



Infra-estrutura para e-Ciência no Brasil

1º Workshop do BRAVO
INPE, S.J. dos Campos
Fev 2007

Michael Stanton, Diretor de Inovação
Rede Nacional de Ensino e Pesquisa - RNP
michael@rnp.br

Sumário



- Uma breve visão da RNP
- As redes operadas/usadas pela RNP
 - rede experimental do Projeto GIGA
 - Rede IPÊ (troncal nacional)
 - Redes metropolitanas
 - Rede CLARA e extensões (internacional)
- Categorias de usuários e grades computacionais
- Suporte dado a comunidades específicas
- Conclusão

Por quê manter uma rede só para Pesquisa e Educação (P&E) ?



- No início (c.1987), porque não havia alternativas financeiramente viáveis
- Depois, para apropriar para a própria comunidade de P&E os benefícios de escala que resultam de compartilhar infra-estrutura e equipamentos de telecomunicações
 - as operadoras de telecomunicações sempre aproveitaram destes benefícios de escala em proveito próprio – é um bom negócio!

RNP – Rede Nacional de Ensino e Pesquisa

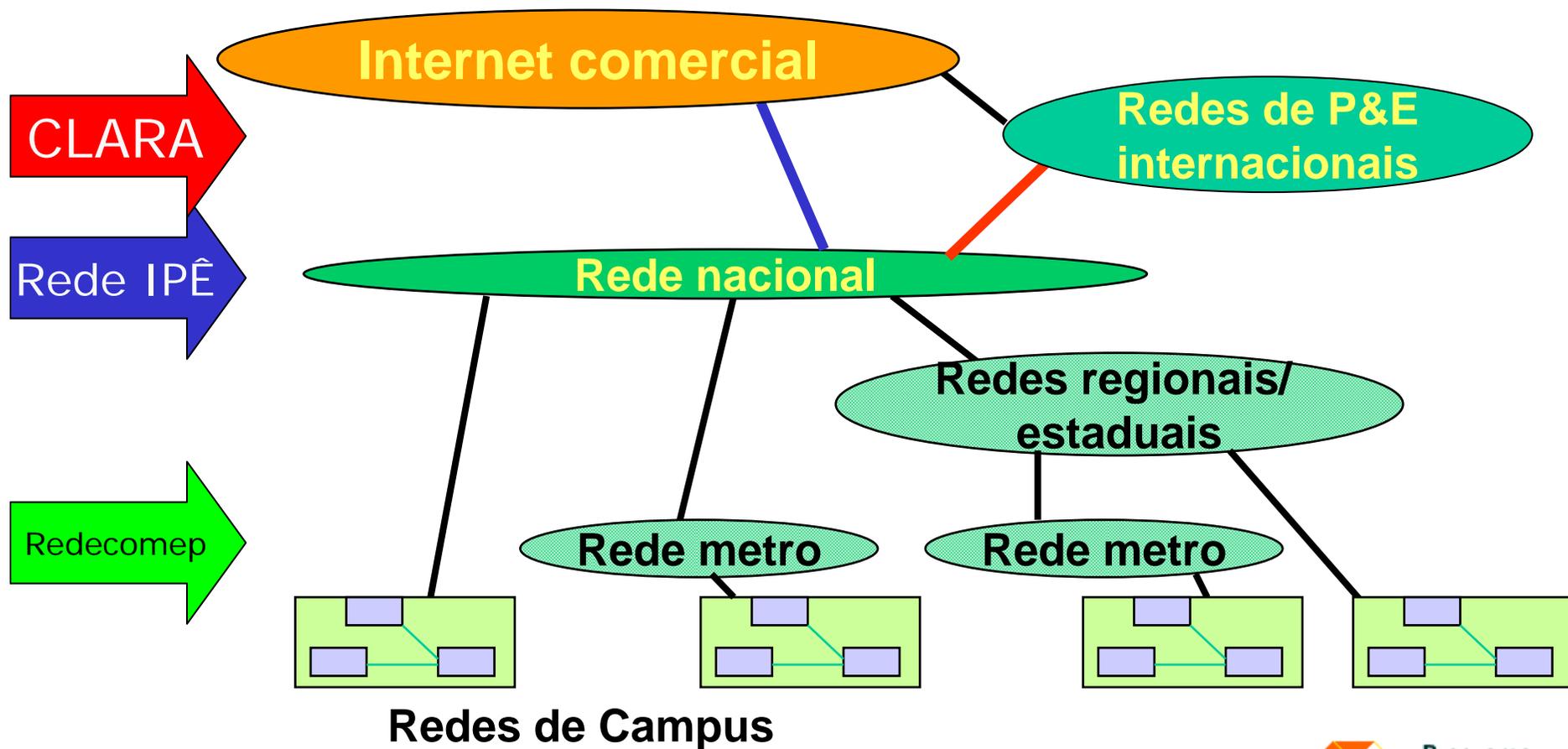


- RNP é a rede nacional de pesquisa e educação
 - Mantida pelo governo federal (desde 1989)
 - provê conectividade nacional (interestadual) e internacional para mais de 300 universidades e centros de pesquisa através de uma infra-estrutura de comunicação avançada
 - colaboração – conexão internacional a outras redes semelhantes (Internet2, GÉANT, APAN, RedCLARA)
 - “commodity” – conexões à Internet comercial
 - sustenta e promove o desenvolvimento de redes avançadas e suas aplicações
- a RNP é gerida para o governo federal por uma empresa privada sem fins lucrativos (organização social) - RNP-OS
 - Irmanada às UPs do MCT (CBPF, ON, INPE, LNCC, etc.)

Papel central da RNP na conectividade das redes de P&E no país



Fonte: <http://www.serenate.org/presentations/finalw/Williams2.ppt> (estudo SERENATE)



Evolução das redes de P&E no Brasil

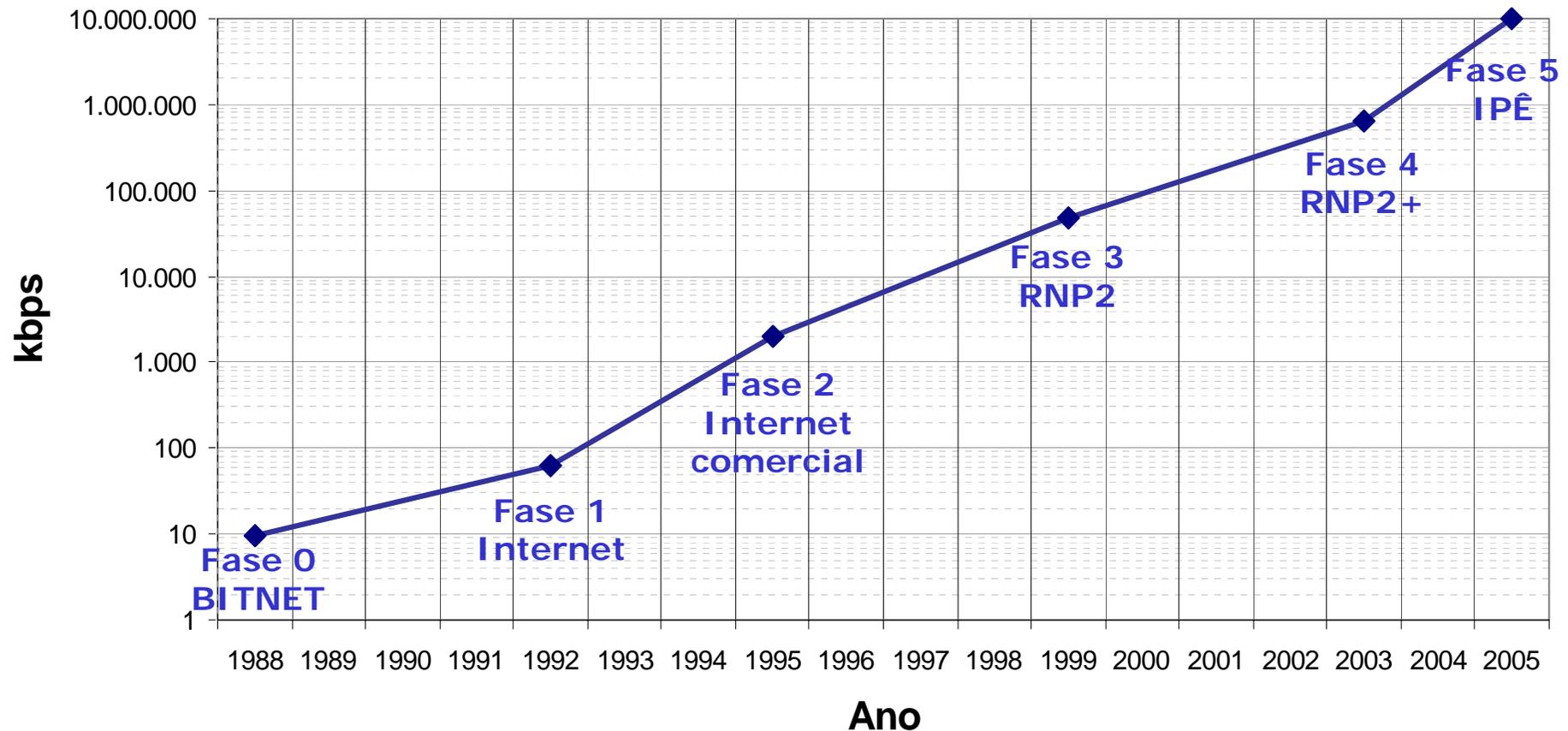


Fase	Ano	Tecnologia	Capacidades de enlace	Comentários
0	1988	BITNET	até 9.6 kbps	primeira rede nacional
1	1992	Internet	9.6 e 64 kbps	primeira rede nacional IP (RNP)
2	1995		até 2 Mbps	<i>também:</i> rede IP comercial
3	1999	IP/ATM, IP/FR	CV até 45 Mbps, acesso até 155 Mbps	rede nacional RNP2; ReMAVs em 14 cidades (usando ATM/fibra apagada)
4	2003	IP/SDH	34, 155, 622 Mbps	RNP2 estendida (RNP2+) <i>também:</i> rede experimental IP/WDM interestadual (Projeto GIGA)
5	2005	IP/WDM	2.5 e 10 Gbps	rede nacional IPÊ; redes metropolitanas em 27 capitals

Evolução das redes de P&E no Brasil



Capacidade dos enlaces



As redes operadas/usadas pela RNP



- Projeto GIGA – uma rede óptica experimental
- IPÊ – a nova geração de rede nacional
- Redecomep – Redes ópticas metropolitanas comunitárias
- Conexões internacionais

Projeto GIGA – uma rede óptica experimental



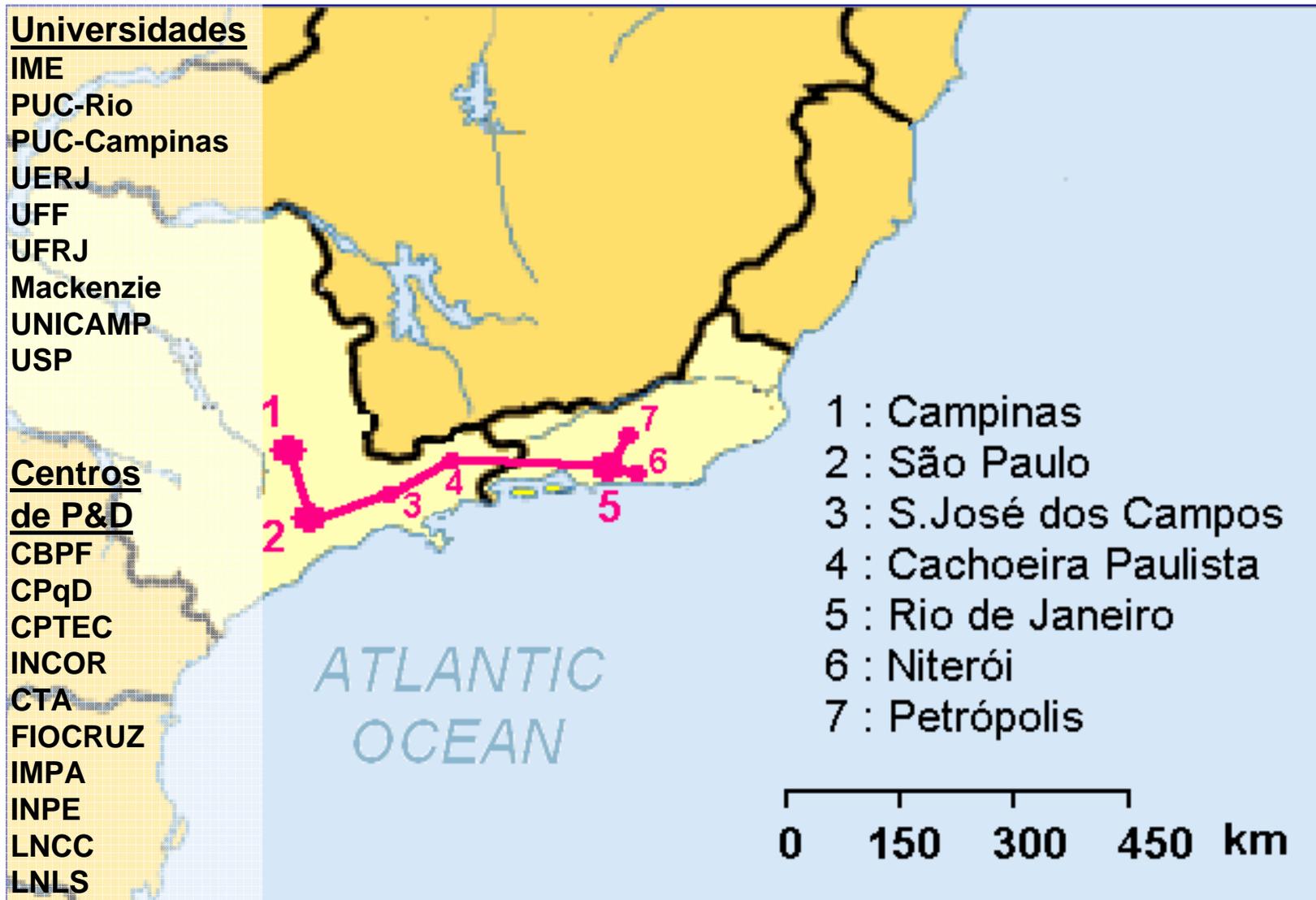
- Projeto em colaboração entre
 - RNP e
 - CPqD
 - Comunidade de P&D na indústria e nas universidades
- Objetivos
 - construir uma rede experimental avançada ligando 17 centros de P&D para desenvolvimento e demonstrações
 - suporte para subprojetos de P&D em tecnologias de redes óptica e de IP e aplicações e serviços avançados
- Participação industrial (operadoras cedem as fibras; é exigida transferência tecnológica de produtos e serviços)
- Financiamento de R\$53 milhões do FUNTTEL - desde Dez 2002
 - 2/3 dos recursos para financiar P&D



Infra-estrutura para e-Ciência



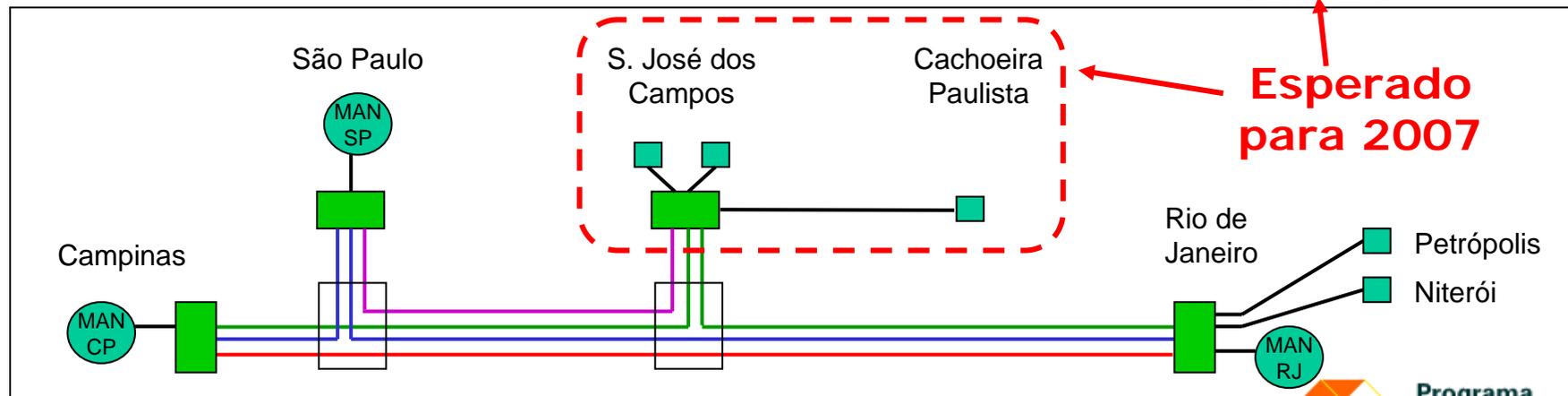
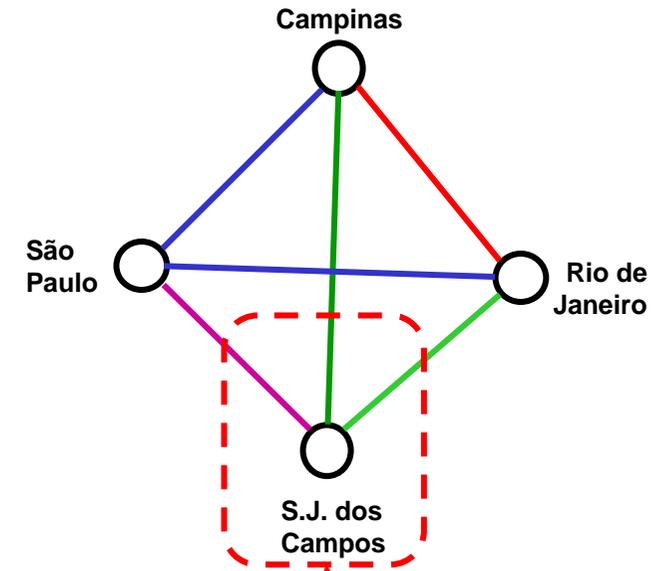
Rede experimental GIGA – localização



Projeto inicial da rede experimental



- rede interurbana DWDM entre Campinas e Rio de Janeiro
 - até 4 lambdas (comprimentos de onda) por enlace
- redes metropolitanas CWDM (MANs) no Rio, em S. Paulo e em Campinas
 - todos equipamentos ópticos fornecidos pela empresa Padtec (www.padtec.com.br)
 - todo laboratório tem acesso em 1 Gbps
- rede operacional entre Rio, S. Paulo e Campinas (desde maio de 2004)



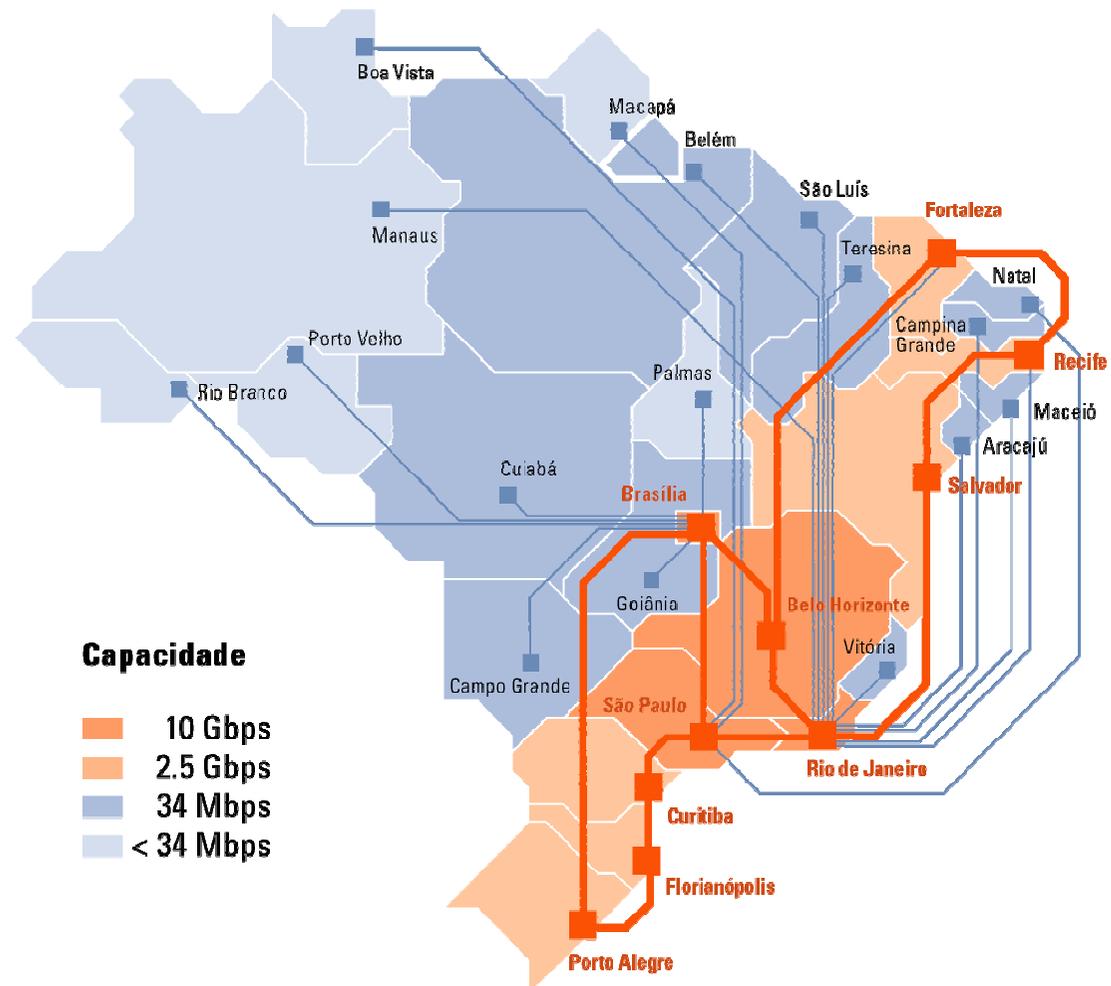
Rede IPÊ – nova geração de rede nacional



- Em nov/2005 foi totalmente reformada a rede nacional da RNP, que passa a ser chamada de Rede IPÊ.

Consiste de

- um núcleo multigigabit ligando 10 capitais em 2,5 e 10 Gbps.
- conexões a 34 Mbps para 11 capitais
- conexões até 8 Mbps para 6 capitais
- revisão de várias conexões previstas em 2007



Redes metropolitanas comunitárias



- Não basta levar conectividade em múltiplos Gbps a cada cidade – é necessário levá-lo ao campus da universidade/centro de pesquisa
- A solução é a rede metropolitana (rede metro)
 - compartilhamento de infra-estrutura para atender:
 - interconexão de campi de cada instituição parceira
 - acesso à rede nacional da RNP
 - este compartilhamento reduz substancialmente os custos de implantação
 - de preferência, a infra-estrutura será própria (eliminar custeio futuro)
- piloto: o projeto MetroBel na cidade de Belém do Pará

Projeto MetroBel (2005–6)

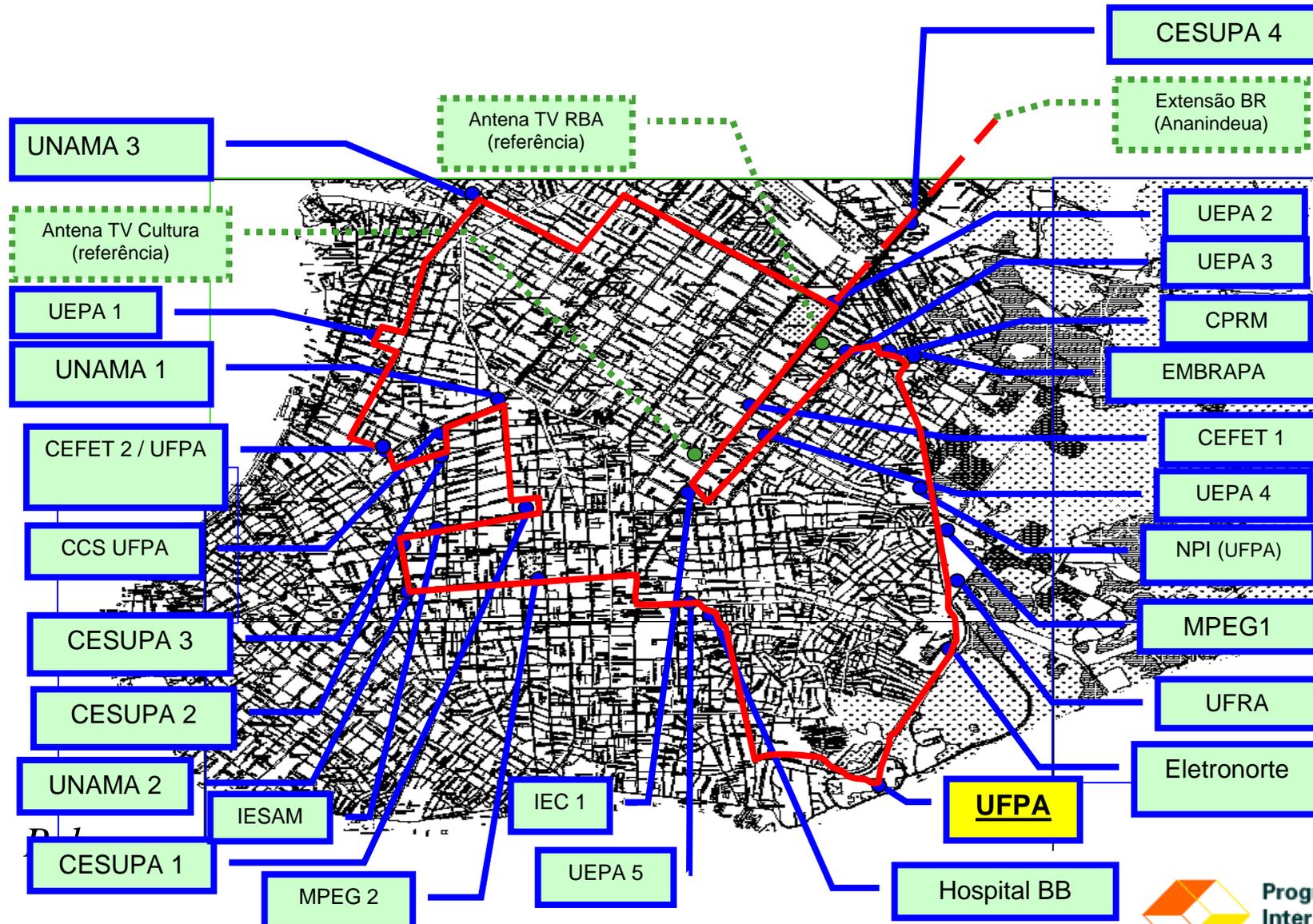


- MetroBel é um projeto de rede metropolitana óptica em Belém do Pará, parcialmente financiado pelo Fundo Amazônia (R\$ 1,15 milhões)
- **Objetivos:**
 - montar infra-estrutura própria de fibra óptica
 - interligar todas as 29 redes de campus de 12 entidades públicas e privadas de Pesquisa e Educação em Belém e Ananindeua
 - dar acesso ao PoP da RNP (localizado na UFPA)
- Tecnologia: GigE (1 Gbps) sobre meio óptico (40km de fibra)
- Execução: até março de 2007

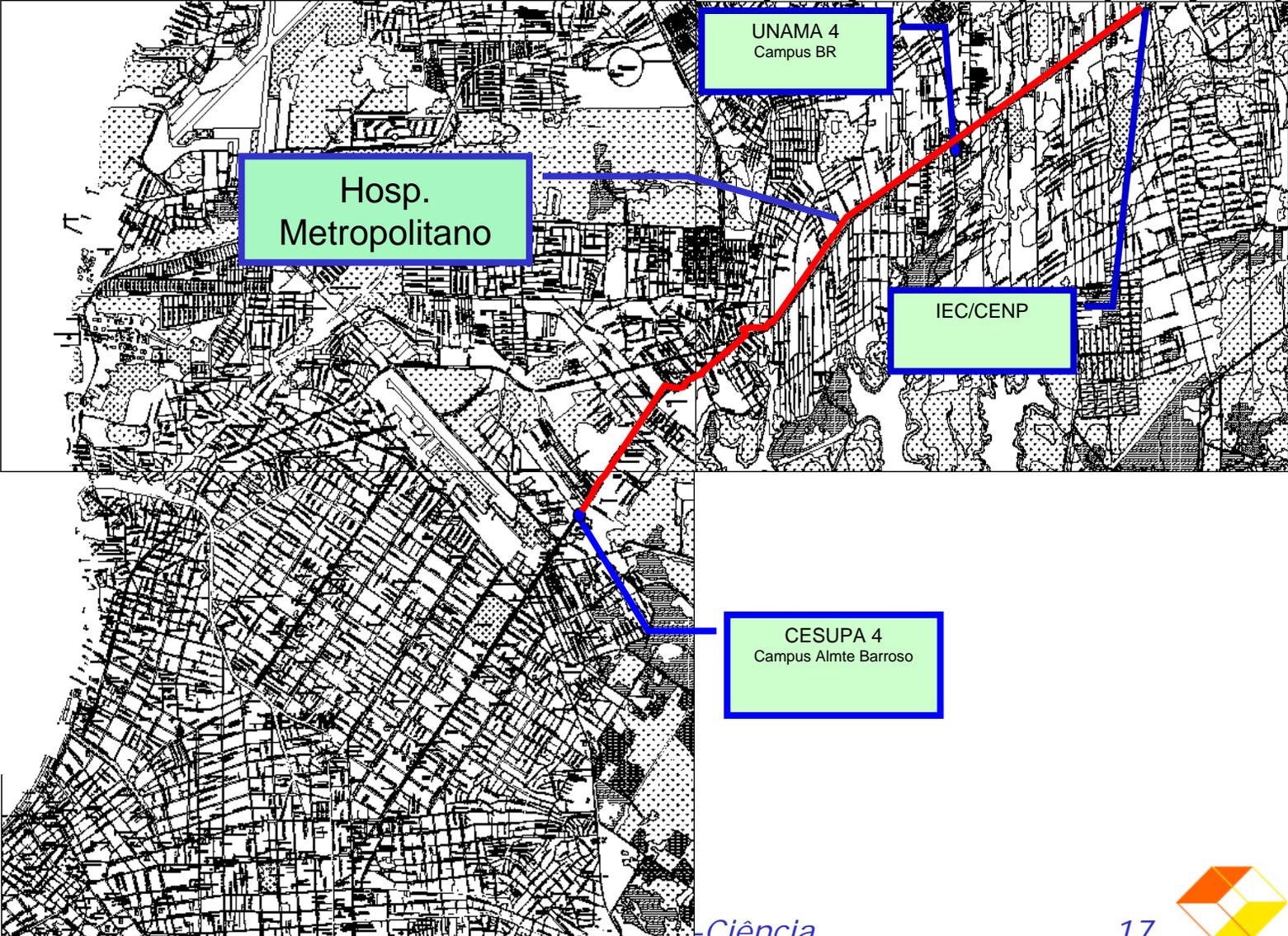
MetroBel – participantes

- Instituições primárias:
CEFET-PA (2 campi), MPEG (2), UFPA (4), UFRA
- Instituições públicas no município de Belém:
UEPA (5), Embrapa, IEC (campus 1), CPRM
- Instituições públicas em Ananindeua:
CENP, IEC (campus 2)
- IES privadas (com contribuição financeira própria):
UNAMA (3), CESUPA (3), IESAM
- Distribuidora de energia elétrica
(direito de passagem + parceira no uso da rede):
CELPA (várias subestações)
- Participação futura do SERPRO e governo do Pará

Topologia Belém (anel de 30 km – maior que do LHC)



Topologia Ananindeua (extensão linear de 10 km)



Projeto Redecomep (2005–7)



- Baseado no MetroBel, o MCT induziu o Projeto Redes Comunitárias para Educação e Pesquisa (Redecomep), com financiamento de R\$ 39,7 M via Finep (dez/2004)
- **Objetivos:**
 - estender o conceito de rede metropolitana óptica para outras 26 cidades com PoPs da RNP
 - promover integração em área metropolitana
 - dar acesso em alta velocidade ao PoP da RNP
- **Execução:**
 - até dezembro de 2007

Conseqüências das novas redes metropolitanas



- Possibilitam a integração de todos os campi de uma instituição de P&E distribuída na área urbana
- Criam novo patamar de 1 Gbps para acesso à RNP
- Facilitam aumento desta capacidade de acesso com simples troca de equipamentos nas duas pontas

- Mais de 200 instituições serão atendidas até dezembro de 2007

Outras cidades (não capitais)



- Em número crescente a RNP provê acesso a entidades federais, do MCT e MEC, localizadas em cidades do interior, por meio de conexões ao PoP (ponto de presença) estadual
 - UPs do MCT, UFs, CEFETs, Colégios agrotécnicos
- Cria oportunidades para estender para estas cidades o modelo de rede comunitário a nível municipal, aproveitando a conexão, tipicamente melhor de uma UP ou UF
- Esta iniciativa, chamada Redecomint, está sendo estudada em cidades como São Carlos, Campinas em SP, Itajubá em MG, Pelotas em RS. A UFPB em João Pessoa já encaminhou com sucesso um projeto deste tipo, incluindo sua conexão a Campina Grande, onde fica o PoP-PB da RNP. (PB é o único estado onde o PoP não fica na capital do estado.)

Conectividade Internacional



Dois tipos de tráfego: “commodity” (Internet1) e “colaboração” (Internet2, ou Pesquisa e Educação)

Com a exceção da Rede CLARA todas conexões correntes vão para os EUA:

RNP opera:

- 700 Mbps (SP) *commodity* para Miami
- 155 Mbps *colaboração* via Rede CLARA (SP) para AL & Europa
- $\geq 1/3$ da capacidade do enlace WHREN/LILA entre SP e Miami

Outras redes brasileiras de P&E possuem conexões internacionais:

- $\geq 1/3$ da capacidade do enlace WHREN/LILA - *colaboração* operada pela ANSP (rede estadual de SP)
- 155 Mbps *commodity* operada pela Rede-Rio (rede estadual do Rio de Janeiro)



Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas



- Associação de redes nacionais aberta a todos países da América Latina
 - semelhante à TERENA (Europa) e APAN (Ásia-Pacífico)
 - constituída em Uruguai (como LACNIC) em 2003
 - 18 países membros: Argentina, Brasil, Bolívia, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba (*), Equador, El Salvador, Guatemala, Honduras (*), México, Nicaragua, Panamá, Paraguai, Peru, Uruguai, Venezuela.
(*) = membro futuro esperado
- Provê conexões entre AL e redes semelhantes na Europa e outras regiões através da Rede CLARA
 - Rede CLARA é fruto do Projeto ALICE, realizado em conjunto com a União Européia (2003 a 2008)



Infra-estrutura para e-Ciência



22

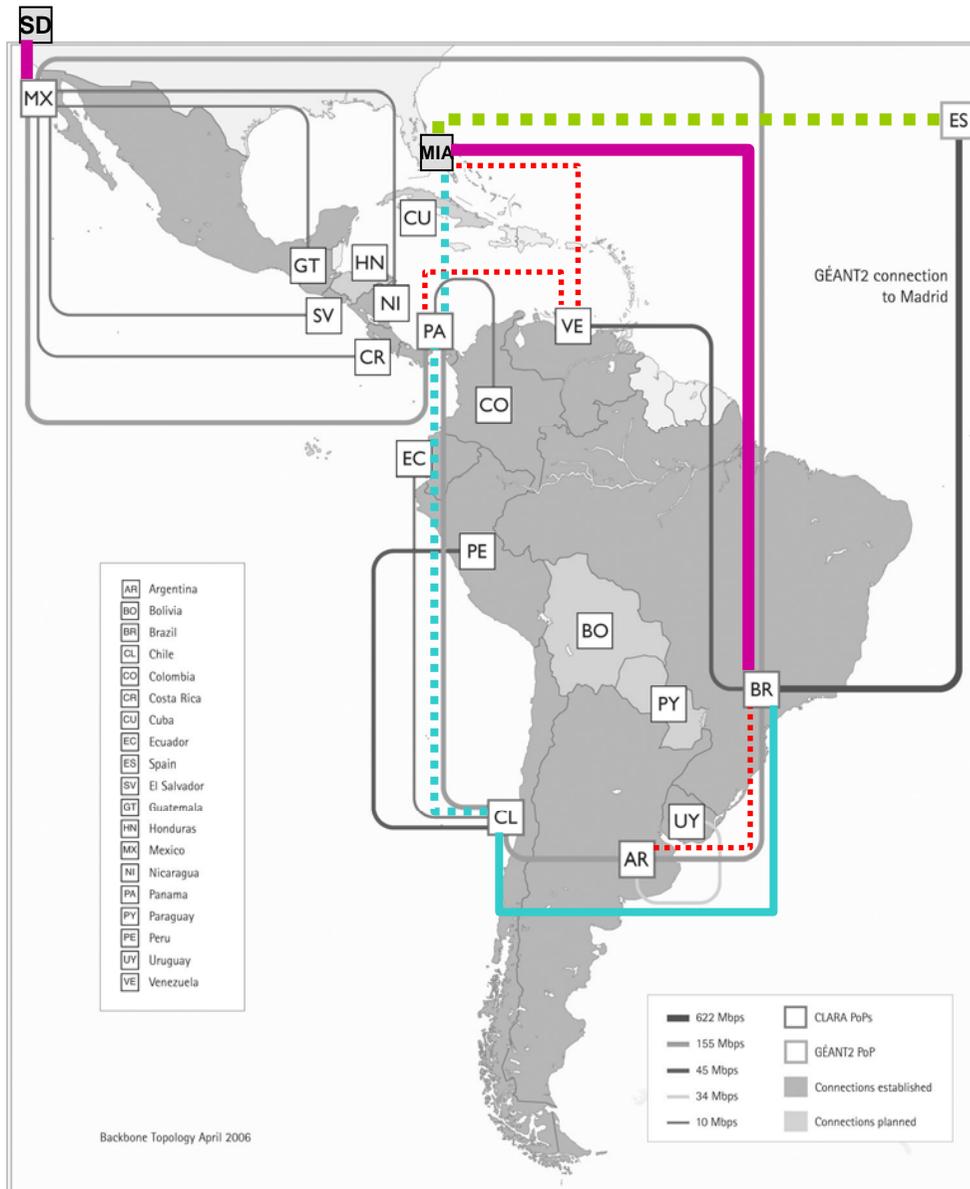


Topologia da Rede CLARA (1Q2006)



- capacidade do anel troncal: 155 Mbps (Global Crossing + Cisco)
- enlaces de acesso de 10 a 45 Mbps
- Conexão para Europa (GÉANT) a 622 Mbps entre São Paulo e Madri (Sep 2004)

Novos enlaces da Rede CLARA (2005–2006)



WHREN/LILA (2005-2009)

— 1 – 2.5 Gbps

Tijuana – San Diego
São Paulo – Miami

do programa IRNC da NSF
para ligar EUA a A Latina

LAUREN (inicia 4Q2006)

--- 2.5 Gbps

— 155 Mbps

... 45 Mbps

Vários enlaces novos que
reforçam conectividade
da Rede CLARA para
servir colaborações
EUA-AL.

Enlaces WHREN/LILA (programa IRNC/NSF)



- O projeto WHREN/LILA envolve colaboradores dos EUA, México, Brasil e a CLARA, para prover boa conectividade entre EUA e América Latina
- Proposta inicial de prover conexões dos EUA a Tijuana e São Paulo:
 - Fibra apagada trans-fronteira entre Tijuana, Mexico e os EUA (compartilhada entre CUDI e CLARA)
 - capacidade inicial 2x 1 Gbps
 - Acesso direto a países do Cone Sul via São Paulo (compartilhado entre FAPESP, RNP e a Rede CLARA)
 - capacidade inicial 1,2 Gbps
 - aumento temporário a 2.5 Gbps para eventos como SC2005
 - aumento permanente para 2,5 Gbps em 4Q2006

1ª conexão do LAUREN



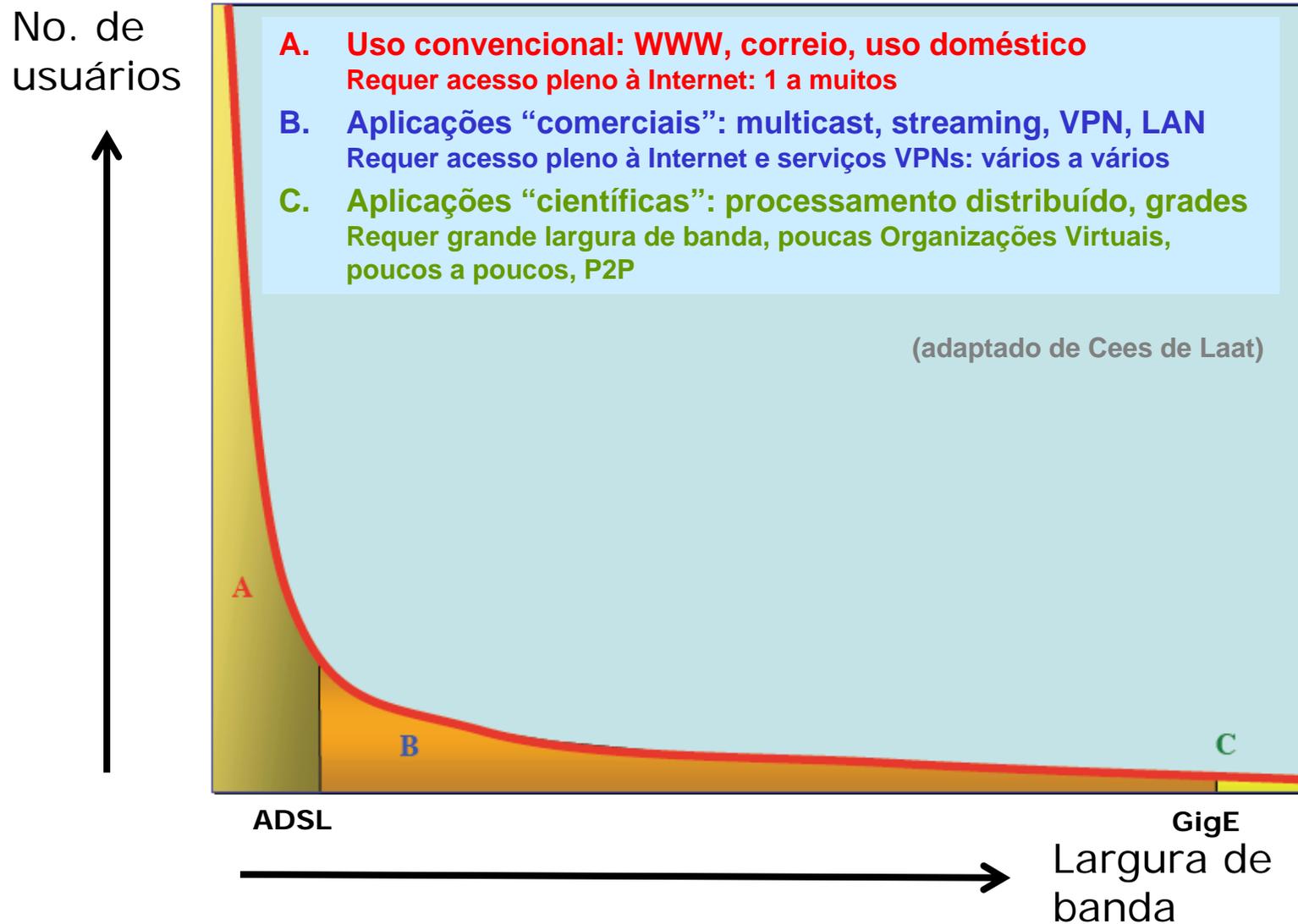
- Enlace 155 Mbps entre Santiago e São Paulo, contribuído pela FAPESP
- 45 Mbps dedicados à comunidade de astronomia de La Serena (AURA, SOAR) para suas conexões para o Brasil e EUA
- CLARA administrará a capacidade não utilizada (110 Mbps)
- Em final de implantação

Quem são os usuários da RNP?



- a RNP fornece conectividade de vários tipos:
 - Universidade – Universidade
(colaboração interestadual e internacional)
 - Universidade – Entidades de governo
(federal e estaduais)
 - Universidade – Internet comercial nacional
(esp. usuários domésticos e nas empresas)
 - Universidade – Internet commodity internacional
- Estima-se em 800.000 usuários os professores, funcionários e alunos das universidades servidas pela RNP

Categorias de usuários



Quem são os usuários da categoria C ?



- Nos últimos tempos o aumento de capacidade das redes vem possibilitando a dispersão de recursos usados em apoio à ciência
- Redes proporcionam compartilhamento de recursos
 - Processamento
 - Informação
 - Armazenamento de dados
 - Sensores
 - Instrumentos
 - Laboratórios
 - Outros recursos que podem ser acessados remotamente

Grades computacionais



Definição de Wikipedia:

- uma **Grade computacional** oferece um modelo para **resolver problemas computacionais grandes** através do aproveitamento de **recursos disponíveis** (de processamento ou de armazenamento em disco) **de grandes números de computadores distintos**, frequentemente de mesa, tratado como um cluster virtual **inserido numa infra-estrutura distribuída de telecomunicações**.
- o foco de grades computacionais reside na capacidade de possibilitar **computação distribuída atravessando fronteiras administrativas**, o que o distingue de formas tradicionais de computação em clusters ou computação distribuída.

Tipos de grade



de Wikipedia:

- **Grades computacionais**, com o foco primário em realizar processamento intensivo.
- **Grades de dados**, com o compartilhamento e gestão controlados de grandes volumes de dados distribuídos.
- **Grades de equipamentos**, onde existem um equipamento primário p.ex. um telescópio, e onde se usa a grade em seu entorno para controlar remotamente o instrumento e para analisar os dados produzidos.

Evidentemente podemos misturar estas qualidades numa grade específica.

O usuário da categoria C



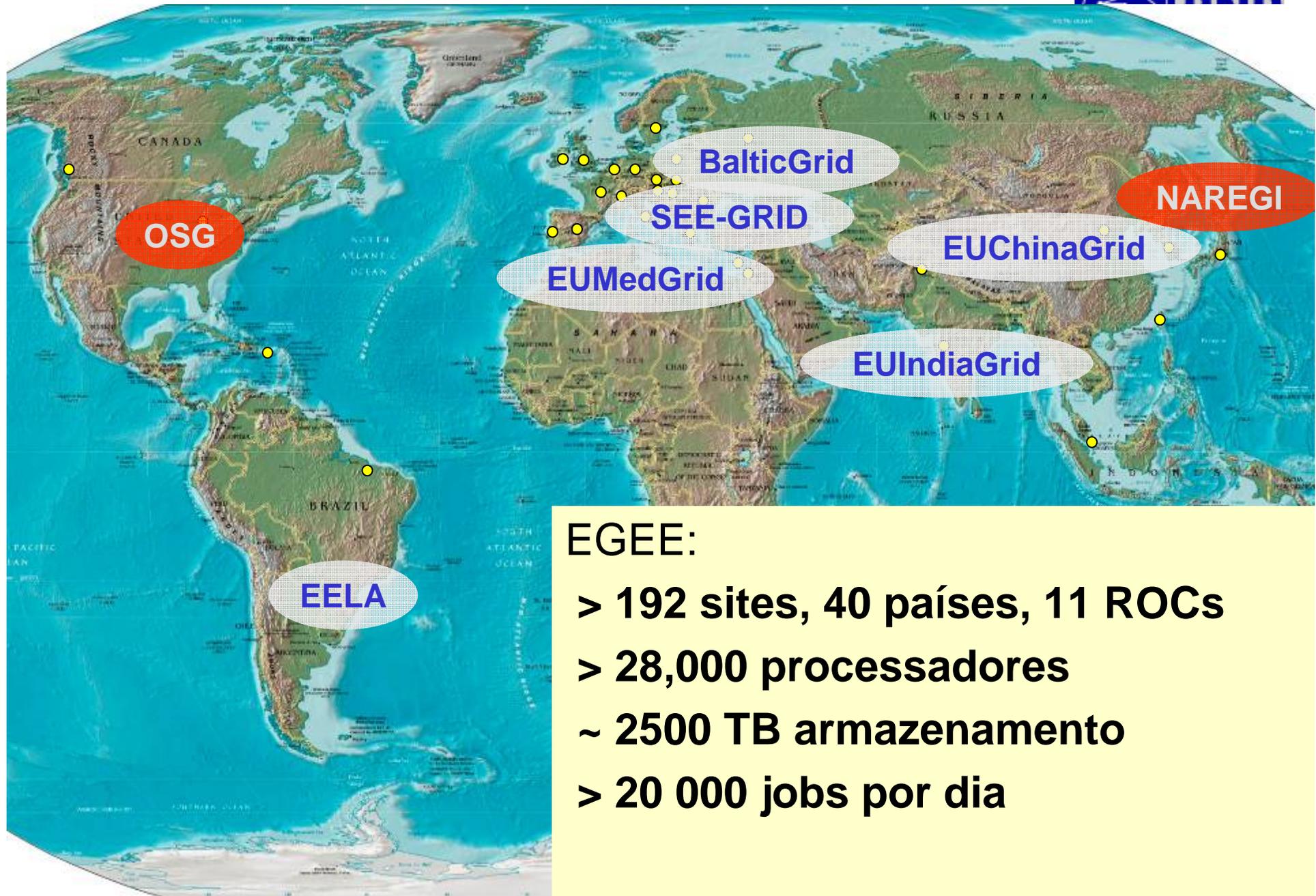
- Já está muito claro que este usuário é de um ramo da ciência que utiliza grades computacionais para adquirir, armazenar e/ou processar seus dados
- => ciência “dirigida por dados” ou **e-Ciência**
- Exemplos:
 - Física de altas energias
 - Astronomia e astrofísica
 - Biofísica
 - Saúde
 - Geociências

Soluções de middleware



- O conceito de grade foi primeiro enunciado nos anos 1990, e sua realização requer o suporte de uma infra-estrutura de software, chamado **middleware**, que implementa as abstrações unificadoras dos recursos distribuídos
- Há várias soluções de middleware em uso hoje, por exemplo:
 - OSG - Open Science Grid (EUA)
 - gLite de Enabling Grid E-Science - EGEE (UE)
 - NAREGI (Japão)
- No Brasil existem projetos seguindo os modelos OSG (especialmente LHC/CMS) e gLite (v. EELA)

OSG, NAREGI e EGEE (e seus filhotes)



EGEE:

- > 192 sites, 40 países, 11 ROCs
- > 28,000 processadores
- ~ 2500 TB armazenamento
- > 20 000 jobs por dia

Áreas de usuários de categoria C da RNP



- Física de altas energias (HEP)
- Astrofísica
- e-Infra-estrutura (cyberinfrastructure)

RNP e a HEP



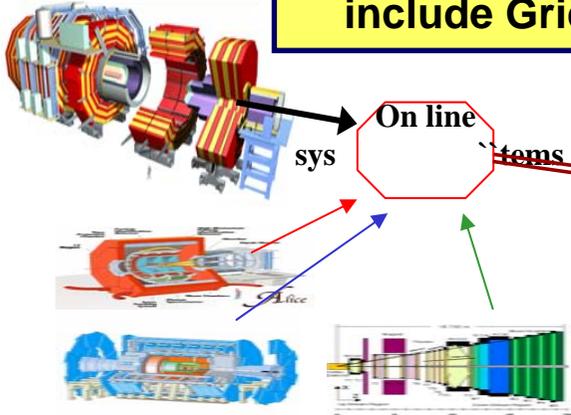
- A comunidade de HEP no país participa em colaborações internacionais associadas com grandes aceleradores, tais como no Fermilab e CERN
- Um exemplo paradigmático é o projeto CMS do futuro Large Hadron Collider (LHC) no CERN, esperado para iniciar operações este ano
 - 4 experimentos (ATLAS, CMS, LHCb, ALICE)

HEPGRID (CMS) in Brazil

HEPGRID-CMS/BRAZIL is a project to build a Grid that

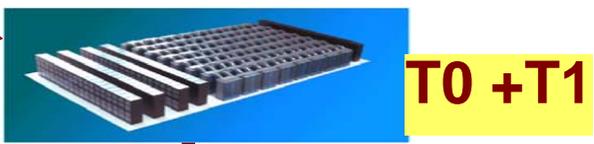
- ➔ At Regional Level will include CBPF, UFRJ, UFRGS, UFBA, UERJ & UNESP
- ➔ At International Level will be integrated with CMS Grids; Focal points include Grid3/OSG and bilateral projects with Caltech Group

COMPACT MUON SOLENOID



On line systems

Brazilian HEPGRID



T0 + T1

CERN

T2 Inauguration + GIGA/RNP Agreement December 2004

1 - 2.5Gbps ... 10 Gbps

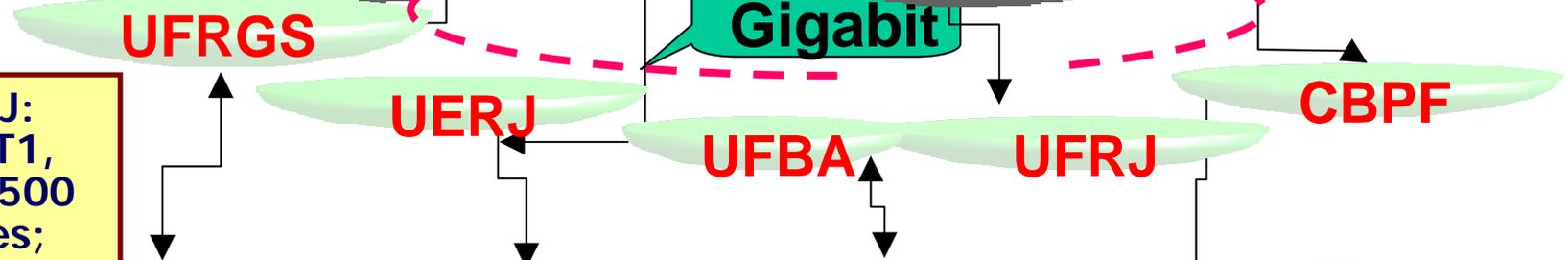


T3 → T2

UNESP/USP SPRACE Working

UERJ HEPGrid T2 Working

T2 → T1



UERJ:
T2 → T1,
100 → 500
Nodes;
Plus T2s to
100 Nodes

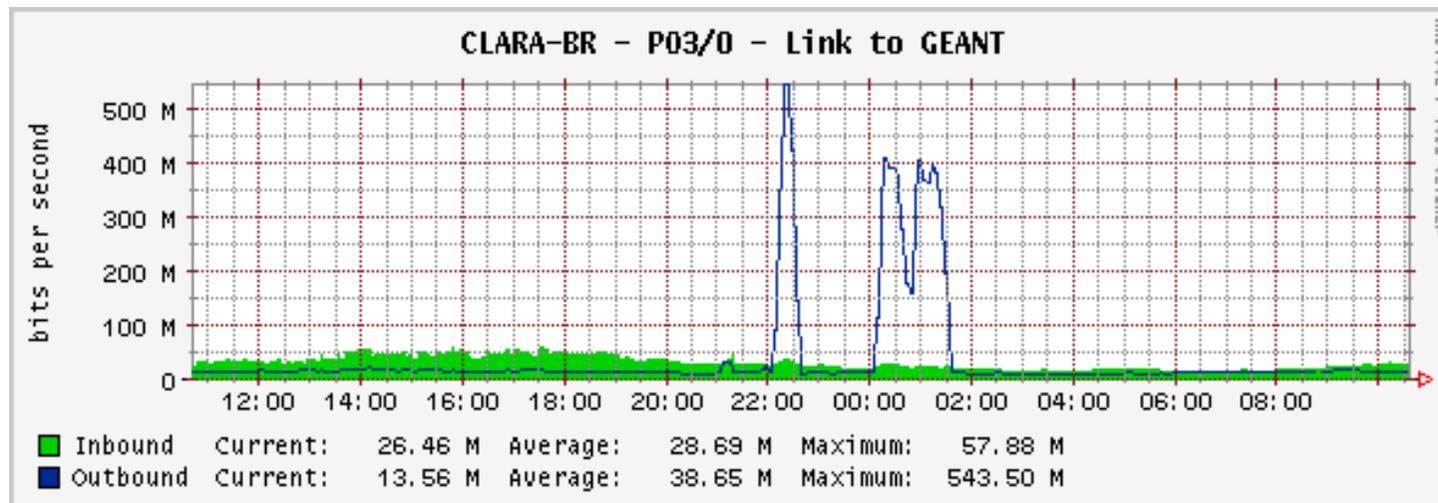


T4 Individual Machines
Programa Interministerial MEC/MCT

Suporte RNP para participação HEPGrid no Supercomputing 2004 (SC2004)



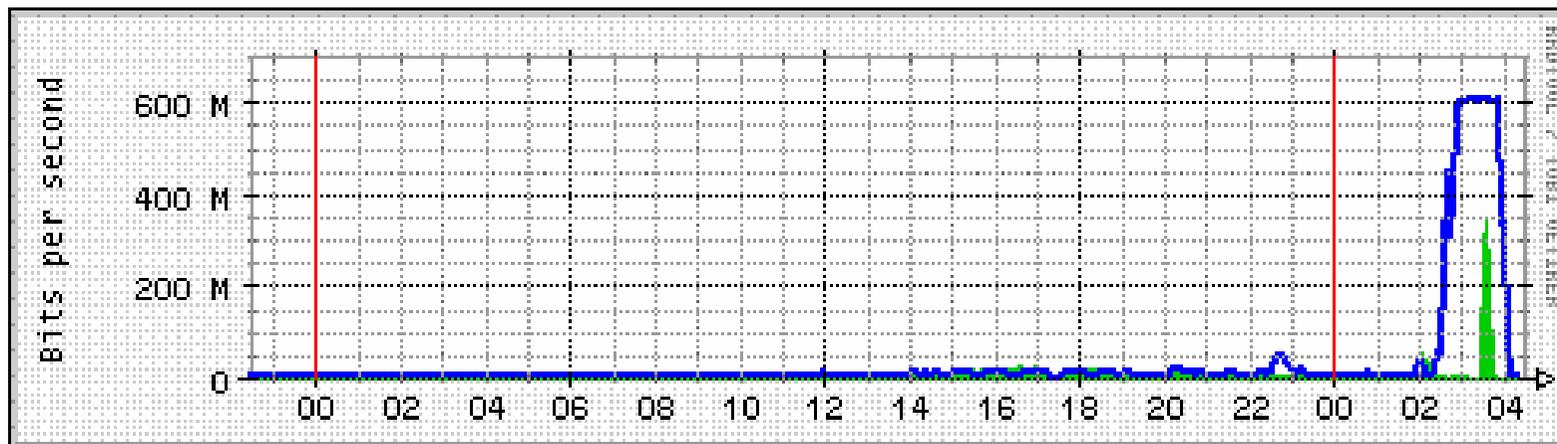
- Suporte para participar no consórcio vencedor, liderado pelo Caltech, no Bandwidth Challenge (BWC) no SC2004 em Pittsburgh.
 - participação pela equipe HEPGrid da UERJ (Rio de Janeiro)
 - usou rede do GIGA + Rede CLARA + GÉANT + Abilene
(Rio - S. Paulo) (até Madri) (até New York) (até Pittsburgh)
 - pico de banda 500 Mbps, banda sustentada 400 Mbps (Nov 10-11, 2004)



Suporte RNP para participar em SC2005



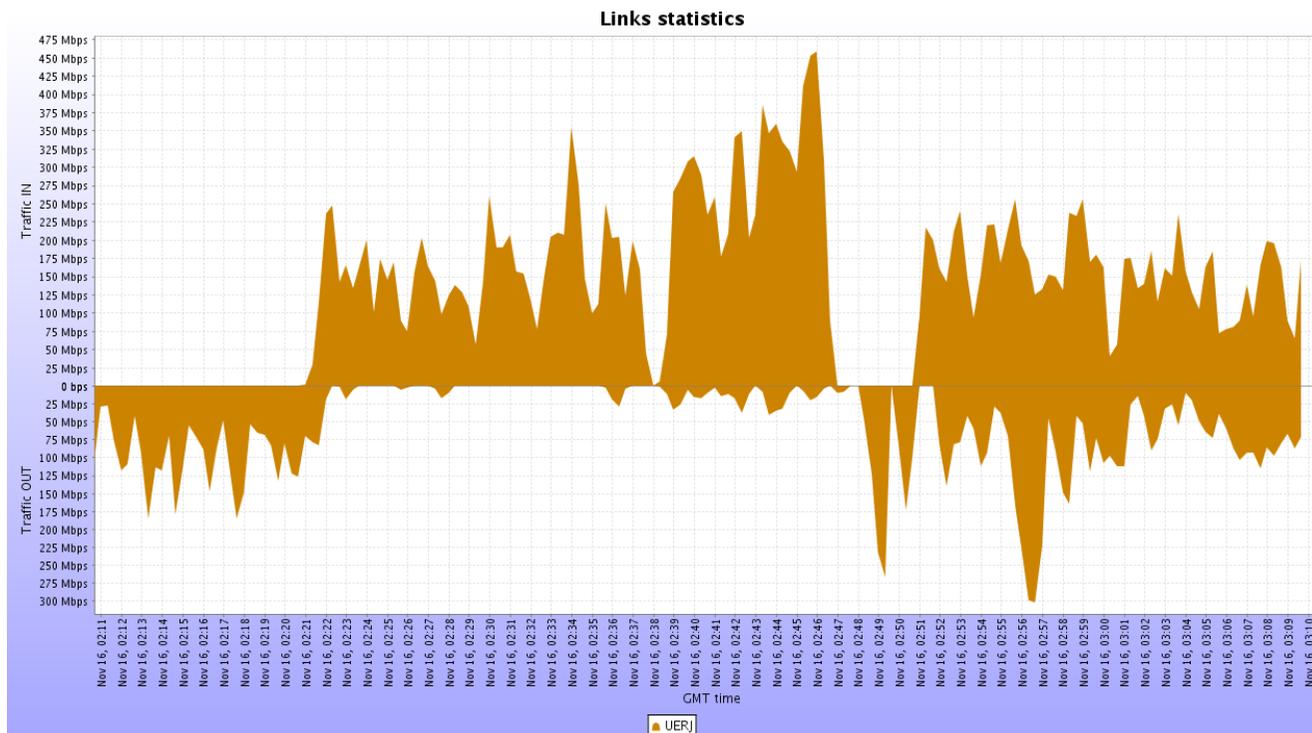
- Com a inauguração da Rede IPÊ e do enlace WHREN/LILA para Miami, melhorou muito a conectividade aos EUA.
- A nova rota da UERJ (Rio) para EUA (Seattle) usou
 - Rede IPÊ + WREN/LILA + Abilene
(Rio - S. Paulo) (até Miami) (até Seattle)
 - foram provisionados 2.5 Gbps entre S. Paulo e Miami para acomodar 2 fluxos HEP de 1 Gbps.
 - banda efectivamente utilizada em torno de 1 Gbps
 - equipe da UERJ transmitiu em torno de 600 Mbps (v. abaixo)



Suporte RNP para participar em SC2006



- SC2006 realizada em Tampa, Flórida
- SC06 Hyper-Challenge: transporte confiável bidirecional entre sistemas de armazenamento a 100+ Gbps integrado a análise da informação transferida – aplicação real
- uso de enlace 2,5 Gbps entre S. Paulo e Miami (tráfego UERJ e UNESP)
- gráfico ilustra transporte de dados (com 12 fluxos) até 450 Mbps entre UERJ e Tampa



Interações da RNP com a Astrofísica (projetos já discutidos)



- SOAR (Southern Observatory for Astrophysical Research), Cerro Pachón, Chile
 - 30% viewing time is for Brazilian scientists
 - demand for “assisted remote observation”:
salas de observação já instaladas no IAG/USP e LNA
- Brazilian Virtual Observatory (BR-VO)
 - possibilitar acesso remoto para fazer, p.ex., mineração de dados, em repositórios de dados (imagens) de astrofísica
- e-VLBI usando ROEN (Radio-Observatório Espacial do Nordeste) localizado em Eusébio, próximo de Fortaleza (colaboração com EUA e Japão)
 - demanda inicial de banda de 100 Mbps para MIT a partir de 1Q2007, com implantação da rede metro de Fortaleza
 - demanda deve dobrar ainda em 2007

e-Infra-estrutura para e-Ciência



- Tendência crescente para montar grades computacionais para usuários científicos
- RNP se envolve naturalmente como provedor de conectividade nacional e internacional de alta capacidade
- Parceiros internacionais em muitos países incluindo EUA, EU a AL.

- Projetos importantes:
 - SINAPAD
 - EELA
 - RINGrid

SINAPAD (Sistema Nacional de Processamento de Alto Desempenho)



- Atualmente inclui 7 centros de PAD, interligados pela RNP
- Em alguns casos baseados inicialmente em supercomputadores
- Tendência para adotar clusters usando middleware de grades
- Futuro crescimento para incluir novos centros
- Colaborações internacionais, p.ex. NCSA
- SINAPAD coordenado pelo LNCC: v. www.lncc.br/sinapad

Centro		Equipamento
LNCC	Laboratório Nacional de Computação Científica	inicialmente IBM SP2, depois somou SUN e SGI
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	inicialmente Cray XMP, depois Cray T90
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas	inicialmente IBM SP2, depois somou SUN
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais	inicialmente IBM SP2, depois somou SUN
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro	inicialmente CRAY, depois somou SGI Altix
UFC	Universidade Federal do Ceará	
INPE/ CPTEC	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/ Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos	inicialmente NEC SX 4, depois SX 6

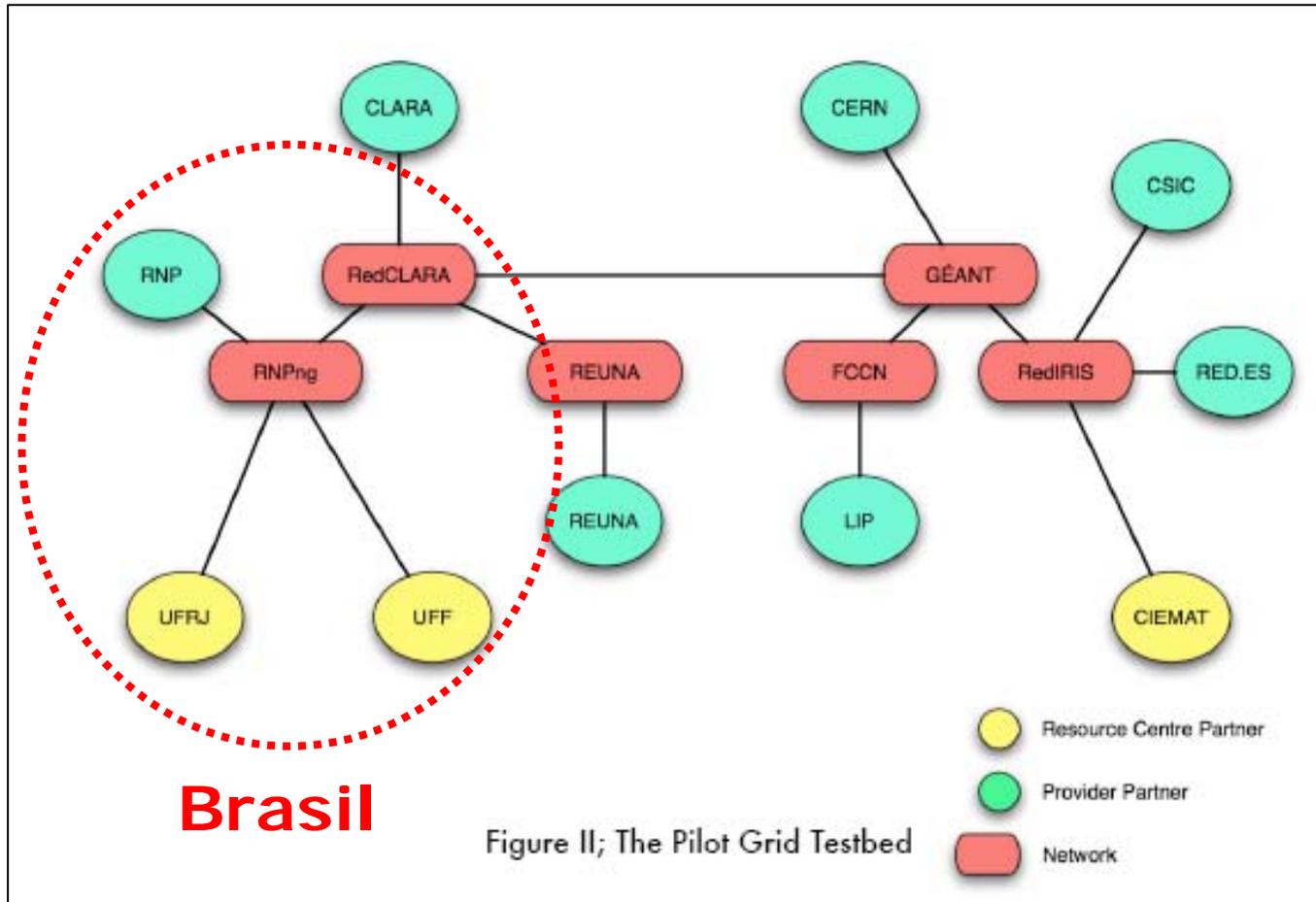
EELA – E-Infrastructure shared between Europe and Latin America



- EELA é um projeto de 2 anos financiado pela UE, realizado por um consórcio de 21 instituições de 7 países da AL e 4 da UE.
 - Principais parceiros na Espanha e no Brasil
 - CLARA, RNP e REUNA (rede chilena) são sócias
 - Outras participantes brasileiros são UFRJ, UFF e CEDERJ
- Objetivos:
 - Investiga e estender o modelo EGEE de grades computacionais para AL
 - Isto envolve:
 - estender o elenco de aplicações
 - demonstrar uma grade piloto em funcionamento
 - CLARA (via RNP) lidera a atividade de suporte de rede

www.eu-eela.org

EELA: testbed de grade piloto

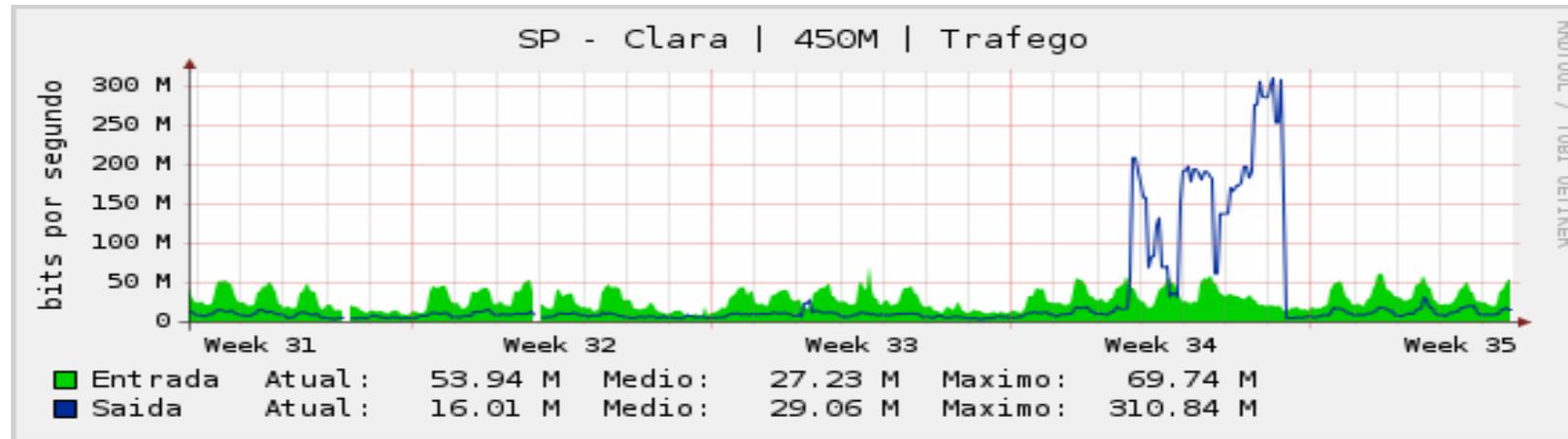


RNP presta suporte de rede para o EELA



- Monitoramento de conectividade entre participantes
- Monitoramento de qualidade de serviço
- Melhoria de desempenho e otimização de uso de recursos de transporte
- Melhoria de desempenho na utilização de recursos de rede, através de calibragem do software de comunicação nos computadores nas pontas
- Exemplo: transporte entre UFRJ e CIEMAT (Madri)
 - gargalo no caminho fim a fim era 100 Mbps (acesso local ao switch na UFRJ).
 - Inicialmente, taxa de transferência de informação era de apenas 2 Mbps por fluxo
 - Após calibragem do software do usuário, taxa alcançou 100 Mbps (passou a ser limitada somente pela conexão física)

EELA Data Challenge: Aug-Sep 2006



- Gráfico mostra o tráfego entre centros de recursos EELA no Rio de Janeiro e Madrid no final de agosto de 2006
- Tráfego gerado em 1 a 3 fluxos simples entre diferentes pares de computadores nos dois locais (quase 300 Mbps de banda sustentada)
- Tráfego roteado através do enlace Rede CLARA-GÉANT entre São Paulo e Madri
- O limite de banda de acesso da RNP à Rede CLARA foi aumentado temporariamente para 450 Mbps durante este experimento

EELA2



- Está em preparação atualmente uma proposta sucessora de EELA, a ser encaminhada à CE em maio de 2007.
- este projeto deverá envolver grupos de instituições ampliados dos mesmos países que no EELA
- a ênfase será nas aplicações de grades, especialmente nas seguintes áreas:
 - Biomedicina, Clima, e-Educação, “Geociência”, “Física”, e-Governo
- estamos procurando articular colaborações entre grupos de pesquisa com interesse em contribuir a este projeto

RINGrid – Remote Instrumentation in Next-Generation Grids



- RINGrid é um projeto de 2 anos financiado pela UE, realizado por um consórcio de 12 instituições de 4 países da AL e 7 da UE.
 - CLARA, RNP e REUNA (rede chilena) são sócias
 - Outras participantes brasileiros são LNA (SOAR) e LNLS (luz síncrotron e microscópios eletrônicos)
- Objetivos:
 - Investigar a integração entre instrumentação remota e grades computacionais
 - Isto envolve:
 - Identificar instrumentos e suas comunidades de usuários remotos
 - Propôr metodologias para permitir acesso remoto aos usuários de grades
 - Demonstrar/analisar a adequação destas metodologias
- www.ringrid.eu

Conclusão



- RNP está empenhada em estender
 - a qualidade e capacidade da sua infra-estrutura de rede,
 - sua participação em projetos de colaboração multidisciplinares
 - seu suporte às demandas de grades computacionais

Para onde vamos?



- A análise de categorias de usuário indica que as de grande demanda (categoria C) serão responsáveis por consumir a maior parte da capacidade das novas redes
- Será lógico realizar, portanto, o planejamento de futuras redes em sintonia com a implantação de novos recursos usados em grades, inclusive na decisão sobre sua localização física
- Um programa nacional para a e-Ciência ?



Obrigado!

Michael Stanton
(michael@rnp.br)

www.rnp.br

