

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)

das muitas redes que integram a Internet. Na data da sua inauguração, a Rede-Rio interligava 10 instituições no Estado do Rio de Janeiro.

Em termos de topologia, a configuração inicial consistia de 3 pontos principais, que se constituíam no *backbone* (ou espinha dorsal), através dos quais as instituições se conectavam à rede. Geograficamente, estes pontos eram localizados na UFRJ, na PUC-Rio (Pontifícia Universidade Católica) e no LNCC (Laboratório Nacional de Computação Científica). O LNCC, que, na época, também hospedava o Ponto de Presença da (PoP-RJ) da Rede Nacional de Pesquisa (RNP) – espinha dorsal para interligação das diversas redes acadêmicas existentes no Brasil – era a instituição responsável por fazer a interconexão entre as duas redes. Além disso, a Rede-Rio conta desde a sua entrada em operação com um enlace internacional exclusivo, que inicialmente operava, via satélite, à taxa de 64 Kbit/s, entre a UFRJ e a Universidade da Califórnia em San Diego (UCSD). Através deste canal, a Rede-Rio se conectava à CERF-NET (California Education and Research Federation Network) e a partir daí ao mundo da Internet.

Para dar início à operação da primeira geração da RedeRio, a FAPERJ investiu cerca de US\$ 300,000 (trezentos mil dólares), que foram utilizados para a aquisição dos equipamentos (roteadores, modems e algumas estações de trabalho para gerenciamento, além de outros componentes) e *software*. Além disso, a fundação vem também financiando, desde maio de 1992, o aluguel das principais linhas de comunicação. O aluguel mensal pelo uso do canal internacional, contratado pela UFRJ até junho de 1995, passou a ser também custeado pela FAPERJ desde então.

Desde a sua entrada em operação, a Rede-Rio sempre se constituiu numa das redes mais modernas do país, em termos de tecnologias e serviços de comunicação oferecidos aos seus usuários. Todas as linhas de comunicação utilizadas em 1992 já permitiam a transmissão de dados a 64 Kbit/s, o que, naquela ocasião, era considerada uma velocidade alta no cenário nacional. De fato, na época da sua inauguração a Rede-Rio era a única rede acadêmica do

Brasil operando com todos os seus enlaces a 64 Kbit/s.

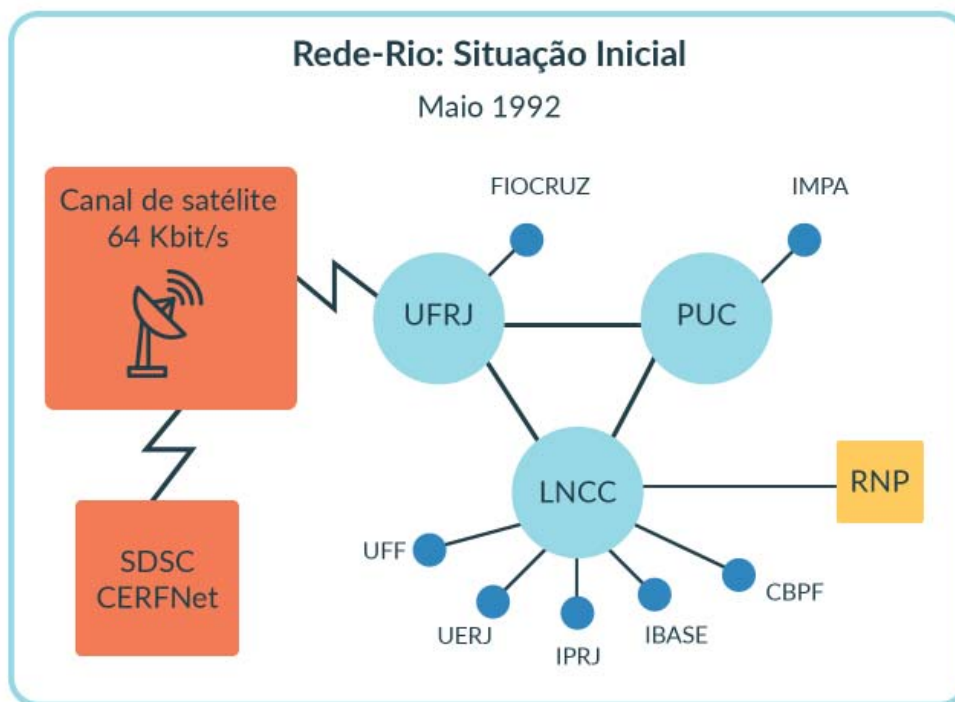
A Rede-Rio possui também um Centro de Operações (CEOP), que inicialmente funcionava na UFRJ, tendo como funções gerenciar e supervisionar o tráfego de toda a rede, zelar pelo funcionamento ininterrupto das linhas de comunicação, estabelecer critérios de encaminhamento do tráfego, configurar as ligações de novas instituições à rede e realizar muitas outras tarefas do gênero.

Em seu artigo de 1995, intitulado “Rede-Rio: Passado, Presente e Futuro”, o professor Luís Felipe M. de Moraes, coordenador geral da Rede-Rio, relatava:

“Em pouco mais de 4 anos de existência, a Rede-Rio sofreu uma melhora significativa em relação aos seus recursos de infraestrutura e de comunicação, visando atender ao crescimento da demanda imposta pelo aumento do número de instituições (consequentemente, da população de computadores interligados) e do tráfego gerado pelos seus usuários”.

A Figura 1 ilustra a topologia da Rede-Rio na data da sua inauguração.

Figura 1 – Rede-Rio em sua topologia inicial de 1992.



Desde a sua criação, muitas pessoas entre pesquisadores, técnicos das instituições usuárias, diretores e presidentes de instituições e órgãos públicos apoiaram e contribuíram, direta ou indiretamente para a consolidação e evolução da Rede-Rio. Dentre essas pessoas citamos aqui alguns nomes (e suas vinculações institucionais na época) que, na falta de uma lista completa, representam o grande esforço coletivo de construção deste projeto. Os professores Luís Felipe Magalhães de Moraes, Paulo Henrique de Aguiar Rodrigues, Edmundo de Souza e Silva, da UFRJ; Michael Stanton e Washington Braga Filho da PUC-Rio, Márcio Portes de Albuquerque e Ismar Thomaz Jabur do CBPF (e a equipe de profissionais que se consolidou na área de engenharia de operações da Rede-Rio: Marcelo P. de Albuquerque, Nilton Alves Jr., Marita Maestrelli, Sandro L. Pereira e Jaime P. Fernandes Jr.), Alexandre Grojsgold e Flávio Toledo, do LNCC, Marília Rosa Milan, do CEFET na FAPERJ, representam o grupo de pesquisadores e técnicos Cabe destacar ainda a atuação de Tadao Takahashi, coordenador Geral da RNP; Demi Getschko da FAPERJ/Rede ANSP e Carlos A. Afonso do IBASE, que em diversos momentos e situações trouxeram contribuições de grande relevância para a história da Rede-Rio.

Vários foram os reitores de universidades, diretores de centros de pesquisa e, especialmente os presidentes e diretores da FAPERJ que apoiaram a Rede-Rio, como Fernando Peregrino, Zieli Dutra Thomé Filho, Luiz Bevilacqua, Eloy Fernández y Fernández, Carlos Valois, Pedricto Rocha Filho e Ruy Marques, e o Diretor do CBPF Prof. Amós Troper que criou a infraestrutura necessária para abrigar o Ponto de Presença da Rede-Rio no CBPF.

O registro fotográfico na Figura 2 mostra as autoridades que compuseram a mesa de abertura da cerimônia de inauguração da Rede-Rio, em maio de 1992 – da esquerda para a direita: Fernando Peregrino, então Presidente da FAPERJ, o Reitor da UERJ Ézio Cordeiro, Luiz Alfredo Salomão – Secretário de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio de Janeiro, Nelson Maculan (com o rosto encoberto) – Reitor da UFRJ e, representando o CNPq, o seu diretor Luiz Bevilacqua.

Figura 2 – Inauguração da Rede-Rio em 1992 em cerimônia realizada na UFRJ.



2. A evolução da Rede-Rio ao longo dos anos

A enorme expansão da Internet no mundo ao longo da década de 90 representou um grande desafio para as redes acadêmicas, na medida em que essas redes constituíam a infraestrutura avançada para o desenvolvimento e disseminação de novas aplicações da Internet, como a World Wide Web, criada em agosto de 1991 na *Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire*, conhecida como CERN (antigo acrônimo para *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*), na Suíça. No Brasil, o desafio tornava-se ainda maior com a ampliação da oferta de serviços de acesso comercial para a Internet a partir de 1995. Era preciso, portanto, ampliar a capacidade das redes acadêmicas para dar vazão ao crescente tráfego da Internet comercial no país, que passou a trocar dados com as redes acadêmicas já estabelecidas

por intermédio dos *Internet Exchange Points*, que aqui são chamados Pontos de Troca de Tráfego ou PTT. Além disso, o conhecimento técnico sobre o projeto e operação das redes baseadas nas tecnologias da Internet estavam basicamente concentrados nas instituições de ensino superior e pesquisa no país. Essas instituições tornaram-se então fontes de recursos humanos especializados para o nascente mercado comercial da Internet no Brasil, com especial impacto em São Paulo e Rio de Janeiro, onde as redes acadêmicas já estavam consolidadas.

Em seu processo de evolução permanente, a Rede-Rio ampliou-se passando a interligar 51 instituições no Estado do Rio de Janeiro em 1995. Este crescimento fez com que o tráfego na rede aumentasse de forma significativa. Como consequência, visando manter o bom grau de serviço que a Rede-Rio sempre buscou proporcionar aos seus usuários, foram necessárias diversas melhorias e modificações principalmente na infraestrutura da rede. O *backbone* foi expandido para além dos 3 pontos de acesso originais (PUC, LNCC e UFRJ), com a inclusão do Teleporto do Rio de Janeiro também em 1995. A ligação do Teleporto/RJ fazia parte da política da Rede-Rio de transportar outros tipos de tráfego e servir a usuários de perfis distintos, além daqueles tradicionalmente atendidos desde a sua entrada em operação. O Teleporto/RJ contava também com um canal internacional exclusivamente voltado para atendimento das demandas não acadêmicas, servindo assim de interface para roteamento dos dados, gerados pelo interesse de tráfegos oriundos de usuários acadêmicos e não acadêmicos, da Internet comercial.

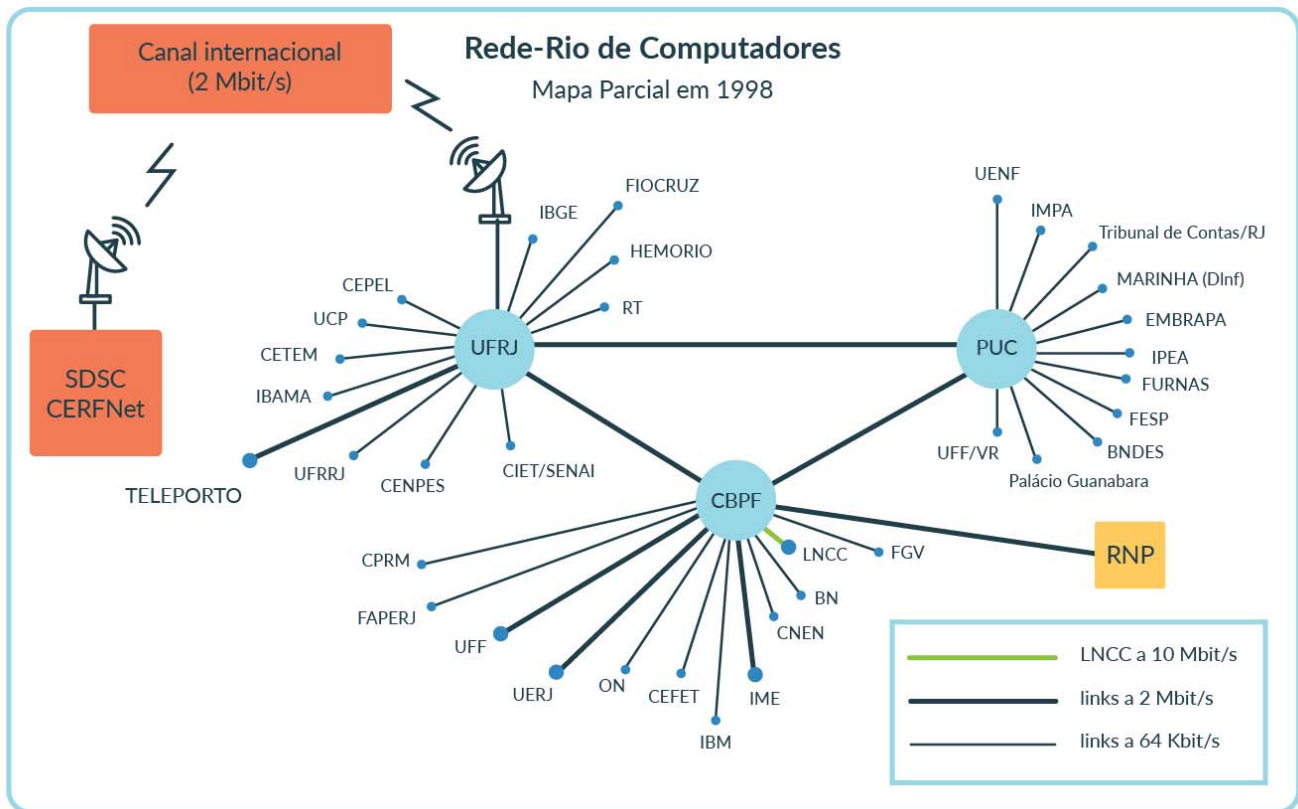
O *backbone* da segunda geração da Rede-Rio, formado pelo o triângulo original (PUC-LNCC-UFRJ) e a linha entre o Teleporto e a UFRJ, passou a operar a 1997 com uma velocidade de 2 Mbit/s. Ou seja, uma capacidade cerca de 30 vezes superior àquelas utilizadas na época da inauguração da Rede-Rio. Essa ampliação do *backbone* permitiu e estimulou que muitas das instituições já conectadas na rede aumentassem as velocidades das suas linhas de comunicação usadas para acesso ao *backbone* da Rede-Rio. Com isso a Rede-Rio continuava sendo, reconhecidamente, a rede acadêmica que contava com uma

das mais avançadas infraestruturas e um dos melhores suportes de comunicação para colaboração acadêmica no país.

Complementando o aumento da velocidade nos canais de comunicação, o *backbone* ganhou novos roteadores, substituindo os originais da rede que estavam em operação desde 1992. Roteadores mais poderosos, com maior capacidade (velocidade de processamento e quantidade de memória), foram instalados, permitindo também o aumento do número de portas de acesso disponíveis para acesso ao *backbone* pelas instituições do Rio de Janeiro. Além disso, o reaproveitamento planejado para os roteadores antigos permitiu a expansão do *backbone* inicial para o interior. Deste modo, o *backbone* da Rede-Rio passou a contar com pontos de presença no Norte e no Sul do Estado, entre outros. Isto possibilitou que um contingente ainda maior de instituições se conectasse à Rede-Rio, tanto na capital quanto no interior do Estado.

Em junho de 1995, quando a FAPERJ assumiu o financiamento pleno do enlace internacional de comunicação entre a Rede-Rio e a CERFNET, a taxa de transmissão naquele circuito, que era de 64 kbit/s desde maio de 1992, passou para 256 kbit/s. Em março 1997, esta velocidade foi ampliada para 2 Mbit/s e as transmissões, que eram feitas via satélite, passaram a se realizar através de fibra óptica a partir de 1999. Ou seja, a capacidade de transmissão no canal internacional da Rede-Rio também foi multiplicada por um fator superior a 30 vezes desde a sua inauguração e tornou-se ainda mais confiável. A Figura 3 a seguir mostra a topologia da Rede-Rio em 1998.

Figura 3 – Rede-Rio em sua topologia de 1998.



Em 1999, com a mudança do LNCC para a cidade de Petrópolis-RJ, o CBPF passou a exercer o papel de Centro de Engenharia de Operações (CEO ou NOC – Network Operation Center) da Rede-Rio. O Ponto de Presença (PoP-RJ) da RNP, localizado no CBPF e operado pelo LNCC, interligava-se ao PoP-CBPF da Rede-Rio através de uma conexão de 100 Mbit/s. Pelo PoP-RJ da RNP saíam também outros canais de ligação com o *backbone* nacional da RNP, ampliando-se assim a interligação das instituições conectadas à Rede-Rio às demais redes e instituições acadêmicas existentes no Brasil e no mundo.

Em abril de 1999, através de um convênio envolvendo a TELERJ, a FAPERJ e a Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio de Janeiro, foi inaugurado o novo *backbone* da Rede-Rio, que passou a operar sobre fibras ópticas, utilizando a tecnologia ATM, na velocidade de 34 Mbit/s. Também naquele

ano o tráfego internacional passou a ser escoado através da rede IP da Embratel e o enlace teve a sua velocidade ampliada para 10 Mbit/s. A partir de janeiro de 2001 a Rede-Rio passou a escoar o seu tráfego internacional através da IMPSAT, utilizando um enlace ATM na velocidade de 34 Mbit/s. Posteriormente, em fevereiro de 2002, esse mesmo enlace recebeu nova ampliação para 45 Mbit/s.

Com apoio da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), ainda em 2001, foram obtidos recursos que propiciaram a compra e atualização de parte dos equipamentos do *backbone*. Assim, no seu financiamento básico, a Rede-Rio foi beneficiada por alguns de seus parceiros cujo entendimento da relevância do que lhes era oferecido, constituiu um importante marco histórico, apoiado no fato de que custos de importantes projetos podem e devem ser compartilhados pelas agências financiadoras.

Em 2003, a Rede-Rio já interligava diretamente mais de 90 instituições no Estado do Rio de Janeiro. A partir de convênios estabelecidos com a FAPERJ, muitas outras instituições federais, estaduais e municipais passaram a trafegar através da Rede-Rio para acessar a Internet de modo indireto, concentrando suas conexões através de órgãos especificamente designados para tal fim. Isso fez com que o número de instituições agregadas passasse a ser muito maior do que uma centena. Este crescimento teve como consequência um aumento significativo no tráfego total circulando na rede e resultou em diversas melhorias e modificações na infraestrutura da rede.

Em 2005, a Rede-Rio inaugurou o primeiro *backbone* para as redes acadêmicas na velocidade de 1Gbit/s, com financiamento integral do Estado do Rio de Janeiro. Na Figura 4 é ilustrada a topologia da Rede-Rio em 2005, e a Figura 5 mostra foto da cerimônia de inauguração do *backbone* de 1Gbit/s da Rede-Rio, no auditório do CBPF.

Figura 4 – Topologia da Rede-Rio em 2005 com o anel principal (backbone) a 1Gbit/s.

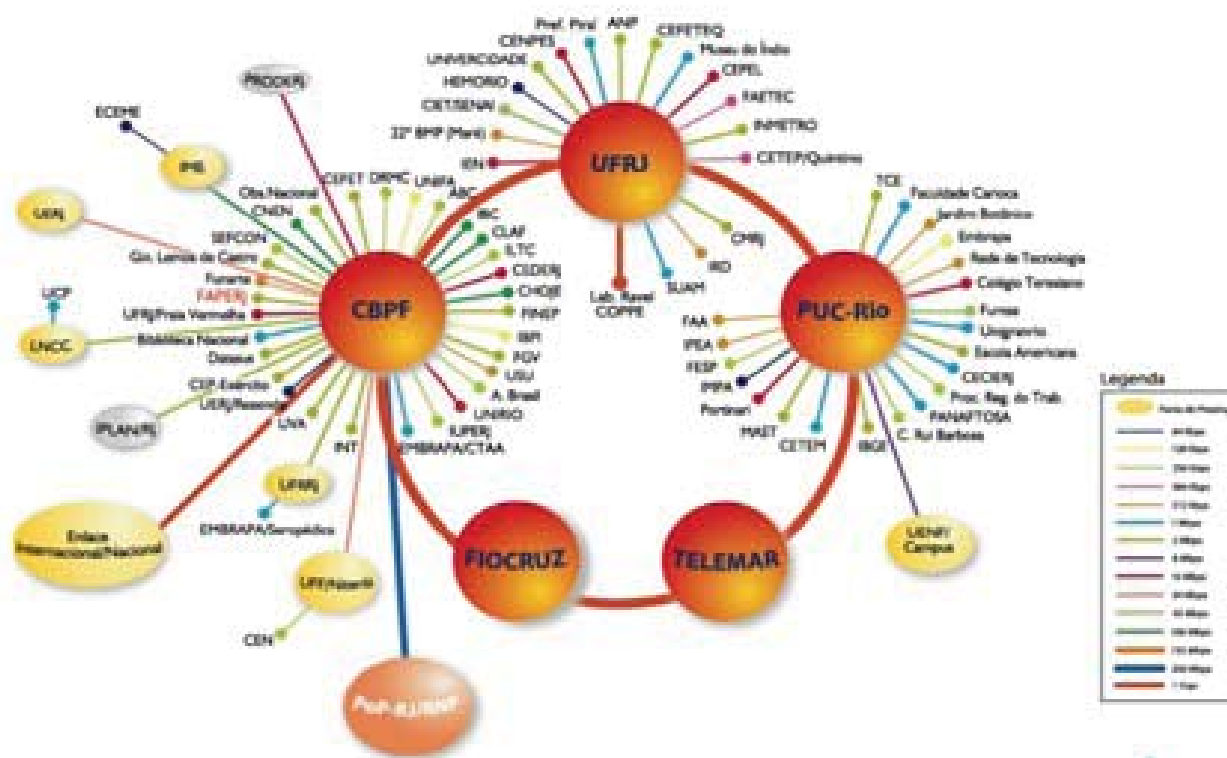
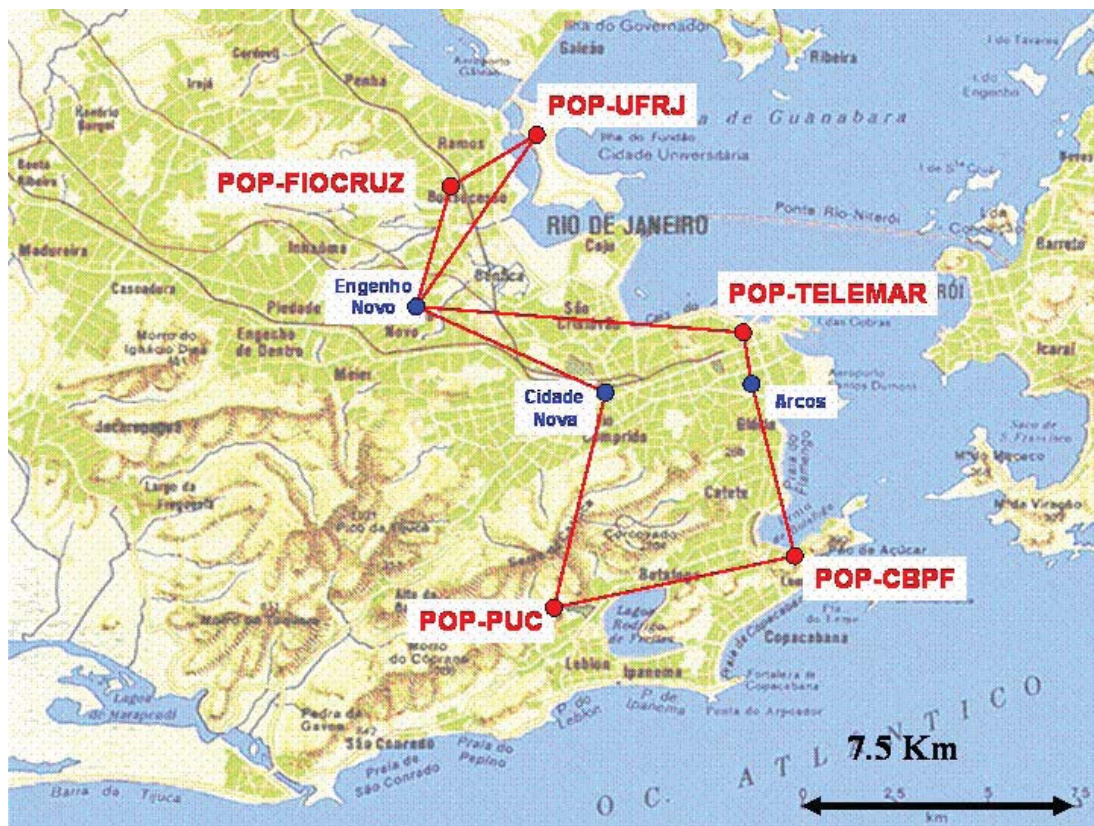


Figura 5 – Foto da cerimônia de inauguração do backbone da Rede-Rio na velocidade de 1Gbit/s, em cerimônia realizada no CBPF em 2005.



A topologia do novo *backbone* era formada por cinco Pontos de Presença (PoPs), hospedados no CBPF, PUC, UFRJ, FIOCRUZ e TELEMAR, e conectados por meio de um anel Giga Ethernet de 1 Gbit/s (Figura 6). Os equipamentos Giga foram instalados nos PoPs e em algumas estações da Oi/ Telemar, cabendo ao CBPF a Coordenação de Engenharia Operacional (CEO) da rede.

Figura 6 – Backbone físico da Rede-Rio em 2005, ilustrando geograficamente os Pontos de Presença e as centrais de operação da Telemar com equipamentos ativos (comutadores Giga Ethernet) da rede.



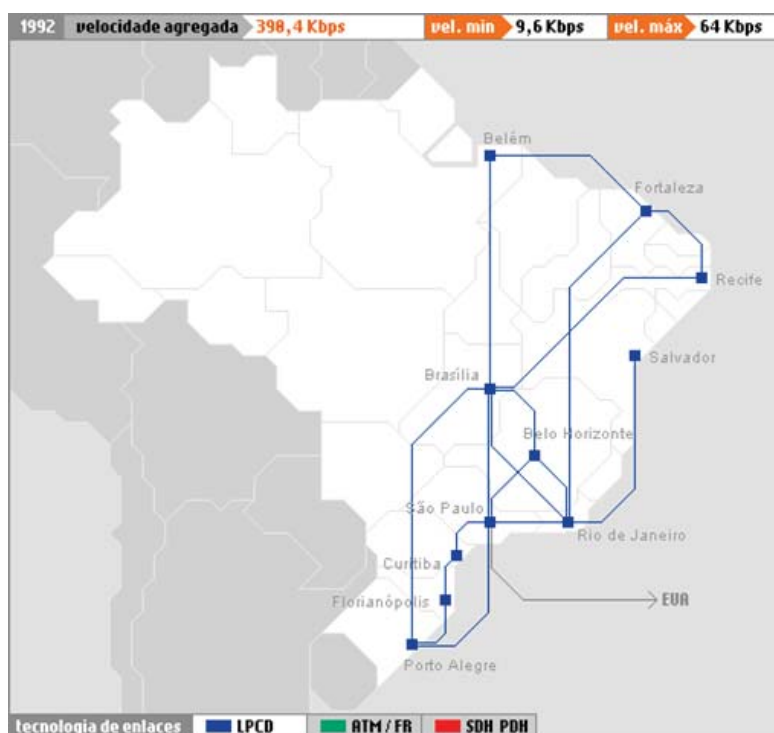
Mais recentemente, em 2012, a FAPERJ contratou uma nova conexão com a Internet mundial na velocidade de 3Gbit/s, e a Rede-Rio também passou a integrar a iniciativa da Ponto de Troca de Tráfego do Rio de Janeiro, um projeto

do Comitê Gestor da Internet Brasileira para aumentar a interconectividade das redes brasileiras em todo o país. Desde 2007 até 2014 a Rede-Rio coordenou pela FAPERJ e em conjunto com a RNP, a implantação do Projeto Redecomep no Rio de Janeiro.

3. A Cooperação com a RNP

Enquanto a Rede-Rio se estruturava no início da década de 90, nascia também o projeto da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), cuja missão era implantar um *backbone* (espinha dorsal) nacional para interconectar as redes estaduais, como a Rede-Rio e a ANSP (*Academic Network at São Paulo*), e as universidades federais, estaduais e centros de pesquisa em todo o país. Com recursos do CNPq e do Ministério da Ciência e Tecnologia (então MCT), o projeto RNP foi criado em 1989. Porém, as primeiras conexões de 9,6 kbit/s e 64 kbit/s do *backbone* nacional começaram a operar em 1992, interconectando 11 estados, com os PoPs localizados nas suas respectivas capitais. Também em 1992 a presença da RNP no Rio de Janeiro permitiu apoiar a realização da conferência ECO 92, disponibilizando uma infraestrutura de acesso à Internet para servir de alternativa aos milhares de jornalistas internacionais que cobriam o evento e precisavam se comunicar com o exterior. A figura 7 mostra o diagrama do primeiro *backbone* nacional, que tinha uma capacidade agregada de 400 kbit/s.

Figura 7 – Backbone da RNP, 1992.



Com a presença de um de seus núcleos de coordenação (NC-RJ), e posteriormente, a sua sede institucional (a partir de 1998) no Rio de Janeiro, a cooperação entre a RNP e a Rede-Rio passou por diversas etapas, resultando na interconexão do PoP-RJ com o PoP da Rede-Rio no CBPF, na criação do PTT do Rio de Janeiro e, a partir de 2007, na implantação conjunta do projeto Redecomep Rio que deu origem à Rede-Rio Metropolitana.

4. A Rede-Rio Metropolitana

A RNP iniciou, em 2005, um programa nacional visando a construção de infraestrutura de redes metropolitanas nas capitais do país, onde estão situados os PoPs do *backbone* nacional, com fibras ópticas próprias. O projeto de implantação dessas redes ópticas metropolitanas teve como premissa a realização de parcerias em cada localidade com as instituições acadêmicas, com os governos estaduais e municipais, e com as empresas que possuem infraestrutura ou direito de passagem, necessários para lançamento das fibras

ópticas nas cidades. A partir da criação de um Comitê Gestor e um Comitê Técnico em cada cidade, formado por representantes de todos os parceiros, o projeto de implantação da rede era iniciado e discutida a sua topologia, lançamento e alocação das fibras nos cabos ópticos.

No Rio de Janeiro, o projeto de implantação da Redecomep-Rio teve como ponto de partida a parceria de longa data entre a RNP e a Rede-Rio, com o decisivo apoio da FAPERJ. Se, de um lado, a grande experiência técnica e de gestão da equipe da Rede-Rio foi fundamental para que fosse projetada uma infraestrutura robusta e com capacidade para atender às demandas das instituições acadêmicas por muitos anos; de outro lado, as grandes dificuldades para a execução do projeto em uma cidade com o tamanho e a complexidade do Rio de Janeiro, consumiram cerca de 8 anos para a sua conclusão. Os investimentos conjuntos entre a RNP, com recursos da FINEP, e a FAPERJ somaram cerca de R\$22 milhões e permitiram dotar a cidade de uma infraestrutura óptica com mais de 300 km de extensão, múltiplos comprimentos de onda (DWDM), podendo atingir no futuro uma capacidade agregada da ordem de Terabits por segundo, constituindo assim a maior rede óptica metropolitana acadêmica da América Latina.

Merecem destaque na parceria para a implantação da rede, além do governo do Estado do Rio de Janeiro (representados no projeto pela FAPERJ e pela Secretaria de Ciência e Tecnologia) e da Prefeitura do Rio de Janeiro (representada pelo IPLAN-Rio, com apoio da CET-Rio, Rio Luz e Secretaria de Ciência e Tecnologia), a participação do Metrô-Rio, Supervia e Linha Amarela S.A. Ao longo da sua realização o projeto contou com o apoio fundamental de diversas autoridades com destaque para o presidente da FAPERJ, Ruy G. Marques; os secretários de Ciência e Tecnologia Luiz Edmundo Costa Leite e Gustavo Tutuca, do Governo do Estado do Rio de Janeiro e Franklin Dias Coelho, da Prefeitura do Rio de Janeiro; dos subsecretários da SECT/RJ Júlio Lagun e Augusto Raupp, do presidente do IPLAN-Rio, Ricardo Oliveira, além de todos os dirigentes das instituições participantes do projeto. Vale

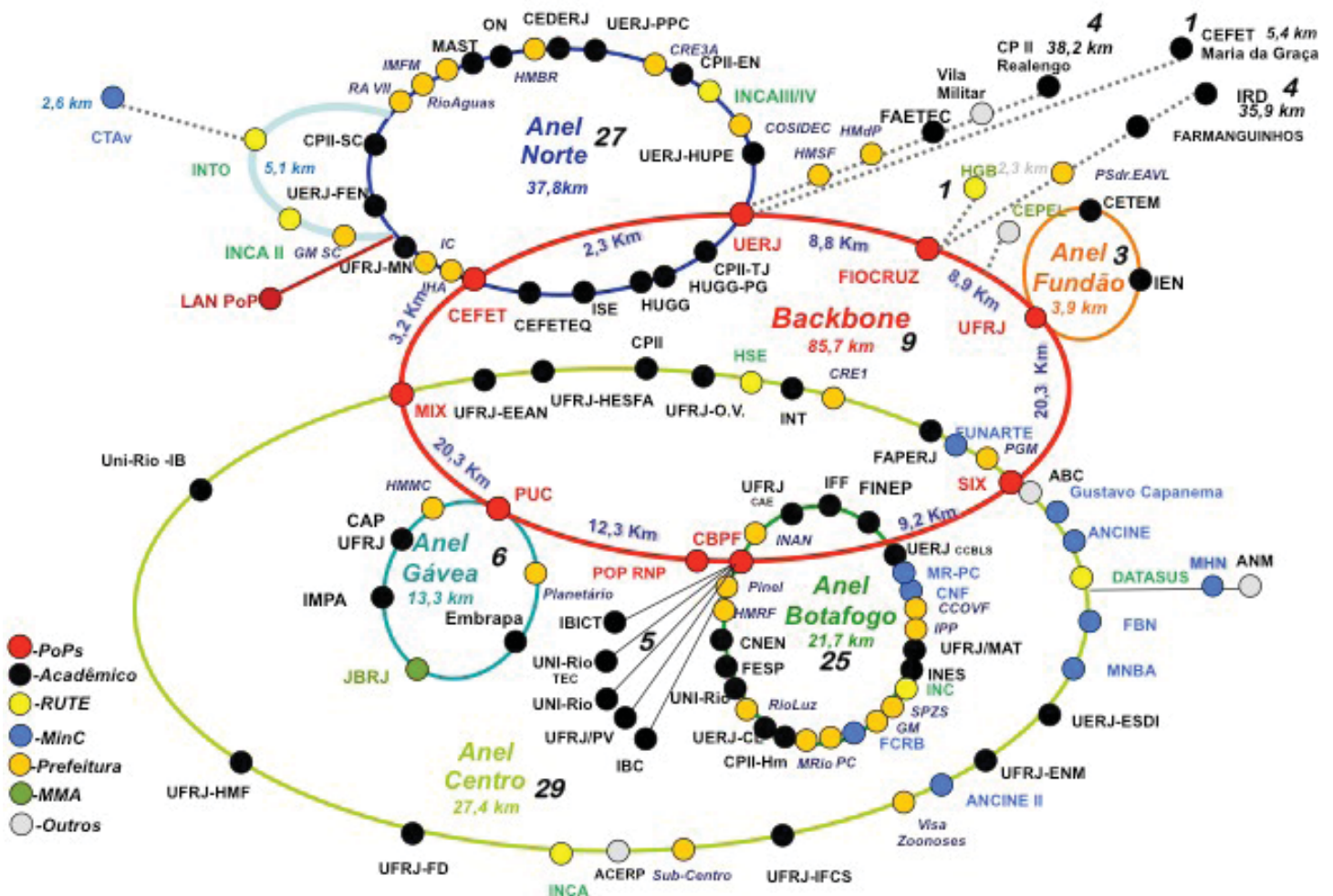
ressaltar também o trabalho do núcleo de gestão do projeto, composto pelo Coordenador do Comitê Gestor, Luís Felipe Magalhães de Moraes, da UFRJ; Coordenador do Comitê Técnico, Márcio Portes de Albuquerque, do CBPF; do Coordenador Nacional do Programa Redecomep, José Luiz Ribeiro Filho, da RNP; que receberam o apoio fundamental de toda a equipe de engenharia de operações da Rede-Rio (citada anteriormente) acrescida dos profissionais P. Diniz e P. Russano do CBPF, além de Ney Castro, Juan Iglesias e Celso E. Barbosa da RNP.

A principal motivação do projeto da Rede-Rio Metropolitana foi a interligação das instituições de ensino superior e de pesquisa através de uma rede avançada, de alta velocidade, permitindo e promovendo o desenvolvimento de projetos específicos que necessitem deste tipo de infraestrutura, tais como: Ensino a Distância, Telemedicina, Laboratórios Virtuais, Bioinformática, Computação Distribuída e Grids Computacionais (*Grid Computing*), Armazenamento Distribuído, Computação em Nuvem (*Cloud Computing*), Colaboração Remota (teleconferência, videoconferência), Vídeo Digital (Vídeo sob demanda, TV Interativa), Telefonia IP, Visualização Remota (Jogos, Simulação e ambientes de Realidade Virtual), Serviços de Diretórios, segurança ativa, etc.

A topologia física da rede compreende além do backbone, 5 anéis ópticos e 3 ramais, que totalizam os 305 km de extensão da rede, passando pelo Centro, Zona Sul, Zona Norte, Ilha do Fundão, atingindo a Zona Oeste por Jacarepaguá e a Vila Militar pelo ramal da Supervia, conforme ilustrado no diagrama da Figura 8. Sobre a infraestrutura física da Rede-Rio Metropolitana foram alocadas fibras ópticas para uso exclusivo das instituições com múltiplos campi na cidade como a UFRJ, UERJ, UNIRIO e FIOCRUZ, viabilizando a interconexão de suas unidades situadas em diferentes pontos da cidade com velocidade de pelo menos 1Gbit/s. No total a Rede-Rio Metropolitana conecta 60 instituições acadêmicas por meio de 9 PoPs (CPBF, PUC-Rio, CEFET-RJ, UERJ, FIOCRUZ, UFRJ, IPLAN-Rio, PRODERJ e PoP-RJ da RNP), que

formam o backbone da rede e interligam os 5 anéis físicos e os 4 anéis lógicos (UFRJ, UERJ, UNIRIO e FIOCRUZ) conectando-os através dos equipamentos DWDM do *backbone*, operando com comprimentos de onda de 10Gbit/s. A Rede-Rio Metropolitana troca tráfego com outras redes por intermédio de diversos PPTs, incluindo o MIX (*Metropolitan Internet eXchange*) hospedado pelo IPLAN-Rio, o SIX (*State Internet eXchange*) hospedado pelo PRODERRJ; o PoP-RJ da RNP, além da conexão internacional da própria Rede-Rio, com ampliação para 10Gbit/s em 2015. As oito instituições que compõem o *backbone* central, e o PoP-RJ da RNP, foram escolhidas principalmente devido a atual infraestrutura técnica e operacional existente e sua posição geográfica na cidade.

Figura 8 – Topologia da Rede-Rio Metropolitana em 2014, com os seu backbone, 5 anéis auxiliares, 3 ramais e a estrela na Urca.



A primeira fase da Rede-Rio Metropolitana foi inaugurada em 5 de junho de 2014, em cerimônia realizada no Auditório Pedro Calmon, no Fórum de Ciência e Cultura da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com a presença de mais de 200 pessoas, entre eles diretores da RNP, os secretários de Ciência e Tecnologia do Estado e da Prefeitura do Rio, representantes do Governo Federal e Estadual do Rio, da Prefeitura da Cidade, e das instituições participantes da rede, entre elas, as que compõem o anel central da Rede Rio Metropolitana: o Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio (Cefet-RJ), a Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a Pontifícia Universidade Católica do Rio (PUC-Rio), a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), o Centro de Tecnologia da Informação e Comunicação do Estado do Rio (Proderj), o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e a Empresa Municipal de Informática do Rio (IPLAN-Rio) e o PoP-RJ da RNP na Cidade do Rio de Janeiro. As figuras 9a e 9b abaixo registram imagens da cerimônia.

Figura 9a – Inauguração da Rede-Rio Metropolitana

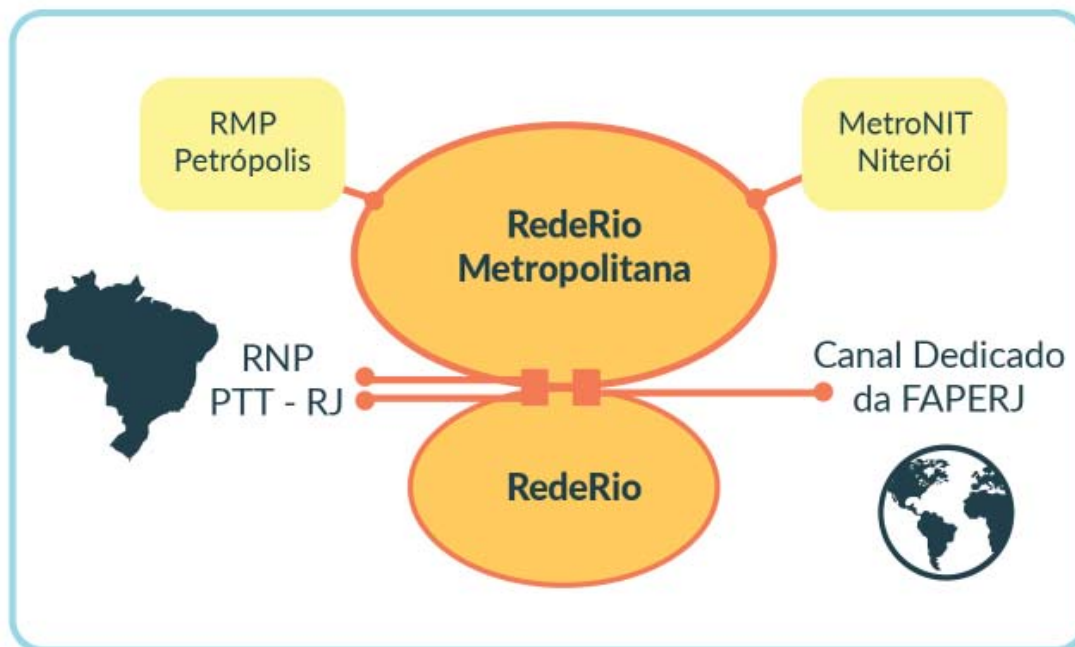


Figura 9b – Dirigentes e parceiros da Rede-Rio Metropolitana



O projeto da Redecomep-Rio, através das parcerias com os governos estadual e municipal, bem como com as empresas que cederam direitos de passagem para a infraestrutura óptica, deixa como legado para a cidade do Rio de Janeiro três pares de fibras ópticas em toda a extensão da rede para uso pela Prefeitura em diversos projetos estratégicos tais como, ampliação das iniciativas de inclusão digital promovidas pela Secretaria Municipal de Ciência e Tecnologia, melhoria da gestão pública baseada em aplicações de tecnologias de informação e comunicação, promovendo maior interação com o cidadão, monitoramento e controle da mobilidade na cidade, abrindo caminho para os projetos de cidade inteligente (*smart cities*). Assim como vem ocorrendo com as redes ópticas metropolitanas implantadas em outras capitais, a rede do Rio de Janeiro irá expandir-se para atingir um número maior de regiões na cidade, levando consigo o futuro da gestão pública informatizada.

Figura 10 – Conjunto de redes ópticas metropolitanas no Estado do Rio de Janeiro.



A Rede-Rio Metropolitana faz parte de um conjunto de redes ópticas metropolitanas implantadas pela RNP no estado do Rio de Janeiro (Figura 10), que incluem ainda as redes MetroNit e RMP, respectivamente, nas cidades de Niterói e Petrópolis. As duas redes, que são integradas com a Rede-Rio Metropolitana por meio de conexões intermunicipais, têm como instituições participantes o LNCC, a UCP, a FIOCRUZ e o CEFET em Petrópolis; e a UFF, o Instituto Vital Brasil (IVB) e a unidade do Colégio Pedro II em Niterói.

5. Usos e aplicações da rede

As redes acadêmicas têm como missão promover a colaboração entre as instituições usuárias por meio da disponibilização de aplicações avançadas baseadas em tecnologias de informação e comunicação (TIC). Com a implantação de infraestrutura óptica e uso de equipamentos de alta velocidade, operando com tecnologias de transmissão em Gigabits por segundo, as redes ópticas

podem oferecer maior disponibilidade, robustez e segurança, permitindo a utilização de aplicações sofisticadas tais como Colaboração Remota (teleconferência, videoconferência), Vídeo Digital (Vídeo sob demanda, TV Interativa), Telefonia IP, Visualização Remota de alta resolução (Telessaúde, Astronomia, etc.), que possuem esses requisitos. A seguir são descritas algumas dessas aplicações que já estão sendo usadas pelas instituições de ensino superior e pesquisa usuárias da Rede-Rio Metropolitana.

Vídeo sobre IP

A solução de vídeo sobre IP permite a transmissão de eventos ao vivo através do mecanismo de multicast ou de um vídeo pré-gravado, que pode ser transmitido tanto em multicast quanto em unicast utilizando Vídeo On Demand (VOD). Os vídeos podem, por exemplo, ser capturados no formato analógico e digital ou por intermédio da placa de captura presente no servidor de vídeo. Este suporta captura e divulgação de vídeo nos diversos formatos MPEG.

Através do mecanismo RSVP (Resource Reservation Protocol), que habilita qualidade de serviço sobre IP, é possível a alocação de recursos de acordo com a qualidade desejada para o programa a ser transmitido.

Telefonia sobre IP

O gerenciamento de telefonia IP consiste de uma série de funções, como a atribuição de ramais, prestação de serviços WEB, os quais podem ser acessados pelos menus dos telefones IP e toda a sinalização que permite o estabelecimento de chamadas entre dois telefones IP ou entre um telefone IP e a rede pública de telefonia.

A comunicação dos telefones IP com a rede pública de telefonia é feita através de um Gateway de Voz, capaz de suportar centenas de ligações entre a Rede Rio e a rede pública de telefonia.

Redes Sem Fio

A velocidade de comunicação dos acessos sem fio (*wi-fi*) varia com a distância, chegando a no máximo 500 Mbit/s a uma distância de 40 metros em ambientes fechados e 300 metros em ambientes abertos. A construção da Rede Mesh através dos pontos de presença da Rede-Rio visa a proporcionar inclusão social e digital por meio das redes de comunicações das universidades.

Telemedicina e Telessaúde

O programa de saúde universal via soluções tecnológicas constitui-se no que hoje as sociedades avançadas chamam de implementação da Telessaúde. A tecnologia implanta a prática da telemedicina, permitindo ao médico especialista prover atendimento e diagnóstico remotos via dispositivos e redes de comunicação. Paralelamente, a tecnologia também facilita o treinamento e a educação continuada à distância ao evitar a necessidade de deslocamentos constantes dos profissionais de saúde. Acrescido do suporte a teleconferências quando e onde necessárias, este conjunto de atividades caracteriza a Telessaúde e realiza vantagens significativas como:

- diminuir o afluxo de pacientes aos hospitais dos grandes centros;
- evitar deslocamentos excessivos de médicos para atendimento a locais distintos;
- diminuir gastos pessoais dos pacientes com transporte;
- diminuir acúmulo de passageiros nos transportes públicos dos grandes centros;
- aumentar o número de pacientes atendidos por região estadual;
- melhorar a condição de saúde dos habitantes de regiões distantes;
- atualizar conhecimento dos médicos em regiões distantes;
- humanizar a medicina levando atendimento direto a paciente menos favorecido.

Neste cenário, viabilizado pela infraestrutura de rede óptica e aplicações avançadas, a Rede-Rio Metropolitana conecta no Rio de Janeiro, por meio da Rede Universitária de Telessaúde (RUTE), os Institutos de Ginecologia (IG), de Doenças do Tórax (IDT), de Psiquiatria (IPUB), de Neurologia Deolindo Couto (INDC), de Puericultura e Pediatria Martagão Gesteira (IPPMG), o Hospital Escola São Francisco de Assis (HESFA), o Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) e a Maternidade Escola, todos da UFRJ; o Hospital Universitário Gaffrée Guinle (HUGG) da UNIRIO; os Institutos Nacional do Câncer (INCA), Nacional de Trauma e Ortopedia (INTO), Nacional de Cardiologia (INC), o Hospital Federal dos Servidores do Estado (HFSE), o Hospital Federal de Bonsucesso (HFB), e o Instituto Fernandes Figueira (IFF) da FIOCRUZ.

6. Perspectivas futuras

As redes acadêmicas têm como desafio permanente estar à frente das redes comerciais, disponibilizando infraestrutura e serviços avançados (o que é considerado avançado agora será oferecido pelas redes comerciais em seguida) para a comunidade de ensino e pesquisa. Isso faz com que essas redes precisem estar atualizadas sobre as tecnologias de informação e comunicação, ter capacidade excedente em sua infraestrutura para atender às demandas das instituições usuárias, testar novas tecnologias e, principalmente, ter pessoal técnico altamente capacitado e preparado para novos e grandes desafios.

A implantação das redes ópticas metropolitanas permite às redes acadêmicas operarem em um patamar de qualidade e disponibilidade diferenciado, além de quebrar o paradigma de financiamento, pelo qual anteriormente o custo da infraestrutura era uma função direta da velocidade contratada das operadoras de telecomunicações. A propriedade da infraestrutura óptica, com cabos contendo diversos pares de fibras ópticas, e o uso de tecnologias que multiplicam a capacidade um único par de fibras por meio de multiplexação de comprimentos de onda (DWDM) atribui a essas redes capacidades para transmissão de dados virtualmente ilimitada.

Entretanto, tais características viabilizam que aplicações cada vez mais sofisticadas, como mencionado acima, passem a depender da rede, impondo aos técnicos que projetam e operam essas redes desafios cada vez maiores para assegurar as condições estritas de uso demandadas por essas aplicações. A transferência de enormes volumes de dados em curto espaço de tempo, como ocorre em experimentos da área de física de altas energias (que operam com blocos de dados de *peta bytes*), a operação remota de instrumentos sofisticados e de alta precisão como os rádios telescópios da comunidade de astronomia, ou a visualização remota de imagens de altíssima resolução (8k) da área de saúde, mostram a necessidade de atualização permanente das tecnologias usadas nas redes acadêmicas. No novo ciclo de atualização tecnológica que está se iniciando, surgem as Redes Definidas por Software, ou *Software Defined Networks* (SDN) que prometem aumentar significativamente o desempenho na transmissão de dados, especialmente quando esses dados atravessam várias redes desde a sua origem até o seu equipamento de destino. As SDNs também irão facilitar sobremaneira a configuração e operação de circuitos virtuais de alta velocidade entre dois pontos, com simplicidade, pelo próprio usuário. Deste modo, para os próximos anos, veremos as conexões das redes ópticas metropolitanas atingirem capacidades de 100Gbit/s e a introdução de serviços baseados na tecnologia SDN, proporcionando maior flexibilidade e facilidade de uso de toda essa capacidade. A Rede-Rio está iniciando testes na velocidade de 100Gbit/s em seu *backbone*, com previsão de ampliação da capacidade da rede ainda para o ano de 2015.

Como decorrência da ampliação constante da velocidade, desempenho, disponibilidade e confiabilidade das redes acadêmicas, nas quais um volume cada vez maior de dados é movimentado pelos pesquisadores, surge outra demanda, igualmente desafiadora. O armazenamento e processamento de informações em centros de processamento de dados compartilhados, com características como elasticidade, flexibilidade, disponibilidade e facilidade de uso, oferecido a partir das tecnologias de virtualização de processamento e armazenamento, conhecidas como Computação em Nuvem (*Cloud*

Computing) se incorpora ao desafio da operação e gestão das redes acadêmicas. Vem se tornando comum para redes acadêmicas em países como os Estados Unidos e na Europa, a oferta de serviços de Computação em Nuvem. Isso se configura deste modo como o próximo desafio para as redes acadêmicas brasileiras.

Finalmente, o mesmo aumento no uso da rede, com variadas demandas e aplicações, requer níveis mais altos de segurança para os dados que nela circulam, ou são processados e armazenados na nuvem. Caberá às redes acadêmicas oferecer tecnologias e serviços que possam garantir a privacidade dos usuários na transmissão das informações, fazer o monitoramento da segurança dos equipamentos da rede, prevenir e combater ações indesejadas e auxiliar na identificação dos incidentes de segurança por meio de mecanismos de rastreamento. ■