

Laboratório Virtual de Ensino de Técnicas de Redes de Alta Velocidade à Distância

Rafael Timóteo de Sousa Júnior - desousa@unb.br

Alexandre Carlos Vilarinho de Oliveira - alexandre@redes.unb.br

Regina Tsujiguchi - Regina.Tsujiguchi@stj.gov.br

Vinicius Maia Pacheco - Vinicius.Pacheco@stj.gov.br

Cláudia Jacy Barenco Abbas - barenco@redes.unb.br

Ricardo Staciarini Puttini - puttini@unb.br

Universidade de Brasília - UnB

Departamento de Engenharia Elétrica - ENE

Laboratório de Engenharia de Redes de Comunicação - LabRedes

REMAV Infovia de Brasília

Contexto do Projeto

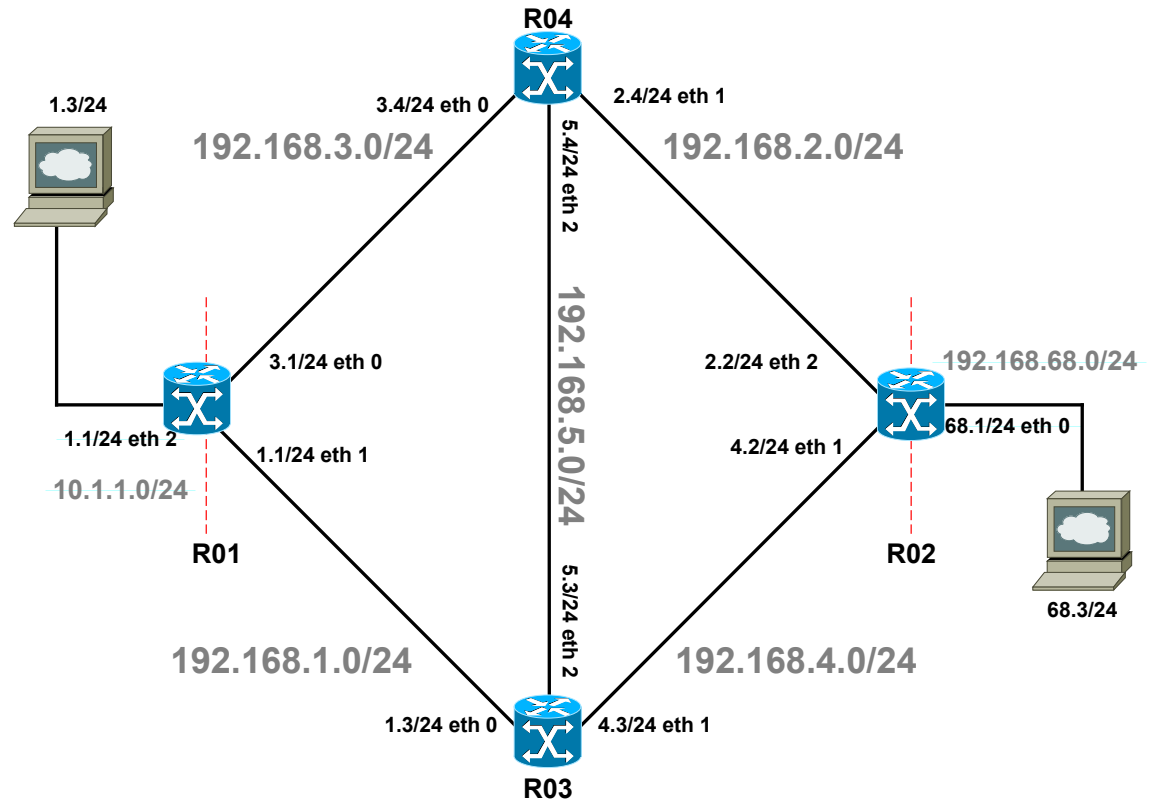
- Engenharia de Redes na UnB
- Curso de Graduação desde 1996
- Mestrado desde 1998 (7 dissertações concluídas)
- Doutorado desde 2002
- Laboratório de Engenharia de Redes - LabRedes: principal nodo da REMAV Infovia de Brasília

Projetos Correlacionados

- Videoteca/Biblioteca Digital
- Visualização de Pragas Quarentenárias
- Educação Colaborativa via Redes de Comunicação: protótipos WebQuest e CampusVirtual
- Laboratórios Virtuais: roteamento, computação paralela
- Agentes de software, balanceamento de carga, armazenamento distribuído, busca em ambiente multimídia distribuído

Infra-estrutura do Laboratório

- Backbone
4 nodos
Pentium
- Linux
Red Hat 7.2
(Kernel
4.2.19)
- 2 estações
clientes



Aplicativos Utilizados

- Zebra: roteamento OSPF
- RSVPD: distribuição de rótulos
- Ds_config: criação de filas DiffServ
- Rtest2: início da formação do túnel (PATH)
- Rapirecv_auto: envio da mensagem RESV

Aplicativos Utilizados

- Tunnel: mapeamento do tráfego em túneis
- MGEN: geração de tráfego UDP
- Gnuplot e TRPR: gerar gráficos
- Ethereal: analisador de Protocolos
- NetMeeting: videoconferência

Experimentos

- DiffServ sobre MPLS: 2 formas de mapeamento
 - L-LSP: PHB é definido pelo rótulo
 - E-LSP: PHB é definido pelo campo EXP do cabeçalho MPLS (shim header)

PHB	EXP	DSCP	TOS
BE	0	0x00	0x00
EF	1	0x2e	0xb8
AF11	2	0x0a	0x28
AF12	3	0x0c	0x30
AF21	4	0x12	0x48
AF22	5	0x14	0x50
AF31	6	0x1a	0x68
AF32	7	0x1c	0x70

Experimentos

- Verificação do cabeçalho MPLS: criação do LSP 108 e mapeamento do tráfego icmp

```
[root@R02 tunnel]# ./tunnel -m -p icmp -d 10.1.1.0/24 -l 108/6
[root@R02 tunnel]# ping 10.1.1.1
PING 10.1.1.1 (10.1.1.1) from 192.168.4.2 : 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.1.1.1: icmp_seq=0 ttl=63 time=925 usec
...
--- 10.1.1.1 ping statistics ---
16 packets transmitted, 16 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/mdev = 0.718/0.752/0.925/0.051 ms

[root@R02 tunnel]# ./tunnel -L -c
```

LSPID	Destination (type label/ phb/ viface)	Packets	Bytes
E 108	10.1.1.1 (gen 31000/ BE/ T31000eth1)	0	0
E 108	10.1.1.1 (gen 31000/ BE/ T31000eth1/6)	16	1344
	Destination DSCP Proto Packets Bytes	Packets	Bytes
\->	10.1.1.0/24 BE icmp 16 1344	0	0

Experimentos

```
[root@R02 rsvpd]# ./ds_config -s eth1 AF3
```

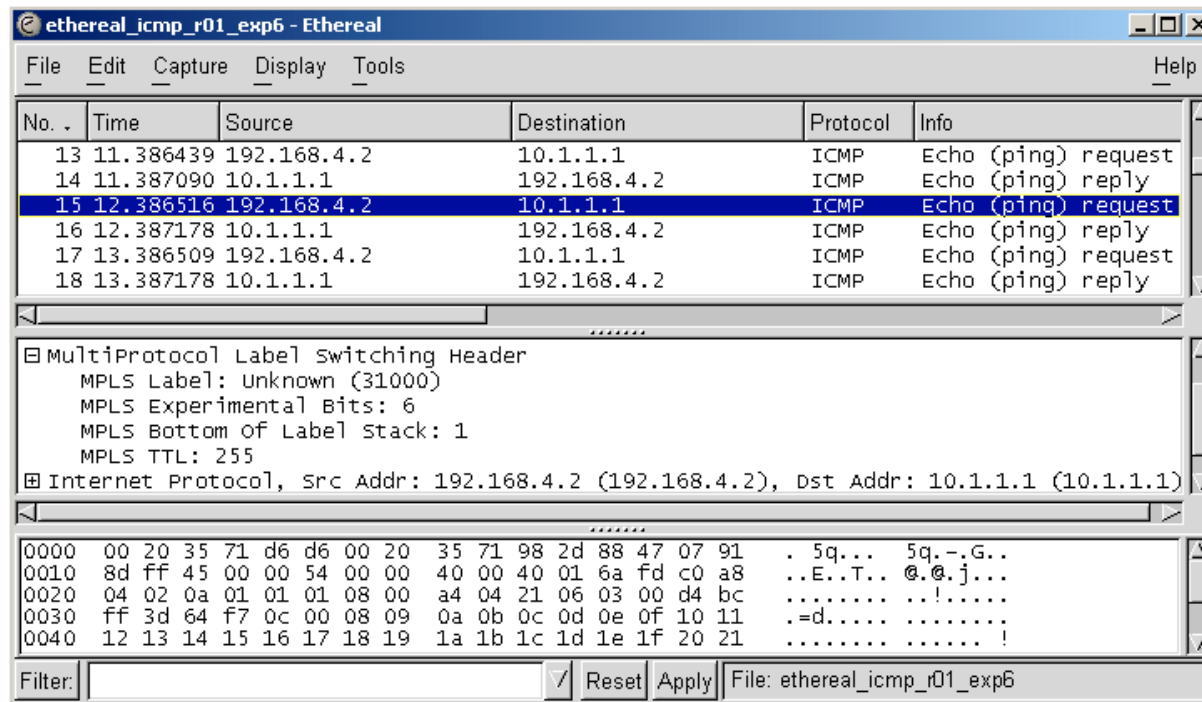
```
AF3 statistics on interface eth1
```

```
qdisc gred 7:
```

```
DP:1 (prio 2) Average Queue 0b Measured Queue 0b
```

```
Packet drops: 0 (forced 0 early 0)
```

```
Packet totals: 16 (bytes 1344) ewma 4 Plog 19 Scell_log 10
```



The screenshot shows the Wireshark interface with a packet capture of ICMP ping traffic. The packet list pane shows several ping requests and replies. The selected packet (No. 15) is an ICMP Echo (ping) request from 192.168.4.2 to 10.1.1.1. The packet details pane shows the MultiProtocol Label Switching Header and the Internet Protocol header. The packet bytes pane shows the raw data of the ICMP request.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
13	11.386439	192.168.4.2	10.1.1.1	ICMP	Echo (ping) request
14	11.387090	10.1.1.1	192.168.4.2	ICMP	Echo (ping) reply
15	12.386516	192.168.4.2	10.1.1.1	ICMP	Echo (ping) request
16	12.387178	10.1.1.1	192.168.4.2	ICMP	Echo (ping) reply
17	13.386509	192.168.4.2	10.1.1.1	ICMP	Echo (ping) request
18	13.387178	10.1.1.1	192.168.4.2	ICMP	Echo (ping) reply

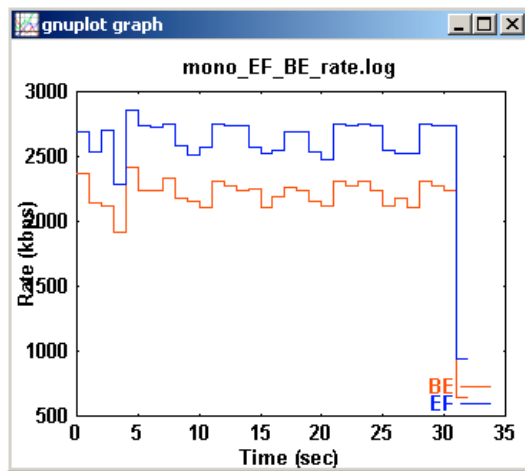
MultiProtocol Label Switching Header
MPLS Label: Unknown (31000)
MPLS Experimental Bits: 6
MPLS Bottom Of Label Stack: 1
MPLS TTL: 255

Internet Protocol, Src Addr: 192.168.4.2 (192.168.4.2), Dst Addr: 10.1.1.1 (10.1.1.1)

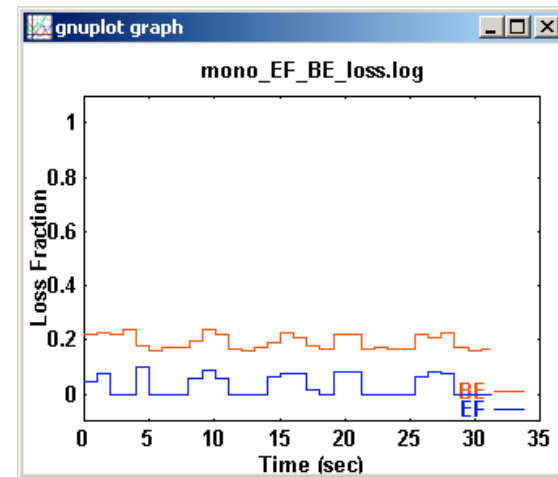
0000 00 20 35 71 d6 d6 00 20 35 71 98 2d 88 47 07 91 . 5q... 5q.-.G..
0010 8d ff 45 00 00 54 00 00 40 00 40 01 6a fd c0 a8 ..E..T.. @.@.j...
0020 04 02 0a 01 01 01 08 00 a4 04 21 06 03 00 d4 bc !.....
0030 ff 3d 64 f7 0c 00 08 09 0a 0b 0c 0d 0e 0f 10 11 .=d.....
0040 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 !

Experimentos

- Comparação entre fluxos de tráfegos mapeados nos PHBs: EF e BE



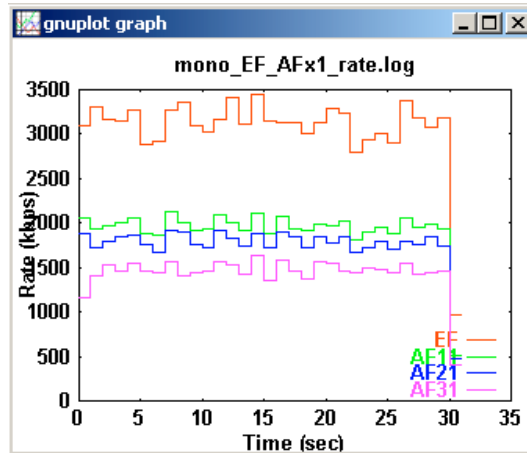
Taxa x Tempo



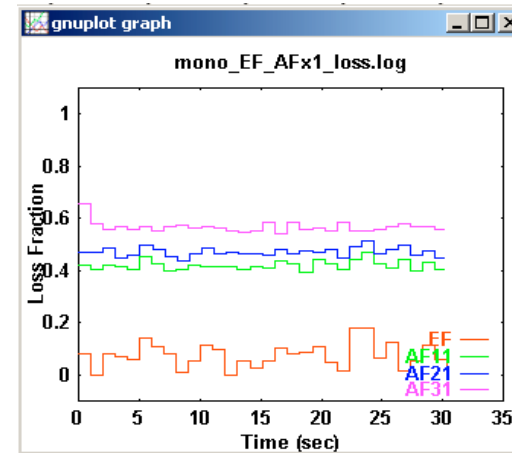
Descarte x Tempo

Experimentos

- Comparação entre fluxos de tráfegos mapeados nos PHBs: EF, AF11, AF21 e AF31



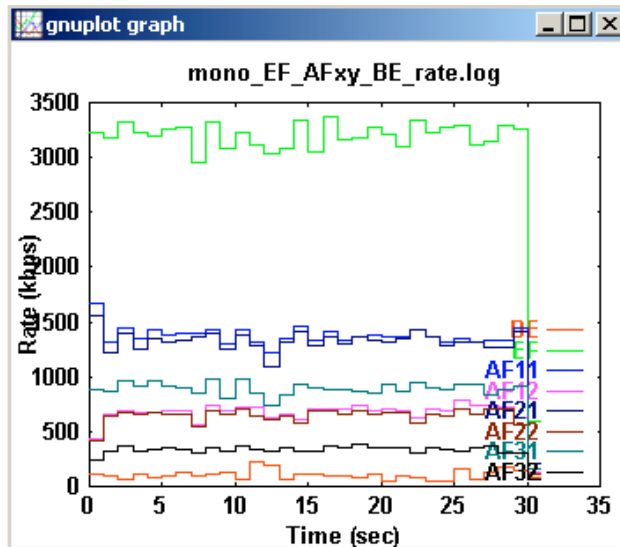
Taxa x Tempo



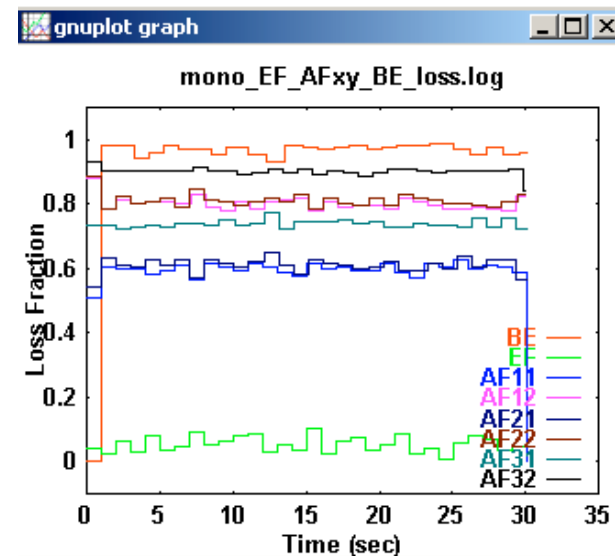
Descarte x Tempo

Experimentos

- Comparação entre fluxos de tráfegos mapeados nos PHBs: EF, AF11, AF12, AF21, AF22, AF31, AF32 e BE



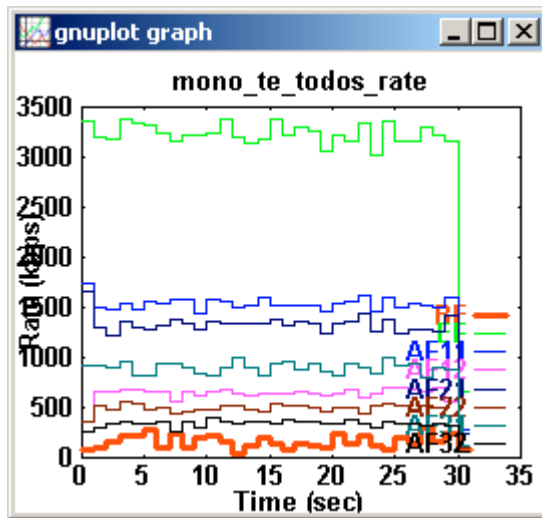
Taxa x Tempo



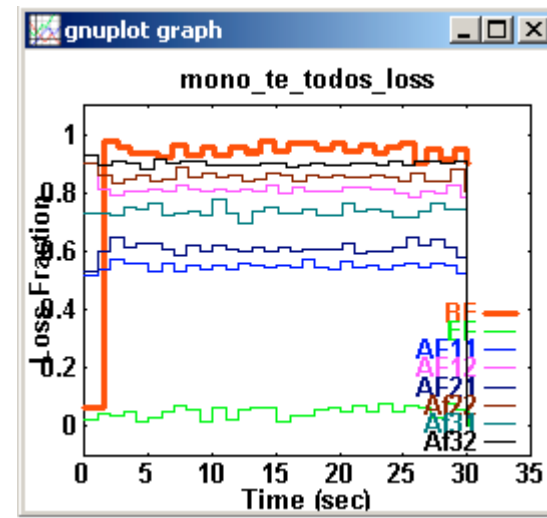
Descarte x Tempo

Experimentos

- Engenharia de Tráfego: criação do LSP 108 e mapeamento do tráfego UDP nos PHBs: EF, AF11, AF12, AF21, AF22, AF31, AF32 e BE



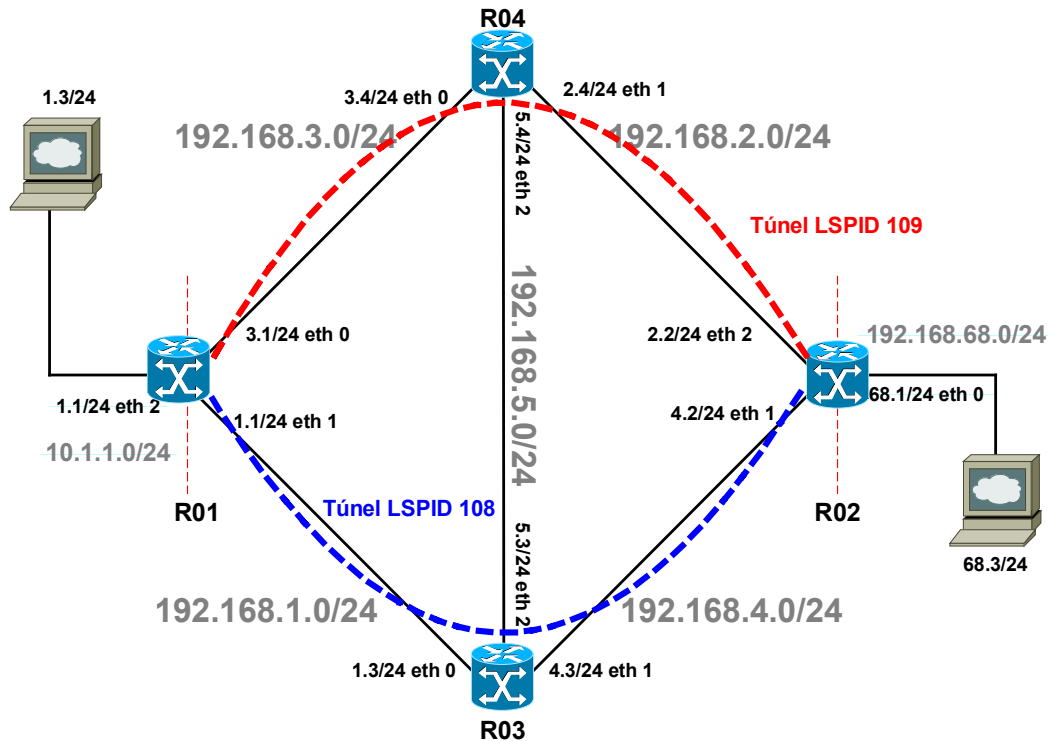
Taxa x Tempo



Descarte x Tempo

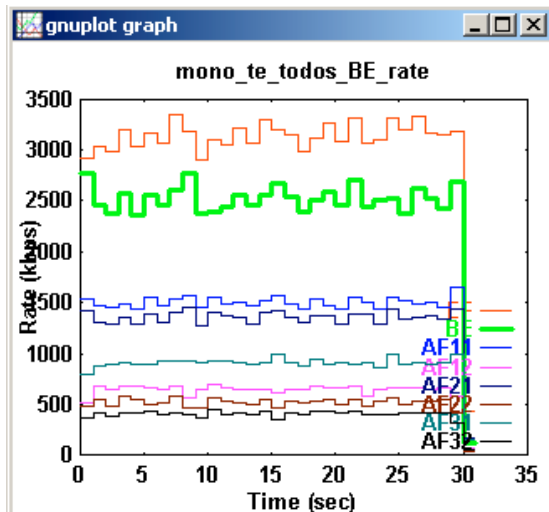
Experimentos

- Criação de um túnel alternativo

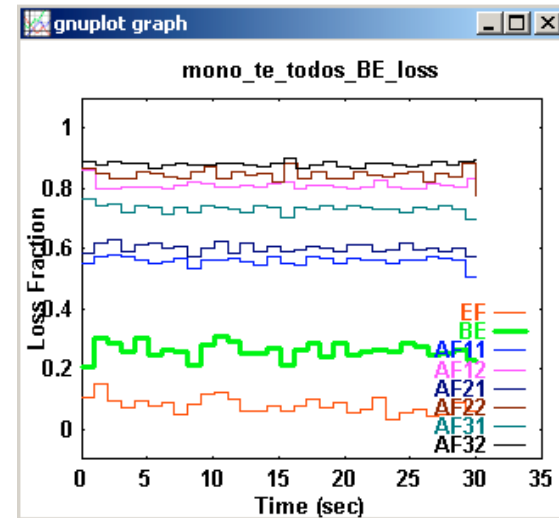


Experimentos

- Criação de um túnel alternativo



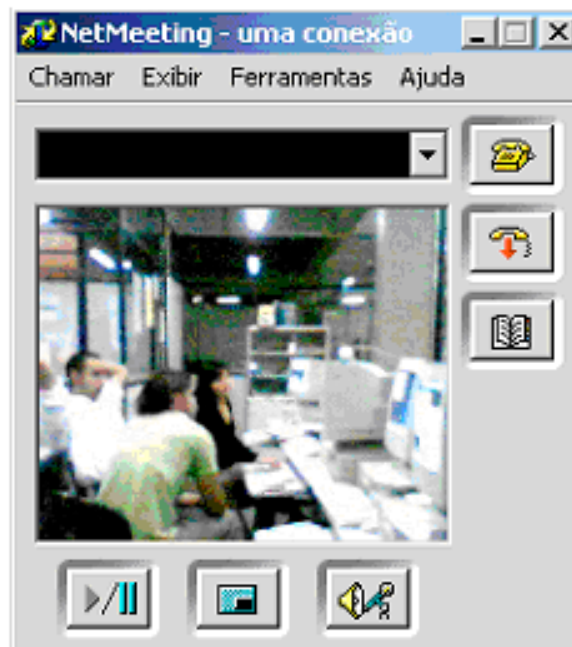
Taxa x Tempo



Descarte x Tempo

Experimentos

- Videoconferência mapeada em diferentes PHBs (BE e EF)



Ambiente Gráfico WWW - Lab Virtual

- Motivações
 - Facilitar o gerenciamento do backbone experimental
 - Oferecer um ambiente de aprendizado à distância das técnicas de implementação de QoS
- Softwares utilizados
 - Macromedia Flash 5.0 – parte gráfica
 - Perl – *scripts*

Ambiente Gráfico WWW - Lab Virtual

- Estrutura
 - Servidor web diretamente conectado com o backbone experimental
 - MS IIS
 - Macromedia Flash 5.0
 - Perl
 - Pacotes de suporte ao telnet para o Perl

Ambiente Gráfico WWW - Lab Virtual

- Funcionalidades
 - IPTABLES – fornece as tabelas iptables dos roteadores
 - TUNNEL VIEW – permite visualização dos túneis MPLS
 - TUNNEL MAKE – permite a criação de túneis MPLS
 - TUNNEL MAP – permite mapear os túneis MPLS
 - QUEUE STATS – visualiza as estatísticas das filas DiffServ nos roteadores
 - PING TEST – teste fim-a-fim de um túnel com ICMP

Ambiente Gráfico WWW - Lab Virtual

The image displays three overlapping browser windows from a virtual lab environment, all showing the URL `http://mpls_vrn/`.

- Top Left Window: "BackBone MPLS - Iptables"**
 - Navigation menu: IPTABLES, TUNNEL VIEW, TUNNEL MAKE, TUNNEL MAP, QUEUE STATS, PING TEST.
 - Network diagram showing routers R01, R02, R03, and R04 with their respective interfaces (e.g., R01: 1.1, 3.1; R02: 2.2, 4.2).
 - Configuration table for iptables rules:
- Top Right Window: "BackBone MPLS - Tunnel View"**
 - Navigation menu: IPTABLES, TUNNEL VIEW, TUNNEL MAKE, TUNNEL MAP.
 - Network diagram showing the same routers as the Iptables view.
 - Table with columns: LSPID, Destination, Type, Label, Prio, Offset, Packets, Bytes.
- Bottom Window: "BackBone MPLS - Tunnel Make"**
 - Navigation menu: IPTABLES, TUNNEL VIEW, TUNNEL MAKE, TUNNEL MAP, QUEUE STATS, PING TEST.
 - Form for tunnel configuration:
 - Origem: 192.168.68.1
 - Destino: 10.1.1.1
 - LSPID: 336
 - HOP: 192.168.2.4
 - OK button.
 - Network diagram showing the tunnel configuration overlaid on the previous diagram, with IP addresses like 192.168.68.0/24 and 192.168.1.0/24.

Ambiente Gráfico WWW - Lab Virtual

The image displays a virtual lab environment with three web pages in a Microsoft Internet Explorer browser. The pages are part of the 'BackBone MPLS' lab.

- Top Page: - Tunnel Map -**
 - Permite mapear os túneis MPLS para atender as necessidades de QoS.
 - Form fields: IP router: 192.168.68.1, LSPID: 339, Protocolo: udp, Porta in: 5000, Porta fl.: 5001, EXP: 1, Rede Dest.: 10.1.1.1.
- Bottom Left Page: - Queue Stats -**
 - Complete os campos com a interface e o PHB desejado e clique no roteador para verificar as estatísticas.
 - Form fields: interface: eth0, loeth0, eth1, eth21; PHB: EF, IBE, EF, AF1, AF2, AF31.
- Bottom Right Page: - Ping Test -**
 - Form fields: Origem: 192.168.68.1, Destino: 10.1.1.1.
 - Output: PING 10.1.1.1 (10.1.1.1) from 192.168.68.1: 64(64) bytes of data: 64 bytes from 10.1.1.1: icmp_seq=0 ttl=63 time=1.202 msec... OK

The background shows a network diagram with four routers (R01, R02, R03, R04) and their interfaces. The routers are interconnected with various IP addresses and interface names. The interface names are: R01 (eth0, eth2), R02 (eth1, eth2), R03 (eth0, eth1), R04 (eth1, eth2). The IP addresses are: R01 (1.1.1.1, 1.1.1.2), R02 (2.2.2.2, 2.2.2.3), R03 (3.3.3.3, 3.3.3.4), R04 (4.4.4.4, 4.4.4.5). The IP addresses are: R01 (1.1.1.1, 1.1.1.2), R02 (2.2.2.2, 2.2.2.3), R03 (3.3.3.3, 3.3.3.4), R04 (4.4.4.4, 4.4.4.5). The IP addresses are: R01 (1.1.1.1, 1.1.1.2), R02 (2.2.2.2, 2.2.2.3), R03 (3.3.3.3, 3.3.3.4), R04 (4.4.4.4, 4.4.4.5).

Trabalhos Concluídos

- Implementação do Backbone Experimental
- Verificação do DiffServ sobre MPLS
- Criação de Experimentos
- Criação do Lab Virtual

Passos Futuros/Cooperação

- Outros experimentos: voz e vídeo
- Extensão das funcionalidades de gerência de QoS e TE
 - mapeamento dinâmico do backbone
 - comando e controle de QoS e TE em ambiente heterogêneo
- Aplicação em ambiente real de ensino
 - intra-institucional
 - inter-institucional (via RNP ?)
- Visualização de túneis na RNP ?

Comentários/Questões

www.redes.unb.br

Contatos:

desousa@unb.br