

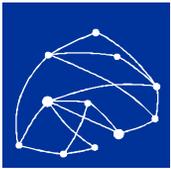
# O Brasil Rumo à Internet 2

## *IV Seminário de Capacitação Interna da RNP*

Novembro de 1998

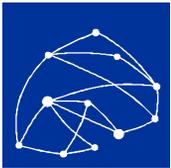
**José Luiz Ribeiro Filho / Nelson Slmões**

RNP



## Sumário

- As Redes de Nova Geração
- Internet 2 e NGI
- Novos Requisitos de Engenharia
- O Desenvolvimento de Aplicações
- StartTap, TEN-155 e outras iniciativas
- A estratégia no Brasil
- RMAV - RNP/ProTeM-CC
- Ações futuras da RNP
- Exemplos de Aplicações



# **A Nova Geração da Internet**

## **Iniciativas nos Estados Unidos e Europa**

**Internet - Marcos Históricos**

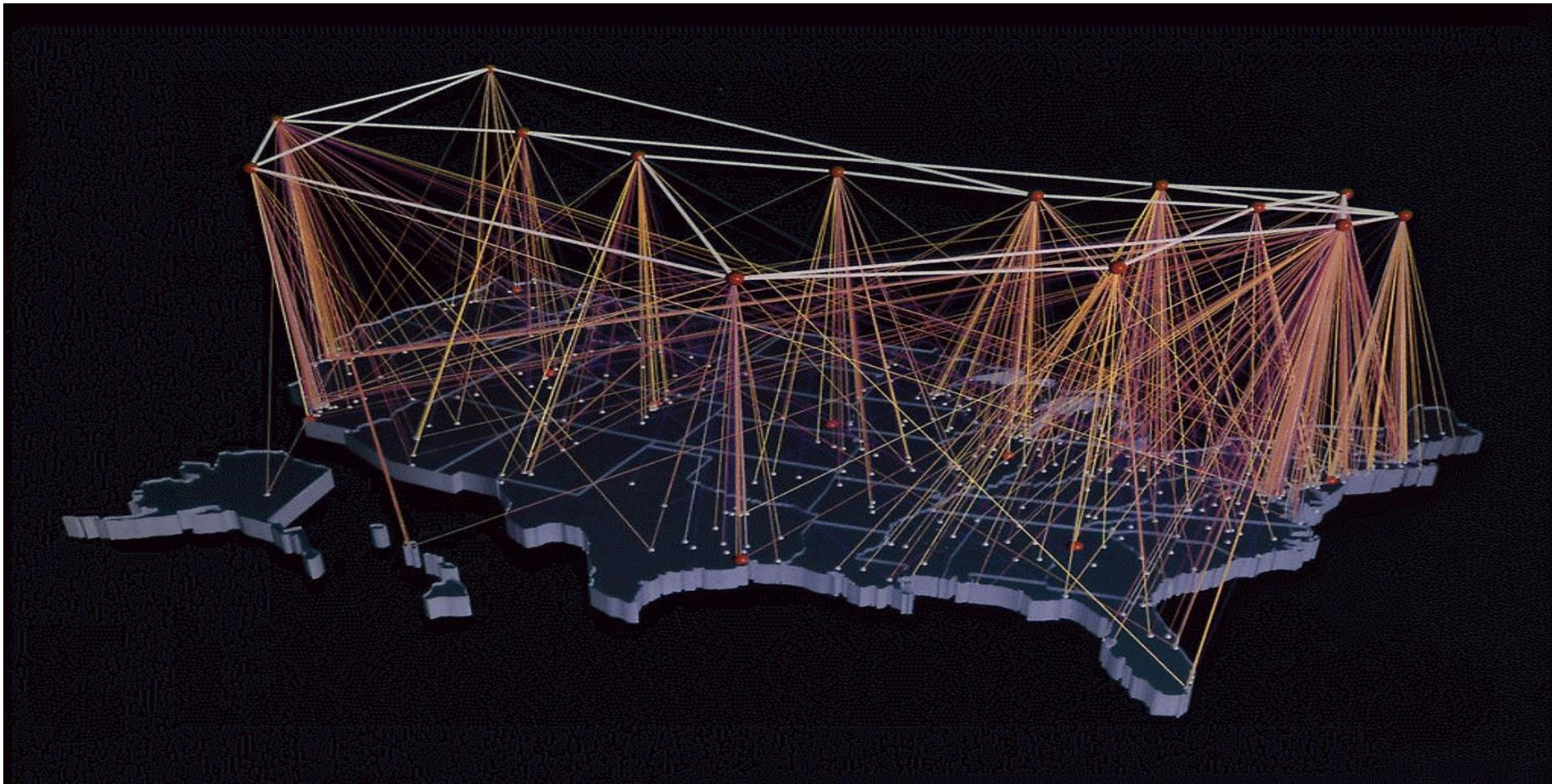
- **1969** - Rede protótipo utilizando comutação de pacotes:  
*Arpanet* (DoD)
- **1975** - Torna-se uma rede experimental
- **1983** - “Casamento” do *Unix* com TCP/IP  
O termo “Internet” passa a ser utilizado
- **1986** - NSFNet backbone liga redes regionais
- **1993** - Navegador gráfico e *WWW*
- **1994** - Usuários comerciais são o dobro dos usuários acadêmicos - NSFNet privatizada
- **1995** - Comunidade de Pesquisa e Ensino insatisfeita com “serviço” Internet



**RNP**

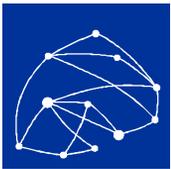
**MCT**

**Internet - NSFNet**



O Brasil Rumo à Internet2

PAL0096A  
©1998 - RNP



## Internet - Marcos Históricos

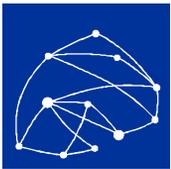
- **1996 - Surgem duas iniciativas Internet2 e NGI**
  - 1out - Organização do consórcio I2 com 34 instituições**
    - Em jan 97 são 100 universidades como membros
    - Corporações são membros afiliados, patrocinadores ou parceiros
  - 10out - Anúncio da NGI: US\$ 100 M/ano por 3 anos, para as metas:**
    - Ligar 100 universidades a velocidades 100 vezes superior a atual; e
    - Ligar 10 universidades a velocidade 1000 vezes superior a atual
    - Desenvolver nova geração de tecnologia de redes
    - Implantar novas aplicações que atendam projetos nacionais importantes

## Iniciativas nos Estados Unidos

- **Next Generation Internet (<http://www.ngi.gov>)**
  - Iniciativa do Governo Federal
  - Investimentos diretos de US\$100 milhões
  - Apoio a diversas agências do governo
  - Meta principal: redes de gigabits e aplicações interativas

## Iniciativas nos Estados Unidos

- **Internet2** (<http://www.internet2.edu>)
  - Consórcio de mais de 135 universidades
  - Parceiras com as indústrias do setor: 3com, ANS, AT&T, Cabletron, cisco, Fore, IBM, Lucent, WorldCom, Newbridge, Nortel, Qwest, StartBurst
  - Foco em aplicações interativas e multimídia
  - Apoio da NGI através da NSF
- **University Corporation for Advanced Internet Development**
  - Organização criada para coordenar as atividades do consórcio da Internet 2.
  - Dirigida por reitores das principais universidades americanas.



## O que muda na Internet 2

- **Suporta novas aplicações**
  - Artes e Humanidades, Saúde, Meio Ambiente, Armazenamento de Informações, Colaboração, Bibliotecas Digitais, Ambientes de Aprendizado, Computação Distribuída, Simulação...
- **Serviço diferenciado (fim do *best-effort*)**
- **Adapta-se às necessidades da aplicação:**
  - QoS: solicitar velocidade, atraso, variância, vazão e agenda
- **Infra-estrutura avançada (GigaPoP) e “transporte comum” (IPv6)**

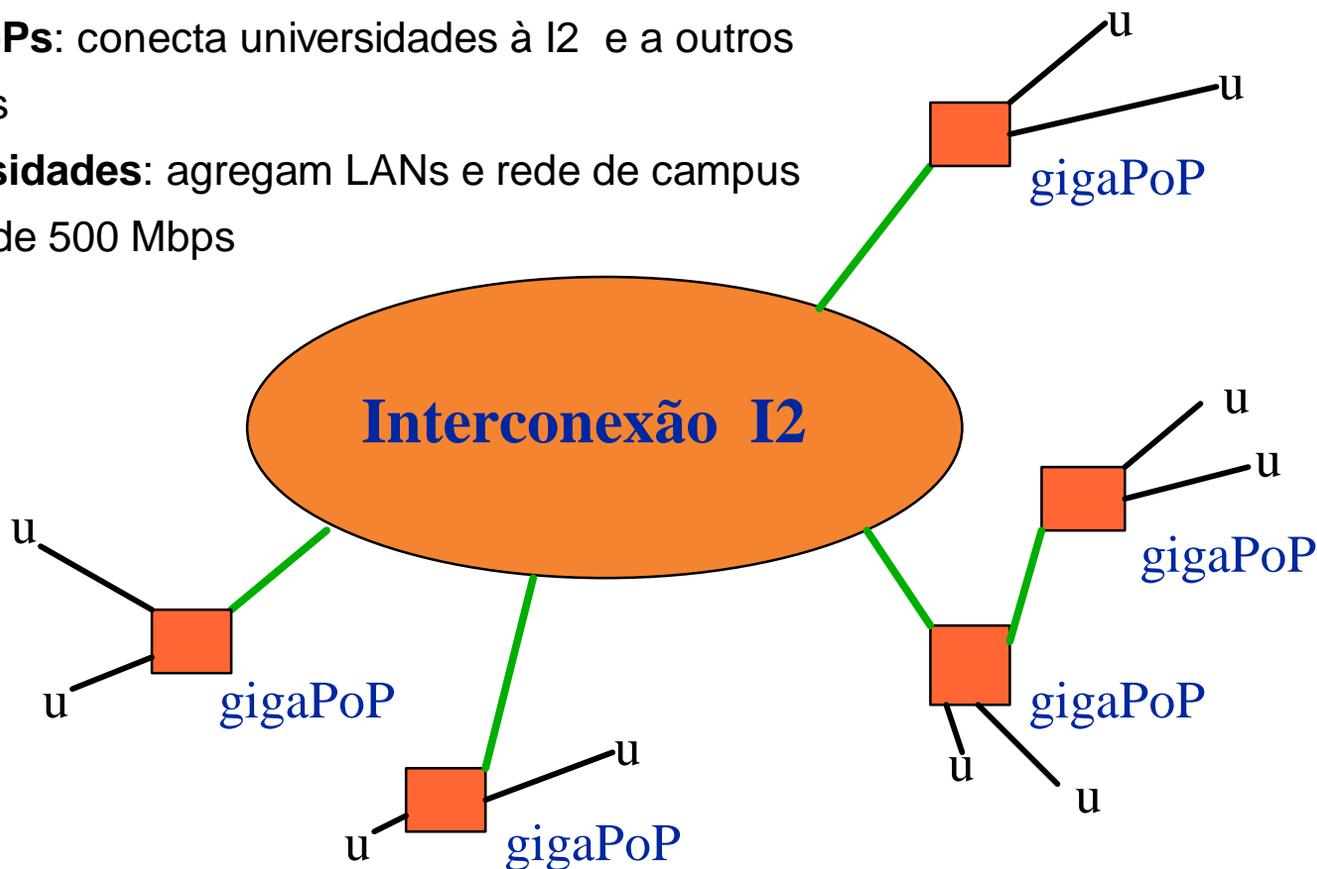


**Interconexão:** conectam todos os GigaPoPs entre si

**GigaPoPs:** conecta universidades à I2 e a outros serviços

**Universidades:** agregam LANs e rede de campus acima de 500 Mbps

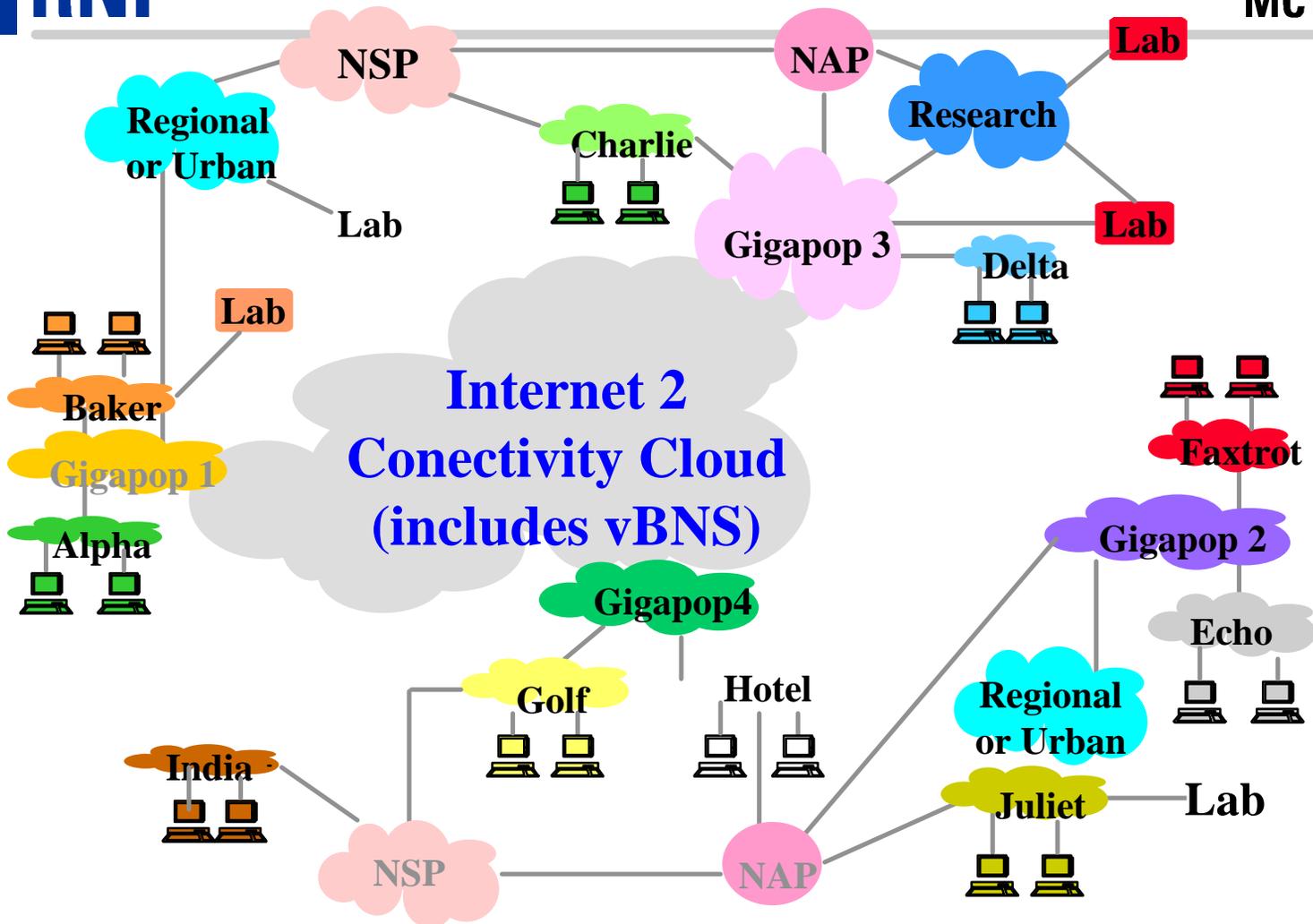
## Arquitetura





# RNP

# MCT



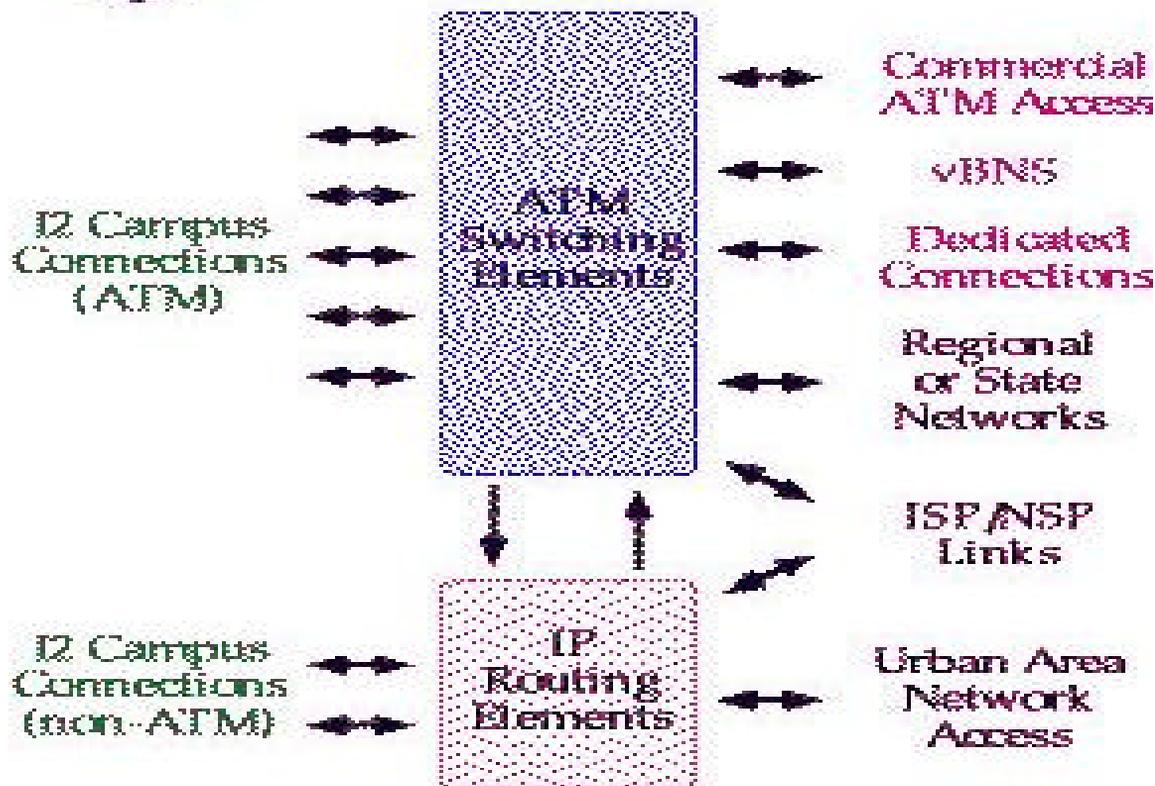
Fonte: <http://www.internet2.edu>

- **GigaPoP**
  - **Ponto de agregação regional**
    - Universidade (líder) e outros participantes
    - Conexão inicial ao vBNS (OC12)
    - Expectativa: 20-30 GigaPoPs em 1999
    - Economia no custo de circuitos
  - **Variedade de serviços e estilos**
    - Diferenças organizacionais e técnicas: escopo e aplicações
    - Múltiplas tecnologias
    - IP como transporte comum para desenvolvimento de aplicações



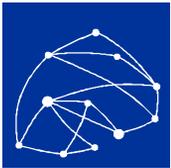
An 12 gigapop *does* route traffic among 12 campuses and to other 12 gigapops

## GigaPoP

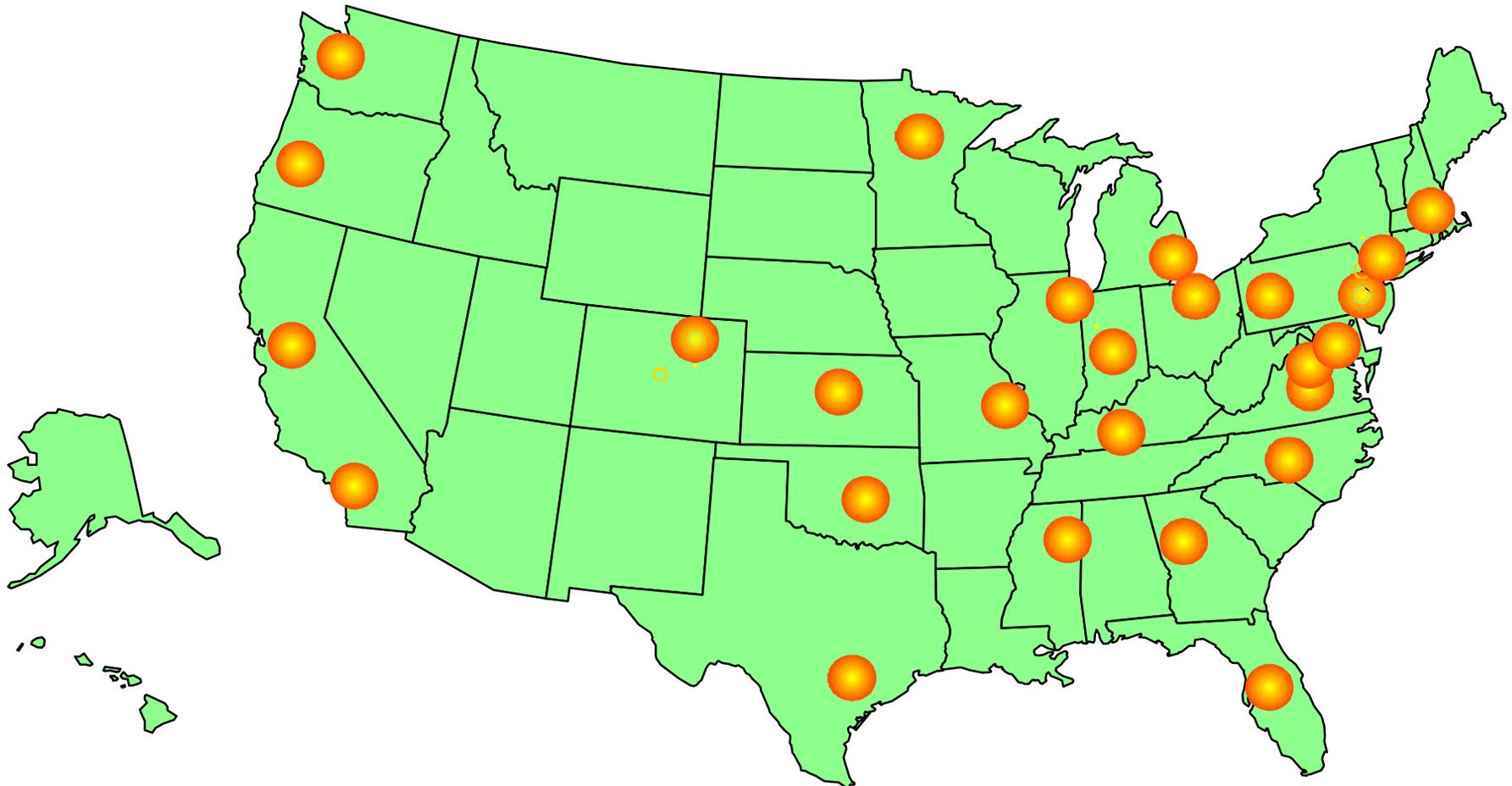


An 12 gigapop *does not* route traffic among non-12 networks and providers

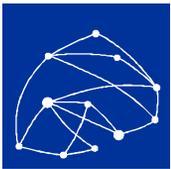
- **GigaPoP (cont.)**
  - **O que precisa ser igual?**
    - Projeto e política de roteamento entre GigaPoPs
    - Projeto e política de estatística de uso
    - Adoção de mecanismos de QoS
    - Gerência: trouble-tickets entre COs
  - **Possíveis serviços**
    - Servidor Cache
    - Servidor de Segurança
    - Servidor de Diretório
    - Servidor de Arquivos



GigaPoPs (out'98)

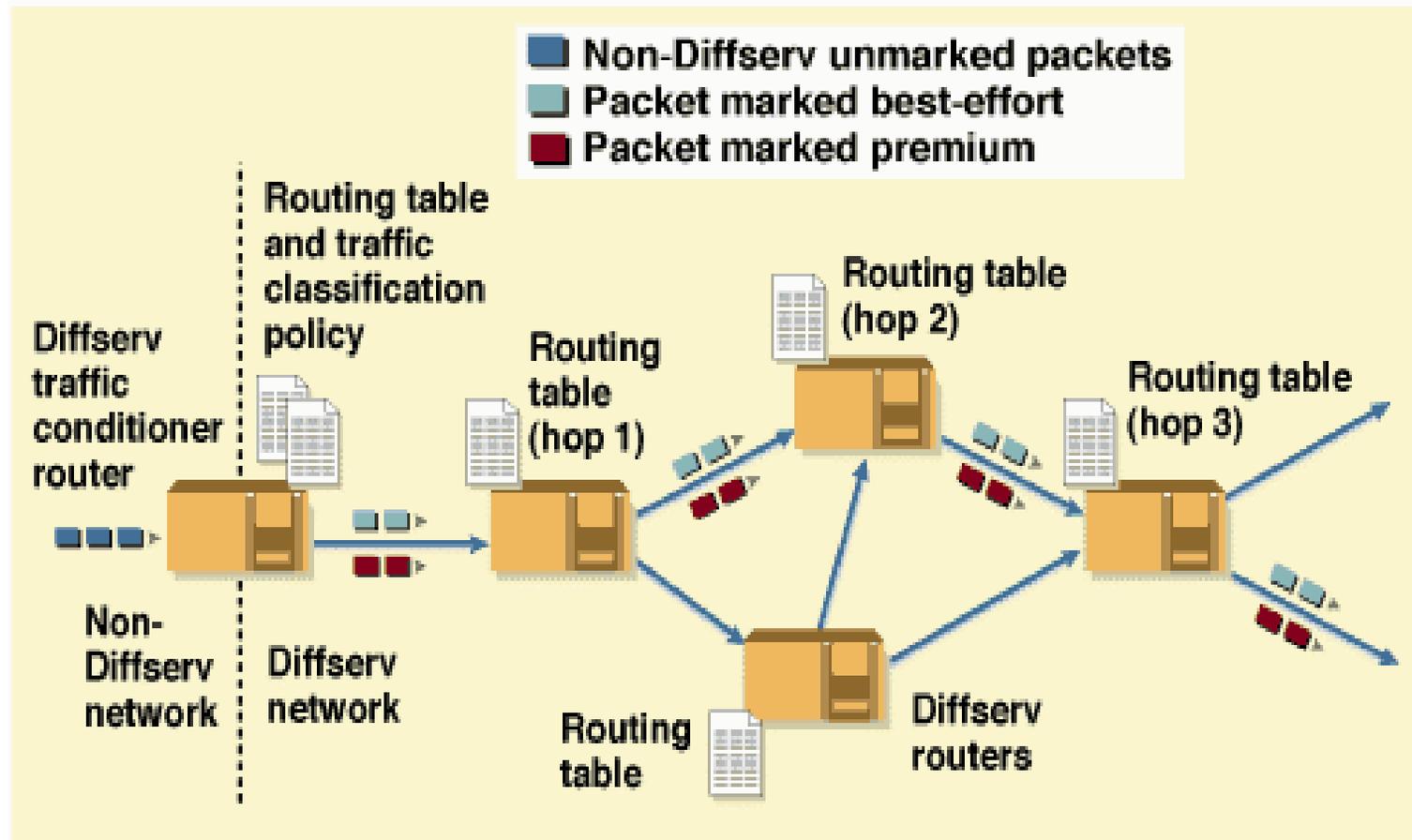


- **Marcos em 1997**
  - Serviço IPv4 best-effort sem congestão
    - Tipicamente T3 e OC3 (OC12 raro)
  - Cerca de 45 universidades ligadas à 12 PoPs vBNS
  - Ênfase em medições de utilização, performance e parâmetros de tráfego
- **Marcos em 1998**
  - Aumentar número de GigaPoPs
  - Introduzir suporte para:
    - Qos
    - Multicast
    - IPv6



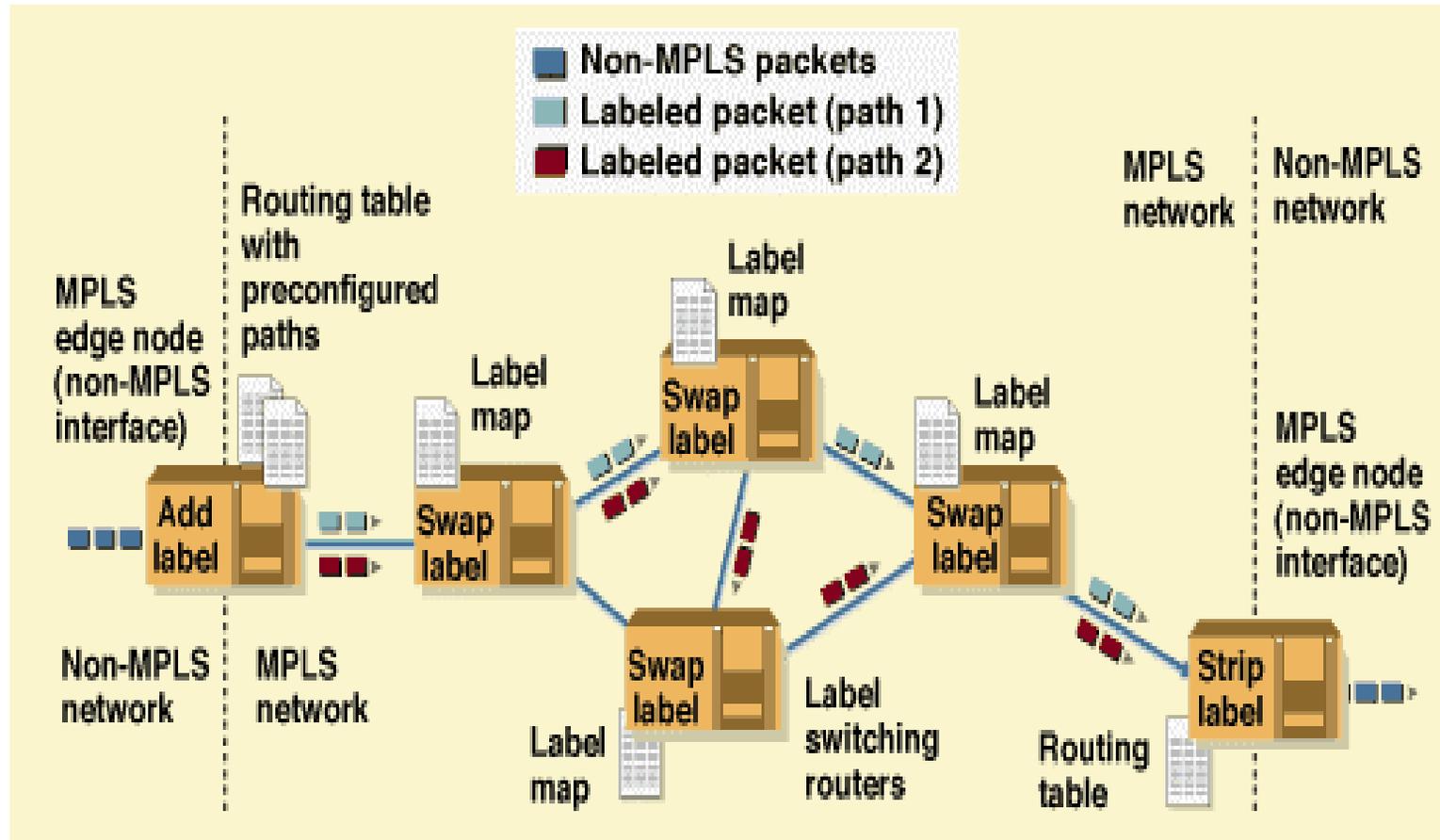
## Engenharia de Redes - DiffServ

I  
E  
T  
F

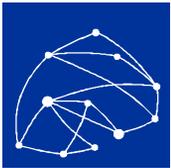




I  
E  
T  
F



- **A relação entre as Aplicações e o “Encanamento”:**
  - Aplicações avançadas transformam o valor de conexões de alta capacidade
  - Conexões de alta capacidade viabilizam aplicações avançadas
  - Poder esbanjar largura-de-banda não torna necessariamente uma aplicação “avançada”
  - Conexões megalomaniacas não tornam necessariamente o projeto de rede “avançado”



## Desenvolvimento de Aplicações

- **A funcionalidade deve permitir:**
  - Incrementar aplicações existentes com novas funções
  - Criar aplicações que não eram possíveis
- **A rede deve permitir atributos de QoS fim-a-fim**
  - Quais os parâmetros necessários: reserva, confiabilidade, garantia de transação, prioridade de pacotes, sincronização, taxa de perda, latência, escalonamento...
  - “Carga controlada” pode ser um ponto de partida



## Desenvolvimento de Aplicações

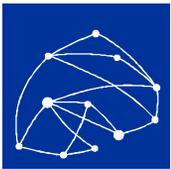
- Exploração de multicast: grandes grupos, requisitos distintos de QoS e meios mistos
- Ferramentas com MTUs apropriados para redes sem congestão
- Alteração de protocolos FTP, HTTP, etc
- Aplicações “sensíveis” à rede
- Interfaces capazes de permitir especificação de QoS





## Desenvolvimento de Aplicações

- **Marcos em 1997**
  - Identificação das aplicações “Internet 2”
  - Identificação dos requisitos necessários ao serviço de rede
  - Início de experimentos com QoS
- **Marcos em 1998**
  - Colocar as primeiras aplicações em produção
  - Iniciar testes de aplicações avançadas
  - Disponibilizar os primeiros kits para desenvolvimento de aplicações utilizando QoS



## Iniciativas nos Estados Unidos

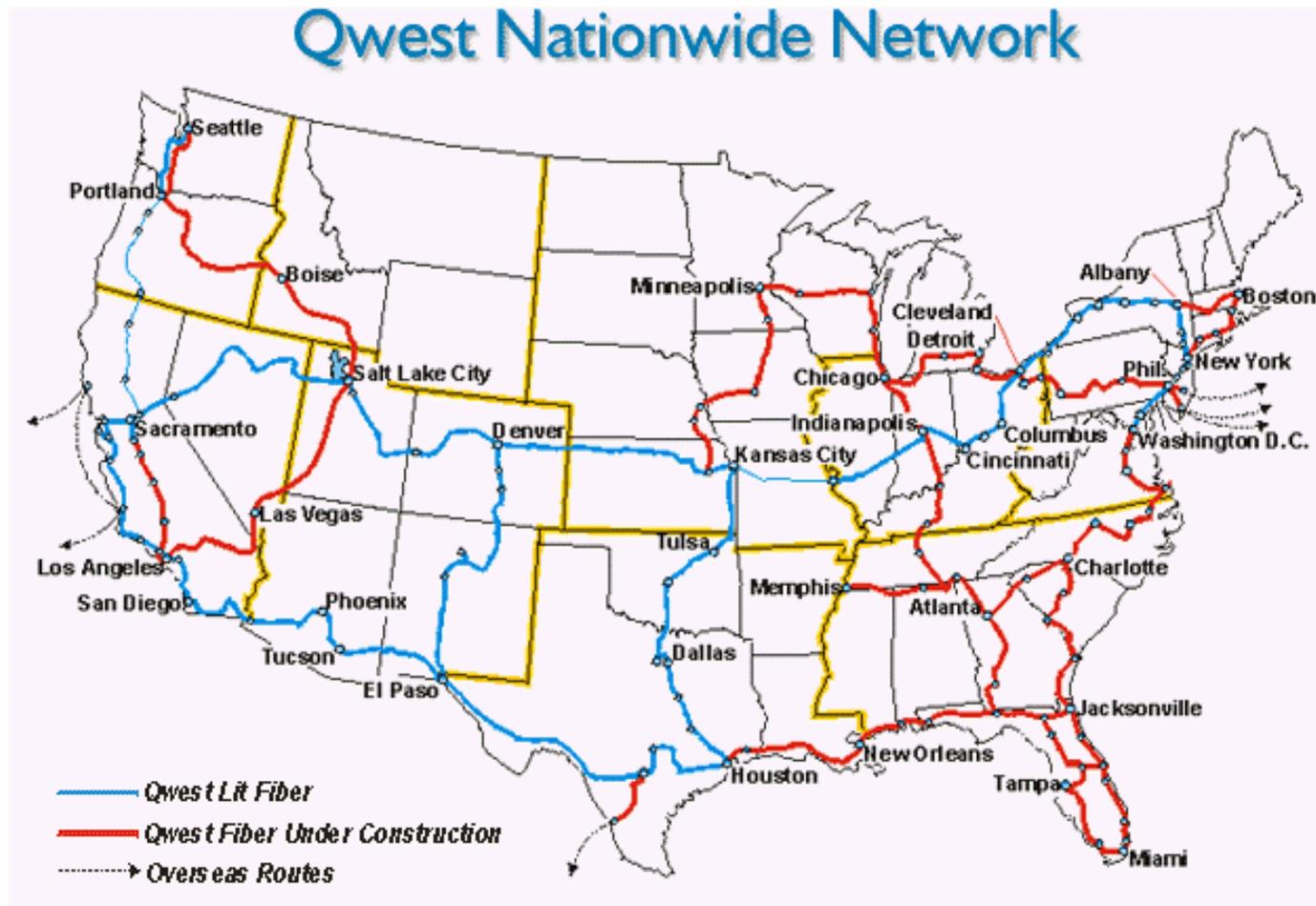
### **ABILENE - Novo backbone Internet 2**

- Investimento de US\$ 500 milhões em infra-estrutura e equipamentos
  - **Qwest** : rede de IP/SDH de 2 Terabits (48 fibras, WDM-8), 125 cidades em 1999.
  - **Cisco** : roteadores
  - **Nortel** : switches e equipamentos de comunicação
- Operação inicial em 1998 e instalação completa em 1999
- Interconexão com vBNS



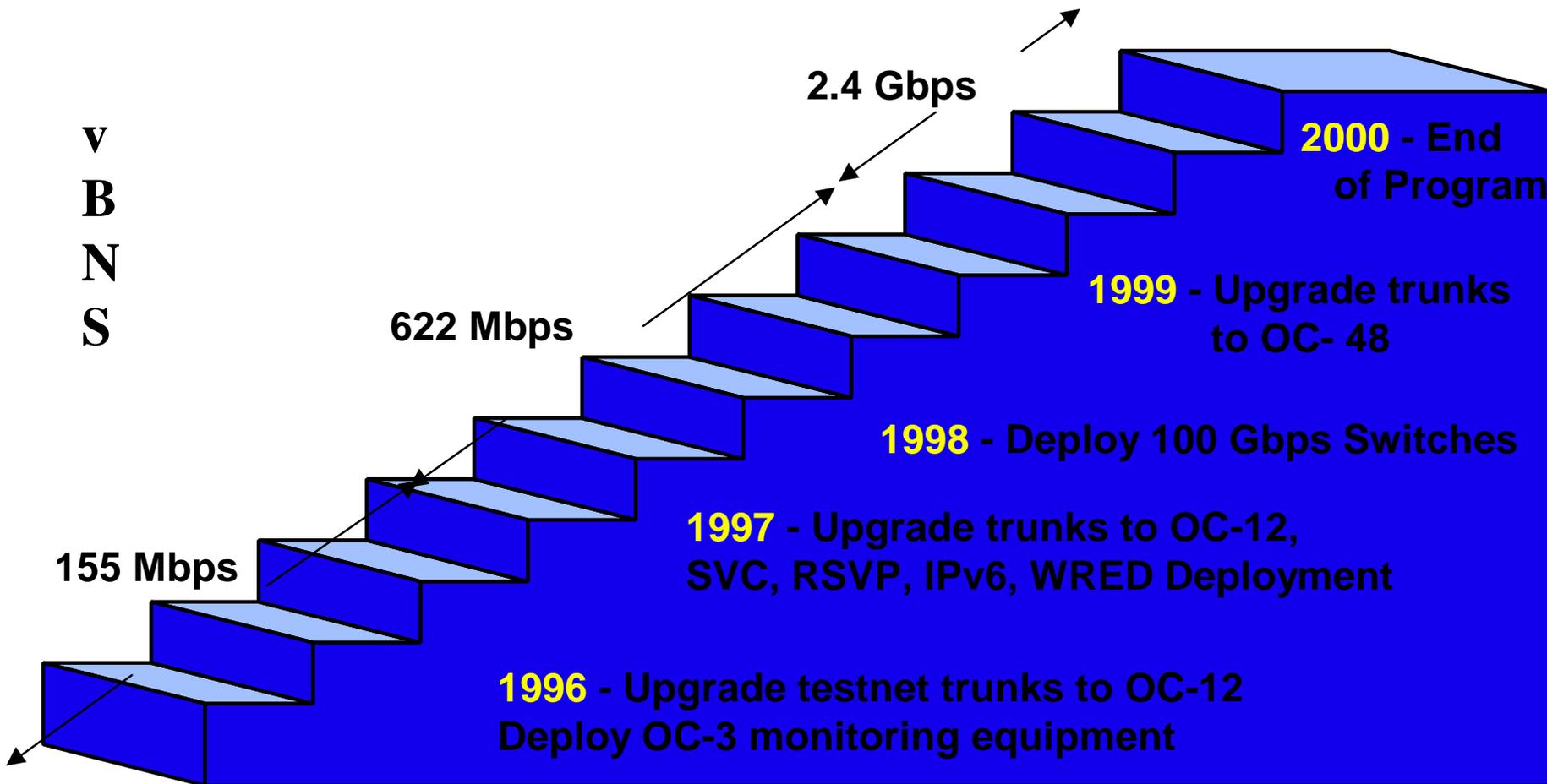
## Iniciativas nos Estados Unidos

A  
B  
I  
L  
E  
N  
E





V  
B  
N  
S



**April 1995 - Program Initiation.**

FONTE: MCI/NSF

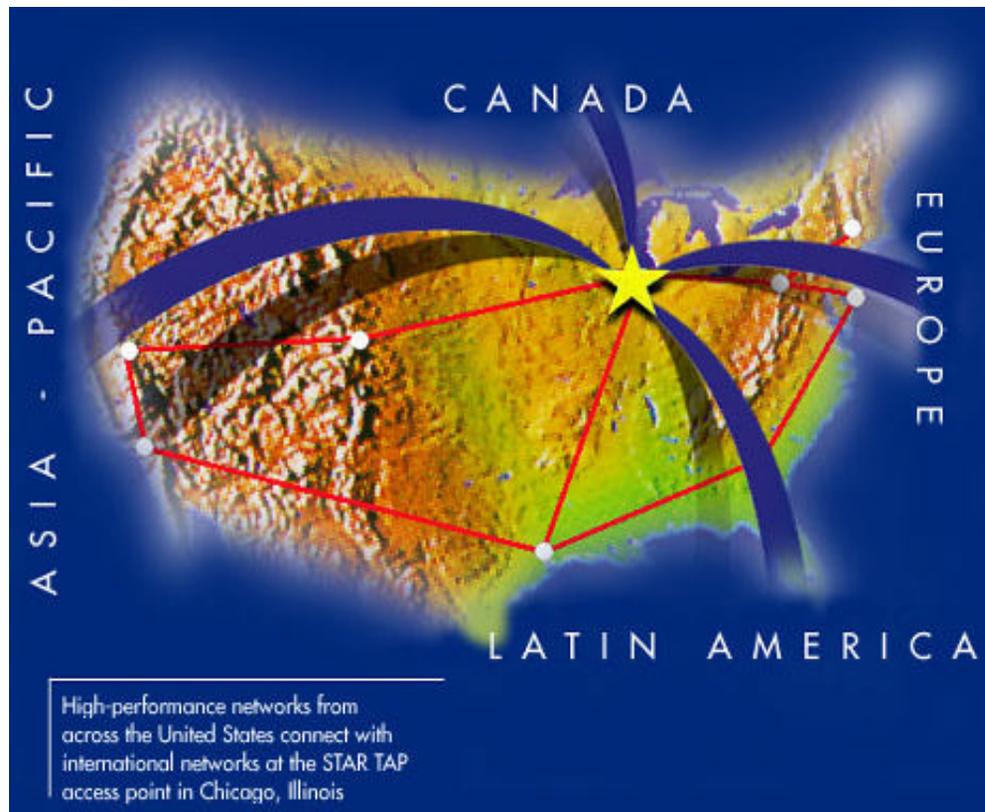
O Brasil Rumo à Internet2

PAL0096A  
©1998 - RNP



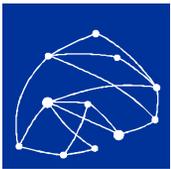
## Iniciativas nos Estados Unidos

**S  
T  
A  
R  
T  
A  
P**



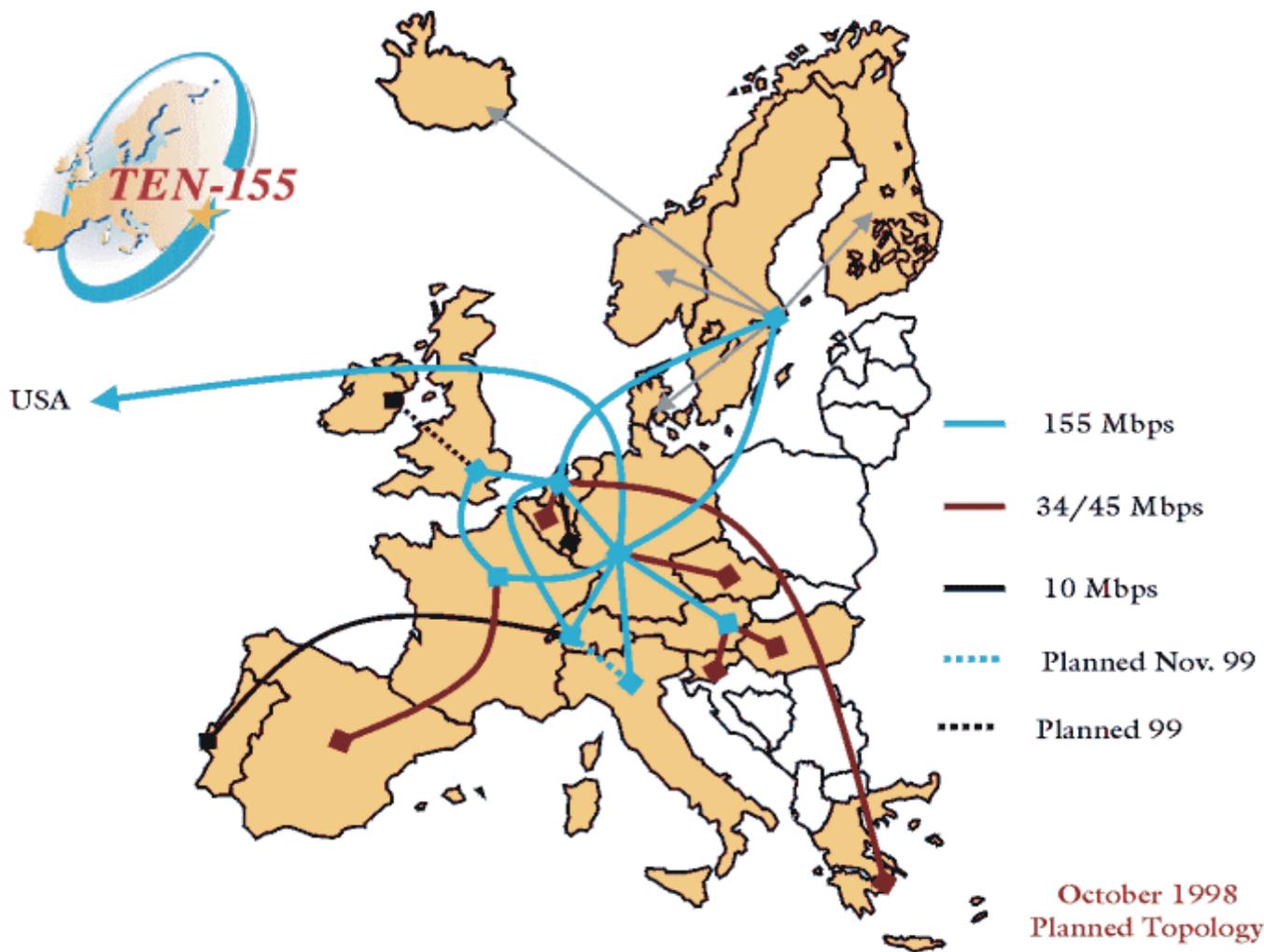
### Connected Networks

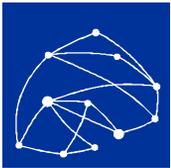
vBNS	TCP/IP	OC-12 backbone
ESnet	TCP/IP	OC-3 (shared with NREN)
NREN	TCP/IP	OC-3 (shared with ESnet)
CANARIE	TCP/IP	45 Mbps (OC-3 coming soon)
SingAREN	TCP/IP	12 Mbps (45 Mbps coming soon)
TransPAC	TCP/IP	35 Mbps
MiNET	TCP/IP	6 Mbps
TANet	TCP/IP	15 Mbps



## Iniciativa Européia

- **TEN-155** (<http://www.dante.net/ten-155>)
  - Interconecta todos os estados da EU, mais República Checa, Slovenia, Hungria e Suíça;
  - Projeto apoiado pelo Programa de Telemática da Comissão Européia;
  - Administrado pela DANTE;
  - Conexões de 10 a 155 Mbps incluindo todos os países da Europa Oriental e vários países da Europa Central;
  - Contrato de 3 anos (Unisource, dez98) com expansão para 622 Mbps (2001);
  - Custo: 40 milhões ECU/ano (custo 7 vezes menor que TEN-34);
  - Tecnologia: IP/SDH (*testbed*) ou IP/ATM (QoS via classe de serviços ATM);



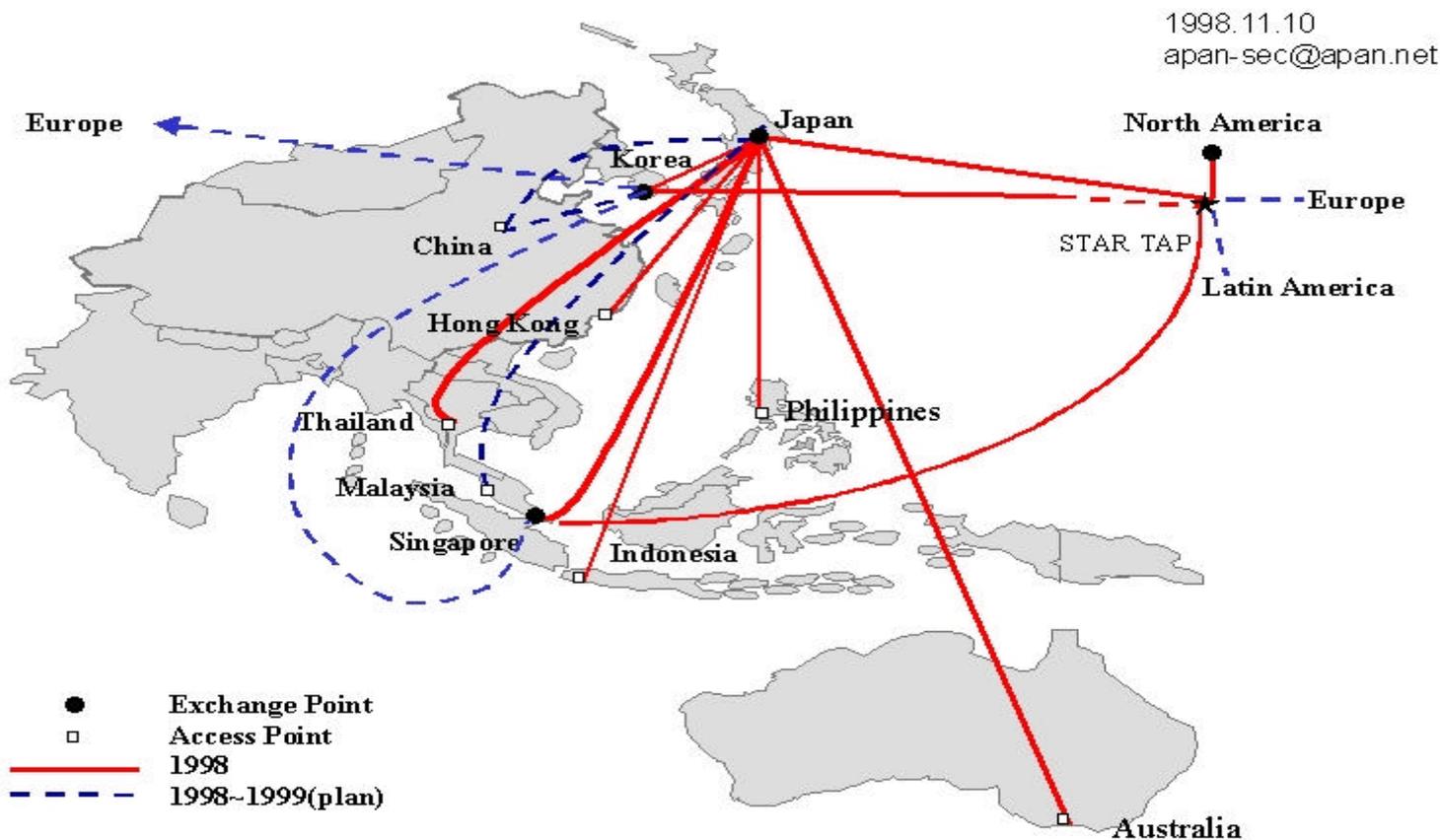


## ***Outros Testbeds***

**APAN, NORDUnet 2, CA\*NET II e REUNA II**



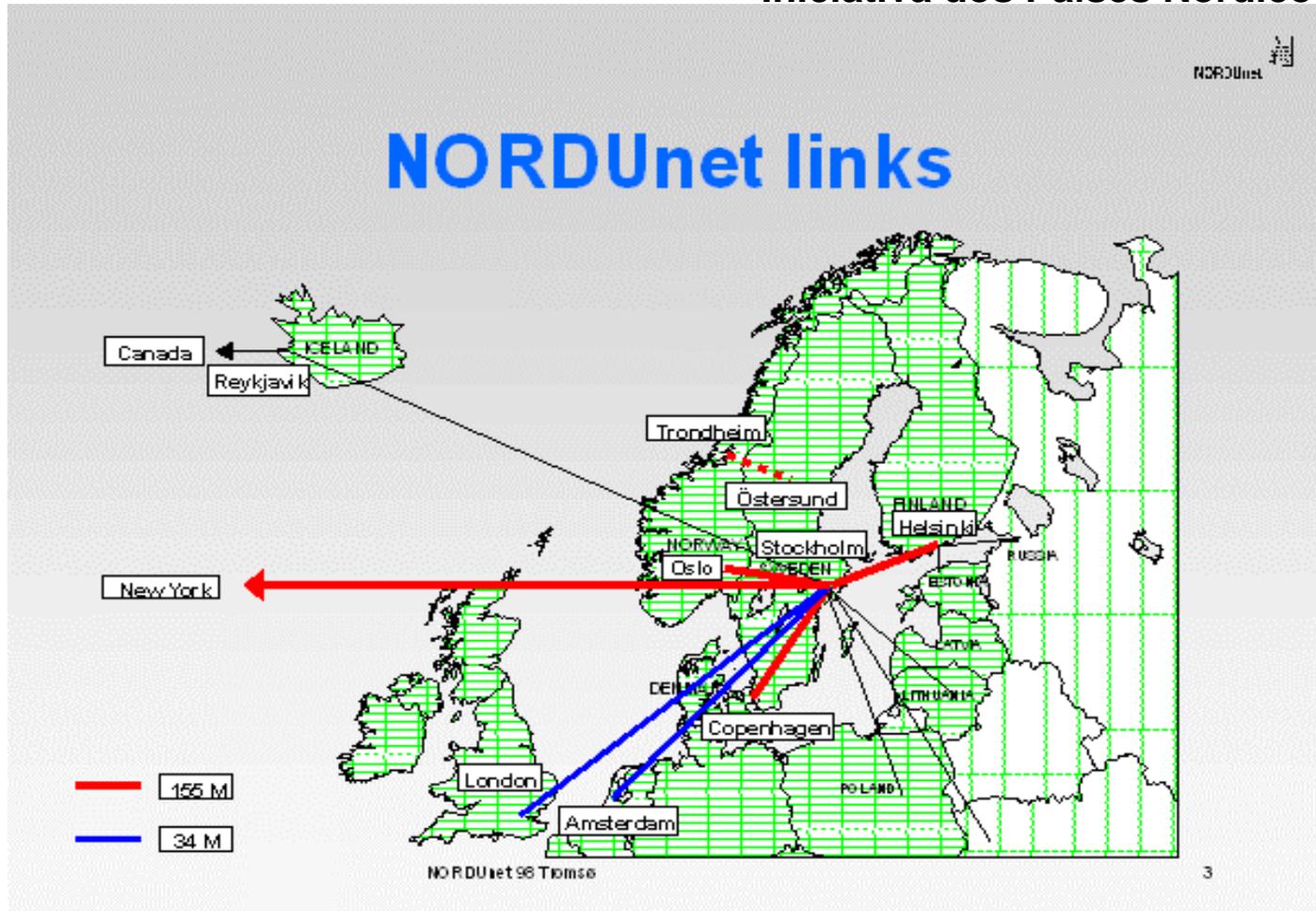
## APAN Network Topology





## Iniciativa dos Países Nórdicos

N  
O  
R  
D  
U  
n  
e  
t

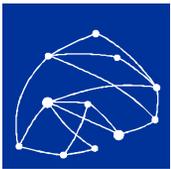




## Iniciativa no Canadá

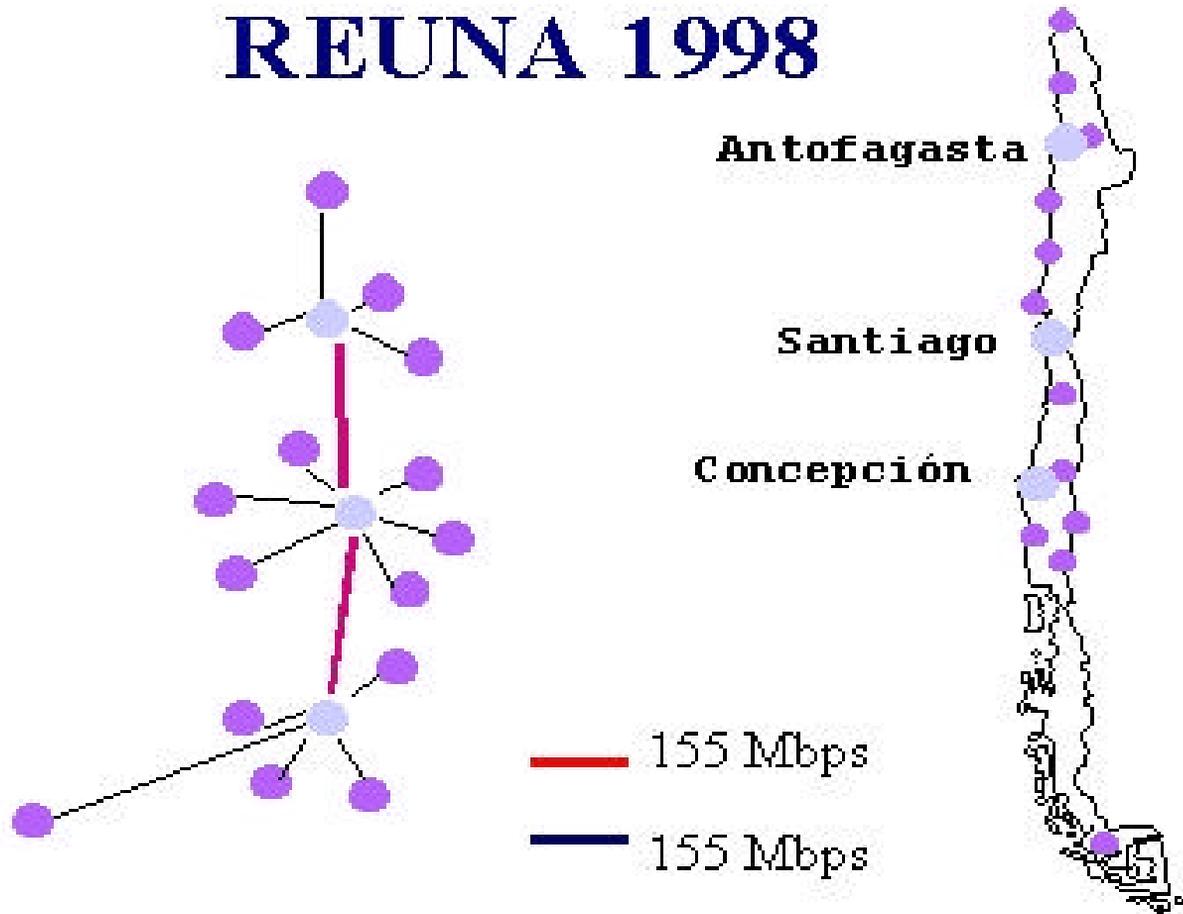
C  
A  
\*  
N  
E  
T  
II

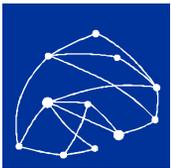




# REUNA 1998

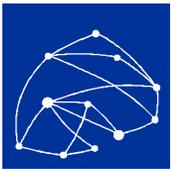
**R  
E  
U  
N  
A  
II**





## Projetos e Áreas de Atuação

- **Formulação de estratégias de desenvolvimento para a Internet**
  - Ex. Endereçamento, Princípios de Arquitetura da Internet, Metas e Direções para o IETF, Gerência dos Domínios de Alto Nível, Conjunto de Caracteres Internacionais, Cobrança por Endereços, etc.
- **Formulação de padrões**
  - Ex. IPv6, RSVP, IPSec, XML, HTTP, etc.
- **Articulação de iniciativas globais**
  - Ex. Sistema de Proxies, Sistemas de Multicast, Pontos de Troca e Interconexão Intercontinentais, etc.
- **Desenvolvimento e teste de novas aplicações**
  - Ex. Bibliotecas Digitais, Tele-Imersão, Trabalho Colaborativo, Tele-Instrumentação, etc.



## Algumas Questões Pendentes

- **Como implantar QoS de forma global?**
  - Interoperação de mecanismos e protocolos implantados na Internet 2, TEN-155 e APAN
- **Que método utilizar para medições de tráfego entre redes internacionais? Quem inicia uma conexão internacional?**
  - Compartilhamento de custos de conexões ao STARTAP
- **Como promover Multicast na Internet global?**
  - Protocolos para Mbone que possam escalar além de um grupo restrito



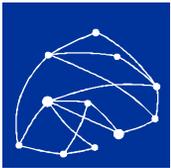
# **O Brasil Rumo à Internet 2**

**Internet 2 - Objetivos**

**Requisitos**

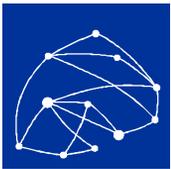
**A Estratégia**

**Restrições e Limitações**

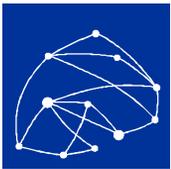


## Internet 2 - Objetivos

- **Facilitar e coordenar o desenvolvimento, emprego, operação e transferência de tecnologia de aplicações e serviços avançados de redes.**
- **Manter a liderança americana em P&D para Internet.**
- **Acelerar a disponibilização de novos serviços e aplicações na Internet, para uso educacional.**
- **Implantar serviços de rede faixa larga (Gigabits)**



- **Capacitação Técnica**
- **Equipamentos (GigaPOPs)**
- **Infra-estrutura de comunicação de dados baseada em fibras ópticas**



## A Estratégia

- **Implantar Redes Metropolitanas de Alto Desempenho**
  - capacitação de Recursos Humanos
  - experiência prática com tecnologias de alta velocidade
  - implantação de aplicações interativas/multimídia
- **Participação no consórcio Internet 2**
  - acesso as tecnologias e aplicações em desenvolvimento
  - intercâmbio de pesquisadores
- **Aumento da conectividade aos Estados Unidos**
  - acesso ao STARTAP e vBNS
- **Adequação da infra-estrutura (LAN) das universidades**

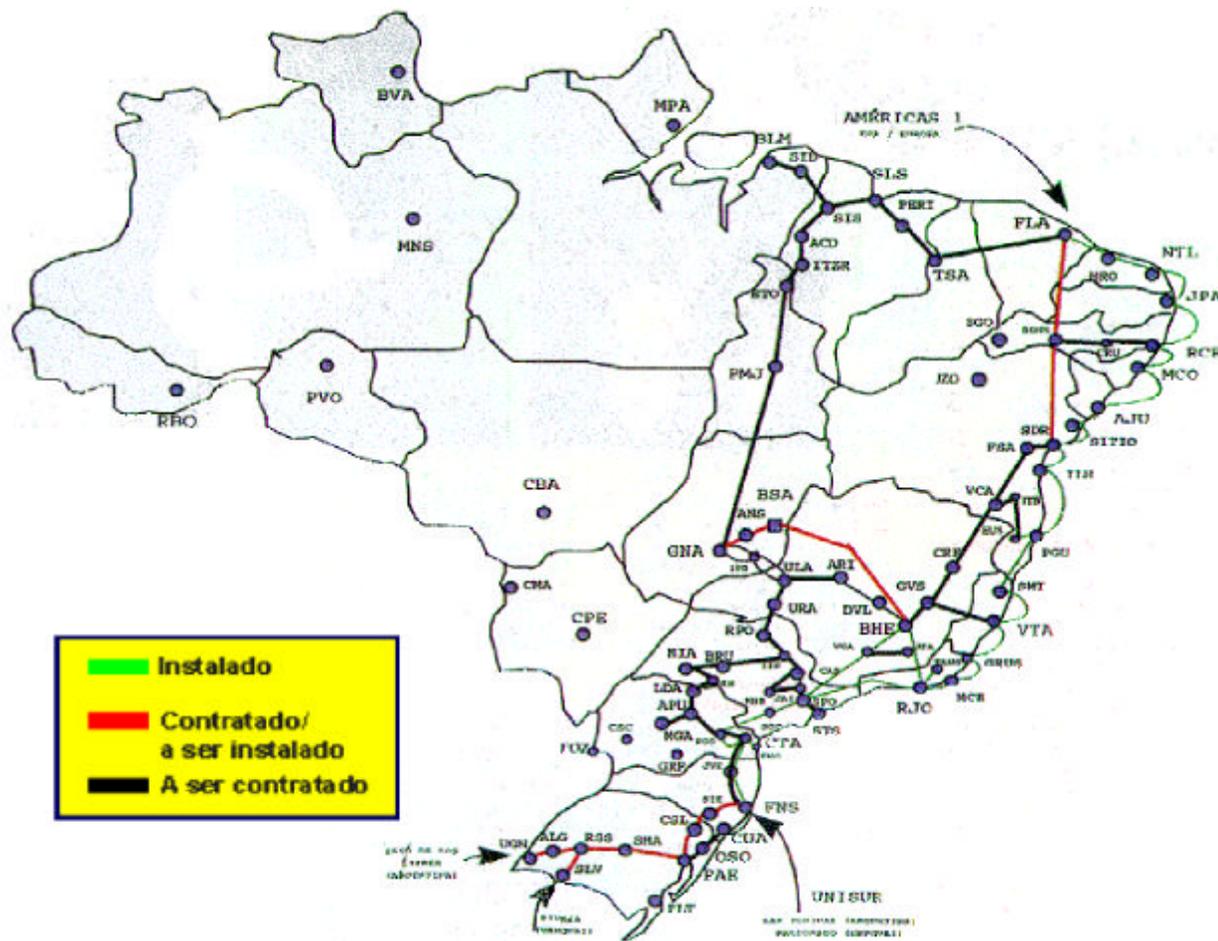


## Restrições e Limitações

- **Falta de infra-estrutura física de comunicação de dados de alta velocidade (45 a 155Mbps) para o exterior**
- **Incompatibilidade das políticas de uso RNP1 x RNP2**
  - definição de uma AUP para a nova fase.
- **Separação do tráfego acadêmico a nível nacional e internacional**



## Rede Nacional de Fibras Ópticas



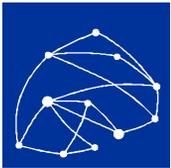


# **A Ação Conjunta ProTeM / RNP**

**Objetivos**

**Áreas Temáticas**

**Apoio aos Consórcios**



- **Implantar Redes Metropolitanas de Alto Desempenho**
  - capacitação de Recursos Humanos
  - experiência prática com redes de alta velocidade
  - implantação de infra-estrutura de serviços
  - implantação de aplicações interativas/multimídia
  - transferência de tecnologia para as operadoras de telecomunicações



**RNP**

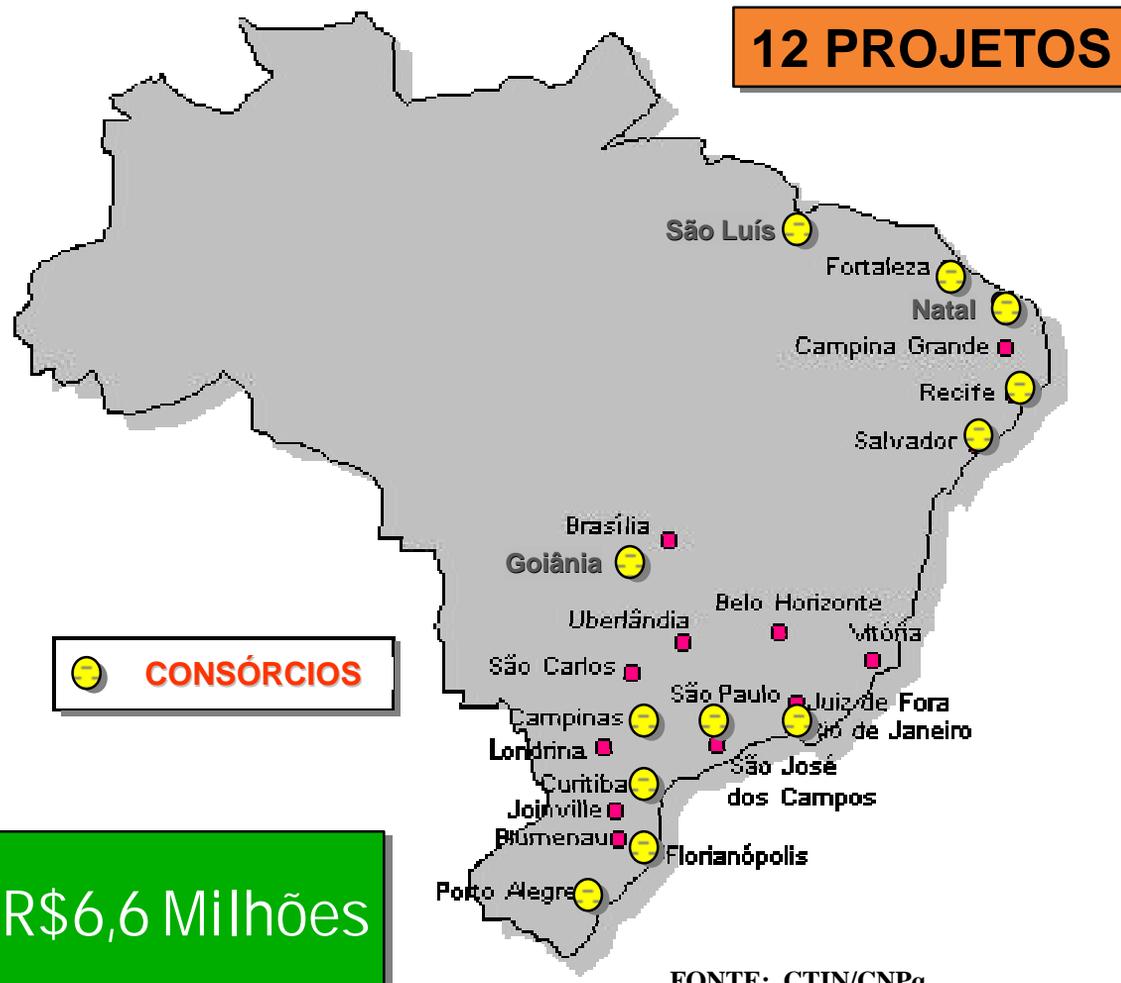
**MCT**

⇒ **UMA PARCERIA  
RNP/ProTeM**

**contrato e execução de  
12 consórcios de Redes  
Metropolitanas de Alta  
Velocidade**

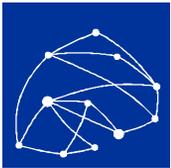
⇒ **APLICAÇÕES**

**diagnóstico médico  
remoto, bibliotecas e  
museus virtuais, ensino  
à distância,  
videoconferência, ...**



**Investimentos realizados R\$6,6 Milhões**

FONTE: CTIN/CNPq



- **Operação e Gerenciamento de Redes**

- interoperação de plataformas de gerenciamento sobre ATM
- avaliação de desempenho de redes ATM em larga escala
- gerenciamento de redes com tráfego gerado por aplicações multicast
- interoperação de redes ATM e SMDS
- Gerenciamento integrado ATM sobre SDH

**Áreas Temáticas**

- **Aplicações Interativas**
  - teleconferência (incluindo criptografia)
  - uso de serviços de diretórios em MBONE - SDR
  - gravação e reprodução de de vídeo conferências sobre MBONE
  - gerenciamento de redes com tráfego gerado por aplicações multicast
  - ensino a distância
  - tele-medicina
  - bibliotecas virtuais



## Apoio aos Consórcios

- **RNP**
  - equipamentos de rede (switches, hubs, etc.)
- **ProTeM**
  - bolsas DTI e ITI
  - equipamentos servidores e desktops
  - recursos para custeio/equipamentos

## Primeiros Consórcios Contemplados

- **CITS**, Cefet-PR, TECPAR, PUCPR, UFPR, TELEPAR
  - *Educação via Web, Teleconferência, Desempenho, Gerência, Info. Hospitalar*
- **COPPE**, CBPF, FioCruz, IMPA, PUC-Rio, Telerj
  - *Gerência, Visualização Científica, Lab. Virtual, Teleconferência, EAD, Processamento Paralelo*
- **EPUSP**, PUC-SP, Net, InCor, EPM, Telesp
  - *Gerência, EAD, Tele-Medicina*
- **UFC**, Cefet, SECITECE, TELECEARA, CENAPADNE
  - *Interoperação, EAD, Teleconferência, Meteorologia, Processamento Distribuído*
- **UFG**, Telegoiás, CPD Goiânia, UCG, ETF-GO, Ápice
  - *Gerência, GIS, Desempenho, Teleconferência, Vídeo sob Demanda*
- **UFRGS**, CRT, UNISINOS, PROCERGS, PROCEMPA, PUCRS
  - *Gerência, EAD, Vídeo sob Demanda, Teleconferência*



**RNP**

**MCT**

# **Ações da RNP em 1998 / 1999**



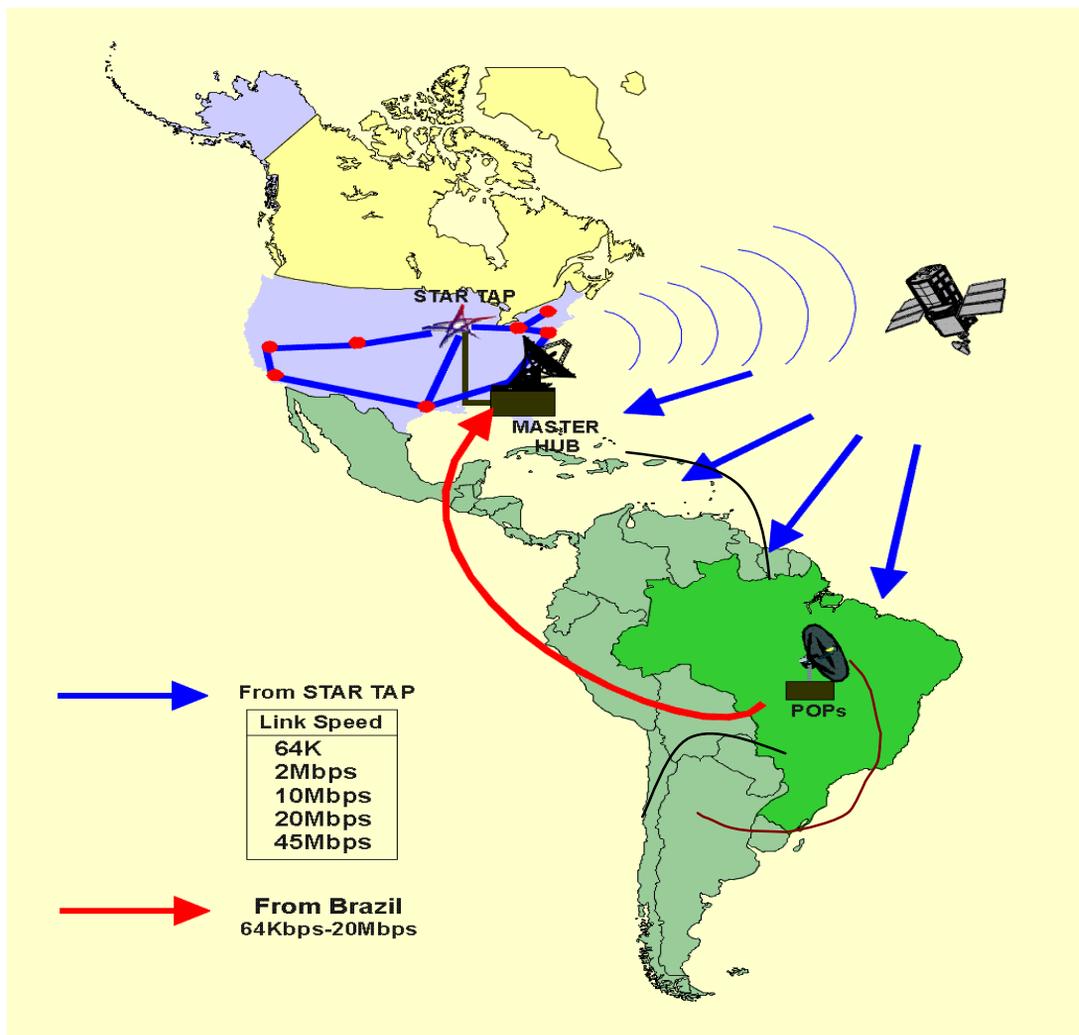
- **Contratação de um enlace assimétrico para o STARTAP**
  - iniciando com 10Mbps até 45Mbps downlink via satélite
- **Integração com outras redes acadêmicas no Mercosul e América Latina**

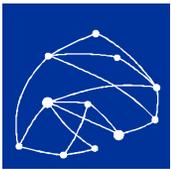


<b>Provider</b>	<b>Type</b>	<b>Coverage</b>	<b>Data Speed</b>	<b>Sample pricing</b>
Comsat	GEO	Global	64 kbit/s to 32 Mbit/s	Would not disclose
GE Capital Spacenet	GEO	U.S., Europe, India, Latin America	19.2 kbit/s to 2 Mbit/s inbound; 128 kbit/s to 2 Mbit/s outbound	\$100 per site
Hughes	GEO	Global	64 kbit/s to 256 kbit/s inbound; 128 kbit/s to 24 Mbit/s outbound	\$130 to \$160 per site (1,000 sites)
MCI'	GEO	Global	64 kbit/s to 45 Mbit/s	\$3,500 to \$5,000 per month for 64 kbit/s (one way)
Orbcom	Little LEO	Global	2.4 kbit/s uplink; 4.8 to 9.6 kbit/s downlink	\$10 per month plus traffic
Orion	GEO	North Atlantic, pan- European, U.S. East Coast to Denver	64 kbit/s to 45 Mbit/s	\$4,000 to \$8,000 for 64-kbit/s point-to-point link
Panamsat	GEO	Global	64 kbit/s to 45 Mbit/s	\$4,000 to \$8,000 for 64-kbit/s point-to-point link
Telesat	GEO	Canada, Northern U.S.	1.2 kbit/s to 45 Mbit/s	Would not disclose
Vyvx	GEO	North America, South America, Europe, Asia, Northern Africa	45 MHz via analog transponder	Would not disclose



<u>Provider</u>	<u>Type</u>	<u>Availability</u>	<u>Coverage</u>	<u>Fixed/ mobile data</u>	<u>Data Speed</u>	<u>Sample pricing</u>
<u>Final Analysis</u>	<u>Little LEO</u>	2000	Global	<u>Both</u>	19.2 kbit/s (mobile); 300 kbit/s (fixed)	25 cents to \$1 per message
<u>Globalstar</u>	<u>Big LEO</u>	1999	75o latitude	<u>Both</u>	9.6 kbit/s	\$1 per minute surcharge over terrestrial cost
<u>ICO Global</u>	<u>MEO</u>	2000	Global	<u>Mobile</u>	9.6 kbit/s to 38.4 kbit/s	<u>Not set</u>
<u>Iridium</u>	<u>Big LEO</u>	1998	Global	<u>Mobile</u>	2.4 kbit/s	\$3 to \$5 per minute
<u>Motorola</u>	<u>Broadba nd LEO, GEO</u>	2003	Global	<u>Fixed</u>	64 kbit/s to 155 Mbit/s	<u>Not set</u>
<u>Teledesic</u>	<u>Broadba nd LEO</u>	2002	Global	<u>Fixed</u>	2 Mbit/s uplink; 64 Mbit/s downlink	<u>Not set</u>

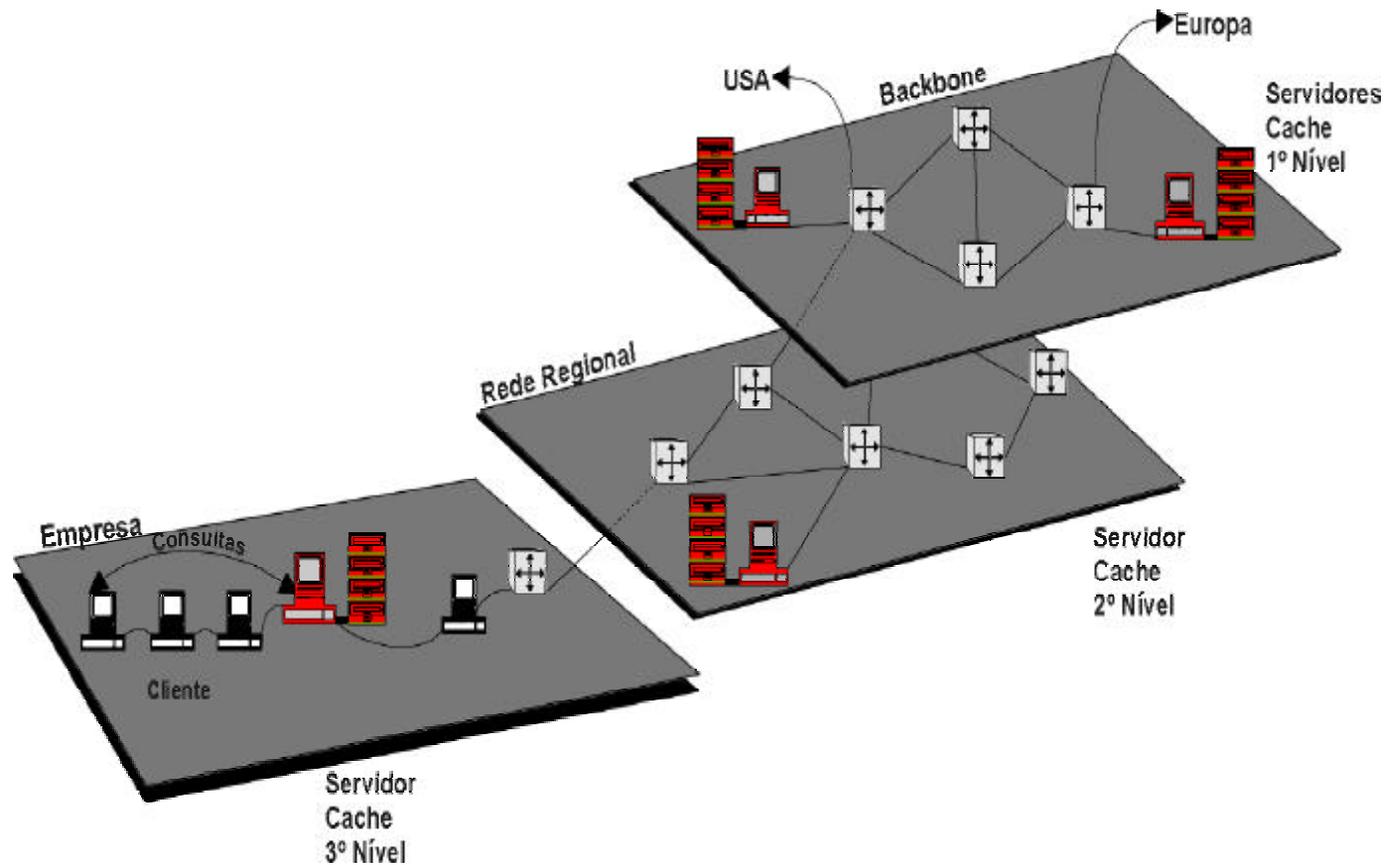




- **Implantação de uma hierarquia de Proxies para Web/Ftp**
  - 2 Mega-Proxies com 300Gb cada
  - 9 Proxies de nível secundário para os POPs a 2Mbps
  - Proxies de terceiro nível para outros POPs



## Hierarquia Web Cache





**RNP**

**MCT**

⇒ **Interligação nacional dos consórcios de Redes Metropolitanas de Alta Velocidade**

⇒ **Ligação internacional do backbone de Alta Velocidade**

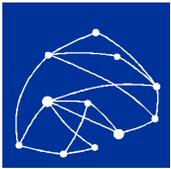
**Investimentos globais R\$20 Milhões**

*backbone Internet 2*

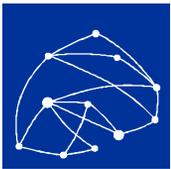


O Brasil Rumo à Internet2

PAL0096A  
©1998 - RNP



# Exemplos de Aplicações Internet 2



## Exemplos de Novas Aplicações

- **Bibliotecas Digitais**

- A/V contínuo de alta fidelidade acessível globalmente, e não apenas em redes locais
- Grandes imagens com exibição instantânea X retardo

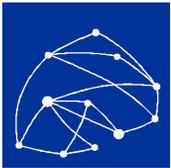
- **Instrução Musical**

- Vídeo de alta fidelidade e áudio multicanal X qualidade telefônica
- Interação entre participantes na rede
- Sincronização de áudio, vídeo, MIDI, anotações, etc.



## Exemplos de Novas Aplicações

- **Colaboração Estendida**
  - Suporte a laboratório virtual através da operação remota de instrumentos
  - Sincronização de dados instrumentais, A/V contínuo e aplicações textuais durante experiências
- **Ambientes de Imersão**
  - Espaços virtuais, compartilhados, tridimensionais, com colaboração múltipla



## Aplicações - Laboratório Virtual





## Aplicações - Laboratório Virtual

**Microscope control**

Image! Magn. Beam Scan Detectors Filter In/Out Stage Settings

**Vacuum**

Pump Vent

Vac OK mBar

**Beam**

10.0 kV 65  $\mu$ A

Spotsize 5.0

**Video**

Contrast 18.6

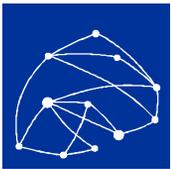
Brightness 42.9

ACB Save

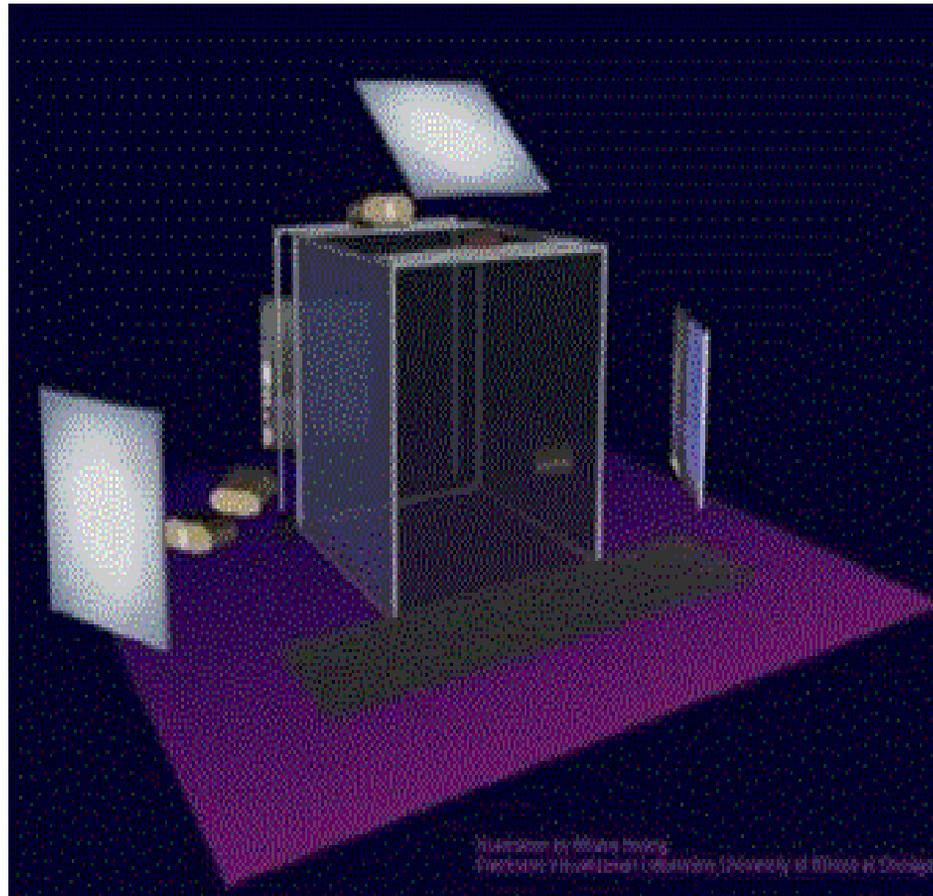
**Stage**

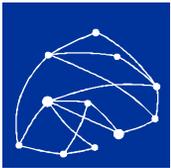
X	1972.8	$\mu$ mR	-12.2
Y	-2048.9	$\mu$ mT	-0.4
Z	8.527	mm	Z <-> FWD

Acc.V Spot Magn Det WD | 200  $\mu$ m  
10.0 kV 5.0 100x SE 10.0 The Teaching SEM, MS&E, U of MI



## Aplicações - Tele-imersão





**RNP**

**MCT**

# Rede Nacional de Pesquisa

*<http://www.rnp.br>*