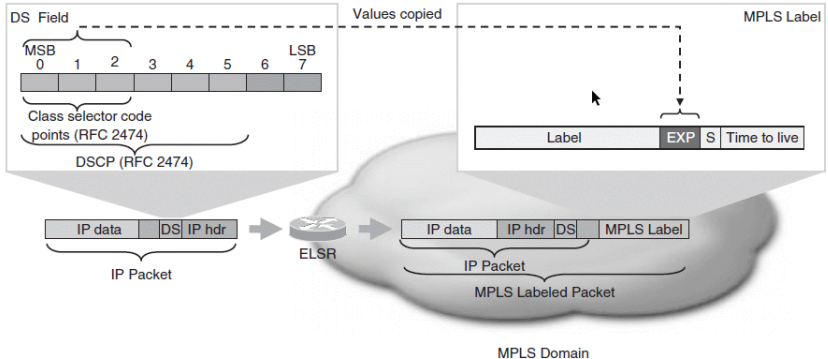
# DS TE - Tec4tediff.mp3

## Diffserv TE

- 8 classes de serviço - Class-Type (CT0-CT7)
- 8 níveis de prioridade
- Classe TE = CT + Prioridade
- CLASSTYPE RSVP object: Indica CT associada ao LSP
- Bandwidth constraints (BC): regras de alocação de banda para cada CT

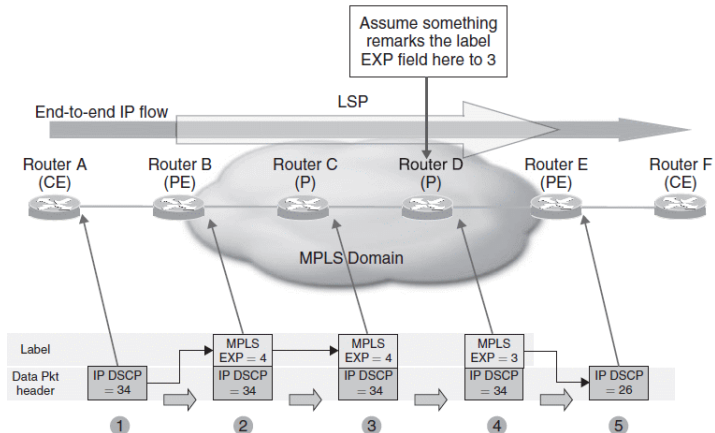
# DSCP x EXP - Tec4teexp.mp3

## DSCP x EXP



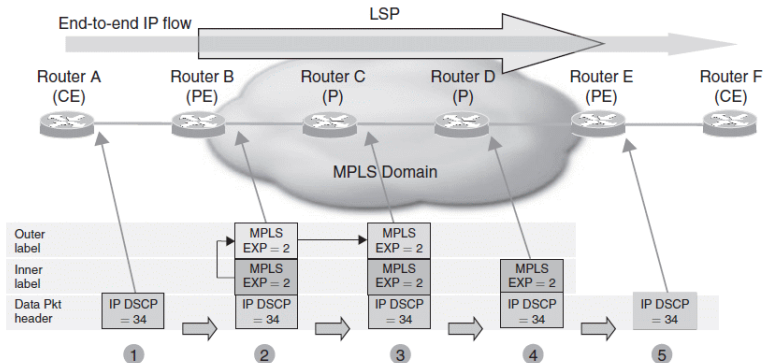
# Túnel MPLS Uniforme - Tec4tetun.mp3

## Túnel MPLS Uniforme



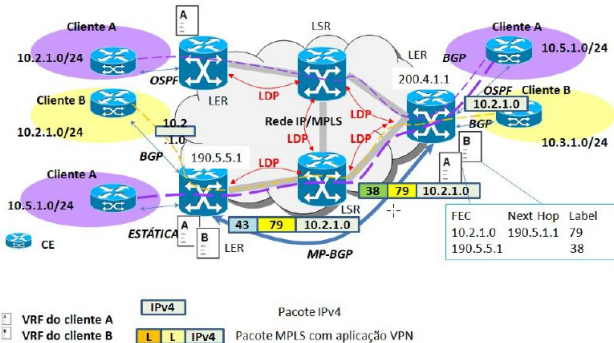
# Pipe MPLS - Tec4tetpipe.mp3

## Pipe MPLS



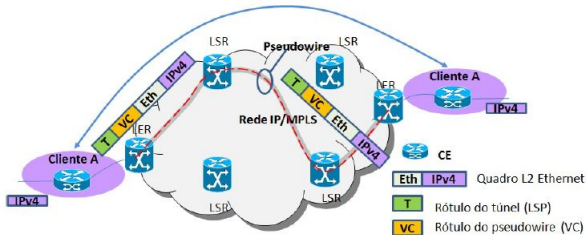
# VPN L3 - Tec4tevpn3.mp3 I

## VPN L3



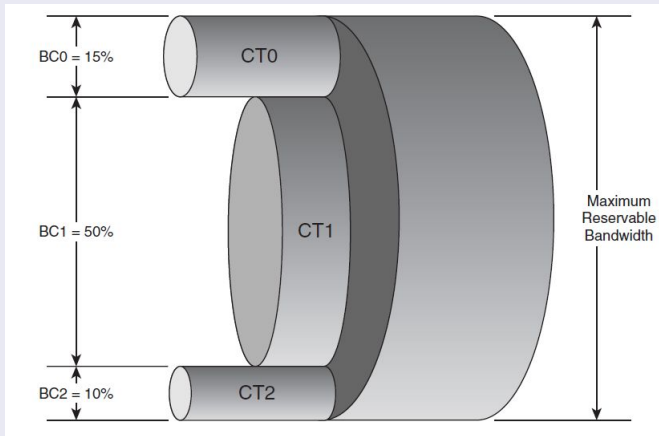
# VPN L2 - Tec4tevpn2.mp3 I

## VPN L2



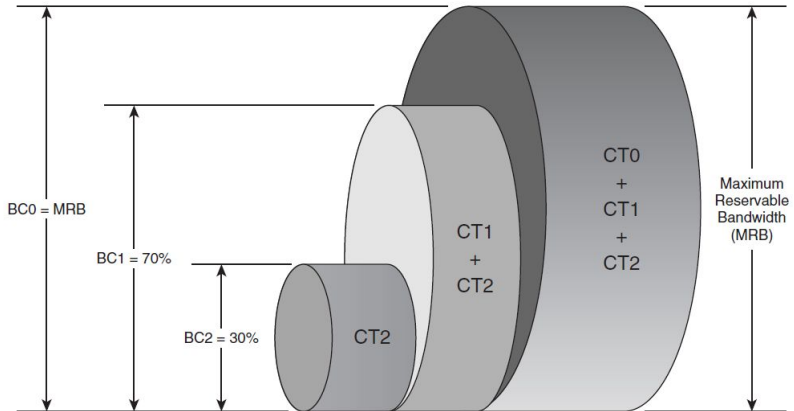
# MAM - Tec4temam.mp3

## Maximum Allocation Model



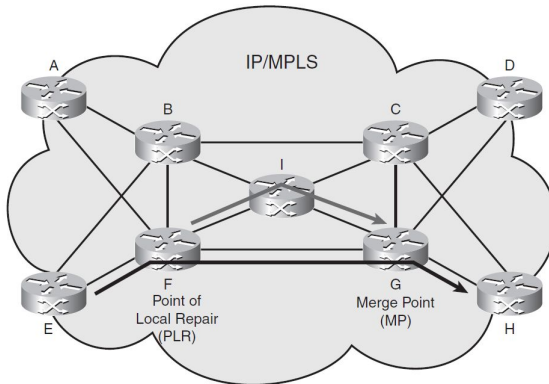
## RDM - Tec4terdm.mp3

### Russian Dolls Model



FRR - Tec4tefrr.mp3

## Fast Reroute - one-to-one backup (Enlace e Nó) - RSVP



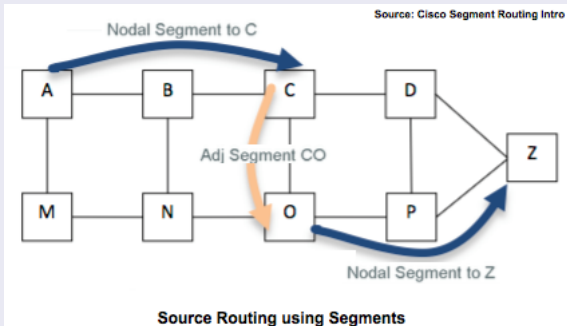
## Roteamento por Segmentos - Tec4sr.mp3

### Roteamento por Segmentos - SR

- Substitui MPLS TE
- Independente do LDP (Label Distribution Protocol) ou RSVP
- Utiliza SDN
- Segmento é um caminho criado entre dois nós
- Na origem, o roteador determina a sequência de segmentos (pilha de labels ou extensão do cabeçalho IPV6)
- SID (Segment Routing Identifier) = Label MPLS.

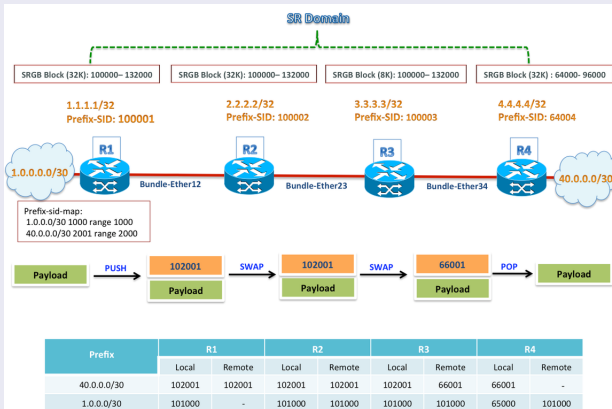
# Segmentos - Tec4seseg.mp3

## Segmentos



# Segmentos - Tec4seex.mp3

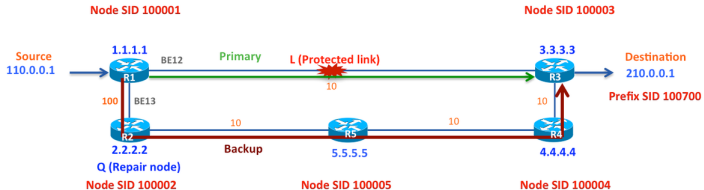
## Segmentos



# FRR Link - Tec4sefrrlink.mp3

## FRR Link

The repair node is a direct neighbor

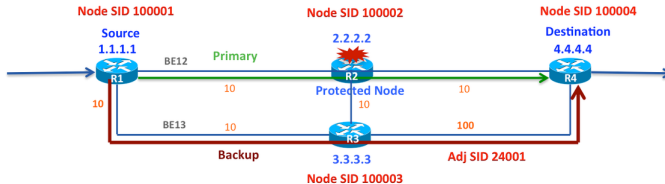


Primary/Backup	Path	Label Stack
Primary	R1→R3	100700
Backup	R1->R2-R5->R4->R3	100700

# FRR Node - Tec4sefrrnode.mp3

## FRR Node

### Node Protection



Primary/Backup	Path	Label Stack
Primary	R1→R2→R4	100700
Backup	R1→R3→R4	24001

## Vantagens SR - Tec4sevant.mp3

### Vantagens SR

- Simplifica Roteamento e FRR (IGP+LDP+RSVP x IGP)
- Redução do controle de estados das Rotas (Capacidade)
- Permite ECMP (Equal-cost multi-path routing)
- Melhor aproveitamento da capacidade da rede
- Pronto para SDN