

A Evolução das Redes Metro Multiserviços

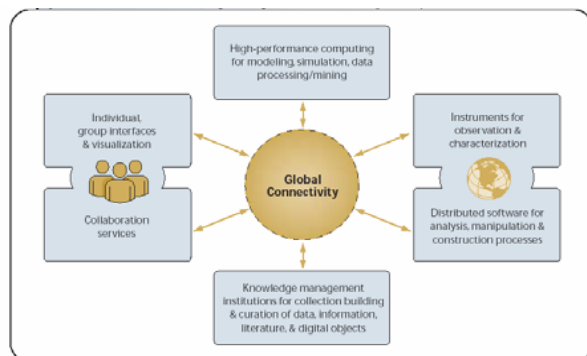
Antônio Abelém
abelem@ufpa.br
Michael Stanton
michael@rnp.br

Sumário

- Contextualização
- Redes Metro
 - Relevância
 - Problemas
 - Soluções
 - Novas tecnologias
- Alguns Exemplos de Redes Metro
- Conclusões

2

Contextualização



Do relatório da NSF: *Cyberinfrastructure for Environmental Research and Education*

http://www.cvrdas.org/related.documents/reports/cyber_report_new.pdf

**Ciberinfraestrutura provêm os meios ;
O resultado é a "e-ciência"**

3

A importância da conectividade global para a comunidade científica

- A pesquisa científica depende cada vez mais de acesso global a recursos, colaboradores, dados, instrumentos científicos.
 1. **Acesso a instrumentos científicos com requisitos específicos de geo-localização:**
 - Telescópios ópticos: p.ex., Gemini Sul e SOAR, Chile; operados pelos EUA, Brasil e outros países
 2. **Instrumentos únicos: impraticáveis ou inviáveis para cada país adquirir para sua própria comunidade:**
 - Large Hadron Collider (LHC) no CERN em Genebra: milhares de colaboradores ao redor do mundo
 3. **Acesso a e coleta de dados geo-específicos e seu transporte para análise, visualização, compartilhamento**
 - Dados ambientais da Amazônia ou Antártida

4

Conectividade no Brasil

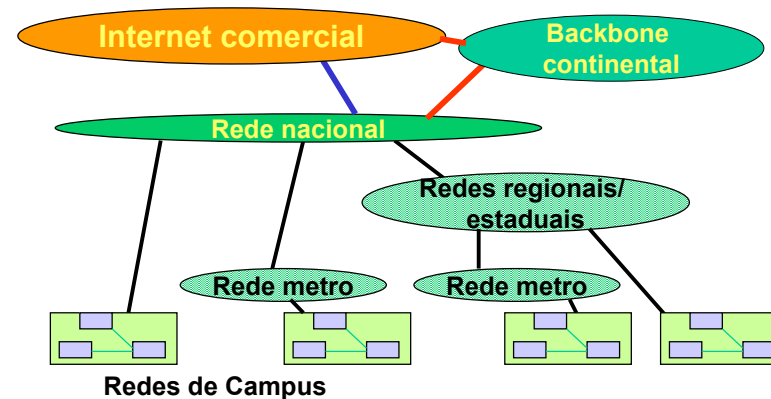
□ Provida em cinco níveis:

1. Internacional (RNP, Rede-Rio, ANSP) - em torno de 500 Mbps em 2003; quase 1.5 Gbps em 2004
2. Nacional, através da rede da RNP
3. Estadual, através de 12 redes regionais ou estaduais
4. Metropolitana, interligando instituições na mesma cidade
5. Interna, pela própria instituição do usuário (aprox. 250 instituições)

5

Visão SERENATE (EU) da composição das redes acadêmicas

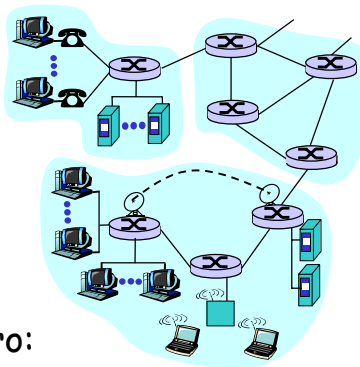
Fonte: <http://www.serenate.org/presentations/finalw/Williams2.ppt>



6

Tema do momento: porque ?

- Demanda dos usuários está mudando:
 - Novos serviços
- Posicionamento estratégico:
 - Conecta os usuários finais as redes de backbone
- Novo mercado:
 - novos equipamentos
- Crescimento do cenário metro:
 - Tecnicamente e financeiramente



7

Problemas

- Mudança de paradigma:
 - Comutação de circuitos => comutação de pacotes
 - Alto custo
 - Difícil gerenciamento
- Surgimento de novas fontes de tráfego e de novos serviços:
 - XDSL, Caching dos ISPs.
- Ineficiência de SDH/SONET para tráfego em rajadas.

8

Soluções

- ❑ As soluções devem atender aos seguintes quesitos:
 - Reduzir custos
 - Reduzir "tempos de provisionamento"
 - Oferecer escalabilidade
 - Adequação aos novos serviços
 - Melhoria da eficiência operacional
- ❑ Resultado: necessidade de novas tecnologias

9

Novas Tecnologias

- ❑ Next-gen SONET/SDH
- ❑ Metro Ethernet
- ❑ RPR ("Resilient Packet Ring")
- ❑ WDM e redes ópticas inteligentes
- ❑ MPLS/GMPLS
- ❑ Redes de Rádio

10

Next-Gen SONET/SDH

- ❑ Objetivo principal: redução de "gorduras".
 - Atender de forma mais eficiente e econômica aos "serviços de pacotes".
- ❑ Características do next-gen Sonet:
 - Novo esquema de encapsulamento e mapeamento.
 - Divisão dinâmica da banda entre serviços TDM e de pacotes.
 - Rotula, multiplexa e comuta fluxos de tráfego com redução de custos em relação a SONET/SDH clássico.
 - Procura manter a robustez e boa proteção do esquema tradicional.

11

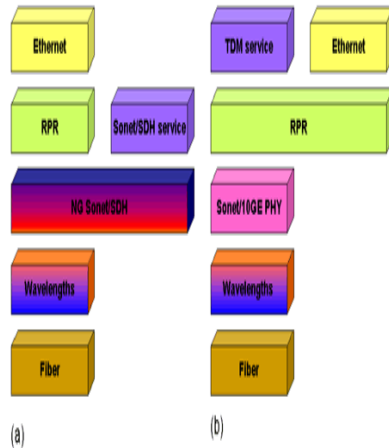
Metro Ethernet

- ❑ MAIOR Vantagem: grande parque instalado
 - Adaptabilidade ao longo dos anos (10M, 100M, 1G e 10Gbps).
- ❑ Suporte aos novos serviços com custos razoáveis
 - Total integração com WDM
- ❑ Desafio:
 - Robustez e estabilidade

12

RPR ("Resilient Packet Ring" -802.17)

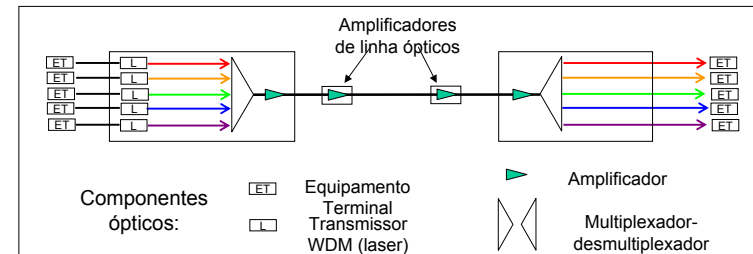
- Flexibilidade e Eficiência:
 - Suporta serviços tradicionais e novos serviços
 - Compatibilidade com camadas físicas Ethernet, SONET, WDM.
- Reuso da banda para diferentes tráfegos em diferentes partes do (reuso espacial)
- Compartilhamento de banda através diferentes categorias de QoS
- Proteção e recuperação estilo SONET/SDH:
 - sub-50ms para falhas de nó
- Ainda não conquistou seu espaço



13

WDM e Redes Ópticas "Inteligentes"

- Um laser e um detetor por λ
- Diferentes λ s combinados para transmissão, e separados na recepção.
- Duas modalidades comuns:
 - DWDM - Dense WDM
 - CWDM - Coarse WDM



14

DWDM vs. CWDM

CWDM

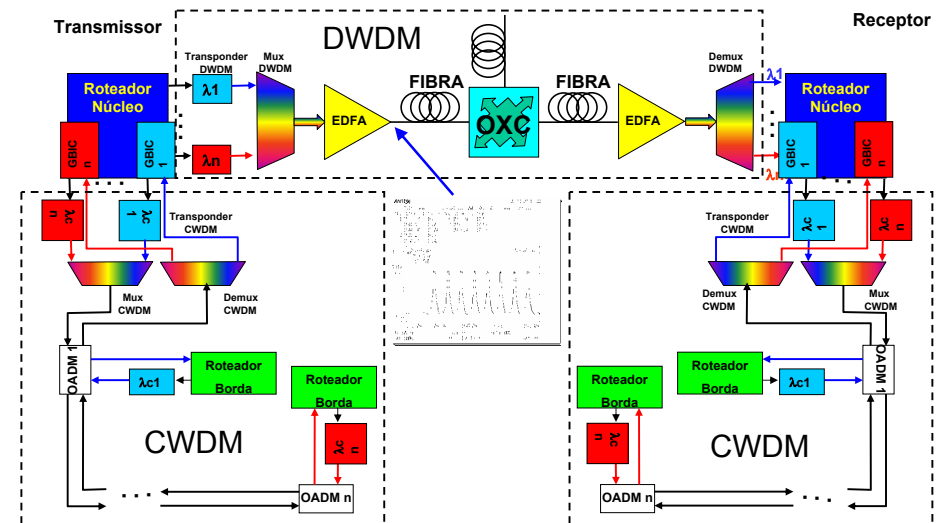
- ◆ Custo: Baixo
- ◆ Distância: Até 70km
- ◆ Complexidade: Baixa
- ◆ Amplificação: Não
- ◆ Principal Limitação: Potência
- ◆ Aplicação: Metropolitana
- ◆ Canais: Até 18
- ◆ Banda: 1270nm a 1610nm
- ◆ Espaçamento entre canais: 20nm

DWDM

- ◆ Custo: Alto
- ◆ Distância: Até 10000km
- ◆ Complexidade: Alta
- ◆ Amplificação: Sim
- ◆ Principais Limitações: Relação Sinal-ruído, Dispersão, Diafonia, Efeitos Não-Lineares, etc.
- ◆ Aplicação: Interurbana
- ◆ Canais: >100
- ◆ Banda: 1530 a 1625nm (C+L)
- ◆ Espaçamento entre canais: 0,2nm (25GHz)

15

DWDM vs. CWDM



16

MPLS/GMPLS

Por que MPLS ?

- ❑ MPLS aproveita o melhor das redes IP e ATM.
- ❑ Usa mesmo esquema para diferentes tipos de mídia e otimiza necessidade de roteamento.
- ❑ Pode ser usado como poderosa ferramenta para engenharia de tráfego.
- ❑ Se adequa naturalmente as redes óticas quando usa-se λ s como rótulos (MP λ S).

17

MPLS/GMPLS

O GMPLS:

- ❑ Estende MPLS para suportar comutação por divisão de tempo, comutação por comprimento de onda e comutação por divisão de espaço.
- ❑ Suporta LSPs bidirecionais
- ❑ Possibilita a alocação de largura de banda em unidades discretas (e.g. lambdas).
- ❑ Permite que rótulos sejam sugeridos.
- ❑ Oferece maior flexibilidade e eficiência.

18

Redes de rádio

- ❑ WiFi - IEEE 802.11 (sem licença; até 54 Mbps)
 - redes locais multiponto
 - enlaces ponto a ponto (até mais de 40 km)
 - possibilidade de interferência
- ❑ WiMax - IEEE 802.16 (requer licença; até 75 Mbps)
 - tipicamente ponto-multiponto
 - padrão emergente
- ❑ Conexões ponto a ponto
 - tradicionais de telecom (de 2 até 155 Mbps)
 - WiFi
 - tecnologia U-NII (sem licença nos EUA) - até 100 Mbps
 - novo produto nacional da GIGACOM (100 a 400 Mbps)
 - serve para conexões metro e até 60 km
 - em conexões de longa distância pode ser necessário usar repetidores (requer torres com energia elétrica)

19

Como ter acesso a essas novas tecnologias: Tendências

- ❑ Tradicional
 - aluga serviços de telecom das operadoras
 - custeio
 - aumentar capacidade => aumentar custeio
 - Porém, os preços estão baixando quando existe concorrência
- ❑ Nova abordagem
 - investir em capacidade própria:
 - Condomínios, ou consórcios.
 - reduz custo total sobre período longo
 - aumentar capacidade => atualizar equipamentos
- ❑ Alternativas:
 - meios óticos
 - rádio

20

Quanto custa para implantar?

- Instalação (fixo) (em US\$)
 - Gerência, engenharia (\$1 a \$3/m)
 - Construção (\$7 a \$10/m dutos, ou \$3 a \$6/m postes)
 - Negociação e estruturação de acordos de suporte ao condomínio
 - Cabos de fibras e sua fusão (5¢/m 192 fibras, 15¢/m 36 fibras)
 - Acabamento: terminadores, instalação de premissas (\$5 mil/cada)
- Custo médio de US\$ 7 a US\$ 15 por metro (Canadá)
- No Brasil a UFF: 12 km, 12 campi, com CERJ, R\$ 20.000/km (R\$ 240 mil) (preços de 1998)

21

Benefício para Serviços e Aplicações

- Simplicidade e robustez: redução do número de plataformas pela concentração no parceiro tecnológico

• 70 escolas do projeto des Affluents

	Before fiber	After fiber
Antennas	78	0
Novell Servers	82	1
SQL Servers	13	3
Lotus Notes Servers	2	1
Tape Backup Servers	12	4
Ethernet switches/hubs	10	98
Routers	108	3
Cache/proxy (Linux)	12	0
Fire walls (Linux)	1	1

22

Exemplos de Custos (US\$)

- Redes de universidades urbanas
 - Montreal East: 14 km, \$120.000 (manutenção \$9.000/ano)
 - Vareness: 50 Km, \$406.000 (manutenção \$26.000/ano)
- Condomínios
 - Des Affluents: custo total \$ 1,5 milhão - 70 escolas, 12 prédios municipais, 204 Km: custo médio por prédio \$ 18.000
 - Custo do serviço DSL por 3 anos: \$ 1,4 milhão
 - Custo total para 100 escolas \$ 1,35 milhão
 - roteadores e servidores: custo estimado em manutenção e upgrades de software: \$ 800 mil
 - Retorno entre 8-16 meses

23

Meios ópticos para montar redes

- Fibra óptica apagada
 - fibra pode ser própria, de terceiros, ou tida em condomínio
 - construção pode ser aérea (usando postes) ou subterrânea (dutos)
 - Diversas empresas já possuem redes de fibras, ou infraestrutura para instalar cabos
 - energia elétrica, rodovias, ferrovias, gasodutos
 - não há impedimentos insuperáveis para criação de redes de fibra
 - requer iluminação própria da fibra
 - muito barata usando GbE com interfaces ópticas
 - para aumentar capacidade pode usar 10GbE ou CWDM (multiplexação de lambdas)
- Lambdas (canais de luz)
 - depende da infra-estrutura WDM montada por outra organização, especialmente operadora de rede

24

Exemplo 1: a rede óptica da UFF (1998)



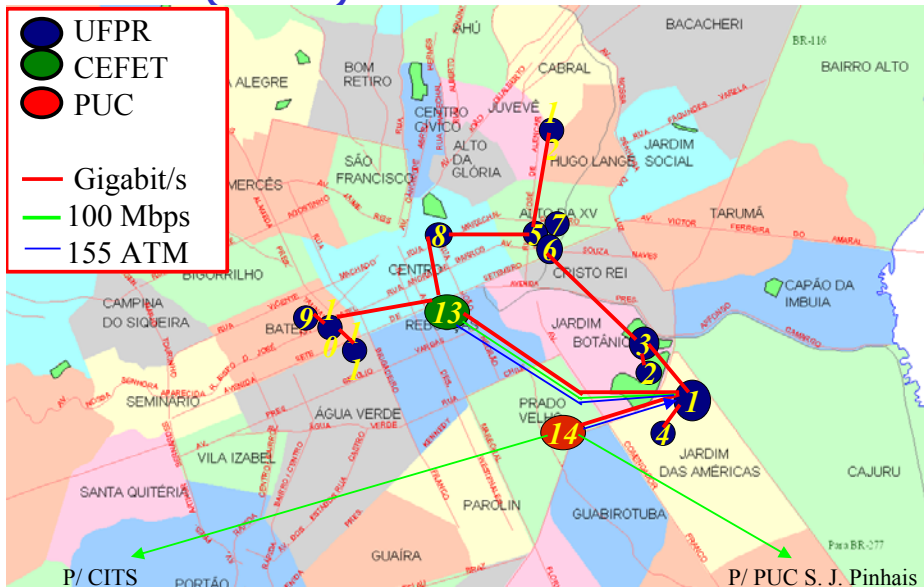
25

Rede óptica da UFF - detalhes

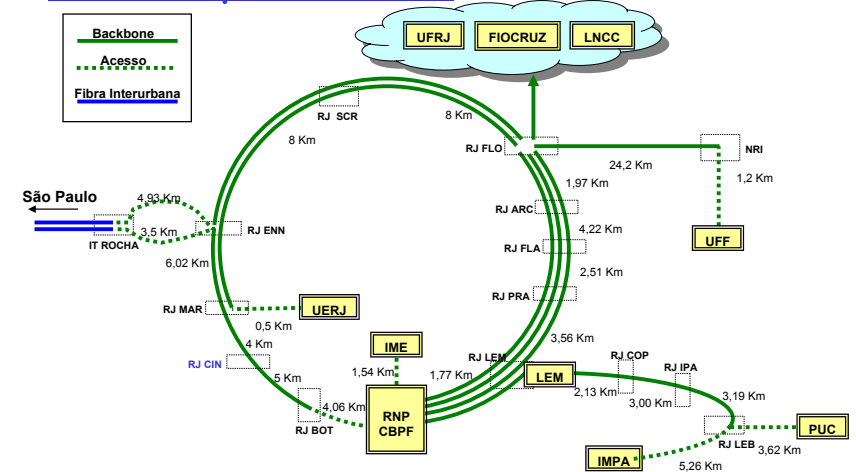
- Uso de fibra apagada *própria*
 - Mais de 24 km de cabos lançados
 - 12 km nos postes da CERJ (energia elétrica)
- Cabo de 18 fibras
 - 12 SM + 6 MM no anel
 - 6 SM + 12 MM nos campi e secundários
 - "a prova do futuro"
- 50 prédios ligados à rede (pelo menos um ponto por prédio)
- Investimento relativamente modesto:
 - R\$20.000 / km (preços de 1998)

26

Exemplo 2: Rede Metropolitana de Curitiba (2002)



Exemplo 3: Projeto GIGA Rio (versão preliminar)



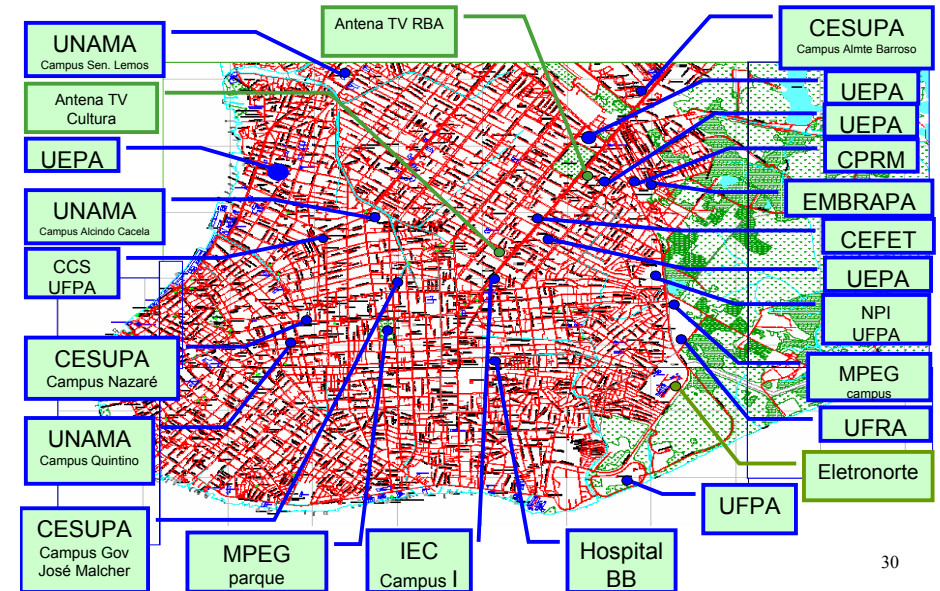
28

Exemplo 4: rede metro para Belém-PA

- ❑ Instituições potenciais iniciais: CEFET-PA, Embrapa, IEC, MPEG, UEPA, UFPA, UFRA
- ❑ Instituições aderentes possíveis: CPRM, CNP, UNAMA, CESUPA, IESAM, CEPLAC, CELPA
- ❑ Objetivos:
 - Integração das redes internas das instituições "distribuídas" (mais de um campus)
 - Acesso à rede da RNP e a outros provedores
- ❑ Formação de consórcio para alcançar objetivos comuns

29

Rede metro para Belém-PA



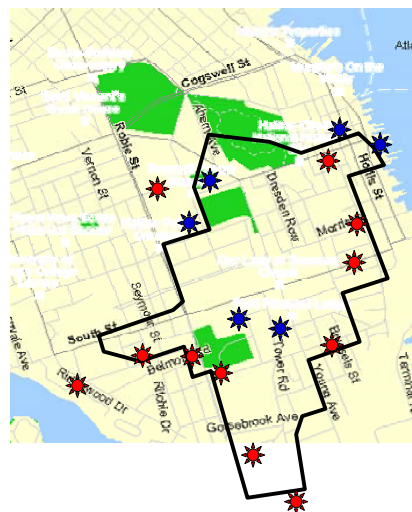
30

Exemplo 5: Halifax (Nova Scotia)

Rede em fibra óptica
privada
12-15 km
\$500,000 custo

Interliga todas as
maiores universidades,
hospitais, centros de
pesquisa e escolas

Interligada a rede
acadêmica canadense
CA*net4



31

Outros Exemplos

- ❑ Rede avançada de rádio e fibra em Montevideo, Uruguai
 - Rede óptica + rádio ponto a ponto: US\$ 600mil. Prazo de execução 10 meses. 16 pontos.
- ❑ NYSERNet: rede Avançada da cidade de Nova Iorque
 - 11 participantes
- ❑ Provedor de fibra apagada na área de Estocolmo-SE
 - 5000 Km de cabos atendendo toda as regiões vizinhas da cidade ("grande Estocolmo").

32

Conclusões

- ❑ Conectividade global depende de uma cadeia de conexões para permitir comunicação fim-a-fim
- ❑ É muito importante o engajamento das instituições usuárias na busca de soluções de conectividade interna e a nível metropolitana
- ❑ a RNP poderá ajudar a identificar e articular soluções para fechar o acesso à rede nacional a partir da solução metropolitana

33

Obrigado!

Perguntas?

34