



A Ciberinfraestrutura no Brasil – a contribuição da RNP

Nelson Simões, Michael Stanton, José Luiz Ribeiro,
Eduardo Grizendi, Iara Machado, Leandro Ciuffo



RNP

MINISTÉRIO DA
DEFESA

MINISTÉRIO DA
CULTURA

MINISTÉRIO DA
SAÚDE

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



1. Introdução

O termo "ciberinfraestrutura" foi primeiramente utilizado em 2002 pela "Comissão Atkins", uma comissão de alto nível da *National Science Foundation* (NSF) dos Estados Unidos, criada para responder à pergunta: como a NSF, como principal agência de fomento de pesquisa básica norte-americana, poderia remover barreiras à evolução de processamento, uso de dispositivos e instrumentos especiais, armazenamento, comunicação avançada e uso de dados, tornando esse ambiente alcançável por todos os cientistas, engenheiros, estudiosos e cidadãos desse país? Este termo passou a ser utilizado para tratar da evolução destas tecnologias de informação e comunicação (TIC) na geração de conhecimento científico – a Comissão Europeia também o utiliza, sob a denominação de "e-infraestrutura".

Essa integração planejada de recursos de TIC é o que permite aos grupos de pesquisa, laboratórios e instituições realizarem trabalhos em ciência e tecnologia fortemente demandantes de TIC. Chama-se de "e-Ciência" as atividades científicas em vários campos do conhecimento, que dependem criticamente do uso de ciberinfraestrutura (CI).

A Figura 1 resume como esses componentes da CI se relacionam para habilitar um ambiente controlado, seguro, abrangente, de acesso simplificado e econômico, de recursos compartilhados, para o desenvolvimento de pesquisa e educação.

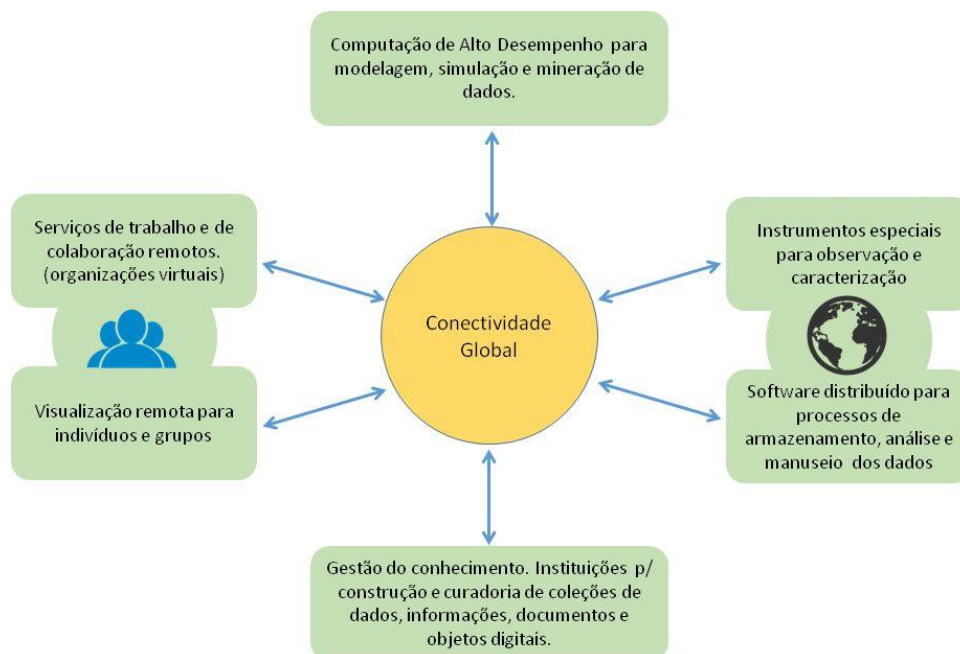
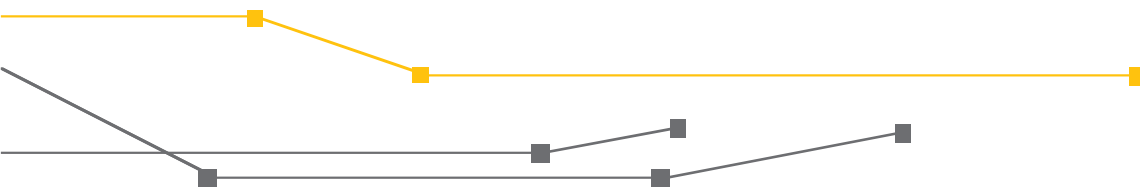


Figura 1. Componentes de ciberinfraestrutura¹

¹ Adaptado de *Cyberinfrastructure for Environmental Research and Education*. Obtido em: http://www.cyrdas.org/related.documents/reports/cyber_report_new.pdf
<http://www.ncar.ucar.edu/cyber/cyberreport.pdf> (NSF)



Os componentes da CI adequada para atender as demandas de uma grande comunidade de pesquisadores em ciência e tecnologia, como seria o caso do Brasil, tipicamente incluem:

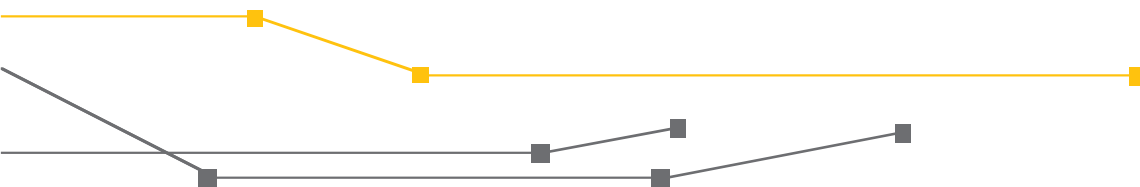
- Instrumentos geradores de dados – como observatórios, aceleradores, microscópios e laboratórios, que constituem as chamadas “Infraestruturas de Pesquisa”.
- Recursos computacionais de grande capacidade, devidamente munidos com software de controle e aplicativos. Estes recursos pertencem às seguintes categorias computacionais:
 - Processamento de Alto Desempenho (PAD) – utilizando supercomputadores, como o Santos Dumont do Laboratório Nacional de Computação Científica, LNCC².
 - Computação de Alta Vazão (CAV) – tipicamente utilizando clusters e grades computacionais integrados em nuvem.
- Armazenamento distribuído de grande capacidade, para guarda segura dos dados científicos em todos os passos da sua vida útil, possibilitando sua recuperação em caso de falhas e acidentes. Usualmente a segurança é provida pela replicação dos dados em locais distintos.
- Visualização, que é a tradução de dados em imagens ou animações que facilitam a compreensão dos fenômenos sendo medidos ou modelados – por exemplo, exibidas em salas de visualização, “caves”, ou grandes painéis de monitores, “videowalls”.
- Gestão dos dados científicos, compreendendo a preservação e curadoria a longo prazo de coleções de dados científicos, inclusive seus metadados, bem como de outras informações, documentos e objetos digitais relacionados – por exemplo, o Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira, SiBBR³, e o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Ibict⁴.
- Conectividade global entre todos os componentes descritos anteriormente, provida por meio de redes de comunicação robustas, seguras, de capacidade e capilaridade adequadas. Deve-se observar que estas redes são redes dedicadas às atividades de pesquisa e educação e usualmente interconectadas a redes similares em outros países onde se encontram os grupos e instituições parceiros internacionais dos pesquisadores brasileiros.

Este documento trata de alguns destes temas, mais especificamente a comunicação, armazenamento e visualização de informações. Será apresentada em outra ocasião uma abordagem focada no compartilhamento e reuso de dados científicos, que é assunto sendo estudado juntamente com o Ibict. Tampouco serão discutidos aqui os recursos computacionais necessários para processar os dados científicos usados em e-ciência.

² <http://www.lncc.br>

³ <http://www.sibbr.gov.br>

⁴ <http://www.ibict.br>



2. Comunicação Avançada

A comunicação avançada deve ser acompanhada da evolução dos serviços de comunicação da RNP para o estado-da-arte da taxa de transmissão de informação nas redes de pesquisa avançadas no mundo (100 Gb/s), tanto em nível nacional como internacional, na integração direta com as redes similares de outros continentes, incluindo o uso de novas rotas do Brasil à Europa e Brasil à África. Deverá ser estendida a adoção do patamar de 100 Gb/s, com foco na Amazônia e nas cidades polo do interior com densidade de campi e hospitais de ensino e pesquisa – essa infraestrutura de rede robusta e segura já está sendo implementada em parceria com o Ministério da Defesa e Governos Estaduais, em especial com as iniciativas já identificadas com o Exército Brasileiro, tal como o programa Amazônia Conectada, lançado em 2015. Os serviços de comunicação, além de possibilitar a extensa colaboração à distância entre professores e pesquisadores, com foco nos Programas de Pós-Graduação, também lhes prestarão acesso a serviços de processamento e armazenamento em nuvem acadêmica, para possibilitar o uso elástico (sob demanda) destes serviços. Adicionalmente, os serviços de comunicação viabilizarão a ampla extensão de serviços de apoio a colaboração visual remota, entre indivíduos e grupos.

A rede de comunicação é fundamental para a colaboração dos pesquisadores, e a mobilidade dos dados depende fortemente dessa infraestrutura, que muitas vezes cruza diversos domínios administrativos. Garantir que a rede esteja operando de forma adequada fim-a-fim é crucial para aplicações científicas. O monitoramento dessa infraestrutura como um único domínio é um desafio para as NRENS.

2.1 Divisão setorial

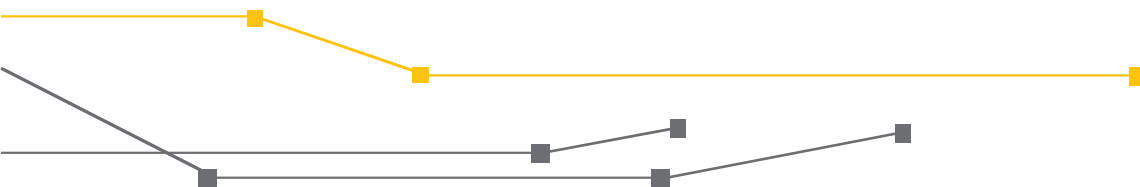
As redes usadas pelos usuários das instituições servidas pela RNP são organizadas hierarquicamente em cinco níveis aqui apresentados em escala ascendente:

(a) rede de campus

Esta rede provê conectividade ao usuário final, quer seja no seu escritório, laboratório ou por meio de uma rede sem fio no campus ou em parte dele. A rede de campus é ligada direta ou indiretamente à rede “backbone” nacional da RNP ou, eventualmente, à rede institucional da instituição de multi-campi. Cada instituição é responsável pela construção e operação de sua rede de campus.

Para fornecer conectividade adequada a instrumentos ou aplicações científicas de alto desempenho hospedadas por laboratórios do campus, a rede de campus também deve ser robusta, segura, de alta capacidade e disponibilidade. Adicionalmente, recomenda-se a adoção do modelo de Zona Desmilitarizada Científica (DMZ Científica) ou Science DMZ (*DeMilitarized Zone*)⁵, que consiste em um segmento especializado da rede do campus, localizado próximo ao

⁵ CARVALHO, T. C. M. B. ; et al. DMZ Científica: Desafios e Modelos de Gerenciamento de Aplicações de Alto Volume de Dados no Contexto de E-Ciência. In: Joni da Silva Fraga; Frank Siqueira; Carlos Alberto



perímetro da rede, com políticas de segurança diferenciadas e configurações de rede otimizadas para que seja obtido maior desempenho em transferências de grandes volumes de dados.

Também se recomenda que ela tenha a capacidade de criar circuitos de camada 2 até a rede “backbone”, provisionados de forma estática ou dinâmica (seja através de uma interface WEB ou a partir da identificação de fluxos de pacotes transportando grande volume de dados) para permitir o uso da rede com maior desempenho. A adoção da ferramenta de monitoramento global perfSONAR⁶ auxilia nos diagnósticos de problemas de rede entre os vários domínios administrativos.

(b) rede institucional, em caso de instituição de multi-campi

Esta rede agrega o tráfego das suas diferentes redes de campus, provendo-lhes acesso à rede “backbone” nacional da RNP. As conexões entre os campi podem ser operadas pela própria instituição, ou podem ter suas interligações providas pela RNP, através de redes de acesso metropolitanas, quando houver mais de um campus na mesma área urbana, ou através de circuitos ponto-a-ponto, quando entre áreas urbanas distintas. Cerca de 40 cidades possuem redes metropolitanas construídas pela RNP através do Programa Redecomep operando com taxas de transmissão de pelo menos 1 Gb/s.

(c) rede de acesso

A rede de acesso estabelece a conexão entre a rede de campus ou a rede institucional e um Ponto de Agregação (PoA) ou diretamente ao Ponto de Presença (PoP) do estado ou do Distrito Federal (DF) da rede “backbone” nacional da RNP.

A rede de acesso poderá ser uma conexão ponto a ponto entre a rede de campus ou da rede institucional e o PoP, ou poderá ser uma rede metropolitana interligando múltiplos campi ou instituições na mesma cidade, conectando-os ao PoP estadual da RNP. No caso de uso de rede metropolitana, a conexão ao PoP pode ser direta, caso a cidade seja uma capital de estado, ou por meio de um PoA (ponto de agregação) nesta cidade, que por sua vez possui uma conexão ponto a ponto ou em anel, ao PoP do estado ou do DF – por exemplo, a conexão da Rede Metropolitana em Petrolina (PE) que serve todas as instituições de Educação e Pesquisa da região metropolitana de Petrolina e Juazeiro (BA), possui um Ponto de Agregação (PoA) que a interliga ao Ponto de Presença Estadual (PoP) no Recife, neste caso, ponto a ponto.

(d) rede “backbone” nacional

Esta rede interliga os PoPs, um em cada estado e também o DF, provendo conectividade nacional, entre as instituições servidas pela própria RNP, e aquelas eventualmente servidas por outras redes acadêmicas estaduais integradas à RNP. Adicionalmente, a rede “backbone” provê conectividade entre estas instituições das redes acadêmicas nacionais e as entidades servidas

Maziero. (Org.). Minicurso: SBRC 2014 / XXXII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos. 1ed. Porto Alegre (RS): Sociedade Brasileira de Computação, 2014, v. , p. 55-102. <https://wiki.rnp.br/display/sciencedmz/Science+DMZ+Home>

⁶ <http://www.perfsonar.net/>

por provedores de internet comercial no país, por meio de Pontos de Troca de Tráfego (PTT) com as redes destes provedores⁷.

(e) conectividade internacional

A conectividade internacional é provida por circuitos interligando a rede “backbone” nacional da RNP com as redes acadêmicas similares de outros países, para troca de tráfego acadêmico, e também com provedores comerciais no exterior para troca de tráfego com a Internet global no exterior.

2.2 Situação atual de conectividade

- Redes de acesso metropolitanas: estão operando cerca de 40 redes ópticas próprias, em diversas localidades, entre capitais e cidades do interior, somando mais de 2.400 km de cabos, que proveem conectividade a mais de 400 campi com taxas de transmissão atualmente de 1 e 10 Gb/s.
- Rede de acesso por conexões ponto a ponto: foram contratados até 2015 circuitos para atendimento a mais de 800 campi no interior. Destes, 80% tem conexão ao PoP estadual a pelo menos 1 Gb/s, em casos de campus-sede, e a pelo menos 100 Mb/s, em casos de campus secundário.
- Backbone nacional: 21 dos 27 PoPs estaduais tem pelo menos uma conexão de 10 Gb/s para PoPs vizinhos, sendo quase todos os demais, com conexões inferiores a esta velocidade, localizados na Amazônia, como ilustrado na Figura 2. Todos os PoPs são atendidos em circuitos com mínimo de 1 Gb/s.

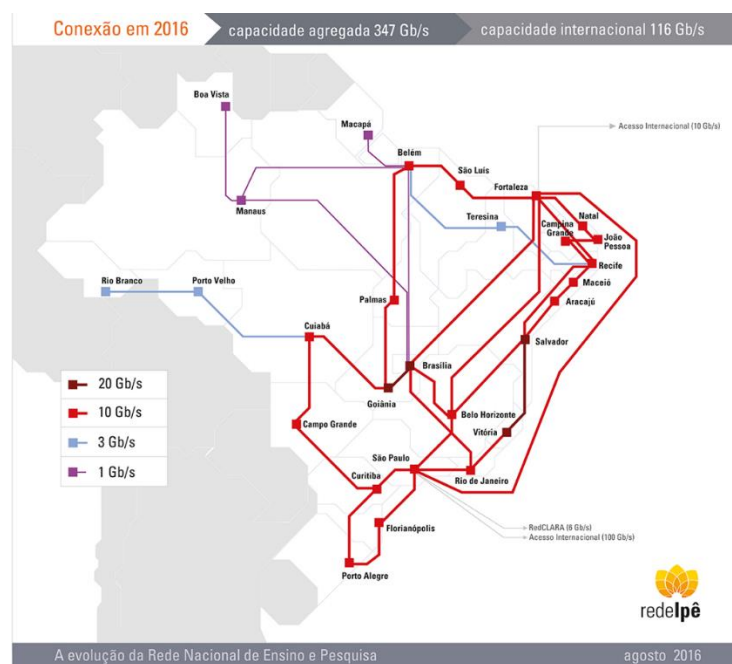


Figura 2. Rede “backbone” nacional da RNP (2016)

⁷ <http://www.rnp.br/servicos/conectividade/rede-ipe>

- Conexões internacionais: desde 2013, a RNP compartilha com a rede acadêmica, ANSP (do estado de São Paulo), o uso de 4 conexões de 10 Gb/s entre Brasil e os Estados Unidos no contexto do projeto *Amlight*, junto com a *Florida International University* (FIU) em Miami (Figura 3). Destas conexões, duas tiveram aumento de capacidade para 100 Gb/s em 2016. Adicionalmente, tem acesso a 5 Gb/s à RedCLARA⁸, rede acadêmica regional na América Latina, que promove a integração das redes acadêmicas em outros países desta região e também com a Europa (Figura 4).

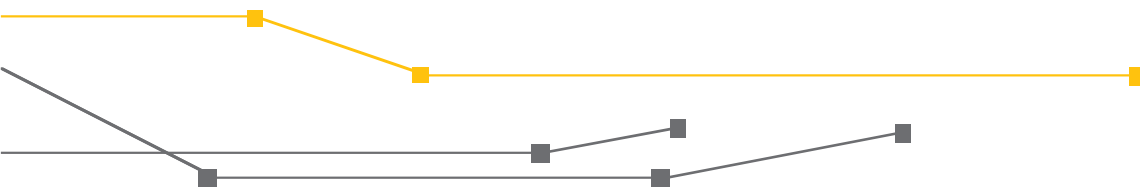


Figura 3. Conexões para os Estados Unidos, o projeto *Amlight*



Figura 4. Conexões da RedCLARA para América Latina, Europa e EUA

⁸ <http://www.redclara.net/index.php/pt/>



2.3 Expectativa de conectividade em 2020

Para acompanhar o crescimento de demanda por conectividade das instituições clientes da RNP e de seus respectivos usuários, esperado até 2020, planeja-se realizar aumento da capacidade destas redes usadas pelos usuários da RNP.

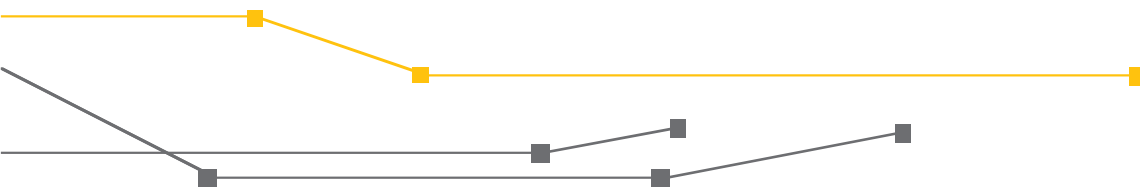
A evolução da rede “*backbone*” nacional da RNP saiu de circuitos da ordem de Kb/s para Gb/s em cerca de duas décadas. Em toda esta evolução, a RNP sempre esteve à frente do mercado na adoção de conexões com altas capacidades (taxas de transmissão), relativas às “normais” para as operadoras de telecomunicações em cada fase da evolução da nossa rede, enfrentando frequentemente negociações difíceis com as operadoras, por causa do alto custo destas conexões. Em diversos momentos, estas operadoras sequer tinham clientes para as capacidades que a RNP solicitava e a precificação sempre foi exaustivamente discutida entre as partes.

A partir de 2005, a principal resposta a essa barreira foi a criação de infraestrutura própria por meio das redes metropolitanas e o início de operação do primeiro “*backbone*” óptico nacional, nesse caso, ainda alugado, ou construído em parceria com as operadoras. Em 2005, portanto, foi iniciada a mudança do modelo da ciberinfraestrutura brasileira para educação e pesquisa.

Deve-se ressaltar que a demanda de capacidade apresentada pela RNP na sua rede “*backbone*” nacional sempre foi alta, relativamente ao mercado, em cada momento, e nos últimos tempos começou-se a discutir a opção entre contratar as conexões de operadoras, ou aprovisioná-las através de infraestrutura própria. Isto se agravou nos últimos três anos, com a quase triplicação do número de campi conectados, a mudança do paradigma das aplicações de texto para vídeo, a necessidade de maiores níveis de segurança e resiliência das aplicações, e o uso cada vez maior de aplicações de “e-Ciência” que demandam altas taxas de transmissão e baixa latência, requerendo, cada vez mais, altas capacidades no *backbone*, nos acessos às instituições usuárias, nas trocas de tráfego e nas conexões internacionais.

O atendimento a esta demanda cada vez maior por altas capacidades na rede “*backbone*” nacional promoveu a decisão na RNP por meio de seu planejamento estratégico para 2020, de substituir, gradativamente, as capacidades contratadas de seu “*backbone*”, por capacidades de uma infraestrutura óptica própria escalável. Esta infraestrutura seria implantada, a partir da construção própria de infraestrutura de fibra óptica, ou, mais provavelmente, da obtenção do direito de uso de fibra óptica escura ou, alternativamente, de espectro ótico (uma fração de uma fibra óptica, já parcialmente iluminada), nas rotas ópticas existentes, que interligam PoPs de seu “*backbone*”. Este direito de uso seria obtido por meio de acordo de parceria, possivelmente envolvendo permuta de ativos ópticas, ou de contrato IRU⁹ de longo prazo.

⁹ IRU, do inglês *Irrevocable Right of Use* – Direito de Uso Irrevogável. Num contrato IRU de cessão de ativo óptico (fibra escura ou espectro), que pode durar 15 anos ou mais, o cedente recebe adiantado o valor do contrato do seu uso, e o cessionário instala seus próprios equipamentos de transmissão óptica. O custo da manutenção do ativo poderá ser pago de uma vez, ou parceladamente durante o contrato.



A disponibilidade de novas tecnologias para comunicação a longa distância, escalável, com capacidade inicial de 100 Gb/s por canal, permite esta potencial expansão no futuro a um custo-benefício melhor que o modelo de aluguel recorrente. Estas tecnologias dependem do acesso às fibras ópticas de longa distância para uso próprio ou em parceria. Portanto, a RNP implementa uma estratégia de adquirir este tipo de infraestrutura por longo período nas suas rotas principais, tanto interestaduais, como internacionais, através do estabelecimento de acordos com empresas que detêm fibra óptica nestas rotas e se dispõem a compartilhar seu uso com a RNP.

No exterior, a adoção por redes acadêmicas de infraestrutura de 100 Gb/s começou em 2012, com as redes norte-americanas Internet2 e ESnet e a rede pan-européia, Géant. A partir de 2013, foi inaugurada a primeira conexão intercontinental a 100 Gb/s, entre EUA e Europa¹⁰

Este patamar de 100 Gb/s de canais de comunicação já começou a se tornar padrão em comunicações internacionais da RNP a partir de 2016, quando foi atualizada a conexão da RNP para os EUA. Até 2018, deverá aumentar o número de canais de 100 Gb/s do exterior que chegam à RNP, com o início de operação de novos cabos submarinos dos Estados Unidos, da Europa e da África, ilustrados na Figura 5 e descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Novos cabos submarinos de 100G no Atlântico Sul (2016-2019)

Cabo	Donos	Entrega	Capacidade	Comprimento (km)	Pontos de aterragem	Outros países
Monet	Google, Antel, Angola Cables, Algar Telecom	2017	64 Tbps	10,556	Fortaleza (ramo) Santos	EUA (Boca Ratón, FL)
South Atlantic Cable System (SACS)	Angola Cables	2018	40 Tbps	6,165	Fortaleza	Angola (Luanda)
Brazil-Europe (BR-EU)	Ellalink (Telebras, IslaLink)	2018	40 Tbps	9,501	Fortaleza Santos	Portugal (Sines)
Tannat	Google, Antel	2017	90 Tbps	2,000	Santos	Uruguai (Maldonado)
Seabras-1	Seaborn Networks	2017	72 Tbps	10,500	Fortaleza (ramo) Santos	EUA (New York)
South Atlantic Inter Link (SAIL, ex CBCS)	Camtel, China Unicom, Telefonica	2018	32 Tbps	5,900	Fortaleza	Camarões (Kribi)
BRUSA	Tefonica	2018	n/a	10,400	Fortaleza, Rio de Janeiro	EUA (Virgínia Beach. Porto Rico)

¹⁰ <https://www.nordu.net/content/ana-100g>



Figura 5. Novos cabos submarinos planejados ou em construção no Atlântico Sul (2016-19)

O novo cabo da Europa atenderá não apenas ao tráfego internacional da RNP, como também de outras redes acadêmicas na América do Sul, alcançadas por meio de uma rede terrestre que passará pelo Brasil. Este projeto se chama BELLA (*Bulding Europe Link to Latin America*) e sua topologia provável é mostrada esquematicamente na Figura 6.



Figura 6. A Topologia do projeto Bella, interligando as redes de pesquisa da América do Sul e Europa

A partir de 2018 ou 2019 o cabo EllaLink passará a ser a primeira conexão direta do século 21 entre América do Sul e Europa, criando uma alternativa às únicas rotas atuais de saída do continente para a América do Norte. A participação da RNP no Projeto BELLA, que prevê inicialmente apenas um ou dois comprimentos de onda de 100 Gb/s de tráfego internacional, que poderão crescer com o tempo para alcançar algumas dezenas durante a vida útil do cabo submarino, combinada com a necessidade de maior capacidade nas rotas que compõem o anel da Região Sudeste da sua rede “backbone”, torna a rota Fortaleza – Porto Alegre a primeira e mais importante rota óptica objeto desta nova estratégia. Na Figura 7 é mostrada a provável trajetória desta rota.



Figura 7. Provável trajetória da rota óptica Fortaleza – Porto Alegre

A implantação desta rota Fortaleza – Porto Alegre está se iniciando pela Região Sudeste, implantando-se as rotas Rio de Janeiro – Belo Horizonte e Rio de Janeiro – São Paulo, com extensão à Brasília, formando-se um anel Brasília – São Paulo – Rio de Janeiro – Brasília. A implantação deste anel “sudeste” é uma necessidade para atendimento ao crescente fluxo de dados e tráfego das universidades, centros de pesquisa, laboratórios, equipamentos e grupos de pesquisa nessa região, que deve ser viabilizada como primeira fase da própria rota Fortaleza – Porto Alegre. Este anel deverá estar disponível já em 2016, implantado a partir de permuta de fibra escura em um ou outro trecho e o compartilhamento e a iluminação do espectro óptico da fibra de parceiro nos demais trechos.

A Figura 8 sugere uma previsão da topologia do *backbone* da RNP para 2017, com a implantação do Anel Óptico Sudeste com extensão à Brasília e a rota Fortaleza – Porto Alegre, em 100 Gb/s.

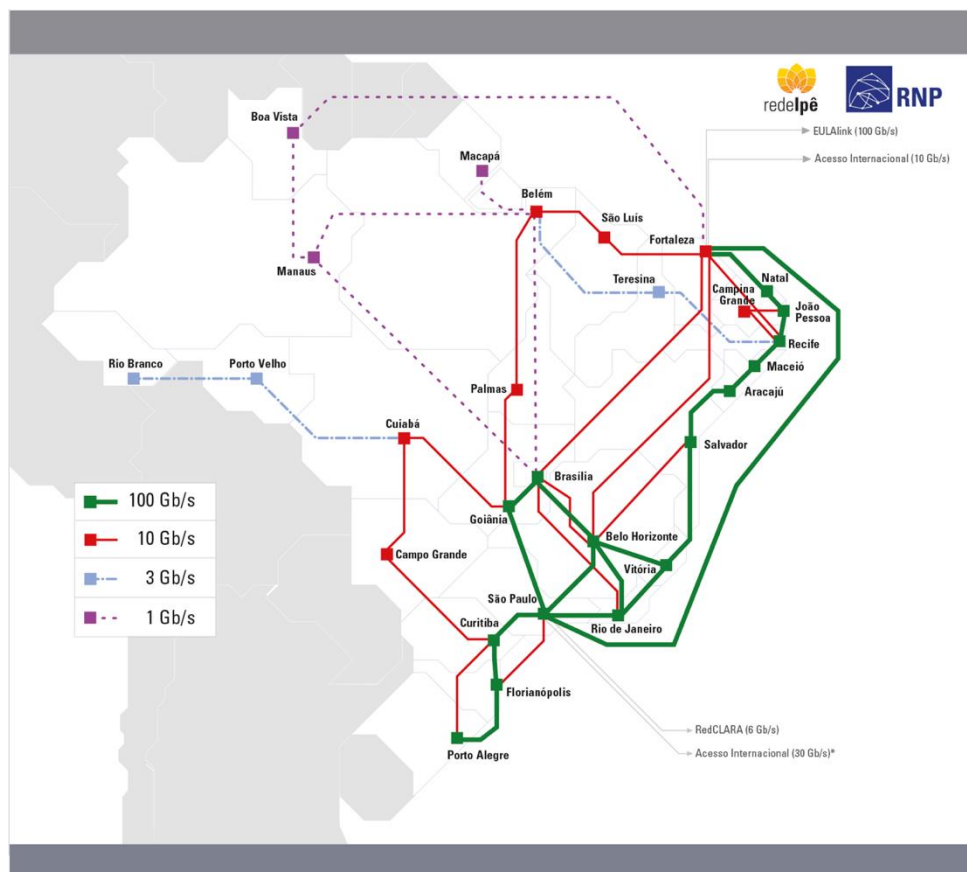


Figura 8. Futuro *backbone* RNP em 2017

Tanto a rota Fortaleza – Porto Alegre quanto as rotas do Anel Sudeste são rotas que concentram uma fração expressiva das localidades que hospedam campi de instituições clientes da RNP.

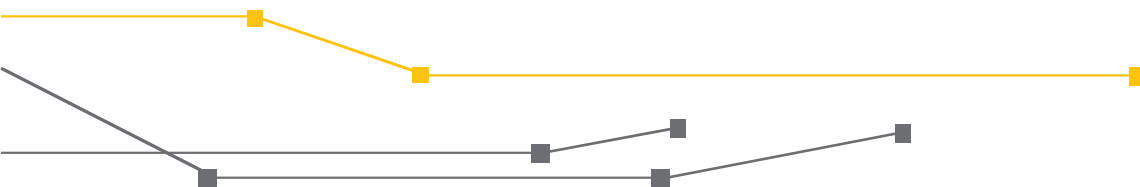
Finalmente, é importante registrar as ramificações internacionais de ciberinfraestrutura no país, uma vez que, sempre mais, os grandes projetos científicos são usualmente internacionais ou até globais em escopo. Podemos identificar exemplos de infraestruturas de pesquisa únicas na planeta, tais como o *Large Hadron Collider* (LHC)¹¹ em Genebra, Suíça, o laboratório de pesquisa em fusão nuclear, ITER¹², na França, o radiotelescópio, o *Square Kilometre Array* (SKA)¹³, na África do Sul e Austrália, a coleção de observatórios astrofísicos e astronômicos no Chile e Argentina: ALMA (*Atacama Large Millimeter/submillimeter Array*)¹⁴, ESO (*European Southern*

¹¹ <http://home.cern/topics/large-hadron-collider>

¹² <https://www.iter.org/>

¹³ <https://www.skatelescope.org/>

¹⁴ <http://www.almaobservatory.org/>



Observatory)¹⁵, LSST (*Large Synoptic Survey Telescope*)¹⁶, e o *Pierre Auger Observatory*¹⁷, entre outras. Para estes locais, é necessário prover comunicação internacional para possibilitar a participação de cientistas brasileiros no seu uso. No caso das infraestruturas de pesquisa localizadas no Chile e Argentina, o acesso a seus dados depende também do uso das redes da RNP.

O reconhecimento da importância da colaboração global entre redes acadêmicas tem crescido nos últimos anos. Em 2002, foi criada uma colaboração entre as principais redes acadêmicas para desenvolver maneiras explorar novas tecnologias de redes para lidar com as novas demandas para colaboração internacional. Fundou-se a *Global Lambda Integrated Facility* (GLIF)¹⁸, da qual participa a RNP desde 2009.

Mais recentemente, com escopo maior, não limitado apenas à e-ciência, foi criado o Global NREN CEO Forum¹⁹, do qual participam as principais redes acadêmicas no mundo, inclusive a RNP. Entre as iniciativas deste CEO Forum está o grupo de trabalho *Global Network Architecture* (GNA)²⁰, cujo foco é o desenho de uma arquitetura de interconexão global das redes acadêmicas usando tecnologias modernas. O objetivo é orientar o planejamento de investimentos de redes participantes em projetos de expansão internacional.

3. Armazenamento Avançada

A ampliação continua da capacidade de transmissão de dados nas redes responde à demanda crescente gerada pelo uso de novas aplicações, com destaque para aquelas baseadas em fluxos de áudio e vídeo em altas resoluções e com interatividade. Essas aplicações vêm assumindo papel cada vez mais relevante em políticas e projetos educacionais, permitindo o desenvolvimento de programas de educação a distância, realização de atividades colaborativas como videoconferência, aprendizado assíncrono, e acesso a grandes bases de dados e de conhecimento para uso em larga escala.

A produção e reprodução desse enorme volume de informações continuam crescendo em escala exponencial, demandando infraestrutura de armazenamento cada vez maior, distribuída, redundante e com alta disponibilidade para acesso dos usuários por meio de variados dispositivos. O processamento desses dados também passou por um processo de transformação pelo qual foram criadas soluções tecnológicas em TIC que permitam que a infraestrutura de suporte (hardware, software básico, sistemas operacionais, etc.) possa escalar de forma mais ágil, confiável e segura para atender a essa demanda extraordinária.

Nasce então o conceito de **nuvem computacional** como resultado da união entre as tecnologias de virtualização dessa infraestrutura de suporte básico com as demandas de armazenamento

¹⁵ <http://www.eso.org/public/>

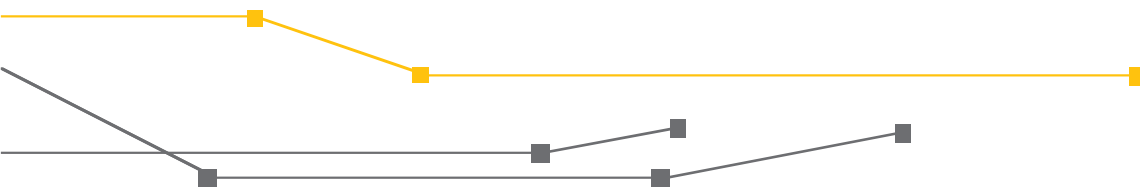
¹⁶ <http://www.lsst.org/>

¹⁷ <https://www.auger.org/>

¹⁸ <https://www.glif.is/>

¹⁹ <https://www.nordu.net/content/global-nren-ceo-forum>

²⁰ <http://gna-re.net/>



de grandes volumes de dados de forma segura e redundante. É importante ressaltar que a existência das nuvens computacionais só se tornou possível graças às redes ópticas de comunicação que viabilizam altas taxas de transmissão de informações entre locais remotos e, com isso, oferecem uma alternativa concreta ao modelo anterior em que as informações eram mantidas localmente.

Além de gerar economia de escala pela agregação e racionalização do armazenamento das informações em centros de dados adequadamente preparados para esta finalidade, esse modelo também confere maior segurança à gestão das informações, assegurada pela arquitetura redundante desses centros de dados, seu modelo de operação baseado em padrões e boas práticas, como Cobit²¹ e ITIL²², e tecnologias avançadas para proteção e preservação dos dados.

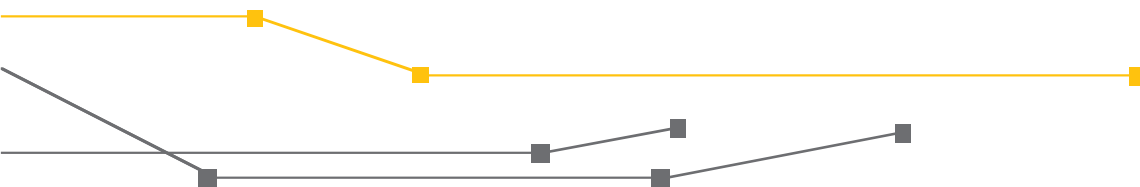
A infraestrutura de TIC nas instituições brasileiras de ensino superior e pesquisa demonstra fragilidades importantes em diversos aspectos. Foram citadas a infraestrutura predial, as instalações elétricas, obsolescência dos equipamentos, vulnerabilidades nas plataformas de software em uso por falta das atualizações críticas de segurança, e falta de capacitação técnica adequada e em quantidade suficiente dos quadros técnicos dessas instituições. Estas fragilidades ameaçam permanentemente investimentos significativos realizados em laboratórios, centros de pesquisa e mesmo equipamentos individuais dos pesquisadores que hospedam dados estratégicos ou de grande valor.

A implantação de uma infraestrutura de nuvem oferecendo processamento virtual e armazenamento avançado é uma alternativa eficiente e concreta ao cenário descrito acima, com a vantagem adicional de racionalizar os investimentos, antes feitos de forma distribuída e por demanda. Um serviço de nuvem para a comunidade acadêmica oferece a possibilidade de atender aos seguintes perfis de uso:

- a) Pesquisa científica – existem atualmente muitos laboratórios e centros de pesquisa que, com grande esforço e dificuldade, mantêm uma infraestrutura frágil de TIC, que compromete os investimentos nas pesquisas e principalmente na preservação dos dados coletados e produzidos. Mais importante seria a qualidade da conectividade até o pesquisador, provida pela rede de campus, muitas vezes insuficiente para atender a demanda das aplicações científicas. Frequentemente a esta deficiência se soma outras no parque computacional, composto por pequenos e médios servidores de processamento e armazenamento de dados, hospedados em condições precárias de segurança física e digital, utilizando sistemas de apoio (refrigeração, energia elétrica, prevenção e combate a incêndio) inadequados ou insuficientes.

²¹ <https://pt.wikipedia.org/wiki/COBIT>

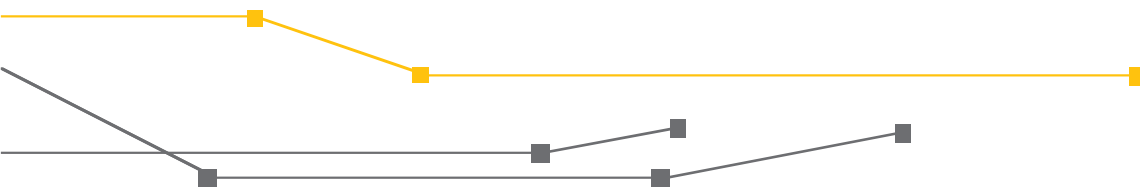
²² https://pt.wikipedia.org/wiki/Information_Technology_Infrastructure_Library



- b) Gestão acadêmica – os sistemas de apoio de gestão das universidades e seus programas de pós-graduação requerem uma infraestrutura de processamento e armazenamento de dados segura e com alta disponibilidade. Além disso, demandam quadros técnicos permanentemente capacitados para acompanhar a alta taxa das transformações do setor das TIC. Frequentemente os centros de dados dessas instituições sofrem das mesmas fragilidades e deficiências já identificadas na pesquisa científica, ampliadas pela insuficiência e más condições de trabalho do quadro técnico, cujos membros, altamente treinados, porém mal remunerados, saem do ambiente acadêmico em busca de oportunidades de trabalho mais atraentes;
- c) Plataformas críticas e estratégicas – neste grupo incluímos plataformas com o Portal de Periódicos da CAPES, os sistemas de processamento do ENEM e do SISU, os repositórios de objetos educacionais do INEP, bem como os repositórios de dados científicos compartilhadas, como o SiBBR e o Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia (LineA). Essas plataformas são mantidas e operadas em ambientes centralizados (sem redundância), representando risco de impacto significativo em todos os níveis (operacional, administrativo, político, estratégico) para o país no caso da ocorrência de desastres físicos ou da perda de dados causada por ações maliciosas.
- d) Acervos de informações digitalizadas – acervos de conteúdos históricos como aqueles mantidos pela Cinemateca Brasileira, Museu Nacional ou Arquivo Nacional, ainda em formato original (sem digitalização) representam um patrimônio de valor inestimável para a nação e o povo brasileiro que estão permanentemente sujeitos a ameaças de diversas naturezas. A digitalização desses acervos tem sido a manifestação da preocupação com a sua preservação, e vem sendo realizada por diversos projetos com financiamentos públicos e privados. Porém, tal como nos casos anteriores, a infraestrutura de TIC para o armazenamento desses acervos sofre dos mesmos problemas e fragilidades apontadas.

A implantação de um serviço de nuvem computacional com armazenamento seguro e avançado, bem conectado ao backbone de modo a permitir transferências de alto desempenho, oferece a oportunidade de endereçar as fragilidades e deficiências encontradas nos quatro perfis de uso identificados acima, utilizando de forma racional e integrada os recursos de TIC requeridos.

A partir da doação ao MCTI pela empresa chinesa Huawei de equipamentos de dois centros de dados em *contêiner*, a RNP deu início à implantação de uma infraestrutura e serviços de nuvem computacional, que disponibilizam as tecnologias apropriadas para a sua utilização como componentes de uma infraestrutura nacional de nuvem acadêmica. O modelo de nuvem acadêmica definido pela RNP resultou de estudos que consideraram as alternativas que estão em uso e implantação em outras redes nacionais de educação e pesquisa, especialmente no



continente europeu, tendo em vista a semelhança de algumas redes de países daquele continente com o modelo brasileiro.

A nuvem acadêmica brasileira implementará um modelo *híbrido, comunitário e federado*, permitindo, eventualmente,

- a agregação/contratação complementar de serviços de nuvens comerciais (*modelo híbrido*);
- a integração ao serviço de forma modular/parcial de componentes estruturais, como centros de dados de universidades e centros de pesquisas, ampliando de modo incremental a infraestrutura disponibilizada na nuvem (*modelo comunitário*),
- o reconhecimento de um grau de independência das instituições participantes quanto à disponibilização para utilização dos seus recursos computacionais para a nuvem (*modelo federado*).

No horizonte previsto para 2020 a RNP planeja desenvolver os modelos de sustentabilidade para atender aos perfis de uso já identificados, implantar as bases técnicas do serviço de nuvem acadêmica, e estabelecer junto com a comunidade de instituições usuárias o modelo de governança e a política de uso aceitável para o serviço. Também planeja oferecer alguns serviços de armazenamento seguro avançado, além de hospedar algumas das plataformas críticas mencionadas, bem como projetos científicos e alguns acervos digitais.

4. Visualização Remota

Serviços de colaboração remota já são oferecidos através das modalidades “conferência web” e “telepresença”, ambos dos quais permitem realizar reuniões virtuais entre participantes localizados em lugares distintos, permitindo que eles compartilhem documentos, imagens, vídeos e apresentações. Entretanto, para enriquecer a qualidade da colaboração remota, é desejável que seja aumentada a qualidade visual da experiência de colaboração. A RNP vem explorando algumas possibilidades promissoras, incluindo a captação e visualização remota de vídeos em resolução “*ultra-high definition (UHD)*”, especificamente nos padrões 4K e 8K.

Entre as iniciativas realizadas está o uso de “*videowall*” – um conjunto de painéis de vídeo controlado como se fosse uma tela única, para possibilitar a visualização de imagens de resolução arbitrariamente grandes. Para gerenciar o uso deste equipamento contamos com a utilização do *software SAGE*²³ (*SAGE = Scalable Adaptive Graphics Environment*), o que permite compartilhamento remoto de “janelas” entre “*videowalls*” e entre estes e os computadores dos participantes. A RNP projeta ampliar a comunidade de instituições que utilizam um protótipo desta combinação, e propõe a adoção mais ampla desta solução para facilitar colaboração em programas de e-ciência.

²³ <https://www.evl.uic.edu/entry.php?id=2042>

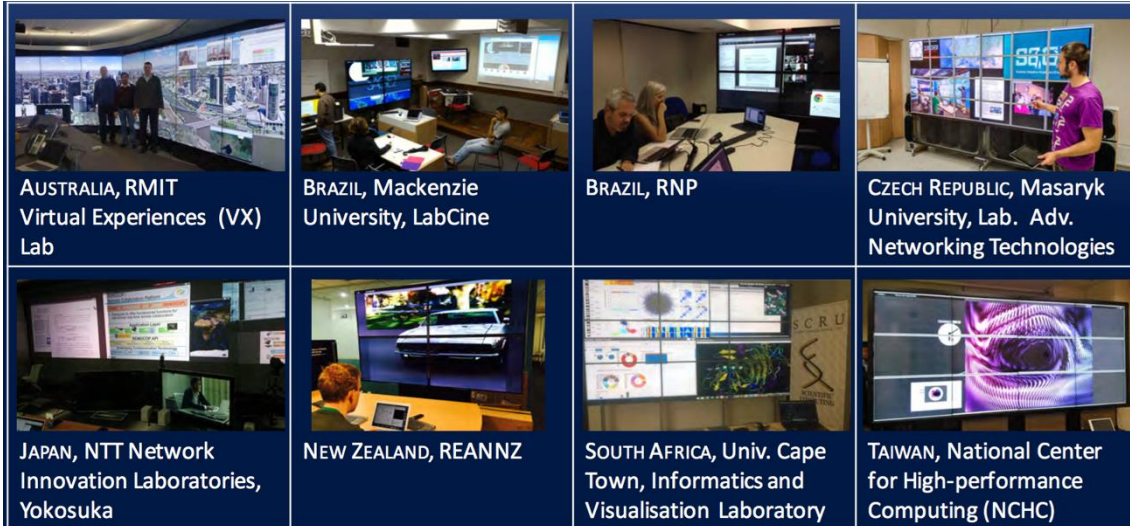


Figura 9. Alguns exemplos de “videowalls” usando SAGE (imagem cortesia de Maxine Brown)

A Figura 9 mostra alguns exemplos de equipamentos de “videowall” utilizando o SAGE2, inclusive dois no Brasil. Deve-se notar que a resolução da “videowall” é flexível, dependendo do número e da resolução de painéis que a compõem. As mais simples trabalham tipicamente com 4 painéis, mas existem configurações de até 32 painéis, ou mais. SAGE2 trabalha com um sistema de janelas, potencialmente compartilhadas com terceiros, que podem ser manipuladas pelo usuário. Os *videowalls* são muito úteis para a visualização e compartilhamento de imagens digitais que não cabem em monitores convencionais.

5. Conclusão

Neste documento, focamos em 3 aspectos de ciberinfraestrutura como definida na Figura 1: Comunicação Avançada, Armazenamento Avançada e Visualização, onde a RNP possui autonomia de ação. Como mencionado acima, o quadro será complementado pela discussão de recursos computacionais e o tratamento dos dados científicos. A RNP pretende retornar a estes dois temas futuramente em colaboração com nossos parceiros LNCC e Ibict.



MINISTÉRIO DA
DEFESA

MINISTÉRIO DA
CULTURA

MINISTÉRIO DA
SAÚDE

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO

MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**

