

REDECOMEP

Redes Comunitárias de
Educação e Pesquisa



A evolução natural do uso da Internet nos meios acadêmicos no início desta década apontava para um grande crescimento no consumo de capacidade de transmissão de dados, a fim de suportar aplicações sofisticadas, envolvendo a transmissão de imagens em alta resolução, processamento de dados em topologias distribuídas (grid-computing), operação remota de sistemas, entre outras. A infraestrutura demandada por tais aplicações precisa apresentar características específicas tais, que inviabilizam o uso de soluções tradicionais de comunicação de dados (devido à capacidade limitada) e de satélites (pelo alto tempo de resposta).

Neste cenário, apresenta-se como característica comum em nível mundial a necessidade de comunicação de dados entre as instituições de pesquisa e educação (as IPEs), através de uma rede global de Pesquisa e Educação (RGPE), integrada por redes regionais ou nacionais, como a Internet 2 nos Estados Unidos, a rede CAnet 3 no Canadá e a GÉANT na Europa. No Brasil, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) conferiu à Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) o papel de prover uma infraestrutura que permita ao pesquisador brasileiro condições comparáveis a dos países desenvolvidos.

Para a integração do sistema nacional de CT&I, contudo, se fazia necessária a expansão do projeto de atualização para além dos pontos de presença da RNP (um em cada estado), implantando redes metropolitanas que pudesse integrar instituições de pesquisa e educação superior em todo o país.

Atualmente são substanciais os gastos em custeio das instituições de ensino e pesquisa para realizar a interconexão dos seus *campi* em área urbana, e para obter acesso à Internet, seja através da RNP, de redes corporativas ou através de provedores comerciais. De um modo geral, as conexões existentes são de baixa capacidade (entre 64 kbps e 2 Mbps). Aumentar a capacidade das interconexões é tão caro atualmente que a manutenção deste modelo impõe restrições para a melhoria na qualidade dos serviços de comunicação a um custo acessível para essas instituições.



A origem deste problema está no modelo adotado para montar a infraestrutura de interconexão de *campi* e acesso à Internet. Em praticamente todos os casos, esta infraestrutura depende de enlaces ponto-a-ponto contratados das operadoras de telecomunicações (ex: Embratel e Oi) com custos anuais muito elevados, chegando a atingir cerca de R\$ 20.400,00 por circuito de 256 Kbps, com base nos valores praticados na região Norte.

Como alternativas às operadoras comerciais de telecomunicações, propõe-se o investimento em infraestrutura própria, que pode utilizar tecnologias tais como enlaces de rádio ou de fibras ópticas. Soluções de rádio-enlace são boas e relativamente baratas, mas possuem limitações: a capacidade de banda (tipicamente na ordem de Mbps) e a necessidade de haver visada desobstruída entre as pontas de cada enlace. A alternativa ao uso de enlaces de rádio é a utilização de conexões em fibra óptica, que possuem capacidade virtualmente ilimitada.

Em diversos países como Canadá, Holanda, Suécia, Polônia e Estados Unidos estão sendo desenvolvidas estratégias para implantação de infraestrutura de redes próprias, buscando soluções baratas e eficientes para interligação de escolas e universidades. Essas redes são encaradas como um patrimônio da educação, pesquisa e cultura nacionais, e não como mais um serviço comercial oferecido pelas operadoras de telecomunicações.

As redes avançadas de ensino e pesquisa funcionam historicamente como desenvolvedoras de tecnologias e aplicações de nova geração que, em seguida, são apropriadas pelo mercado e pela sociedade. Essas aplicações promovem a demanda por infraestrutura avançada de rede, induzindo o fortalecimento e amadurecimento do próprio mercado de telecomunicações. Desta forma, iniciativas como esta estão fortemente associadas com os interesses do desenvolvimento do mercado nacional de telecomunicações.



A existência de grande volume de infraestrutura para a passagem de fibras ópticas e das próprias no Brasil, que resultaram do processo de desregulamentação do setor de telecomunicações, implantadas em praticamente todas as principais regiões metropolitanas no país, e a malha de fibras ópticas de longa distância existente para interligação das metrópoles, oferecem atualmente alternativas economicamente viáveis para a implantação de sistemas proprietários de comunicação de dados a custos atraentes. Além da infraestrutura das operadoras de telecomunicações, estão disponíveis dutos e redes de fibras ópticas implantadas pelas concessionárias de energia elétrica, rodovias e ferrovias, gasodutos e oleodutos. Já nas áreas metropolitanas existe infraestrutura implantada pelas operadoras de TV a cabo através de rede aérea (postes) nas vias públicas.

Algumas empresas investiram na instalação de cabos de fibras ópticas em áreas metropolitanas, e também entre grandes cidades (longa distância). Essas empresas em geral não operam serviços de telecomunicações, mas oferecem o uso de suas fibras para operadoras de telecomunicações (para venda de serviços) e para empresas (para uso privado) por meio de contratos de cessão de uso por até 10 anos, a um preço competitivo com a instalação de fibra própria.



Como resultado do quadro apresentado acima, a utilização de infraestrutura de fibras ópticas para a implantação de redes próprias e dedicadas em áreas metropolitanas reduz substancialmente o custeio da operação de uma rede de alta velocidade. Ao viabilizar conexões ópticas entre os *campi* das universidades, esta infraestrutura permite utilizar tecnologia de rede local (ethernet), de custo muito baixo, confiável e conhecido. Trata-se de taxas de transmissão no mínimo de 1 Gbps entre os *campi*, capacidades absolutamente irrealizáveis com o modelo vigente de aluguel de circuitos de telecomunicações, cujo preço é baseado na capacidade contratada.

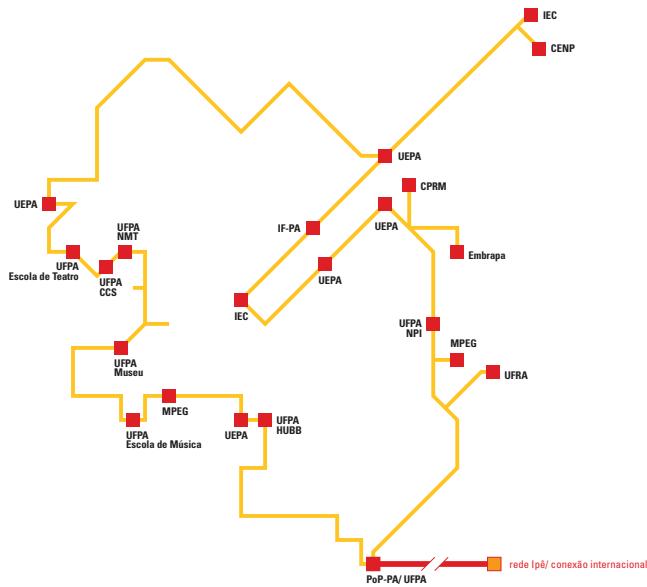
Neste contexto, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) lançou, no final de 2004, a iniciativa Projeto Estruturante, que visa atingir objetivos nacionais em educação e pesquisa, através de uma infraestrutura avançada que contribua para a conquista de objetivos nacionais em educação, saúde a distância, política industrial de software e aumento da inclusão digital.

A partir desta iniciativa, o MCT busca sinergia nos investimentos em infraestrutura para oferecer soluções para os grandes desafios nacionais em ciência e tecnologia, tais como a previsão de clima e tempo, telemedicina, desenvolvimento da Amazônia e ensino a distância. A partir da formação de parcerias, as ações planejadas para a ampliação da infraestrutura da rede acadêmica nacional incluem: a iluminação de fibras ópticas em parcerias com empresas públicas e privadas (nível nacional), a criação de redes próprias e dedicadas para uso comum das instituições de pesquisa e educação (nível metropolitano) e a revitalização das redes internas de *campi* de IFEs e UPs (nível institucional).

A experiência acumulada pela RNP ao longo de sua existência qualificou esta organização para a missão de implantar a nova geração da infraestrutura nacional de redes baseadas em tecnologias ópticas no âmbito do Projeto Estruturante.

No âmbito do Projeto Estruturante, portanto, surgia a iniciativa Redes Comunitárias de Educação e Pesquisa (Redecomep), coordenada pela RNP. A Redecomep apresentou-se com o objetivo de prover a infraestrutura intermediária, em nível metropolitano, para permitir a interconexão das redes de *campi* das IPEs ao novo backbone óptico nacional.

*Rede MetroBel,
implantada
em 2007,
tem 40 km
de extensão*



A proposta da Redecomep baseou-se no estudo de viabilidade da Rede MetroBel, rede-piloto implantada com infraestrutura de fibras ópticas própria e uso dedicado, em funcionamento em Belém (PA). A rede MetroBel é formada por um grupo de 12 instituições de ensino e pesquisa públicas e privadas, situadas na região metropolitana de Belém.



Com base nesta experiência, a iniciativa Redecomep planejou a implantação de Redes Metropolitanas Comunitárias nas regiões metropolitanas atendidas pelos PoPs nos estados do Brasil.

Para realizar a implantação, e posteriormente a administração e operação das redes de forma a assegurar a sua auto-sustentação, a proposta foi incentivar as iniciativas de redes a buscarem formas de associativismo, tais como consórcios, capazes de proporcionar a execução desses objetivos e outros futuros.

O modelo associativo proposto prevê arranjos de IPEs localizadas nas áreas metropolitanas de cada cidade-alvo e também instituições participantes públicas e privadas. A participação das IPEs privadas deveria ser custeada com recursos próprios de investimento e custeio, e todas as instituições participantes deveriam oferecer como contrapartida necessária à sua participação nos projetos os recursos técnicos para a implantação, operação e manutenção das redes, bem como administrativos.

Apesar das vantagens de ser um meio passivo, portanto com baixa suscetibilidade a falhas, o principal problema de uma infraestrutura de cabos de fibras ópticas é o seu rompimento, que ocasiona na interrupção do serviço de rede, condição esta intolerável para as IPEs. Optou-se, portanto, pela adoção de arquiteturas redundantes de conexão, o que significa na prática a configuração das conexões em topologia de anel, evitando que o serviço venha a ser interrompido pelo rompimento em um único corte do cabo óptico.

Por conta da complexidade da implantação de uma iniciativa desta envergadura, face ao grande número de parcerias a serem estabelecidas, atores envolvidos e procedimentos técnicos, o projeto Redecomep, que começou em 2005, continua em andamento e deve ter essa primeira fase encerrada até o primeiro semestre de 2010.

Já foram inauguradas 16 redes metropolitanas: Manaus, Brasília, Vitória, Florianópolis, Belém, Natal, São Paulo, Fortaleza, Macapá, Goiânia, Campina Grande, Salvador, Cuiabá, Aracaju, Curitiba e São Luís.

Cabe ressaltar os desdobramentos decorrentes da iniciativa. Com a efetividade da iniciativa Redecomep observada em vários estados do país, as esferas governamentais e municipais motivaram-se a expandir e capilarizar a iniciativa Redecomep para outras regiões metropolitanas, bem como o interior. Iniciou-se então uma segunda fase, visando implantar redes de alta velocidade em cidades que não tenham ponto de presença da RNP, mas abriguem pelo menos duas IPEs federais. Desta forma, estão em andamento os projetos e a implantação das redes de São Carlos (SP), Niterói (RJ), Petrópolis (RJ), Pelotas (RS), Ouro Preto e Mariana (MG), Petrolina (PE) e Juazeiro e Campinas (SP).

Inovação e ineditismo

O projeto Redecomep possui um forte caráter de inovação em vários sentidos. No que diz respeito ao aspecto tecnológico, o projeto utiliza avançadas tecnologias de redes ópticas tanto aéreas quanto subterrâneas, abrindo possibilidades concretas de integração de outras tecnologias de redes como WDM (usado em Vitória) e Wi-Fi, em instalação em Florianópolis, por exemplo.

Ademais, o projeto vem se caracterizando ainda como mecanismo de aproximação entre a pesquisa no país e a indústria nacional, possibilitando, portanto, uma maior sinergia e abertura de novas frentes de parcerias entre estes dois setores, fator este de grande importância para o desenvolvimento econômico nacional. Por último, e sobretudo, o projeto consiste na primeira rede óptica construída pelo poder público para a comunidade acadêmica utilizando tecnologia óptica não oferecida comercialmente no país.



Cabe ressaltar também o aspecto inovador relacionado à forma de governança voltada para a sustentabilidade das redes. A Redecomep caracteriza-se como uma iniciativa de forte parceria entre IPEs públicas e privadas, participantes de diferentes esferas governamentais (federal, estaduais e municipais) e parcerias com companhias de eletricidade e outras empresas detentoras de infraestrutura física tendo em vista a manutenção e futuro crescimento da rede. Os arranjos associativos para a gestão das redes, mencionados acima, refletem esta diversidade de atores e comprometimento de todas as partes. São estruturados a partir de dois comitês onde todas as instituições participantes possuem representantes com poder de voto. O Comitê Gestor tem atribuições deliberativas e discute todos os aspectos relacionados com a gestão administrativa da rede. Já o Comitê Técnico tem um papel de assessoramento e se subordina ao Comitê Gestor. Nele são discutidos e planejados todos os aspectos referentes ao funcionamento e a coordenação técnica e operacional de cada rede.

Este modelo de governança adotado favorece um ambiente de maior cooperação entre as instituições locais, promovendo integração e parceria entre as esferas públicas federal, estaduais e municipais, de ensino assim como com as instituições de ensino superior privadas. Também vêm proporcionando forte integração, do ponto de vista político, entre as diferentes esferas do poder público (municipal, estadual e federal). Embora o objetivo inicial do projeto tenha sido o da integração do sistema nacional de Ciência e Tecnologia, as parcerias com estes setores criaram oportunidades para a utilização da infraestrutura nos projetos de políticas públicas para inclusão digital, como os projetos de cidades digitais.



Público-alvo

Os maiores beneficiários da iniciativa são os pesquisadores brasileiros que passam a dispor de uma infraestrutura para comunicação de dados em suas instituições de ensino comparável às utilizadas pelas instituições dos países desenvolvidos.

Também se configura como beneficiária a iniciativa privada, que se aproxima do ambiente de desenvolvimento e inovação, resultando em mudanças contínuas e evoluções em suas cadeias produtivas.

Em outra frente, em decorrência das parcerias com os governos locais, também se beneficiam da iniciativa esferas do poder público, tais como secretarias estaduais dentre outros que passaram a integrar a rede a partir de tais parcerias.

Relevância para o interesse público

Um dos casos expressivos dos benefícios à sociedade civil pode ser observado pelo trabalho realizado pelos hospitais universitários (HUs), que vêm sendo estimulados, com a nova infraestrutura de rede avançada, a desenvolverem iniciativas de telemedicina, tão necessárias e fundamentais às políticas públicas na área da saúde no caso brasileiro. Além do estímulo direto aos próprios hospitais, a Redecomep possibilitou a criação de uma nova ação de políticas públicas de saúde: o projeto Rede Universitária de Telemedicina (Rute). Financiado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, o projeto Rute parte da premissa das novas redes avançadas implantadas pela Redecomep para a criação de núcleos de telemedicina nos hospitais universitários brasileiros.

A integração com o atendimento básico ao cidadão é realizada a partir da parceria do projeto Rute com outras ações já iniciadas pelo Ministério da Saúde (MS), tais como o Programa Nacional de Telessaúde, que visam desenvolver ações de apoio à assistência à saúde utilizando alternativas de atendimento a distância tendo em vista expandir o alcance das soluções de saúde pública e diminuir a concentração de tratamentos nos centros urbanos. A iniciativa Redecomep, por sua vez, ao investir na infraestrutura de redes dos hospitais universitários, qualifica os mesmos a tornarem-se significativos atores nestas ações do MS.

Outro aspecto relevante para o interesse público diz respeito aos resultados das parcerias com os governos locais que vêm gerando significativos avanços aos programas de políticas públicas



de inclusão digital. Trata-se de ações de expansão dos projetos das redes para outras regiões metropolitanas pelo interior e da criação de redes estaduais para interligação dessas redes metropolitanas.

Por fim, com relação à comunidade acadêmica, beneficiária direta desta iniciativa, a relevância pode ser observada a partir das aplicações, tais como videoconferência, intercâmbio para produção de vídeo digital e ensino a distância, que passam a ser disponibilizadas a este público em função da nova infraestrutura. Os casos mais expressivos podem ser observados, por exemplo, dentre os físicos de altas energias e astrônomos, cujas pesquisas demandam aplicações avançadas com altas taxas de transmissão de dados possíveis de serem desenvolvidas apenas em redes deste porte.

Economia de custos

Do ponto de vista financeiro, o projeto apresenta significativa redução de custos de conexão. Em levantamento realizado nas redes já inauguradas de Belém, Florianópolis e Natal, por exemplo, o custo dos serviços de acesso à rede caiu em alguns casos de mais de R\$ 3.500,00/Mbps para R\$ 4,00/Mbps.

A fibra óptica possui muitas características interessantes do ponto de vista de um projeto de interconexão. Primeiro, é um meio físico puramente passivo. Isto significa que não deixa de funcionar, exceto por acidentes externos que resultem no rompimento da fibra.

Segundo, a capacidade de transmissão é praticamente ilimitada, sendo determinada pelos equipamentos eletrônicos instalados nas pontas do cabo óptico. A capacidade teórica de uma única fibra é de 50 Tbps (terabits por segundo = 10^{12} bps), sendo que hoje existem equipamentos relativamente baratos com tecnologia Gigabit Ethernet, que permitem seu uso a 10 Gbps (1 gigabit por segundo = 10^9 bps). Em levantamento realizado nas redes já inauguradas de Belém, Florianópolis e Natal, por exemplo, a banda agregada



da conexão Internet das instituições participantes da rede passou em alguns casos de 30 Mbps para 11Gbps.

Terceiro, a vida útil de uma infraestrutura de cabo óptico é prevista para exceder 15 anos – ao longo deste período os equipamentos inicialmente instalados poderão ser substituídos por novos, de capacidade maior, reutilizando a fibra já existente.

Por fim, os custos de instalação de um cabo de fibra óptica em área urbana, como de Belém, são relativamente baixos.

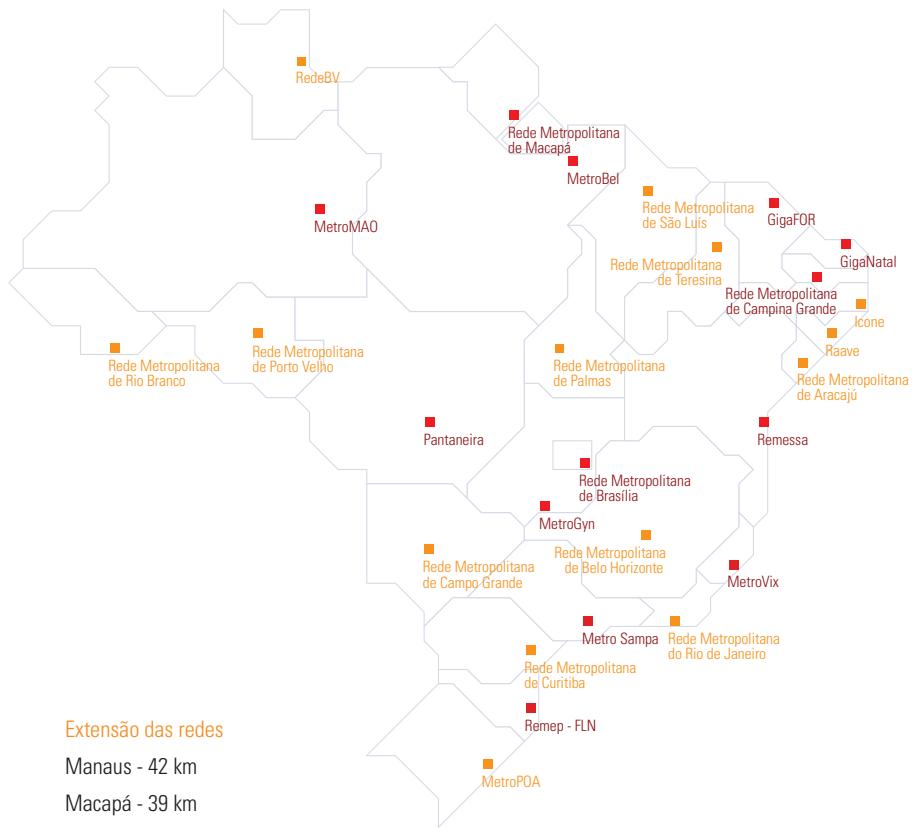
Em síntese, a iniciativa Redecomep possibilita o aumento significativo de qualidade das conexões, atingindo cerca de 1 Gbps, a um custo mais reduzido do que o valor gasto atualmente em conexões inferiores.



No que se refere à abrangência do público, trata-se da implementação de uma rede de cerca de 2000 Km de extensão distribuídos em 26 regiões metropolitanas, interligando mais de 290 instituições de ensino e pesquisa no país.

Outro indicador de eficácia deste projeto pode ser mensurado a partir da qualidade do serviço de comunicação de dados utilizado pelas IPEs, tornando possível a utilização de recursos avançados de rede, incluindo videoconferência remota, acesso ágil a acervos de informação, plataformas para computação distribuída de alto desempenho (grid), muito utilizada pelos físicos de altas energias e grandes projetos de colaboração internacionais, bem como a integração via RGPE de serviços de telefonia entre IPEs no Brasil e no exterior.

A interligação dessas IPEs por meio de uma infraestrutura óptica metropolitana dedicada e administrada em consórcio vem permitindo, portanto, a criação de uma sinergia na comunidade de pesquisa e educação sintonizando-a com os interesses locais; a criação de novos arranjos a partir da interação do consórcio com as entidades representativas dos interesses produtivos da região; o aumento significativo da capacidade de tráfego de dados para cada IPE; a troca de tráfego localmente entre as instituições



Extensão das redes

- Manaus - 42 km
- Macapá - 39 km
- Belém - 40 km
- Fortaleza - 72 km
- Natal - 44 km
- Campina Grande - 39 km
- Vitória - 49 km
- São Paulo - 155 km
- Cuiabá - 26 km
- Goiânia - 66 km
- Florianópolis - 88 km
- São Luís - 43 km
- Aracaju - 28 km
- Curitiba - 110 km

■ Redes já
inauguradas

■ Redes
Operacionais
em 2010

participantes, sem intermediação das operadoras de serviços de telecomunicações; a integração de todas as IPEs do consórcio ao “sistema RNP” melhorando substancialmente a conectividade de toda a região às demais IPEs em todo o país; a redução do custo total com infraestrutura de comunicação de dados para o conjunto das IPEs; e, por último, a expansão da capacidade de comunicação de dados na rede metropolitana praticamente sem custo adicional.

Facilidade de reprodução

Um dos principais aspectos característicos da iniciativa Redecomep é a preocupação com a criação de uma metodologia que seja capaz de ser aplicada em diferentes cenários. Essa preocupação é uma necessidade do projeto dada a sua própria natureza, que tem como objetivo a implantação da proposta em 26 regiões metropolitanas que possuem características distintas, como São Paulo e Boa Vista.

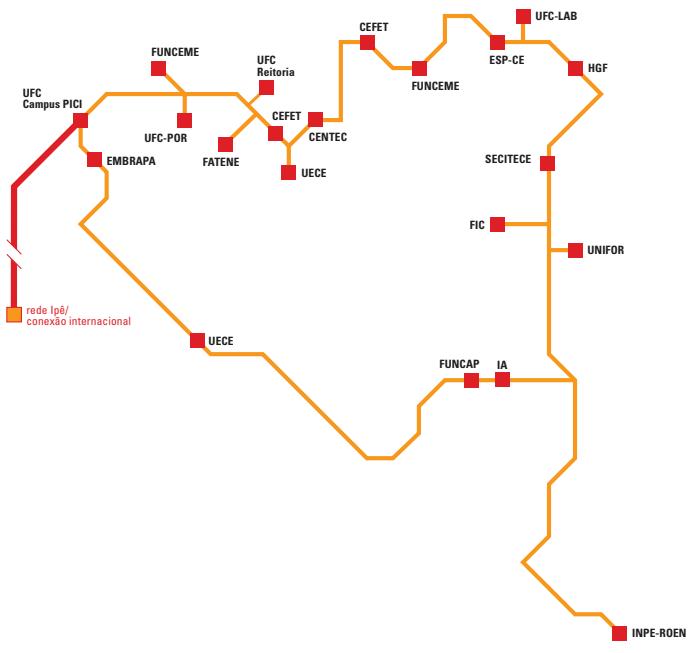
Neste sentido, a sustentabilidade das redes é sobremaneira estimulada, uma vez que permite a manutenção de seus serviços e a realização de suas ações a partir de diferentes tipos de fontes de financiamento. Outro princípio importante da iniciativa e que facilita a sua reprodução é a formação de parcerias locais. A criação de redes metropolitanas próprias demanda trabalho conjunto com as instituições detentoras da infraestrutura física nas áreas metropolitanas.

Projetos de expansão e interiorização da iniciativa citados acima já comprovam a facilidade de reprodução da mesma.

Resultados concretos

O panorama de 16 redes operacionais já possibilita a avaliação do projeto do ponto de vista de resultados concretos. Tais





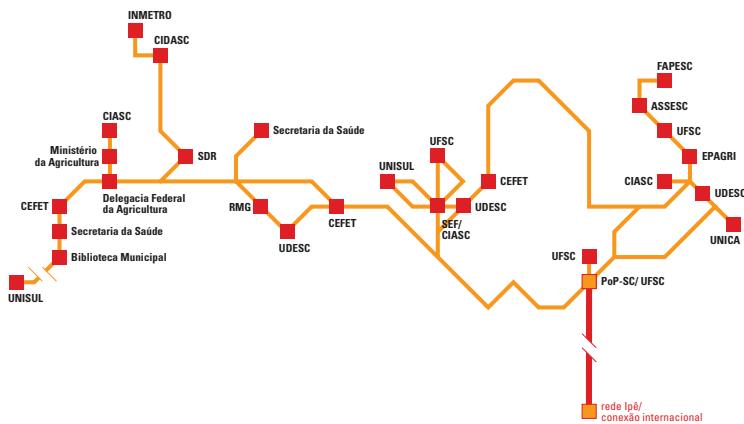
Rede GigaFor, implantada em 2007, tem 72 km de extensão.

resultados foram colhidos durante uma pesquisa realizada com as redes já inauguradas durante o 10º Workshop RNP, em maio de 2009. A pesquisa analisou os casos de Belém, Florianópolis, Fortaleza e Natal.

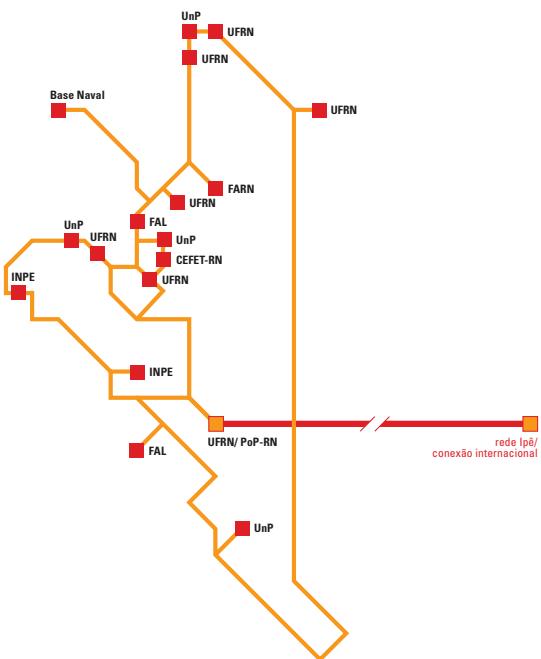
Com relação à Belém, observou-se que a MetroBel (Rede Metropolitana de Educação e Pesquisa de Belém) possibilitou um aumento de velocidade total de conexão de todas as instituições participantes, que passou de 13 Mbps para 11.000 Mbps. Este aumento de velocidade não representou ampliação dos custos, ao contrário, em função da mudança de tecnologia, houve queda nos custos mensais de conexão de 11%. O custo por mega que antes era de R\$ 3.583 passou para R\$ 4. Do ponto de vista da interação entre as instituições, relatos das mesmas comprovaram aumento da interação entre os participantes e interesse do governo local na ampliação da rede. Também a partir da Metrobel a comunidade acadêmica local passou a ser convidada a participar de diversas reuniões sobre políticas públicas locais e está diretamente envolvida nas discussões com o governo local sobre a extensão da rede.

Em Florianópolis também houve redução nos custos com aumento da velocidade. Antes da implantação da Remep (Rede Metropolitana de Educação e Pesquisa de Florianópolis), a velocidade total era de 30 Mbps e após a inauguração da rede passou para 11.000 Mbps. O custo mensal para esta nova velocidade caiu cerca de 50% e o custo por mega foi de R\$ 2 mil para R\$ 3. As articulações para a execução do projeto também estimularam um aumento de interação entre as instituições participantes e a Prefeitura e o governo. As três esferas firmaram parceria para o compartilhamento da nova infraestrutura. Ademais, a Remep passou a ser incluída na agenda da Fapesc, que está trabalhando num modelo de replicar a Redecomep para o interior do estado.

*Rede Remep-FLN,
implantada
em 2007, tem
88 km de
extensão*



A GigaNatal aumentou sua velocidade de 80 Mbps para 6 mil Mbps e teve custo por mega reduzido de cerca de R\$ 1 mil para R\$ 4. A GigaNatal ainda possibilitou a ampliação da parceria da UFRN com a Petrobras, que passou a integrar a rede e trabalhar de maneira mais colaborativa com os laboratórios da universidade. Representantes da rede também foram chamados para apresentarem a rede como provedora de conectividade para a Prefeitura em fóruns e discussões de políticas públicas locais.



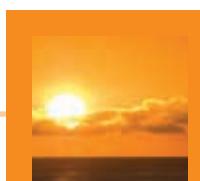
Rede GigaNatal, implantada em 2008, tem 44 km de extensão.

Perspectivas futuras

Durante a fase de implantação do projeto, as instituições participantes dedicam-se, sobretudo, às definições de constituição dos Comitês Gestores e técnicos, às atividades técnicas para execução da construção e inclusão de todos os membros, bem como as negociações de parcerias com as empresas e/ou governos detentores de infraestrutura locais.

Contudo, a pesquisa realizada durante o 10º WRNP também demonstrou uma mudança nas agendas das reuniões dos Comitês Gestores após a inauguração da rede e a finalização da implantação da infraestrutura.

As questões mais operacionais relacionadas com a execução do projeto passaram a dar lugar a novos debates sobre o papel que tais arranjos associativos deverão exercer nas políticas



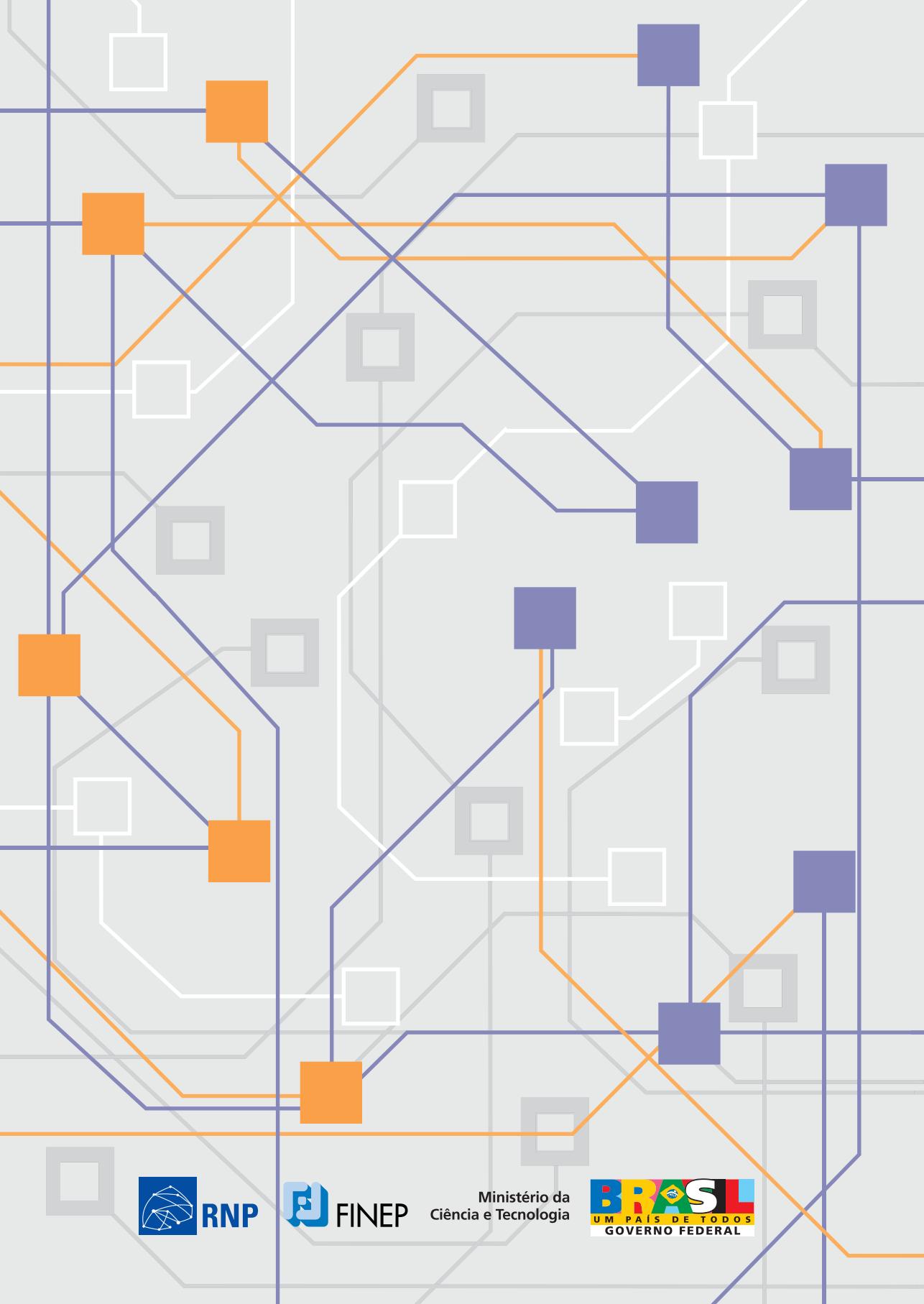
públicas locais de Ciência e Tecnologia. Questões tais como fornecimento de serviços operacionais; incentivo às ações de ciência e tecnologia, educação e inclusão digital; participação nas políticas de desenvolvimento econômico e social passam a despontar na nova agenda dos Comitês Gestores.

Este novo debate emerge, em grande medida, do avanço das parcerias com prefeituras e governos, que reconhecem essas redes como alavancas desenvolvimentistas para as áreas científica, tecnológica, econômica e social.

Em decorrência desta nova agenda, desenvolve-se, em paralelo, outro debate a respeito das formas de institucionalização desses arranjos associativos. Quanto maior o papel e a importância que tais arranjos adquirem nas esferas de políticas públicas locais, maior será a necessidade de constituição de um modelo institucional propício para tal função. Consórcios e Organizações Sociais são alguns dos modelos que vêm sendo estudados pelos arranjos. Mas o debate é extenso. Envolve, antes da definição do melhor modelo de institucionalização, a clareza do papel que cabe a esses arranjos, do caminho que desejarem seguir e da capacidade dos mesmos de articularem-se localmente.







RNP

FINEP

Ministério da
Ciência e Tecnologia

BRASIL
UM PAÍS DE TODOS
GOVERNO FEDERAL