

O Brasil Rumo à Internet 2

IV Seminário de Capacitação Interna da RNP

Novembro de 1998

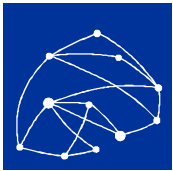
José Luiz Ribeiro Filho / Nelson Slmões

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

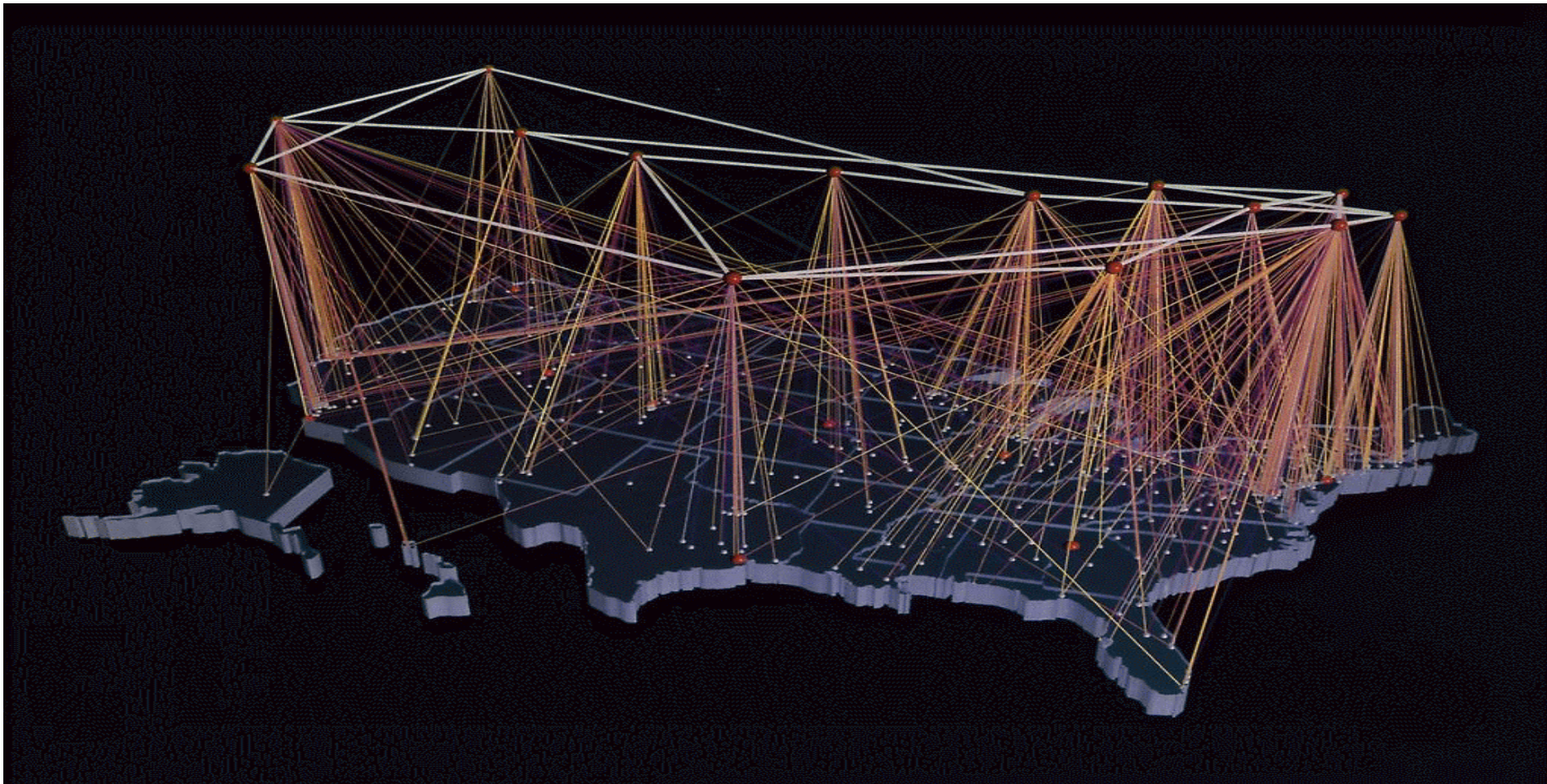
- **1969** - Rede protótipo utilizando comutação de pacotes:
Arpanet (DoD)
- **1975** - Torna-se uma rede experimental
- **1983** - “Casamento” do *Unix* com TCP/IP
O termo “Internet” passa a ser utilizado
- **1986** - NSFNet backbone liga redes regionais
- **1993** - Navegador gráfico e *WWW*
- **1994** - 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)**

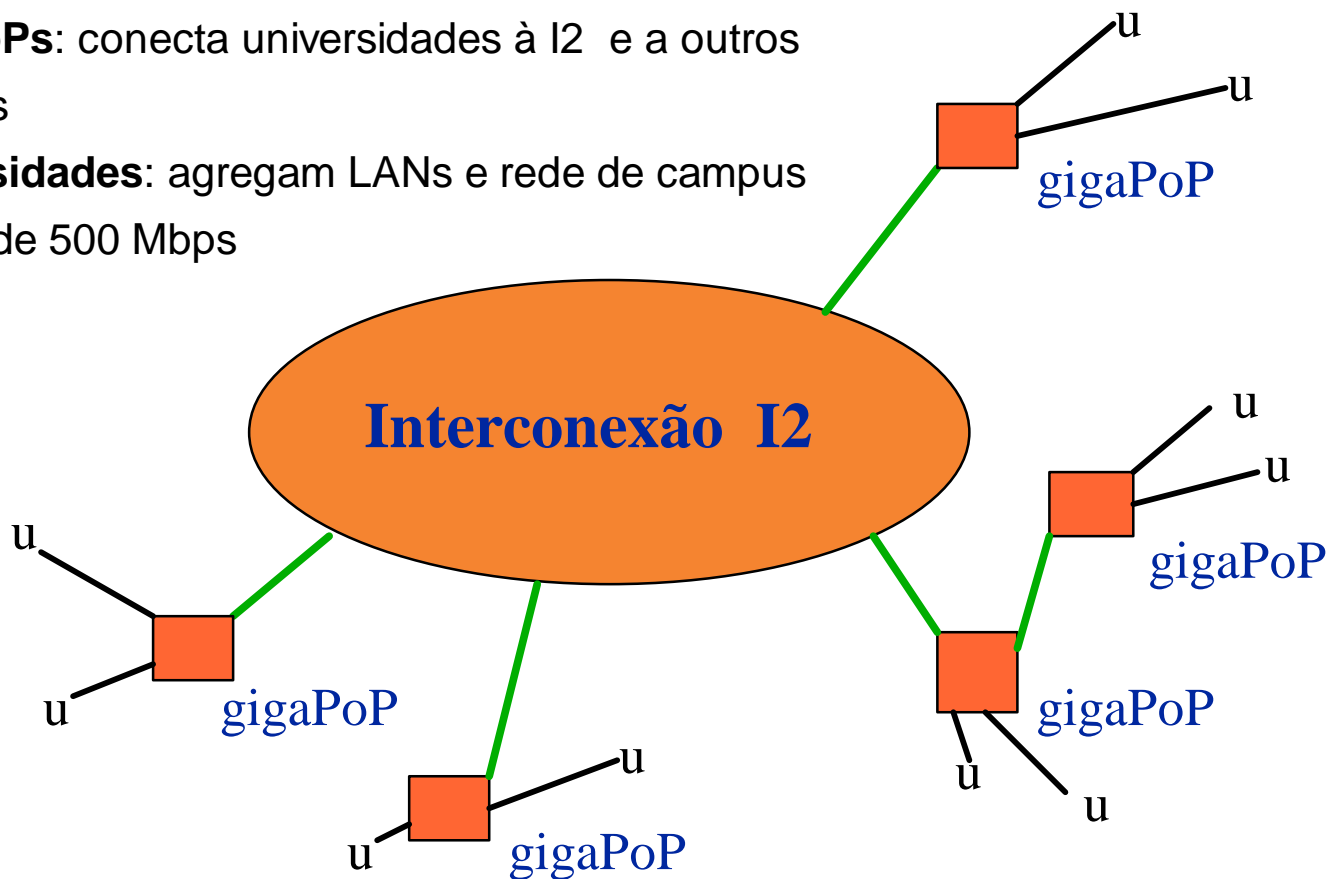


Interconexão: conectam todos os GigaPoPs entre si

GigaPoPs: conecta universidades à I2 e a outros serviços

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

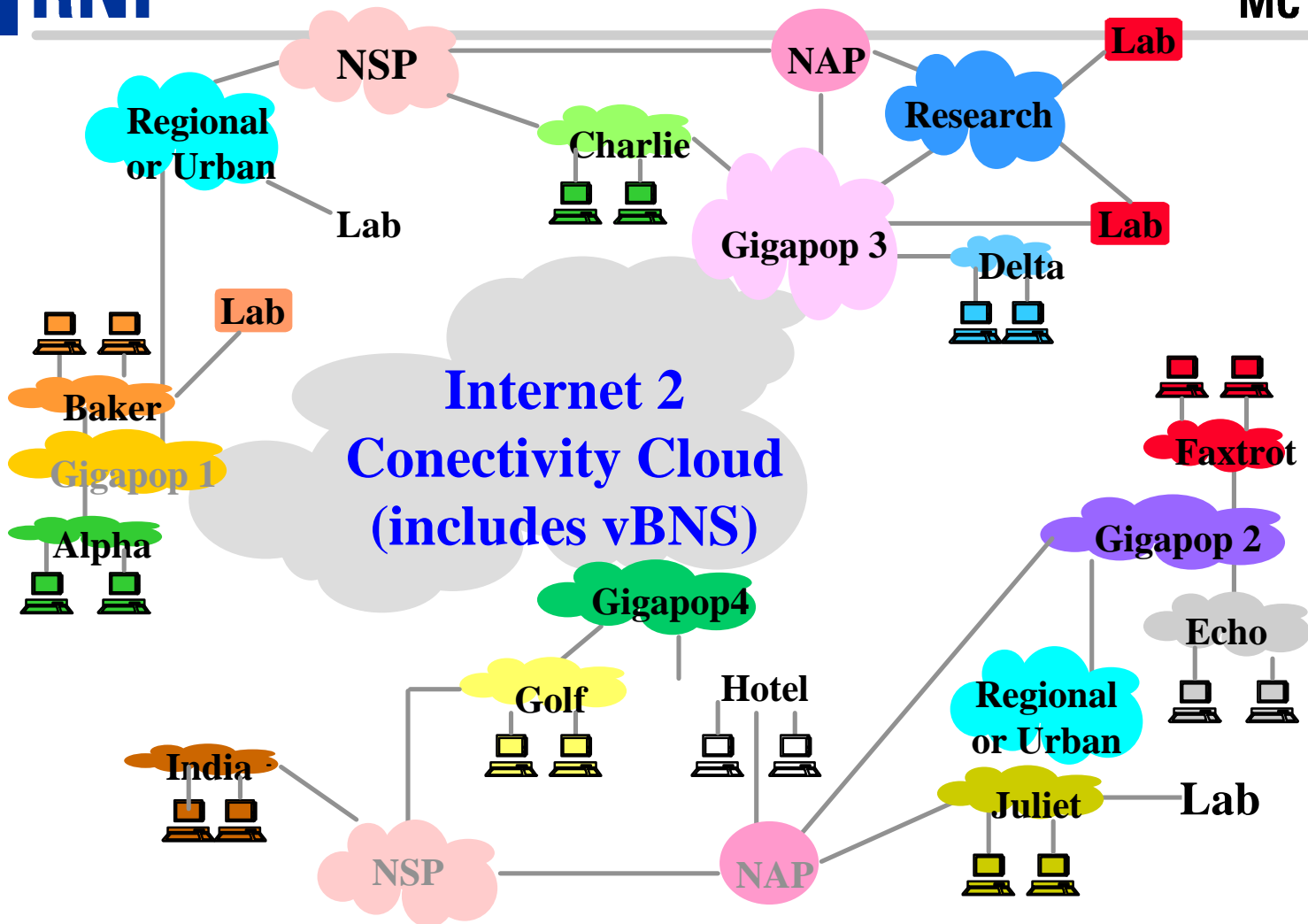
Arquitetura





RNP

MCT



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

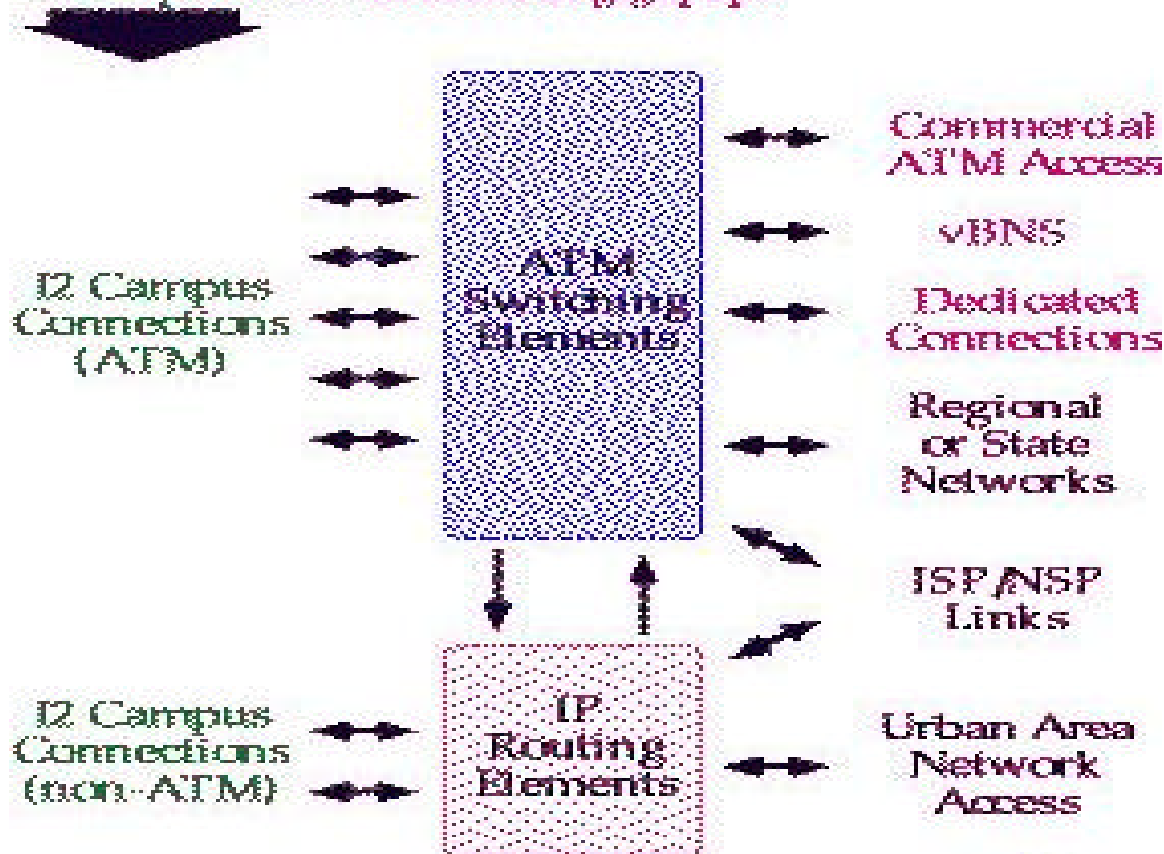
O Brasil Rumo à Internet2

PAL0096A
©1998 - RNP

- **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

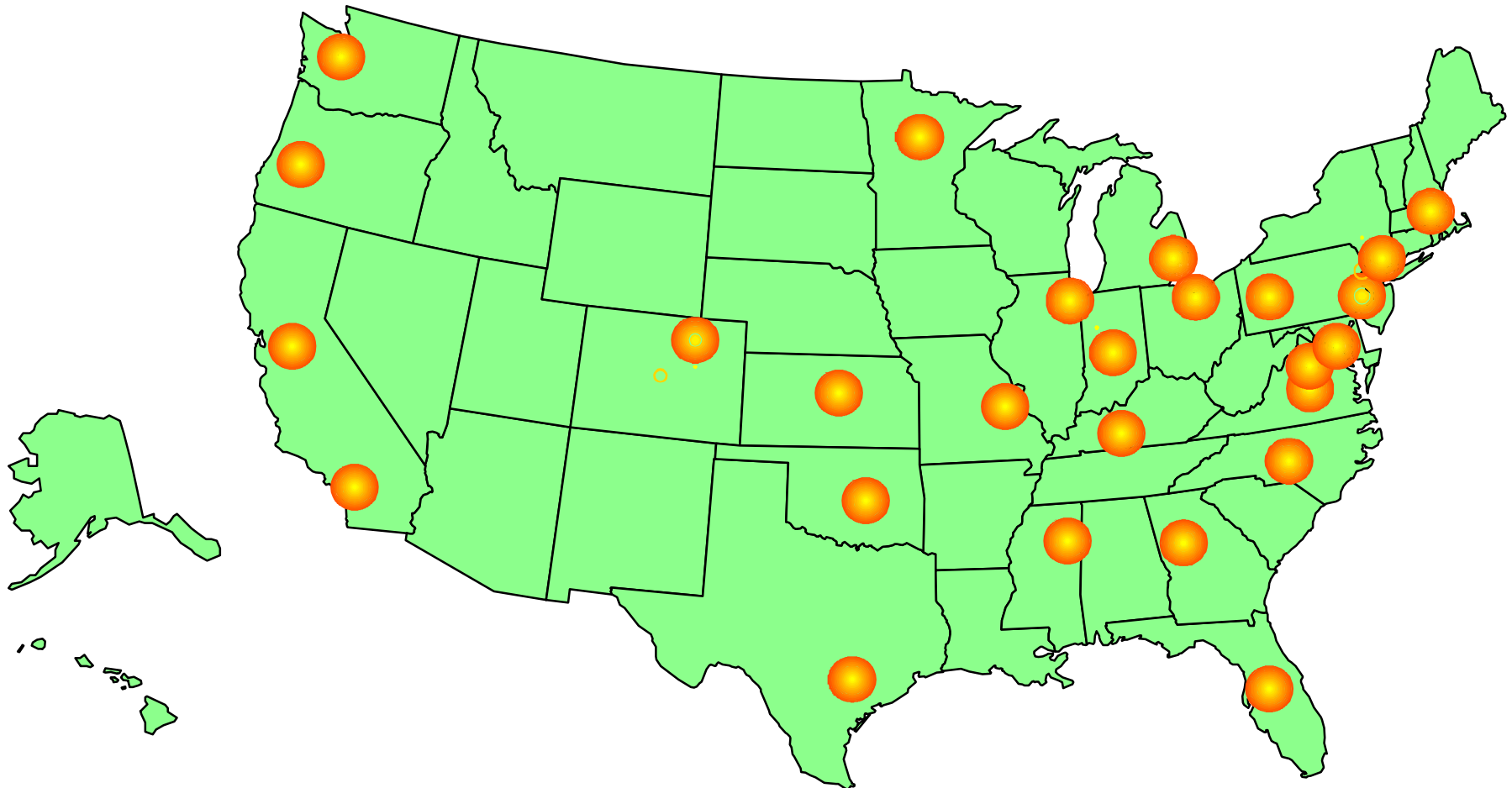


An 12 gigapop *does not* route traffic among non-12 networks and providers

- **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

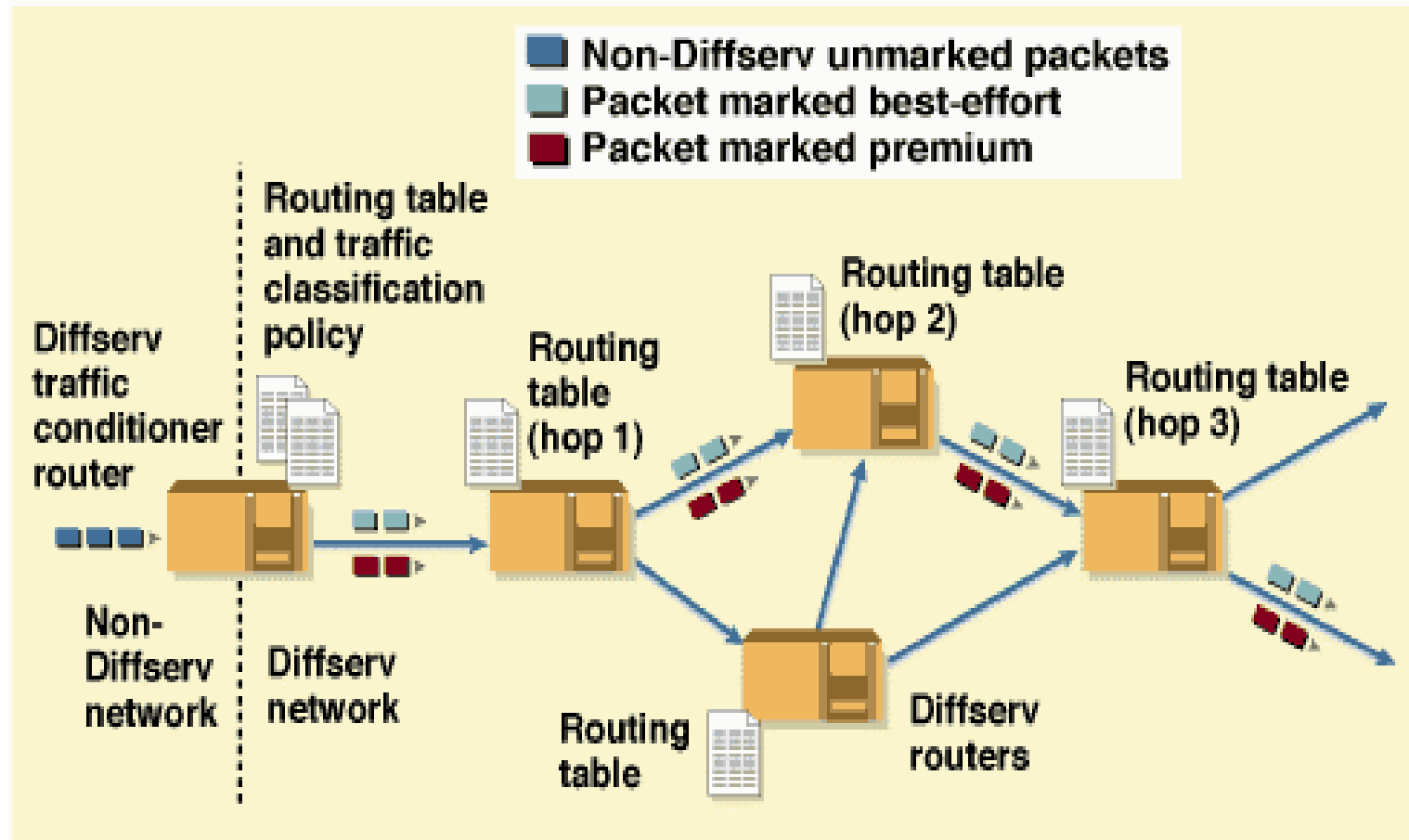
- **Marcos em 1998**

- Aumentar número de GigaPoPs
- Introduzir suporte para:
 - Qos
 - Multicast
 - IPv6



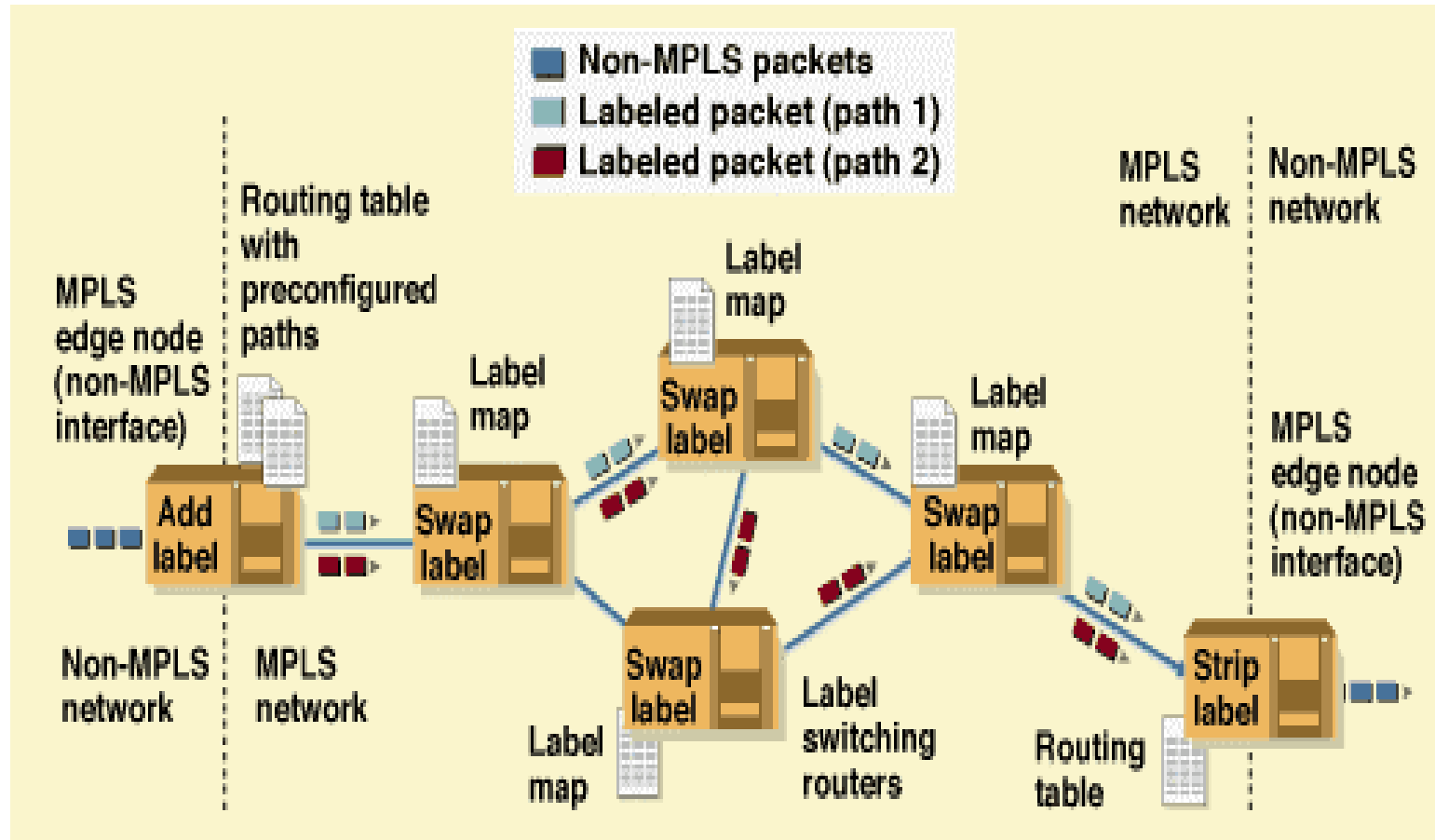
Engenharia de Redes - DiffServ

I
E
T
F





I
E
T
F

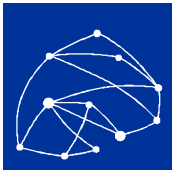


- **A relação entre as Aplicações e o “Encanamento”:**
 - Aplicações avançadas transformam o valor de conexões de alta capacidade
 - Conexões de alta capacidade viabilizam aplicações avançadas
 - Poder esbanjar largura-de-banda não torna necessariamente uma aplicação “avançada”
 - Conexões megalomaniacas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

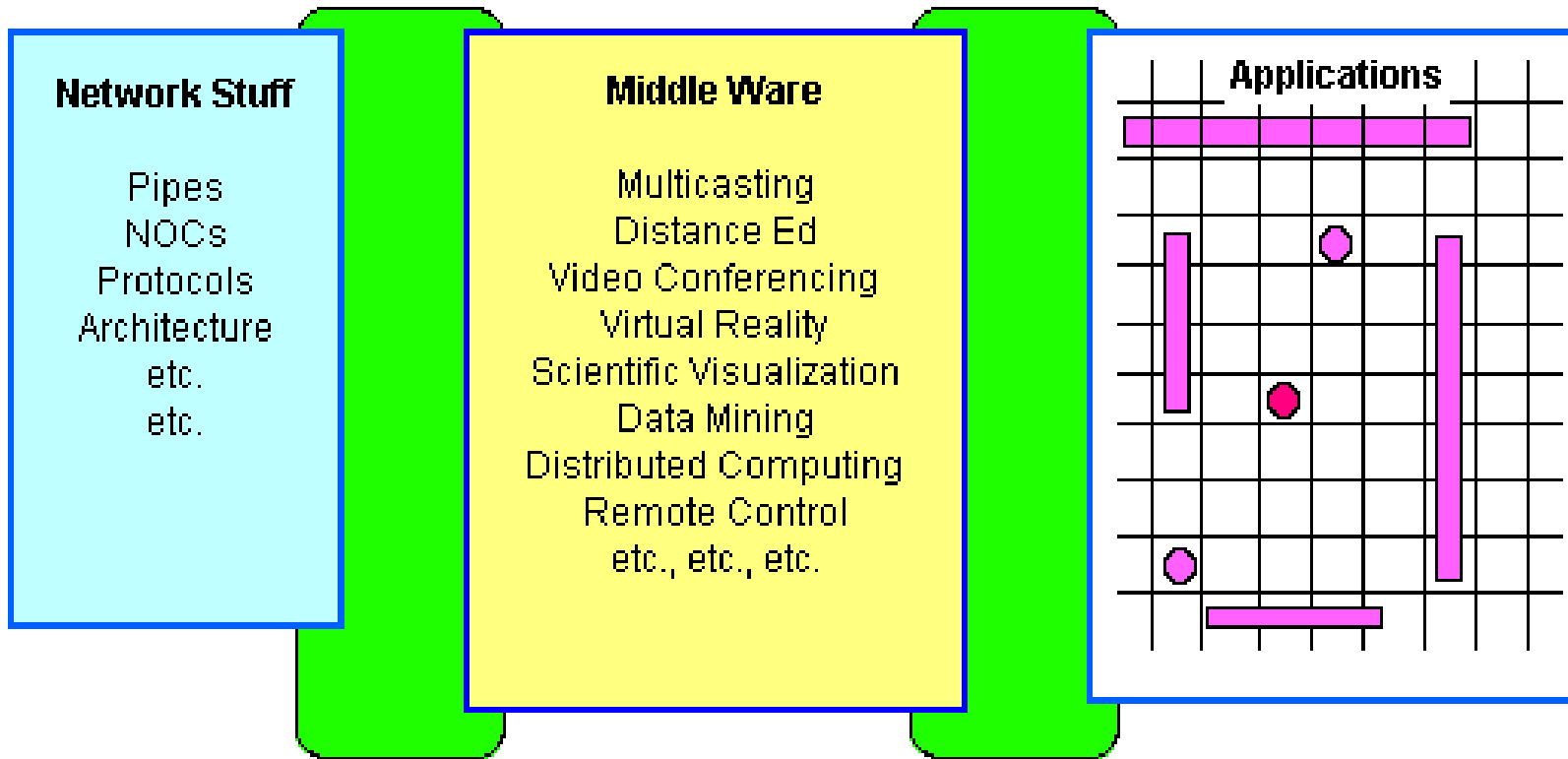


Desenvolvimento de Aplicações

- 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



Kit para *Middleware*



The green stuff is the "slime" of policy and other non-technical issues that get in the way of making technology work

FONTE: SURA/SoX



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

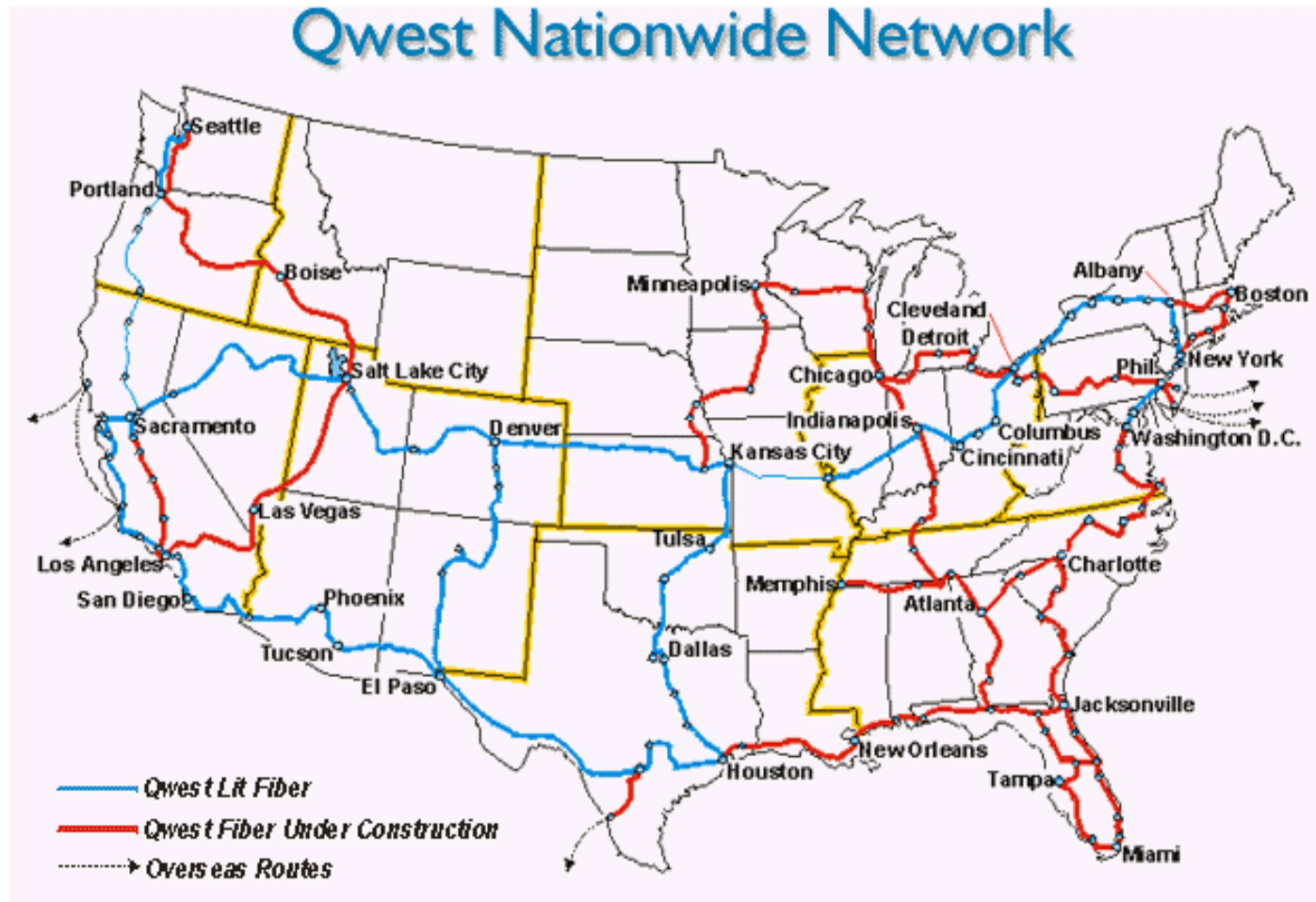
ABILENE - Novo backbone Internet 2

- 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



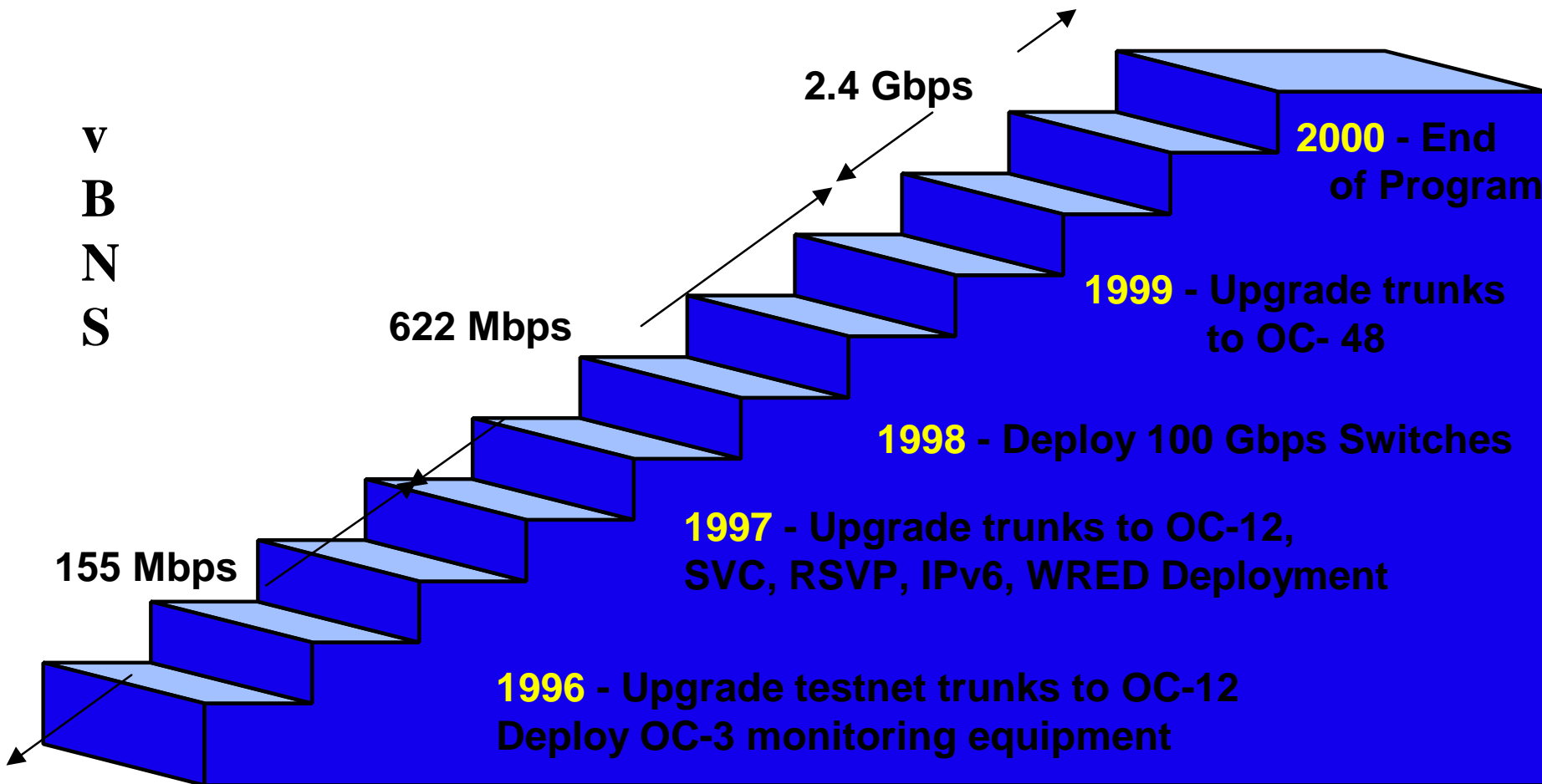
Iniciativas nos Estados Unidos

A
B
I
L
E
N
E





V
B
N
S



April 1995 - Program Initiation.

FONTA: MCI/NSF

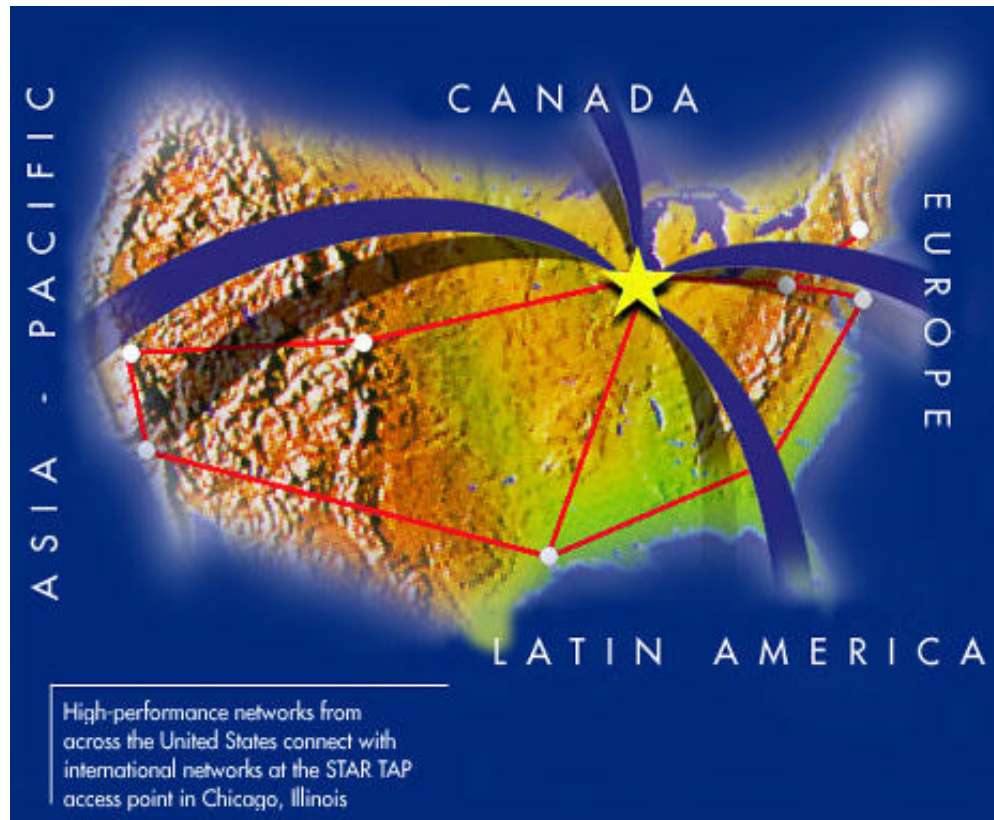
O Brasil Rumo à Internet2

PAL0096A
©1998 - RNP



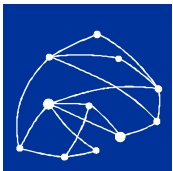
Iniciativas nos Estados Unidos

**S
T
A
R
T
A
P**



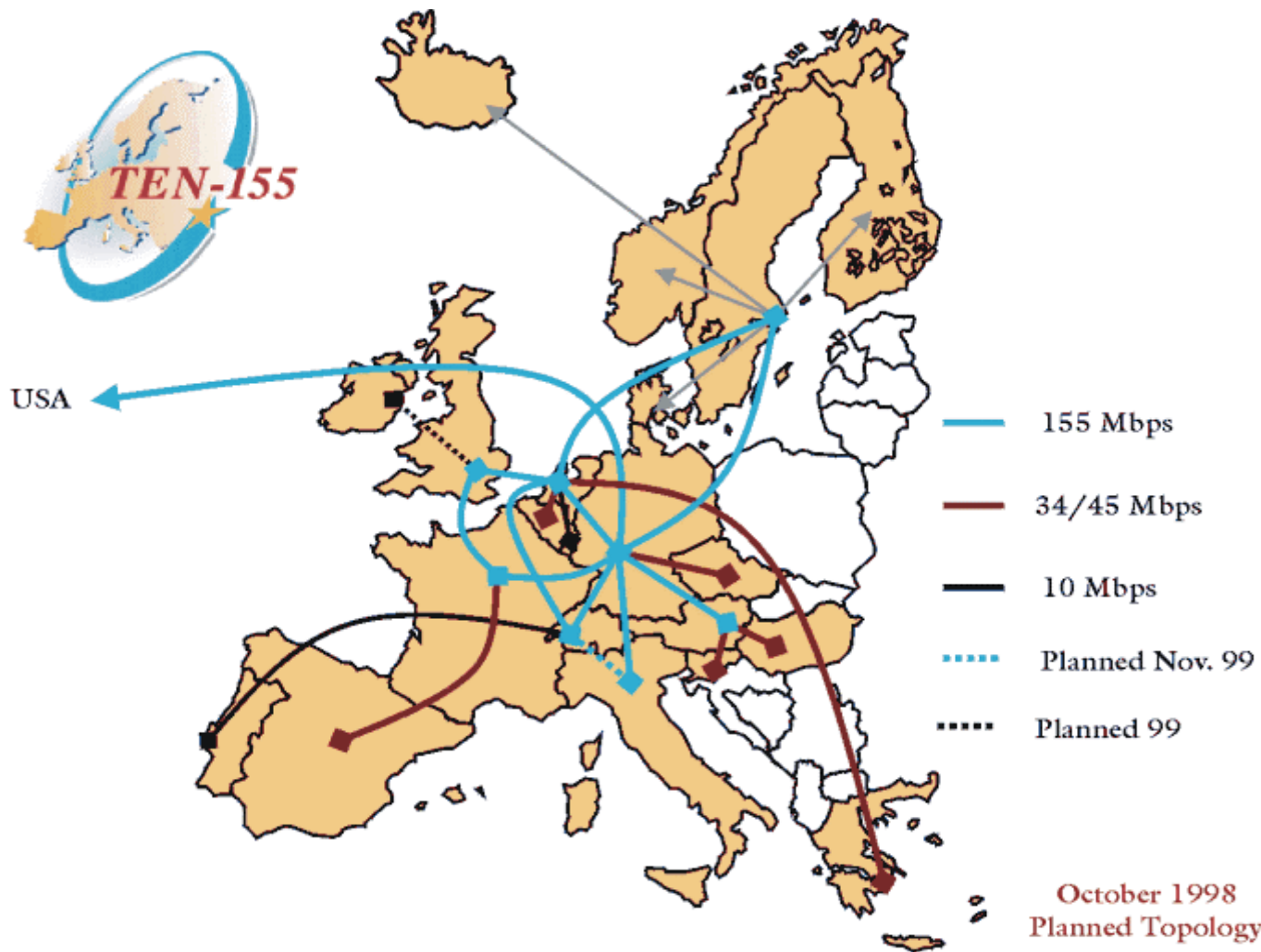
Connected Networks

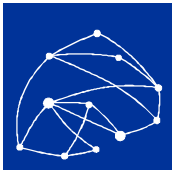
vBNS	TCP/IP	OC-12 backbone
ESnet	TCP/IP	OC-3 (shared with NREN)
NREN	TCP/IP	OC-3 (shared with ESnet)
CANARIE	TCP/IP	45 Mbps (OC-3 coming soon)
SingAREN	TCP/IP	12 Mbps (45 Mbps coming soon)
TransPAC	TCP/IP	35 Mbps
MiNET	TCP/IP	6 Mbps
TANet	TCP/IP	15 Mbps



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);



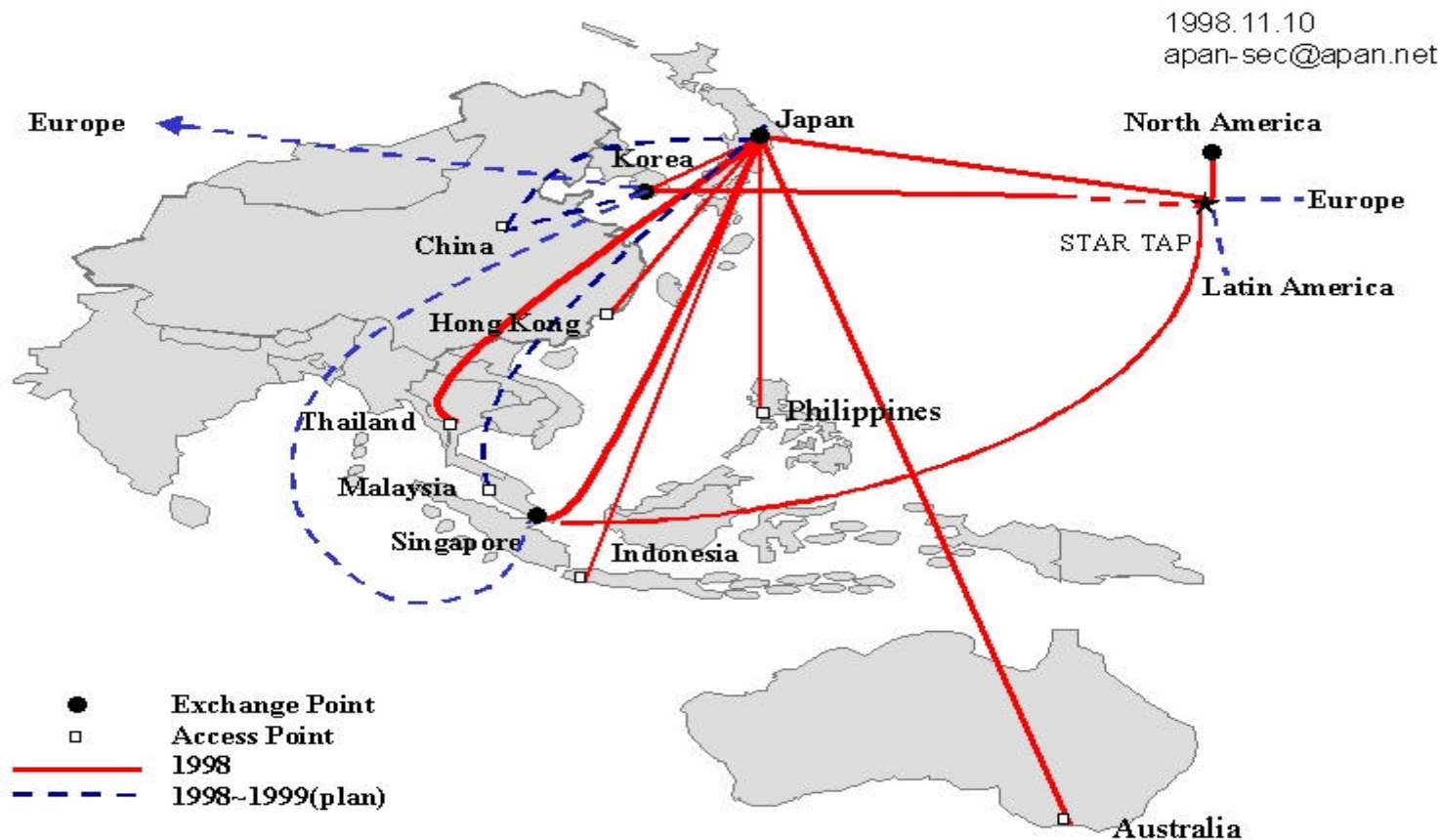


Outros Testbeds

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



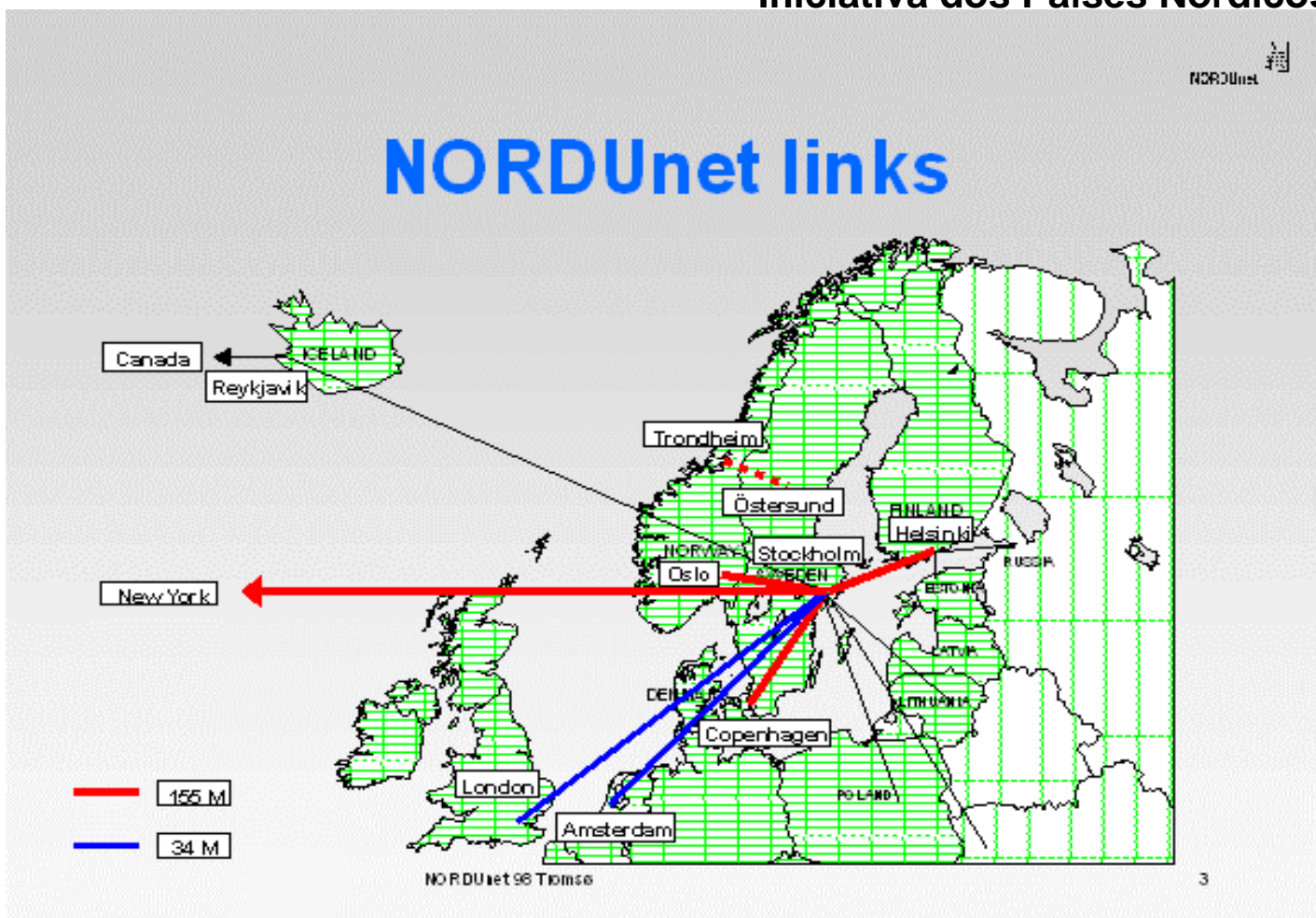
APAN Network Topology

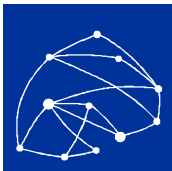




Iniciativa dos Países Nórdicos

N
O
R
D
U
n
e
t





Iniciativa no Canadá

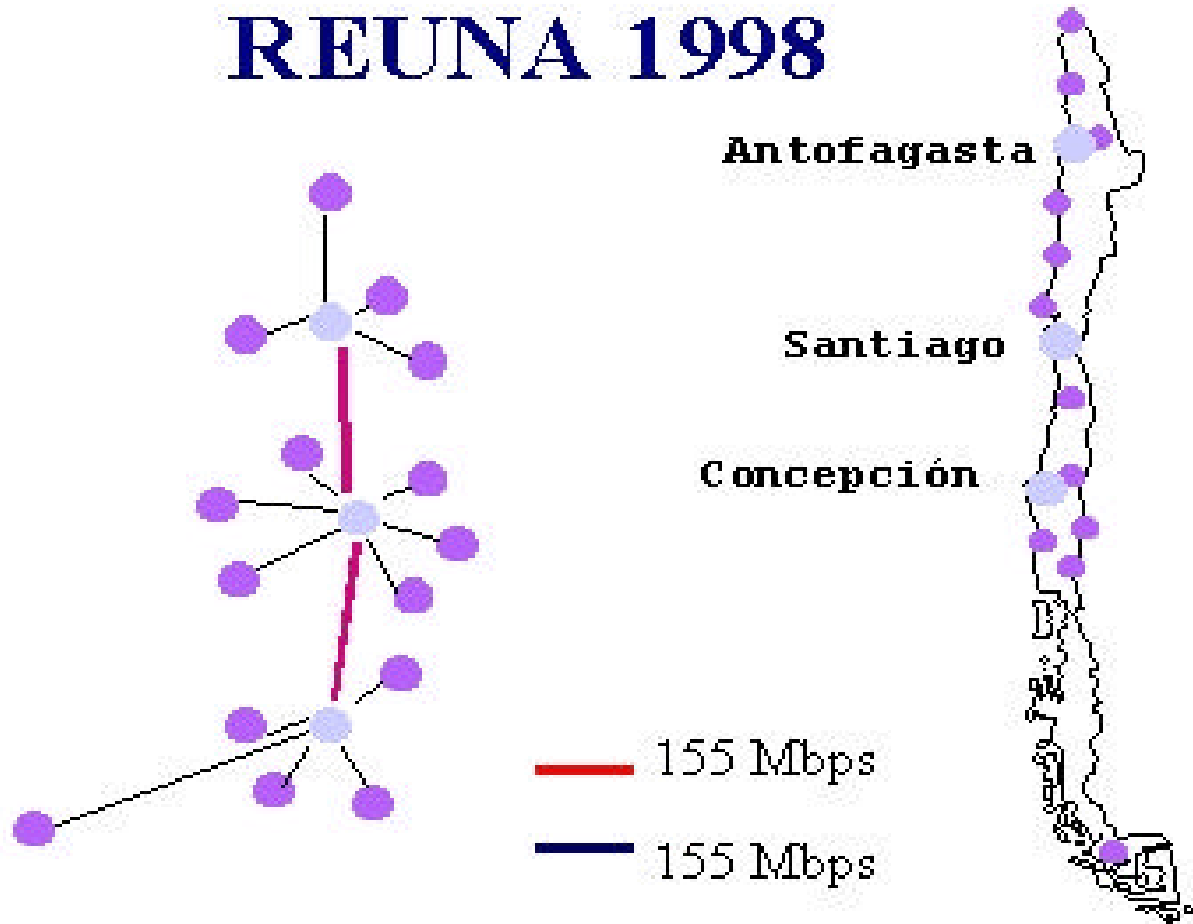
C
A
*
N
E
T
II

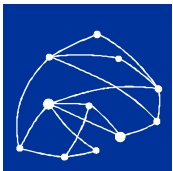




REUNA 1998

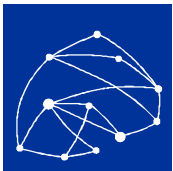
**R
E
U
N
A
I
I**





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

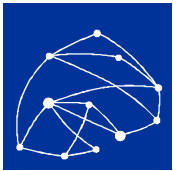


Internet 2 - Objetivos

- **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)**

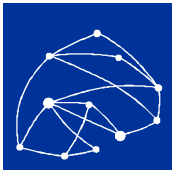


- **Capacitação Técnica**
- **Equipamentos (GigaPOPs)**
- **Infra-estrutura de comunicação de dados baseada em fibras ópticas**



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**

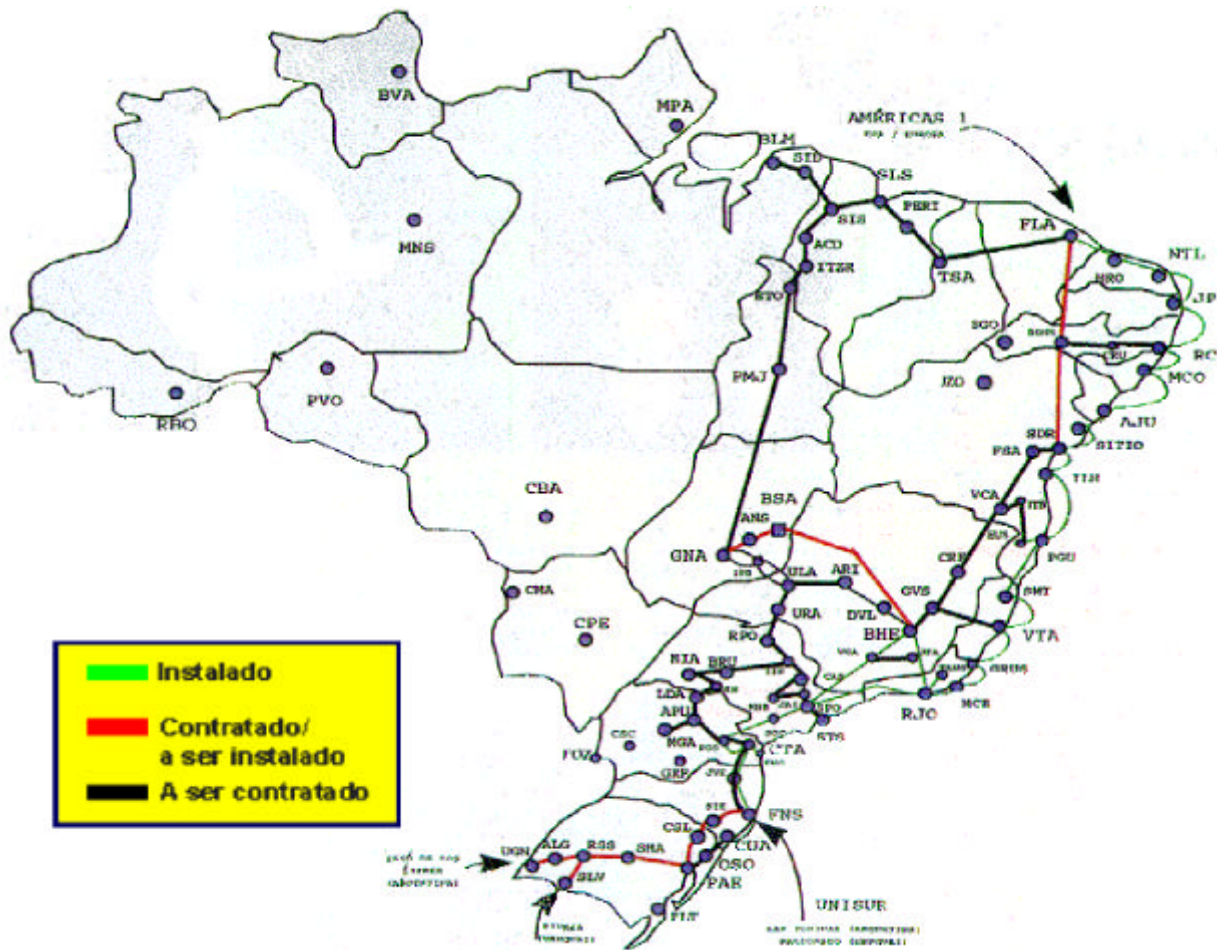


Restrições e Limitações

- **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

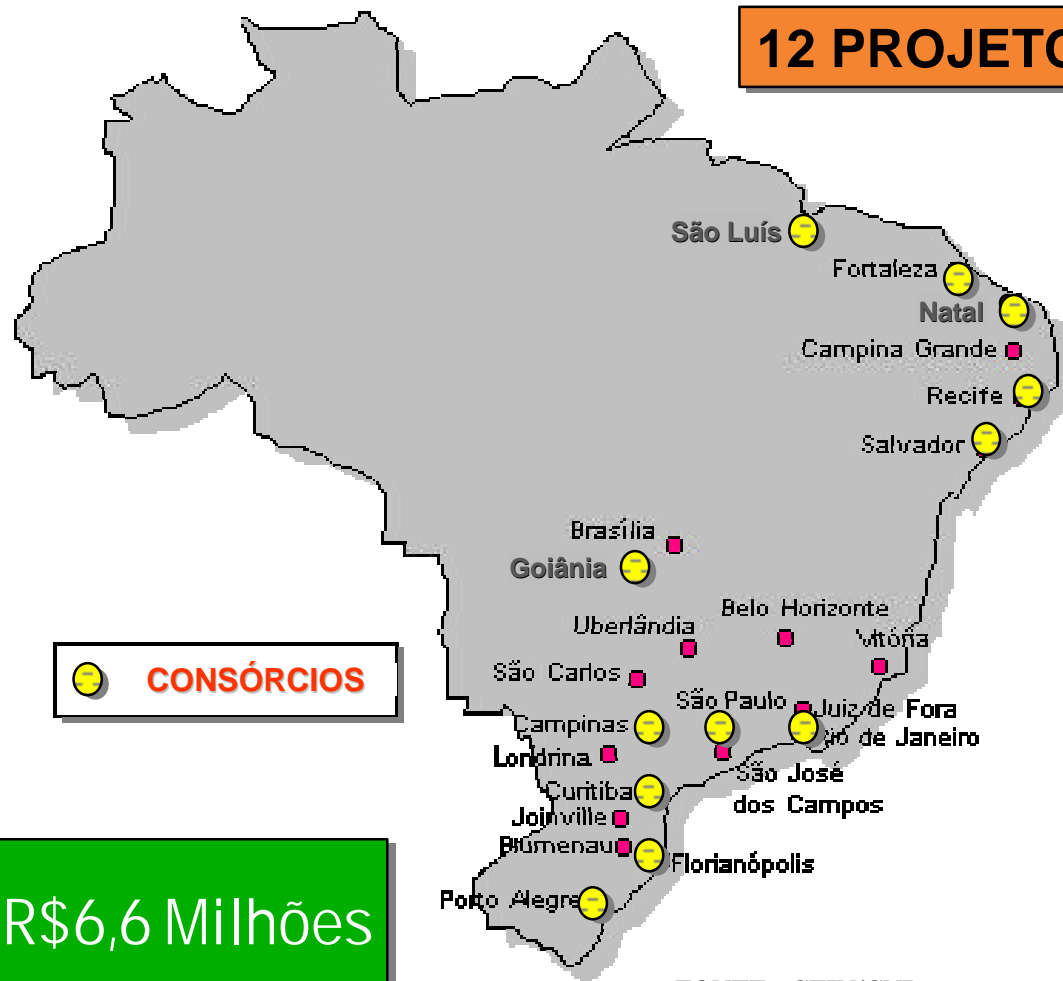
12 PROJETOS

⇒ **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

O Brasil Rumo à Internet2

PAL0096A
©1998 - RNP



- **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

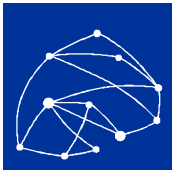


Apoio aos Consórcios

- **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



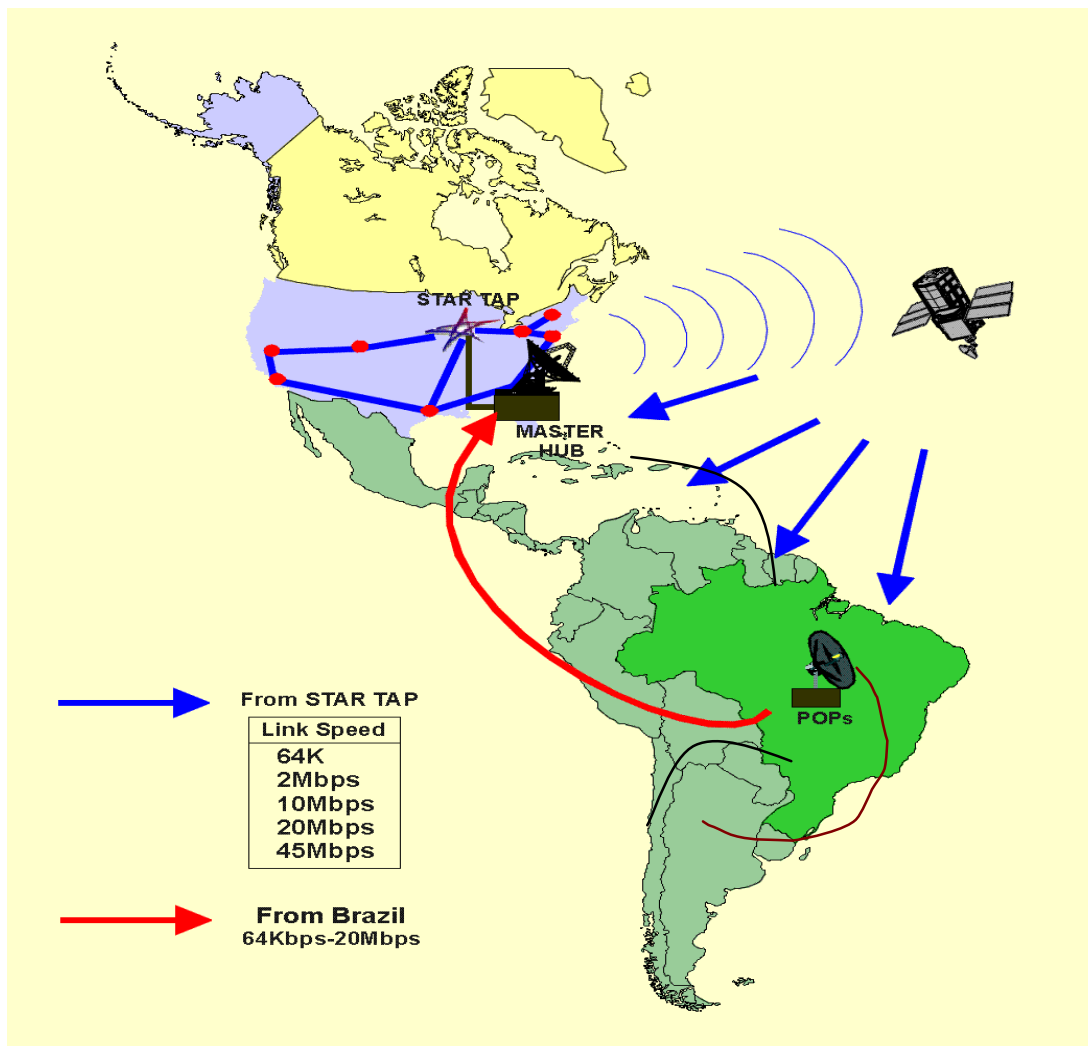
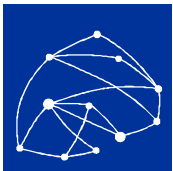
- **Contratação de um enlace assimétrico para o STARTAP**
 - iniciando com 10Mbps até 45Mbps downlink via satélite
- **Integração com outras redes acadêmicas no Mercosul e América Latina**



Provider	Type	Coverage	Data Speed	Sample pricing
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>

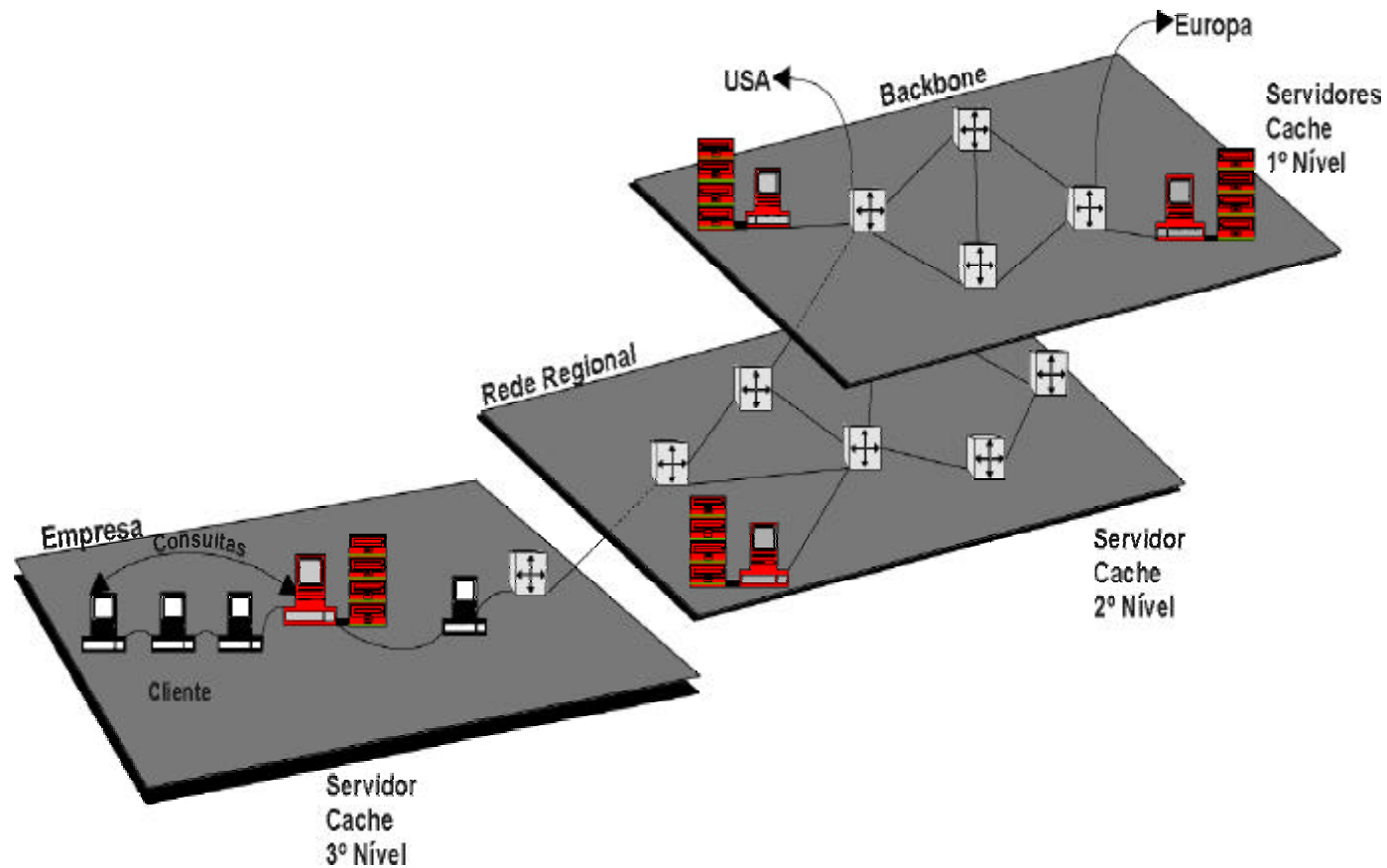




- **Implantação de uma hierarquia de Proxies para Web/Ftp**
 - 2 Mega-Proxies com 300Gb cada
 - 9 Proxies de nível secundário para os POPs a 2Mbps
 - Proxies de terceiro nível para outros POPs



Hierarquia Web Cache





RNP

MCT

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

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

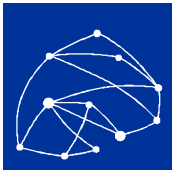
Investimentos globais R\$20 Milhões

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 µA

Spotsize 5.0

Video

Contrast 18.6

Brightness 42.9

ACB Save

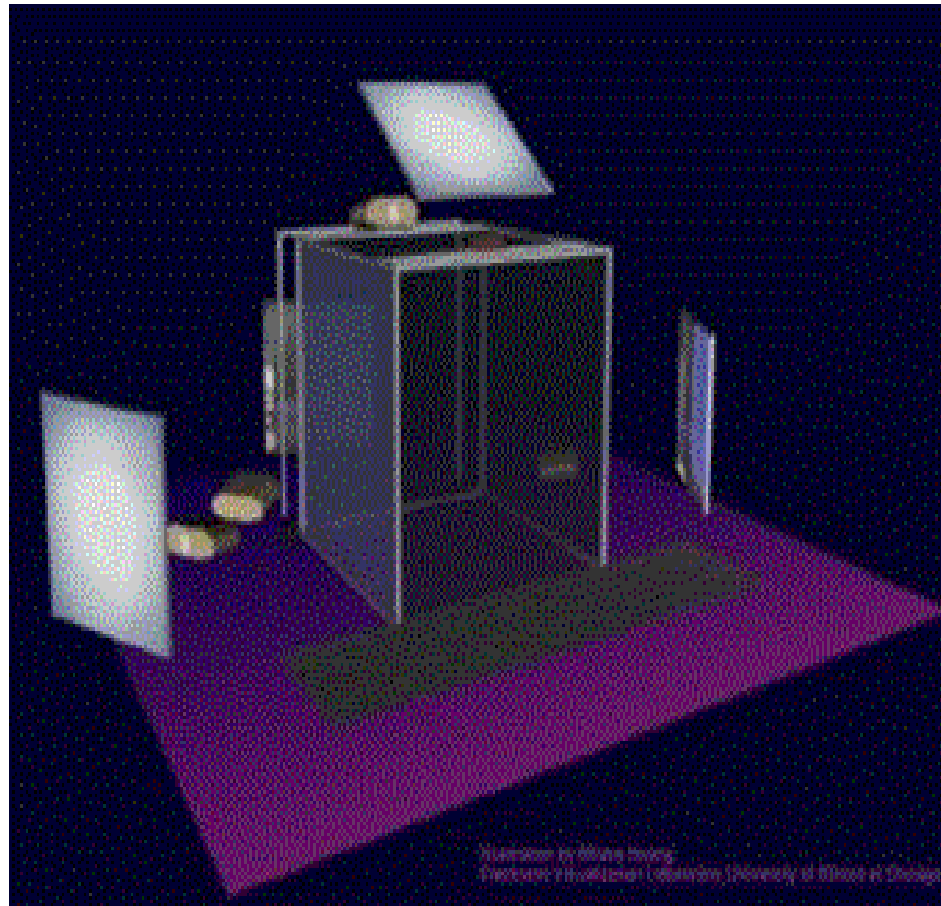
Stage

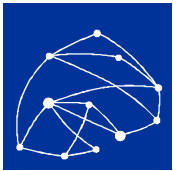
X	1972.8	µmR	-12.2
Y	-2048.9	µmT	-0.4
Z	8.527	mm	Z <-> FWD

Acc.V Spot Magn Det WD |—————| 200 µm
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>