

# REDECOMEP

Redes Comunitárias  
de Educação e Pesquisa

Conheça esta iniciativa do MCT  
e os benefícios que uma rede própria,  
com capacidade futura virtualmente  
ilimitada, pode proporcionar

<http://www.redecomep.rnp.br/>  
[info@redecomep.rnp.br](mailto:info@redecomep.rnp.br)



Uma iniciativa do Ministério da Ciência  
e Tecnologia coordenada pela Rede Nacional  
de Ensino e Pesquisa

RNP: Promovendo o uso inovador  
de redes avançadas no Brasil

<http://www.rnp.br/>



Ministério da  
Ciência e Tecnologia





## REDECOMEP

### A comunicação das IPES

As instituições de pesquisa e educação superior (IPES) vêm demonstrando, no início desta década, uma evolução natural do uso da Internet para colaboração e cooperação. Aplicações sofisticadas envolvendo a transmissão de imagens em alta resolução, processamento de dados em topologias distribuídas (computação em grade), operação remota de sistemas, videoconferência, telefonia IP, acesso a bibliotecas digitais, bases de conhecimento compartilhadas, entre outras, são atividades cada vez mais frequentes e que justificam o grande crescimento na demanda por capacidade de transmissão de dados.

A infra-estrutura demandada por tais aplicações apresenta características específicas que são inviabilizadas em grande parte das soluções tradicionais de comunicação digital, geralmente baseadas em serviços convencionais de telecomunicações. Dentre essas características, estão a capacidade limitada, a complexidade de implantação e o alto custo para evolução futura.

A nova fase de pesquisa da ciência requer aplicações avançadas, acesso a bancos de dados compartilhados, bibliotecas digitais, videoconferência, telefonia IP etc.



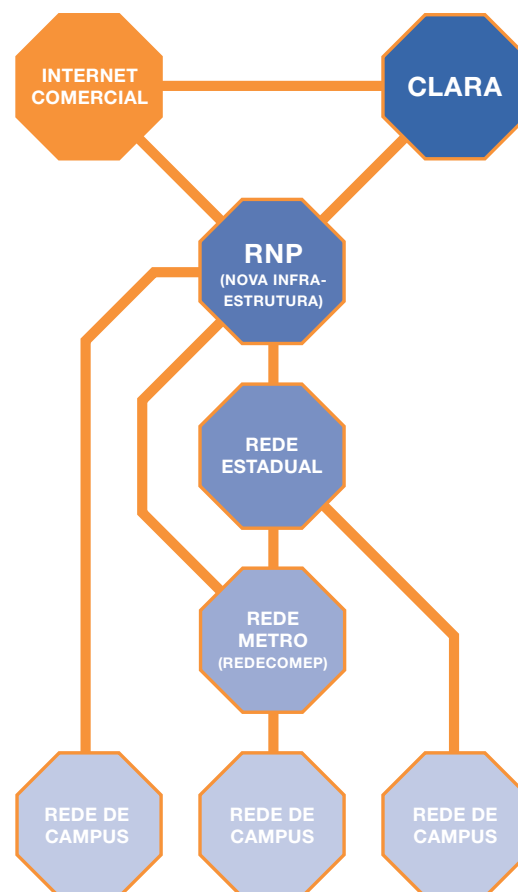
## REDECOMEP

Atento às necessidades de expansão de comunicação e colaboração das instituições de pesquisa e educação superior (IPES), o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) está articulando uma iniciativa de grande alcance: o Projeto Rede-Conhecimento.

O objetivo é criar uma nova e robusta infraestrutura nacional óptica de alta capacidade para comunicação, computação e conhecimento, operando em patamar de velocidade de múltiplos gigabits e integrando ações de computação de alto desempenho e bibliotecas digitais.

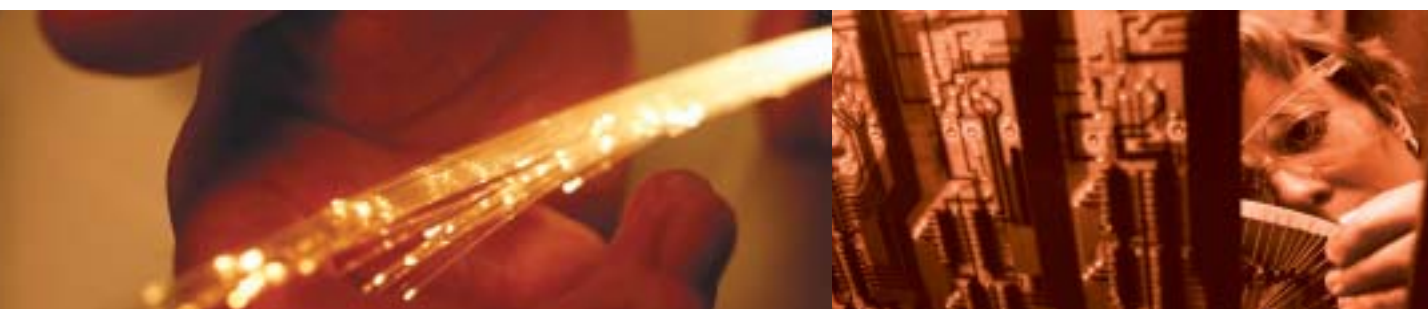
O Projeto Rede-Conhecimento prevê a integração de ações das seguintes instituições:

- **Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP)** - que estará responsável pela melhoria e ampliação da infra-estrutura de rede;
- **Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict)** - cujas ações estarão voltadas para a Biblioteca Digital Brasileira, que dará acesso a acervos digitais já existentes, como a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), e outros que deverão ser criados até 2007, como o Portal de Livros Didáticos Eletrônicos do Ministério da Educação (MEC);



Hierarquia de composição das redes acadêmicas

## O Projeto Rede-Conhecimento



Rede-Conhecimento vai integrar nacionalmente ações de computação avançada e bibliotecas digitais numa infra-estrutura óptica de alta capacidade

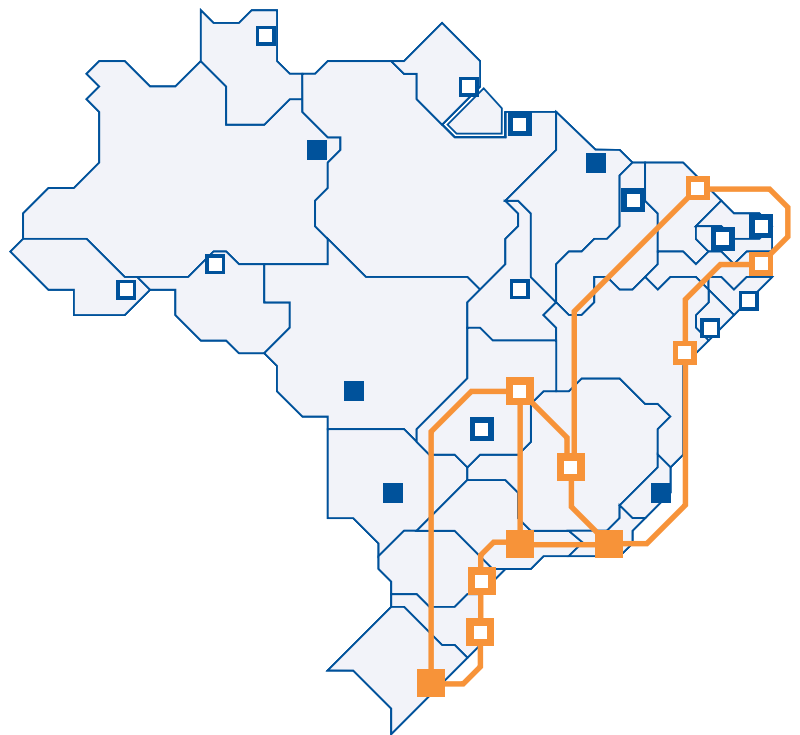
- **Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC)** - responsável pelo desenvolvimento do sistema de computação de alto desempenho, que inclui a atualização do Sistema Nacional de Processamento de Alto Desempenho (Sinapad) e o desenvolvimento de novas soluções, como computação em grade, voltadas para atender as demandas de áreas como previsão de clima e tempo, física de altas energias, nanotecnologia e genômica.

A implantação da nova infra-estrutura de rede, que está a cargo da RNP, está prevista para ser implementada em 2005, com a ativação de conexões de, no mínimo, 2,5 Gbps entre 10 pontos de presença nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste. A meta é ativar conexões multigigabit entre todos os estados do país até 2007.

A nova rede trará mais integração e tornará possível um atendimento, em maior escala e melhor qualidade, à pesquisa de ponta em várias áreas. Ganharão força as ações de grande impacto em educação a distância e saúde. Além disso, esta integração permitirá um melhor resultado das ações do LNCC, de processamento de alto desempenho, e do IBICT, de criação da Biblioteca Digital.

Para que esta rede nacional avançada chegue até as instituições, uma outra iniciativa vem complementar o projeto: as Redes Comunitárias de Educação e Pesquisa (Redecomep).

Tais redes terão o papel de integrar as instituições de pesquisa e educação superior nas principais capitais do país em nível metropolitano e conectá-las à infra-estrutura nacional.



Primeira etapa da topologia prevista para a nova rede da RNP: os PoPs em laranja representam conexões gigabit, os demais, indicam conexões megabit.







## REDECOMEP

O projeto Redes Comunitárias de Educação e Pesquisa (Redecomep) tem por objetivo principal promover a implantação de redes metropolitanas comunitárias em 26 cidades que abrigam pontos de presença (PoPs) do backbone da RNP, o que significa uma cobertura nacional. Ele foi concebido a partir da iniciativa pioneira do projeto Rede MetroBel que está implantando um infra-estrutura metropolitana óptica em Belém.

A execução do projeto ficará a cargo da Organização Social RNP (RNP-OS), que contará com recursos da Finep. O projeto inclui a implantação, em conjunto com as instituições de pesquisa e educação superior, de infra-estrutura de fibras ópticas (próprias ou por meio de cessão de direitos), equipamentos para a rede lógica e a gestão administrativa dos projetos de cada rede metropolitana.

Após a implantação de cada rede metropolitana, a gestão da sua operação, seu custeio e sua sustentabilidade ficarão a cargo das instituições usuárias. Assim, outro objetivo do projeto é estimular a formação de consórcios, de forma a assegurar a sua auto-sustentação.

Programas específicos para treinamento e capacitação na operação das redes ópticas também estão sendo planejados a fim de preparar o pessoal técnico das instituições de pesquisa e educação e os PoPs da RNP para o gerenciamento e operação da nova infra-estrutura.

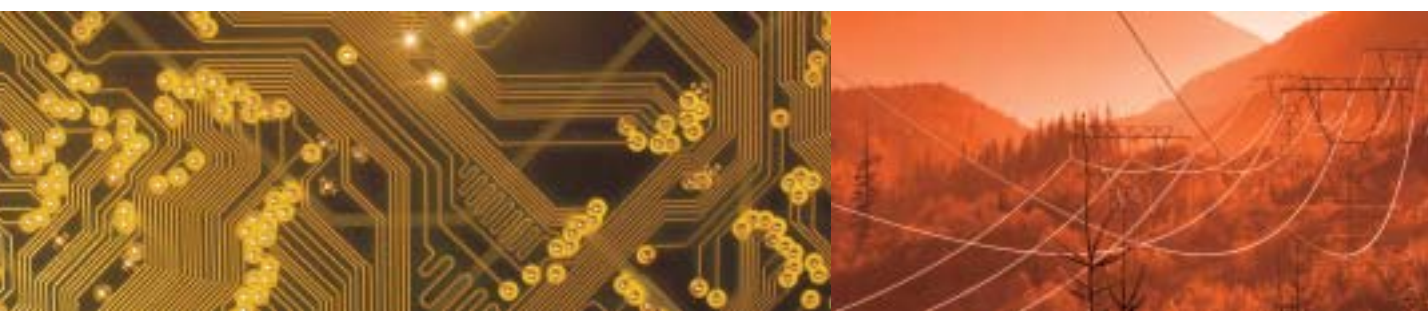
Mais informações:

<http://www.redecomep.rnp.br/>

[info@redecomep.rnp.br](mailto:info@redecomep.rnp.br)

O que é o Redecomep

abril 2005



O projeto Redecomep vai permitir que a inovação do Rede-Conhecimento alcance todas as regiões metropolitanas do país.



## REDECOMEP

Atualmente são substanciais os gastos em custeio das instituições de pesquisa e educação para realizar a interconexão em área urbana dos seus *campi* e para obter acesso à RNP, além da Internet, seja através da rede corporativa ou de provedores comerciais.

De um modo geral, as conexões existentes são de baixa capacidade (entre 64 kbps e 1 Mbps), impossibilitando a utilização de aplicações mais modernas de comunicação. Aumentar a capacidade das interconexões entre os *campi*, assim como do acesso à RNP, é tão caro atualmente que a manutenção deste modelo não abre perspectivas de melhorias na qualidade dos serviços de comunicação a um custo acessível para essas instituições.

A origem deste problema está no modelo adotado para montar a infra-estrutura de interconexão de *campi* e acesso à Internet. Em quase todos os casos, esta infra-estrutura depende de enlaces ponto-a-ponto alugados das operadoras de telecomunicações. Como regra geral, o preço dos circuitos dobra com o quádruplo da capacidade.

Como alternativa às operadoras comerciais de telecomunicações, existem o que os europeus chamam DIY (*Do It Yourself*), que podemos traduzir para Faça Você Mesmo, ou FVM. Uma solução FVM significa que a dependência do circuito alugado da operadora de telecomunicações é substituída pelo investimento em infra-estrutura própria, que pode ser um enlace de rádio ou de fibra óptica.

Soluções de rádio-enlace possuem a limitação de necessitarem de visada desobstruída entre as pontas de cada enlace, ou seja, uma ponta precisa "enxergar" a outra. A alternativa ao uso de enlaces de rádio é a utilização de conexões em fibra óptica. Esta opção possui muitas características interessantes do ponto de vista de um projeto de interconexão:

- É um meio físico puramente passivo. Isto significa que não deixa de funcionar, exceto por acidentes externos que resultem no corte da fibra;
- 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, sendo que hoje existem equipamentos relativamente baratos com tecnologia Gigabit Ethernet, que permitem seu uso a 1 Gbps;
- a vida útil de uma infra-estrutura de cabo óptico é prevista para exceder 20 anos. Ao longo deste período, os equipamentos inicialmente instalados poderão ser substituídos por novos, de capacidade maior, reutilizando a fibra já existente;
- os custos de instalação de um cabo de fibra óptica em área urbana são relativamente baixos.

Porque uma rede própria

abril 2005



Rede própria com capacidade futura  
virtualmente ilimitada, a um custo atraente

Outra alternativa possível é a utilização de cabos de fibra existente em diversas áreas metropolitanas por meio de contratos de cessão de uso. 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.

A utilização de infra-estrutura de fibras ópticas para a implantação de redes 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 infra-estrutura permite utilizar tecnologia de rede local (ethernet), de custo muito baixo, confiável e conhecido. São taxas de transmissão de 100 Mbps até 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.

A abundância de dutos e fibras ópticas que resultaram do processo de desregulamentação do setor de telecomunicações, implantadas em praticamente todas as principais regiões metropolitanas no país, além da infra-estrutura em fibras ópticas de longa distância existente para interligação das metrópoles, oferece atualmente diversas alternativas para a implantação de sistemas proprietários ou dedicados de comunicação de dados a custos atraentes. Além das operadoras de telecomunicações, estão disponíveis dutos e redes de fibras ópticas implantadas pelas concessionárias de energia elétrica, de rodovias e ferrovias, de gasodutos e oleodutos. Nas áreas metropolitanas existe infra-estrutura implantada pelas operadoras de TV a cabo ou através de rede aérea (postes) nas vias públicas.







## REDECOMEP

A Rede MetroBel, em implantação, é o primeiro dos novos projetos de rede metropolitana dedicada para pesquisa e educação que utiliza fibra óptica própria, financiado com recursos do governo federal através do Fundo Setorial CT-Amazônia.

Atualmente as instituições de pesquisa e educação em Belém vêm atendendo às suas necessidades de comunicação digital por meio de conexões próprias e independentes para acesso à RNP e à Internet, com capacidade de tráfego bastante baixa (inferior a 1Mbps). São utilizados diversos provedores de infra-estrutura e de acesso à Internet (Telemar, Embratel, redes próprias, etc) e, desta forma, a troca de informações entre as instituições se dá através dos pontos de troca de tráfego de seus fornecedores de acesso. Além disso, poucas destas instituições se beneficiam de uma conexão de alta capacidade à rede nacional da RNP.

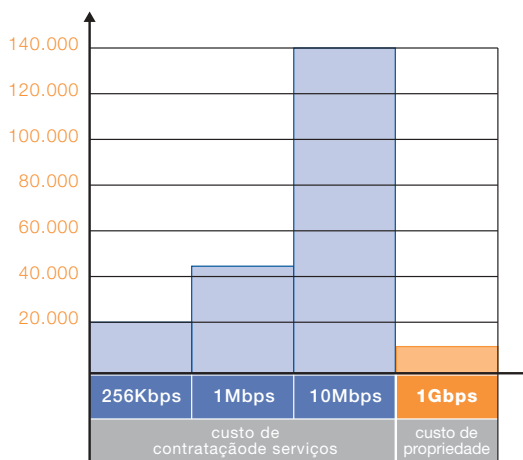
A interligação dessas IPEs por meio de uma infra-estrutura óptica metropolitana dedicada permitirá aumentar significativamente a capacidade de tráfego de dados entre elas, gerando novas aplicações e aumentando a colaboração em projetos inter-institucionais. Outra vantagem é promover o acesso de todas as instituições da região à rede nacional da RNP, melhorando substancialmente a conectividade de toda a região às demais IPEs em todo o país. Em termos financeiros, permitirá reduzir o custo total com infra-estrutura de comunicação digital, com possibilidade de expansão de sua capacidade praticamente sem custo adicional.

O projeto Rede MetroBel constitui-se como a alternativa de melhor relação custo-benefício para todas as instituições participantes, oferecendo infra-estrutura de alta capacidade e melhor qualidade.

Os custos anuais de contratação de serviços em Belém são da ordem de R\$ 20 mil por circuito de 256 Kbps e R\$ 43 mil por circuito de 1Mbps. Desta forma, uma conexão urbana de 10 Mbps teria um custo anual estimado de R\$ 140 mil.

O investimento total previsto numa rede própria de 30 conexões de 1 Gbps (como propõe o MetroBel), em cinco anos, seria de R\$1.100.000, além do custeio estimado em R\$ 120 mil por ano. Os custos de uma conexão de 1 Gbps seriam correspondentes a R\$11.333 por ano, pouco mais da metade do preço de uma conexão de 256 kbps para cerca de 4 mil vezes a banda.

### Custo de contratação x Custo de propriedade



O modelo existente

abril 2005



Rede MetroBel: melhor relação custo-benefício para todas as instituições participantes, oferecendo infra-estrutura de alta capacidade e melhor qualidade.





## REDECOMEP

O modelo de consórcio para gerência das redes metropolitanas foi a solução avaliada como a mais adequada a este caso. Dentre os principais motivos desta escolha, estão:

- O modelo de consórcio vem sendo adotado com sucesso em iniciativas semelhantes em todo o mundo;
- o modelo já se mostrou viável pela experiência anterior semelhante – no Projeto de Redes Metropolitanas de Alta Velocidade (Remavs) lançado em 1997 pela RNP;
- as instituições que estarão integradas à rede compartilham o mesmo objetivo voltado para a pesquisa e a educação superior;
- as instituições seguem, em geral, um mesmo modelo jurídico/administrativo.

### Premissas

- Cada consórcio deverá ser constituído por instituições de pesquisa e educação superior (IPEs) localizadas nas áreas metropolitanas de cada cidade com um ponto de presença (PoP) da RNP;
- poderão ter um número variável de instituições participantes;
- IPEs públicas e privadas poderão integrar os consórcios;

- a participação das IPEs privadas deverá ser custeada com recursos próprios de investimento e custeio.

### Contrapartida

Os custos de manutenção desta infra-estrutura para as instituições em uma mesma região metropolitana podem ser reduzidos significativamente, se for possível dividi-los entre todas as instituições interessadas no projeto. O modelo de rateio de investimentos através de um consórcio formado entre as instituições interessadas parece ser o mais indicado neste caso e será empregado nesta iniciativa.

Todas as instituições participantes deverão oferecer como contrapartida necessária à sua participação nos projetos os recursos técnicos – na forma de pessoal especializado para a implantação e operação das redes, bem como equipamentos para interconexão com as redes locais existentes – e administrativos para a gestão dos consórcios.

Eventualmente, as instituições participantes poderão oferecer contribuições adicionais aos consórcios, como equipamentos ou infra-estrutura. Outras organizações que não sejam qualificadas como IPEs poderão integrar as redes metropolitanas comunitárias por meio de parcerias com o consórcio de IPEs, mediante aporte de recursos necessários ao projeto.

**Mais informações sobre o Projeto Remavs:**  
<http://www.rnp.br/remav>



Monte um consórcio. Tenha uma rede própria. Ofereça à sua instituição infra-estrutura de alta capacidade com a melhor qualidade.

## 1. O que são redes comunitárias de educação e pesquisa?

São redes voltadas para integrar as instituições de pesquisa e educação superior, através de uma infraestrutura de comunicação de dados dedicada. Uma das formas de integração da comunidade de educação e pesquisa em uma mesma região metropolitana consiste na implantação de uma infra-estrutura baseada em fibras ópticas.

## 2. Quais as vantagens de uma rede comunitária metropolitana de educação e pesquisa (redecomep)?

Uma redecomep apresenta diversas vantagens em relação às formas convencionais de interconexão das instituições de pesquisa e educação, além da sua integração física. A utilização de fibras ópticas dedicadas proporciona uma economia significativa nos custos com a infra-estrutura de acesso à internet, possibilidade de ampliação da capacidade de transferência de informações virtualmente sem limites e melhor qualidade em relação aos serviços atualmente contratados. Além dos benefícios locais, é possível ainda interconectar essas redes por meio de uma infra-estrutura nacional, como o backbone da RNP, ampliando a capacidade de cooperação e troca de informações entre as redes.

## 3. O que é o Projeto Redecomep?

O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) estabeleceu como uma das metas do Rede-Conhecimento a implantação de redes comunitárias metropolitanas em todo o país. Foi aprovado, então, em dezembro de 2004, o Projeto Redecomep que conta com recursos do FNDCT, administrado pela FINEP. Caberá à RNP a execução do Projeto Redecomep e a promoção da iniciativa junto às instituições de educação e pesquisa em cada região metropolitana participante. O projeto Redecomep surge para complementar em nível metropolitano a nova infra-estrutura nacional óptica de alta capacidade para apoio à comunidade acadêmica.

## 4. O que é o Projeto Rede-Conhecimento?

É uma iniciativa do MCT que tem por objetivo criar uma nova e robusta infra-estrutura nacional óptica de alta capacidade para comunicação, computação e conhecimento, operando em patamar de velocidade de múltiplos gigabits e integrando ações de computação de alto desempenho e bibliotecas digitais. O Rede-Conhecimento prevê a integração de ações da RNP, do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict) e do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC).

## 5. Quais os objetivos do Redecomep?

Promover, num prazo de dois anos, a implantação de redes comunitárias metropolitanas em todo o país, visando a melhoria da qualidade de interconexão entre as instituições de pesquisa e educação a um custo reduzido. Será dada prioridade à implantação da infra-estrutura óptica nas cidades, onde haverá facilidade para sua interconexão a um dos pontos de presença da RNP. Além disso, o projeto visa favorecer a formação de consórcios, de forma a assegurar a sua auto-sustentação e capacitar o pessoal técnico das instituições integrantes para gerenciar e operar a nova infra-estrutura.

## 6. Qual o escopo do projeto Redecomep?

Os recursos disponibilizados pelo MCT serão utilizados para a contratação dos serviços de implantação da rede física, aquisição dos equipamentos de acesso (um *switch* por ponto de acesso) bem como treinamento para sua operação.

## 7. Qual a contrapartida exigida para participação?

Para participar da iniciativa as instituições deverão se comprometer em disponibilizar pessoal técnico com formação em operação e gerenciamento de redes IP.

## 8. Quais as vantagens de uma infra-estrutura dedicada baseada em fibras ópticas?

Além de ser um meio físico pouco sujeito a problemas de funcionamento, a capacidade de transmissão é praticamente ilimitada, podendo ultrapassar 1Gbps utilizando equipamentos relativamente baratos para acesso ao cabo óptico. Outra vantagem é a longa vida útil da fibra, prevista para exceder 20 anos. Além disso, os custos de instalação, manutenção e operação também são comparativamente mais baixos do que a contratação de uma mesma capacidade das operadoras de telecomunicações.

## 9. Por que trocar a minha solução atual por uma redecomep?

Um dos maiores benefícios de participar de uma redecomep resulta da economia proporcionada pelo uso de uma infra-estrutura avançada de fibras ópticas em uma operação compartilhada, na modalidade de consórcio, com outras instituições semelhantes. A possibilidade de ampliação da capacidade de transferência de informação sem o equivalente aumento dos custos, como ocorre com os serviços contratados de operadoras de telecomunicações, só é possível por meio do uso de uma infra-estrutura como esta. Além disso, a redecomep permite a interconexão de unidades de uma mesma instituição que se encontrem localizadas em pontos distantes, mas dentro da área metropolitana, com qualidade e baixo custo.

## 10. Por que o modelo de consórcio?

O modelo de consórcio vem sendo adotado com sucesso em iniciativas semelhantes em todo o mundo. A existência de interesses e objetivos comuns por si só justificaria a formação de um consórcio. Além disso, este modelo possibilita uma cooperação maior entre as instituições participantes para a operação e gestão da infra-estrutura, compartilhando os custos e planejamento para sua expansão. Vale ainda lembrar que este modelo já se mostrou viável pela experiência anterior semelhante — no Projeto de Redes Metropolitanas de Alta Velocidade, lançado em 1997, pela RNP.

## 11. Quais as premissas para participar do consórcio?

Os consórcios devem ser constituídos por instituições de pesquisa e educação localizadas em uma mesma região metropolitana onde exista um ponto de presença da RNP. Poderão ser formados por um número variável de participantes, integrar instituições públicas e privadas, sendo que a participação destas deverá ser custeada com recursos próprios.

## 12. Como posso dar início a um consórcio para implantar e administrar uma rede metropolitana?

Algumas capitais já tomaram a iniciativa de formar consórcios para a implantação de redes comunitárias metropolitanas quando perceberam os benefícios que poderiam obter. Várias instituições das regiões metropolitanas de Belém, Manaus, Natal, Salvador, Florianópolis e Porto Alegre estão desenvolvendo projetos para a implantação dessas redes e a sua experiência poderá servir como exemplo para a formação de outros consórcios.

## 13. Como será a manutenção da infra-estrutura das redes metropolitanas?

As redes metropolitanas participantes do projeto Redecomep receberão apoio da RNP para sua implantação. Posteriormente, o consórcio formado pelas instituições usuárias da infra-estrutura deverá arcar com os custos da sua operação, manutenção e eventual ampliação.

## 14. Onde posso encontrar fibra óptica na minha região?

O processo de desregulamentação do setor de telecomunicações promoveu uma grande competição no setor nos últimos 5 anos. Como consequência, diversas empresas realizaram investimentos na implantação de dutos (e mesmo fibras ópticas) para a oferta de serviços em larga escala para as empresas privadas de telecomunicações. Existe, portanto, um excedente de dutos e fibras principalmente nas áreas metropolitanas, que poderão ser utilizadas para a implantação da infra-estrutura óptica pretendida pelo projeto Redecomep. Além da infra-estrutura utilizada pelas operadoras de telecomunicações, existem dutos e fibras ópticas implantadas pelas concessionárias de energia elétrica, de rodovias e ferrovias, de gasodutos e oleodutos, bem como pelas operadoras de TV a cabo, ou através de rede aérea (postes) nas vias públicas.

## 15. É permitido fazer parcerias com quem possua fibra na minha região?

A participação de empresas que possuem dutos, fibras lançadas ou mesmo direito de passagem (nos postes, por exemplo) nos consórcios metropolitanos é estimulada pelo Projeto Redecomep. Deste modo, a infra-estrutura existente poderá ser aproveitada a um custo inferior ao de lançamento de uma infra-estrutura de cabos ópticos nova.

## 16. É necessária a autorização da Anatel para operar esse tipo de infra-estrutura?

Sim. O decreto nº 2.197, de 8 de abril de 1997, aprova o Regulamento de Serviço Limitado, regulado pela norma nº 13/97 de 18 de setembro de 1997, que estabelece as condições específicas de exploração do Serviço Limitado Especializado (SLE) como "Serviço Limitado, telefônico, telegráfico, de transmissão de dados ou qualquer outra forma de telecomunicações, destinado à prestação a terceiros, desde que sejam estes uma mesma pessoa ou grupo de pessoas naturais ou jurídicas, caracterizado pela realização de atividade específica." Dentre as modalidades do SLE, a norma define no item 5.12.c o Serviço de Rede Privado (SRP), pelo qual o permissãoário opera um "serviço não aberto à correspondência pública, destinado a prover telecomunicação a uma mesma entidade, entre pontos distribuídos, de forma a estabelecer uma rede de telecomunicações privada;"

## 17. Há algum exemplo de redecomep em implantação no Brasil?

Sim. A rede MetroBel, que está sendo implementada em Belém, foi considerada como a alternativa de melhor relação custo/benefício para todas as instituições participantes do consórcio local, oferecendo infra-estrutura de alta capacidade e melhor qualidade. Além da rede de Belém, existem iniciativas semelhantes em Manaus, Natal, Salvador, Florianópolis e Porto Alegre.

## 18. Como é formalizada a participação das instituições interessadas em um projeto de rede metropolitana?

O primeiro passo para o desenvolvimento de um projeto de redecomep é a formação do seu consórcio e a implantação de um Comitê Gestor. Deverá haver uma instituição âncora que coordene a formação do consórcio e a implantação do projeto como interlocutor local com a coordenação do projeto pela RNP. A formalização do consórcio poderá ser feita em duas etapas. A primeira por meio da assinatura de um Memorando de Entendimentos entre as instituições participantes, explicitando a sua intenção de participar da iniciativa. O documento deverá indicar, ainda, as premissas para adesão e os objetivos do projeto local. Na segunda etapa, deverá ser assinado um Termo de Cooperação, onde deverão constar detalhadamente os papéis e responsabilidades de cada instituição participante, principalmente no que se refere à gestão, operação, manutenção e custeio da infra-estrutura.

## 19. Qual tecnologia será utilizada nas redes metropolitanas?

A premissa básica para o desenvolvimento do projeto da infra-estrutura de rede consiste na utilização de fibras ópticas. Eventualmente, em situações específicas, poderão ser utilizados enlaces de rádio de alta-capacidade. A tecnologia escolhida para "iluminação" da fibra é a Gigabit Ethernet que permite atualmente atingir até 1 Gbps em um par de fibras ópticas, com alcance de até 100 km sem repetidor.

## 20. Quais os equipamentos que serão utilizados?

A especificação técnica detalhada dos equipamentos ainda está sendo definida pela RNP. Deverão ser utilizados comutadores IP (*switches*) com capacidade para roteamento/filtragem de pacotes. Os *switches* deverão conter adaptadores ópticos (GBIC) para fibra monomodo, bem como portas RJ45.

## 21. Qual o grau de segurança da rede de fibra óptica?

Sendo um meio passivo, a fibra óptica não está sujeita a defeitos técnicos, como ocorre por exemplo com os equipamentos de rádio. Entretanto, o problema mais comum em uma infra-estrutura óptica subterrânea é o seu rompimento eventual devido a realização de obras de escavação em sua rota. Alternativamente utiliza-se rotas aéreas através do posteamento público.

## 22. Qual a topologia recomendada pelo projeto?

Para minimizar o impacto decorrente do eventual rompimento do cabo óptico, deve ser empregada uma topologia redundante de conexão, ou seja, a configuração das conexões em topologia de anel. Além disso, o cabo óptico deverá conter pelo menos 48 fibras (24 pares) permitindo assim a utilização de pares dedicados para a interconexão de unidades de uma mesma instituição espalhadas pela área metropolitana, facilitando a criação de diversas redes físicas independentes.