

A Rede-Rio Metropolitana: tecnologias e aplicações

Projeto LHCONE/CERN

Márcio Portes de Albuquerque
(mpa@cbpf.br)

17º WIRNP

Workshop RNP

30 | 31 MAIO
SALVADOR | BA



CBPF

Centro Brasileiro de
Pesquisas Físicas

<http://www.cbpf.br>

Ministério da

Ciência, Tecnologia e Inovação



RNP

A Rede-Rio Metropolitana: Tecnologias e Aplicações

Projeto LHCONE/CERN

Resumo da Apresentação

A Rede-Rio / Redecomep-Rio / FAPERJ

- Redecomep-Rio (Rede-Rio Metropolitana) + RM.Petrópolis + Metro.Niterói
 - Topologias, Operação e Segurança

Tecnologias e Aplicações

- Ensaio da Rede-Rio a 100Gbps
- Aplicações de SDN na Rede-Rio
- Science-DMZ: CBPF/LHCONE/CERN



Wagner (LNCC) Cabral (LNCC)



L. Rizzo (UFF) L. Eduardo (UFF)



Márcio (CBPF)



L. Felipe (UFRJ)

Alexandre (LNCC)

Washington (PUC-Rio)

Marília (FAPERJ)

Jabur (CBPF)

Daniela (FAPERJ)

Marita (CBPF)

Marcelo (CBPF)

Nilton (CBPF)

Sandro (CBPF)

Paulo (CBPF)

Pedro (CBPF)

Eduardo (CBPF)

Helmann (RNP)

Celso (RNP)

Juan (RNP)



Rede-Rio / FAPERJ

A RedeRio/FAPERJ interconecta as instituições de ensino, pesquisa em ciência, tecnologia, inovação e governo do estado do Rio de Janeiro.

A RedeRio/FAPERJ foi criada em **22 de maio de 1992** com o objetivo de manter uma infraestrutura avançada e compartilhada de comunicação destinada às necessidades da comunidade acadêmica do Estado do Rio de Janeiro.



www.rederio.br



<http://www.telessaude.uerj.br/livro/>

Infraestrutura Redes de Alta Velocidade no Rio de Janeiro: história e estado da arte

Luís Felipe M. de Moraes¹
Márcio Portes de Albuquerque²
José Luiz Ribeiro Filho³

Este capítulo traz um breve histórico sobre a criação e a evolução da infraestrutura da rede acadêmica do Rio de Janeiro – a Rede-Rio –, que, desde o início da sua operação, em 1992, vem promovendo o uso das tecnologias de informação e comunicação para facilitar e ampliar a colaboração na comunidade acadêmica no Estado do Rio de Janeiro.

1. A internet no Brasil e a Rede-Rio de Computadores

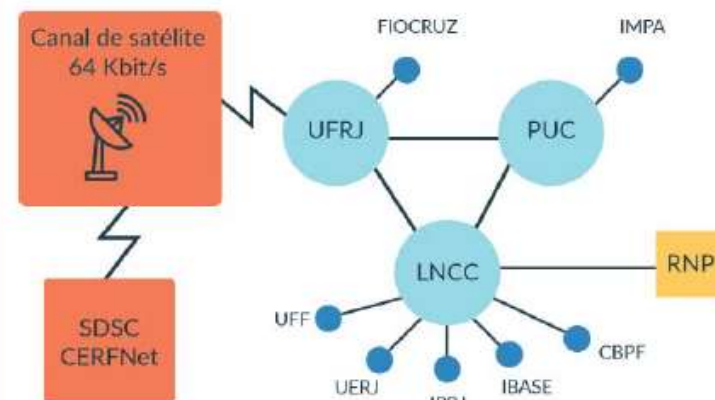
No Brasil, as primeiras experiências com a Internet ocorreram em 1987, com uma conexão entre a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a University of California at Los Angeles (UCLA). Mais especificamente, entre o Núcleo de Computação Eletrônica (NCE) da UFRJ e o Departamento de Ciência da Computação da UCLA. Estas experiências deram origem a um projeto de rede acadêmica que posteriormente, com o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), resultou na Rede-Rio de Computadores.

A Rede-Rio foi inaugurada, oficialmente, em 22 de maio de 1992 e, seguindo a orientação do projeto de uma rede acadêmica e de pesquisa, tinha (e continua tendo) como principal objetivo oferecer à comunidade científica no Estado o acesso à Internet, possibilitando assim a troca e disseminação mais eficiente de informações entre os seus usuários. Portanto, a Rede-Rio é uma

¹ Presidente do Comitê Gestor - Redes Comunitárias de Educação e Pesquisa (Rede COMEP).
² Coordenador Técnico - Redes Comunitárias de Educação e Pesquisa (Rede COMEP).
³ Diretor de Serviços e Soluções - Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP).

Rede-Rio: Situação Inicial

Maio 1992



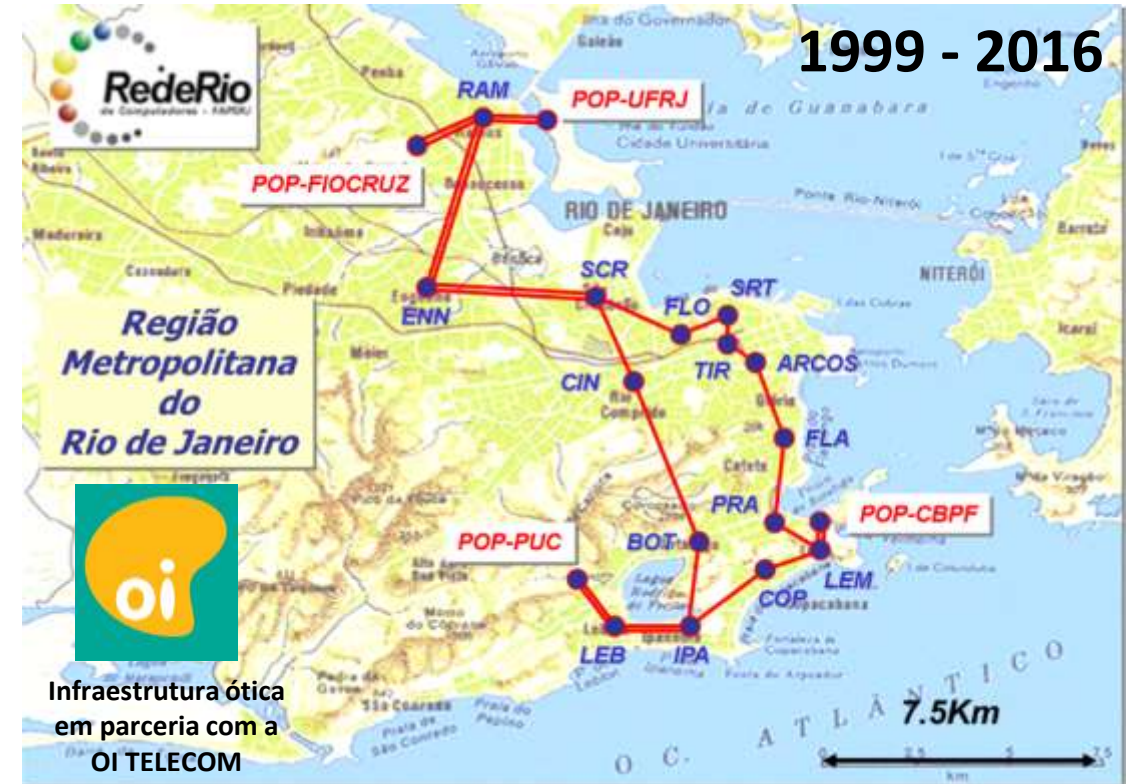
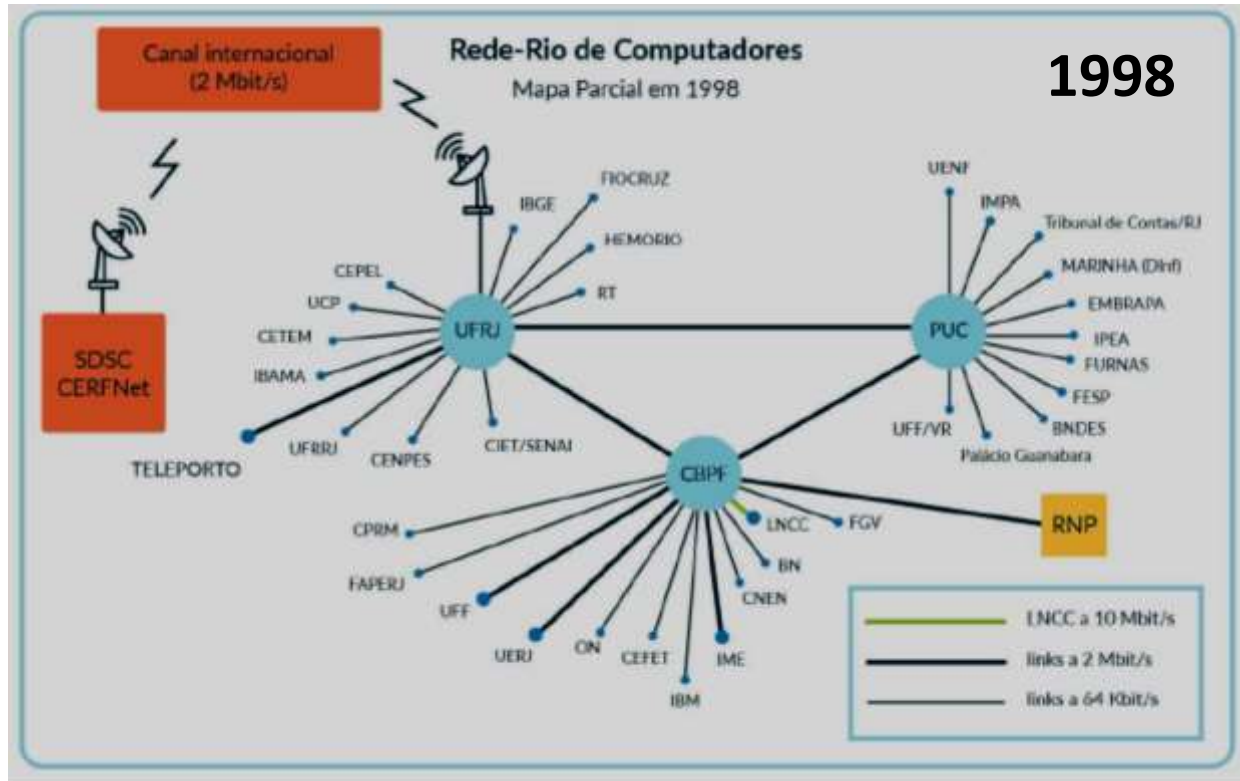
1992



22 de maio de 1992

A Rede-Rio Metropolitana: tecnologias e aplicações

Projeto LHCONE/CERN



A Rede-Rio Metropolitana: tecnologias e aplicações

Projeto LHCONE/CERN



SP
GTER / GTS (2014)



RJ
GTER / GTS
(2003)



RJ
GTER / GTS
(2015)

nic.br
Núcleo de Informação
e Coordenação do
Ponto BR

egi.br
Comitê Gestor da Internet
no Brasil

Divulgação das
atividades de Engenharia
e Operações (CGI.br)
para a comunidade da
Rede-Rio

REDECOMEP

Redes Comunitárias de Educação e Pesquisa



REDE-RIO METROPOLITANA

<http://www.redecomep.rnp.br/?consorcio=2>



Ministério da
Ciência e Tecnologia



GOVERNO DO
Rio de Janeiro

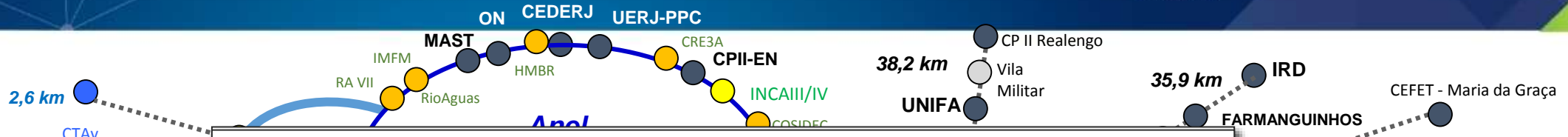
SECRETARIA DE
CIÊNCIA E TECNOLOGIA

**Maio de
2016**

A Rede-Rio Metropolitana: tecnologias e aplicações

Projeto LHCONE/CERN

2016
Topologia



Reservatório das Praças da Bandeira, Niterói e Varnhagem

Reservatório da Praça de Bandeira
 Em funcionamento desde dezembro de 2013
 Capacidade para 18 milhões de litros de água - equivalente a sete piscinas olímpicas
 Serviços de manutenção em 13 curvas d'água. Mais quatro até o fim do ano

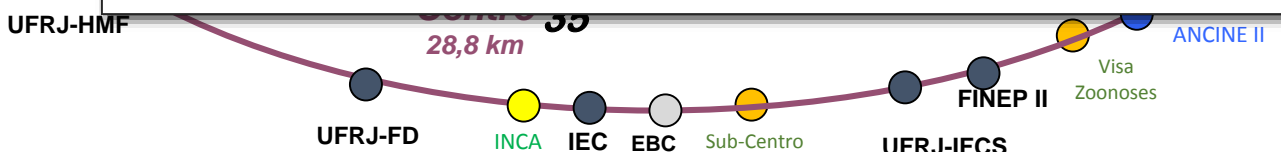
Logos: RedeRio, RNP, INCA, ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, PARQUE TECNOLÓGICO UFRJ, REDE SARAH DE HOSPITAIS DE REABILITAÇÃO, RIO PREFEITURA, UFRJ-SARAH

Rede-Rio Metropolitana

Rede Acadêmica

- PoPs
- Ensino & Pesquisa
- RUTE/RNP
- MinC
- MMA
- Outros
- MDIC

● Prefeitura



Rede Rio Metropolitana



95 Acadêmicos
28 Prefeitura
31 Metro
2 Supervia
Total: 156

350 Km de
Fibras Ópticas

A Rede-Rio Metropolitana: tecnologias e aplicações

Projeto LHCONE/CERN

**Caixa REDECOMEP - ANEL
ZONA SUL**



Coordenação Técnica



A Rede-Rio Metropolitana: tecnologias e aplicações Projeto LHCONE/CERN



1. CTAV
2. Biblioteca Nacional
3. Casa Rui Barbosa
4. Funarte - Ed. G. Capanema
5. Funarte - CEDOC
6. Centro Nacional do Folclore
7. Museu Histórico Nacional
8. Museu Nac. de Belas Artes
9. Museu da República
10. Sec. de Pol. Culturais/MinC
11. IBRAM Rio



2013



Equipamentos DWDM e Backbone 10Gbps



Cisco ASR 9006/10 Router



Até 40 canais de
40Gbps = 1.9Tbps



LightPad i1600G

Padtec

Laboratório de Integração



Roteadores de
Núcleo da rede
(9 PoPs)

8 Sistemas
DWDM

120 interfaces
ópticas.



Junho/2014



PoPs da Redecomep-Rio



Niterói inaugura Rede Comunitária de Educação e Pesquisa metropolitana

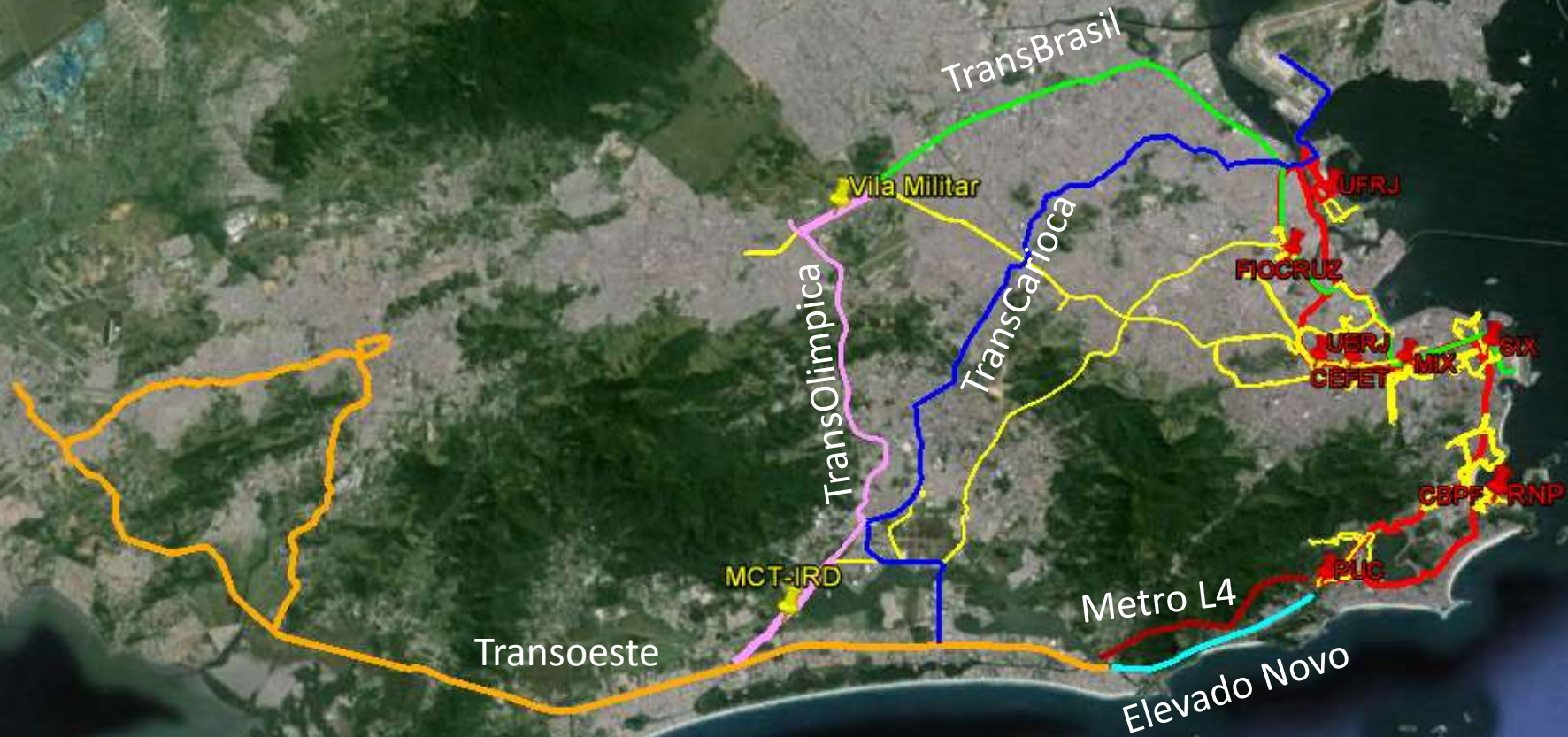
Novembro/2014



ressaltou.

desdobramento
participação das

Expansões

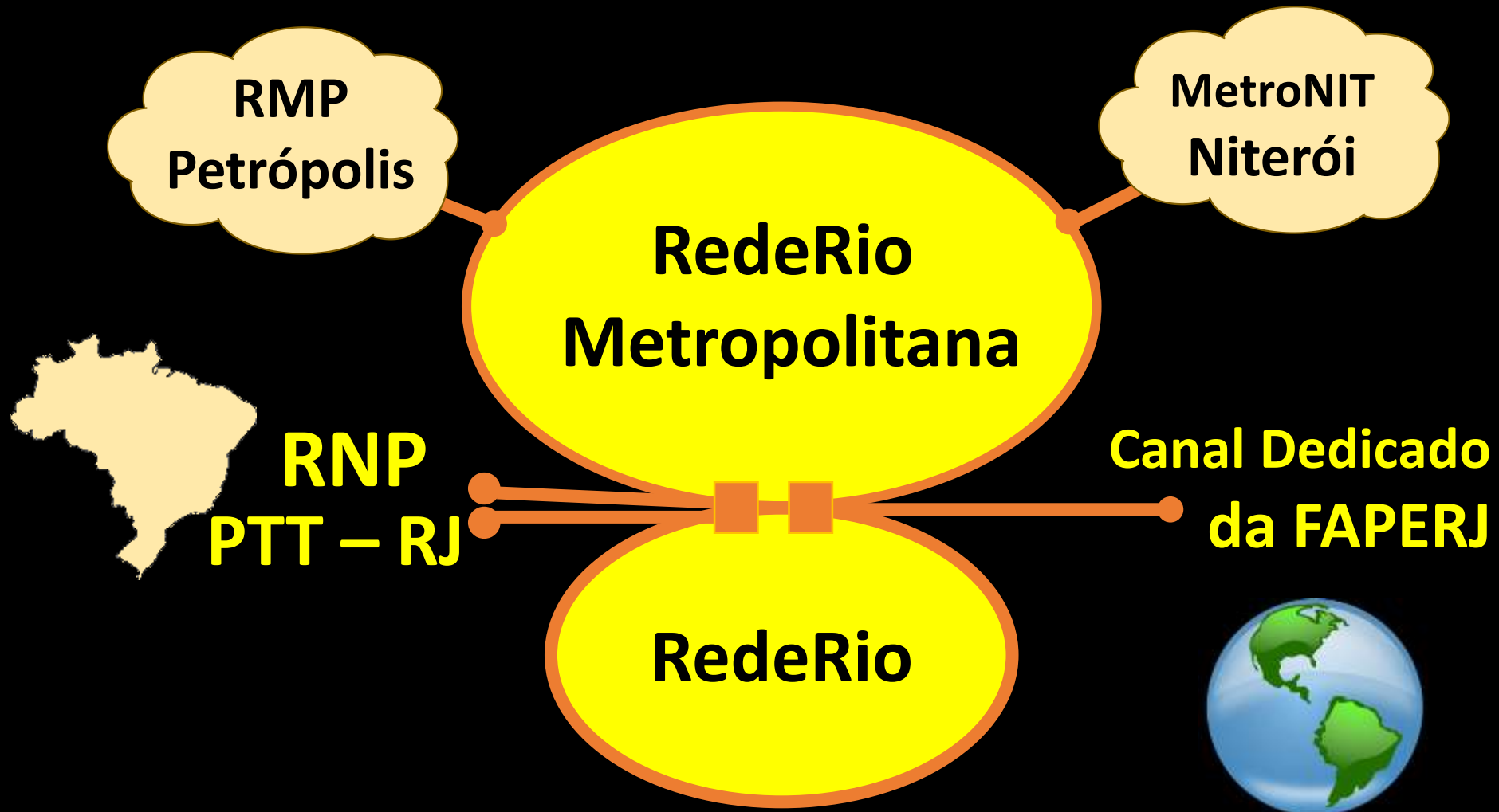


Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image © 2015 TerraMetrics
Image © 2015 DigitalGlobe

Google earth

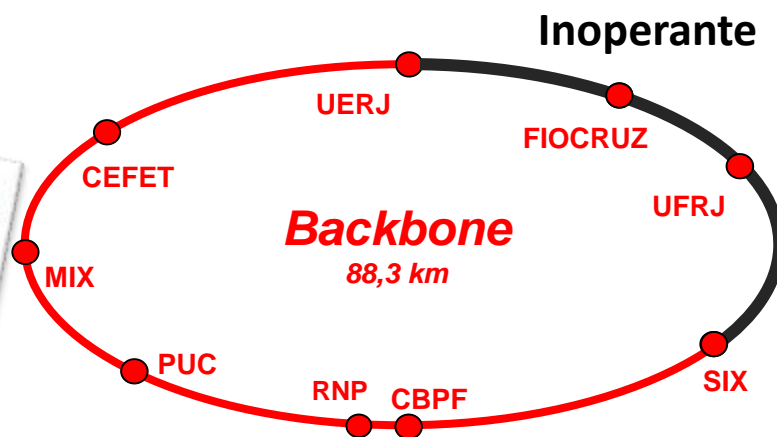
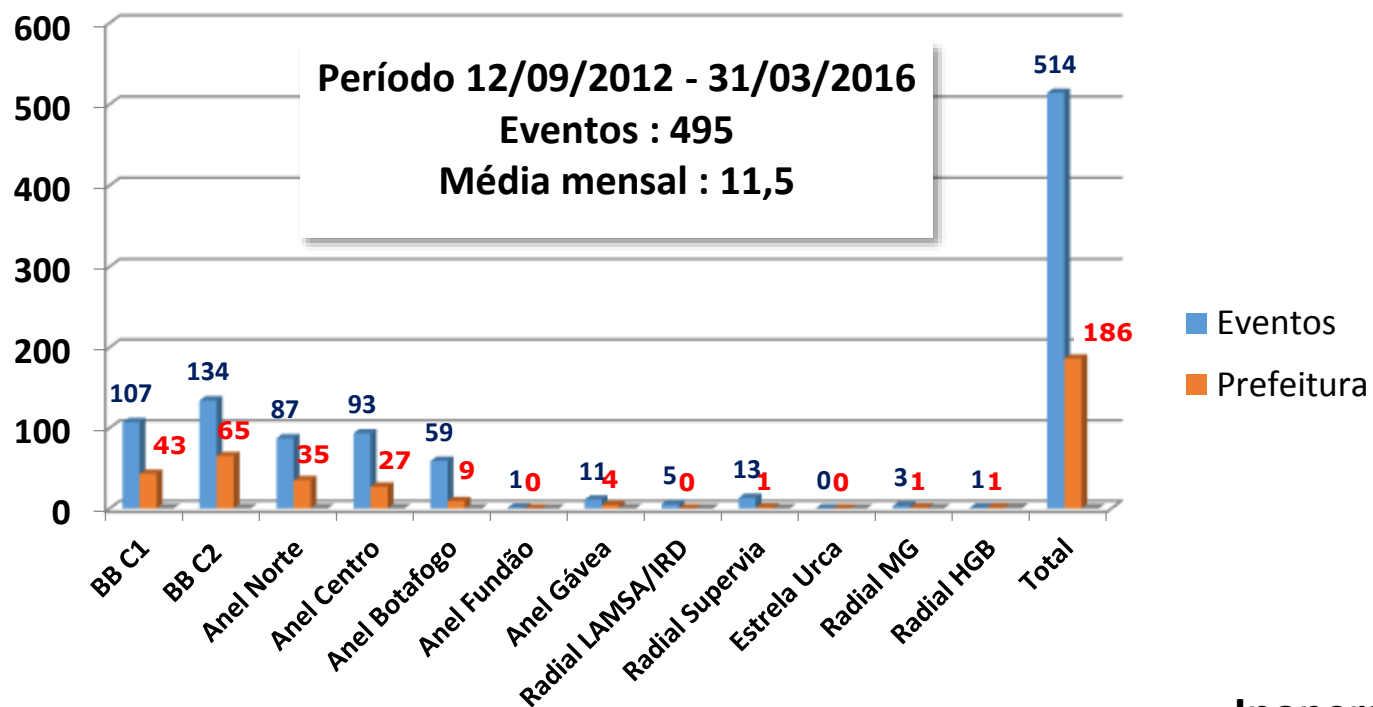


Dez/2015



A Rede-Rio Metropolitana: tecnologias e aplicações

Projeto LHCONE/CERN

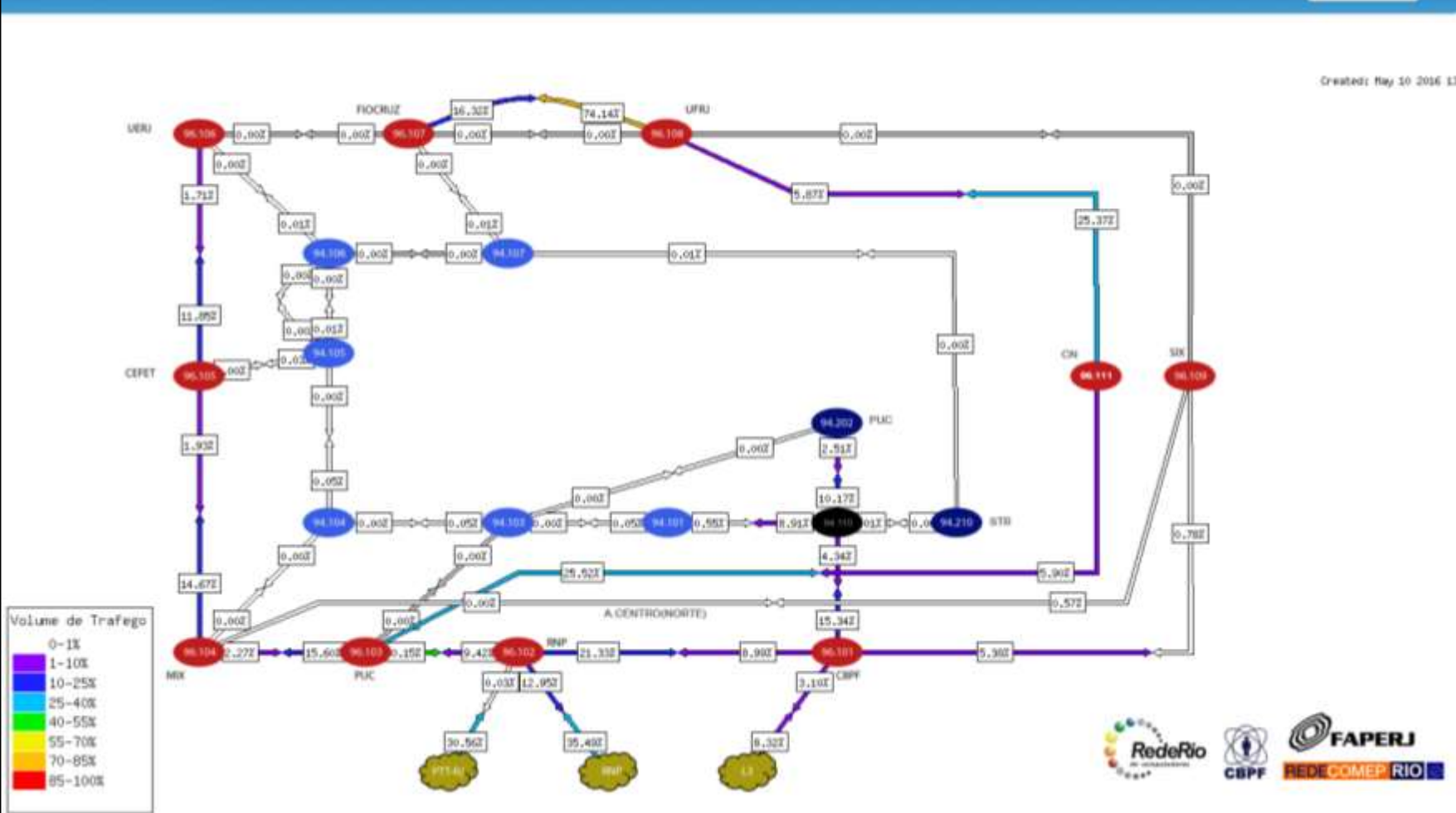


A Rede-Rio Metropolitana: tecnologias e aplicações Projeto LHCONE/CERN

WEATHERMAP

Cacti login

Created: May 10 2016 13:00



R2M2




**Rede Rio
Monitoramento Mobile**

PTT-RJ (10Gbps) RNP (10Gbps) L3 (3/10Gbps)

GRRWOP
Sistema de Monitoramento e gerenciamento desenvolvido para detectar problemas e anormalidades na Rede Rio Metropolitana.


Incidentes de Segurança na Rede-Rio

DIRETRIZES DE AÇÕES REFERENTES A INCIDENTES DE SEGURANÇA ENVOLVENDO INSTITUIÇÕES



Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

DETECÇÃO DE ANOMALIAS EM FLUXOS DE REDES DE COMPUTADORES UTILIZANDO TÉCNICAS DE REDES NEURAIS ESTIMADORES LINEARES




José Barbosa da Silva Filho




Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

PREVISÃO DE TRÁFEGO EM ENLACES DE REDES UTILIZANDO SÉRIAS TEMPORAIS




Evandro Luiz Cardoso Macedo



Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

IDENTIFICAÇÃO DE ANOMALIAS EM FLUXOS DE REDE UTILIZANDO PREVISÕES EM SÉRIAS TEMPORAIS PELO MÉTODO DE HOLT-WINTERS



Vander Luiz Proença da Silva

A Rede-Rio Metropolitana: Tecnologias e Aplicações

Projeto LHCONE/CERN

Resumo da Apresentação

A Rede-Rio / Redecomep-Rio / FAPERJ

- Redecomep-Rio (Rede-Rio Metropolitana) + RM.Petrópolis + Metro.Niterói
 - Topologias, Operação e Segurança

Tecnologias e Aplicações

- Ensaios da Rede-Rio a 100Gbps
- Aplicações de SDN na Rede-Rio
- Science-DMZ: CBPF/LHCONE/CERN



Márcio
(CBPF)



L. Felipe
(UFRJ)

Alexandre
(LNCC)

Washington
(PUC-Rio)

Marília
(FAPERJ)

Jabur
(CBPF)

Daniela
(FAPERJ)

Marita
(CBPF)

Marcelo
(CBPF)

Nilton
(CBPF)

Sandro
(CBPF)

Paulo
(CBPF)

Pedro
(CBPF)

Eduardo
(CBPF)

Helmann
(RNP)

Celso
(RNP)

Juan
(RNP)



Ensaaios de 100Gbps na Redecomep-Rio

Objetivos:

- Trazer o **conhecimento técnico às equipes** envolvidas necessário para operar um *backbone* acadêmico na velocidade de 100 Gbps.
- Testar *transponders*, interfaces óticas, multiplexadores, módulos de roteamento disponíveis no mercado pelas empresas parceiras.
- Verificar os equipamentos necessários para realizar **transferências de grandes volumes de dados a 10Gbps, 40 Gbps e 100 Gbps.**
- Obter o conhecimento para realizar **otimizações** necessárias para transferência de grandes quantidades de dados a 10 Gbps, 40 Gbps e 100 Gbps.



International Conference on Computing in High Energy and Nuclear Physics 2012 (CHEP2012) IOP Publishing
Journal of Physics: Conference Series 396 (2012) 042006 doi:10.1088/1742-6596/396/4/042006

Disk-to-Disk network transfers at 100Gb/s

Artur Barczyk^α, Ian Gable^β, Marilyn Hay^γ, Colin Leavett-Brown^β, Iosif Legrand^α, Kim Lewall^β, Shawn McKee^δ, Donald McWilliam^γ, Azher Mughal^α, Harvey Newman^α, Sandor Rozsa^α, Yvan Savard^β, Randall J. Sobie^β, Thomas Tam^ε, Ramiro Voicu^α

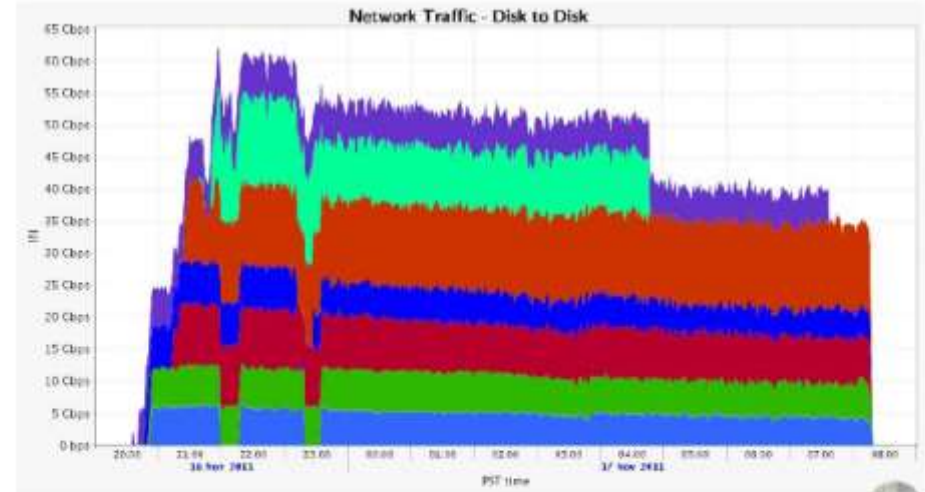


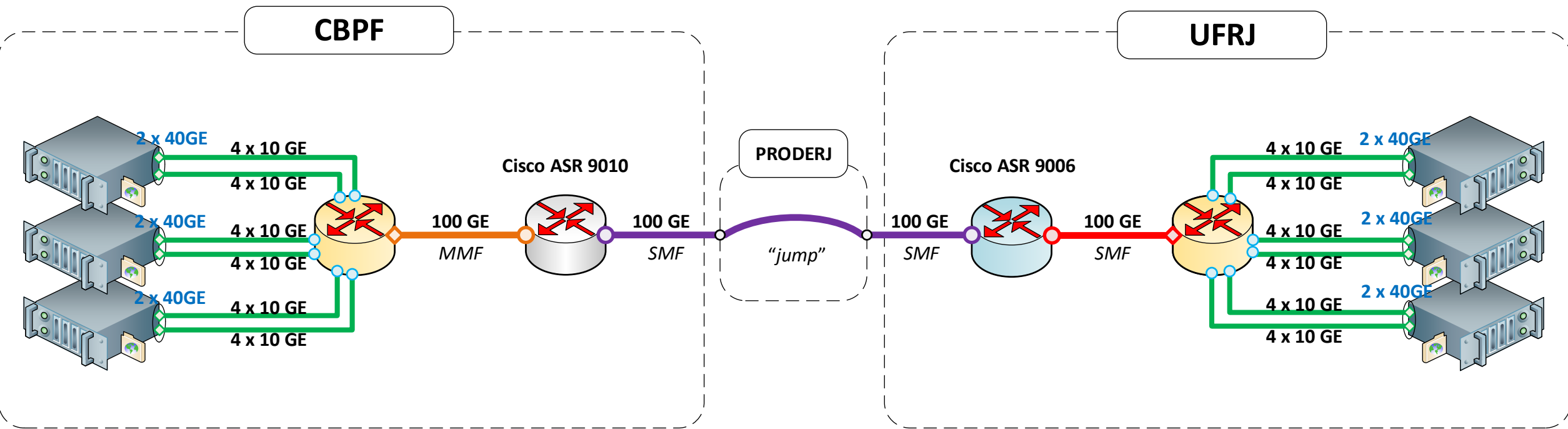
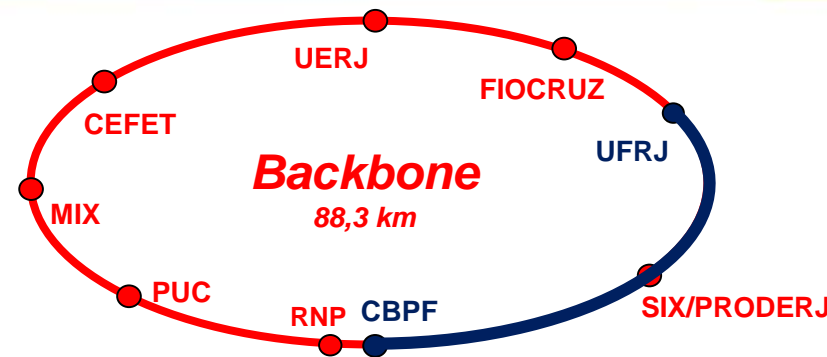
Figure 5. Disk-to-disk transfers occurring from UVic to the SC show floor Nov 17-18. Total transfer speed peaked above 60 Gbps around 22:00 Nov 16th. The sharp drops occurring Nov 16 were the results of Linux Kernel panics. The large drop at 4:30 on Nov 17 was the result of the failure of a 16 disk RAID array on PCI Generation 3 machine.

Iniciativa:



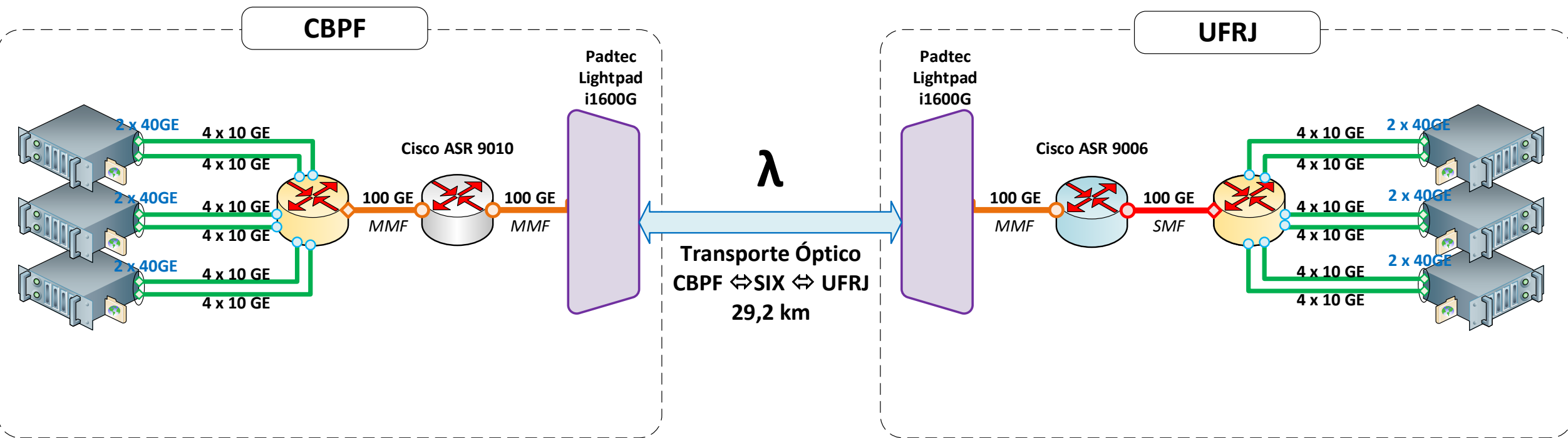
Ensaio 100Gbps

- CENÁRIO 1:** Roteamento IP a 100G em conexão direta:

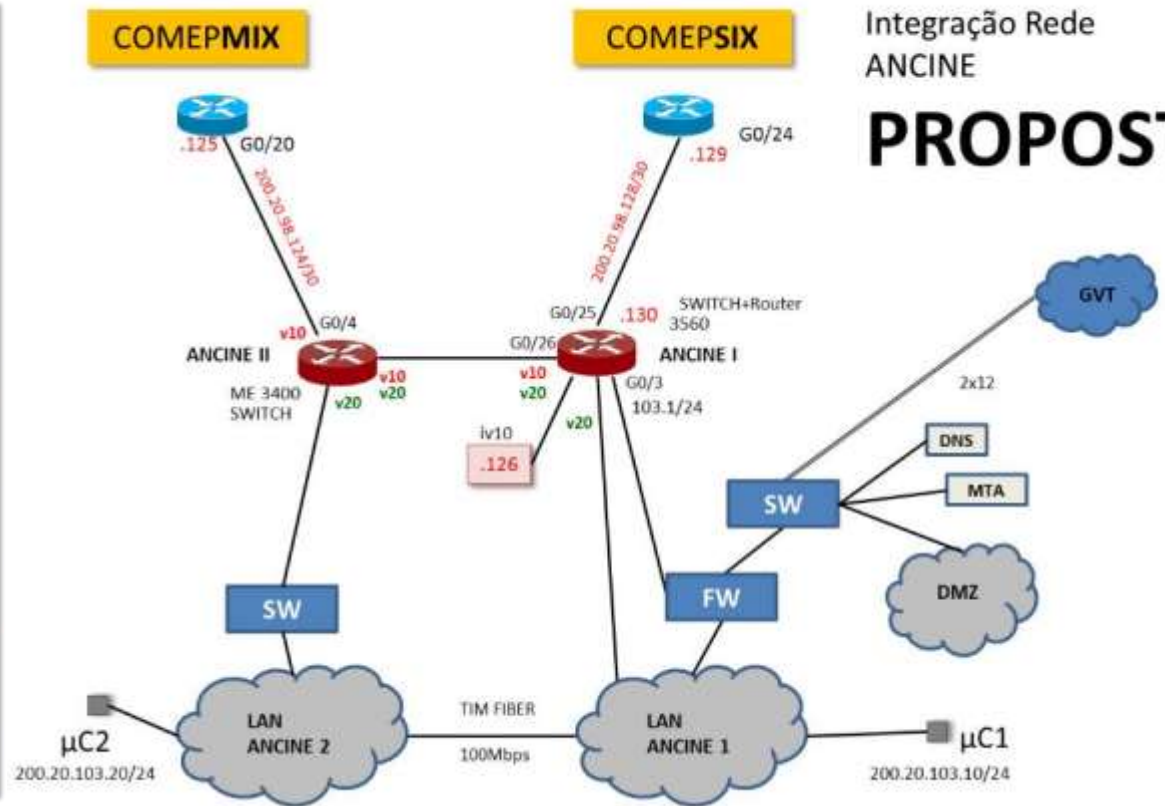


Ensaio 100Gbps

- CENÁRIO 2:** Roteamento IP a 100G em λ dedicado



SDN em Rede de Produção



Terceiro Passo
Integração Rede
ANGINE
PROPOSTA

SDN em Rede de Produção

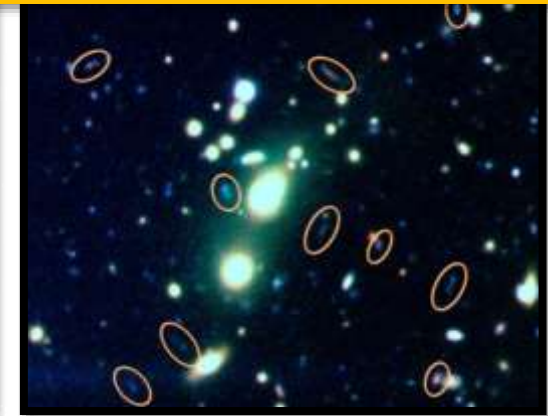
- *Desenvolvimentos Futuros:*
 - *Speed-test.*
 - *Rede de testes em paralelo a uma rede de produção.*
 - *O que mais tem por vir?*

DMZ para Ciência

- “**Science DMZ**” ou “**DMZ para Ciência**”: subrede segura e estruturada com regras próprias (e simples) de desempenho e isoladas de sistemas de proteção (firewall) dinâmicos. É normalmente projetada para transferências de grandes volumes de dados com o objetivo de alta performance.
 - ✓ Usa sistemas/protocolos dedicados para transferência de dados.
 - ✓ Têm sistemas de monitoramento de desempenho.
 - ✓ Têm políticas próprias de segurança voltadas para o desempenho.

carencia de um segmento especializado da rede
dedicado para a computação científica de alto
desempenho

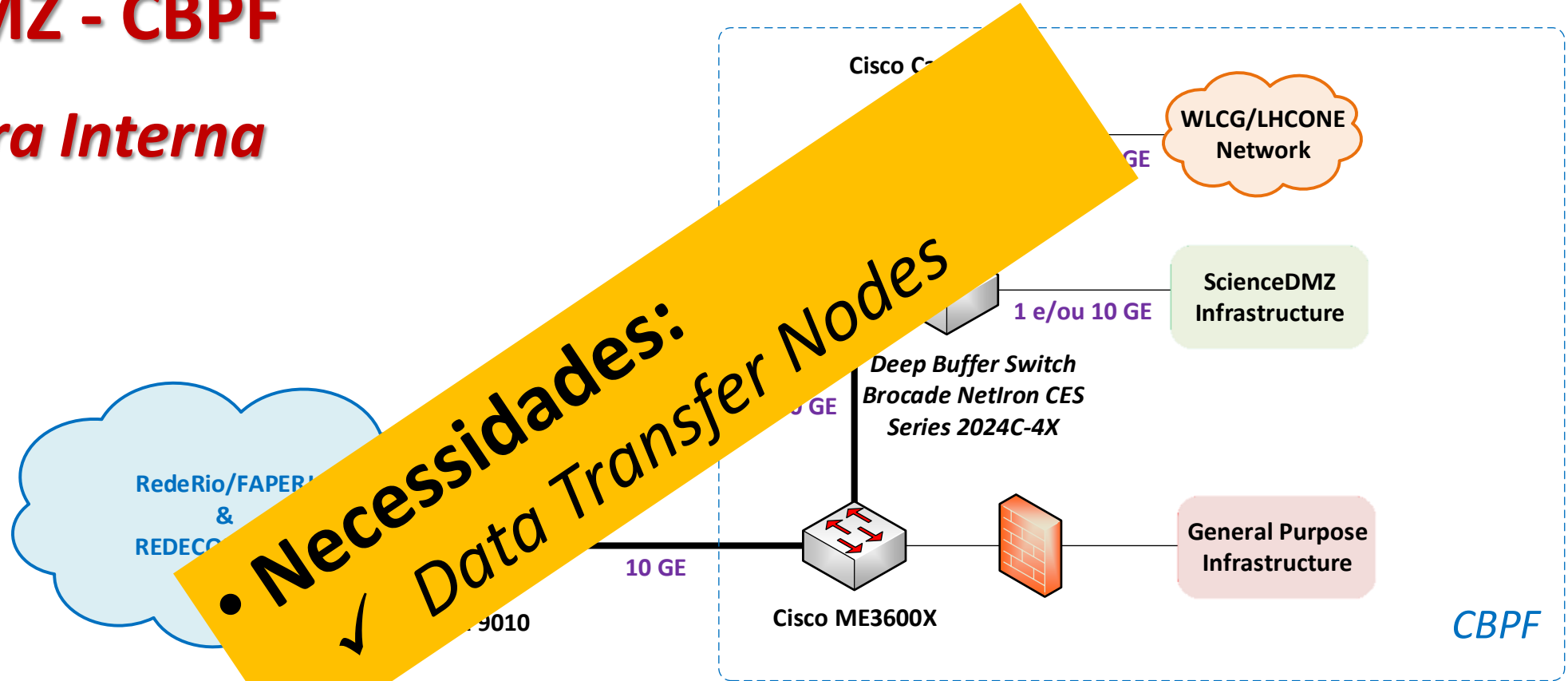
- **Participações em projetos:**
 - ✓ *ScienceDMZ* - RNP (nível local)
 - ✓ *LHC Open Network Environment* (nível global)



SOAR: **S**Outhern **A**strophysical **R**esearch Telescope

Science DMZ - CBPF

Arquitetura Interna



Legenda:

ScienceDMZ
Infrastructure

Equipamentos/servidores dedicados à transferência de grandes volumes de dados.

General Purpose
Infrastructure

Equipamentos/servidores/*desktops/workstations* utilizados para propósitos gerais.

Large Hadron Collider (LHC)

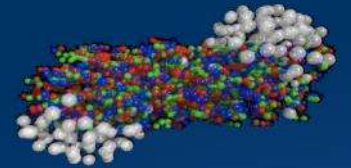
- **Acelerador** de partículas **circular de 27 km de circunferência**
- **4 grandes experimentos**
- **> 10.000** pessoas envolvidas
- Instrumento para colisão de prótons para reproduzir as condições do nascimento do Universo...
- Colisões de partículas a 99,99999991% da velocidade da luz.



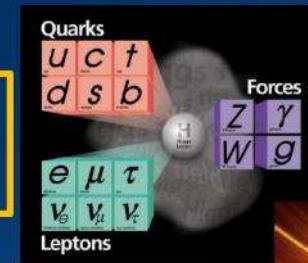
The study of LHC data will allow us to address some of the key questions ...



Will we understand the **primordial state of matter** after the Big Bang before protons and neutrons formed?



Have we found the **Higgs particle** that is 'responsible for **giving mass**' to all elementary particles?



Will we find the reason why **antimatter and matter did not completely destroy each other**?



Will we find the **particle(s)** that make up the **mysterious 'dark matter'** in our Universe? And what's **'dark energy'**?



R.D. Heuer, Diretor Geral do CERN, Mai 2016

Accelerating Science and Innovation

Large Hadron Collider (LHC)

- 600 milhões de colisões a cada segundo
- 1 em um milhão de colisões é de interesse
- Rápida pré-seleção eletrônica aprova 1 de 10.000 eventos e armazena em memória (100 GB/s)
- 15.000 núcleos de processamento selecionam 1 de cada 100 dos eventos pré-selecionados



R. Santana – CBPF (ATLAS/CERN) - 2013

Worldwide LHC Computing Grid (WLCG)



As redes de computadores são um
componente essencial do WLCG

Computing GRID =
(Processamento + Rede)
Alta Performance

TIER 0

73.000 cores
Agregação de dados
Reconstrução inicial de dados
Cópia dos dados para fita
Distribuição de dados

TIER 1 (11 centros)

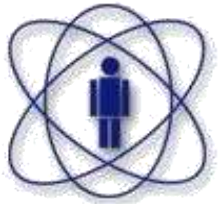
Armazenamento permanente
Reprocessamento e Análise

TIER 2 (140 centros)

Simulação e
Análise de usuário final





Participação Brasileira no LHC



CBPF group also manages the Regional Operation Centre for Latin America (ROC-LA), monitoring LA sites and promoting availability and reliability to the WLCG grid.



- CBPF (Brazil)
- ICN-UNAM (Mexico) 
- UNIANDES (Colombia) 

The site supports several VOs (Virtual Organizations), in addition to the LHCb-VO: CMS, Fusion, Auger, BIOMED and ENMR (biomedicine).



Redes no WLCG



Duas redes de dados privadas e dedicadas:

LHCOPN

LHC Optical Private Network
(Tier0 - Tier1s)



LHC Open Network Environment
(Tier1s - Tier2s)

LHC Optical Private Network

- Rede privada que **conecta Tier0 e Tier1s**
- Enlaces com alta largura de banda e dedicada
- Arquitetura altamente resiliente (estrela e *mesh-parcial*)

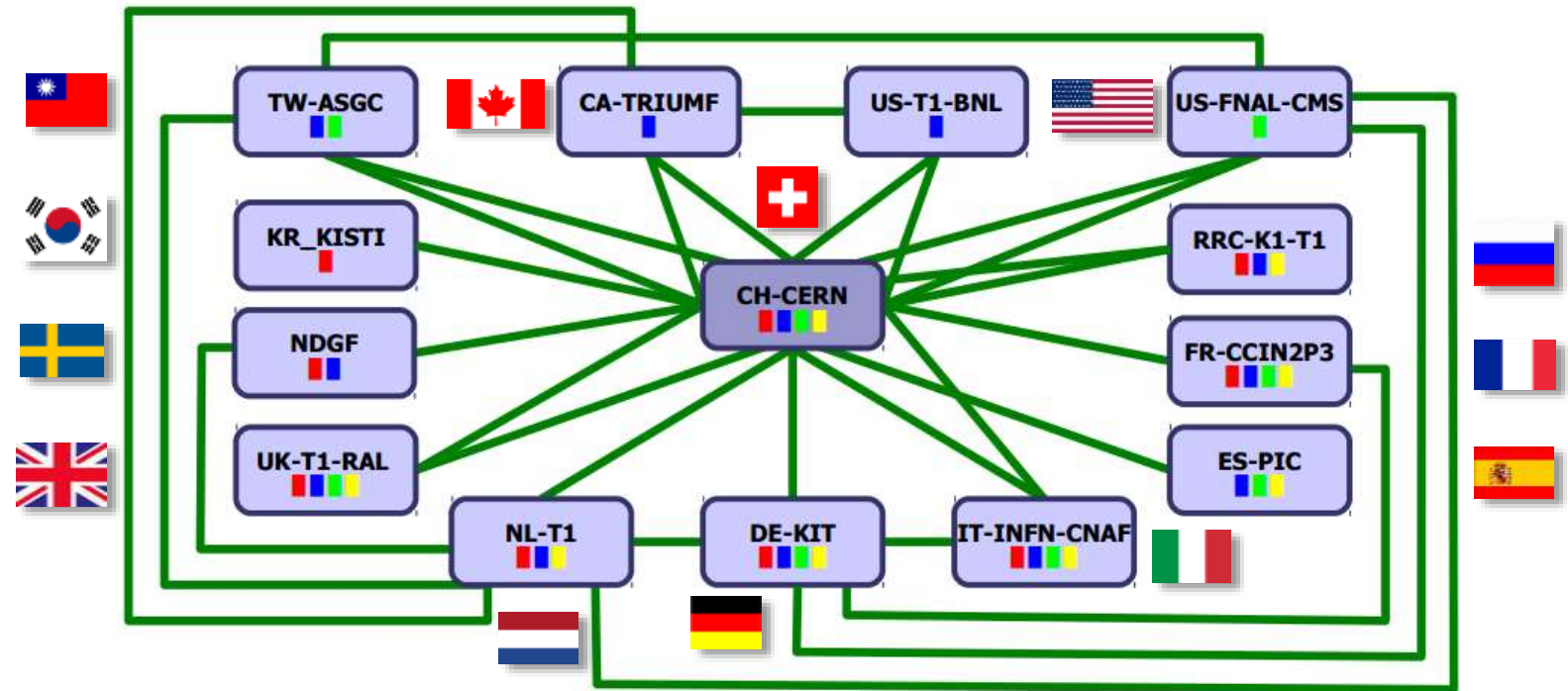


LHCOPN

■ ALICE
■ ATLAS
■ CMS
■ LHCb



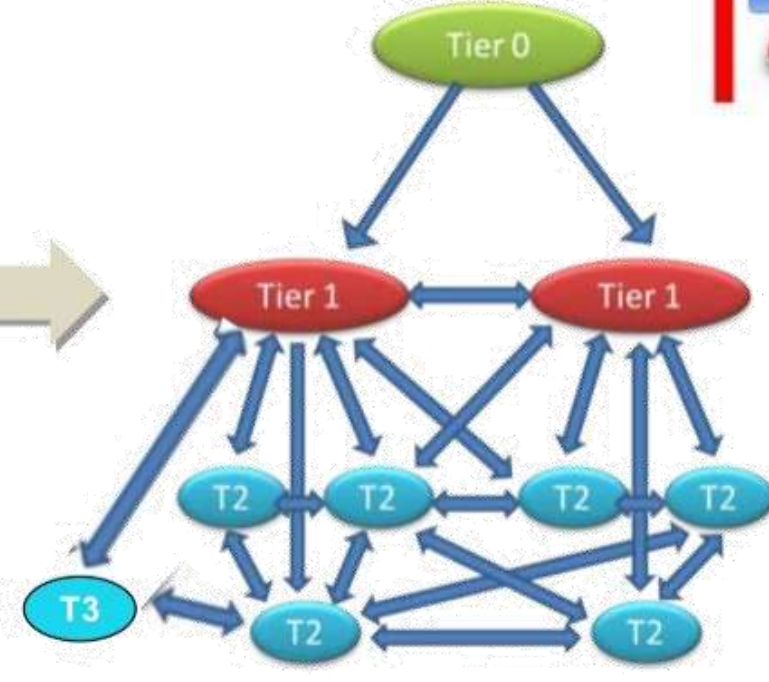
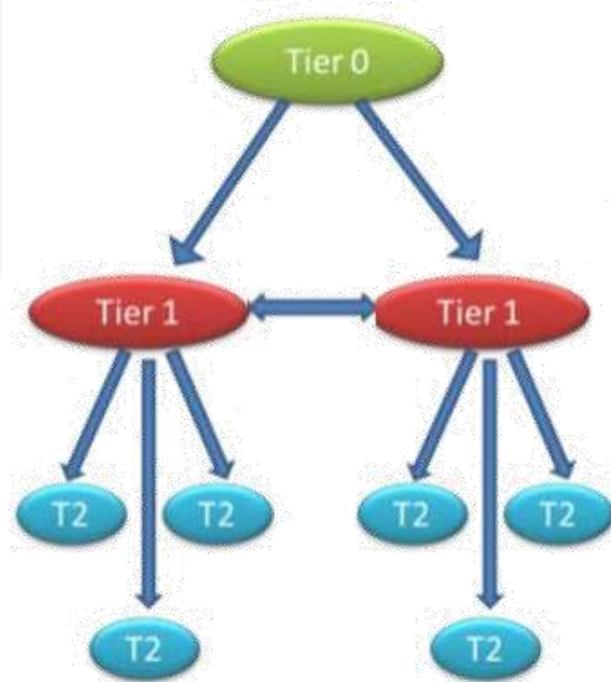
edoardo.martelli@cern.ch (2013)



- Roteamento BGP: *communities* são utilizadas para engenharia de tráfego
- Segurança: somente os prefixos IP declarados podem trocar tráfego

LHC Open Network Environment

Novo modelo
de computação
distribuída.



- Uso de *storage* mais dinâmico
- Redução de processamento nos *Tiers1*
- Necessidade de redes mais rápidas e previsíveis para conexão entre *Tiers1* e *Tiers2*

LHC *Open Network Environment*



- **Conceitos Principais:**

- ✓ **Compartilhamento de custos e de utilização de recursos caros** (e.g. enlaces transoceânicos)
- ✓ Esforço colaborativo entre diversas **redes de educação e pesquisa** por todo o mundo (e.g. GÈANT, ESnet, Internet2, RNP, Rede-Rio, ...)
- ✓ **Segregação de tráfego:** não há disputa com outros tipos de tráfego, recurso **alocado e financiado** pela **comunidade de física de altas energias**
- ✓ Redução de processamento nos Tiers1.

LHC Open Network Environment

- O que é?

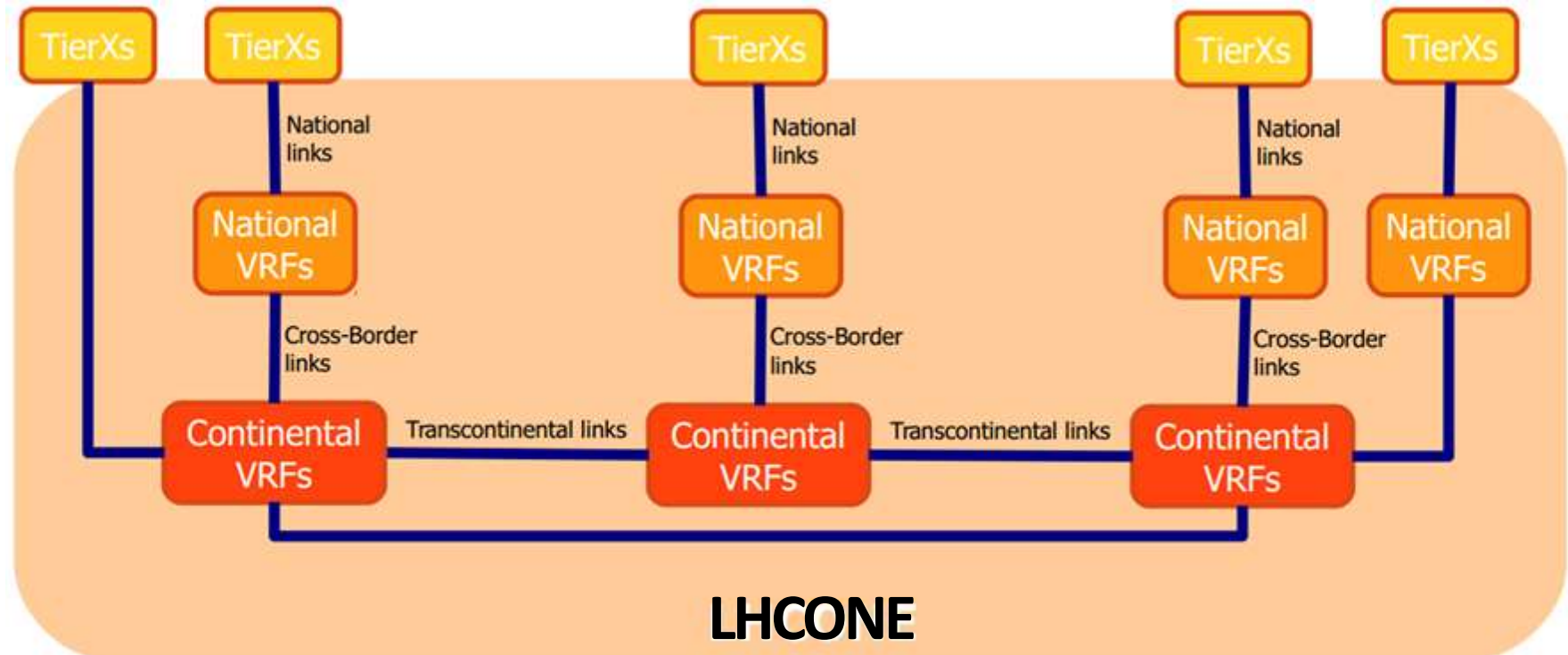
- **Rede privada** sobreposta à Internet através de **VRFs**, suportada por:
 - Mais de 15 **redes de educação e pesquisa nacionais e internacionais**
 - Interconectada através de **Pontos de Troca de Tráfego pelo mundo**, incluindo NetherLight, StarLight, MANLAN, Internet2, ESnet,
- **L3VPN BGP: Roteamento multidomínio** como IP normal, mas com **restrições nos prefixos IP advertidos**, com **enlaces de acesso transatlânticos dedicados**
- Em **operação desde 2012**
- **Mais de 50 sites conectados**
 - **10 Tier 1s**
 - **45 Tier 2s**



LHC Open Network Environment

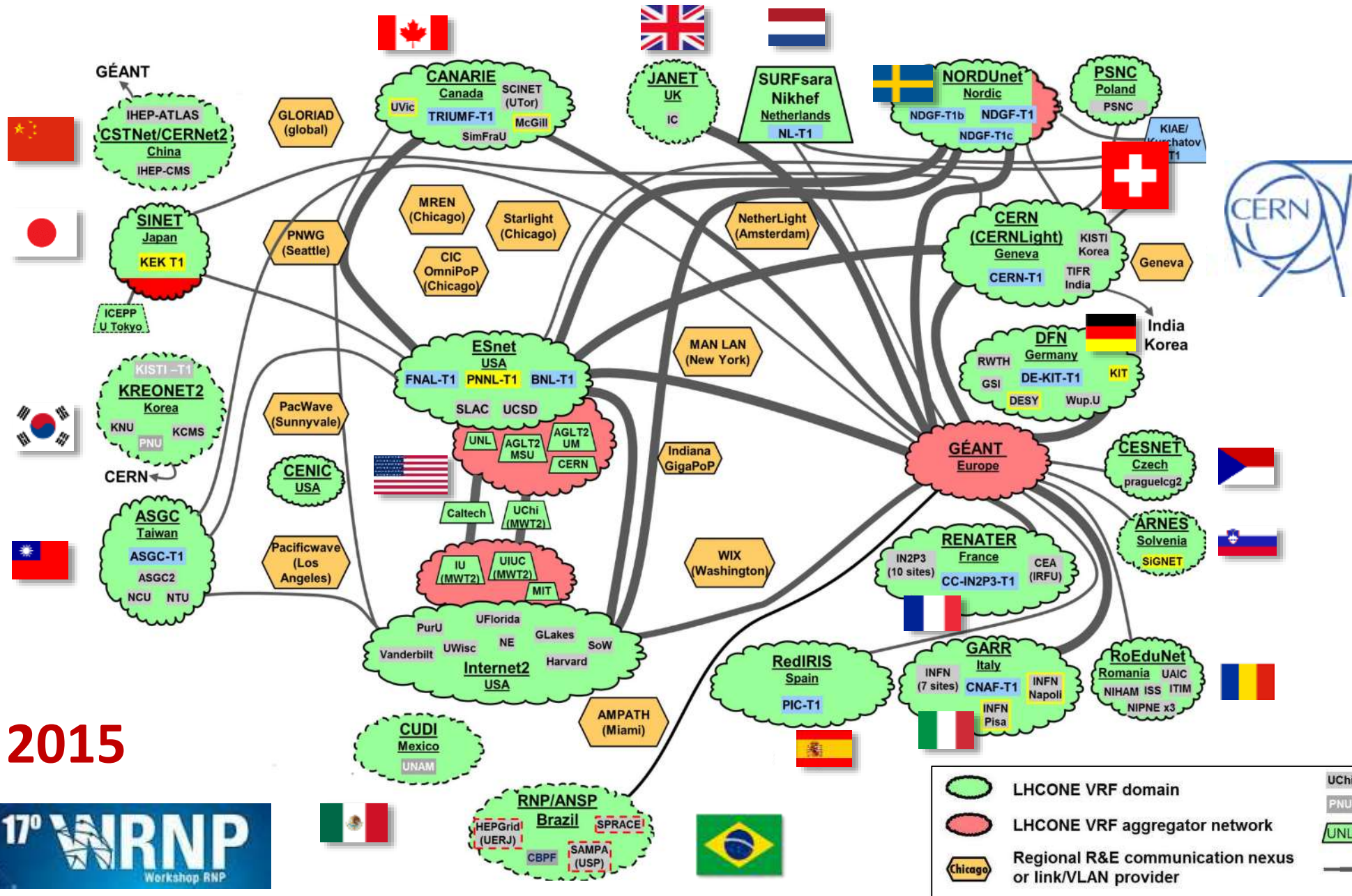
Arquitetura L3VPN

- *TiersX* se conectam às VRFs-Nacionais ou VRFs-Continentais
- VRFs-Nacionais são interconectadas através das VRFs-Continentais
- VRFs-Continentais são interconectadas através de enlaces transcontinentais e/ou transoceânicos



VRF = *Virtual Routing Forwarding*
(*virtual routing instance*)

LHC Open Network Environment: a global infrastructure for HEP data management – Science DMZ



2015



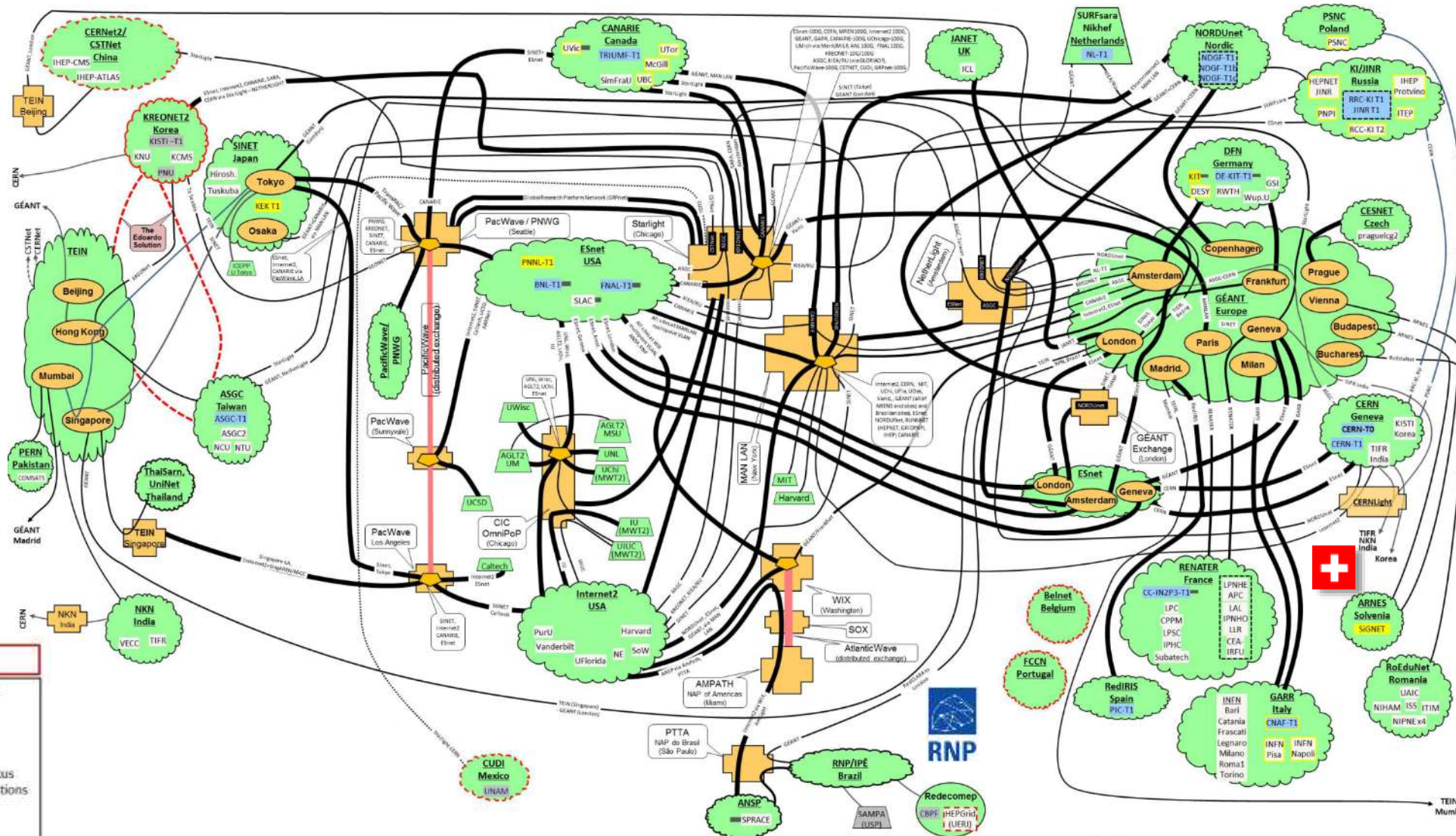
	LHCONE VRF domain		LHC Tier 1/2/3 ALTAS and CMS
	LHCONE VRF aggregator network		LHC ALICE or LHCb
	Regional R&E communication nexus or link/VLAN provider		Sites that manage their own LHCONE routing
	Communication links: 1, 10, 20/30/40, and 100Gb/s		

A Rede-Rio Metropolitana: tecnologias e aplicações - Projeto LHCONE/CERN



LHC Open Network Environment: a global infrastructure for HEP data management – Science DMZ

Maio / 2016

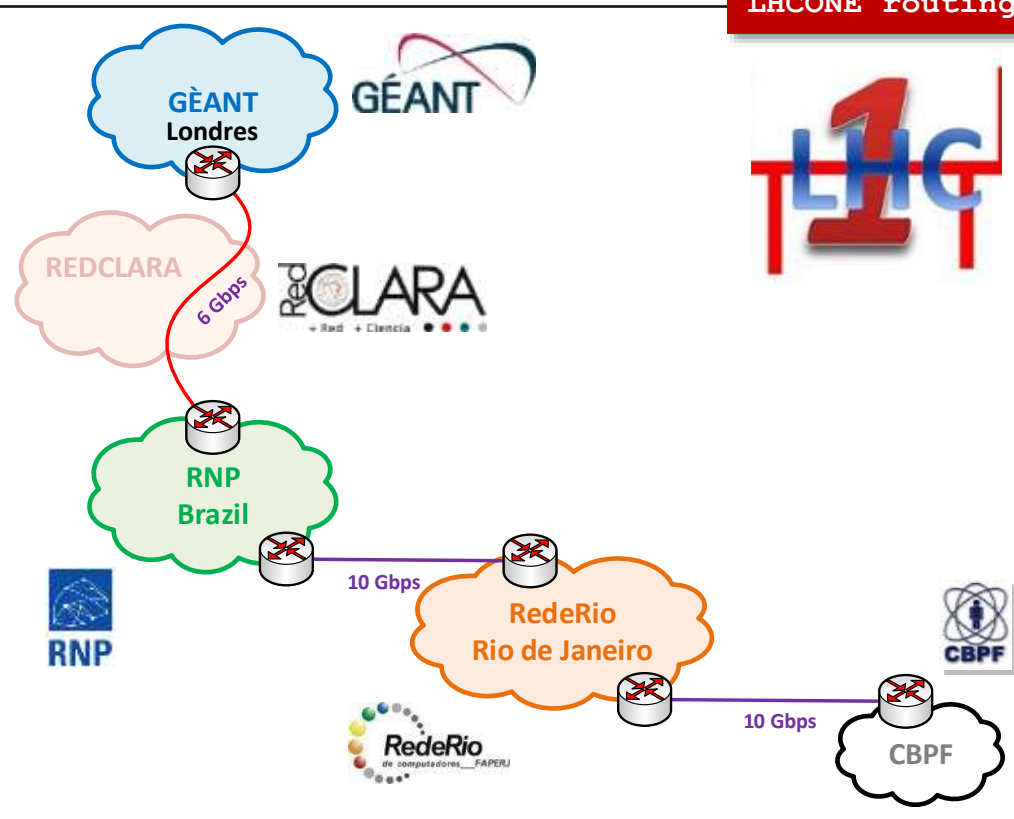


NOTE: LHCOPN paths are not shown on this diagram

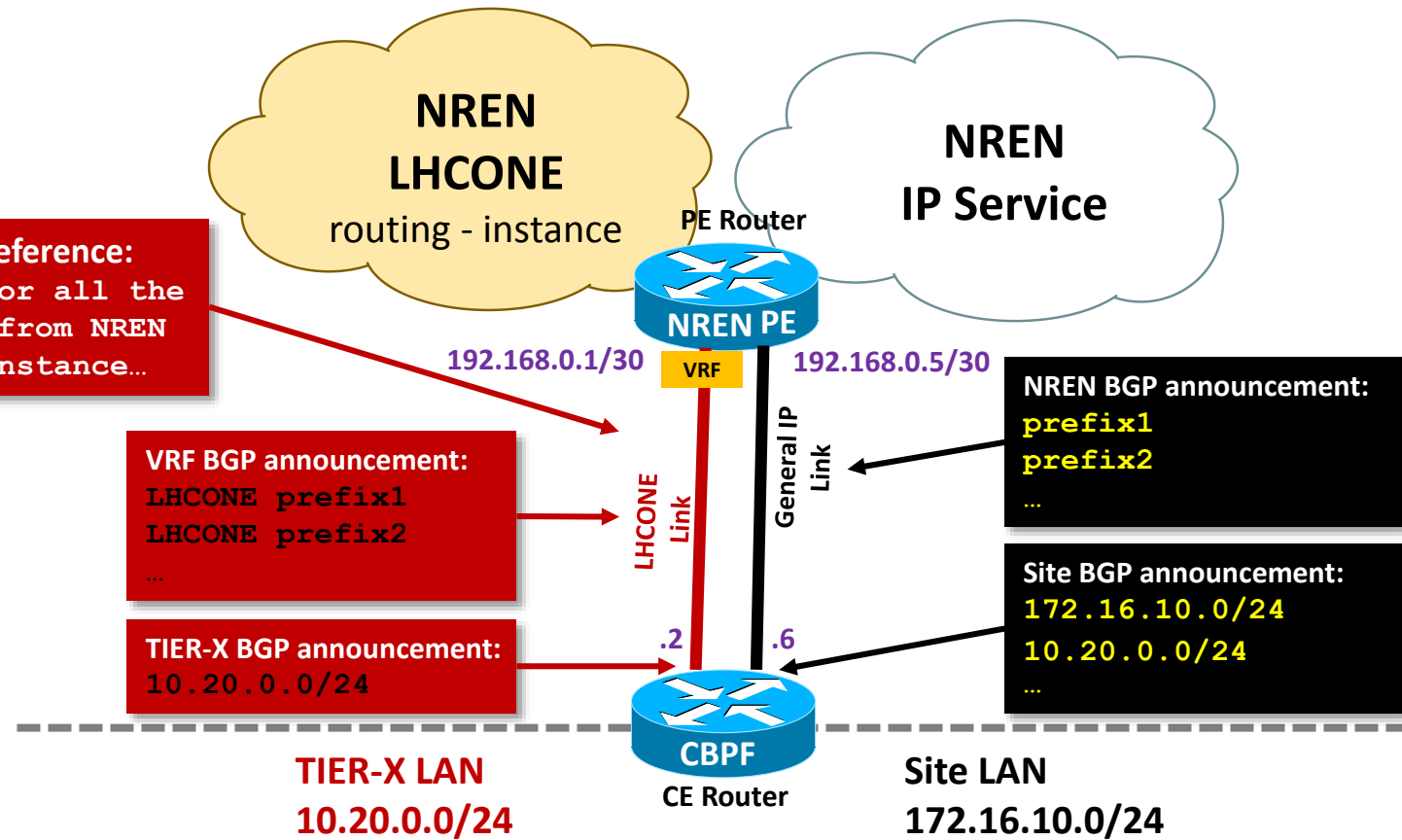
	Distributed site		LHCONE VRF domain/aggregator
	Pending LHCONE connection		Network provider
	Sites connected at 40G-100G		exchange point / PoP router
	Broadcast VLAN		Cross-border router
	LHC Tier 1 ALTAS and CMS		Regional R&E communication nexus w/ switch providing VLAN connections
	LHC Tier 2/3 ALTAS and CMS		- yellow outline indicates LHC+Belle II site
	Belle II Tier 1/2		- Dashed outline indicates distributed site
	LHC ALICE or LHCb		
	Sites that are standalone VRFs		
	Communication links: 1/10, 20/30/40, and 100Gb/s		

LHC Open Network Environment

- **Participação Brasileira:**
 - ✓ Projeto piloto de conexão do CBPF
 - ✓ Esforço coordenado entre diversos operadores de rede.



TIER-X BGP Local-preference:
Set LOCAL_PREF for all the routes received from NREN LHCONE routing instance...

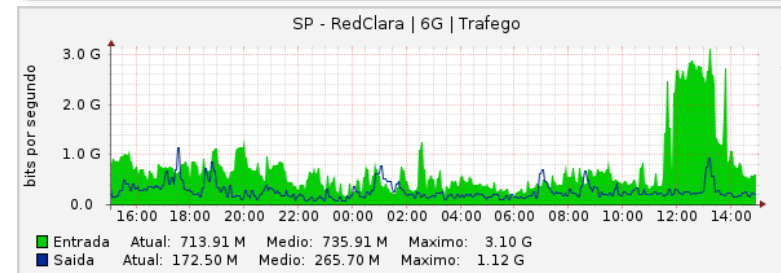
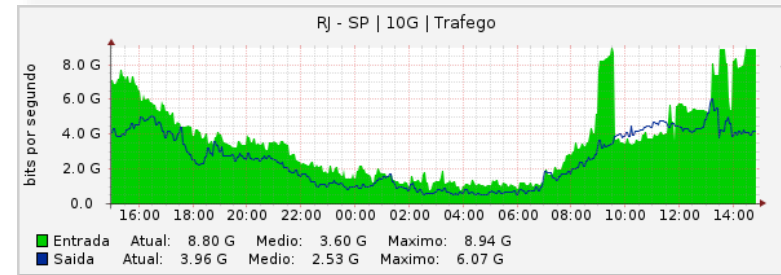
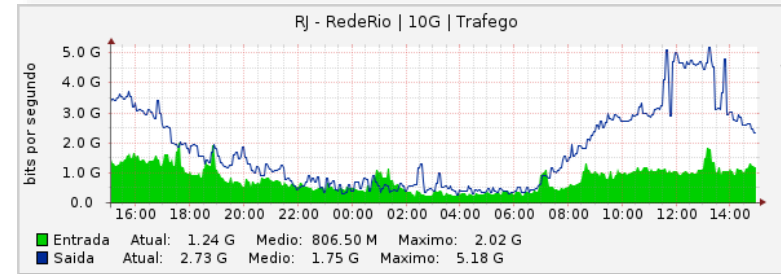
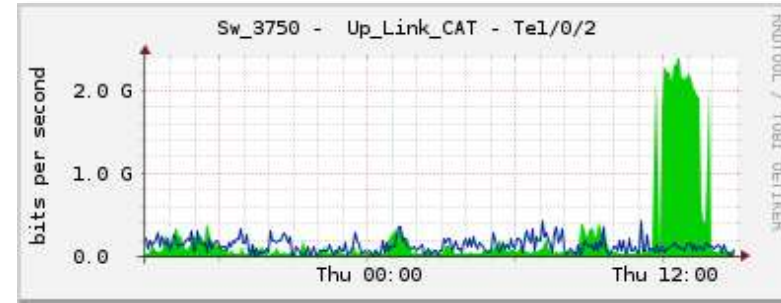
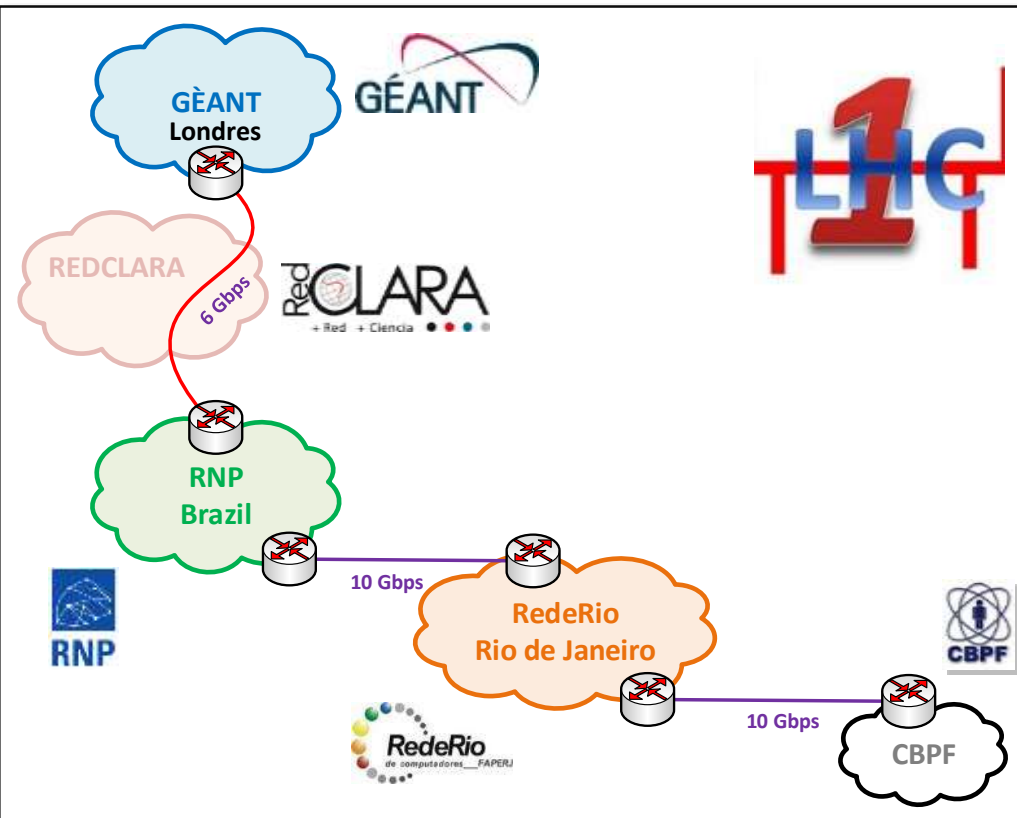


```

Policy Based Routing
access-list 100 permit 172.16.10.0/24
route-map PBR permit 10
  match ip address 100
  set ip nexthop 192.168.0.5
    
```

LHC Open Network Environment

- **Participação Brasileira:**
 - ✓ **Projeto piloto** de conexão do **CBPF**
 - ✓ **Esforço coordenado** entre diversos grupos e operadores de rede.

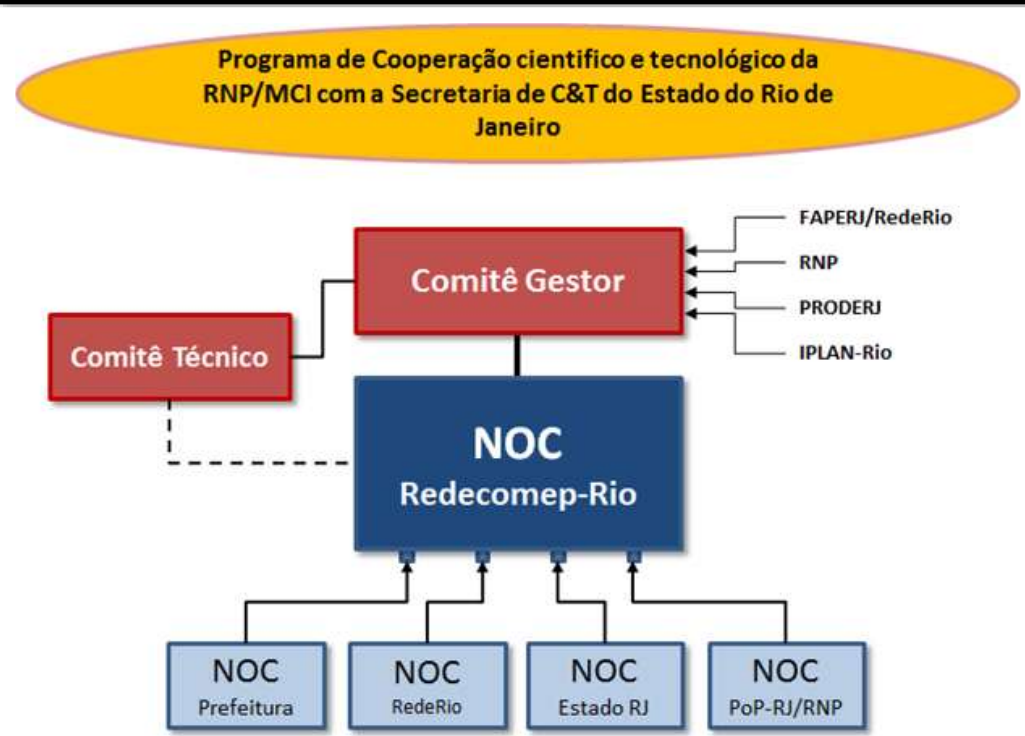


Finalizando

Rede-Rio Metropolitana:

- Necessidade de maior **conhecimento técnico em tecnologias e fabricantes para transferência de grandes volumes de dados** (de forma sustentada).
 - necessidade de servidores para transferência de grandes volumes de dados (custos!)
- Necessidade de **capacitação técnica das equipes das instituições afiliadas** (gerentes técnicos das instituições afiliadas deveriam fazer cursos na ESR/RNP) – Rede Acadêmica
- Necessidade de formação de **grupos em segurança da informação e da rede nas instituições participantes.**
- Finalização da **Estruturação do papel do Comitê Gestor** na Redecomep-Rio: “detentor da infraestrutura ótica”.

Acordo de Cooperação Técnica entre FAPERJ/RNP/IPLAN/PRODERJ



eventual incorporação de novos trechos construídos de modo independente por parceiros ou por terceiros. Tais modificações e expansões podem produzir alterações no rateio de custos (conforme indicado no Anexo I).

5. Estabelecer padrões de qualidade e fiscalizar as atividades de operação e manutenção da malha de fibras óticas.
6. Aprovar a inclusão de novas instituições no CG, mediante aprovação por pelo menos dois terços de seus membros.
7. Aprovar a inclusão de novas redes e instituições na Redecomep-Rio.

COMITÊ TÉCNICO (CT)

O Comitê Gestor instituirá um Comitê Técnico com representantes indicados pelas instituições interessadas em participar das atividades técnicas pertinentes a Redecomep-Rio.

Finalizando

DMZ para Ciência:

RNP - Science DMZ:

- ✓ Necessidades dos “Transfers nodes” (o mesmo para complementação do teste de 100Gbps).

Projeto LHCONE:

- ✓ Em pleno funcionamento
- ✓ Necessidade de definição de caminhos redundantes!

“No período desafiador que estamos hoje, em um cenário competitivo global, é importante fortalecer o apoio à pesquisa e a inovação, garantindo o desenvolvimento da C&T necessários ao crescimento ou a recuperação econômica.”

Os Institutos de Pesquisa são "ferramentas" importantes para este fim.

R.D. Heuer, Diretor Geral do CERN - Lisboa, May 2016

A Rede-Rio Metropolitana: tecnologias e aplicações

Projeto LHCONE/CERN

17º **WRNP**
Workshop RNP



Márcio Portes de Albuquerque

Obrigado!

mpa@cbpf.br

ceo@rederio.br



Ministério da
Cultura

Ministério da
Saúde

Ministério da
Educação

Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA